

Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4-5-12-035



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

INFORME FINAL ACCIDENTE

COL-93-01-GIA

Colisión con el terreno en IMC

Boeing 727-100

Matrícula HK-2422X

19 de mayo de 1993

Urrao, Antioquia, Colombia



ADVERTENCIA

El presente Informe Final refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Autoridad AIG de Colombia – Grupo de Investigación de Accidentes, GRIAA, en relación con el evento que se investiga, a fin de determinar las causas probables y los factores contribuyentes que lo produjeron. Así mismo, formula recomendaciones de seguridad operacional con el fin de prevenir la repetición de eventos similares y mejorar, en general, la seguridad operacional.

De conformidad con lo establecido en la Parte 114 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 114, y en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, OACI, *“El único objetivo de las investigaciones de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes o incidentes. El propósito de esta actividad no es determinar culpa o responsabilidad”*.

Por lo tanto, ningún contenido de este Informe Final, y en particular las conclusiones, las causas probables, los factores contribuyentes y las recomendaciones de seguridad operacional tienen el propósito de señalar culpa o responsabilidad.

Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe Final para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes e incidentes aéreos, y especialmente para fines legales o jurídicos, es contrario a los propósitos de la seguridad operacional y puede constituir un riesgo para la seguridad de las operaciones.

Contenido

SIGLAS	5
EXPLICACIÓN SOBRE REVISIÓN Y PRESENTACIÓN NUEVO INFORME FINAL	6
SINOPSIS	8
1.0 INFORMACIÓN FACTUAL	9
1.1 Reseña del vuelo	9
1.2 Lesiones a personas	18
1.3 Daños sufridos por la aeronave	18
1.4 Otros daños	18
1.5 Información Personal	19
1.5.1 Tripulación de vuelo	19
1.5.2 Personal de Tránsito Aéreo	24
1.6 Información sobre la aeronave	26
1.7 Información Meteorológica	29
1.7.1 Análisis de superficie	29
1.7.2 Análisis de altura	30
1.7.3 Análisis sinóptico	31
1.7.4 Información Meteorológica - Pre vuelo	32
1.8 Ayudas para la Navegación	33
1.8.1 Aeropuerto José María Córdova	33
1.8.2 Facilidades en el Área	34
1.9 Comunicaciones	37
1.9.1 Servicios de comunicaciones disponibles y utilizados	37
1.9.2 Grabaciones de voz ATS	37
1.9.3 Comunicaciones del Registrador de Voz – Canal de cabina	42
1.9.4 Información sobre los Servicios de Tránsito Aéreo, ATS	51
1.10 Información del Aeródromo	52
1.11 Registradores de Vuelo	53
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	54
1.13 Información médica y patológica	55
1.14 Incendio	55
1.15 Rescate	56
1.16 Ensayos e investigaciones	57
1.16.1 Verificación de la operatividad de radio ayudas y comunicaciones	57

1.16.2	Vuelo de vigilancia de radio ayudas.....	57
1.16.3	Vuelo de reconocimiento y verificación sobre la escena del accidente	58
1.16.4	Vuelo de comprobación sobre la ruta Rionegro - Tocumen - Rionegro.....	58
1.16.5	Verificación de información meteorológica provista en Tocumen	60
1.17	Información adicional.....	60
1.17.1	Operación en tierra, despegue y ascenso – Desviación por mal tiempo	60
1.17.2	Transferencia de Control Panamá a Bogotá	61
1.17.3	Transferencia de Bogotá a Aproximación Medellín	62
1.17.4	Descenso en procedimiento para aproximación.....	64
1.18	Nuevas técnicas de investigación	66
2.0	ANÁLISIS	69
2.1	Actuación y desempeño de la tripulación	69
2.2	Actuación y desempeño de los controladores	72
2.3	Análisis Expertos OACI sobre actuación de controladores, año 2002.....	73
2.3.1	Acciones ACC Bogotá para el control del vuelo SAM 501.....	73
2.3.2	Acciones ACC Bogotá para transferencia de responsabilidad control.....	74
2.3.3	Acciones Control Aproximación Medellín para control vuelo SAM 1501.	74
2.4	Ayudas a la navegación	75
2.5	Condiciones meteorológicas	77
2.6	Análisis presentado por International Safety Institute, año 2000	78
2.7	Análisis presentado por Flight Safety Foundation, año 2005.....	82
2.7.1	Operaciones de Vuelo	82
2.7.2	Servicios de Tránsito Aéreo	89
3.0	CONCLUSIÓN.....	95
3.1	Conclusiones de Operaciones	95
3.2	Conclusiones del Control de Tránsito Aéreo, ATC.....	97
	Causas probables.....	98
	Factores Contribuyentes	98
	Taxonomía OACI.....	99
4.0	RECOMENDACIONES	100

SIGLAS

ACC	Centro de control de área
ADF	Automatic direction finder
ATS	Servicios de Tránsito Aéreo
CRM	Manejo de recursos de tripulación
DAAC	Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil
DME	Distance measurement equipment
EPR	Engine pressure rate
FIX	Punto de referencia en una ruta ATS
FL	Nivel de vuelo
FREQ	Frecuencia
FSF	Flight Safety Foundation
GOES	Geostationary Operational Environmental Satellite
h	Horas
HL	Hora local
hPa	Hecto pascales
ISI	International Safety Institute
kg	Kilogramos
km	Kilómetros
METAR	Meteorological Aerodrome Report
NDB	Non directional beacon
NM	Millas náuticas
NTSB	National Transportation Safety Board
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PBMO	Peso bruto máximo de operación
QDM	Curso magnético desde la aeronave a la estación
QDR	Curso magnético desde la estación a la aeronave
SIGMET	Información meteorológica relevante
SPECI	Selección Especial del Informe Meteorológico para la Aviación
TAF	Terminal aerodrome forecast
TOD	Tope del descenso
UTC	Tiempo coordinado universal
VER-G	Vertical acceleration
VOR	Very high frequency omnidirectional range
WITEM	Carta de pronóstico de vientos y temperaturas a diferentes niveles
ZCIT	Zona de confluencia intertropical

EXPLICACIÓN SOBRE LA REVISIÓN Y PRESENTACIÓN DE UN NUEVO INFORME FINAL

El accidente del avión Boeing 727-100 de la empresa SAM, con matrícula HK-2422X ocurrió el 19 de mayo de 1993.

En el año 1994 se emitió el Informe Final, con aprobación del Consejo de Seguridad Aeronáutica.

Aunque la investigación fue documentada suficientemente, la Aerocivil consideró que algunas conclusiones del Informe Final, las Causas Probables y algunos Factores Contribuyentes no guardaban concordancia con lo investigado, y que no correspondían a las evidencias acopiadas durante la investigación.

Con el fin de hacer claridad de manera imparcial y técnica, la Aerocivil gestionó en tiempos diferentes, la formulación de conceptos sobre la investigación y sobre el Informe Final, a tres organizaciones independientes y de prestigio, a saber:

- International Safety Institute, en el año 2000
- Organización de Aviación Civil Internacional, en el año 2002
- Flight Safety Foundation, en el año 2006

Después de recibir los informes de estas organizaciones, año 2003 y 2006, la Aerocivil solicitó la reapertura y / o revisión de la Investigación ante el Consejo de Seguridad Aeronáutica.

En el año 2003, el Consejo decidió no reabrir la investigación.

En el año 2009, con base en la solicitud del año 2006, se conformó un grupo de trabajo conformado por un representante de la Aeronáutica Civil - Grupo de investigación de Accidentes, GRIAA - y un representante de la empresa SAM; como resultado, hubo un documento del GRIAA, que coincidía de manera general con los conceptos de las organizaciones extranjeras sobre los cambios propuestos para el Informe Final.

Posteriormente se produjeron por diversos motivos, otros dos conceptos que contradicen algunos contenidos del Informe Final, y que son coincidentes con los conceptos de los organismos internacionales; estos documentos fueron emitidos por la Secretaría de Seguridad Aérea en el año 2014 y por la Secretaría de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil en el año 2019.

Todos los informes disponibles, emitidos con posterioridad al Informe Final por entidades reconocidas en asuntos de investigación de accidentes, coinciden en demostrar que el Informe contiene imprecisiones, sobre todo en la formulación de conclusiones, causas del accidente y factores contribuyentes.

Los conceptos referidos, y en particular los de entes foráneos (ISI, FSF y OACI) no han sido analizados ni comparados con el Informe Final, excepto en el estudio conjunto GRIAA – SAM (2009), que aparentemente no trascendió hasta el Consejo de Seguridad.

Es así como, pese a la coincidencia de todos los conceptos mencionados sobre las imprecisiones del Informe Final, aquellos nunca se han tenido en cuenta para mejorar la formulación de este documento, para que se ajuste a la realidad de los hechos.

En el año 2020 se reciben dos solicitudes de reapertura de la investigación, procedentes de la Agencia de Defensa Jurídica del Estado.

Ante estas solicitudes, el Grupo de Investigación de Accidentes abordó el estudio del Informe Final de Investigación y de los conceptos emitidos con posterioridad al mismo, determinando que si bien la investigación había sido amplia y suficientemente documentada, en efecto algunas partes del análisis, algunas conclusiones, las causas probables y algunos factores contribuyentes no guardaban concordancia con lo investigado y adolecían de errores en la metodología de su enunciación.

La Aeronáutica Civil tiene la convicción de que el Informe Final aprobado en el año 1994, no refleja el trabajo de investigación y desdibuja las causas reales del accidente.

Por lo tanto, la Aeronáutica Civil considera que aunque una reapertura de la investigación no sería procedente (por cuanto la considera completa), si es necesario, tal como lo ha planteado en varias oportunidades, que se efectúe una revisión y un replanteamiento del análisis, de las conclusiones, de las causas probables y de los factores contribuyentes.

El presente informe, además de considerar y fundamentarse en el Informe Final inicial, tiene en cuenta los conceptos emitidos por las entidades arriba referidas (algunos de cuyos apartes se han incluido en este informe), y los análisis propios, para presentar así unos contenidos acordes con la realidad de los hechos y con el proceso de investigación.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

SINOPSIS

Aeronave:	Marca BOEING Modelo: 727-100 (46) No. de Serie: 1887 Matrícula: HK-2422 X
Identificación del vuelo:	SAM 501
Fecha y hora del Accidente:	19 de mayo de 1.993 – 15:06:42 HL
Lugar del Accidente:	Cerro El Burro - Parque Natural de las Orquídeas – Jurisdicción del municipio Urrao - Departamento de Antioquia. Elevación 11.663 pies - Rumbo 125.4°, a una distancia de 8.3 NM del aeródromo de Urrao.
Coordenadas:	N 06°27'05" W 076°07'00"
Tipo de Operación:	Transporte Regular de Pasajeros
Explotador:	Sociedad Aeronáutica de Medellín Consolidada S.A. (Subarrendatario) North American Air Service Company (Subarrendador).
Propietario:	Latin American Air Service Company Inc.
Fecha primer Informe Final:	marzo de 1.994
Fecha presente Informe Final:	octubre de 2020



Fotografía No. 1: avión B727 SAM 2422X

1.0 INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Reseña del vuelo

El día 19 de mayo de 1993, la aeronave de matrícula HK-2422 X, de la Empresa SAM fue programada para cumplir el vuelo Bogotá - Rionegro - Panamá - Rionegro - Bogotá, con una tripulación compuesta por un Piloto, un Copiloto, un Ingeniero de Vuelo y tres las Auxiliares de Vuelo.

El despegue se inició en el Aeropuerto Internacional Eldorado en condiciones normales; la aeronave hizo su primera escala en el aeropuerto José María Córdoba de Rionegro - Antioquia, en donde fue aprovisionada con 1.992 galones de combustible para continuar su itinerario hacia la ciudad de Panamá; el aterrizaje en el Aeropuerto Internacional de Tocumen - Panamá, se efectuó a las 13:05 HL, aproximadamente, en donde fue abastecida con 379 galones de combustible JET-A1.

Una vez cumplida la inspección técnica de rutina, la aeronave se dispuso a efectuar la ruta Panamá – Rionegro - Bogotá, en cumplimiento del vuelo SAM 501, llevando a bordo 125 pasajeros, la tripulación antes mencionada compuesta por 7 personas y 19.400 libras de combustible, para un peso total de despegue de 134.245 libras.



Gráfica No. 1: ruta planeada por el vuelo SAM 501

A las 14:13 HL, Control Superficie de Panamá autorizó al SAM 501 a rodar por la pista 21 izquierda y le informó *“autorizado a Rionegro, vectores de radar superior Alfa tres uno siete ASAPA, según plan de vuelo, ascender y mantener inicialmente nueve mil pies, esperar futura autorización para nivel de vuelo tres tres cero, uno cero minutos posterior al despegue, código de Transponder alfa uno cero cero cero, frecuencia de salida 119.7”*; autorización que fue copiada por el SAM 501 que cambió a Control Salidas.

A las 14:15, HL, en frecuencia de Torre se le informó, *“SAM 501 buenas tardes, posterior al despegue vire a la izquierda rumbo 140°, autorizado el despegue dos uno izquierda”*; el SAM 501 contestó *“recibido señor, autorizado entrar en pista y despegar, posterior al despegue izquierdo rumbo uno cuatro cero”*.

El HK-2422X inició el despegue y la Torre de Control le informó, *“SAM 501 despegando a la uno ocho virando a la izquierda rumbo uno cuatro cero, comuníquese con diecinueve siete buenas tardes”*; posteriormente el vuelo fue transferido al Control de Aproximación el cual le informó *“SAM 501, salida, está en contacto de radar, rumbo uno cuatro cero incorpórese a la superior Alfa tres uno siete, reasuma propia navegación, mantenga nueve mil, pendiente superior”*, autorización que fue copiada por el SAM 501.

A continuación el SAM 501 fue cambiado al Control Panamá, en la frecuencia 125.5, y el SAM 501 le informó, *“alcanza y mantiene nueve mil pies y veinte millas fuera”*; el Control le informó *“SAM 501 ascienda y mantenga nivel de vuelo tres tres cero”*; el SAM solicitó desviación al Sierra - Sierra para evitar mal tiempo, autorización que fue copiada y aprobada por el Control.

Según las transcripciones del Grabador de Voz, en el Canal de Cabina, se pudo establecer que el manejo y control de la aeronave estaba a cargo del Copiloto, y que el Comandante era quién dirigía y operaba las comunicaciones; la tripulación en conjunto tomó el almuerzo a partir de las 14:34:51 HL, durante un tiempo aproximado de 10 minutos.

A las 14:32:17 HL, cuando la aeronave se encontraba a través de 25.664 pies, previa autorización del Control de Panamá, inició desviación al Sierra - Sierra por mal tiempo, manteniendo rumbo 170°; a las 14:38:34 HL el Control Panamá le preguntó *“Cinco Cero Uno, diga altitud”*, el SAM respondió *“Cinco Cero Uno a través de tres uno cero”* y a las 14:42:05 HL el SAM reportó a Panamá Centro *“el SAM 501 alcanza y mantiene tres tres cero cruza ASAPA”*; el Control le informó *“recibido servicio de radar terminado código dos cuatro cero cero, Bogotá 125.1”*, autorización que fue colacionada por el SAM.

A las 14:42:34 HL, en frecuencia 125.1, el SAM reportó al Control Bogotá *“posición ASAPA, nivelado tres tres cero, identificando dos cuatro cero cero, Abejorral para las 06 de la próxima hora”*; el Control recibió la información y le contestó, *“Abejorral 06 mantenga 330, está autorizado a Rionegro mantenga 330, atento para más abajo”*.

A las 14:46:28 HL, Control Bogotá le solicitó, *“avise cuando tenga DME Bogotá por favor”*, y el SAM contestó, *“con mucho gusto pendiente”*; a las 14:46:48 HL, el Control le informó al SAM *“cuando esté listo, está autorizado descenso para nivel de vuelo dos uno cero, cruce KOTIN nivel de vuelo dos siete cero o inferior”*, autorización que fue copiada por el SAM y le informó *“lo llamaré dejando libre tres tres cero”*.



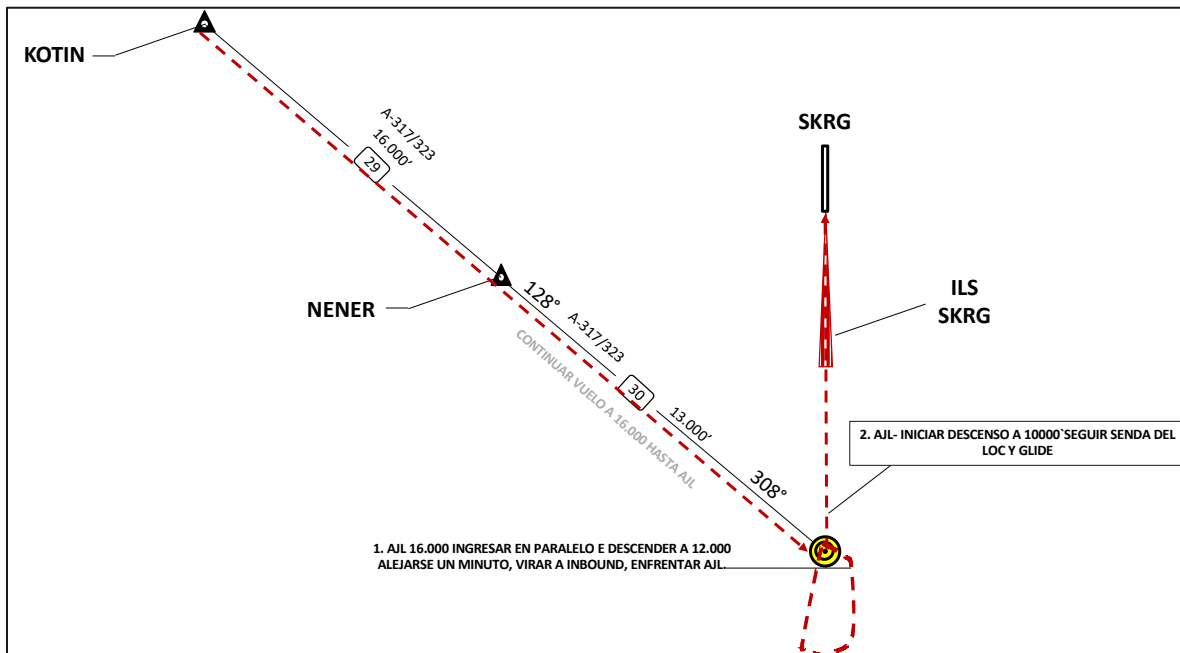
Gráfica No. 2: ruta seguida por el SAM 501 hasta cercanías de la intersección KOTIN

A las 14:48:07 el Control le informó al 501 “abandone, ahora nivel de vuelo 330”, y el SAM respondió “deja libre tres tres cero”. A las 14:51:42 HL el SAM 501, informó al Control que “deja libre 270 y próximo a KOTIN”, el Control copió la información y le dijo, “llame a través de 240”; el SAM le solicitó desviación al Eco de la aerovía por mal tiempo; el Control le preguntó “a la izquierda de la aerovía, cuantas millas?”; el SAM contestó “15 millas aproximadamente”; el Control le contestó “15 millas al November entiendo, reporte dejando dos cuatro cero”.

A las 14:52:25 HL, el Control de Bogotá le preguntó al SAM 501 “distancia del DME de Bogotá?” y el SAM contestó, “negativo todavía no”; a las 14:52:37 HL, le dijo “ahora tenemos 180 millas, dejando libre dos cuatro cero”; a las 14:53:04 HL el Control le dio recibido y le dijo “Cinco Cero Uno, dos cuatro cero reporte Abejorral, Rionegro 121.1 uno dos punto uno, buen día”.

A las 14:53:52 HL el SAM 501, se reportó con el Control de Medellín y le informó “nivelado dos uno cero, próximo a KOTIN” y el Control le contestó “SAM 501 continúe su descenso para 16.000 pies, QNH treinta dieciocho, reporte pasando radiofaro de Abejorral tramo de salida no hay demora en su aproximación”, información que fue recibida y copiada por el SAM 501, quién a su vez solicitó, “me confirma QNH?” y el Control le dijo “tres cero uno ocho treinta dieciocho”.

A las 14:57:11 el SAM 501 reportó alcanzando 16000 pies y el Control le informó “llame radiofaro de Abejorral tramo de salida”.



Gráfica No. 3: procedimiento de descenso que debía cumplir el vuelo SAM 501 para efectuar aproximación NDB ILS a Rionegro

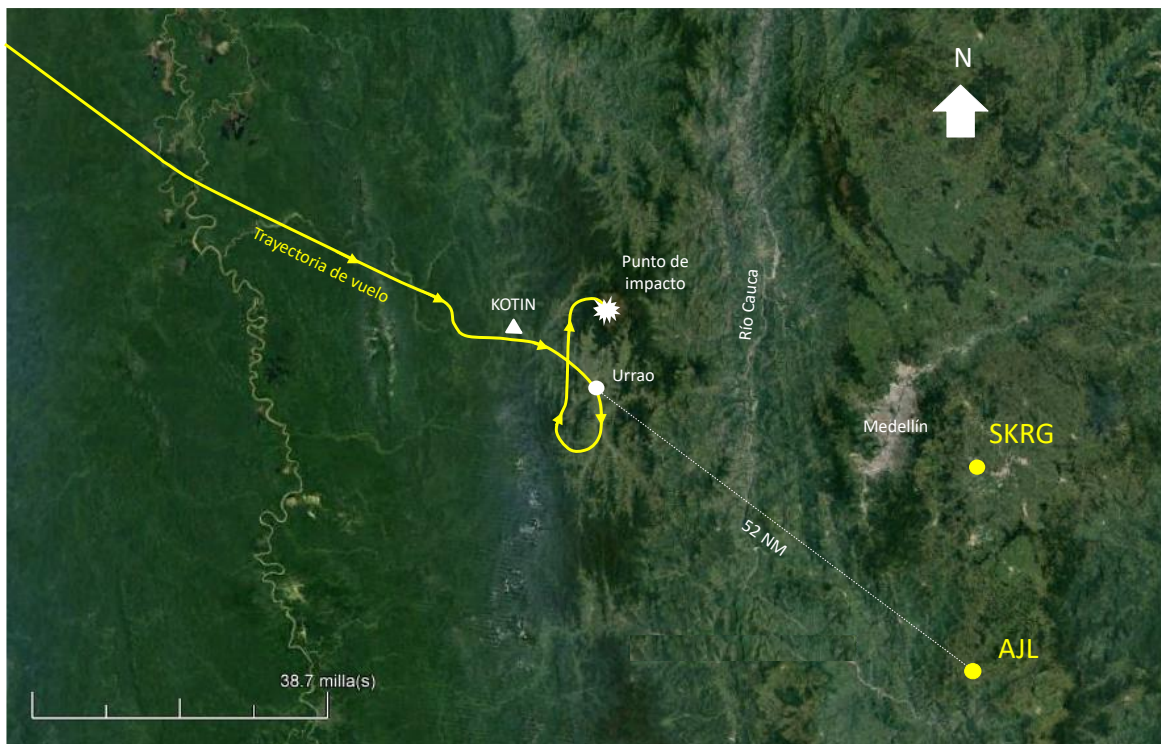
A las 14:59:55 el Piloto dijo “Abejorral está cayendo” y a las 15:00:03 HL, el SAM le informó al Control Medellín “posición Abejorral y 16.000 pies”, el Control recibió esta información a las 15:00:05 y le autorizó para “aproximación ILS pista 36, llame dejando libre uno seis mil y Abejorral, uno dos mil en aproximación”, el SAM copió esta información y a las 15:00:12 le dijo al control “deja uno seis mil ahora llamará Abejorral uno dos mil en aproximación”.

A partir de las 15:00:14 se inició el chequeo de navegación para ejecutar el patrón de descenso, revisando tiempo y descendiendo a través de 14.000, iniciando el procedimiento de entrada con viraje a la derecha rumbo 360°, tratando de localizar la marcación Abejorral, la del localizador y marcadores de aproximación continuando el descenso para 12.000.

A las 15:06:06 HL el SAM 501, solicitó al Control las condiciones de tiempo en la estación, el cual le informó “viento en calma, visibilidad reducida nueve mil metros, hay lluvia sobre la estación”, el SAM 501 le preguntó al Control “me quiere decir la mejor entrada, por dónde está?”, a las 15:06:40 el Control llamó al vuelo SAM 501, sin obtener respuesta.

A las 15:08 HL, el Control de Medellín llamó nuevamente al SAM 501, sin recibir respuesta, razón por la cual le solicitó a una aeronave de la Empresa Avianca que estaba en ruta hacia Rionegro, que hiciera un llamado al SAM, sin recibir ninguna contestación; posteriormente y al no obtener respuesta del SAM 501, se estableció el procedimiento de falla en las comunicaciones y se procedió a informar la situación en las frecuencias 121.1, 125.1, 118.6, 127.2; y se alertó a los controles de Bogotá - Pereira - Cali y Bucaramanga.

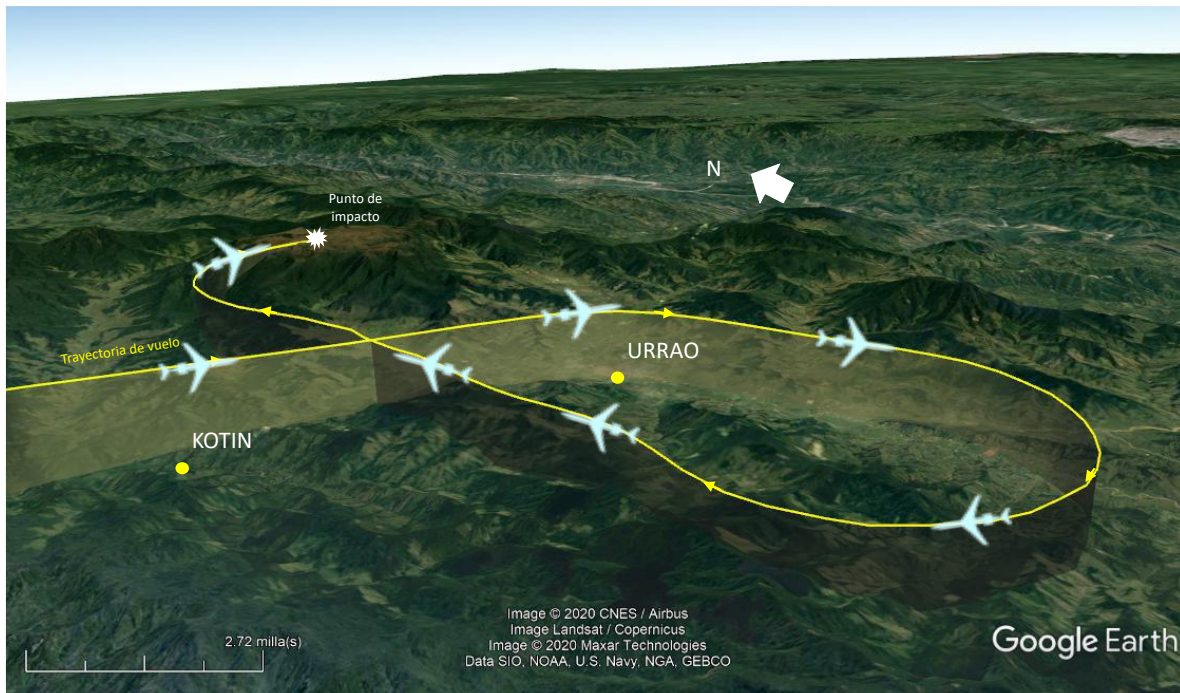
A las 15:30 HL, se declaró la fase de Alerfa, y a las 16:00 HL, se declaró la aeronave en Detresfa, con mensaje 192100 SKRGZTX, procediéndose de inmediato a la búsqueda dentro del área, con aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana, FAC y de la Patrulla Aérea Civil, PAC, operación que se llevó a cabo hasta las 18:00 HL, con resultados negativos.



Gráfica No. 4: perfil de vuelo y descenso efectuado por el vuelo SAM 501, equivocadamente, por fuera del radiofaro de Abejorral



Gráfica No. 5: perfil del descenso efectuado por el vuelo SAM 501



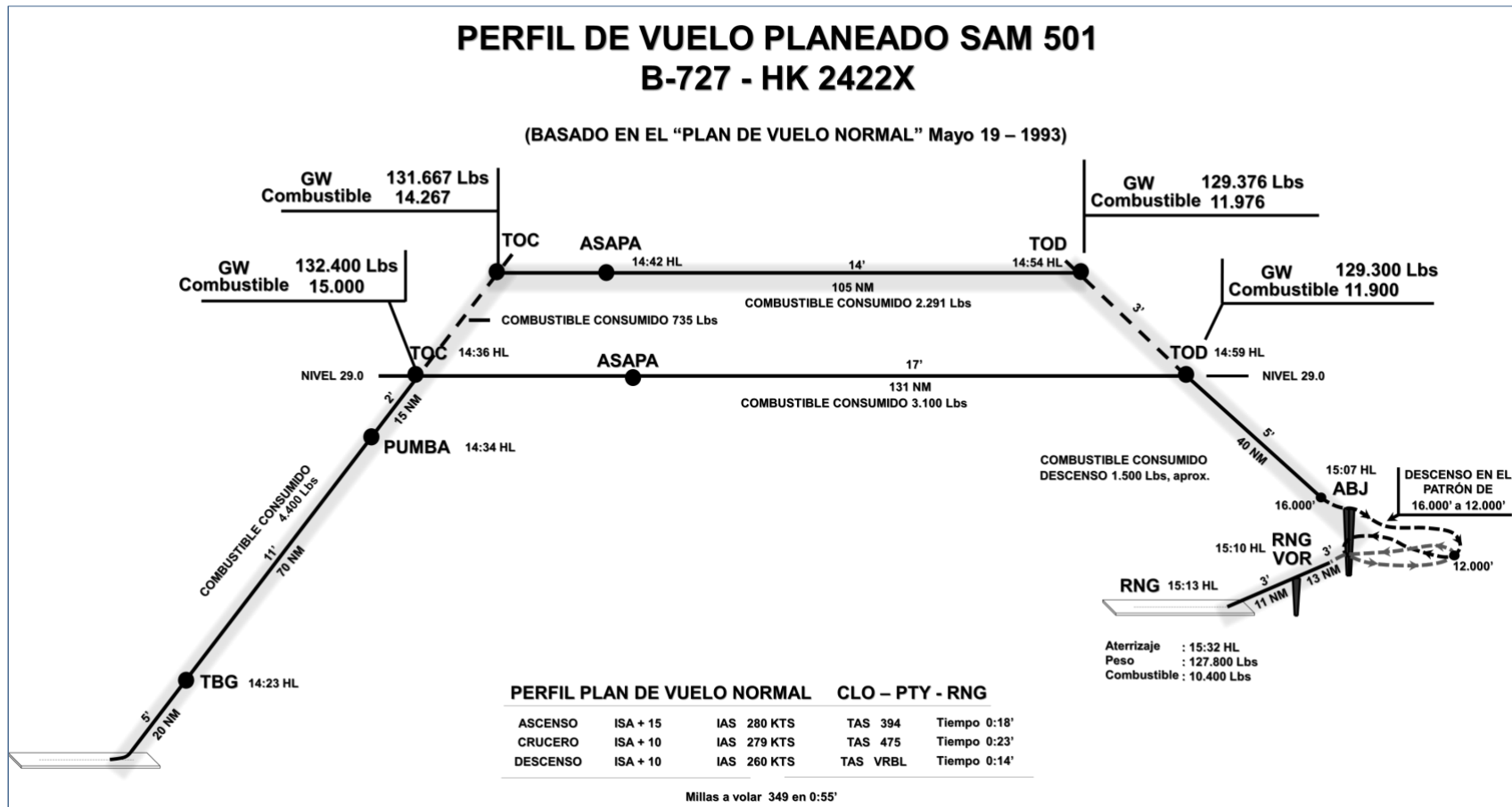
Gráfica No. 6: perfil del descenso efectuado por el vuelo SAM 501

Al día siguiente, 20 de mayo, se iniciaron labores de búsqueda a partir de las 06:30 HL, sobre la ruta que traía la aeronave; a las 07:30 HL, el avión HK-3589 localizó al SAM HK-2422X accidentado en el Cerro El Burro - Parque Natural de las Orquídeas, jurisdicción del municipio de Urrao, departamento de Antioquia, completamente destruido y sin señales de sobrevivientes.

De inmediato se procedió a realizar las operaciones de rescate, encontrando que los 125 pasajeros y los 7 tripulantes habían fallecido como consecuencia del accidente; la aeronave impactó casi de frente, con rumbo 125.4° en ligera actitud de ascenso hacia el lado derecho, contra el cerro rocoso, quedando los restos esparcidos en una área de 2.000 metros cuadrados, aproximadamente.

El accidente ocurrió a las 15:06:42 HL, del 19 de mayo de 1993, en el Cerro El Burro, jurisdicción del municipio de Urrao - departamento de Antioquia, en las coordenadas N $06^\circ-27'05''$ W $076^\circ07'00''$, a 51 millas náuticas del Radiofaro de Abejorral, a una altura de 11.663 pies, con rumbo 125.4° . Las condiciones meteorológicas en el sitio, a la hora del accidente, eran desfavorables por la presencia de cúmulos, estratos bajos, lluvia fuerte y visibilidad reducida por niebla.

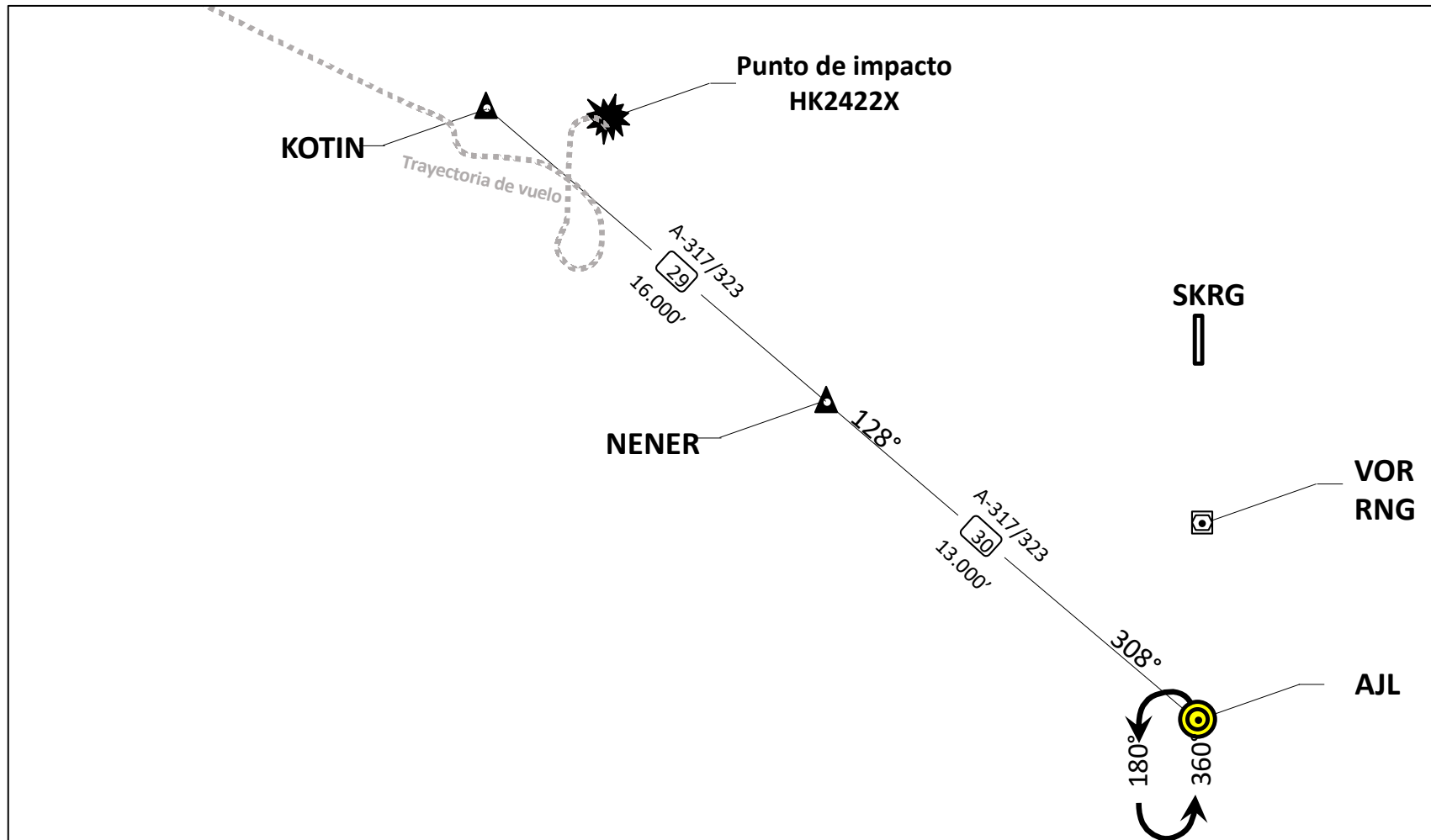
ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



Gráfica No. 7: perfil de vuelo que debía cumplir el vuelo SAM 501



Gráfica No. 8: Carta de Baja Altitud del Área Medellín



Gráfica No. 9: representación esquemática de la ruta planeada y de la trayectoria seguida por el SAM 502

1.2 Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales	7	125	132	-
Graves	-	-	-	-
Leves	-	-	-	-
Ilesas	-	-	-	-
TOTAL	7	125	132	-

De acuerdo con el listado oficial presentado por la Empresa SAM S.A., el número de víctimas por Estado y/o nacionalidad fue el siguiente:

- Alemanes	2
- Australiano	1
- Argentino	1
- Norteamericanos	6
- Japonés	1
- Nicaragüenses	2
- Panameños	29
- Peruanos	2
- Venezolanos	7
- Colombianos	81

TOTAL 132

La causa de la muerte fue clasificada como del tipo “*shock traumático - desaceleración súbita - múltiples estallidos viscerales por accidente de aviación*”. Se anexan a los documentos de la investigación, las actas de levantamiento de cadáveres y informes de los respectivos protocolos de necropsias.

1.3 Daños sufridos por la aeronave

Como consecuencia del impacto contra el terreno (roca) y posterior explosión, la aeronave quedó totalmente destruida; los restos de la aeronave quedaron dispersos en un área de 2.000 metros cuadrados; no se presentó incendio de magnitud devastadora; algunos componentes resultaron quemados como consecuencia de pequeños conatos de incendio.

1.4 Otros daños

El sitio del accidente está localizado en jurisdicción del municipio de Urrao - departamento de Antioquia, en las coordenadas N 06°27'05" W 076°07'00", lugar denominado Cerro el Burro, en el Parque Natural de las Orquídeas; es un terreno de características montañosas y quebrado, de superficie rocosa; la parte superior del cerro es característica de páramo.

Como consecuencia del accidente se presentó la destrucción mínima de un área de bosque y de vegetación, especialmente en el lugar en donde se registró el impacto principal.

Información personal

1.5 Información Personal

1.5.1 Tripulación de vuelo

Piloto

Nacionalidad	Colombiano
Edad	31 años
Licencias	APA, PC, IDV, PTL
Certificado Médico	Vence 5-nov-93
Último Chequeo Vuelo en el equipo	Abril - 1993
Equipos Volados como Piloto	Aeronaves de instrucción, B-727-100-200
Total Horas de Vuelo	3.943:00
Horas de Vuelo en el Equipo Autónomo	586:00
Horas Voladas en Últimos 90, 30 y 3 días	129:49 - 73:48 y 14:04

Antecedentes del Piloto

El Capitán inició el curso de Piloto Privado el 15 de enero de 1980, en la Escuela Aeroandes; y se le expidió su licencia APA el 24 de julio del mismo año; solicitó que se le expidiera su licencia para adelantar el curso de Piloto Comercial, solicitud que fue autorizada el 8 de julio de 1980.

Según lo informado por la Escuela de Aviación Aeroandes S.A. el Capitán terminó satisfactoriamente su curso de Pilotaje Comercial el 20 de noviembre de 1980, y con fecha 17 de diciembre de 1980, se le expidió la licencia de Piloto Comercial PC.

La Empresa Aerotal certificó que el Capitán adelantó entrenamiento de vuelo en el equipo B-727 para solicitar licencia de Ingeniero de Vuelo el 04 de agosto de 1982; el 06 de agosto de 1982, se le expidió la Licencia IDV, con privilegios y limitaciones al equipo B-727.

En el año 1986, inició, adelantó y aprobó el curso completo para calificarse como Copiloto de B-727, incluyendo las horas de vuelo como Observador en el citado equipo, y el 16 de octubre de 1986, se le adicionó a la licencia PC el equipo B-727, en el cargo de Copiloto.

La Empresa SAM certificó que el Capitán recibió el curso completo para calificarse como Copiloto en el equipo B-707 el 18 de febrero de 1991.

El 12 de mayo de 1992 la Empresa SAM certificó que el Capitán recibió el curso completo para calificarse como Piloto en el equipo B-727-100 según el siguiente proceso:

- Curso de tierra, simulador, chequeo simulador, entrenamiento avión, chequeo final y el día 13 de mayo de 1992, se le expidió su licencia de Piloto B-727 PTL.
- El día 01 de agosto de 1992 voló por primera vez como Piloto con el concepto, "*su desempeño fue normal*".

- El Capitán presentó su último chequeo de ruta el 17 de marzo de 1993, en la ruta Rionegro - Cartagena - Rionegro - Cali – Rionegro, con resultado satisfactorio.
- El 3 de agosto de 1992, había presentado chequeo en la ruta Bogotá - Medellín - Panamá - Medellín - Bogotá - Pereira - Bogotá, con calificación total satisfactoria.
- El último chequeo de vuelo en el equipo B-727 lo presentó durante los días 17, 18 y 19 de abril de 1993, con resultados satisfactorios.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que el rendimiento y desempeño del Capitán en las actividades de vuelo, fueron calificadas como satisfactorias, con progreso normal y adaptado a su puesto.

El Capitán disfrutó el último período de vacaciones, desde el 15 de febrero hasta el 15 de marzo de 1993.

En mayo de 1993 registró descansos libres del 01 al 06, y disponible los días 11 y 16.

Revisada toda la documentación técnica, no le aparece al Capitán registrado ningún tipo de accidentes e incidentes durante su desempeño como Piloto.

Copiloto

Nacionalidad	Colombiano
Edad	29 años
Licencias	PC, IDV
Certificado Médico	Vence 20-jun-93
Último Chequeo Vuelo	06-ene-93
Equipos Volados como Piloto	Aeronaves Instrucción
Total Horas de Vuelo	1.651:18
Horas de Vuelo en el Equipo Copiloto	216:00
Horas Voladas en Últimos 90, 30 y 3 días	187:55 – 64:02 – 02:30

Antecedentes del Copiloto

El Copiloto adelantó el curso de Piloto Comercial en la Escuela H.A.L. Aviation Inc. en los Estados Unidos de Norteamérica. El 12 de julio de 1989, el Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil, le autorizó entrenamiento y chequeo para convalidar su licencia de Piloto Comercial Colombiano.

El 24 de julio de 1989, la escuela IVIETA certificó que el Copiloto había efectuado entrenamiento y chequeo de maniobras e instrumentos; el 01 de agosto se le expidió la licencia de Piloto Comercial PC, con privilegios y limitaciones mono motores - tierra hasta 5.670 kg.

El 05 de marzo de 1991 la Empresa SAM, certificó que el Copiloto había realizado el curso completo para calificarse como observador Ingeniero de Vuelo, con un total de 50 horas, razón por la cual, previa solicitud del interesado, el día 12 de marzo de 1991 se le expidió la Licencia IDV, de Ingeniero de Vuelo, para el equipo B-727.

A partir del mes de agosto de 1992, recibió instrucción y entrenamiento en transición para la posición de Copiloto en el equipo B-727; una vez cumplidos los requisitos se le expidió la licencia de Piloto Comercial PC, el 19 de enero de 1993, y se le adicionó la habilitación como Copiloto B-727, quedando habilitado como tal el 20 de febrero de 1993.

Durante el mes de febrero de 1993 desarrolló el chequeo de las siguientes rutas, con las observaciones correspondientes:

- Febrero 03/93 - Bogotá - Medellín - Panamá - Medellín – Bogotá.
Se adapta bien a sus funciones como primer oficial.
- Febrero 8/93 ruta Rionegro - Cali - Rionegro - San Andrés - Cali.
Su adaptación a las funciones de Copiloto es normal.
- Febrero 9/93 ruta Cali - Rionegro - Barranquilla - Rionegro - Cali - Rionegro.
Su adaptación en el equipo 727-200 es normal y progresiva.
- Febrero 17/93 ruta Rionegro - Cali - San Andrés – Cali.
Su progreso es satisfactorio.
- Febrero 18/93 ruta Cali- Rionegro - Barranquilla - Rionegro - Cali - Rionegro.
Se hizo mucho énfasis en la navegación durante el vuelo Rionegro - Cali - Rionegro en cuanto a mantener el radial, así mismo en el localizador de ILS.
- Febrero 19/93 ruta Bogotá - Cartagena - San Andrés - Cartagena - Bogotá - Pereira – Bogotá.
Debe anticipar un poco el uso de los VHF (navegación); se demora un poco en cambios a la siguiente frecuencia.
Por momentos se distrae viendo las cartas de navegación y no escucha el llamado por la frecuencia.
Se le instruyó sobre el procedimiento de aproximación VOR.
El dominio del avión es bueno para el tiempo que lleva volando y su progreso es Satisfactorio.
- Febrero 20/93 ruta Bogotá - Santa Marta – San Andrés – Bogotá
Mejora notablemente el manejo de los radios para la navegación, está atento al radio y pendiente del vuelo.
La adaptación es satisfactoria.
Puede iniciar sus vuelos de línea como Copiloto de B-727-100- 200.

Dentro del plan de vacaciones de la Empresa SAM, el Copiloto estaba programado para disfrutarlas a partir de la primera quincena de mes de agosto de 1993.

Durante el mes de mayo de 1993 el Copiloto registró descansos libres los días 5, 6, 7, 16, 17 y 18; y disponible los días 1 y 11.

Ingeniero de Vuelo

Nacionalidad	Colombiano
Edad	45 años
Licencias	IDV
Certificado Médico	Vence 25-dic-93
Último Chequeo Vuelo	28-sep-92
Equipos Volados como Piloto	No aplicable
Total Horas de Vuelo	553:00 Empresa SAM
Horas de Vuelo en el Equipo Ingeniero	553:00 Empresa SAM
Horas Voladas en Últimos 90, 30 y 3 días	134:44 – 57:06 – 08:54

Antecedentes del Ingeniero de Vuelo

El señor Ingeniero de Vuelo recibió curso completo en United Airlines, en Denver EE.UU.; así mismo, recibió curso en simulador y entrenamiento de vuelo en el equipo B-727, incluyendo un total de 80:00 horas de observador.

En el año 1981 ingresó a la Empresa Avianca y era portador de licencia IDV como Ingeniero de vuelo en el equipo B-727.

Durante los años de 1981 a 1991, se desempeñó como Ingeniero de Vuelo del equipo B-727 en la Empresa Avianca.

Ingresó a la Empresa SAM en el año 1992; durante los meses de junio, julio y agosto de ese mismo año se le practicaron chequeos de rutas con resultados satisfactorios, dentro de parámetros.

El último período de vacaciones fue disfrutado por el Ingeniero de Vuelo entre el 16 de agosto y el 16 de septiembre de 1992.

En el mes de mayo de 1993 se registraron descansos, tiempo libre, los días 8, 9 y 10; y tiempo disponible los días 1, 4, 5 y 13.

Auxiliar de Vuelo No. 1

Nacionalidad	Colombiana
Edad	43 años
Licencias	ASA
Certificado Médico	Vence 21-abr-95
Cursos y Equipos de Vuelo	: DC-4, L-188, B-720, B-727

Antecedentes Auxiliar de Vuelo No. 1

El 17 de abril de 1980 se le expidió la licencia de Auxiliar de Vuelo ASA, con los siguientes privilegios y limitaciones: DC-4, L-188, B-720 y se le adicionó B-727.

Auxiliar de Vuelo No. 2

Nacionalidad	Colombiana
Edad	27 años
Licencias	ASA
Certificado Médico	Vence 10-abr-94
Cursos y Equipos de Vuelo	B-727

Antecedentes Auxiliar de Vuelo No. 2

En el año 1990 recibió instrucción y entrenamiento de equipo de emergencia para Auxiliares de Vuelo; el día 9 de octubre de 1990 se le expidió la licencia ASA con limitaciones al equipo B-727.

Auxiliar de Vuelo No. 3

Nacionalidad	Colombiana
Edad	29 años
Licencias	ASA
Certificado Médico	Vence 10-nov-93
Cursos y Equipos de Vuelo	HS-748 - C-212 - F-28 - B-727

Antecedentes Auxiliar de Vuelo No. 3

Adelantó curso de Auxiliar de Vuelo en el año 1989 en la Empresa SATENA, realizó las horas de vuelo de Observadora en diferentes equipos, y el 04 abril de 1991 se le adicionó a su Licencia ASA el equipo B-727.

Auxiliar de Vuelo No. 4

Nacionalidad	Colombiana
Edad	34 años
Licencias	ASA
Certificado Médico	Vence 10-jul-93
Cursos y Equipos de Vuelo	DC-9 - B-727

Antecedentes Auxiliar de Vuelo No. 4

El 09 de julio 1987 se le expidió la licencia ASA con privilegios y limitaciones a los equipos DC-9 y VV-745. En el mes de octubre de 1987 voló como Observadora en el equipo B-727 y se le adicionó este equipo a su licencia el 23 de diciembre de 1987.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

1.5.2 Personal de Tránsito Aéreo

Control Bogotá

Nacionalidad	Colombiano
Edad	41 Años
Certificado Médico	Vence marzo 1994
Fecha Ingreso DAAC	Primer semestre 1973
Licencias	CTA-IV, CTA-V
Cargo	Supervisor de Tránsito Aéreo
Tiempo Servicio	20 Años
Última Posición	Círculo de Control del Área W.

Antecedentes Controlador Bogotá

Se desempeñaba como Controlador de Tránsito Aéreo durante 20 años, 13 de los cuales laboró por fuera de la ciudad de Bogotá, en los aeropuertos de Neiva, San Andrés, Santa Marta y Pereira. No registra antecedentes de accidentes e incidentes o sanciones.

Control Medellín 1

Nacionalidad	Colombiano
Edad	30 años
Certificado Médico	Vence 02-oct-93
Fecha Ingreso DAAC	02-mar-84
Licencias	ATA, CTA-I, CTA II, CTA III, CTA IV, CTA V
Cargo	Especialista ATC
Tiempo Servicio	9 Años
Última Posición	Titular posición Aproximación frecuencia 121.1

Antecedentes Controlador Medellín 1

El señor Controlador, adelantó y aprobó los siguientes cursos:

Curso básico de Control de Tránsito Aéreo durante el año 1983, en el Centro de Estudios Aeronáuticos.

Curso avanzado de Control de Tránsito Aéreo durante el año 1992, en el Centro de Estudios Aeronáuticos.

Curso de Control de Tránsito Aéreo - Teórico - Radar, durante el año 1993, en el Centro de Estudios Aeronáuticos.

Durante los últimos ocho (8) días, cumplió los siguientes turnos de trabajo:

Los días 12 - 13 - 15 - 18 de mayo, laboró en jornada doble de doce (12) horas.

Los días 14 - 17 y 19 de mayo laboró seis (6) horas.

Controlador de Instrumentos de dos (2) años en la Base de Medellín.

El día 19 de mayo de 1993, inició sus labores como titular de la posición de aproximación en frecuencia 121.1.

Cuenta con una experiencia como autónomo en la posición de aproximación.

No registra antecedentes de accidentes e incidentes o sanciones.

Control Medellín 2

Nacionalidad	Colombiano
Edad	37 años
Certificado Médico	Vence 07-abr-94
Fecha Ingreso DAAC	02-ago-82
Licencias	RTF, CTA-I, CTA II, CTA III, CTA IV
Cargo	Especialista ATC
Tiempo Servicio	11 Años
Última Posición	Habilitación posición Aproximación frecuencia 121.1

Antecedentes Controlador Medellín 2

El señor Controlador, adelantó y aprobó los siguientes cursos:

Curso Básico de Control y Tránsito Aéreo durante el año 1981 en el Centro de Estudios Aeronáuticos.

Curso avanzado de Control de Tránsito Aéreo durante el año 1992 en el Centro de Estudios Aeronáuticos.

Curso de Control de Tránsito Aéreo teórico durante el año 1993, en el Centro de Estudios Aeronáuticos.

Curso de Control de Tránsito Aéreo práctico radar, durante el año 1993, en el Centro de Estudios Aeronáuticos.

Durante los últimos ocho (8) días, cumplió los siguientes turnos de trabajo:

El día 18 de mayo laboró en jornada doble de doce (12) horas.

Los días 12, 13, 14, 15, 16, 17, y 19 de mayo laboró 6 horas.

El día 19 de mayo de 1993 atendió la frecuencia 121,1 en aproximación de Rionegro, bajo un Supervisor, en proceso de habilitación de su licencia para trabajar en aproximación de Rionegro.

Contaba con una experiencia como Controlador de Instrumentos de tres (3) años en la aproximación de Cartagena.

Revisada su documentación no registra antecedentes de accidentes, incidentes o sanciones.

1.6 Información sobre la aeronave

Aeronave

Marca	Boeing
Modelo	B-727-46-100
Serie	18876
Matrícula	HK-2422-X
Propietario	Latin American Air Service Company Inc.
Subarrendador	North American Air Service Company Inc.
Explotador	Sociedad Aeronáutica de Medellín S.A. (Subarrendataria) SAM S.A.
Fecha de fabricación	05-ene-66
Certificado de Matrícula	No. 228, 02-jul-92
Certificado de Aeronavegabilidad	No. 05640, 30-nov-93
Fecha última inspección DAAC	26-feb-93
Total horas de vuelo:	53.930:00
Total de horas DURG	4.120:00
Fecha y tipo último servicio:	19-may-93, Inspección Pre vuelo.

Motores

<u>Motores</u>	<u>Pos. 1</u>	<u>Pos. 2</u>	<u>Pos. 3</u>
Marca:	Pratt & Whitney		
Modelo:	JT8D-7		
No. Serie:	64874	948716	654700
Total Horas de Vuelo	49.806:07	51.067.05	35.775:36
Fecha y Tipo Último Servicio	03-mar-93, Servicio B		

Antecedentes de la aeronave

Revisada la documentación técnica de la aeronave HK- 2422X, se pudo establecer que se le estaban cumpliendo los servicios de mantenimiento, de acuerdo con el programa de mantenimiento de la Empresa SAM S.A., el cual comprendía los siguientes servicios:

Tipo de Servicio	Frecuencia
Tránsito:	Al término de cada vuelo
I - R:	Al término de la operación diaria
A:	Cada 130 horas
B:	Cada 400 horas
E:	Cada 1.200 horas
D2:	Cada 7.200 horas
D:	Cada 14.400 horas

Las diferentes inspecciones periódicas y comprobatorias se estaban desarrollando en forma regular, siguiendo los programas de mantenimiento, ajustándose a lo establecido por la casa fabricante y a lo dispuesto por el Manual de Reglamentos Aeronáuticos.

Durante los meses de diciembre de 1992 y abril de 1993, se llevaron a cabo los últimos servicios mayores a la aeronave, con resultados satisfactorios, de acuerdo con el siguiente programa:

Servicio C: diciembre 1992

Servicio B: marzo 1993

Servicio A: abril 1993

Condiciones Generales de Operación y Mantenimiento

1. El mantenimiento era ejecutado por personal técnico debidamente licenciado, de las Empresas CIAC (Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana S.A.) de acuerdo con el contrato No. 01, suscrito entre la referida Empresa y SAM. S.A., para cumplir el mantenimiento de las aeronaves tipo B-727 - 100 - 200, incluido el avión HK-2422X.

Otros tipos de servicios de mantenimiento eran efectuados por la Empresa TAMPA y por personal técnico de la Empresa SAM S.A.

2. La última inspección de 100 horas practicada por personal de la Aeronáutica Civil se llevó a cabo en el Aeropuerto Eldorado, el 26 de febrero de 1993, dejando constancia de un total de 11 reportes técnicos, los cuales fueron corregidos en forma oportuna.
3. El 15 de marzo de 1993 la Empresa AVIANCA - Dirección de Mantenimiento - certificó que a la aeronave HK-2422X le fueron efectuados los trabajos de mantenimiento de acuerdo con el Manual de Reglamentos del fabricante, especificaciones FAA y Manual de Reglamentos Aeronáuticos, quedando en condiciones de aeronavegabilidad, razón por la cual el día 29 de marzo, la autoridad aeronáutica, le expidió el Certificado de Aeronavegabilidad No. 05640, válido hasta el 30 de noviembre de 1993.
4. El 14 de abril de 1993, se cambió el motor de la posición No. 3, serie número 638858, por el motor serie número 654700. Lo anterior pudo haberse originado en los continuos reportes técnicos, consistentes en *"Motor No. 3 demasiado lento para acelerar de idle a 1/4 de EPR"*. A partir de esa fecha la operación y funcionamiento de los motores continuaron en condiciones normales.
5. Revisado el libro de reportes de vuelo, desde febrero de 1993 hasta el 18 de mayo de 1993 (víspera del accidente), aparecen reportes de carácter repetitivo y acciones correctivas relacionadas con los equipos ADF instalados en la aeronave, los cuales se transcriben a continuación:

No.	Fecha	Reporte	Acción correctiva
1.	23-feb-93	ADF No. 2, la señal es muy débil	Se cambió receptor ADF No. 2, pruebas normales.
2.	24-feb-93	ADF No. 2, débil.	ADF No. 1, con marcación fija y no confiable.

3.	12-mar-93	ADF No. 2 no da identificación y marcación muy débil.	Se hizo servicio de limpieza en conectores de antena y ajustó receptor, pruebas en distintos radiofaros normales.
4.	18-mar-93	ADF No. 2 su señal es muy débil.	Se cambió receptor ADF No. 2 y se aseguraron, limpiaron conectores de antena, pruebas O.K.
5.	26-abr-93	ADF No. 2, demasiado débil.	Se ajustó equipo ADF No. 2, se limpiaron conectores de antena. Pruebas operacionales O.K.
6.	11-may-93	ADF No. 2, muy débil.	Se intercambiaron ADF 1 x 2, como caza fallas, siguen en observación.
7.	11-may-93	ADF No. 2, muy débil.	Se eliminó sulfatación en conectores y acopladores de antena loop y sentido. Se cambió receptor, pruebas en varios QDM, O.K.
8.	18-may-93	ADF No. 2, muy débil.	Se intercambiaron receptores ADF, se eliminó sulfatación en antena de sentido, pruebas en varios radiofaros O.K.

En otros sistemas, y/o componentes no aparecen reportes pendientes o repetitivos que hubieran afectado el normal desarrollo de la operación o que hayan incidido en la seguridad del vuelo.

6. La aeronave HK-2422X, fue despachada por última vez el 19 de mayo de 1993, en el aeropuerto Internacional de Tocumen, de la República de Panamá, sin registrar ningún reporte técnico, de acuerdo con certificación expedida por el técnico de aviación que hizo el despacho, y portador de licencias técnicas FAA y DAC.

- El día 19 de mayo de 1993, la aeronave fue aprovisionada de combustible JET-A-1, para el cumplimiento de su itinerario en los siguientes aeropuertos:

Aeropuerto Eldorado, Bogotá	09:41 h	207 galones
Aeropuerto Rionegro, Medellín	11:30 h	1.992 galones
Aeropuerto Tocumen, Panamá	13:05 h	391 galones

- El despegue se hizo en condiciones normales con un total 19.400 libras de combustible en rampa, para cubrir la ruta asignada al vuelo 501.
- La fecha del último peso y balance fue el 23 de febrero de 1991. Efectuado el cómputo de peso y balance para este vuelo se pudo verificar que el mismo se encontraba dentro de los límites establecidos y a los autorizados por el Departamento, el cual establecía un P.B.M.O. de 156.680 libras; y el despegue se inició con un total de 134.245 libras.

1.7 Información Meteorológica

A continuación, se describen las condiciones meteorológicas predominantes el 19 de mayo de 1993, en las coordenadas N 06°28' W 076°05', área circundante al sitio del accidente, en el departamento de Antioquia.

1.7.1 Análisis de superficie

Con base en los informes meteorológicos elaborados en los aeropuertos José María Córdova de la ciudad de Rionegro, coordenadas geográficas N 06°10' y W 075°25 y Enrique Olaya Herrera, coordenadas geográficas N 06°13' y W 075°36, localizados en el departamento de Antioquia, en jurisdicción nacional colombiana, y por otra parte, en el aeropuerto de Tocumen de la ciudad de Panamá, se observó que las condiciones del tiempo atmosférico se presentaron así:

1.1 Estación de Rionegro. Situada al Este – Sureste, aproximadamente a 81 km del área de ocurrencia del accidente, hacia las 13:00 HL; no se reportó fenómeno alguno y las condiciones de nubosidad eran normales con un cielo parcialmente cubierto. A las 14:00 HL como fenómeno especial se observó llovizna continua y ligera en la estación y hacia las 15:00 HL se experimentó un **cambio en las condiciones meteorológicas**, y se registró una llovizna más fuerte y la presencia de nubosidad convectiva, con dos octas de cumulonimbos a 1.500 pies.

Seguidamente a las 16:00 HL se reportó “*llovizna en la hora anterior*” y la ausencia de cumulonimbos; esto indica que, entre las 15:00 y 16:00 HL, se desarrolló en el área **fuerte convección**, la cual originó lluvias de variada densidad.

Por otra parte, la temperatura registró una fuerte caída de 21°C a 15°C a las 14:30 HL, lo cual representó un enfriamiento en el ambiente y una discontinuidad en el gradiente térmico, que, por consiguiente, dio lugar a la ocurrencia de un fenómeno atmosférico muy marcado, y por lo tanto una descomposición de las condiciones atmosféricas provocada por la convención anotada; y luego ocasionó la precipitación originada por los sistemas nubosos de cumulonimbos en el área.

Del mismo modo, se registró una discontinuidad en la humedad relativa, la cual tuvo un súbito incremento, del 50% a un 92%; esto indica que se presentó un aumento rápido de la humedad atmosférica en el ambiente entre las 14:30 HL y las 15:00 HL.

1.2 Estación Enrique Olaya Herrera. De la ciudad de Medellín, situada al Este – Sureste, a 61 Km del área de ocurrencia del accidente; hacia las 13:00 HL, reportó fuerte cambio en la dirección y fuerza del viento comparado con la hora anterior, ya que pasó de viento en calma, a la dirección Sur - Suroeste, con una velocidad de 24 km/h; presencia de tormentas eléctricas distantes, al Sur de la estación, y un aumento de nubosidad tipo cumuliforme con torre cúmulos (TCU) y una caída de 2 hPa en la presión atmosférica.

- Igualmente, se apreció un enfriamiento fuerte entre las 13:00 y 15:00 HL, y una discontinuidad de la humedad de 35% a 80% en menos de 30 minutos, seguida de bruscas oscilaciones hasta las 18:00 HL. Esto indica la presencia de fenómenos atmosféricos bastante significativos dando lugar a fuerte inestabilidad y la ocurrencia de lluvias en el área de Medellín.

- A las 14:00 HL se observó un incremento de nubosidad con cumulonimbos y tormentas eléctricas en la zona, según lo muestran los registros pluviográficos; comenzó a llover a las 13:50 HL, hasta las 15:20 HL, acumulándose una lluvia de 1.4 mm.
- Posteriormente, hacia las 15:00 HL, Medellín reportó llovizna sobre la estación y cielo cubierto. A las 16:00 HL el viento pasó a calma, y como fenómeno se reportó llovizna en la hora anterior.
- Por otra parte, los registros de brillo solar y radiación mostraron, desde las 13:00 HL, ausencia y discontinuidad del registro solar, lo que confirmó la presencia de alta nubosidad y un cielo cubierto en la estación y sus alrededores. Igualmente, en el registro del barógrafo se observaron discontinuidades entre las 14:00 y 17:00 HL, lo que muestra la gran inestabilidad en la que estuvo sometida el área de Medellín en general.

1.3 Estación de Tocumen. De la ciudad de Panamá y situada al Noroeste a unos 500 km del área del accidente. En los reportes meteorológicos de las 13:00 y 14:00 HL, las condiciones atmosféricas no presentaron fenómenos de cuidado en el área; solo informaron la presencia de torre cúmulos (TC) y tormentas con precipitación al Noroeste de la estación. Sin embargo, las condiciones desmejoraron hacia las 14:25 HL, lo que originó la emisión de un mensaje SPECI, que indicaba fuertes cambios de las condiciones con la presencia de cumulonimbos, tormentas eléctricas y precipitaciones en el área.

1.7.2 Análisis de altura

2.1 Análisis térmico

Para este análisis de las condiciones atmosféricas en altura se utilizó como base la información de las estaciones de radiosonda ubicadas en Colombia: San Andrés N 12°35' W 081°42', Riohacha N 11°32' W 072°56' y Bogotá N 04°42' N W 074°08' W, localizadas en el área circundante al lugar del accidente, aproximadamente a 1.000, 640 y 310 kilómetros respectivamente.

Los registros del 19 de mayo de 1993 a las 07:00 HL, mostraban que los niveles de la ISOTERMA de 0°C se localizaban así: en San Andrés a 16.215 pies, en Riohacha, a 15.979 pies y en Bogotá a 15.677 pies. Esta localización del nivel de 0°C (nivel de congelación), demuestra la probabilidad de presencia de hielo en las nubes convectivas que se formaron durante el día, y en particular en el lapso cuando se observó la fuerte convección; se pudo entonces presentar fácilmente granizo entre los 0°C y -20°C, siendo esta última temperatura promedio registrada a 24.000 pies, en el área promedio del entorno de estas estaciones. La formación de hielo puede acumularse con rapidez al volar precisamente en los niveles con temperaturas comprendidas entre 0° y 20°C.

Por otra parte, los cumulonimbos son nubes convectivas caracterizadas por un gran desarrollo vertical, que a menudo superan los 10 km de altura (32.810 pies), y dentro de los cuales es frecuente encontrar fuertes corrientes de aire, turbulencia severa y regiones con temperaturas muy inferiores a la de congelación, actividad eléctrica, chaparrones, ráfagas, granizo, errores altimétricos y formación de hielo fuerte, entre otros fenómenos.

Tal como se presentaron las condiciones de fuerte actividad tormentosa el 19 de mayo de 1993, entre las 14:00 y 16:00HL, no se descarta la probabilidad del granizo, ya que las tormentas intensas son productoras de esta precipitación sólida.

Regularmente, una tormenta que indique un desarrollo vertical de más de 36.000 pies a menudo contiene **granizo** y origina **severa turbulencia**.

Otros efectos posibles de las tormentas eléctricas y de las descargas eléctricas de los rayos, son los daños o alteraciones al instrumental de la aeronave, muy susceptible a los pulsos de corriente que pueden llegar a introducirse en el circuito eléctrico.

1.7.3 Análisis sinóptico

Al analizar la Carta de Tiempo Significativo del 19 mayo de 1993, se observó la presencia de la zona de Confluencia Intertropical - ZCIT - bastante activa sobre el área comprendida entre los 10° de latitud Norte y 2° de latitud Sur, extendida a lo largo de las coordenadas 67° y 90° W, abarcando un área desde Panamá y un gran sector de Colombia desde Cartagena hasta Tumaco; esta zona da lugar a un tiempo muy inestable y se producen malas condiciones meteorológicas en la mayor parte del área que demarca dicho sistema, con producción de aumento de nubosidad convectiva, lluvias fuertes, chaparrones y tormentas eléctricas con cumulonimbos.

Igualmente, se observó una Onda Tropical entre los 10° y 15° de latitud Norte y 81° y 74° W, la cual tuvo interacción con la ZCIT reforzando aún más las condiciones de mal tiempo en el área del mar Caribe, entre San Andrés y Providencia, y la parte continental de Colombia y Panamá.

Se analizó, en las Cartas de Tiempo Significativo de las 00:00 UTC hasta las 18:00 UTC, un desarrollo y variación del tope de las nubes cumulonimbos comenzando desde los 42.000 pies hasta alcanzar topes que estuvieron en los 46.000 y 48.000 pies, en un área localizada al noroeste del país, departamento de Antioquia, en donde se ubica la zona del accidente. Esta área, por lo tanto, estuvo sometida a fuerte inestabilidad atmosférica y malas condiciones meteorológicas debido a la gran actividad convectiva.

Por otra parte, el análisis de la Carta de Superficie de las 07:00 HL del 19 de mayo, determinó la presencia un sistema de **baja presión** de 1008 hPa sobre Colombia, área del Caribe y Centro América, lo que significa la presencia de mal tiempo en toda el área en analizada, con lluvias de variada intensidad y posibilidad de tormentas.

Igualmente, del análisis de la Carta de Superficie de las 13:00 HL, se determinó la persistencia de **sistema de baja presión** (1008 hPa), bastante extensa, en toda el área de Venezuela, Colombia y Panamá; además, este sistema hace parte de la convergencia de dos ejes de vaguada: uno dirigido en sentido Noreste y el otro al Noroeste; este punto de encuentro da como resultado una gran actividad de tiempo convectiva y aumento de la nubosidad, condiciones de inestabilidad atmosférica, vientos fuertes (superiores a 20 km/h), y en general malas condiciones meteorológicas.

Además, y según el Boletín "Tropical Weather Discussion" emanado del servicio Meteorológico Nacional de Miami, de las 14:05 h PM EDT (Eastern Day Light Time,), localizó en el área del Caribe la presencia de tormentas eléctricas y fuerte convección sobre

el Golfo de Urabá, en una franja situada en los 10° de latitud Norte y extendida entre los meridianos 70° a 85° W.

3.1 Neofanálisis y fotos de satélite

La secuencia de fotografías del satélite GOES tomadas desde las 13:31:00 HL hasta las 15:31:00 HL, muestra una serie de núcleos de diversa nubosidad, notándose núcleos aislados y compactos de nubes convectivas (cúmulos, torre cúmulos, cumulonimbos).

- Al seguir la evolución de las imágenes cada 30 minutos, se aprecia una activación y crecimiento de los núcleos nubosos y el fortalecimiento de los núcleos dispersos, agrupándose en celdas más definidas en un área comprendida entre los 6° y 7° de latitud Norte y 75° a 77° de longitud Oeste, centralizándose principalmente en los 76°W.

Del análisis de las imágenes, se observó el aumento más significativo y fuerte de toda secuencia, dando lugar a una **intensa actividad convectiva**, con desarrollo de nubosidad compacta y presencia de cumulonimbos, provocando gran inestabilidad atmosférica en el área mencionada arriba, en la cual se ubica la zona del accidente. Se analizaron, igualmente, los fuertes gradientes térmicos que se dieron en la formación de núcleos convectivos en esta área, registrados entre los 290° Kelvin (16.8°C) y 196° Kelvin (-77.2°C), ubicándose los más sobresalientes sobre el sector N 06°28' W 076°05', lugar en que se registró el accidente.

- La actividad y el desarrollo de crecimiento y madurez de estos núcleos convectivos fueron tan fuerte que, los varios núcleos dispersos, se llegaron a unificar a células más homogéneas. Este paso tuvo su máxima presencia de celdas de convección hacia las 14:31:00 HL cuando se llegó a la maduración de los sistemas y se originaron lluvias y tormentas eléctricas en el área de Rionegro, Medellín y hacia el cuadrante de ubicación de esta ciudad.

1.7.4 Información Meteorológica - Pre vuelo

La exposición verbal y los documentos de información meteorológica se suministraba a solicitud de los miembros de las tripulaciones de vuelo y demás personal de operaciones de vuelo del operador. Su objeto es proporcionar la información disponible más reciente sobre las condiciones meteorológicas existentes y previstas a lo largo de la ruta que se ha de seguir.

La exposición verbal, consulta, exhibición de información y documentación para el vuelo requeridas, se suministra, normalmente por parte de la oficina meteorológica asociada con el aeródromo de salida. En este caso, era la oficina de Meteorología del Aeropuerto de Tocumen en Panamá. La información meteorológica debió poner en conocimiento de la tripulación lo siguiente:

- a) Vientos y temperatura en altitud (30.000 y 34.000 pies), alturas de isoterma de 0°C, altura de la tropopausa e información sobre el viento máximo, Carta W1NTEM actuales y previstas, válidas para el día 19 a las 12:00 UTC hasta el día 20 a las 12:00 UTC.

- b) Fenómenos meteorológicos en ruta existentes y previstos, los cuales se incluyen en la Carta de Tiempo Significativo (SIG WX PROG) válida desde el 19 de mayo a las 12:00 UTC hasta el 20 de mayo a las 12:00 UTC.
- c) Carpeta de pronóstico, en donde se consignan los pronósticos de terminal - TAF - para los aeródromos alternos que se localicen en la ruta.
- d) Un pronóstico de despegue.
- e) Un análisis de **pre-vuelo o briefing** a la tripulación, antes del vuelo, sobre las condiciones del tiempo en general que incluye: exhibición de cartas de superficie, fotos de satélite, perfiles termodinámicos, informes METAR, SPECI, SIGMETS etc.

De estos informes y según la información TAF, se observó que:

- El TAF preparado en Tocumen el 19 de mayo a las 16:50 UTC para un pronóstico de 13-13 HL, informó sobre presencia de cumulonimbos con probabilidad de tormenta eléctrica en el área; en general, un mal tiempo.

Por otra parte, Colombia reportó en sus respectivos TAF, para el pronóstico de las 13:13 HL, día 19 a las 18:00 UTC hasta el 20 a las 18:00 UTC, lo siguiente:

- Rionegro: condiciones normales con cambios temporales entre las 14:19 HL de viento pasando de calma a dirección, con velocidad de 15 km/h. Igualmente. Reportó nubosidad con torre cúmulos.

De tal manera que, si se cumplían los procedimientos de pre-vuelo – briefing, la tripulación podía conocer las condiciones meteorológicas para la zona del trayecto de vuelo, en general.

1.8 Ayudas para la Navegación

Los sistemas de radio ayudas para la navegación aérea del aeropuerto José María Córdova instaladas, en servicio y disponibles para la aeronave accidentada el 19 de mayo de 1993, así como las radio ayudas de apoyo básico para la navegación en ruta en el área, eran las siguientes:

1.8.1 Aeropuerto José María Córdova

Facilidad	Condición Operativa
- Localizador Sistema ILS	Normal
- Glide Slope Sistema ILS	Normal
- Marcador exterior ILS	Normal
- Compass Locator LOM	Normal
- Marcador Intermedio ILS	Normal
- Compass Locator LMM	Normal
- DME Canal 98 X	Fuera de Servicio
- VOR freq. 115.1	Fuera de Servicio

- NDB LI freq. 274.0	Fuera de Servicio
- Ayudas visuales	Normales
- Comunicaciones VHF	Normales
- Transmisor TX Único Freq 5508KHZ Fis	Fuera de Servicio
- Receptor RX Único Freq 3488KHZ FIS	Fuera de Servicio
- Receptor RX Único Freq 3488KHZ FIS	Fuera de Servicio
- ISB	Fuera de Servicio
- ATIS	Fuera de Servicio

De acuerdo con las estadísticas de funcionamiento y los reportes operacionales, hasta la fecha del accidente no se registraron interferencias de ningún tipo que afectaran el funcionamiento de los equipos.

Además, los subsistemas sin excepción tenían incorporadas unidades de monitoreo local y remoto que permitían determinar su calidad de funcionamiento y detectar las condiciones de funcionamiento; y el día 19 de mayo fecha en que ocurrió el accidente, no se recibió comunicado de la Torre de Control o del Centro de Comunicaciones de este terminal, en el sentido de que los sistemas de radio ayudas, reportadas como normales, hubieran fallado.

Debido a la condición “fuera de servicio” como consecuencia de un atentado terrorista perpetrado contra el VOR y DME, el día 30 de noviembre de 1992, se publicó el NOTAM II C No. 89-92, que establecía la nueva sustentación de los FIXES en el área terminal de Medellín, con la siguiente información:

Rionegro - Sustentación Puntos FIX

"CON EFECTO A PARTIR DE NOVIEMBRE 30 DE 1992 Y HASTA NUEVO AVISO, LOS PUNTOS FIX ESTABLECIDOS EN LAS RUTAS ATS DEL TMA DE MEDELLIN QUE ESTABAN APOYADOS EN LOS RADIOAYUDAS DEL VOR/DME - RIONEGRO ESTARÁN SUSTENTADOS ASÍ:

<u>RUTA</u>	<u>FIX</u>	<u>AYUDAS</u>
A-317/A-323	KOTIN	QDR-309º-AJL

"CON EFECTO A PARTIR DE NOVIEMBRE 30 DE 1992 Y HASTA NUEVO AVISO ESTARÁN SUSPENDIDOS LOS PROCEDIMIENTOS DE LLEGADA NORMALIZADA (STAR) Y DE APROXIMACIÓN POR INSTRUMENTOS QUE ESTABAN APOYADOS EN LOS RADIOAYUDAS VOR/DME RNG."

1.8.2 Facilidades en el Área

En el área existían radio ayudas instaladas y en servicio del tipo NDB (Radio Faros no Direccionales), de largo alcance, en las siguientes estaciones:

Abejorral - Alejandría - Turbo - Quibdó - Bahía Solano - Condoto.

La potencia de salida y cobertura de cada uno de los radiofaros mencionados era la siguiente:

NDB Abejorral	1000 watios y cobertura de 100 N.M
NDB Alejandría	1000 watios y cobertura de 100 N.M

NDB Turbo	1000 watios y cobertura de 100 N.M
NDB Quibdó	1000 watios y cobertura de 100 N.M
NDB Bahía Solano	1000 watios y cobertura de 100 N.M
NDB Condoto	1000 watios y cobertura de 100 N.M

La fuente de energía primaria para la totalidad de los radiofaros está sustentada en el suministro de energía comercial; y la fuente de energía secundaria para estas facilidades está sustentada en el suministro de energía con base en plantas eléctricas ubicadas en cada una de sus estaciones; además, todos los sistemas, sin excepción, tienen incorporadas unidades de monitoreo local, que permiten determinar su calidad de funcionamiento y al mismo tiempo detectar condiciones de mal funcionamiento o falla.

Para la totalidad de los sistemas, se programan periódicamente labores de mantenimiento preventivo y correctivo por parte de personal técnico calificado de la Base de Rionegro perteneciente a la DAAC, cuyos resultados se consignan en informes de comisión y formatos diseñados para este fin.

De acuerdo con los reportes de las facilidades el día 19 de mayo entre las 13:00 y las 17:00 HL, el siguiente era el estado operacional funcionamiento de los equipos NDB y de comunicaciones:

- Aeropuerto Olaya Herrera
 - o Comunicaciones Normal
- Aeropuerto Montería
 - o Estación VOR Normal
 - o Comunicaciones Normal
- Aeropuerto Turbo
 - o Estación NDB Normal
- Aeropuerto Los Cedros
 - o Estación VOR Normal
- Aeropuerto Quibdó
 - o Estación NDB Normal
 - o Comunicaciones Normal
- Aeropuerto Bahía Solano
 - o Estación NDB Normal
 - o Servicios ATS-COM-MET Fuera de Servicio
- Aeropuerto Manizales
 - o Comunicaciones Normal
- Aeropuerto OTU
 - o Estación VOR Normal
 - o Comunicaciones Normal

- Aeropuerto Condoto
 - o Estación NDB Normal
 - o Comunicaciones Normal

De acuerdo con las estadísticas de funcionamiento y con los reportes operacionales registradas hasta la fecha del accidente, no se reportaron interferencias de ningún tipo al funcionamiento de los equipos.

El día del accidente, 19 de mayo de 1993, entre las 19:00 y 21:00 UTC, se efectuó un total de 20 vuelos de diferentes empresas de aviación en el área del aeropuerto José María Córdova de Rionegro, vuelos que utilizaron las facilidades relacionadas, y no se recibieron declaraciones, informes o comunicados de los tripulantes en el sentido de que los sistemas de radio ayudas reportadas como normales hubiesen presentado falla.

La anterior información permite concluir que las radio ayudas instaladas y en servicio con las que contaba el aeropuerto José María Córdova, así como las facilidades en el área de dicho aeródromo, se encontraban en perfecto estado de operación y funcionamiento.

El Aeropuerto Internacional de Tocumen de la República de Panamá contaba con las siguientes radio ayudas de navegación y comunicación, las cuales se encontraban operando normalmente para el día y hora del accidente:

- VOR de Taboga
- NDB de Taboga
- DME de Taboga
- Frecuencia de comunicación 125.5
- Sistema de Radar
- Comunicaciones Internacionales

La aeronave HK-2422X, tenía instalados a bordo los siguientes equipos, que, hasta donde pudo determinar la investigación se encontraban en buen estado de operación y funcionamiento:

- DME
- VOR (2)
- Transponder
- Director de Vuelo
- Sistema ILS
- Radar meteorológico

No obstante, con relación a los equipos ADF (2) instalados la aeronave, se determinó que estos presentaron reportes continuados de mal funcionamiento durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo de 1993; las acciones correctivas y pruebas en tierra para solucionar los reportes, resultaron en condiciones satisfactorias de operación; sin embargo, se notó una costumbre marcada en los procedimientos de mantenimiento que no profundizaron ni determinaron la causa raíz de las fallas recurrentes de estos equipos, especialmente el ADF No. 2, y no actuó en consecuencia con una acción correctiva efectiva y definitiva.

1.9 Comunicaciones

1.9.1 Servicios de comunicaciones disponibles y utilizados

El Aeródromo de Tocumen de la República de Panamá y el Aeródromo José María Córdoba de la ciudad de Medellín, así como la aeronave HK-2422X de la Empresa SAM, disponían de equipos VHF y HF para las comunicaciones.

De acuerdo con los registros de las Grabadores de Voz ATS, las comunicaciones fueron normales durante todo el tiempo entre la tripulación y las agencias de Tránsito Aéreo, y se desarrollaron en las frecuencias 118.1 - 119.7 - 125.5 y 121.1.

1.9.2 Grabaciones de voz ATS

Durante la inspección de campo en el lugar del accidente, fue hallado el Registrador de Voz, con algunos impactos y golpes leves en la caja protectora; fue llevado a los laboratorios de la NTSB de Washington, en donde se practicó la transcripción de las comunicaciones del Canal de Cabina y del Canal de Radio.

A continuación se presenta la transcripción de las grabaciones de los Grabadores de Voz, correspondientes a las conversaciones sostenidas por la tripulación de la aeronave con los servicios de tránsito aéreo de Panamá, Bogotá y Medellín.

a. Comunicaciones de la aeronave con ATS Panamá

Convenciones:

SAM 501	HK-2422
TWR-1	Control Superficie
TWR-2	Control Aeródromo
APP	Control Aproximación
ACC	Control de área

Hora	Convención	Transcripción
14:03	SAM 501	Panamá control de superficie el SAM – Cinco Cero Uno.
14:04	SAM 501	Control superficie SAM-Cinco Cero Uno
	TWR 1	CCPHM notifique listo a copiar permisos de tránsito
	CCPHM	Notificaré
	TWR 1	SAM Cinco Cero Uno superficie de Tocumen, buenas tardes adelante.
	SAM -501	Muy buenas tardes, SAM - Cinco Cero Uno posición uno seis, solicita autorización inicial con destino Rionegro y condiciones del campo.
	TWR 1	Recibido aprobado encendido temperatura tres dos, pista en uso cero tres, viento calma, QNH uno cero uno cero Hectopascal, temperatura tres dos, la hora uno nueve cero seis cambio.
	SAM 501	Recibido señor, autorizado a iniciar y remolque, llamará listo por el SAM 501

14:08	SAM - 501	Superficie SAM Cinco Cero Uno, remolcando ahora.
	TWR - 1	SAM Cinco Cero Uno aprobado.
	SAM - 501	Recibido Cinco Cero Uno.
14:09	SAM - 501	Ahh, superficie el SAM – Cinco Cero Uno, solicitud.
	TWR-1	Adelante
	SAM - 501	Ehhh, si fuese posible viento en calma, con...y para la pista dos un izquierdo.
	TWR - 1	Espere dos uno izquierda para despegue.
	SAM - 501	Recibido, Cinco Cero Uno.
14:13	SAM - 501	Superficie SAM – Cinco Cero Uno, listo a rodar.
	TWR - 1	SAM- Cinco Cero Uno, rodaje vía Foxtrot dos uno izquierda, viento dos, corrección, uno ocho cero grados, cero ocho nudos, QNH 1010, HECTOPASCAL.
	SAM - 501	Recibido para la dos uno izquierda, SAM – Cinco Cero Uno, autorizado.
	TWR - 1	Notifique listo a copiar permiso de tránsito.
	SAM 501	Estoy listo cuando quiera
	TWR - 1	Entiendo está listo a copiar ATC
	SAM - 501	Afirmativo señor.
	TWR - 1	Recibido, está autorizado a Rionegro, vectores de radar superior alfa tres uno siete ASAPA según plan de vuelo, ascender y mantener inicialmente nueve mil pies, esperar futura autorización para nivel de vuelo tres tres cero, uno cero, diez minutos, posterior al despegue, código transponder alfa uno cero cero cero, frecuencia de salida uno uno nueve decimal siete, cambio.
	SAM - 501	Recibido señor, el control de Panamá autoriza al SAM- Cinco Cero Uno a Río Negro vía la superior alfa tres uno siete, subir y mantener nueve mil pies inicial esperar tres tres cero diez minutos posterior al despegue, responde uno cero cero cero, frecuencia de salida uno uno nueve coma siete.
	TWR - 1	Colación correcta SAM Cinco Cero Uno
	SAM - 501	¿Cambio con la torre ahora?
	TWR - 1	¿Repita?
	SAM - 501	¿Cambio con la torre?
	TWR - 1	Su transmisión este tiene un ruido al fondo, cuando listo ciento dieciocho uno SAM Cinco Cero Uno, buenas tardes.
	SAM - 501	Recibido, cuando listo cambio con la torre buen día.
	TWR - 1	Buen día, ahora alto y claro.
14:15	SAM - 501	Buenas tardes, muy buen día SAM Cinco Cero Uno.

	TWR - 2	Buenas tardes, posterior al despegue, vire a la izquierda rumbo uno cuatro cero autorizado, al despegue dos uno izquierda.
	SAM - 501	Recibido señor autorizado entra en pista y despegar posterior al despegue izquierdo rumbo uno cuatro cero.
	TWR - 2	SAM Cinco Cero Uno, despegando a la uno ocho, virando a la izquierda rumbo uno cuatro cero, comuníquese con diecinueve siete, buenas tardes.
	SAM - 501	Uno cuatro siete diecinueve siete buenas tardes.
14:08	SAM - 501	SAM Cinco Cero Uno, buenas, en el aire de acuerdo.
	APP	SAM quinientos uno, salida, está en contacto de radar, rumbo uno cuatro cero, incorpórese al superior alfa tres uno siete, reasuma propia navegación, mantenga nueve mil, pendiente superior.
	SAM - 501	Propia navegación, nueve mil, pendiente superior.
	APP	SAM quinientos, código dos uno cero, comuníquese con Panamá control uno dos cinco punto cinco.
	SAM - 501	Dos uno cero, cero veinticinco cinco, buen día.
	SAM - 501	Panamá, el SAM uno Cinco Cero Uno, aquí para...
	ACC	Res two seven ready heavy radar contact one four, correction, five four miles north west of MORLI...
	ACC	Llamando a Panamá, Adelante.
	SAM- 501	SAM Cinco Cero Uno, alcanza y mantiene nueve mil pies, y veinte millas fuera.
	ACC	SAM Cinco Cero Uno, ascienda y mantenga nivel dce vuelo tres tres cero
	SAM - 501	Panamá el SAM Cinco Cero Uno
	ACC	SAM Cinco Cero Uno, adelante.
	SAM – 501	Solicita desviación al sierra sierra para evitar mal tiempo.
	ACC	SAM Cinco Cero Uno, desviación al sur, aprobada.
	SAM - 501	SAM Cinco Cero Uno, enterado.
	ACC	SAM cinco cero, diga altitud.
	SAM - 501	Quinientos uno, desde tres uno cero.
	ACC	SAM quinientos uno, recibido.
	SAM - 501	Panamá centro, alcanza y mantiene tres tres cero, cruza ASAPA.
14:39	ACC	SAM Cinco Cero Uno, recibido, servicio de radar, terminado, código dos cuatro cero cero, Bogotá uno dos cinco punto uno.
	SAM - 501	Dos cuatro cero cero, veinte cinco uno, feliz día, gracias.

b. Comunicaciones de la aeronave con ATS Panamá – Bogotá – Medellín

Convenciones:

CTR-1	Control Panamá
RDO-1	SAM 501
CTR-2	Control Bogotá
ACFZ	Aeronave En Ruta
APC-1	Control Aproximación Medellín

Hora	Convención	Transcripción
14:38:34	CTR - 1	Cinco Cero Uno, diga altitud.
14:38:35	RDO - 1	Cinco Cero Uno, a través de tres uno cero.
14:38:38	CTR - 1	Cinco Cero Uno, recibido.
14:42:05	RDO - 1	Panamá Centro, Cinco Cero Uno alcanza y mantiene tres tres cero ASAPA.
14:42:10	CTR - 1	Cinco Cero Uno, servicio de radar terminado, código, dos cuatro cero cero, Bogotá uno dos cinco punto uno.
14:42:14	RDO - 1	Dos cuatro cero cero, veinticinco uno, feliz día gracias.
14:42:26	RDO - 1	Bogotá, SAM Cinco Cero Uno, buenas tardes.
14:42:31	CTR - 2	Cinco Cero Uno Bogotá, prosiga.
14:42:34	RDO - 1	Gracias, posición ASAPA nivelado, tres tres cero, identificado dos cuatro cero cero , Abejorral, para las cero seis de la próxima hora.
14:42:44	CTR - 2	Abejorral, cero seis, mantenga tres tres cero, está autorizado a Rionegro, mantenga tres tres cero, atento para más abajo.
14:42:52	RDO - 1	Tres tres cero, a Rionegro, pendiente para más abajo.
14:43:32	ACFZ	Charlie Foxtrot Zulú, manteniendo tres uno cero, próximo a Abejorral.
14:43:34	CTR - 2	Reporte pasando Abejorral.
14:43:34	ACFZ	Lo llamaré Abejorral.
14:45:07	ACFZ	Cruzamos Abejorral cuarenta y cuatro, nivel de vuelo tres uno cero, TEDON cinco cero, IRETO, próximo a Montería, desviación cinco millas derecha por mal tiempo.
14:46:17	CTR - 2	SAM Cinco Cero Uno, Bogotá... SAM Cinco Cero Uno, Bogotá.
14:46:24	RDO - 1	Siga, adelante para el Cinco Cero Uno.
14:46:28	CTR - 2	Avise cuando tenga DME, de Bogotá por favor.
14:46:30	RDO - 1	Con mucho gusto, pendiente.
14:46:44	CTR - 2	SAM Cinco Cero Uno Bogotá.
14:46:46	RDO - 1	Siga

14:46:48	CTR - 2	Cuando listo, está autorizado descenso para nivel de vuelo, dos uno cero, cruce KOTIN, nivel de vuelo dos siete cero o inferior.
14:46:58	RDO - 1	KOTIN dos siete cero o inferior, autorizado nivel de vuelo dos uno cero, lo llamaré dejando libre tres tres cero.
14:47:03	CTR - 2	Recibido
14:48:47	CTR - 2	Cinco Cero Uno, abandone ahora, nivel de vuelo, tres tres cero.
14:48:48	RDO - 1	Deja libre tres tres cero, SAM Cinco Cero Uno.
14:48:51	CTR - 2	Recibido.
14:51:42	RDO - 1	Bogotá, SAM Cinco Cero Uno, deja libre dos siete cero, próximo a KOTIN.
14:51:48	CTR - 2	Cinco Cero Uno, deja libre dos siete cero, recibido, llame a través de dos cuatro cero, cambio.
14:51:56	RDO - 1	Lo llamaré a través de dos cuatro cero, solicita desviación al eco de la aerovía por mal tiempo.
14:52:03	CTR - 2	¿A la izquierda de la aerovía, cuántas millas?
14:52:08	CTR - 2	Quince millas al November entiendo reporte dos cuatro cero.
14:52:13	RDO - 1	SAM Cinco Cero Uno, lo llamaré dejando libre dos cuatro cero.
14:52:18	CTR - 2	Recibido.
14:52:25	CTR - 2	¿Cinco Cero Uno, distancia DME de Bogotá?
14:52:28	RDO - 1	Negativo todavía no.
14:52:29	CTR - 2	Recibido.
14:52:37	RDO - 1	Ahora tenemos ciento ochenta millas.
14:52:58	RDO - 1	Bogotá SAM Cinco Cero Uno deja libre dos cuatro cero.
14:53:04	CTR - 2	Cinco Cero Uno, deja libre dos cuatro cero, reporte Abejorral, Rionegro uno dos punto uno buen día.
14:53:08	RDO - 1	Ciento veintiuno uno, buen día gracias.
14:53:44	RDO - 1	Medellín control SAM Cinco Cero Uno.
14:53:51	APC - 1	Adelante Medellín.
14:53:52	RDO - 1	Medellín control SAN Cinco Cero Uno, nivelado dos uno cero, próximo a KOTIN
14:53:57	APC - 1	SAM Cinco Cero Uno, continúe descenso para dieciséis mil pies, QNH treinta dieciocho, reporte pasando radiofaro de Abejorral, tramo de salida, no hay demora en su aproximación.
14:54:05	RDO - 1	Para dieciséis mil pies, hacia Abejorral, llamará tramo de salida, sin demora, SAM Cinco Cero Uno, confirme QNH.
14:54:13	APC - 1	Tres cero uno ocho, treinta dieciocho.
14:57:11	RDO - 1	Medellín control, SAM cinco cero, alcanza uno seis mil pies.
14:57:16	APC - 1	SAM Cinco Cero Uno, recibido, llame radiofaro de Abejorral, tramo salida.

14:57:16	RDO - 1	Cinco Cero Uno, llamaré Abejorral, tramo de salida.
15:00:03	RDO - 1	Medellín control SAM Cinco Cero Uno, posición Abejorral, dieciséis mil pies.
15:00:05	APC - 1	Recibido, autorizado para aproximación ILS, pista treinta y llame dejando libre uno seis mil y Abejorral uno dos en aproximación.
15:00:12	RDO - 1	Deja libre uno seis mil ahora, llamará Abejorral uno dos mil en aproximación.
15:06:01	RDO - 1	Medellín control SAM Cinco Cero Uno.
15:06:05	APC - 1	Cinco Cero Uno prosiga.
15:06:06	RDO - 1	¿Me quiere confirmar cómo se encuentra el tiempo en la estación?
15:06:11	APC - 1	Viento calma, visibilidad reducida nueve mil metros, hay lluvia sobre la estación.
15:06:21	RDO - 1	Me quiere decir la mejor entrada, ¿por dónde está?
15:06:40	RDO - 1	Medellín control, SAM Cinco Cero Uno.

1.9.3 Comunicaciones del Registrador de Voz – Canal de cabina

Convenciones:

CAM -1	Piloto Aeronave
CAM-2	Copiloto Aeronave
CAM-3	Ingeniero De Vuelo
CAM-4	Auxiliar De Vuelo
CAM-?	Sin Identificar
CAM	Sonidos
XXXX	Ininteligible

Hora	Convención	Transcripción
14:33:54	CAM-2	Engine anti ice
14:33:57	CAM-3	Engine anti ice on
14:33:59	CAM	Sonido de tres clicks, similar a la operación del switch anti ice – sonido de dos clicks más
14:34:36	CAM-2	Wing anti ice closed
14:34:39	CAM-3	Completo
14:34:40	CAM	(Sonido de cuatro clicks similar a la operación del switch del wing anti ice)
14:34:41	CAM-2	Engine anti ice closed
14:34:41	CAM-3	Uh aja
14:34:47	CAM	Cuatro clicks similares a la operación del engine anti ice – sonido de dos clicks mas

14:34:50	CAM-?	Sonido de un ruido mecánico no identificado, tres veces en 42 segundos
14:34:52	CAM	Sonido similar a la apertura de la puerta de cabina
14:36:29	CAM-4	*****Bueno, yo les traje de todo, dos pollos.
14:36:32	CAM-1	¿Ay... y tú qué quieres?... tú qué quieres Julito?
14:36:36	CAM-2	Pollo
14:36:51	CAM-4	¿Comandante, pollo o carne?
14:36:55	CAM-1	Yo pollo y tú carne
14:36:56	CAM-2	Carne
14:37:00	CAM-4	¿Carne y usted?
14:37:00	CAM-2	Pollo, carne y pollo
14:37:02	CAM-4	¿Cómo hacemos?
14:37:03	CAM-?	Gracias, así está bien
14:37:07	CAM-?	Bueno
14:37:08	CAM-4	Buen provecho
14:37:09	CAM-1	Gracias, muy amable
14:37:10	CAM-4	Si necesitan algo, llámenme
14:37:11	CAM-?	Bueno, auxilio auxilio.
14:37:12	CAM-?	Bueno, hay para todos
14:37:15	CAM-?	Buen provecho
14:37:17	CAM-?	Bueno
14:37:20	CAM	Sonido
14:37:12	CAM-?	*****
14:37:36	CAM-?	¿Tiene sal?
14:38:08	CAM-2	Aquí hay una zona de mal tiempo, ¿no?
14:38:10	CAM-1	No, parece que no, no nos la muestra
14:38:12	CAM-2	¿Entonces cómo lo hago?
14:38:28	CAM-?	*****
14:38:33	CAM-?	Bueno, pues
14:39:48	CAM-?	Bueno
14:42:20	CAM-?	Dos cuatro
14:42:22	CAM-?	Bueno
14:43:03	CAM-?	Comí carne de allá para acá, y de aquí para allá me la como con arroz
14:43:09	CAM-?	No me la voy a comer
14:43:10	CAM-1	¿Te dejo esto, lo quieres?

14:43:17	CAM-2	Se ve muy bueno
14:43:19	CAM-1	Puro huevo
14:43:21	CAM-2	¿Tiene huevo? Cómaselo, está delicioso
14:43:27	CAM-1	Cómetelo porque se daña
14:43:29	CAM-2	No
14:43:30	CAM-1	Es verdad
14:43:32	CAM-2	El mío no tiene
14:43:39	CAM-1	¿No?
14:43:40	CAM-2	Bizcocho
14:43:41	CAM-1	Ahhh, de acuerdo
14:44:08	CAM-2	Engine anti-ice, por favor
14:44:17	CAM	(Sonido similar a la operación del switch de control de engine anti-ice)
14:44:21	CAM-3	Ok, completo
14:44:27	CAM-1	¿Qué tal si los soltamos?
14:44:28	CAM-2	Sí
14:44:30	CAM-3	¿Para el máximo lo desea?
14:44:33	CAM-1	¿Es posible 180?
14:44:35	CAM-3	El máximo es 175 -178. Lo voy a ajustar ahí
14:44:38	CAM-2	Póngale wing anti-ice
14:44:43	CAM-3	Ok
14:44:45	CAM	Sonido de dos clicks similares a la postura del wing anti-ice
14:45:50	CAM-1	¿Los amarramos, Julio? ¿Tú qué piensas? Apparently va a pasar rápido
14:45:58	CAM-2	Por precaución, pero ****
14:46:00	CAM-?	*****
14:46:10	CAM-?	Sí
14:46:16	CAM-3	Adiós mis cien libras de extra
14:46:19	CAM-2	Mucho hielo y poco combustible
14:46:20	CAM-3	Sí
14:46:32	CAM-?	Bogotá
14:47:03	CAM-?	Por lo menos dos minutos
14:47:05	CAM-?	Completo
14:47:07	CAM-?	Sí señor
14:47:11	CAM	(Sonido de cinco clicks)
14:47:16	CAM-?	*****

14:47:33	CAM-?	(Sonido de silbido)
14:47:35	CAM-?	*****
14:47:40	CAM-2	No tengo la carta de low altitude
14:47:42	CAM-1	No, ¿dónde la tienes?
14:47:44	CAM-2	La tengo en el maletín
14:47:45	CAM-1	¿Sí?
14:47:46	CAM-2	Parece que *****
14:47:55	CAM	Sonido de silbido
14:48:38	CAM-2	***** de Rionegro (dice 55 de Rionegro)
14:48:53	CAM-1	¿Pero cómo lo sabes?
14:48:44	CAM-2	Adivina
14:48:52	CAM-1	¿Cómo lo sabes?
14:48:59	CAM	(Sonido de silbido)
14:49:02	CAM-2	Con Rionegro, pero es con VOR
14:49:05	CAM	Sonido de silbido
14:49:06	CAM-1	Ponte el de Pereira (VOR)
14:49:13	CAM	(Sonido de silbido continúa)
14:49:24	CAM-2	Pendiente por velocidades
14:49:38	CAM-?	*****
14:49:52	CAM-1	¿Cómo lo sabríamos, Julito?
14:49:57	CAM-2	¿Me presta su carta un momentico, Capitán?
14:50:03	CAM	(Más silbido)
14:50:10	CAM-2	Sí, claro... El nombre de Quibdó, por favor
14:50:13	CAM-1	¿Qué quieres que haga?
14:50:14	CAM-2	¿Me das Quibdó en el uno?
14:50:16	CAM-1	VOR o ADF?
14:50:17	CAM-2	ADF
14:50:20	CAM-2	Doscientos cincuenta en el ADF
14:50:21	CAM-4	(Simultáneamente con la anterior declaración) Desean tomar algo más comandante?
14:50:22	CAM-1	No, te agradezco. Muy amable
14:50:26	CAM	(El silbido empieza otra vez)
14:50:38	CAM-?	Será que *****
14:50:50	CAM	Un click de sonido mecánico
14:51:04	CAM-?	*****

14:51:09	CAM	(Silbido intermitente continúa)
14:52:19	CAM-2	¿Cuál era el radial, perdón?
14:52:30	CAM-?	Quibdó
14:52:32	CAM-?	*****
14:52:55	CAM-?	*****
14:54:13	CAM-2	¿Dijo Medellín Control, cierto?
14:54:13	CAM-2	Tres cero uno seis
14:54:21	CAM-3	Ciento veintiuno el bug
14:54:22	CAM-2	Gracias
14:54:24	CAM-1	*****
14:54:26	CAM-2	¿Ahora por Quibdó, Capi? Ojo sí sirve, o no?
14:54:32	CAM-3	Estaba indicando
14:54:36	CAM-1	¿Ya lo pasamos o no?
14:54:41	CAM-2	El ADF no es muy confiable
14:54:50	CAM-1	¿ Ya lo pasamos, o no?--- Ya lo pasamos o no? Eh
14:54:59	CAM-?	Por qué nosotros vimos dos, eh?
14:55:00	CAM-?	¿O en el veintiuno?
14:55:01	CAM-?	¿Catorce?
14:55:04	CAM-2	Sí, vamos ahí y estamos bien
14:55:12	CAM-2	Está muy errático hoy
14:55:15	CAM-1	¿Cómo más lo podemos chequear?
14:55:16	CAM-2	Ah, tal vez con eh...
15:55:22	CAM-2	Acercándonos al tope del descenso ***
14:55:26	CAM-1	A --, no ***
14:55:44	CAM	(Sonido de click)
14:55:48	CAM-1	Hagamos el descend and approach checklist por favor
14:55:51	CAM-3	On
14:55:54	CAM	(Sonido de click)
14:55:54	CAM-3	¿Anti-ice?
14:55:55	CAM-?	Anti-ice closed
14:55:56	CAM-3	Landing lights
14:55:57	CAM-?	On
14:55:58	CAM-3	Altímetros con treinta dieciséis
14:56:01	CAM-2	Dieciocho
14:56:05	CAM-3	Flight instruments, flight directors and radios

14:56:07	CAM-2	Set and cross-checked
14:56:10	CAM-3	Uno nueve cuatro
14:56:14	CAM-2	¿Nueve cinco?
14:56:15	CAM-3	Nueve cuatro, el bug será uno dos uno
14:56:20	CAM-2	¿Nos incorporamos en paralelo, Capi?
14:56:22	CAM-1	Ok
14:56:25	CAM-2	Rumbo uno ocho cero
14:56:28	CAM-?	Por la derecha a rumbo uno ocho cero
14:56:59	CAM-?	Está gris por acá
14:57:01	CAM-?	Malo
14:57:06	CAM-?	Uno ocho cero
14:57:08	CAM-?	Ok
14:57:16	CAM	(Sonido de click)
14:57:20	CAM-2	Yo estoy en un **** pienso yo
14:57:22	CAM-1	Ahh?
14:57:24	CAM-?	No debe meterle nunca en una turbulencia como esta más de treinta grados de banqueo
14:57:28	CAM-?	¿Es mucho, no?
14:57:35	CAM-?	Le excede las cargas estructurales del avión
14:57:38	CAM-?	Sí con catorce mil no se escucha
14:57:40	CAM-2	Voy a tener eso en cuenta**** tiene DME de Bogotá? --- Lo cierto es que no **** el DME no está trabajando
14:57:40	CAM-?	*****
14:57:51	CAM-2	¿Mantenemos dieciséis mil?
14:57:53	CAM-?	*****
14:58:05	CAM-1	Todo el tiempo se encuentra en esta área, hermano.
		(Se entiende que dice que todo el tiempo que se concentró es malo)
14:48:13	CAM-1	A ver cómo le sacamos el cuerpo a esto
14:58:23	CAM-?	Ok
14:59:00	CAM-1	Pereira tampoco quiere entrar
14:59:32	CAM-?	*****
14:59:37	CAM	(Sonido de lluvia fuerte)
14:59:44	CAM-2	Dame engine anti-ice por favor
14:59:46	CAM-3	OK
14:59:48	CAM	(Se oye un click)
14:59:49	CAM-?	¿Dónde? ... no

14:59:55	CAM-1	Abejorral está cayendo
14:59:57	CAM-2	Bien, Abejorral 180
15:00:12	CAM-2	Sí
15:00:14	CAM-3	Ok, engine anti-ice closed
15:00:17	CAM	(Sonido de tres clicks)
15:00:20	CAM-1	Si quieres quítale un poco
15:00:20	CAM	(Pito de alarma similar al tren de aterrizaje)
15:00:26	CAM-2	Chequeando tiempo
15:00:27	CAM-1	Un minuto, plano a nivel
15:00:38	CAM-2	Para – uno cuatro mil
15:00:46	CAM-1	Para doce mil autorizado aproximación
15:00:49	CAM-2	¿La descent está completa?
15:00:51	CAM-3	Sí señor
15:00:53	CAM-1	¿Vamos a alejarnos solamente cuarenta segundos, bueno?
15:00:55	CAM-2	Correcto
15:00:57	CAM-1	Por qué el combustible está ---
15:00:59	CAM-2	¿Qué combustible tenemos?
15:01:01	CAM-3	En este momento 4x3. 12.2 mil
15:01:06	CAM-1	Ok
15:01:07	CAM-3	Estimamos llegar con diez punto cuatro (miles)
15:01:09	CAM-1	A la derecha, a la derecha
15:01:11	CAM-1	¿A dónde estamos estimando?
15:01:12	CAM-3	Llegar con diez mil cuatrocientas libras
15:01:36	CAM-?	Correcto
15:01:36	CAM-1	Si quieres redúcele un poquito para no llegar tan antes de las doce mil
15:01:40	CAM-1	¿Qué? **** debe estar respondiendo
15:01:45	CAM-2	Además por debajo de catorce mil no hay, no hay
15:01:52	CAM-1	¿Te acuerdas, Julito?
15:01:54	CAM-2	¿Velocidad?
15:01:55	CAM-2	¿Por debajo de catorce mil?
15:01:56	CAM-1	Si
15:01:59	CAM-2	Es... doscientos diez... doscientos veinte (nudos)
15:02:03	CAM-1	No... no... noo
15:02:07	CAM-3	Pero éste no marcó
15:02:09	CAM-1	Mil pies

15:02:10	CAM-?	Ok
15:02:20	CAM-1	Hasta catorce mil pies, doscientos treinta nudos. Por encima de catorce mil, doscientos sesenta y cinco nudos
15:02:41	CAM-1	Descent and approach completo, cierto?
15:02:43	CAM-3	Sí señor
15:02:47	CAM-1	Abejorral está... identificando
15:02:53	CAM-?	**** el ILS
15:02:59	CAM-?	Alcanzando doce mil pies
15:03:03	CAM-1	**** Entra
		(Se entiende que no quiere entrar)
15:03:07	CAM-2	Abejorral no está indicando nada
15:03:13	CAM-2	Ahí está identificando
15:03:26	CAM-2	Creo que está a la derecha
15:03:29	CAM-1	Imposible *** mi hermano
		(Se entiende "imposible no joda")
15:03:32	CAM-?	Sí, es que en ese ciento diez punto nueve no está marcando nada
15:03:36	CAM-3	Sí
15:03:39	CAM-2	En ese caso, tendrán que chequearlo
15:03:42	CAM-1	No, espérate a ver... pero dime, ¿dónde estamos?
15:03:52	CAM-2	Ok
15:03:57	CAM-1	Usted no sabe, estamos bien. Estamos abeam Abejorral. ¿Lo estamos dejando, cierto?
15:02:57	CAM-1	No descienda por debajo de doce mil
15:03:59	CAM-2	Ponme dos cuatro cuatro en el número uno
15:04:01	CAM-1	Por favor, sí
15:04:11	CAM-1	No entra, hermano. Estamos sin navegación
15:04:18	CAM-2	¿Ni identifica ni nada?
15:04:19	CAM-1	No
15:04:29	CAM-1	Ciento diez punto nueve... ciento diez punto nueve, no hay nada hermano
15:04:36	CAM-?	Todo parece estar fuera
15:04:39	CAM-?	Aaaah, eso fue un ****
15:04:43	CAM-1	Pero para donde--- pónle rumbo, rumbo tres sesenta
15:04:45	CAM-?	*****
15:04:45	CAM-2	Rumbo tres sesenta
15:04:51	CAM	¿Esa vaina qué fue?

15:04:52	CAM-2	¿Supuestamente estamos en el radial ...tres ... tres diez de Abejorral, cierto?
15:04:59	CAM	(Suen a pito)
15:05:00	CAM	(Suen a un click)
15:05:03	CAM-1	Pero no tenemos ILS, hermano. ¿O sea, Abejorral es tres diez?
15:05:07	CAM-2	Sí, pero estamos muy desviados entonces
15:05:11	CAM-1	¿Vamos hacia Abejorral, o qué?
15:05:17	CAM-?	Estamos sin navegación
15:05:21	CAM-1	Es que no quiere entrar ni mierda, hermano
15:05:26	CAM-2	¿Y el marcador dos seis cuatro?
15:05:28	CAM-3	Tampoco entra
15:05:31	CAM-1	Vámonos para Abejorral y nos ubicamos allá, hermano
15:05:35	CAM-2	¿Y Abejorral está identificado?
15:05:37	CAM-1	Sí, sí
15:05:38	CAM-2	Bueno, entonces viraje a la derecha a Abejorral
15:05:43	CAM-1	Mira a dónde... mire como se está poniendo ahora Abejorral, hermano
15:05:48	CAM-1	Vámonos para Abejorral
15:05:50	CAM-2	Más confiable el número dos
15:06:01	CAM	(Sonido similar al movimiento de la silla del tripulante)
15:06:03	CAM	(Sonido similar al movimiento de la silla del tripulante)
15:06:31	CAM-2	¿Cuál es el MEA aquí?
15:06:33	CAM-2	El MEA para... sobre esta área son doce mil
15:06:36	CAM-1	##### Estoy viendo esta vaina muy bajita, hermano
15:06:37	CAM-2	Sí
15:06:38	CAM-1	Echemos para arriba
15:06:42	CAM-?	Oh, Dios mío.
TERMINA LA TRANSCRIPCIÓN		

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

1.9.4 Información sobre los Servicios de Tránsito Aéreo, ATS

1. El ambiente de trabajo en las dependencias ATS, era adecuado en cuanto a calefacción, ventilación, luz ambiental, existiendo además un clima de respeto profesional entre compañeros; podía existir incomodidad, debido al hecho temporal de tener demasiado personal laborando en el recinto de la Torre de Control de José María Córdova, que estaba pendiente de traslado a la nueva sala de radar, en donde funcionarían los servicios de aproximación e información Medellín.

El personal ATS estaba familiarizado con la situación del tránsito antes de asumir la posición, teniendo bien definidas sus obligaciones y responsabilidades, siendo además suficientes y competentes en número y calificados para atender la densidad y las necesidades del tráfico existente.

2. Las normas y procedimientos de separación con otras aeronaves y el terreno, aplicados por el ATC fueron correctos y ajustados a lo reglamentado, establecido y publicado y nunca lo autorizó a volar por debajo de la altitud mínima ATS, ni a volar altitudes mínimas del sector.
3. El ACC de Bogotá, aplicó correctamente una restricción al vuelo SAM 501, consistente en cruzar el FIX KOTIN a nivel FL 270 o inferior, con el fin de separarlo del vuelo SAM 502 que había despegado de Bogotá para San Andrés en ascenso para nivel FL 310, con quién se cruzaría lateralmente más o menos 25 NM antes de Abejorral; y le informó al SAM 501, a las 14:46:48 HL, *“cuando listo, está autorizado descenso para nivel de vuelo 21.0, cruce KOTIN nivel de vuelo 27.0 o inferior”*.

Cuando el Control Bogotá tuvo referencia de 180 NM, del DME de Bogotá, a las 14:52:37 HL, pudo verificar la real posición de la aeronave en comparación con el reporte suministrado por el Piloto.

De acuerdo con lo establecido dentro de las comunicaciones se estableció que Control Bogotá, no precisó ni informó al control de aproximación Medellín el cruce real y notificación obligatoria de la aeronave sobre la posición KOTIN. Sin embargo, esto se debió a que, como resultado del descenso anticipado del SAM 501, la transferencia de control y comunicación al Control de Aproximación Medellín se efectuó antes de que el vuelo pasara por KOTIN.

Cuando Control Bogotá hizo la transferencia, no informó a Medellín sobre el desvío de la aeronave a la izquierda de la ruta. Tampoco advirtió a Medellín que el vuelo estaba adelantado 4 minutos con respecto a la información transmitida originalmente. El numeral 3.6.2.2 del Anexo 11 de la OACI establece: *“La dependencia de control transferidora comunicará a la dependencia de control aceptante las partes apropiadas del plan de vuelo actualizado, así como toda información de control pertinente a la transferencia solicitada”*.

No obstante, esta situación no implicaba un problema para el ejercicio del control del tránsito aéreo, ya que la única aeronave operando bajo plan de vuelo IFR, dentro de la zona de responsabilidad del Control Medellín, era el SAM 501.

Cuando la aeronave reportó a las 14:53:52 “SAM 501, nivelado 210. Próximo a KOTIN” el Controlador de Medellín tenía en la faja de progreso el estimado a esta posición a las 14:56:00; había una diferencia de tres minutos, la cual estaba dentro de lo reglamentario.

Pese a que el reporte sobre la posición KOTIN era obligatorio, el control de Medellín no confrontó la hora del cruce real sobre esta posición, aunque esto no era necesario, ya que era la única aeronave bajo control y por tanto estaba libre de conflicto para los fines del control del tránsito aéreo.

Cuando el avión reportó “Medellín SAM 501 sobre Abejorral”, a las 15:00:03, el Controlador no se percató que el avión había llegado con 6 minutos de anticipación, ya que el estimado inicial era para cruzar Abejorral a las 15:06:00. Sin embargo, a diferencia de KOTIN la posición de Abejorral está determinada por una radio ayuda para la navegación, y en tales circunstancias, la notificación fue tomada como precisa por el Controlador de Medellín, a pesar de la diferencia de tiempo con relación a lo estimado.

En todo caso, el Controlador pudiera haber pedido a la tripulación una confirmación del reporte realizado, pero no se puede afirmar que la solicitud de confirmación hubiera cambiado el criterio de la tripulación.

1.10 Información del Aeródromo

El aeropuerto José María Córdova de la ciudad de Medellín y destino de la aeronave HK-2422X, se encuentra ubicado en las coordenadas N 06°10'02" W 075°25'36", a de 72 NM del lugar del accidente, y registra las siguientes características:

- Orientación 18 - 36
- P.B.M.O. 615.089 lb
- Elevación 6.970 ft
- Longitud 3.500 m
- Ancho 45 m
- Clase A
- Horas de Servicio 24 h
- Permiso Operación Indefinido
- Propietario FAN
- Superficie de Pista Concreto Asfalto
- Luces ASI, umbral, ALS, calles de rodaje, borde de pista, etc.

El servicio de extinción de incendios cuenta con máquinas Tipo T-6, T-12, vehículo de intervención rápida y personal entrenado y capacitado para atender cualquier emergencia.

Las instalaciones de servicio a los usuarios y a las empresas que operan dentro de este aeropuerto reúnen los requisitos para la clase y tipo de aeropuerto.

Los servicios de comunicaciones, equipo y ayudas para la navegación aérea estaban operando en forma normal para el día 19 de mayo de 1993, y no se conocieron reportes técnicos que afectaran el normal desarrollo de la actividad aérea.

1.11 Registradores de Vuelo

El Registrador de Vuelo fue encontrado 12 días después del accidente, en general en buen estado, con algunos golpes recibidos como consecuencia del impacto de la aeronave.

El desarme, inspección y análisis del registrador se llevó a cabo en los laboratorios de la NTSB ubicados en la ciudad de Washington, en donde se determinó que las cintas contenían marcaciones de los parámetros de velocidad, altura, rumbo y gravedades en condiciones normales para su lectura.

A continuación se transcriben algunos parámetros que se consideran de importancia para el desarrollo de la presente investigación.

Convenciones:

Tiempo	Hora Local HL
Velocidad	TAS - Velocidad Verdadera
kt	Nudos
Altitud	Pies
Rumbo	Grados
Aceleración	Gravedades

TIEMPO	VELOCIDAD TAS-GS	ALTITUD	RUMBO	ACELERACIÓN
14:18:00	318.4	Ascenso	140	0.91-0.96
14:32:17	405.3	25.664'	170	0.91-0.96
14:35:04	444	28.546'	116	0.91-0.96
14:38:05	444	31.185'	116-114	0.91-0.96
14:42:20	456	33.00'	128	0.91-0.96
14:49:00	431	Descenso	128	0.99
14:51:49	393	Descenso nivel 27.000	127-116	0.99
14:54:37	334	Descenso nivel 21.000	116-53	0.98.5
14:57:13	282	16.000 15387		1.01
15:00:05	296	16.000' 14.00'	180	1.17
15:01:17	283	14.000' 12.000	180 360	1.2
15:05:56	270	12.000' 11.800'	360 10 15	1.37
15:05:56	271	11.680	125.4	1.14.1.63
15:06:42	Impacto			

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

De acuerdo con la lectura del FDR, se pudo establecer que a las 15:00 HL, la aeronave inició el procedimiento de descenso para la aproximación NDB ILS, como si estuviera ubicado sobre el radiofaro de Abejorral, AJL, cuando realmente se encontraba a 51 NM de dicha posición. De esta manera, viró a la derecha hacia el tramo de salida, hasta rumbo 180 grados, con una velocidad promedio de 296 kt, recorriendo 5,9 NM, en 01'12", en descenso de 16.000 pies para 14.000 pies; posteriormente inició viraje a la derecha, recorriendo 7,8 NM en 01'39", hasta quedar con rumbo Norte y alcanzar 12.000 pies.

A las 15:02:56 HL, con una altura de 12.000 pies, con rumbos variables dirigidos a la posición Norte, la aeronave recorrió 11,2 NM, con una velocidad de 270 kt, durante 02'30", registrando alturas variables entre 12.000 y 11.800 pies. Y a las 15:05:26 HL la aeronave viró hacia la derecha, recorriendo 5,7 NM en 1'16", hasta alcanzar rumbo 125.4°, momento en el cual se produjo el impacto a una altura de 11.680 pies y una velocidad de 271 kt, y que fue registrado a las 15:06:42 HL.

Dentro de la inspección de campo practicada en la escena del accidente, y por las huellas halladas en el terreno se logró determinar que la aeronave impactó contra el farallón del cerro, con un ligero banqueo hacia la derecha, confirmando el rumbo de impacto de 125.4° y la elevación de 11.680 pies.

El cerro contra el cual impactó la aeronave tiene una altura aproximada de 12.200 pies; se estableció que la aeronave impactó contra la roca con la parte correspondiente al ángulo formado por la raíz del plano derecho y el fuselaje lateral derecho delantero. Esto se corrobora con evidencias que denotan que debido al primer impacto, el plano izquierdo y el fuselaje del mismo lado continuaron en vuelo elíptico arrojando los restos de esta parte de la aeronave hacia el lado izquierdo del cerro, a una distancia aproximada de 1.200 metros del punto de impacto inicial; los restos del plano derecho se localizaron a una distancia de 440 metros, sobre la trayectoria de impacto del lado derecho, a una altura de 11.500 pies.

La sección del fuselaje central y el empenaje se destruyeron por compresión y sus restos fueron localizados hacia el lado izquierdo de la trayectoria, a una distancia de 1.500 metros. Algunas partes de la aeronave rodaron entre la maleza, hacia diferentes abismos, a diferentes profundidades, la mayor de las cuales podría calcularse entre 140 y 200 metros.

Se estableció que las turbinas conservaban sus características, a pesar de los daños sufridos por el impacto, y se ubicaron a una distancia de 1.200 metros al lado izquierdo del punto de impacto; por su peso rodaron entre los árboles para quedar dentro de un abismo de 120 metros de profundidad; así mismo se lograron identificar algunas partes del tren de aterrizaje, ventanillas de emergencia, los "flaps" y restos de las bodegas de carga.

Tanto el Registrador de Vuelo como el Registrador de Voz fueron hallados a una distancia de 1.000 metros y 400 metros respectivamente en buen estado general, registrando daños superficiales en los conectores y en las cajas protectoras.

Debido a la destrucción producida por el impacto, fue imposible la identificación exacta de otras partes de la aeronave, las cuales quedaron diseminadas en un área de 2.000 metros cuadrados; tampoco fue posible tomar datos de los instrumentos y de la columna de mando de la cabina del Piloto, en razón al alto estado de desintegración que presentaba esta área como consecuencia del choque contra el terreno.

1.13 Información médica y patológica

Los datos relacionados con las condiciones médicas y psicológicas de la tripulación en general, permiten concluir que eran aparentemente normales antes y durante el desarrollo del vuelo; de igual manera se determinó, a través de declaraciones de los familiares, que tanto el Piloto como el Ingeniero de vuelo tomaron el descanso requerido la noche anterior a la fecha del accidente; así mismo las programaciones de vuelo, descansos, vacaciones y limitaciones a los tiempos de vuelo se encontraban ajustadas a las disposiciones establecidas en el Manual de Reglamentos Aeronáuticos.

Estudiadas y analizadas las actividades rutinarias de las tripulaciones, se pudo establecer que los mismos se encontraban dentro de parámetros normales, por cuanto su comportamiento, ejecución y eficacia estaban dirigidas, orientadas y encaminadas al descanso, la lectura, la instrucción, actividades familiares y deporte. Se anexa a la presente investigación el estudio de Factores Humanos.

De acuerdo al análisis del Grabador de Voz en el canal de cabina, se verificó que la operación, manejo y control de la aeronave, estaba a cargo del Copiloto, quién durante el desarrollo del vuelo presentó una serie de inquietudes y preguntas al Comandante; este, por su parte, estaba al frente de las comunicaciones con las agencias de Tránsito Aéreo y ante los interrogantes de su Copiloto, hizo breves comentarios y acertijos, descuidando el control, la atención y la supervisión que debía ejercer sobre la actuación del Copiloto; por su parte, el Ingeniero de Vuelo se desempeñó en forma normal, sin hacer ningún comentario acerca del desarrollo del vuelo.

Tanto los pasajeros como la tripulación a bordo de la aeronave fallecieron en su totalidad como consecuencia del impacto y la desaceleración súbita. De acuerdo con las necropsias correspondientes, las causas de la muerte se presentaron por: *“shock traumático - múltiples estallidos viscerales, producidos en accidente de aviación”*.

El 23 de mayo de 1993, según formato nacional de acta de levantamiento de cadáver, se ordenó la práctica de la necropsia correspondiente a la tripulación y se practicaron las pruebas toxicológicas para la detección de drogas de uso prohibido.

De acuerdo con certificación expedida el 31 de mayo de 1993 por el Instituto Nacional de Medicina Legal, Laboratorio de Toxicología, las prácticas de los diferentes exámenes realizados a la tripulación para detectar fenotiazinas, alcaloides y benzodiacepinas, resultaron negativos.

1.14 Incendio

Los resultados del Grabador de Voz permitieron establecer en forma clara, que no existió ninguna alarma de incendio a bordo de la aeronave antes del impacto, y que la operación estaba ajustada a parámetros normales de funcionamiento.

Como consecuencia del impacto contra el terreno rocoso, se presentó una fuerte explosión de la aeronave, sin fuego, y la diseminación instantánea de los componentes, circunstancia que evitó un incendio general; no obstante, se apreciaron vestigios de conatos de incendio dentro de los restos, que se originaron posiblemente por fricción de la estructura contra la roca, y/o por chispa de corriente al impacto, sin que el fuego se propagara.

1.15 Rescate

Una vez que se perdió toda comunicación con la aeronave, el Control de Aproximación Medellín solicitó a una aeronave que se encontraba en ruta hacia Rionegro, que hiciera un llamado al SAM 501; así lo hizo la aeronave, sin recibir respuesta del avión de SAM, razón por la cual el ATS inició el procedimiento de falla en las comunicaciones.

Se alertó a los Controles de Bogotá - Pereira - Cali y Bucaramanga; a las 15:30 HL, se declaró a la aeronave en fase de Alerfa y a las 16:00 HL, con mensaje SKRGZTZX – 192100, se declaró a la aeronave en fase de Destrefa, iniciándose de inmediato la búsqueda dentro del área reportada, con aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana, FAC, y de la Patrulla Aérea Civil, PAC, labor que concluyó a las 18:00 HL, con resultados negativos.

Al día siguiente, el 20 de mayo, se iniciaron las labores de búsqueda a partir de las 06:30 HL sobre la ruta que volaba la aeronave, y se localizó accidentada, sin señales de sobrevivientes, en cercanía del municipio de Urrao.

La Autoridad Aeronáutica a través de la Jefatura de la División Seguridad Aérea, organizó el traslado de personal de Bogotá hacia Medellín, en donde se llevó a cabo una reunión con personal de la empresa SAM y se acordó crear el Centro de Operaciones de Rescate en las instalaciones del Aeropuerto de Urrao, distante 8,3 NM del lugar del accidente.

En este aeródromo se llevaría a cabo el reconocimiento e identificación de los cadáveres, antes de su traslado al Instituto de Medicina Legal de la ciudad de Medellín. En las labores de rescate participó personal, alguno voluntario, de la Cruz Roja, de la Defensa Civil, de empresas aéreas operadoras de helicópteros, del Ejército Nacional, de la Policía Nacional, de Bomberos estructurales y de la Fiscalía General de la Nación.

Por razones del mal tiempo presente en el lugar del accidente, y por las características del terreno, fue imposible el ingreso del personal de rescate por vía aérea, decidiéndose enviar comisiones de rescate por tierra.

El día 21 de mayo se inició la operación a las 05:30 HL, enviando al lugar un grupo de helicópteros de la Fuerza Aérea Colombiana, y de las empresas Helicol y Helitaxi, que transportaron al personal de rescate y apoyo con personal de la Empresa Avianca – SAM, y personal de Inspectores Técnicos de la Aeronáutica Civil; además se estableció un puesto de comunicaciones en el Cerro El Burro, a una altura de 11.850 pies, para el control y manejo de las operaciones aéreas y de traslado de los cadáveres.

Las labores de rescate se desarrollaron durante cinco (5) días consecutivos, hasta el 26 de mayo, siendo trasladados la totalidad de los cadáveres hacia la ciudad de Medellín, en donde previo cumplimiento de las formalidades legales, y posterior reconocimiento se entregaron a los familiares.

En acta de reunión del Comité de Emergencia del 27 de mayo, se concluyó que continuar la operación de remoción de restos y búsqueda de elementos en el lugar presentaba un alto riesgo, razón por la cual a partir de esa fecha se dieron por terminadas las operaciones de Búsqueda y Rescate y se ordenó el retorno de los participantes a su lugar de origen; sin embargo, personal de la empresa SAM continuó labores y trabajos de inspección de campo en el lugar para verificar que hubieran sido rescatados la totalidad de los cadáveres.

1.16 Ensayos e investigaciones

1.16.1 Verificación de la operatividad de radio ayudas y comunicaciones

Revisadas las estadísticas de operaciones del aeropuerto de Rionegro para el día 19 de mayo de 1993, entre las 19:10 UTC y las 20:56 UTC, se pudo establecer que se efectuaron los siguientes vuelos:

Empresa	Matrícula	Ruta	Hora
Intercontinental	HK-3833	SPP-RNG	19:10
FAC	4103	ENTTO-RNG	19:16
SAM	HK-3803	PEI-RNG	19:20
FAC	4236	MDE-RNG	19:32
SAM	N-202	CLO-RNG	19:33
ACES	HK-3739	SPP-RNG	19:33
Intercontinental	HK-3752	VVP-RNG	19:48
Privado	HK-3253-P	RNG-CTG	19:56
Intercontinental	HK-3833	RNG-BOG	20:00
Avianca	CBR	BOG-RNG	20:17
SAM	HK-3803	RNG-SPP	20:17
	148	MDE-RNG	20:28
FAC	4103	RNG-SAR	20:30
Suramericana	HK-3530	RNG-TOC	20:30
SAM	N-202	RNG-CTG	20:34
Intercontinental	HK-3752	RNG-BOG	20:43
Aeroexpreso Bogotá	HK-3691	BOG-MDE	20:43
ACES	HK-3246	BOG-RNG	20:46
FAC	4103	RNG-SAR	20:57

Los anteriores vuelos se realizaron utilizando las radio ayudas y comunicaciones instaladas y en servicio en el aeropuerto José María Córdoba, y con las facilidades de área y de ruta publicadas como disponibles, sin que en esa fecha se hubieran reportado condiciones de anomalía o fallas en su operación y funcionamiento, lo cual permitió confirmar que las mismas estaban funcionando en condiciones normales. Como no se presentaron informes de mala operación o funcionamiento defectuoso, no se entrevistó a ningún tripulante de las aeronaves mencionadas.

1.16.2 Vuelo de vigilancia de radio ayudas

El 10 de julio de 1993 la Dirección de Telecomunicaciones y Ayudas a la Navegación Aérea del DAAC, programó un vuelo de vigilancia a las radio ayudas ubicadas en la ruta efectuada por el SAM 501, en la aeronave HK-3000G. Se verificaron los sistemas NDB y VOR. Se voló el trayecto intersección KOTIN - NDB Abejorral, sobre la aerovía A-317, a una altura de 16.000 pies, tomando lectura de las siguientes estaciones: Turbo – Condoto - Abejorral - Alejandría - Marcador 244 khz - Marcador 264 khz - Los Cedros y Pereira.

Las observaciones obtenidas durante estos vuelos fueron las siguientes:

- Todas las lecturas se tomaron en la intersección KOTIN, ubicado a 59 NM del radiofaro de Abejorral.
- Durante cinco días que se efectuaron vuelos al radar de Cerro Verde se chequeó el radiofaro de Abejorral, y en ningún momento presentó alguna anomalía.
- Los marcadores 244 y 264 khz funcionan normalmente cuando la aeronave se encuentra en la cobertura de los mismos.
- El nombre de la aerovía corresponde al radiofaro de Abejorral.
- El sistema VOR de Pereira no proporciona información en la intersección KOTÍN por estar fuera de la cobertura.

1.16.3 Vuelo de reconocimiento y verificación sobre la escena del accidente

Durante los días 14 al 16 de septiembre de 1993, se practicó un vuelo sobre el lugar de accidente, con el objeto de determinar las coordenadas, rumbo y altitud de la aeronave en el momento del impacto, aspectos que fueron confrontados con el análisis practicado al registrador de vuelo, dando como resultado igualdad entre los parámetros registrados y los tomados mediante el sistema GPS de marca Garmin.

1.16.4 Vuelo de comprobación sobre la ruta Rionegro - Tocumen - Rionegro

El 06 de octubre de 1993, se programó un vuelo de comprobación en la misma ruta programada para el HK-2422X, con el fin de verificar el comportamiento y operación tanto de los equipos de navegación de la aeronave, así como de las radio ayudas en tierra que se disponen en la ruta; el itinerario programado fue Bogotá - Rionegro - Tocumen - Rionegro - Bogotá, utilizando para tal efecto una aeronave Boeing 727-100 de la empresa SAM S.A., y cuyos resultados se describen a continuación:

- VOR DME Bogotá: comportamiento, condición y operación satisfactorias.
- NDB Ambalema: marcación, identificación y cobertura satisfactorias.
- NDB Abejorral: marcación, identificación y cobertura satisfactorias.
- ILS Rionegro: marcación, identificación y cobertura satisfactorias.
- LOM, LMM Rionegro: marcación, identificación y cobertura satisfactorias.
- Luces PAPI pista 36: satisfactorias
- Luces ALS pista 36: satisfactorias.
- Comm Bogotá - Rionegro: satisfactorias.

a. Vuelo Rionegro - Tocumen

NDBs – Alejandría - Abejorral: marcación, identificación y cobertura satisfactoria hasta las 190 NM y en nivel de vuelo en ruta FL310.

b. Vuelo Tocumen – Rionegro

Previamente al despegue de Tocumen, se efectuó un “briefing” con el Comandante de la aeronave a fin de informarlo sobre el propósito de la comprobación y fijar el perfil de vuelo

a ejecutar, incluyendo las maniobras necesarias a desarrollar durante el vuelo, tiempo de reporte requeridos, altitudes a reportar, radio ayudas a sintonizar y verificar, etc.

Ruta prevista UA317 – 323.

Despegue a las 20:18 UTC; posteriormente se solicitó desvío a la derecha por mal tiempo.

El nivel de vuelo inicial fue FL 290 y luego se autorizó a la aeronave nivel FL 330 por parte del Control Panamá, a solicitud del ACC de Bogotá. A las 20:40 UTC se efectuó cruce en la intersección ASAPA, con nivel FL 330; a las 20:42 UTC se recibió autorización para iniciar descenso a las 20:45 UTC, y cruzar nivel de vuelo FL 270 sobre intersección KOTIN.

A nivel de vuelo FL 285 se obtuvo marcación del DME de Bogotá con indicación de 200 NM y se recibió marcación e identificación del VOR de Bogotá y del VOR Los Cedros; a las 20:49 UTC, se cruzó el nivel de vuelo 270 y se solicitó desvío a la izquierda de la ruta; a las 20:51 UTC, se alcanzó el nivel FL 210 y se perdió información del DME de Bogotá; a esta altitud se tuvo marcación e identificación satisfactoria del NDB de Abejorral.

A las 20:53 UTC la aeronave se ubicó al Norte de la intersección KOTIN y descendió a nivel FL 185; la marcación de NDB de Abejorral osciló en ese momento + 0 - 30° (15°) a cada lado del rumbo seleccionado, aparentemente por la presencia del mal tiempo en ruta.

A partir de este momento se presentó una zona de mal tiempo, que empeoró, obligando a un desvío y a hacer uso de "engine & wing anti-ice"; posteriormente se presentó pérdida de señal del NDB de Abejorral, por un periodo aproximado de 30 segundos.

Las agujas indicadoras del NDB en el instrumento RMI no dieron marcación y la tripulación intentó manipulando los receptores ADF sintonizando otras estaciones, maniobra en la cual por el tipo y tecnología de los equipos de abordaje que utilizaron, sintonía análoga del dial, calidad de audio de la identificación y además de la probable baja sensibilidad de los mismos, no garantizaba una adecuada recepción en las condiciones existentes.

El manejo de los equipos ADF distrajo e indujo a la tripulación a colocar involuntariamente el control de ADF No. 2 en posición "Antena", y el No.1 en "ADF", creando una confusión sobre la real indicación del instrumento y la ubicación de la estación NDB Abejorral.

Se considera que la presentación de la información del Radar Meteorológico en este punto no era la más apropiada, pues no concordaba la detección mostrada en la pantalla en posición "contorno" con las condiciones reales de mal tiempo encontradas en este tramo.

Se insistió, asimismo, en la sintonía del VOR de Pereira; pero esta facilidad no tenía cobertura certificada en este punto de la ruta, y por tanto no aparecía en ninguna publicación aeronáutica, ni era utilizable para la navegación aérea en el área.

Una vez superado el mal tiempo y corregido el error en sintonía ADF, se recibió señal estable y satisfactoria de Abejorral, procediendo a descender a nivel de vuelo FL160 el cual se alcanzó a las 20:55 UTC, divisando a la izquierda la población de Urrao y un poco más atrás el Cerro del Burro; se mantuvo esa altitud y se solicitó autorización de entrada directa a la aproximación al Norte de Abejorral para interceptar el localizador de Rionegro.

El aterrizaje se llevó a cabo en condiciones normales aproximadamente a las 21:13 UTC, con marcaciones satisfactorias de las radio ayudas de Rionegro (ILS - MKR y NDBs) que se sintonizaron para la maniobra de aproximación.

1.16.5 Verificación de información meteorológica provista en Tocumen

De acuerdo a certificación DAC-113-MET, con fecha 29 de junio de la Dirección de Aeronáutica Civil de la República de Panamá, comunican que la información meteorológica (carpeta de vuelo), preparado para el vuelo HK-2422X de SAM, del día 19 de mayo de 1993, estuvo disponible en la Oficina Meteorológica del aeropuerto Internacional de Tocumen.

Pero nunca fue solicitada por el personal de despachadores de dicha compañía o de la compañía que lo atiende y por ende no se suministró la exposición verbal que se acostumbra a brindar sobre las condiciones meteorológicas previas a cada vuelo que se genera en ese aeropuerto, la cual, además de la exposición verbal comprende: pronósticos de aeródromo de destino y alternos, condiciones meteorológicas en ruta, vientos y temperaturas al nivel de vuelo en ruta, fotografías del satélite meteorológico, avisos SIGMET, etc.

Para corroborar la información anterior, el 23 de noviembre de 1993, en visita efectuada al Aeropuerto de Tocumen, se pudo verificar que el despachador de la empresa que atendió el vuelo SAM 501 no reclamó la carpeta meteorológica de la oficina, según consta en el récord que se lleva para tal efecto.

Sin embargo, en entrevista con el despachador oficial del vuelo 501 del día del accidente, 19 de mayo, él manifestó que *"la tripulación del HK-2422X fue instruida en lo referente a meteorología, con los datos conseguidos de la Oficina de American Airlines"*.

Con oficio 362-0769 del 10 de diciembre de 1993, la División de Seguridad Aérea solicitó concepto a la Aeronáutica Civil de Panamá, acerca de la actuación del despachador, sin que se hubiera recibido respuesta al respecto.

1.17 Información adicional

A continuación se describe el perfil de vuelo cumplido por la aeronave HK-2422X, vuelo SAM 501 el día 19 de mayo de 1993 en la ruta Tocumen - Rionegro:

1.17.1 Operación en tierra, despegue y ascenso – Desviación por mal tiempo

La aeronave efectuó el carreteo a las 14:13:00 HL, en condiciones normales, hasta ubicarse en la cabecera Pista 21 izquierda. Decoló a las 14.18 HL e inició, según la autorización de salida, viraje izquierdo a rumbo 140° para interceptar la aerovía UA317, en ascenso.

A las 14:32:17, y a través de 25.664 pies, previa autorización del Control de Panamá, la aeronave inició desviación al Sur por mal tiempo, manteniendo rumbo 170°, velocidad promedio (GS) de 405.3 kt durante 2'47", recorriendo 18,8 NM.

A las 14:35:04, corrigió el curso hacia la izquierda, con rumbo 116° en ascenso, velocidad promedio de 444 kt (GS) durante 3'01", y recorriendo 22,3 NM.

A través de FL310 sigue con rumbos 114°/116°, recorriendo 32,3 NM, velocidad de 456 kt durante 4'15", hasta nivelar a FL330 a las 14:42:20.

NOTAS.

- a. El ascenso se efectuó en condiciones meteorológicas adversas, siendo necesario la activación de "engine & wing anti-ice" por parte de la tripulación.

- b. Dieciséis minutos después del despegue (14:34:52) la tripulación de cabina se ocupó de almorzar simultáneamente (Piloto, Copiloto e Ingeniero), quienes hicieron comentarios sobre los alimentos durante 10 minutos, con algunas interrupciones para dar las posiciones de la aeronave al ATS.
- c. Después de corregir la desviación por el mal tiempo, la aeronave voló todo el tiempo en curso paralelo a la aerovía UA317; inclusive, cruzó la posición ASAPA, "Abeam" (lateral) a las 14:42:20, siendo reportada por la tripulación a las 14:42:05.

1.17.2 Transferencia de Control Panamá a Bogotá

En este punto, el vuelo fue transferido por Panamá a Bogotá Centro. La tripulación lo confirmó así reportando posición ASAPA, nivelado FL330 identificando código 2400 y estimando Abejorral para las 06 de la próxima hora; este reporte fue recibido y confirmado por Control Bogotá quien autorizó el vuelo a *"Rionegro mantener FL330 atento para más bajo"*.

El vuelo continuó en condiciones meteorológicas adversas, según se desprende de las informaciones y análisis de cartas y reportes anexados a la investigación.

Desde la posición Abeam ASAPA, la aeronave voló con rumbo 128°, continuando en curso paralelo a la aerovía, nivelado a FL330 durante 06':40", recorriendo 50,7 NM, con velocidad de 456 kt (GS).

A las 14:46:28 Bogotá Control le solicitó al 501 avisar cuando tuviera marcación DME (distancia) de Bogotá; y a las 14:46:48 le da la siguiente autorización: *"cuando listo, está autorizado descenso para nivel de vuelo FL210, cruce KOTIN nivel de vuelo FL270 ó inferior"*; la tripulación confirmó el recibido de estas instrucciones.

De otra parte, el Registrador de Voz, grabó un sonido de silbido intermitente, emitido por uno de los tripulantes que no pudo ser determinado, a las siguientes horas: 14:47:33/55; 14:48:59; 14:49:05; 14:49:13; 14:50:26; 14:51:09.

A las 14:47:40 tuvo lugar el siguiente diálogo entre el Piloto y el Copiloto comentó:

Copiloto: "no tengo la carta de Low Altitude".

Piloto: "no, dónde la tienes?"

Copiloto: "la tengo en el maletín".

Piloto: "¿sí?"

NOTA. no se registra si la carta Low Altitude (Baja Altitud) fue utilizada por la tripulación.

A las 14:48:38 continuó el siguiente diálogo:

Copiloto: "55 de Rionegro"

Piloto: "pero, cómo lo sabes"?

Copiloto: "adivina..."

En este momento (14:48:47), Bogotá Centro ordenó: *"501 abandone ahora nivel de vuelo FL330"*; el Piloto contestó: *"deja libre 330 SAM 501"*; y Control le da por recibida la comunicación.

NOTAS.

- a. Según el Plan de Vuelo original (29.0) el TOD debía ser a las 14:59:00, es decir, aproximadamente once (11) minutos después de la hora en la cual el Control le ordenó a la aeronave iniciar el descenso. Según declaración recibida dentro de la investigación, el Controlador de Bogotá, manifestó que había ordenado el descenso anticipadamente, debido a que tenía un avión en tráfico contrario, saliendo de Bogotá a San Andrés, y que, ya que en el Control Convencional se trabaja con base en los "estimados" consideró prudente bajar al 501, para que el vuelo en sentido contrario pudiera ascender sin restricción.
- b. El vuelo 501 sin embargo, no fue informado del motivo del descenso anticipado, ni su tripulación preguntó sus causas, según la transcripción del Grabador de Voz.

A las 14:48:48 el SAM 501 reportó: *"deja libre 330 SAM 501"* Control Bogotá colacionó: *"Recibido"*. Acto seguido, los pilotos continuaron con ciertos acertijos, en relación con su apreciación de la distancia de 55 millas de RNG, y otros comentarios sobre la navegación en referencia al VOR de PEI y el radiofaro de Quibdó.

Se deduce que lo hacían para localizar la posición KOTIN, que, según la publicación dada con el NOTAM 11/C No. 89-92 de noviembre 30/92, se determinaba con el QDR 308° de AJL y QDM 091° de ALE.

A las 14:51:49 la aeronave cruzó el nivel 270 en descenso, y la tripulación reportó *"próximo a KOTIN"*, cuando realmente se encontraban a 38,5 NM de esa posición.

1.17.3 Transferencia de Bogotá a Aproximación Medellín

A partir de las 14:52:37 tiene lugar el siguiente diálogo entre el SAM 501 y las estaciones de ATS:

SAM 501: "Ahora tenemos 180 millas"

BOG ACC: "Recibido"

SAM 501: "SAM 501 deja libre 240"

BOG ACC: "Recibido, reporte Abejorral, Rionegro 121.1 buen día"

SAM 501: "MDE control SAM 501 nivelado 210 próximo a KOTIN"

MDE APX: "SAM 501 continúe descenso para 16.000, QNH 30.18, reporte pasando radiofaro de Abejorral, tramo de salida, no hay demora en su aproximación"

SAM 501: "Para 16.000 pies hacia Abejorral llamará tramo de salida, sin demora, SAM 501 - confirma QNH?"

MDE APX "30.18"

NOTAS.

- a. Al recibir lectura 180 millas DME del VOR de Bogotá, el ATC de Bogotá, según la declaración del Controlador de Bogotá, calculó el que el SAM 501 se encontraba entre 20 y 30 millas de la posición KOTIN; pero esta lectura de distancia (180 NM) le servía mucho más al SAM para efectuar cálculo de distancia de Abejorral - KOTIN, si se comparaban las distancias que existían entre estas posiciones y el VOR de Bogotá, y teniendo en cuenta que la tripulación estaba tratando de determinar la posición KOTIN con resultados negativos.
- b. Desde las 14:52:00, y durante los minutos siguientes según el Grabador de Voz, se nota un marcado afán y preocupación de la tripulación por la navegación al no obtener marcaciones y “fixes” confiables de las radio ayudas del área, aun cuando por su calificación y experiencia debían conocer que en cercanía de tormentas eléctricas y de otra actividad atmosférica, así como en bajas altitudes, se pueden presentar interferencias que pueden hacer disminuir la confiabilidad de los radiofaros.
- c. Cuando el Copiloto comentó a las 14:55:22 *"acercándonos al tope de descenso"*, quería decir que, según el plan de vuelo sería a las 14:59:00, no tuvo en cuenta que dicho descenso había sido anticipado en más de 10 minutos por orden del ATC de Bogotá; esta anticipación era una razón más que suficiente para que la tripulación hubiera hecho una revisión del plan de vuelo, distancias y del tiempo estimado para llegar a Abejorral.
- d. Todo indica que las dudas en la navegación, en las posiciones, el descenso anticipado y las malas condiciones meteorológicas, crearon confusión en la tripulación, su desubicación en relación son los puntos importantes de la ruta y los tiempos estimados a los puntos de control, que en tales circunstancias eran factores de primer orden para efectuar una navegación segura.

A las 14:56:20 el Copiloto preguntó: *"nos incorporamos en paralelo Capi?"*. El Capitán contestó: *"OK"* y el Copiloto afirmó *"rumbo 180°"*. Otra voz no identificada dijo: *"por la derecha a rumbo 180°, está gris por acá"*; y otra voz afirmó *"malo"*. Esto indica que persistía el mal tiempo.

A las 14:57:11 a través del RD0-1 se escuchó: *"MDE Control SAM 501 alcanza uno seis mil pies"* y Aproximación le contestó *"SAM 501 recibido. Llame radiofaro de Abejorral tramo de salida"* y el avión le colacionó (RDO-1). *"Nivelados a 16.000"*; vuelan 2'52", recorriendo 13,8 NM a velocidad reducida IAS 214/230 (GS 288.8).

Durante estos minutos, a un altitud de 16.000', continúan buscando marcaciones DME de Bogotá, sintonizando el VOR de PEI, con sucesivos virajes para eludir el mal tiempo reinante (lluvia fuerte), activando "engine anti-ice", con comentarios entre pilotos sobre las condiciones atmosféricas adversas del momento y su preocupación por encontrar indicaciones de las radio ayudas para ubicarse con precisión.

En estas circunstancias, a las 14:59:55 el Piloto dijo: *"Abejorral está cayendo"* y el Copiloto respondió: *"bien, Abejorral 180°"*, y acto seguido (15:00:03) el Piloto, quién manejó todo el tiempo las comunicaciones reportó: *"Medellín Control SAM 501, posición Abejorral dieciséis mil pies"*, y el Control le contestó: *"recibido, autorizado para aproximación ILS pista 36, llame"*

dejando libre uno seis mil y Abejorral uno dos mil en aproximación". El SAM 501 le colacionó: "deja libre uno seis mil ahora, llamará Abejorral uno dos mil en aproximación".

NOTAS.

- a. Es conducente comentar que los Pilotos, con la aeronave manteniendo 16.000 pies, con velocidad reducida, y con las listas de chequeo efectuadas, esperaban estar próximos al radiofaro de Abejorral; probablemente, por efecto del mal tiempo, vieron oscilar y caer las agujas del ADF, caen en el error de considerar que estaban sobre la posición Abejorral.
- b. Y la tripulación inicia el procedimiento de Sosténimiento (holding), en descenso sin efectuar ninguna otra comprobación de la navegación y de su posición, sin cuestionarse ni analizar principalmente el hecho de haber llegado a esa posición (que pensaron que era AJL), seis minutos antes de la hora que habían estimado en el plan de vuelo y en los reportes anteriores; y más aún, cuando, además, la tripulación ya estaba preocupada y había manifestado dudas sobre su posición con relación a posiciones anteriores en la ruta.
- c. El Centro de Control de BOG y Aproximación MDE tenían anotadas y habían recibido con anticipación la hora estimada de Abejorral (20:06 UTC); cuando Aproximación MDE recibió del SAM 501 el reporte "...posición Abejorral...", a las 15:00:30, no revisó la "Faja de Progreso" en la que aparecía el estimado para seis (6) minutos después; probablemente esa verificación y un aviso o cuestionamiento a la tripulación, sobre la inconsistencia en los tiempos, hubiera ayudado a la tripulación a revisar y/o corregir su navegación y su posición real.

1.17.4 Descenso en procedimiento para aproximación

A las 15:00 HL la tripulación inició el procedimiento de descenso para iniciar la aproximación e interceptar el ILS, en la posición que para la tripulación, equivocadamente consideraban que era Abejorral.

Volaron así con rumbo Sur (out-bound) durante 1'12", descendiendo de 16.000 pies a 14.000 pies, con una velocidad promedio de 296 kt (GS) y recorren 5,9 NM, con aceleraciones máximas VER-G 1.17 / 1.18, tal como se determinó en la lectura del Registrador de Datos.

Iniciaron luego un viraje continuo normal por la derecha, desde rumbo 180° hasta rumbo Norte (360°), descendiendo de 14.000 pies, 13.000 pies y hasta 12.500 pies, con una velocidad promedio de 283 kt (GS) y recorriendo 7,8 NM, en 1'39".

La tripulación empezó entonces a revisar la marcación del ADF de Abejorral, que no obtienen. El Piloto dice (15:01:40): *"qué? ...espere porque no me está respondiendo".* El Copiloto (quién está todo el tiempo volando el avión) dijo: *"Además por debajo de 14.000', no hay...no hay..."*

En ese momento ocurre el siguiente diálogo entre la tripulación:

Piloto: "¿te acuerdas Julito?"

Copiloto: "¿velocidad? por debajo de 14.000?"

Piloto: "sí"
Copiloto: "es doscientos diez...doscientos veinte (nudos)"
Piloto: "no...no...nooo..."
Ingeniero: "pero éste no marcó"
Piloto: "mil pies..."

(Se entiende que se encuentran a 1.000 pies de la altura mínima (12.000').

Piloto: "hasta 14.000, doscientos treinta nudos, por encima de 14.000, 265 nudos..."

A las 15:02:59:

Tripulante no identificado: "alcanzando 12.000"

Piloto: "no quiere entrar"

Copiloto: "Abejorral no está indicando nada...ahí está identificando, creo que está a la derecha..."

El vuelo continuó con varios rumbos hacia el Norte (360° / 010° / 015°) buscando marcaciones del NDB de AJL, localización de ILS de Rionegro y de los marcadores. Volaron 2'30", con una velocidad promedio de 270 kt (GS), recorriendo 11,2 NM (VER-G 1.37/1.38), alturas 12.000 / 11.680 / 11.713 pies.

En este tramo continúa acentuada la confusión entre los tripulantes, por las marcaciones que no reciben, con comentarios como estos:

Piloto: "Si es que ese 11.9 no está marcando nada..." "No, esperate a ver... pero dime dónde estamos?"

Copiloto: "O.K."

Piloto: "Usted no sabe, estamos bien. Estamos 'abeam' Abejorral lo estamos dejando cierto?... No descienda por debajo de 12.000".

Copiloto: "Ponme dos cuatro cuatro (244) en el número uno". Este 244 es el marcador exterior de Rionegro (LOM).

Piloto: "No entra hermano, estamos sin navegación..." "ciento diez punto nueve ciento diez punto nueve... no hay nada hermano".

CAM: "Todo parece estar fuera" "aaah, eso fué un..."

Piloto: "Pero para dónde... ponle rumbo, rumbo 360°"

Copiloto: "Rumbo 360°"

Piloto: "Esa vaina qué fue?"

Copiloto: "Supuestamente estamos en el Radial ...3 ... tres diez de Abejorral, cierto?"

Piloto: "Pero no tenemos ILS hermano, o sea Abejorral es tres diez?"

Copiloto: "Sí... pero estamos muy desviados entonces"

Piloto: "Vamos hacia Abejorral o qué?"

CAM (?): "Estamos sin navegación"
Piloto: "Es que no quiere entrar ni mierda hermano"
Copiloto: "Y el marcador dos seis cuatro?"
Ingeniero: "Tampoco entra"
Piloto: "Vamos para Abejorral y nos ubicamos allá hermano"
Copiloto: "Y Abejorral está identificado?"
Piloto: "Sí, Sí "
Copiloto: "Bueno entonces viraje a la derecha Abejorral"
Piloto: "Mira a dónde... mire como se está poniendo"
"Ahora Abejorral hermano"
"Vamos para Abejorral"

NOTAS.

- a. Hasta este punto, con una evidente falta de conciencia situacional y de falta de control absoluto de la navegación, de su posición y de las altitudes (entre 11.713 / 12.000 pies), los Pilotos no reaccionaron para tomar la acción inmediata de ascender, habiendo evitado así muy posiblemente, el impacto de la aeronave contra el terreno que se produjo segundos después.
- b. En los últimos segundos (15:05:26), el Copiloto inició un viraje por la derecha, para seguir la marcación estable es ese momento del radiofaro de AJL, alcanzando a volar 1'16", 5,7 millas náuticas, con una velocidad de 271 kt (GS), sin ascender, produciéndose el impacto de la aeronave contra el terreno a las 15:06:42, con rumbo 125.4° (VER-G desde 1.14 hasta 1.63), y a una elevación de 11.663 ft, según el Registrador de Vuelo.

1.18 Nuevas técnicas de investigación

A continuación se describe el estudio de Factores Humanos, el cual fue elaborado por el médico Psicólogo y dos Pilotos integrantes de la Comisión Investigadora, fundamentados en el Manual de Investigación de Accidentes de la OACI, parte III, Capítulo 9.

En términos generales, el comportamiento en cabina puede resumirse en:

- a) El Piloto soportó la conducción del vuelo en el Copiloto, en un altísimo porcentaje, más fue pobre su actuación como Comandante en el sentido de no hacer intervenciones decisivas, ni tomar determinaciones de comando claves para precisar posiciones ni estimados, tal como era mandatorio en la navegación con que se conducía el vuelo. Se nota además que en su intención de instruir, evaluar y hacer recomendaciones al Copiloto en varias ocasiones distrajo el trabajo de equipo en la cabina.
- b) El Copiloto con su limitada experiencia y en las condiciones difíciles en que se desarrollaba el vuelo, sumado a esto las preguntas y recomendaciones por parte del

Piloto, demostró tener conciencia del desarrollo del vuelo, pero denota sometimiento total en su posición de Segundo al Mando y esto le impidió ejercer un definido criterio que pudo ser valioso, como fue el no ser incisivo en su control de tiempo al TOD, configurar prematuramente el avión para la aproximación e incluirse en la inducción del error sobre un supuesto Abejorral y automáticamente (todos), iniciar el patrón de descenso, que fue el inicio del total descontrol con el conocido desenlace.

- c) El Ingeniero de Vuelo se limitó a desempeñar las funciones como tal en la cabina, mas se aprecia que no tenía seguimiento alguno del desarrollo del vuelo en cuanto a navegación se refiere.
- d) La Auxiliar de vuelo que irrumpe en la cabina, con la mejor intención de atender a los tripulantes, sin proponérselo contribuye a una distracción del vuelo, que influyó en trasladar el trabajo en cabina a un tema secundario, tiempo este que era mandatorio ser utilizado al correcto control y desarrollo del vuelo.

Las pruebas recopiladas por el grupo de Factores Humanos indican que efectivamente, durante el desarrollo del vuelo existieron factores en el triángulo: Hombre - Máquina - Medio Ambiente, que pudieron configurar la llamada cadena de error.

En el sistema enunciado el papel fundamental lo desempeña el 'hombre'; ya que el trabajo de pilotaje de una aeronave es catalogado básicamente como una actividad mental, que requiere de un alto nivel funcional en los procesos cognoscitivos y de una óptima estabilidad emocional.

Dentro del contexto de la cadena de error de este accidente, existe evidencia de la presencia de los siguientes elementos:

1. Ambigüedad: en el análisis de la transcripción del Registrador de Voz es evidente el hecho de la falta de precisión del Comandante de la aeronave para determinar su situación geográfica.
2. Fijación o Preocupación: factores como condiciones meteorológicas de mal tiempo, gasto de combustible versus disponibilidad del mismo, recepción inadecuada de las radio ayudas disponibles, constituyen sin duda factores causales de preocupación en la tripulación.
3. Nadie volando el avión: atribuible a la falta de liderazgo en los momentos críticos de vuelo, demostrado por el Comandante. Este se limitó a formular interrogantes y acertijos al Copiloto, sin que al parecer fueran resueltos oportuna y adecuadamente.
4. Dudas sin resolver oportunamente.
5. Fallas para alcanzar objetivos.

Además de lo anterior, en las grabaciones del Registrador de Voz se registran una serie de silbidos en forma intermitente, lo cual puede interpretarse como una negación a la situación que se estaba presentando y exteriorizando una falsa sensación de seguridad que conllevó a un bloqueo en la toma de decisiones, reaccionando en forma tardía.

En lo referente al Controlador del centro de Bogotá, puede comentarse lo siguiente: En su consideración de ordenar alturas de separación entre tráficos convergentes y por no tener referencia precisa de la posición permanente de las aeronaves, optó por ampliar los

márgenes de seguridad y ordenó al SAM 501 descender prematuramente, pero no tuvo en cuenta que una vez cumplida la restricción de 27.000 pies y de haber tenido riguroso control en los tiempos estimados, hubiera sido más seguro y conservador el asignar un nivel superior a 16.000 pies al SAM 501, por un tiempo prudencial hasta transferirlo a MDE basado no solamente en la altura sino en la distancia. Es lógico, que si aeronave, por ejemplo, hubiese estado a un nivel apto para recibir marcaciones VOR-DME de BOG, tanto para el control recibir reportes de distancia del SAM 501, como para la aeronave utilizar radiales y marcaciones de millas del VOR de Bogotá, las deficiencias normales de los ADF se habrían minimizado con la utilización del VOR.

Se aprecia también que el trabajo del Controlador fue más mecanizado u operacional de costumbre quede vigilancia para ser soporte al acercamiento del vuelo 501 a RNG y se limitó solo a efectuar la separación de los tráficos más no a su desplazamiento.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

2.0 ANÁLISIS

2.1 Actuación y desempeño de la tripulación

De acuerdo con los análisis efectuados a los grabadores de voz y de vuelo, y elaborado el perfil de vuelo para el SAM 501 el día 19 de mayo de 1993, se pudo verificar que el desarrollo, operación y cumplimiento del mismo, se efectuó y ejecutó dentro de los siguientes parámetros y características:

- El Comandante de la aeronave asumió en su totalidad el control de las comunicaciones, las cuales se llevaron a cabo en condiciones normales en cuanto hace referencia al uso de la fraseología y contestación a las llamadas de las agencias de tránsito aéreo: así mismo delegó a su Copiloto el control de los comandos de la aeronave y conducción misma del vuelo, sin ejercer la supervisión necesaria y el estricto cumplimiento a lo programado dentro del plan de vuelo; además las labores de cabina estuvieron limitadas a comentarios esporádicos de aspectos relacionados con el comportamiento de velocidades y procedimientos, pero la mayor parte del tiempo del vuelo estaba dedicado a cuestionamientos y acertijos por parte del Comandante, sin ofrecer a su Copiloto recomendaciones o acciones precisas en los procedimientos a seguir durante el vuelo, demostrando una actitud autosuficiente y olvidándose por completo del trabajo en equipo, esta situación condujo a un total descontrol sobre la navegación, notificación de posiciones y estimados para los mismos.
- La labor del Ingeniero de Vuelo se limitó única y exclusivamente a cumplir funciones propias de su posición y sus pocas intervenciones estaban dirigidas a hacer comentarios a las condiciones meteorológicas y al consumo de combustible. La actuación anterior permite establecer en forma amplia y suficiente, que el desempeño de la tripulación no estuvo ajustado a lo previsto dentro del plan de vuelo, ni al comportamiento operacional que normalmente se debe realizar en la cabina para garantizar al máximo la seguridad de vuelo, situación que estuvo confrontada con el desarrollo y forma con que se cumplió el referido vuelo, fundamentados en los siguientes hechos:
- Durante las fases de rodaje, despegue, ascenso y crucero no se conocieron reportes de carácter técnico o situaciones de emergencia que afectaran la seguridad de la aeronave o que hubieran afectado el normal juicio de la tripulación.
- Posterior al despegue y durante la fase de ascenso después de 16 minutos de vuelo, en condiciones meteorológicas adversas, los tres (3) tripulantes se dedican a tomar el almuerzo y a emitir comentarios acerca de la clase y calidad de los alimentos, durante un tiempo de 10 minutos; además en varias ocasiones del vuelo el Comandante y el Copiloto inician una serie de cuestionamientos, acertijos y preguntas, sin que las mismas ofrezcan instrucciones precisas a seguir durante el vuelo, sin duda este comportamiento, proporciona distracciones al control y seguimiento de la navegación.
- Por razones de la desviación inicial como consecuencia del mal tiempo en la ruta, volaron paralelos a la aerovía UA-317, incluyendo el paso por la posición ASAPA, el

cual fue reportado al Control Panamá a las 14:42:05 HL, pero que realmente este cruce se hizo lateral a dicha posición a las 14:42:20 HL, desplazados 10 N:M aproximadamente a nivel 330; en este caso se omitió informar al Control la desviación que tenía en la ruta, en la posición ASAPA esta situación fue aceptada como normal por parte de la tripulación, quienes no hacen comentarios de ninguna índole al respecto, olvidando los ajustes y estimados propuestos en el plan de vuelo inicial.

A las 14:42:34 la tripulación (RDO-1) reporta posición ASAPA a Control Bogotá, nivelado 33.0, identificando 2400, Abejorral para las 06 de la próxima hora y durante el resto del vuelo no aparece comentario alguno de dicho "estimado", que demostrara haberlo tenido en cuenta para el seguimiento de su plan de vuelo. Control Bogotá no le informa nada respecto al código 2400 que el SAM 501 le reporta "identificado", ni tampoco le informa sobre contacto Radar, pues este sistema salió del servicio según consta en el NOTAM C-315, C-316, C-0030 sin que la tripulación se percatara del contacto de radar, ni solicitara aclaración a este respecto, considerándose por parte del control que esta información era plenamente conocida y aceptada por las tripulaciones.

- Desde la posición ASAPA, vuela con rumbo 128° continuando paralelo a la aerovía, nivelado a 33.0 durante 6'40", recorriendo 50.7 NM
- En razón de tráfico contrario (vuelo 502 de SAM, Bogotá, San Andrés), Control Bogotá autoriza al SAM 501 abandonar nivel 33.0, diez (10) minutos antes de la hora programada en el plan de vuelo original (14:59:00 HL) para el TOD, lo que cumple inmediatamente el SAM 501, sin pedir aclaración al Control de la causa para tal descenso anticipado, lo cual les hubiera permitido reajustar y/o modificar su plan de vuelo (con nuevo TOD, régimen de descenso para una mayor distancia, alturas y tiempos estimados etc.).

Desde ese momento (descenso prematuro), se inicia por parte de la tripulación la búsqueda de marcaciones del VOR de Pereira, y el Radiofaro de Quibdó, con el objeto, seguramente, de determinar la posición de KOTIN. Esta posición se localiza de acuerdo con el NOTAM que estaba publicado para la fecha, con el QDR 308 de AJL y QDM 091° de ALE. En este punto la tripulación no logra establecer la posición KOTIN ni la ubicación real en la que se encontraba según el Registrador de Datos.

- Las notificaciones para la posición KOTIN se desarrollaron en dos ocasiones, la primera se realiza cuando cruza nivel de vuelo 270 en descenso e informa "próximo a KOTIN" cuando realmente se encontraba a 38,5 NM de esa posición y el segundo reporte cuando realmente estaba a 20.5 NM de la posición.

La tripulación en ningún momento identificó, ni reportó el cruce exacto sobre esta posición, posiblemente por el descontrol que se tenía en la navegación desde la posición ASAPA, por los desvíos y las condiciones meteorológicas desfavorables en que se encontraba. Además, se pudo establecer que la referida posición KOTIN, no aparece registrada en el Plan de Vuelo utilizado por la Empresa SAM para el trayecto Panamá - Rionegro a pesar de que figura publicado en el Manual ATS como punto de notificación obligatorio.

A petición de Control Bogotá la tripulación reporta distancia DME 180 millas de Bogotá (14:52:37); al Controlador le sirvió esta distancia para efectuar la separación anticipada con

el tráfico contrario (SAM 502), distancia que ha debido servirle positivamente a la tripulación del vuelo 501 para reubicarse y sacar la distancia y tiempo que le faltaba para llegar a Abejorral, conociendo la distancia que hay entre el VOR de BOG y AJL, así:

Distancia reportada por el SAM 501	180 NM
Distancia DME del VOR BOG a Abejorral	86 NM
Distancia por volar	94 NM
Con velocidad promedio 406 kt GS, tiempo por volar	13' 53"

Para comprobar que el estimado a Abejorral hecho por la tripulación desde el principio se debía mantener, se hace el siguiente análisis:

Hora de cruce por ASAPA	14:42:20
Tiempo de vuelo a nivel 33.0	06:40
Tiempo de descenso hasta reporte de 180 NM	03:20
SUMA	14:52:20
Tiempo por volar (desde reporte 180 NM)	13:53
Hora estimada llegar a Abejorral	15:06:13

El promedio que un avión B-727 normalmente avanza en descenso, es de 7 millas náuticas por minuto; en el presente caso le faltaban 94 NM para llegar a Abejorral, de manera que el tiempo muy aproximado de vuelo para llegar a esa posición, era de 14 minutos ($94/7=14'$), que finalmente da un estimado de llegada a Abejorral para las 15:06, tal como se ha explicado anteriormente.

La falta de atención y observancia del Plan de Vuelo, se refleja cuando el Copiloto a las 14:55:59 HL, recuerda al Comandante estar acercándose al "tope del descenso", el cual estaba programado para las 14:59:00 HL, pero que fue anticipado en más de 10 minutos por el Control, razón está más que suficiente para que hubieran revisado los estimados, distancias y específicamente el estimado para Abejorral; esta información tampoco fue tenida en cuenta, ni valorada por la tripulación.

Es conveniente comentar que los pilotos durante la última porción del descenso hacia los 16.000 pies y nivelados a esta altura durante 2'52" configuran el avión (pronunciada rata de descenso y continua desaceleración) demostrando con esto estar programando y preparando el avión para iniciar el Holding sobre Abejorral, sin considerar la hora estimada y vigente que habían enunciado inicialmente (15:06).

Por "caída" de las agujas de los ADF(s), debido a las condiciones desfavorables meteorológicas y del terreno, en la supuesta posición de Abejorral, la tripulación inicia un patrón de sostenimiento en descenso sobre la zona mencionada. Nuevamente ignoran su estimado de las 15:06 para Abejorral. A partir de este momento y en el descenso de 16.000 pies hasta 12.000 pies, se presenta una acentuada confusión por las marcaciones que no reciben; sin embargo, a las 15:04:52 HL se obtiene señal correcta del NDB en el radial 310° que los ha debido llevar a corregir su posición e informar al Control.

La tripulación debido a su estado anímico por pérdida total de navegación, por el mal tiempo y sus dudas sobre la posición geográfica, no aplicó ningún correctivo de emergencia, como pudiera haber sido el de ascender en forma inmediata, revisar el estimado real y ubicarse en Abejorral, o en su defecto, proceder al aeródromo alterno. Reflejando, por la situación anteriormente descrita, una total confusión y descontrol en la cabina; y la única determinación positiva que se tomó, se hace segundos antes del impacto, cuando el Piloto dice: *"echemos para arriba"*, luego se produce el accidente a las 15:06:42 HL a una elevación de 11.663 pies.

El anterior análisis, permite establecer, qué, desde el punto de vista técnico operacional, la actuación y desempeño del Piloto y en general de la tripulación estuvo por fuera de los parámetros normales para una operación segura, notándose una gran inseguridad, falta de planeamiento en vuelo, verificación de estimados, reportes obligatorios, que generaron acciones equivocadas; además el recurso humano de que disponía no fue bien aprovechado o estaba saturado de funciones, notándose incluso distracciones entre los tripulantes, los cuales estaban dirigidos a cuestionamientos y acertijos que unidos a las condiciones de mal tiempo en ruta, pudieron desviar la atención y la concentración adecuada a la operación, que los condujo a un caos operacional y descuido total de la navegación.

2.2 Actuación y desempeño de los controladores

El ambiente de trabajo dentro de las dependencias era adecuado en cuanto a calefacción, ventilación, luz ambiental y respeto profesional con los compañeros. Sin embargo, había incomodidad, debido al hecho temporal de tener demasiado personal laborando en el recinto de la torre de control del José María Córdoba y pendientes del traslado a la nueva sala de radar, donde funcionaria aproximación Medellín.

Según datos obtenidos por la oficina competente, se pudo establecer que el personal de controladores reunía los requisitos técnicos para el desempeño de las funciones, por cuanto la capacitación, entrenamiento y licencias, los habilitaban para ejercer el cargo; con relación al centro de aproximación Medellín se verificó que la posición era atendida por un funcionario que estaba habilitándose en dicha posición, trabajo que era controlado y supervisado por un funcionario de más experiencia. Sin embargo, quedó plenamente establecido que el referido operario contaba con una experiencia como Controlador de instrumentos de tres (3) años en la aproximación, labor que llevó a cabo en el aeropuerto de Cartagena.

Revisados los turnos de trabajo del personal de controladores del aeropuerto José María Córdoba en la posición de aproximación se estableció que el supervisor laboró en jornada de doce (12) horas, los días 12 - 13 - 14 y 18 de mayo y el que se encontraba en habilitación laboró en jornada doble el día 18 de mayo, situación que de una forma u otra puede afectar el normal desempeño del desarrollo de las funciones por cansancio y fatiga, alteración de los niveles de atención específicamente en el supervisor quién, como se dijo anteriormente, laboró durante cuatro días jornadas de doce (12) horas.

Con relación al volumen de trabajo de esta posición en el aeropuerto José María Córdoba, para el día y horas de los hechos quedó establecido que era normal y la única aeronave en

plan de vuelo por instrumentos que se encontraba en el área fue el SAM 501. Por lo tanto el Controlador en ese momento no estuvo sometido a cargas excesivas de trabajo.

2.3 Análisis de Expertos de OACI sobre actuación de los controladores, año 2002.

Para analizar la actuación de los Controladores de Tránsito Aéreo es preciso tomar como referencia cuales son los objetivos del servicio prestado por este Personal. En el Anexo 11 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), Capítulo 2 se expresa:

“Los objetivos de los Servicios de Tránsito Aéreo serán:

- a) Prevenir colisiones entre aeronaves.*
- b) Prevenir colisiones entre aeronaves en el área de maniobras y entre esas y los obstáculos que haya en dicha área.*
- c) Acelerar y mantener ordenadamente el movimiento del tránsito aéreo.*
- d) Asesorar y proporcionar información útil para la marcha segura y eficaz de los vuelos.*
- e) Notificar a los organismos pertinentes respecto a las aeronaves que necesitan ayuda de búsqueda y salvamento, y auxiliar a dichos organismos según sea necesario”.*

Tomando como referencia los objetivos anteriormente señalados, se analizan las acciones de los Controladores de tránsito aéreo tanto del Centro de Control de Bogotá como del Control de Aproximación Medellín.

2.3.1 Acciones del ACC Bogotá para el control del vuelo SAM 501.

La primera comunicación del SAM 501 con el ACC de Bogotá se realizó a las 14:42:34. La aeronave reportó entonces en la posición ASAPA, nivelada a FL330 y estimando sobrevolar el NDB Abejorral a las 15:06. Siendo las 14:46:18 el ACC Bogotá solicitó al SAM, que notificara cuando tuviese lectura DMR de Bogotá. Esta solicitud estuvo motivada por la existencia de otro vuelo operando en la ruta W-36 en sentido contrario al SAM501; evidentemente el Controlador de Bogotá deseaba hacer descender al SAM 501, ubicándolo en un nivel inferior antes de que estuviera demasiado cerca del tráfico existente en la W-36. Esta acción permitiría, posteriormente, continuar descendiendo sin limitaciones al SAM 501 para que iniciara su aproximación al Aeropuerto de Rionegro, desde el NDB de Abejorral. Solamente 20 segundos después, el ACC de Bogotá instruyó al SAM 501 para descenso a FL210 con indicación de cruzar posición KOTIN a FL270 o inferior.

A las 14:51:42 el SAM 501 informó que estaba dejando libre FL270 y próximo a KOTIN; no obstante, siendo las 14:52:37, a requerimiento del Control Bogotá, la tripulación informó que se encontraban a 180 millas DME del VOR de Bogotá. Esta lectura ubicaba al vuelo en la posición ASTOR, aproximadamente a unas 33 millas antes de KOTIN. Sin embargo, todo parece indicar que la tripulación no utilizó esta referencia para ubicar su posición, sino que solamente estaba respondiendo a una solicitud adicional del Control Bogotá; al mismo tiempo el Controlador de Bogotá estaba atento a la lectura DME del SAM 501 para mantenerlo debidamente separado de la aeronave que estaba volando en la ruta W-3, y no pretendía conocer cuál era la posición del SAM 501 con respecto a los puntos de notificación en ruta. Teniendo en consideración que el Servicio de Control de Tránsito Aéreo de Control (tanto el ACC de Bogotá como el Control de Aproximación de Medellín)

no disponían de RADAR para la vigilancia de los vuelos, la comparación de distancias DME obtenidas de las tripulaciones constituía un elemento muy importante para alcanzar su objetivo de prevenir colisiones entre aeronaves. Pero estas informaciones de lecturas DME, obtenidas desde las aeronaves en vuelo no se utilizan por el Servicio de Control de Tránsito Aéreo para prestar asistencia a la navegación. Tal asistencia solamente se suministra con el uso de RADAR a aquellas aeronaves identificadas que se desvíen significativamente de su ruta prevista o de su circuito de espera designado.

2.3.2 Acciones del ACC de Bogotá para la transferencia de la responsabilidad del control.

Para analizar estas acciones se toma como referencia lo indicado en el numeral 3.6.2.2 del Anexo 11 de la OACI, que indica:

"La dependencia de control transferidora comunicara a la dependencia de control aceptante las partes apropiadas del plan de vuelo actualizado, así como toda información de control pertinente a la transferencia solicitada"

El Centro de Control Bogotá comunicó al Control de Aproximación Medellín la hora estimada del SAM 501 sobre el NDB de Abejorral (14:56) así como el nivel de vuelo, aunque no emitió información sobre el desvío que había autorizado a solicitud de la tripulación por condiciones meteorológicas adversas en la ruta, ni advirtió al Control de Medellín, al recibir la notificación de la tripulación, que el vuelo estaba adelantado 4 minutos con respecto a la información transmitida originalmente; no obstante, esta situación no implicaba un problema para el ejercicio del control del tránsito aéreo, ya que la única aeronave operando bajo plan de vuelo IFR, dentro de la zona de responsabilidad del Control Medellín, era el SAM 501 .

2.3.3 Acciones del Control Aproximación Medellín para el control del vuelo SAM 1501.

El Control de Aproximación Medellín recibió la primera información del progreso del vuelo SAM 501 desde el ACC Bogotá. Dicha información indicaba que el vuelo estimaba pasar sobre el NDB de Abejorral a las 20:06 y que estaría a FL210. En las fajas de progreso de vuelo de Medellín se aprecia que el Controlador fijó la hora estimada al punto de notificación KOTIN para las 19:56.

Siendo las 14:53:52 el vuelo SAM 501 reportó al Control Medellín que se encontraba "próximo a KOTIN" y nivelado a FL210. Según las anotaciones hechas en las fajas de progreso de vuelo, el Controlador consideró inminente el cruce de KOTIN y anotó la hora sobre KOTIN 14:54, dos minutos antes de hora calculada. La tripulación no efectuó el reporte de posición en correspondencia con lo establecido en el Anexo 11 de la OACI, según el cual debe comunicar nombre del punto, hora sobre el mismo, nivel de vuelo y hora estimada sobre el próximo punto de notificación; el Control Medellín tampoco le exigió que así lo hiciera y para el Controlador esto no era necesario, ya que era la única aeronave bajo control y por tanto estaba libre de conflicto. El Control Medellín le autorizó descenso para FL160, y le pidió que reportara pasando NDB de Abejorral.

Según los elementos mostrados anteriormente el vuelo SAM 501 estaba adelantado dos minutos, y en tal circunstancia, el cruce sobre Abejorral debería esperarse para las 20:04. A las 15:00:05 el SAM 501 reportó encontrarse sobre Abejorral, lo cual implicaba un adelanto de 4 minutos; sin embargo, a diferencia de KOTIN la posición de Abejorral está determinada por una radio ayuda para la navegación, y en tales circunstancias, la

notificación fue tomada como precisa por el Controlador de Medellín, a pesar de la diferencia de tiempo con relación a lo estimado.

En todo caso, el Controlador pudiera haber pedido a la tripulación una confirmación del reporte realizado, pero no se puede afirmar que la solicitud de confirmación hubiera cambiado el criterio de la tripulación.

De lo anteriormente analizado se desprende que los Servicios de Tránsito Aéreo no disponían de ninguna información que los indujera a pensar que la tripulación del vuelo SAM 501 estaba desorientada o cometiendo errores graves de navegación. Los Controladores de tránsito aéreo, tanto del Centro de Bogotá como del Control de Aproximación de Medellín, actuaron en cumplimiento de los objetivos indicados en el Anexo 11 de la OACI y no existen elementos para considerar su actuación como una causa probable o contribuyente del accidente.

2.4 Ayudas a la navegación

Los NOTAM Clase C-315 - 316 y 0030 de febrero de 1992, informan del retiro del radar de ruta LP-23 primario (SPR) y Secundario (SSR) único operable en esa fecha en el país, publicaciones estas que a la fecha del accidente se encontraban vigentes.

El VOR/DME de Rionegro fue destruido entre el 4 y 5 de junio de 1992, inicialmente, y después un nuevo equipo que se instaló fue dinamitado el 5 de diciembre del mismo año, razón por la cual también dejó de operar el ATIS, puesto que esta información se envía a través del canal de voz de VOR.

El VOR de Pereira fue destruido por la guerrilla el 04 de diciembre de 1992 y después de su nueva instalación se dio al servicio en periodo de prueba mediante publicación NOTAM C-0357 el 8 de marzo 1993; después de un vuelo de calibración se dio al servicio en forma definitiva el 7 de abril del mismo año, según NOTAM C-0541.

En el momento en que la tripulación seleccionó la frecuencia del VOR de Pereira, no recibió información de marcación porque de acuerdo con el principio de propagación de ondas electromagnéticas, no es posible que en la intersección KOTIN la aeronave recibiera la señal de esta radio ayuda, ya que la frecuencia 112.9 MHz está en la gama VHF y se necesita visibilidad directa entre emisor y receptor para poder recibir la información, condición que no se cumplió en el caso, por la presencia de obstáculos laterales existentes entre el sistema VOR y la posición real de la aeronave.

Las radio ayudas instaladas y en servicio del tipo NDB (radiofaros no direccionales), disponibles en el área para el día del accidente, se encontraban en condiciones normales de operación y funcionamiento; además los monitores ubicados en la torre de control y en la sala técnica del aeropuerto José María Córdova de Rionegro, indicaron en forma ininterrumpida que la operación y funcionamiento de las mismas estaban en condiciones normales.

Estas facilidades consisten básicamente de un equipo emisor duplicado de baja frecuencia y un sistema de antena radiante instalados en tierra. Las ondas de radio lanzadas al aire por este emisor con una potencia nominal específica son captadas por el receptor a bordo de las aeronaves, denominado ADF, son analizadas y por último presentadas en el indicador respectivo ubicado en la cabina de pilotos. Por tanto, con un equipo apropiado

instalado abordo, el Piloto puede determinar la marcación de la estación, o puede recalar hacia la estación. Su funcionamiento se basa en la determinación de la dirección de llegada de las ondas de radio emitidas por el transmisor NDB en tierra, cuya ubicación es conocida.

Si bien los NDB son radio ayudas para la navegación comparativamente económicas y relativamente simples de instalar y mantener, tienen no obstante inconvenientes importantes; las marcaciones derivadas de los NDB no son muy exactas y los rayos, la precipitación estática, etc., producen oscilaciones intermitentes o que merecen poca confianza y, en consecuencia, producen marcaciones erróneas y/o grandes oscilaciones en las agujas del radiocompás.

En casos de tormenta, las oscilaciones pueden ser fuertes, pero en ningún caso la aguja del radiocompás ADF girará 180 grados quedándose estable como si la aeronave hubiera cruzado la estación. Esto se debe a que las descargas atmosféricas son temporales.

Del análisis de la información disponible, se desprende que las radio ayudas existentes funcionaron adecuadamente. No existieron evidencias que durante el día del accidente se hubieran registrado interrupciones de las radio ayudas utilizadas por la tripulación.

El Operador Aéreo y la tripulación tenían conocimiento que el VOR DME de Rionegro se encontraba fuera de servicio desde diciembre de 1992, y que por lo tanto no contaban con esa radio ayuda para la planificación de la navegación en ruta y la aproximación. Por lo tanto, no se puede considerar esta condición como una causa probable del accidente.

En cuanto a los equipos ADF que tenía instalados la aeronave, no ofrecían máxima garantía por el tipo de tecnología de los sistemas, considerando que la sintonía se hace en forma análoga por dial; esto demuestra la obsolescencia y por ende la baja confiabilidad en la marcación y que en determinado momento puede presentarse confusión y duda en cuanto a la selección de determinada estación.

Además, durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo de 1993, los reportes técnicos de estos equipos instalados en la aeronave, específicamente el ADF No. 2, se presentan en forma repetitiva y las correcciones llevadas a cabo no se ajustan a la periodicidad de la anotación, lo cual permite concluir que a estos equipos no se les dio el tratamiento técnico requerido hasta el punto de que el Copiloto a las 14:54:41 HL, en el momento en que están sintonizando diferentes radiofaros, le comenta "el ADF" no es muy confiable presentando dudas y confusión en cuanto a la operación se refiere.

Con fundamento en lo descrito anteriormente, y teniendo en cuenta las condiciones y características del equipo abordo (ADF), sumado al mal tiempo que se tenía en la ruta, las agujas presentaron una caída momentánea, probablemente de 180° que indujeron a la tripulación al "error" y creer que efectivamente habían cruzado la estación.

Lo cual creó una confusión en la cabina, sin que se tomaran decisiones al respecto hasta el punto de que se inician una serie de cambios de frecuencias de los ADF, ILS y marcadores, sintonizando por último el ADF de Abejorral. A las 15:04:11, el Piloto dijo: *"No entra hermano, estamos sin navegación"*, frase que se repite a las 15:05:17 HL y el Copiloto le comenta al Piloto a las 15:05:50 *"Más confiable el No. 2"*.

2.5 Condiciones meteorológicas

Efectuados los análisis de superficie, de altura, sinópticos, neofanálisis y fotos de satélite para el día 19 de mayo de 1993, en la ruta Tocumen - Rionegro entre las 13:00 HL y 15:00 HL, se determina que se presentaban particularidades definidas de mal tiempo por la presencia de cumulonimbos

Este tipo de nubes se caracteriza por un gran desarrollo vertical y dentro de los cuales es frecuente encontrar fuertes corrientes de aire, turbulencia severa, regiones con temperaturas muy inferiores a las de congelación, actividad eléctrica, chaparrones, ráfagas, granizo, errores altimétricos, marcaciones variadas y formación de hielo fuerte, dando lugar a una intensa actividad convectiva.

Con base en los datos del Registrador de Voz, se pudo apreciar que el vuelo SAM 501 estuvo sometido a intensas condiciones meteorológicas adversas, con las siguientes características:

La aeronave inicia su despegue en condiciones meteorológicas normales; durante el ascenso y después de volar 14'17" solicita al Control Panamá desviación al Sierra - Sierra, por la presencia de mal tiempo cuando sobrepasaba la altitud 25.665 pies, con rumbo 170°, durante un tiempo de 3 minutos, hasta pasar lateral la posición ASAPA con rumbo 115° desplazados 10 NM de la ruta, condición por la cual es necesario la aplicación de "Engine Anti-Ice" y del "Wing Anti-Ice".

Durante el vuelo a nivel 330 a las 14:44:08 HL y las 14:44:38 HL es necesario de nuevo aplicar el "Engine y Wing Anti-Ice"; a las 14:38:08 HL, el Piloto comenta *"Aquí hay una zona de mal tiempo, ¿no?"* y el Copiloto le contesta *"Entonces cómo lo hago?"*.

A las 14:46:19 HL el Copiloto comenta *"Mucho hielo y poco combustible"*; a las 14:51:56 HL el SAM se reporta con el Control y le dice *"Lo llamaré a través de dos cuatro cero, solicito desviación por mal tiempo"*; a las 14:56:59 HL, la tripulación comenta *"Está gris por acá"*; a las 14:57:24 HL se escucha un comentario no identificado en cabina *"No debes meterte nunca en una turbulencia como esta más de 30° de banqueo"*; a las 14:58:05 HL, el Piloto dice *"Todo el tiempo se encuentra en esta área hermano"* y continúa diciendo *"A ver cómo le sacamos el cuerpo a esto"*; en este momento se escucha en la grabación sonido de lluvia fuerte, similar al golpe del granizo sobre la superficie metálica.

A las 15:05:43 HL, el Piloto dice *"Mira... adonde, mire como se está poniendo Abejorral"*; y a las 15:06:06 HL, sobre la supuesta posición de Abejorral, el Piloto solicita al Control de Medellín *"¿Me quiere confirmar como se encuentra al tiempo en la estación?"*.

La situación descrita anteriormente, permite concluir que la información meteorológica suministrada durante el despacho, no fue debidamente conocida por la tripulación o, en su defecto, no fue la más completa, ni amplia, razón por la cual durante el desarrollo del vuelo se destaca una concentración permanente aplicada a efectuar correctivos con variaciones de rumbo para bordear el mal tiempo y que posiblemente tuvo efecto en el estado anímico de la tripulación y en el comportamiento dentro del desarrollo normal de la navegación.

2.6 Análisis presentado por International Safety Institute, año 2000

Con posterioridad a la publicación del Primer Informe Final, y a requerimiento de la Aeronáutica Civil, el International Safety Institute, ISI, entidad especializada en Seguridad Aérea, emitió un concepto sobre el Informe Final y sobre el accidente. El concepto completo se anexa al presente informe. A continuación se presentan algunos de sus apartes, resumidos.

1. Los accidentes tienen tres factores básicos como causas:

- Causas Inmediatas o Síntomas.
- Causas Básicas.
- Causas Subyacentes o Causa Raíz

A. Causas Inmediata o Síntomas: estos son generalmente evidentes en las acciones que la tripulación toma o deja de tomar. Mientras estos factores son importantes para el investigador del accidente, solo reflejan síntomas y no se dirigen a la raíz de la causa. La transcripción de Registrador de Voz es un registro de estos síntomas, pero se debe mirar en mayor profundidad mayor para entender por qué una tripulación toma o no toma acciones apropiadas.

En el caso del **SAM 501**, las causas inmediatas incluyen atención inapropiada, fallas para reconocer problemas, señales mal interpretadas, no anticiparse, planificación inadecuada, toma inadecuada de decisiones, comunicación inadecuada, falla para cumplir reglas generales, improvisar, solución inadecuada de problemas y pobre conciencia situacional

B. Causas Básicas: las causas básicas de un accidente intentan explicar, por lo menos en parte, las acciones descritas en la causa inmediata. En el caso del **SAM 501** el enfoque debe estar en el Capitán y en los factores motivadores que llevaron a las decisiones que él tomó o dejó de tomar. Estas decisiones no sólo afectaron sus decisiones y acciones sino también las de su tripulación.

C. Factores Subyacentes o Causa Raíz: la causa subyacente o raíz del accidente lleva al principio, en donde el error se introduce, y explica la conducta que sigue. Los factores subyacentes de la causa prepararon una Cadena de Error. En el numeral 6 se presenta en detalle la “cadena de error” ISI considera que la causa raíz del accidente del **SAM 501** fue la falla del Capitán para planear eficazmente, organizar, dirigir, y controlar el vuelo. Estas funciones básicas de dirección son responsabilidad del Capitán.

- a. Planeación: después de estar en el aire, el Capitán no elaboró un plan de vuelo, y tampoco elaboró un plan de contingencia cuando la situación cambió.
- b. Organización: el Capitán no organizó los recursos que tenía disponibles. Él tenía a su disposición la tripulación, ATC, mapas, y cartas y suficientes ayudas de navegación. Incluso, cuando enfrentó dificultades, él no usó estos recursos.

- c. Dirección: el Capitán no actuó como un líder para dirigir adecuadamente las acciones de la tripulación y asegurar un vuelo seguro.
 - d. Control: el Capitán no supervisó la situación ni las acciones de los demás miembros de la tripulación.
2. El informe oficial de la Aeronáutica Civil no es claro acerca de las Causas y Factores Contribuyentes. Hay numerosas discrepancias e inconsistencias en el informe. El informe del accidente debió haber enfocado la cadena de error que fue la causa raíz del fracaso de la tripulación para mantener conciencia situacional, y no los aspectos técnicos del equipo involucrado. Este accidente es un caso claro de error del Piloto.
- El uso de las habilidades básicas de Manejo de Recursos de Tripulación (CRM) por parte de la tripulación habría prevenido el accidente fácilmente. El CRM se discute en detalle en apéndice 2. Los interesados en el caso se deben enfocar en la conciencia situacional de la tripulación y en los factores humanos que causaron el accidente.
3. La Conciencia Situacional es la habilidad del Capitán / Tripulación para identificar, procesar y comprender los elementos críticos de información sobre lo que le está ocurriendo a la tripulación de vuelo durante un periodo específico. Más simplemente, es saber qué está pasando alrededor de usted todo el tiempo. Es responsabilidad final del Capitán mantener la conciencia situacional. Para lograr esto el Capitán debe usar todos los recursos disponibles; por ejemplo: opiniones de la tripulación, información del ATC, ayudas de navegación, NOTAMS, cartas, automatización, etc., Para lograr esto, una tripulación debe buscar claves que indiquen la pérdida de conciencia situacional para determinar si se requieren acciones correctivas. Mientras que cualquier indicio por sí solo puede no ser importante, un gran número de indicios debe motivar a la tripulación a tomar acción para remediar la situación. Una discusión completa sobre Conciencia Situacional se cubre en apéndice 3.
4. El Vuelo Controlado hacia el Terreno (CFIT), es el evento que puede ocurrir cuando se pierde conciencia situacional y un avión en condiciones de aeronavegabilidad, bajo el mando de un piloto calificado, es volado contra el terreno (o agua u obstáculos) sin conciencia por parte del piloto / tripulación de que hay un desastre inminente.
5. International Safety Institute efectuó una revisión de los resultados del informe oficial del accidente y cree que las causas probables del accidente, tal como se desprende de la investigación oficial, no se dirigen adecuadamente a la verdadera causa raíz de del accidente. ISI analizó cada una de las causas presentadas en el informe oficial de la Aeronáutica Civil e hizo comentarios sobre ellas. se presenta a continuación seguido por mis comentarios. Este análisis se presenta en la siguiente tabla:

Resultados del Informe de Accidente	Comentarios ISI
Causa A <i>"Las condiciones meteorológicas predominantes durante el vuelo, debido a la presencia de una intensa actividad convectiva ocasionó la falla de las agujas de ADFs, este falla</i>	Aunque las condiciones meteorológicas no eran ideales, eran adecuadas para un vuelo seguro. Los miembros de la tripulación enfrentan condiciones meteorológicas adversas regularmente, y son conscientes de sus efectos

<p><i>podría ser debido a la baja calidad de las radio ayudas de tierra y vuelo, confundiendo, sobre todo al Comandante que cometió errores en procedimientos de navegación, no guio la tripulación eficazmente, permitió que el copiloto controlara el vuelo en tales condiciones adversas, cuando él debió de haber tomado el mando del avión dada la situación crucial que estaban enfrentando. Finalmente la falta de reacción de la tripulación que no tomó una decisión adecuada y segura para ascender inmediatamente como una medida de emergencia."</i></p>	<p>en el equipo de navegación, sobre todo el ADF, y deben seguir un plan de contingencia para las interrupciones.</p> <p>Con el conocimiento de la tripulación sobre los problemas de recepción del ADF en este avión, debió haber sido evidente que podrían encontrar problemas en este vuelo.</p> <p>Una consideración en este sentido debió haber motivado a la tripulación a desarrollar un plan de acción para sortear la situación.</p>
<p>Causa B"</p> <p><i>"Los Controladores de Bogotá y Medellín no ejercieron un control positivo de la navegación del HK-2422-X al no verificar los informes de posición de los puntos obligatorios de reportar; igualmente, en la coordinación de transferencia, se omitieron partes apropiadas de plan del vuelo actualizado, y se olvidó notificar a la tripulación sobre los seis (6) minutos de diferencia para alcanzar la posición real de Abejorral."</i></p>	<p>La tripulación es finalmente responsable de saber la posición de su aeronave con respecto a las características del terreno así como las ayudas de navegación, etc. Esto se conoce como conciencia situacional. Las solicitudes de la tripulación para efectuar desviaciones del plan de vuelo, debido al tiempo atmosférico, eran normales y aceptadas por el ATC como acciones solicitadas por el Capitán para asegurar un vuelo seguro.</p> <p>El ATC no puede monitorear y supervisar la posición de cada avión o las decisiones tomadas por el Capitán. El ATC es finalmente responsable de la separación de la aeronave y debe confiar en gran medida en los informes de posición del piloto y en la valoración por parte del Capitán de la situación así como en su juicio profesional.</p>
<p>Causa C:</p> <p><i>"La no existencia de un VOR-DME en el Área de Control de Medellín, impidió a la tripulación dirigir una navegación con indicaciones y distancias casi exactas con respecto al aeropuerto del destino; esas ayudas, habrían permitido orientar la tripulación geográficamente."</i></p>	<p>La ausencia de VOR-DME en el Área de Control de Medellín se relaciona con condiciones bajo las cuales el vuelo fue dirigido y no refleja un factor de causa primaria del accidente. La información "fuera de servicio" estuvo disponible para la tripulación y ellos no la consideraron importante o necesaria para la conducción de un vuelo seguro.</p> <p>En tanto que equipo adicional de navegación en tierra y en el avión pueden reducir la posibilidad de un accidente, las tripulaciones deben trabajar con lo que está disponible para determinar si el vuelo puede lograrse de manera segura. ISI considera que la tripulación del SAM 501 creyó que tenía suficientes recursos de navegación</p>

	para dirigir este vuelo de manera segura o ellos no lo habrían aceptado. Es importante señalar que la tripulación tenía suficientes ayudas de navegación para dirigir este vuelo legalmente y no las usó.
--	---

6. Cadena del error. El accidente del SAM 501 fue el resultado de una combinación de circunstancias y no de un solo factor. La cadena del error en este accidente puede verse como una serie de acciones tomadas por la tripulación que contribuyeron de manera principal al evento.

El accidente SAM 501 involucró una serie de tripulación - el avión - el ambiente causa, y puede verse como una serie de errores de juicio por parte de la tripulación. Los siguientes hechos reflejan la Cadena del Error del vuelo SAM 501:

Error No.	Tiempo Registrador de Voz	Descripción del error
1	14:47:40 - 14:47:46	La tripulación no usó el Mapa en ruta de Baja Altitud que tenía disponible.
2	14:48:38-1450:20	El Copiloto erróneamente informa su posición como a 55 millas náuticas (NM) del VOR / DME de Rionegro.
3	14:54:26-1455:48	Los comentarios del Copiloto, que él piensa que acaba de pasar Quibdó.
4	14:55:51-1459:49	La tripulación no ejecuta un briefing de aproximación para la aproximación anticipada.
5	14:59:55 - 1500:03	El Capitán comenta a la tripulación que están pasando Abejorral, informa su posición al ATC y el Copiloto empieza la aproximación ILS 36.
6	15:00:12-1502:43	La tripulación vuela la aproximación ILS 36 pero no tiene instrumentos de navegación para confirmar que están en conformidad con el perfil de la aproximación.
7	15:02:47-1504:36	El Capitán anuncia que Abejorral está identificada.
8	15:04:43-1505:28	El Capitán, confundido acerca de la posición de la aeronave, ordena al Copiloto un rumbo de 360 grados.
9	15:04:31	El Capitán ordena ir a Abejorral para orientarse.

Es importante entender los **principios** de una Cadena del Error para comprender mejor las decisiones que tomó la tripulación del vuelo SAM 501. En este accidente ISI visualizó los siguientes principios:

- a. **Los criterios pobres generalmente siguen uno al otro:** un criterio pobre aumenta la probabilidad de que otro le siga. Los criterios se basan en información que los miembros de la tripulación tienen sobre ellos, la aeronave y el medio ambiente. Cuando los miembros de la tripulación ejercen un criterio pobre, normalmente no son conscientes de esto y se calman en un falso sentido de seguridad. Este falso sentido de seguridad aumenta la oportunidad de que el patrón de criterios pobres continúe. En el caso de la tripulación del **SAM 501**, la decisión de adivinar su posición siguió a su decisión de no usar la carta.

- b. **La información falsa aumenta conforme la cadena del error crece:** cuando se tiene un criterio pobre, este aumenta la posibilidad de información falsa. Esta información falsa influye en las decisiones subsiguientes de los miembros de la tripulación. En el caso de la tripulación del **SAM 501**, el fracaso de la tripulación para referirse a la carta no le permitió confirmar su posición real. Esta información falsa y la falta de preocupación los llevaron a suponer cuando dieron su reporte de posición.
- c. **Las alternativas seguras disminuyen conforme la cadena del error crece:** Conforme la cadena del error crece, las alternativas para vuelo seguro disminuyen. Si un piloto considera sólo una alternativa, la opción para seleccionar otras alternativas puede perderse. En el caso de la tripulación del **SAM 501**, una vez la decisión de no consultar la carta fue tomada por el Capitán, la información de la carta nunca estuvo disponible para la tripulación.

2.7 Análisis presentado por Flight Safety Foundation, año 2005

Nuevamente, y ante las dudas planteadas en relación con el primer Informe Final de investigación del accidente, la Aeronáutica Civil acudió a la experticia de Flight Safety Foundation, FSF, para que se manifestara en relación con el accidente y sobre el Informe Final. El informe completo de FSF se anexa al presente informe. A continuación se presentan algunos de sus apartes.

2.7.1 Operaciones de Vuelo

a. Inicio del vuelo SAM 501 en Bogotá y vuelo a Panamá el 19 de mayo de 1993

El reporte de la UAEAC especifica que la tripulación cumplía con todos los requisitos técnicos y físicos, que la aeronave estaba certificada y que le habían sido efectuados todos los servicios de mantenimiento de acuerdo con los procedimientos autorizados, antes del despacho para este vuelo. Es aceptado, por lo tanto, que la tripulación contó con los descansos adecuados y se encontraba físicamente apta para sus labores, y que la aeronave no tenía asuntos mayores de mantenimiento.

Sin embargo, es de notar con cierta preocupación, que por un período de tres meses previos al accidente, incluyendo el día anterior al accidente, el receptor del ADF No. 2 había sido reportado en la bitácora en ocho ocasiones diferentes (principalmente por recepción débil) y que recibió acciones correctivas de mantenimiento. Sin embargo, ninguna de las acciones de mantenimiento parece haber corregido el problema.

Aún cuando los eventos específicos del vuelo desde su origen en Bogotá (BOG) y los subsecuentes segmentos hacia Rionegro (RNG) y Panamá (PTY) no tienen relación directa con la(s) causa(s) del accidente y no están incluidos en el reporte oficial de la UAEAC, dichos eventos tienen significado en lo referente a las observaciones de la tripulación de vuelo y el conocimiento y apreciación de las condiciones a lo largo de la ruta, particularmente en el área de Rionegro. Dichas observaciones debieron haber sido relevantes para la planeación previa y la conducción del vuelo de PTY a RNG.

En primer término, sus observaciones generales y el funcionamiento operativo de todas las radio ayudas que dan servicio al Aeropuerto José María Córdoba (RNG), las cuales incluyen

el NDB de Abejorral (AJL), el ILS (110.9), el LOM (244), el LMM (264) y el hecho de que el VOR-DME de RNG se encontraba fuera de servicio por NOTAM.

Si de hecho ellos usaron esas radio ayudas durante su aproximación y aterrizaje en RNG, debieron haber sido capaces de evaluar también las condiciones de operación de los receptores ADFs de la aeronave. Probablemente no tuvieron tormentas o interferencia eléctrica a esa hora del día, por lo que la operación de sus receptores de ADF pudo no haber sido relevante en ese momento, como lo fue para su operación posterior. De la misma forma, durante ese primer segmento, debieron haber tenido la oportunidad de observar o de reforzar que la distancia de BOG a AJL era aproximadamente 88 DME.

Además, debieron haberse dado cuenta de que el radar de Bogotá se encontraba fuera de servicio.

El reporte de la DAAC no especifica cuan frecuente o reciente esta tripulación pudo haber volado esta ruta anteriormente; sin embargo, el segmento de RNG a PTY también podría haberles proporcionado una oportunidad de familiarizarse o volver a familiarizarse con los fijos y las radio ayudas que comprenden esa ruta. Aunque ellos pudieron no haber tenido que utilizar ninguna de las radio ayudas o fijos periféricos tales como el NDB de Alejandría (ALE), los Fijos ASTOR y NENER durante este segmento de ida, pudieron o debieron haberlos referenciado en las cartas de navegación apropiadas y, por lo menos, debieron haber tomado conocimiento de la ubicación y la probable utilidad de esos puntos particulares.

Igualmente, durante el vuelo de RNG a PTY, la tripulación debió haber sido capaz de observar de primera mano, las condiciones meteorológicas actuales que se estaban desarrollando a lo largo de esta ruta de vuelo. El hecho de que menos de 90 minutos más tarde (después de la salida de PTY) ellos encontraran tormentas a lo largo de la ruta indica que lo más probable era que había formaciones de nubes de tipo cúmulos que estaban en desarrollo cuando ellos pasaron en ruta opuesta de RNG a PTY. De acuerdo con la información fotográfica del satélite para esta área y la información meteorológica reportada para el aeropuerto de Tocumen, se muestra que entre la hora de llegada y la de salida del vuelo de Panamá, las condiciones meteorológicas empeoraron con cumulonimbos, tormentas eléctricas y precipitación en la región.

Todos estos factores: los pronósticos y las observaciones de las condiciones meteorológicas deteriorándose a lo largo de la ruta y en el destino, la falta del VOR/DME en RNG y la existencia de solamente un NDB para balizar la aerovía y el fijo final del destino, debieron haber sido consideraciones importantes en la planeación para el vuelo de regreso.

b. Planeación previa al vuelo antes de la salida de Panamá

La amplitud exacta de la planeación de la tripulación para el segmento de ruta entre PTY y RNG no pudo ser determinado; sin embargo, se asentó en el Reporte de la UAEAC que la información meteorológica oficial elaborada en la oficina meteorológica de Panamá (la carpeta de vuelo) preparada para el SAM 501 y disponible en la Oficina de meteorología del aeropuerto de Tocumen, no fue solicitada por el despachador de la Aerolínea SAM asignado a este vuelo y, por lo tanto, no fue entregada a la tripulación.

En lugar de ello, de acuerdo con la declaración del despachador, la tripulación fue informada de las condiciones meteorológicas con información obtenida de las oficinas de American

Airlines. Los detalles de la información que finalmente le fue proporcionada a la tripulación no se mostraron en el Reporte de la DAAC, por lo tanto no fue posible determinar si la tripulación recibió un análisis meteorológico completo, incluyendo, fotografías del satélite, SIGMETS, vientos superiores, pronósticos terminales, etc.

Solamente se puede asumir que la oficina de American Airlines contaba con todos estos datos y que la mayoría o tal vez todos le fueron proporcionados a la tripulación. Sin embargo, entre las observaciones mostradas en la transcripción de la grabadora de voz (CVR) se puede advertir que la tripulación estaba un tanto sorprendida y no preparada para la intensidad del mal tiempo que estaban encontrando, particularmente en las últimas etapas del vuelo.

Sin contar con una copia del Manual de Operaciones de SAM, no se pudo determinar si la falta cometida por el despachador al no obtener la copia de la carpeta oficial de información del vuelo de la oficina meteorológica de Panamá y la aceptación de la tripulación de la información meteorológica proveniente de American Airlines fue debido a una falta de una política definida y de procedimiento publicado de la Aerolínea referente a los deberes de los despachadores en estaciones foráneas, o si se trató de una falta de ambos, la tripulación y el despachador, de apegarse a las políticas y procedimientos de la Aerolínea. En ambos casos, demuestra una falta de guía estricta y de estándares por parte de la compañía en esta importante área. Aún así, le corresponde, sin lugar a dudas al Capitán, asegurarse que cuenta con toda la información necesaria para la conducción segura de su vuelo.

Se consideró de la mayor importancia en esta revisión, lo inadecuado del plan de vuelo utilizado por la tripulación para este vuelo. La copia del plan de vuelo proporcionada para esta revisión parece tratarse de un formato pre impreso de la aerolínea. Este plan de vuelo pre impreso enlista PUNBA, ASAPA y AJL como los únicos puntos de notificación obligatoria para esta ruta. Un punto de notificación obligatoria muy importante denominado KOTIN, no fue incluido en el plan de vuelo. No fue posible determinar el por qué este Fijo no fue incluido en dicho plan de vuelo, puesto que se trata de un Punto de Notificación Obligatorio para esta ruta, tal como se establece en el Manual de ATS.

Aún cuando KOTIN no fue incluido en el formato de la compañía, sí debió haber sido considerado importante por el Capitán en su planeación de este segmento. Contando solamente con el NDB de AJL disponible como fijo para Rionegro y para definir la Aerovía (317-323) por lo menos la mitad de ese segmento, sin DME disponible en el destino y con el pronóstico de las condiciones meteorológicas deteriorándose en Rionegro, era de esperarse que el Capitán hubiera estado particularmente atento a la planeación y los estimados de los fijos de navegación a lo largo de la ruta.

De hecho, existe otro punto de reporte obligatorio en la Carta de Aproximación y Terminal de Rionegro, NENER, el cual se pudo haber incluido también en el plan de vuelo. Este fijo en conjunto con KOTIN, le hubiera proporcionado a la tripulación de vuelo un espectro mucho más amplio de planeación para el vuelo con los tiempos estimados requeridos en los puntos de reporte del ATC y, de esta manera, crear en ellos una necesidad de medir su posición actual, conforme se desarrollaba el progreso del vuelo a lo largo de la aerovía.

Aun cuando esos fijos no estaban en el plan de vuelo de la compañía, una planeación prudente y una conducta eficiente en cabina, le hubiesen dictado al Capitán que considerara

y anticipara la necesidad de incrementar su alerta y de tener precisión en la navegación de este segmento. Basado en la transcripción de la CVR, es obvio que no lo hizo.

Sin la información del Manual de Operaciones de Vuelo de la Compañía, no pudo determinarse cómo o por qué se generó este plan de vuelo inadecuado, ni por qué se usó en este vuelo. De la misma forma, no pudo determinarse qué entrenamiento la compañía proporcionó a sus tripulaciones con respecto a la planeación de vuelos y al uso de planes de vuelo. Además de la responsabilidad de la Aerolínea, se considera una falla seria por parte del Capitán el no haber puesto mayor cuidado en la preparación de este vuelo por todas las razones explicadas anteriormente.

c. Procedimientos de la tripulación de vuelo durante el segmento de Panamá a Rionegro

Aproximadamente 14 minutos después de la salida del Aeropuerto Internacional de Tocumen, mientras ascendían al FL330, solicitaron y les fue aprobada una desviación al Sur de la aerovía para evadir mal tiempo. Se desprende de la transcripción de la CVR que el vuelo ya estaba enfrentando nubosidad y condiciones adversas, y que la tripulación ya estaba utilizando el deshielo a motores y alas. Pocos minutos después, a las 14:34:52, una Auxiliar de Vuelo ingresó a la cabina con el almuerzo para la tripulación de vuelo. Por los siguientes 10 minutos la tripulación estuvo dedicada principalmente a ingerir el almuerzo y a discusiones concernientes a la comida. También es durante este período de 10 minutos (a las 14:39), que el Control de Panamá informa al Vuelo 501 que el servicio radar está terminado, y a las 14:42:34 el vuelo 501 reporta a Control Bogotá que se encuentran en ASAPA y estimando AJL a *"las 06 de la siguiente hora"* (15:06). Bogotá da acuse de recibo del estimado a AJL y notifica a la tripulación *"pendiente para menor"*. El vuelo 501 se encuentra en este punto al sur de la aerovía y volando paralelo cuando pasa a través de ASAPA.

Fuera del reporte sobre ASAPA y del estimado a AJL, en este período crítico no hay ningún comentario en la cabina relacionado con el desarrollo de la navegación o estimados para otros puntos de la ruta, o sobre contingencias, anticipando condiciones de mal tiempo en el destino, como debiera esperarse, considerando las condiciones adversas que ya estaban siendo experimentadas, así como el pronóstico de probables condiciones adversas en Rionegro.

A las 14:46:28, Control de Bogotá solicita al SAM 501 que avise recibiendo DME de Bogotá, y 20 segundos después, autoriza al vuelo: *"Cuando listo autorizado para descender a 210, cruce KOTIN a 270 o inferior"*. El vuelo 501 acusa recibo de esta autorización e informa que reportará dejando FL330.

A las 14:48:47, el Control de Bogotá autoriza al SAM 501 a abandonar *"ahora"* nivel FL330. El vuelo responde que están dejando FL330.

A las 14:51:52, el vuelo 501 notifica al Control de Bogotá que se encuentran descendiendo a través de FL270 y que se encuentran *"próximos a (a través) KOTIN"*

Es evidente que a partir del momento en que el vuelo fue autorizado a descender a FL210 y cruzar KOTIN a FL270 o menor (14:46:28) hasta el momento en que reportan a través KOTIN, la tripulación de vuelo estaba inmersa efectuando diversos intentos para identificar dicho fijo sin resultado satisfactorio.

En primer término, el Copiloto informa al Capitán que no tenía disponible la Carta de navegación de Baja Altitud, que la traía en el maletín. El Copiloto y el Capitán se involucran en un diálogo v.g. preguntas respuestas sobre la ubicación y distancia desde RNG a KOTIN, a lo cual el Copiloto estima que "55 de RNG" pero con VOR. Tratan de seleccionar el VOR de Pereira (PEI) y el NDB de Quibdó (UIB), ambos inadecuados para identificar KOTIN. De hecho el NOTAM vigente para este propósito (NOTAM II/C No.89-92) indica que el fijo está formado por el QDR 308 de AJL y el QDM 091 del NDB de Alejandría (ALE). Es por ello que cuando el SAM 501 reporta dejando FL270 y a través KOTIN, se encontraban realmente a 38 millas aproximadamente de esa posición. De hecho, la tripulación nunca estableció una referencia de radionavegación v.g. radial, QDM, QDR, con la cual identificar la posición KOTIN, y sin contar con un estimado para dicho fijo, simplemente supusieron estar "próximos a" esa posición.

Obviamente, la falta de KOTIN en el plan de vuelo y el tiempo estimado a ese punto de notificación obligatorio en su plan de vuelo, fue una omisión seria. Sin embargo, si al momento en que se les solicito cruzar KOTIN ellos hubieran calculado rápidamente un estimado de tiempo en ruta desde ASAPA a KOTIN, basado en su velocidad utilizada en ruta para el estimado a AJL, hubieran obtenido por lo menos, un medio más firme de referencia para confirmar su posición.

Una referencia más específica para su posición actual se les presentó a las 14:52:37, cuando, a solicitud del Control de Bogotá, el vuelo 501 reportó estar a 180 DME del VOR de BOG. Esta información debió haber sido extremadamente útil para la tripulación para calcular su distancia y tiempo hacia AJL, y a partir de ahí, re-orientarse con respecto a su presente posición. Para llevar a cabo esto, se hubieran tenido que referir a la Carta de Áreas Terminales Integradas (Carta No. 100) y restar 88 NM (la distancia de BOG a AJL) de 180 DME para obtener su distancia actual de AJL, que era 92 NM. Nuevamente, el haber consultado esta Carta, les hubiera indicado que se encontraban justo cerca de ASTOR, el cual se encuentra a 33 MN (alrededor de 4 minutos) del fijo KOTIN, posición que ellos reportaron que ya habían pasado. Estos cálculos les hubieran ratificado su estimado original a AJL (15:06) o aproximadamente 14 minutos de su actual posición.

Si bien dichos cálculos aparentan ser relativamente simples a primera vista, la situación actual de la tripulación de vuelo era un tanto diferente. El plan de vuelo estaba incompleto y no incluía KOTIN o ningún otro punto de notificación intermedio que ellos pudieran verificar, el Copiloto no tenía su carta de baja altitud disponible a la vista, se encontraban volando en condiciones de vuelo por instrumentos con turbulencia, y en este momento, basado en la transcripción de la CVR, estaban confundidos seleccionando radios para obtener una información de rumbo o radial para ubicar KOTIN. Por ello, aunque el reporte de "180 DME" pudo haberle proporcionado a la tripulación de vuelo una oportunidad para establecer con certeza su posición, la información pasó desapercibida sin ningún comentario o acción de su parte.

A las 1453:04, mientras el vuelo se encontraba descendiendo a FL210, el Control de Bogotá los instruyó a reportar AJL en la frecuencia de 125.1 (Control Medellín). A las 14:53:52, el SAM 501 reportó al Control Medellín que se encontraban nivelados a FL210 "*próximos a KOTIN*". Control Medellín entonces autorizó al SAM 501 a continuar su descenso a 16.000 pies y reportar pasando AJL en el tramo de salida y les informó que no habría demora en

su aproximación. Este fue el segundo reporte *"próximo a KOTIN"*, lo cual confirma que en este punto, la tripulación no se había dado cuenta de su posición exacta. El Capitán todavía le pregunta al primer oficial *"ya lo pasamos o no?"* y el Copiloto responde *"El ADF no es muy confiable"*.

Durante todo este tiempo, existe una marcada preocupación de la tripulación de vuelo por la falta de indicaciones confiables de sus radios de navegación y una creciente preocupación sobre su posición actual. El Copiloto comenta sobre los movimientos erráticos y la poca confiabilidad de las agujas del ADF y que se estaban acercando al *"tope del descenso"* (límite para el descenso estimado). En este punto, ellos no habían efectuado el "Briefing" de Aproximación, el cual normalmente ya debiera haber sido efectuado y bajo su situación presente, debió haber sido una prioridad crítica. El Capitán inició la lista de descenso y aproximación que fue llevada acabo de manera apresurada por el Ingeniero de Vuelo.

El Capitán nunca requirió el "briefing" de aproximación incluyendo el procedimiento de aproximación frustrada y las altitudes mínimas de sector y, como resultado, no fue llevado a cabo por la tripulación de vuelo. Hay referencias del Copiloto sobre el mal tiempo y turbulencia en el área y una declaración del Copiloto de que el DME (de BOG) no estaba trabajando. El Copiloto también demuestra creciente preocupación por la situación, y le pregunta al Capitán si deben mantenerse a 16.000 pies. Esta pregunta no fue respondida y continuaron el descenso.

A las 15:00:03, el SAM 501 reporta "posición Abejorral, diez y seis mil pies". Control Medellín responde *"Recibido, autorizado para aproximación ILS pista treinta y seis llame dejando uno seis mil y Abejorral uno dos mil en aproximación"*

Cuando el vuelo reporta pasando AJL a las 15:00:03, están seis minutos adelantados de su hora estimada 15:06, y en realidad se encuentran aproximadamente a 55 millas de esa radio ayuda. Es lamentable que de la tripulación de vuelo completa: el Capitán, el Copiloto y el Ingeniero de Vuelo, ninguno se diera cuenta de la hora estimada original para su fijo de destino, y que esta llegada anticipada pasara desapercibida, sin haberse notado. Esto es particularmente preocupante, en vista de los problemas que habían tenido para identificar diversas señales de radio en ruta, y de su declarada falta de confianza en la recepción del ADF.

Una conducta prudente en cabina y procedimientos básicos de navegación, le hubieran dictado a la tripulación de vuelo, especialmente al Capitán, que anteriormente ellos habían estimado esta posición, seis minutos después de la hora y que su llegada sobre AJL estaba ocurriendo seis minutos antes de ese estimado. Un nuevo intento por verificar o confirmar su posición en este momento, basado en su llegada anticipada, pudo haber sido su última oportunidad de recuperar la conciencia situacional y posiblemente, haber evitado el accidente.

Después de reportar "sobre Abejorral", el vuelo procedió a virar al sur, en el rumbo de salida de esta posición equivocada para entrar en el supuesto holding en su aproximación a la pista 36. El descenso es continuado a 14,000 pies y después a 12,000 pies virando hacia un rumbo de 360 grados. Durante este lapso, se intensifican los problemas para lograr identificar varias radio ayudas asociadas con la aproximación. Comentarios continuos en la CVR de las 15:03:07 a las 15:04:43 demuestran una total pérdida de control en la

navegación y falta de autoridad de comando por parte del Capitán. Los siguientes comentarios ocurren:

Capitán "Abejorral no está indicando nada"
Copiloto "Creo que está a la derecha"
Capitán "Imposible xxxxx mi hermano"
CAM? "Si es que en ese ciento diez punto nueve no está marcando nada"
Copiloto "No, espérate a ver...pero dime, dónde estamos?"
Capitán "Usted no sabe, estamos bien. Estamos abeam Abejorral. Lo estamos dejando cierto?"
Capitán "No descienda debajo de doce mil"
Copiloto "Ponme dos cuatro cuatro en el número uno"
Capitán "No entra hermano, estamos sin navegación"
Copiloto "No identifica ni nada?"
Capitán "No"
CAM? "Todo parece estar fuera"
Capitán "Pero para dónde...ponle rumbo... rumbo tres sesenta"

Como puede verse, durante este minuto y treinta y seis segundos, la tripulación de vuelo no puede recibir ninguna información de navegación confiable, han perdido completamente la conciencia situacional, y aparentemente hasta este momento no han reconocido el hecho de que están perdidos.

A las 15:04:53, el Copiloto comenta, *"Supuestamente estamos en el radial ...tres diez de Abejorral, cierto?"*. Treinta y siete segundos después a las 15:05:31, después de discutir la incapacidad de sintonizar el ILS o el marcador exterior, y finalmente reconociendo que la única referencia de navegación con que contaban era Abejorral en el ADF, el Capitán declara *"Vámonos para Abejorral y nos ubicamos allá hermano"*. En este punto, el vuelo aún mantiene 12,000 pies.

Aún en este momento, no hay reconocimiento de parte de la tripulación de vuelo de que están en una situación extremadamente mala y que el único curso de acción es ascender inmediatamente hacia su altitud mínima de ruta, MEA.

A las 15:06:31, el Ingeniero de Vuelo pregunta, *"Cual es la MEA aquí"*, El Copiloto responde *"El MEA para...sobre esta área son...doce mil"*. Cinco segundos después el Capitán declara, *"Estoy viendo esta vaina muy...bajita hermano" ... "echemos para arriba"*. El accidente ocurre cuatro segundos después.

Cabe hacer notar que la MEA para la ruta es 16,000 pies y que la Altitud mínima de sector ilustrada en la Carta de Aproximación para Rionegro es de 12,500 pies.

d. Resumen de Operaciones de Vuelo - FSF

Basado en lo anterior, se concluye que la falta de preparación adecuada para el vuelo de parte del Capitán, y los procedimientos de navegación poco satisfactorios que usó la tripulación, condujeron a la pérdida total de conciencia situacional en ruta y a un reporte equivocado del fijo de destino. A pesar de que la tripulación de vuelo no pudo identificar las radio ayudas y ubicar su posición durante la secuencia de aproximación en terreno montañoso y condiciones meteorológicas adversas, fallaron en reconocer lo peligroso de la situación y en tomar acción inmediata para ascender a una altitud de seguridad.

Las preparaciones previas al vuelo, los procedimientos de navegación, la aplicación de CRM y la presencia, autoridad y responsabilidad de comando del Capitán estuvieron muy por debajo del nivel que se espera de una tripulación de vuelo profesional y de una Aerolínea certificada.

2.7.2 Servicios de Tránsito Aéreo

Los Servicios de Control de Tránsito Aéreo proporcionados al SAM 501 durante el vuelo de Panamá a Rionegro fueron examinados en el marco de los procedimientos de control de tráfico aéreo aplicables, de las Normas y Métodos Recomendados internacionales de la industria aérea, así como del cuidado estándar que pudiera esperarse de un Controlador de tránsito aéreo profesional. Dentro de este marco de referencia, se revisaron y analizaron las transcripciones de las comunicaciones efectuadas entre varias facilidades de Control de Tránsito Aéreo: Control de Panamá, Control de Bogotá, Control y Aproximación de Medellín, y el SAM 501, así como cualquier otro tráfico relevante.

En este mismo contexto, se revisaron y analizaron los asuntos de tránsito aéreo y los hallazgos conforme fueron asentados en el Reporte de la UAAC. De esta revisión, destacan cinco asuntos principales de control de tránsito aéreo. Se enlistan en orden cronológico y de acuerdo al servicio de tránsito aéreo involucrado:

1. Servicio Radar Terminado
2. Autorización de descenso emitida al SAM 501 por el Control de Bogotá
3. SAM 501 reporta pasando KOTIN
4. SAM 501 reporta sobre Abejorral
5. Calidad de los Servicios de Tránsito Aéreo proporcionados por el Control de Aproximación de Medellín.

Discusión de Asuntos

a. Servicio Radar Terminado

A las 14:39 el SAM 501 llama a Control Panamá y notifica, *"Centro Panamá SAM 501 alcanza y mantiene tres tres cero, cruza ASAPA"*

Control Panamá responde, *"SAM 501 recibido, servicio radar terminado código dos cuatro cero cero Bogotá uno dos cinco punto uno"*

SAM 501, *"Dos cuatro cero cero, veinticinco uno Feliz día gracias"*

A las 14:42:34, el SAM 501 hace contacto con el Control Bogotá y notifica *"Gracias, posición ASAPA nivelado tres tres cero identificado dos cuatro cero cero, Abejorral para las 06 de la próxima hora"*

Control Bogotá responde *"Abejorral cero seis mantenga tres tres cero, está autorizado a Rionegro mantenga tres tres cero, atento para más abajo"*

Se hace una inferencia en el Reporte de la DAAC de que el Control Bogotá debió haber informado al SAM 501 que no estaba en contacto radar y están aparentemente adjudicando importancia a la parte del reporte del SAM 501 al Control Bogotá a las 14:42:34 donde el vuelo notifica *"...identificado dos cuatro cero cero..."*. Esta es una frase normal bajo dichas circunstancias e "identificado" es sinónimo del término "squawking" empleado por la FAA de los Estados Unidos de Norteamérica. El vuelo, habiendo sido informado previamente por el Control Panamá cuando lo transfirió a Bogotá *"...servicio radar terminado código dos cuatro cero cero..."*, hubiera ajustado su transponder como se solicitó (2400) y reportado este código a Bogotá. Esta es una función y fraseología normal cuando se transfiere de una facilidad de CTA a otra y no implica que se proporcionará servicio radar.

El término *"servicio radar terminado"* significa exactamente eso, y tal como se define en el Manual de Información Aeronáutica (AIM por sus siglas en inglés), es usado por el CTA para informar al piloto que a el/ella no se le proporcionará ninguno de los servicios que se pueden recibir cuando se encuentran en contacto radar. En vista del hecho que 24 segundos antes de su llamada a Bogotá, el vuelo fue informado que su servicio radar estaba terminado, el enunciado en el Reporte de la DAAC referente a que *"la tripulación no estaba consciente del contacto radar"* no es correcta.

Además, el sistema de radar de Bogotá estaba fuera de servicio por NOTAM (NOTAM C-315, C-316 y C-0030), un hecho que también debió haber sido conocido por la tripulación de vuelo. Por lo tanto, cualquier suposición de que el Control Bogotá debió haber informado a la tripulación que ya no contaban con servicios de radar, o que la tripulación no estaba consciente de que el servicio de radar estaba terminado, no es válida.

b. Autorización de descenso emitida al SAM 501 por el Control de Bogotá.

A las 14:42:44, Control Bogotá acusa recibo del contacto inicial del SAM 501 *"Abejorral cero seis, mantener tres tres cero, autorizado Rionegro mantenga tres tres cero, atento para más abajo"*. El vuelo acusó recibo de esta transmisión. En este momento, Control Bogotá ya estaba consciente de un tráfico en sentido opuesto, en conflicto, el vuelo SAM-502, que despegó de Bogotá en ruta a San Andrés ascendiendo a FL310, y estimando a través AJL a las 1459.

Cuatro minutos después, a las 14:46:48, Bogotá autoriza al vuelo 501 a descender a discreción del piloto, y mantener FL210, y cruzar la intersección KOTIN a o debajo de FL270. SAM 501 acusa recibida esta autorización.

Dos minutos después, a las 14:48:47, debido a que el vuelo todavía no había iniciado su descenso, Control Bogotá emite la autorización, *"Cinco cero uno abandone ahora nivel de vuelo tres tres cero"* Lo cual fue respondido por el vuelo, *"Deja libre tres tres cero SAM-501"*.

El Reporte de la DAAC en la sección 3.0 CONCLUSIONES, Resultados, 3.11 asienta:

"El ACC Bogotá autoriza al SAM 501 abandonar nivel 330, 10 minutos antes de lo programado en el plan de vuelo, con el fin de mantener separación con el vuelo 502 de la

misma Empresa que estaba en ruta BOGOTA-SAN ANDRES a nivel 310, con la restricción de cruzar intersección KOTIN a nivel 270 o inferior."

Es importante destacar que el SAM 501 se encontraba en ruta para aterrizar en Rionegro y que le fue emitida una autorización al momento que se consideró necesario para separarlo de un tráfico en sentido opuesto. Otro vuelo, SAM-502 se encontraba volando en la aerovía W-36 que se encuentra lateral, más no paralela a la aerovía del SAM 501, la UA-317. Las aeronaves estaban estimando cruzarse en la cercanía de NENER, una intersección localizada aproximadamente a la mitad entre Abejorral y KOTIN. En este punto, la separación entre aerovías es aproximadamente de 13 millas. Esta distancia no proporciona la adecuada y requerida separación lateral considerando las condiciones meteorológicas en el área y el hecho de que el SAM 501 se estaba desviando al sur de su curso.

Dichos factores, limitaron las opciones de separación que pudo haber aplicado el Controlador para separar a las aeronaves de acuerdo a la Separación "Mínima en Cursos Opuestos". Este mínimo es descrito en la FAA Order 7110.65, 6-4.3 Minima on Opposite Courses, "Separar aeronaves volando en cursos opuestos asignándoles diferentes altitudes consistentes con la separación vertical autorizada de 10 minutos antes hasta 10 minutos después de que éstas estimaron su cruce". El estimado del SAM-502 adyacente a NENER era a las 15:03, con lo cual se requería que el SAM 501 estuviera al menos mil pies debajo de esa aeronave 10 minutos antes de esa hora, que sería a las 14:53.

Debe destacarse también que el Límite de Descenso (TOD) estimado en el Plan de Vuelo, no se le proporciona a los Controladores. Ellos usualmente descienden a una aeronave que va a aterrizar en lo que ellos consideran una forma expedita, v.g. para cruzar un punto de "transferencia de control" a un sector de llegada, de aproximación o de torre de control.

Normalmente, la única otra ocasión en que un Controlador iniciará un descenso es si tiene tráfico en conflicto. En este caso, no solamente existía tráfico en conflicto sino que el SAM 501 pretendía aterrizar. Cualquier inferencia de que el ATC cometió un error al descender la aeronave antes de su TOO estimado en su plan de vuelo no es correcto. Las técnicas de separación en descenso utilizadas en esta instancia fueron en apego con los estándares y las directivas aplicables.

c. SAM 501 reporte pasando KOTIN, Procedimientos de Control Bogotá.

Hay varias referencias en el Reporte de la DAAC al manejo del SAM 501 por el Control Bogotá cuando el vuelo reporta próxima (través) KOTIN: (1) que ellos no verificaron la posición del SAM 501 cuando el vuelo reportó anticipadamente sobre KOTIN; (2) que ellos no le informaron al vuelo la diferencia entre la hora que el vuelo reportó pasando KOTIN y el estimado que tenía el CTA para su llegada; (3) que ellos no informaron al vuelo de su posición relativa cuando reportaron "180 DME" y (4) que ellos no le informaron a Control Medellín la información requerida con respecto a la posición y hora del vuelo sobre KOTIN.

A las 14:48:47, Control Bogotá autoriza al SAM 501 a dejar FL330 (por nivel FL210) habiendo instruido previamente al vuelo cruzar KOTIN a FL270 o inferior.

Aproximadamente tres minutos más tarde, a las 14:51:42, el SAM 501 reporta, "...deja libre dos siete cero próximo a KOTIN". El Controlador acusa recibido este reporte e instruye al vuelo a reportar cruzando FL240. El SAM 501 solicita entonces una desviación a la izquierda de la aerovía, la cual es autorizada por el Controlador.

Hay una aparente preocupación de parte del Controlador con respecto a la posición del SAM 501, por el reporte del vuelo próximo a KOTIN a las 14:51:42, que es cuatro minutos antes que el estimado hecho por el CTA (para la llegada a ese fijo) a las 14:56. Posterior a este reporte, el Controlador solicita al vuelo el DME de Bogotá. Se considera que al solicitar esta información del SAM 501, el Controlador se da a él mismo y también al piloto, la oportunidad de orientarse y ratificar su posición en la ruta.

A las 14:52:37 el SAM 501 reporta, *"Estamos ahora a 180 millas"*. Una vez que el Controlador recibió el reporte del DME, él esperaría y aceptaría como correcto, que la tripulación de vuelo ahora conocería la posición de su aeronave en la ruta de vuelo.

Cuando fue entrevistado, el Controlador declaró que él estimó a la aeronave entre 20 y 30 millas de la posición KOTIN cuando recibió el reporte de *"180 DME"* de BOG. La distancia real es de aproximadamente 35 millas. Un simple cálculo del tiempo que le hubiera tomado a la aeronave para volar esta distancia, basado en la velocidad verdadera del plan de vuelo de 475 kt, es de aproximadamente 4 minutos.

Aunque no estuvo disponible la transcripción del testimonio del Controlador para esta revisión, se esperaría que el Controlador hiciera estos cálculos y añadiera 4 minutos al reporte de 180 DME del vuelo a las 14:52:37. Este tiempo añadido, pondría entonces al SAM 501 sobre KOTIN a las 14:56:37, totalmente dentro de los parámetros del estimado original de CTA (14:56).

Es importante hacer notar que la intersección KOTIN se encuentra localizada en el límite lateral del espacio aéreo de Control Medellín. Control Medellín es responsable del control de todo tráfico aéreo desde 1.500 pies sobre el terreno (AGL) hasta el nivel FL235.

Por lo tanto, cuando a las 14:52:58, el vuelo SAM 501 reporta dejando FL240, colocando a la aeronave debajo del límite vertical del espacio aéreo del Control Medellín, el controlador de Bogotá se ve obligado a transferir las comunicaciones a Control Medellín. Este requerimiento está establecido en la FAA Order 7110.65, 2-1-17 Radio Communications Transfer, a. "Transferir las radiocomunicaciones antes de que una aeronave entre a la jurisdicción del controlador del área receptora ...".

Debido a que el SAM 501 descendió a través de FL240 y por debajo del límite vertical del espacio aéreo de Medellín más rápido de lo esperado, las comunicaciones y el control del vuelo fueron transferidos al Control Medellín antes de KOTIN. Como consecuencia, no habría hora anotada en la faja de progreso del controlador de Bogotá y ninguna información concerniente a la llegada del vuelo a ese fijo para pasarle a Control Medellín.

Existe una referencia en el Reporte de la DAAC referente a la falta de notificación al SAM 501 acerca de la hora que reportó próximo a KOTIN vs. la hora estimada por el ATC. Se implica que el controlador tenía como requisito el avisar al vuelo que se encontraban anticipados al reportar ese fijo.

El plan de vuelo, equivocada y desafortunadamente, no contenía editado KOTIN como punto de notificación obligatorio en su ruta, y por lo tanto, no tenía el estimado del piloto para ese fijo. Un aviso al vuelo por parte del controlador, dándole el estimado generado por el CTA, no solamente no es requerido, sino que hubiera tenido poca relevancia para una tripulación de vuelo que tiene el control y la responsabilidad de la navegación de su aeronave y están obligados a conocer su posición en ruta en todo momento.

También hay referencias en el Reporte de la DAAC que en la transferencia a Aproximación Medellín, el controlador de Bogotá omitió pasar las partes apropiadas del plan de vuelo actualizado, lo cual hubiera alertado a Control Medellín a "exigir y verificar el cruce obligatorio sobre la posición mencionada anteriormente" (KOTIN). Sin embargo, a las 14:53:52 el SAM 501 reportó directamente a Control Medellín que estaban nivelados a FL210 próximos a KOTIN. La faja de progreso de Control Medellín indicaba el estimado del vuelo a KOTIN a las 1456. Cuando el Control Medellín recibe el reporte "*próximo a KOTIN*", éste estaba dentro de 3 minutos del estimado original de 14:56. No había tráfico en conflicto y ninguna otra razón para cuestionar el reporte anticipado del vuelo.

d. SAM 501 Reporte sobre Abejorral

El Reporte de la DAAC especifica:

"Para este caso, en particular y teniendo en cuenta la diferencia de seis minutos que existió entre el estimado dado por la tripulación (2006 UTC), a Abejorral y la hora real que notificó (2000 UTC), el Controlador ha debido solicitarle verificación al piloto, con el fin de que éste rectificara su real posición y revisara la diferencia del estimado para actualizar la navegación y/o tomara alguna medida correctiva de emergencia..."

Más adelante, en Conclusiones, 3.22 especifica:

"El Controlador de la posición de aproximación del aeropuerto de Rionegro, no confrontó ni revisó la hora reportada, con el estimado real sobre la posición Abejorral (1506 HL)"

Estas declaraciones referentes a la diferencia entre el estimado del piloto y el reporte actual sobre Abejorral implican que el Controlador debió haber hecho una llamada al vuelo y solicitarles que ellos reconfirmaran el reporte de su posición sobre Abejorral.

Es importante notar que el vuelo le reportó al controlador de Medellín que estaba "próximo a KOTIN" a las 14:53:52, cuyo tiempo era poco mas de 2 minutos antes de las 14:56 del estimado del CTA, lo cual esta dentro de parámetros aceptables. Sería de esperar que el controlador también actualizaría, por lo menos mentalmente, el estimado para AJL por 2 minutos. En consecuencia, el reporte de la llegada del vuelo sobre AJL a las 15:00:03, sería de tan sólo 4 minutos antes del estimado que tenía el vuelo sobre AJL a las 1506.

Nuevamente, considerando el hecho de que el reporte sobre AJL fue concreto, un dato irrefutable del piloto quien hizo el estimado original, así como el hecho de que no había ningún otro tráfico involucrado, un reporte con 4 minutos de adelanto no va a dictar o requerir una confirmación o ninguna otra acción de parte de un controlador de tráfico aéreo.

No existe un requisito para que un controlador cuestione un reporte de posición de un piloto, excepto cuando un vuelo está 5 minutos atrasado en su reporte, por lo que no va a ser cuestionado a menos que, a juicio del controlador, exista una razón convincente.

Algunos ejemplos de lo que pudieran ser razones convincentes son: cuando el piloto avisa que no está seguro de la posición de la aeronave; la tripulación de vuelo informa que están teniendo dificultades con la navegación; y/o el tiempo de un reporte de posición es crítico para el tipo de separación de CTA aplicada entre esa aeronave específica y otro tráfico.

Un reporte de un piloto sobre un fijo suplanta un estimado. La única ocasión en que se requiere que un controlador inicie una acción con respecto a un reporte de posición, de

acuerdo con FAA Order 7110.65, 6-1-2, es para la No-recepción de un Reporte de Posición. *"Cuando no se recibe un reporte de posición, tomar acción para obtener el reporte en un lapso no mayor de 5 minutos después de que la aeronave estaba estimando sobre ese fijo".*

e. Calidad de los servicios de CTA proporcionados por el Control de Medellín

Con respecto a la llegada del SAM 501 a Abejorral, el Reporte de la UAEAC estipula:

"...lo cual demuestra que el controlador y el supervisor de esta posición, no estuvieron atentos al desarrollo del vuelo, al no advertir la llegada anticipada del SAM 501 a Abejorral"

FSF cree que este enunciado no tiene mérito, basado en la evidencia presentada. Considerando las circunstancias involucradas como mal tiempo, orografía, limitación de radio ayudas, no tráficos en conflicto, etc., el desempeño de los controladores de Aproximación Medellín no refleja falta de atención.

El Reporte de la DAAC también menciona: *"Revisados los turnos del personal de controladores del aeropuerto José María Córdova en la posición de aproximación se estableció que el supervisor laboró en jornada de doce (12) horas, los días 12 - 13 - 14 y 18 de mayo (...) situación que de una forma u otra puede afectar el normal desempeño del desarrollo de las funciones por cansancio y fatiga, alteración de los niveles de atención específicamente en el supervisor quién como se dijo anteriormente laboró durante cuatro días jornadas de doce horas"*

El enunciado en la última oración, *"...específicamente en el supervisor quién como se dijo anteriormente laboró durante cuatro días jornadas de doce horas"* es engañoso. El hecho es que en los cuatro días antes del accidente, el supervisor trabajó un día de doce horas.

Hay muchos factores que pueden afectar el desempeño en el trabajo, incluyendo el cansancio, la fatiga, niveles de atención, etc. Sin embargo, no hay evidencia presentada en el reporte que sostenga la premisa o afirmación de que el nivel de desempeño de estos controladores fuera pobre.

f. Resumen Servicios de Tránsito Aéreo - FSF

Los datos obtenidos indican que el manejo del SAM 501 por el Control de Tránsito Aéreo fue con apego a todas las directrices aplicables. El vuelo se encontraba en ruta hacia una radio ayuda con una potencia de 1000 wats, la cual coincidentemente era el fijo inicial de aproximación y la única radio ayuda en su ruta de vuelo.

No hubo ambigüedad en el reporte del piloto a las 15:00:03, *"Medellín control, SAM cinco cero uno, posición Abejorral dieciséis mil pies"*. Habiendo recibido este reporte, el controlador adecuadamente autorizó al vuelo para su aproximación y le solicitó reportar AJL uno dos mil en aproximación.

En un ámbito no-radar, el ATC depende de los reportes de posición de los pilotos para separar aeronaves y para tomar decisiones de control. El SAM 501 se encontraba a más de 50 millas de AJL cuando ellos categóricamente reportaron esta posición. Considerar al ATC responsable como factor en este accidente, no es consistente con los hechos del caso.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

3.0 CONCLUSIÓN

3.1 Conclusiones de Operaciones

1. La tripulación de vuelo estaba calificada y certificada para efectuar cumplir el vuelo.
2. La aeronave estaba debidamente certificada, equipada y había recibido el mantenimiento necesario de conformidad con los procedimientos y reglamentos aplicables.
3. No existían reportes o discrepancias en el libro de vuelo o en los registros de mantenimiento cuando la aeronave fue despachada de Panamá.
4. El receptor del ADF No. 2 de la aeronave había sido reportado en nueve ocasiones diferentes como "débil" durante un período de tres meses previos al vuelo, y se le dio mantenimiento correctivo menor. Esto pudo haber influido en la percepción de la tripulación que pudo haber atribuido las señales erráticas/débiles al equipo en sí, poniendo poca atención a las interferencias atmosféricas. Sin embargo, no se pudo comprobar que los equipos ADF hubieran fallado en el vuelo.
5. Durante el vuelo de verificación efectuado después del accidente, y bajo condiciones atmosféricas similares, los equipos ADF de la aeronave de prueba, presentaron interferencias de señal con indicaciones erróneas de forma idéntica a las ocurridas al vuelo SAM 501.
6. Se verificó que el día del accidente, las estaciones NDB terrestres se encontraban funcionando correctamente y sin reportes de fallas técnicas. Así mismo todas las demás facilidades de navegación, de aproximación y de comunicaciones publicadas.
7. El explotador aéreo y la tripulación conocían el tipo de radio ayudas disponibles para la navegación y para la aproximación a Rionegro, y aceptaron operar con los medios disponibles, lo que habían hecho regularmente con anterioridad al vuelo accidentado.
8. La tripulación de vuelo tuvo la oportunidad de observar el comportamiento actual de las radio ayudas y de los receptores de ADF, de familiarizarse con las cartas y los fijos de navegación a lo largo de la ruta y darse cuenta de las condiciones meteorológicas en desarrollo, durante su primer segmento del vuelo del día, entre Bogotá – Rionegro – Panamá.
9. Durante el briefing pre-vuelo en Tocumen, en Panamá, el despachador no le proporcionó a la tripulación de vuelo, la información meteorológica oficial emitida por la Oficina de Meteorología de ese aeropuerto. Tampoco el Capitán la solicitó. En lugar de ello, la información meteorológica que recibieron fue de una fuente no oficial (American Airlines). El contenido y amplitud de dicha información se desconoce. Sin embargo, con base en los comentarios de la Registrador de Voz, la tripulación parecía no estar preparada para la magnitud de las condiciones meteorológicas adversas que estaban encontrando.

10. El plan de vuelo preparado por la Aerolínea no contempló la Intersección KOTIN, el cual es un Punto de Notificación Obligatorio, tal como se señala en el Manual de Reglamentos de ATS. Este hecho se considera una omisión seria, debido a que al vuelo se le requirió identificar y cruzar esta posición durante el segmento de vuelo a Rionegro.
11. Durante el vuelo, el Primer Oficial estuvo a cargo de volar la aeronave y el Capitán a cargo de las comunicaciones de radio.
12. Los tres tripulantes ingirieron alimentos a la misma hora, por diez minutos y durante el ascenso en condiciones meteorológicas adversas, en un momento en el que la navegación requería toda su atención.
13. Debido a un tráfico aéreo que representaba conflicto, el vuelo 501 fue requerido a descender antes de su hora estimada de descenso (TOD) prevista en el plan de vuelo. El régimen de descenso de la aeronave fue mucho más alto del adecuado, considerando la distancia remanente para aterrizar; así mismo fue deficientemente planeado y supervisado por el Capitán.
14. El vuelo 501 fue requerido por el ATC a cruzar KOTIN a FL 270 o inferior.
15. Cuando el SAM 501 reportó a Control de Bogotá que dejaba libre FL270 próximo a KOTIN, el vuelo estaba en realidad a 38 millas, aproximadamente, de esa posición.
16. La tripulación de vuelo no relacionó la lectura de 180 DME que reportó, en términos de su posición actual en la ruta de vuelo. No aprovechó esta oportunidad para precisar su posición y actualizar la navegación.
17. La Intersección KOTIN nunca fue localizada, ni identificada positivamente por la tripulación debido a la selección equivocada de las radio ayudas que fueron usadas en los intentos para hacer dicha identificación, y a la omisión por parte de la tripulación para utilizar otros métodos (cálculos de tiempo / distancia), para ubicar dicha posición.
18. Como resultado de los procedimientos inadecuados empleados por la tripulación de vuelo y la falta de determinaciones de comando claves en la responsabilidad del Capitán, se considera que la conciencia situacional se había perdido o estaba en proceso de perderse en este punto.
19. La tripulación no efectuó un briefing completo de aproximación, tampoco realizó consideraciones referentes a los requisitos de aproximación, de aproximación frustrada o de las altitudes mínimas de sector para Rionegro.
20. La tripulación de vuelo, durante el descenso en condiciones de tormentas, identificó erróneamente el NDB de Abejorral por las indicaciones de las agujas del ADF. Nunca verificaron que se encontraban seis minutos adelantados a su estimado de llegada del plan de vuelo sobre Abejorral.
21. El vuelo estaba a más de 50 millas de AJL, cuando reportó estar en esa posición.

22. El vuelo 501, inició un procedimiento de descenso para la aproximación mientras continuaba descendiendo a 12.000 pies en condiciones meteorológicas adversas. Durante este período, perdieron las señales de navegación o se manifestaron erráticas e inutilizables para la tripulación.
23. La tripulación de vuelo no reconoció, ni respondió oportunamente a la pérdida de conciencia situacional, y no ascendieron inmediatamente a la altitud mínima de seguridad, MEA.
24. La conducción del vuelo en su totalidad refleja una falta de aplicación de manejo de recursos de cabina (CRM), de procedimientos de navegación estandarizados, así como pobre actuación y disciplina como Capitán al mando, tal como es de esperarse de una tripulación profesional y de la operación de una Aerolínea certificada.
25. La tripulación de vuelo no había recibido entrenamiento formal de CRM de la compañía.

3.2 Conclusiones del Control de Tránsito Aéreo, ATC.

1. El personal de Tránsito Aéreo se encontraba entrenado y calificado para efectuar sus tareas asignadas.
2. El Vuelo SAM 501 recibió una autorización de vuelo estándar para volar de Tocumen a Rionegro.
3. El vuelo, una vez en el aire, fue identificado y recibió servicio de control radar adecuadamente.
4. El ATC autorizó al vuelo a operar libre de mal tiempo de manera que se garantizara la seguridad de la aeronave y el menor malestar para los pasajeros.
5. En ASAPA el servicio radar fue dado por terminado al vuelo 501, en apego a los procedimientos establecidos. Más adelante de este punto la cobertura radar estaba fuera de servicio, tal como se indicaba por NOTAM.
6. El vuelo recibió del ATC una autorización para descenso que era necesaria debido a un tráfico que volaba en sentido opuesto con el que presentaba un conflicto de cruce. Los procedimientos de separación que se utilizaron fueron aplicados en apego a los estándares y ordenamientos de separación de aeronaves.
7. El descenso del vuelo SAM 501, fue más pronunciado de lo aconsejable en términos de navegación vertical y el reporte subsecuente de la aeronave al dejar libre FL270 se efectuó más pronto de lo esperado por el Control de Bogotá.
8. El Controlador de Bogotá preocupado por la posición relativa de la aeronave con respecto al límite lateral del espacio aéreo de Medellín, solicitó al vuelo 501 la lectura del DME de Bogotá con el propósito de fijar la posición del vuelo para él y para la tripulación.
9. El reporte del vuelo de 180 DME de Bogotá, proporcionó al Controlador y al Piloto datos empíricos con respecto a la posición del vuelo en la ruta. El Controlador estimó que el vuelo se encontraba entre 20 y 30 millas de la posición KOTIN en ese momento.

10. Como resultado del rápido descenso a través de FL240 el vuelo estaba punto de entrar al espacio aéreo de Medellín, necesitando el Control de Bogotá, transferir las comunicaciones y el control del vuelo SAM 501 al Control de Medellín antes de que cruzara la intersección KOTIN.
11. El Control de Medellín recibió el reporte del vuelo 501 "próximo a KOTIN" el cual se encontraba dentro de parámetros aceptables con el estimado mostrado en su faja de progreso de vuelo.
12. No existió motivo alguno para que el Controlador cuestionara el reporte de posición "*próximo a KOTIN*" efectuado por la tripulación, pues dicha posición fue reportada positivamente y dentro de las desviaciones de tiempo aceptables.
13. Aunque el SAM 501 reportó sobre Abejorral aproximadamente seis minutos antes de su tiempo estimado de 15:06, hay que señalar que el vuelo también reportó al mismo Controlador "próximo a KOTIN" más de dos minutos anticipados con respecto al estimado del ATC para el vuelo en este fijo. Por lo tanto bajo este contexto, además de no existir un requisito legal, tampoco existía una razón convincente para que el Controlador tomara alguna acción.
14. En el momento en que el vuelo SAM 501 reportó sobre Abejorral, en realidad se encontraba a más de 50 millas de esta posición.
15. El reporte de la tripulación sobre Abejorral suplantó al tiempo estimado de llegada a ese punto; además, ese reporte ocurrió dentro de un tiempo anticipado aceptable. Por lo tanto, no existió motivo alguno para que el Controlador hiciera indagación o cuestionamiento al vuelo SAM 501 sobre su posición sobre Abejorral, la cual había sido positivamente reportada por la tripulación.

Causas probables

Vuelo controlado contra el terreno (CFIT) por error en la determinación de la posición geográfica con respecto a la zona en la que se desarrollaba el vuelo, y a la falta de ubicación espacial con respecto a las radio ayudas, en circunstancia en que la tripulación intentaba realizar una aproximación NDB-ILS al aeropuerto de José María Córdova desde el NDB Abejorral.

Tardía decisión de abandonar el procedimiento equivocado y ascender por parte de la tripulación.

Factores Contribuyentes

Falta de control de distancias, tiempos y radio ayudas por parte de la tripulación durante la navegación y la iniciación de la aproximación.

Falta en la utilización de la cartografía y de conocimiento de los NOTAMS aplicables para la determinación de puntos de notificación.

No utilizar las radio ayudas indicadas por NOTAM para la determinación de puntos de notificación.

Falta de procedimientos normalizados para la iniciación, ejecución y selección de radio ayudas durante la aproximación NDB-ILS

Falta de coordinación entre la tripulación y falta de roles definidos en cabina lo que motivo la persistencia de los errores de posición.

Falla en la elaboración del plan de vuelo interno de la empresa SAM, al omitir editar en el mismo, las posiciones obligatorias del área de control de Medellín (KOTIN), publicada en la Carta No. 100 de Abril 3 de 1993.

Falta de adiestramiento formal de CRM también puede ser considerado como un factor contribuyente para el accidente en vista de la ausencia notoria de una adecuada interacción de la tripulación de vuelo durante la secuencia del accidente.

Taxonomía OACI

CFIT: Vuelo Controlado contra el Terreno

NAV: Errores de Navegación

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

4.0 RECOMENDACIONES

1. Requerir que las Empresas de Aviación incorporen y revisen en forma permanente en los programas de entrenamiento a las tripulaciones de vuelo, los conceptos sobre "Recursos de Manejo de Cabina y conceptos de Entrenamiento de Vuelo orientados a la línea".
2. Que los explotadores aéreos recuerden al personal de tripulantes, la obligación que tienen de consultar antes de la iniciación del vuelo la información meteorológica y datos pertinentes a la ruta y aeródromo de destino de acuerdo a lo dispuesto en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, 91.550, Planificación del vuelo.
3. Recordar al personal de tripulantes la obligatoriedad que tienen de reportar a las agencias de tránsito aéreo los cambios inadvertidos que se presenten durante el desarrollo del vuelo, de acuerdo a lo establecido en los Reglamentos Aeronáuticos, sección 91.250, Observancia del plan de vuelo actualizado.
4. Que los explotadores aéreos informen al personal de tripulantes, a través de boletines y/o circulares las disposiciones existentes en los Reglamentos Aeronáuticos, sección 91.255, Informes de posición.
5. Los explotadores aéreos deberán revisar y vigilar en forma permanente los chequeos al personal de tripulantes y fijar normas y parámetros para garantizar que tal actividad proporciona toda la información requerida para calificar y conocer la idoneidad, capacidad y progreso de sus tripulantes.
6. Recordar al personal de controladores de tránsito aéreo el cumplimiento de verificar que los estimados de las aeronaves coincidan con las horas reales de cruce y prestar mayor atención, vigilancia y ayuda a las tripulaciones para que la operación aérea se desarrolle en forma segura y eficaz.
7. Las oficinas de mantenimiento de las empresas de aviación deberán revisar en forma periódica los reportes técnicos y verificar que las acciones correctivas se ajusten a la descripción del reporte, y a lo dispuesto por las casas fabricantes, específicamente en aquellos que son de carácter continuado o repetitivo.

Fecha del presente informe: 23 de octubre de 2020

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

investigacion.accide@aerocivil.gov.co

Tel. +(571) 2963186

Bogotá D.C. - Colombia



Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4.5-12-052



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL