



# INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INCIDENTE GRAVE DE TRÁNSITO AÉREO

N° 1972-22

Incidente de Tránsito Aéreo que involucró a dos aeronaves Boeing, a 35 millas náuticas al Sur de la intersección SORTA, en la Aerovía UL780, en espacio aéreo chileno, el 05 de enero de 2022.

## Antecedentes

LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CONSIDERA LAS NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS (SARPS) ESTABLECIDOS EN EL ANEXO 13, "INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN", AL CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, Y LO ESTABLECIDO EN EL "REGLAMENTO SOBRE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN" (DAR-13), APROBADO POR DECRETO SUPREMO 216 DE FECHA 03 DE DICIEMBRE DEL 2003 Y POSTERIORMENTE MODIFICADO Y APROBADO POR DECRETO SUPREMO Nº302, DE FECHA 20 DE OCTUBRE DE 2020, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL EL 12 DE FEBRERO DEL 2021.

LA TÉCNICA UTILIZADA Y LOS PROCEDIMIENTOS INVESTIGATIVOS, ESTÁN ORIENTADOS A LA DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE ORIGINARON EL SUCESO, Y NO OBEDECEN A OTROS FINES QUE NO SEAN LA PREVENCIÓN.

EL USO DE LOS RESULTADOS AQUÍ ALCANZADOS, DE SER UTILIZADOS PARA OTROS FINES QUE NO SEAN LA PREVENCIÓN, PODRÍA TERGIVERSAR LOS RESULTADOS ESPERADOS.

Datos Generales	1
Antecedentes	2
Contenido	3
Listado de abreviaturas y términos	5
Reseña del suceso	7
1.- Información factual	8
1.1 Antecedentes del vuelo	8
1.2 Lesiones de personas	10
1.3 Daños a la aeronave	10
1.4 Otros daños	10
1.5 Información sobre la tripulación	11
1.6 Información de las aeronaves	11
1.6.1 Información general	11
1.6.2 Motores	11
1.6.3 Mantenimiento	11
1.6.4 Combustible	11
1.6.5 Documentación a bordo	11
1.6.6 Carga de las aeronaves	11
1.7 Información meteorológica	11
1.8 Ayudas para la navegación	11
1.9 Información del aeródromo de despegue	11
1.10 Registradores de vuelo	11
1.11 Información sobre la aeronave y el impacto	11
1.12 Información médica y patológica	11
1.13 Incendio	12
1.14 Aspectos de supervivencia	12
1.15 Ensayos e investigación	12
1.16 Información sobre Organización y Gestión	12
1.17 Información adicional	12
1.18 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces	12
2.- Análisis	12
3.- Conclusiones	15

4.- Causa más probable	16
5.- Factores Contribuyentes	16
5.- Recomendaciones sobre seguridad operacional	16

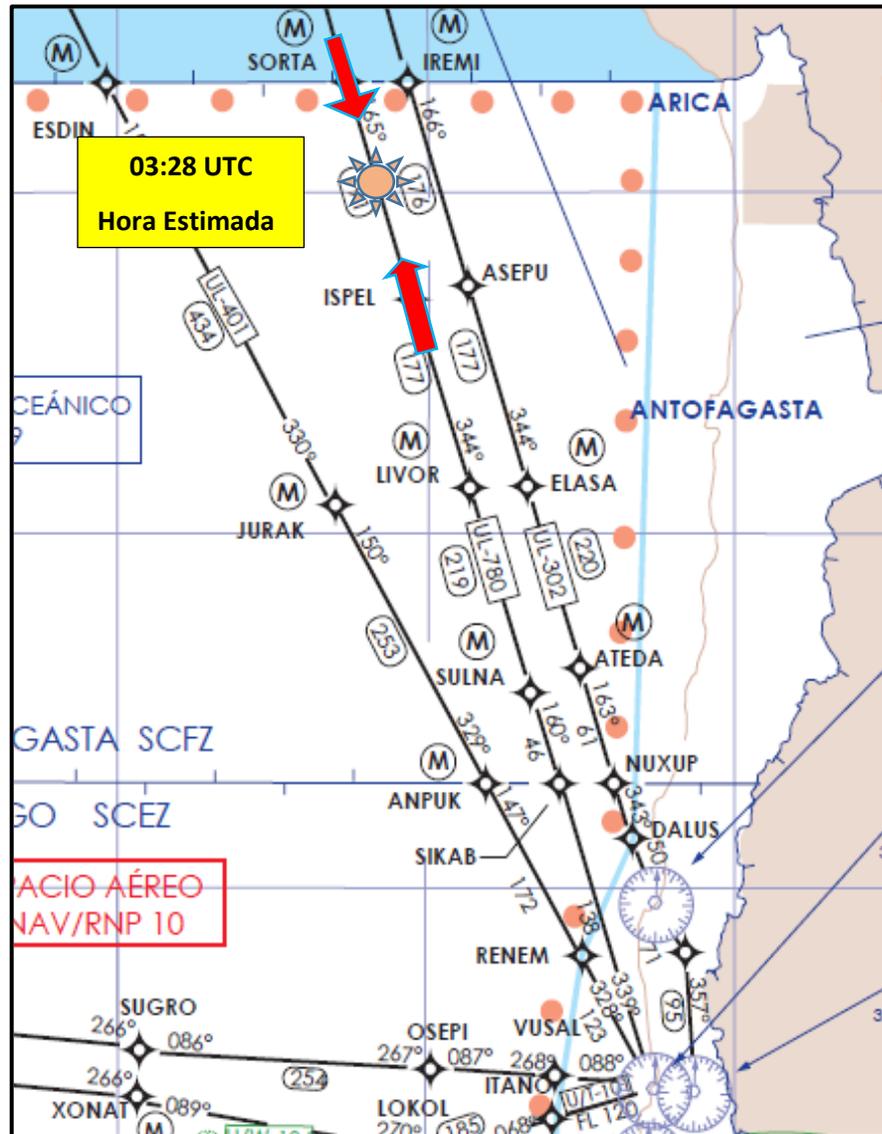
## Lista de abreviaturas y términos

IDI	: Investigación de Incidente de Tránsito Aéreo
SORTA	: Punto de notificación de posición (intersección) para el tráfico controlado
UL780	: Aerovía Superior 780 (Upper Lima)
AAL780	: Línea Aérea American Airlines y número de vuelo
DAE1557	: Línea Aérea DHL Aero Express y número de vuelo
FPL	: Plan de Vuelo
SCEL	: Aeropuerto Arturo Merino Benítez
KDFW	: Aeropuerto Dallas Fort Worth – Estados Unidos
KMIA	: Aeropuerto de Miami – Estados Unidos
UTC	: Universal Time Coordinated (Hora Universal Coordinada para uso internacional)
NM	: Millas Náuticas
ATCO	: Controlador de Tránsito Aéreo
ACC	: Centro de Control de Área
ACCO	: Centro de Control de Área Oceánico
FL	: Nivel de Vuelo
AIRPROX	: Proximidad de aeronaves (Palabra clave utilizada en una notificación de incidente de tránsito aéreo para designar la proximidad de aeronaves)
HL	: Hora Local
UL302	: Aerovía Superior 302 (Upper Lima)
SKU304	: Línea Aérea SKY Airlines y número de vuelo
CMP172	: Línea Aérea Copa Airlines y número de vuelo
RER8611	: Línea Aérea Servicio Aero Regional – REGAIR y número de vuelo
Pseudo Track	: Traza radar no válida para control (no real)
ACAS/	
TCAS-RA	: Traffic-Alert and Collision Avoidance System (Sistema de Alerta de Tráfico y Evasión de Colisión)
VMC	: Condiciones Meteorológicas Visuales
DAP	: Procedimientos de los Servicios de Tránsito Aéreo
VSM	: Vertical Separation Mínima (Separación Vertical Mínima entre aeronaves)
RVSM	: Reduced Vertical Separation Mínima (Separación Vertical Mínima Reducida entre aeronaves)
FIR	: Flight Information Region (Región de Información de Vuelo)
SIVIGATS	: Sistemas de Vigilancia ATS
ATS	: Servicios de Tránsito Aéreo

ADS-B	: Automatic Dependet System (Sistema de Vigilancia Dependiente Automática - (Sistema de emisión que difunde periódicamente información de la aeronave como identificación, posición actual, altitud y velocidad)
MLAT	: Sistema de Multilateración (Grupo de equipos configurados para proporcionar la posición derivada de las señales de transpondedor del radar secundario de vigilancia – SSR)
HF	: Alta Frecuencia
TOP SKY	: Sistema de Automatización para Control de Tránsito Aéreo en Control de Ruta, Control de Aproximación y Espacios Oceánicos
HMI	: Human Machine Interfase (Interfaz Hombre Máquina)
AWY	: Aerovía (Ruta Aérea)
ATC	: Control de Tránsito Aéreo
ISPEL	: Punto de notificación de posición (intersección) para el tráfico controlado
FPV	: First Person View (Visión en Primera Persona)
CORPAC	: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial.

## Reseña del suceso

El 05 de enero de 2022, a las 03:29 UTC, a 35 NM al sur de Intersección SORTA aproximadamente, en la aerovía UL780, el Controlador de Tránsito Aéreo (ATCO) del Centro de Control de Área Oceánico (ACCO) autorizó el ascenso al vuelo DAE1557 (KMIA-SCEL) desde nivel de vuelo (FL) 350 a FL 370, estimando SORTA a las 03:24, sin darse cuenta de que AAL940 (SCEL-KDFW) volaba en sentido contrario, a FL360 y que estimaba SORTA a las 03:34 UTC, produciéndose un AIRPROX.



## 1. Información Factual

### 1.1 Antecedentes del vuelo

Los planes de vuelo (FPL) de los tráficos involucrados fueron presentados en la oficina de operaciones de los Aeropuertos de Santiago (SCEL) y Dallas Fort Worth (KDFW).

El vuelo AAL940 despegó de SCEL a las 22:30 HL (01:30 UTC) con destino a KDFW por la aerovía superior UL780 a FL360 y estimando según el piloto y el ATCO, intersección SORTA a las 03:34. No está escrito el cálculo de cruce (x 03:28).

AAL940 5320 ✓ B788 H 84 SCEL KDFW	33 34 34 ✓ 360 ✓ SOR	280 ✓ 360 ✓	15P 0311	LIV 0249	SUL 0224	DONTI4B DONTI U DEP 5E/023 1288 220105 N812AA 360
--	----------------------------------	----------------	-------------	-------------	-------------	---

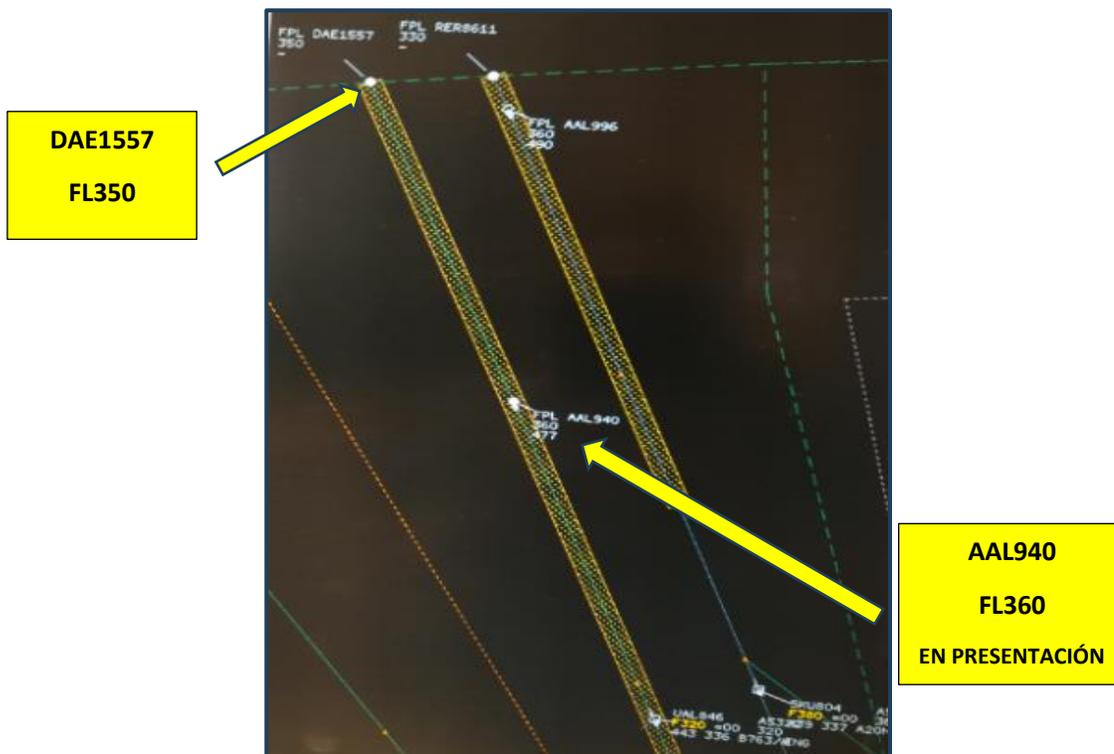
El vuelo DAE1557 despegó de KMIA con destino a SCEL por la aerovía superior UL780 a FL350 y estimó, intersección SORTA a las 03:24. No está escrito el cálculo de cruce (x 03:28).

DAE1557 2104 B763 H 493 KMIA SCEL	SORTA 26 25 24 ✓ SOR	350 ✓ 370 ✓	15P 0346	LIV 0408	SUL 0434	UL780 SORTA IS 1288 220105 HP3310 360
--	----------------------------------	----------------	-------------	-------------	-------------	---

A las 03:02:55 se efectuó la entrega del ATCO saliente al ATCO entrante del ACCO, de los puestos de Control "N" y "O" consolidados de acuerdo con la situación de tráfico reinante.

En la entrega de tráfico, el ATCO que recibió, acusó recibo de los siguientes tráficos de ambos sectores de control: AAL996 a FL360, SKU804 a FL380, AAL912 para FL380 por la aerovía UL302, a continuación, por la aerovía UL780 el AAL940 a FL360, UAL846 a FL320 (transferencia pendiente), LAN500 para FL360, DAE1557 a FL350, CMP172 a FL370 y el RER8611 a FL330.

A las 03:10:42 el piloto de AAL940 notificó al ACCO estar volando a FL360. El ATCO le entregó el siguiente mensaje: **"Roger AAL940, report position SORTA on frequency 128,8 with Lima Control"** [Recibido AAL940, notifique posición SORTA en frecuencia 128,8 con Lima Control]. Piloto colacionó: **"128,8 with Lima, good night AAL940"** [128,8 con Lima, buenas noches, AAL940].



En esta imagen DAE1557 en Pseudo-Track<sup>1</sup> y AAL940 en cobertura radar hasta las 03:11.

A las 03:26:53 el piloto del DAE1557 notificó posición SORTA como sigue “...(ilegible)...buenas noches, nivelado 3-5-0, paso efectivo sobre SORTA, solicitamos 3-7-0”. No se escuchó en los audios respuesta del ATCO a esta solicitud. Esta notificación de posición se confirma con la infografía a continuación.



<sup>1</sup> El término Pseudo-Track significa que en la pantalla de radar se observa un símbolo que no está en cobertura radar, que se calcula con los datos de velocidad, identificación y otros parámetros respecto de una aeronave. Sin embargo, no es un blanco en tiempo real y por lo tanto, podría haber discrepancias entre la posición real de la aeronave y la mostrada como Pseudo-Track.

A las 01:26:16 se observa DAE1557 en Pseudo-Track y AAL940 ya no está en cobertura radar ni con indicación Pseudo-Track.

A las 03:28:19 se recibe “adelante DAE1557”. Lo más probable que esto corresponda a la respuesta a un llamado del ATCO, no obstante, no hay certeza de ello.

A continuación, se recibió respuesta del DAE1557 como sigue: “Ok, ascendemos para 3-7-0, llamaremos nivelados, DAE1557, intentamos llamarlo en dos ... 1-2-4,9 y no hay respuesta”. Nuevamente no se escucha respuesta, confirmación o autorización del ATCO, ya que el piloto colacionó una autorización dada previamente por el ATCO.

A las 03:30:07 llama al ACCO el piloto del DAE1557, “Santiago DAE1557”. No se escucha mensaje de respuesta por parte del ATCO. El piloto del DAE1557 informó a continuación: “Señor, tuvimos un Resolution ... eeh ... ascendiendo (FL) 370”. Nuevamente no se escucha respuesta del ATCO.

A las 03:31:09 el piloto del DAE1557 informó al ACCO “Santiago el DAE1557 nivelado 370”. No se escucha respuesta del ATCO. Nuevamente el piloto preguntó “¿confirma DAE1557?”. No se escucha mensaje de respuesta.

A las 03:36:44 llamó al Océánico el ATCO de Lima Control y se produce un diálogo en el cual el ATCO de LIMA le indica al ATCO del ACCO que el AAL940 le reportó un ACAS/TCAS RA (Resolution Advisory), a 35 NM al sur de SORTA, con respecto a un tráfico al mismo nivel. El ATCO del ACCO cree que es el UAL846 que fue transferido a LIMA estimando SORTA a las 04:02 a FL320.

Sin embargo, el ATCO de LIMA informa que el tráfico debió ser el DAE1557 y que estaba ahora a FL370, aunque en la transferencia el ATCO del ACCO lo había recibido a FL350.

El ATCO del ACCO le consultó al ATCO de LIMA a qué hora habría sido el cruce, y este indicó que a las 03:28 y que el AAL940 tuvo que subir 500 pies hasta FL365.

Ambos ATCO coincidieron que en el momento del cruce de las aeronaves no tuvieron cobertura radar.

## 1.2 Lesiones de personas

No aplicable.

## 1.3 Daños a la aeronave

No aplicable.

## 1.4 Otros daños

No aplicable.

1.5 Información sobre la Tripulación

No aplicable.

1.6 Información de las aeronaves

1.6.1 Información general

No aplicable.

1.6.2 Motores

No aplicable.

1.6.3 Mantenimiento

No aplicable.

1.6.4 Combustible

No aplicable.

1.6.5 Documentación a bordo

No aplicable.

1.6.6 Carga de las aeronaves

No aplicable.

1.7 Información meteorológica

A la hora del Incidente y en el sector donde este se produjo, al sur de Intersección SORTA, el vuelo para ambos tráficos era nocturno y se realizó en Condiciones Meteorológicas Visuales (VMC).

1.8 Ayudas para la navegación

No aplicable.

1.9 Información del aeródromo de despegue

No aplicable.

1.10 Registradores de vuelo

No aplicable.

1.11 Información sobre la aeronave y el impacto

No aplicable.

1.12 Información médica y patológica

No aplicable.

- 1.13 Incendio  
No aplicable.
- 1.14 Aspectos de supervivencia  
No aplicable.
- 1.15 Ensayos e investigación  
No aplicable.
- 1.16 Información sobre organización y gestión  
No aplicable.
- 1.17 Información adicional  
No aplicable.
- 1.18 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces  
No aplicable.

## 2. Análisis

El AAL940 estimaba SORTA a las 03:34 UTC, sin embargo, a las 03:10:42, 34 minutos antes de abandonar espacio aéreo de su jurisdicción, el ATCO del ACCO instruyó al AAL940 a notificar la posición SORTA en frecuencia de Lima Control, 128.8 MHz. Esta instrucción obedece a que la cobertura de comunicaciones en SORTA es deficiente, pero Lima Control tiene mejor alcance de frecuencia en ese sector y cobertura radar.

El cambiarlo de frecuencia no implicaba que se terminara el control, aunque el ATCO no tenga contacto radial y esté en su jurisdicción, el tráfico sigue siendo su responsabilidad de control.

A las 03:26:53 el vuelo DAE1557 notificó la posición SORTA y solicitó ascender a FL370. No hay audio que ratifique las instrucciones brindadas por el ATCO al DAE1557 respecto de la solicitud de ascenso.

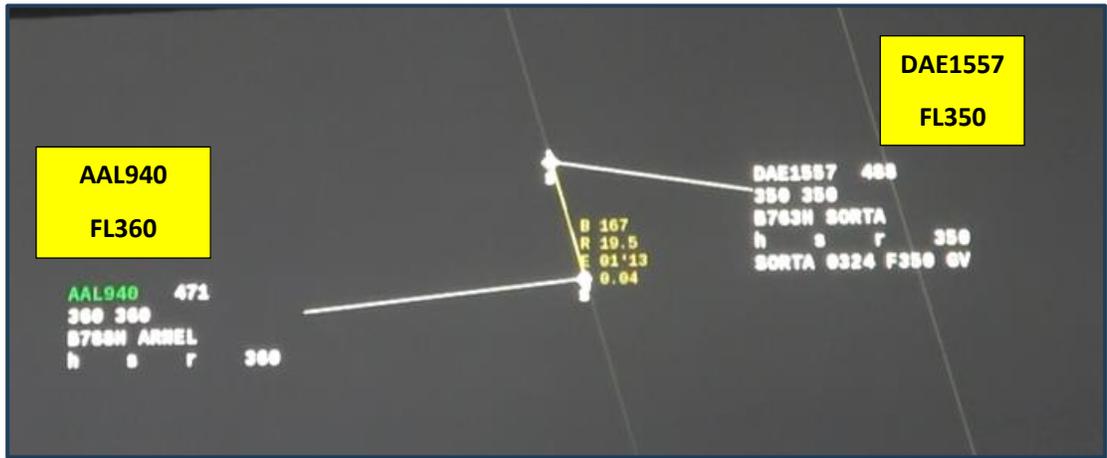
Aproximadamente un minuto después de este contacto y que tampoco está registrado en los audios, el ATCO del ACCO, según el mismo reconoce, autorizó el ascenso del DAE1557 para FL370.

Según la infografía a continuación y considerando la posición del DAE1557 rumbo sur, el pseudo-track del AAL940 ya no estaba en presentación radar lo que habría inducido erróneamente al ATCO para adoptar la decisión y autorizar posteriormente el ascenso a FL370 del DAE1557. Además, el ATCO indicó, según el párrafo 1.3.3, que observó las franjas y no vio el cruce.

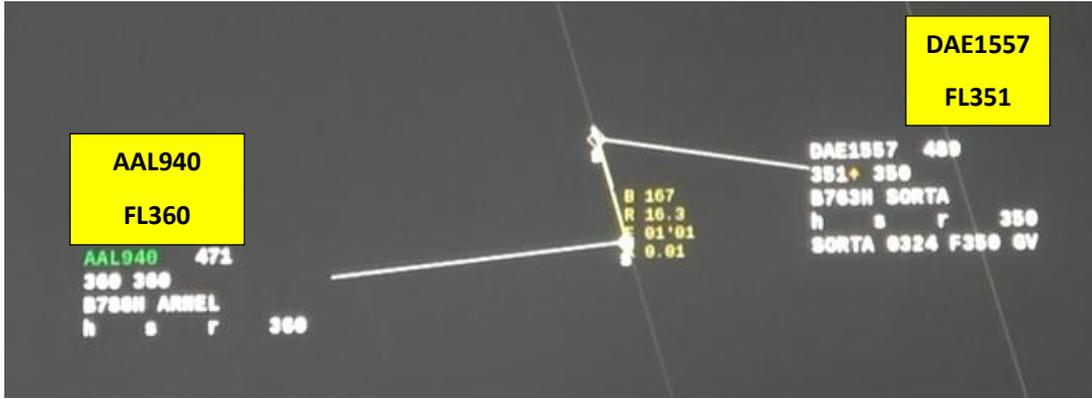


Infografía de las 03:28:19

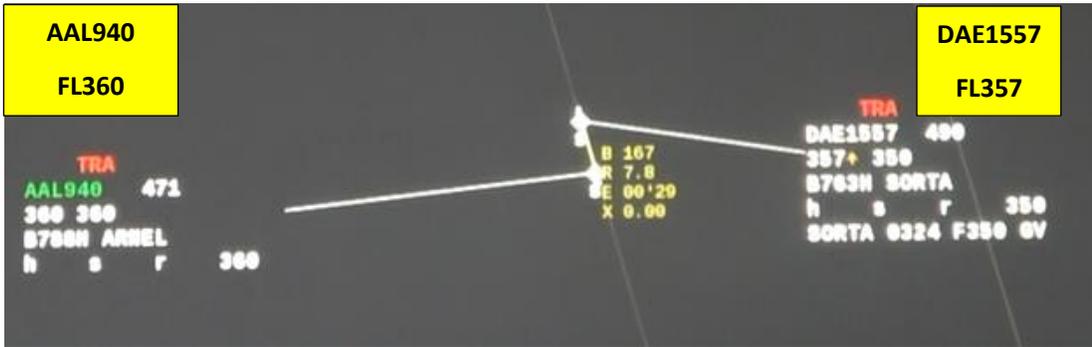
A las 03:28:44 UTC se obtuvo la siguiente foto radar facilitada por Corpac, donde los vuelos están a 19.5 NM en rumbos opuestos y con separación reglamentaria:



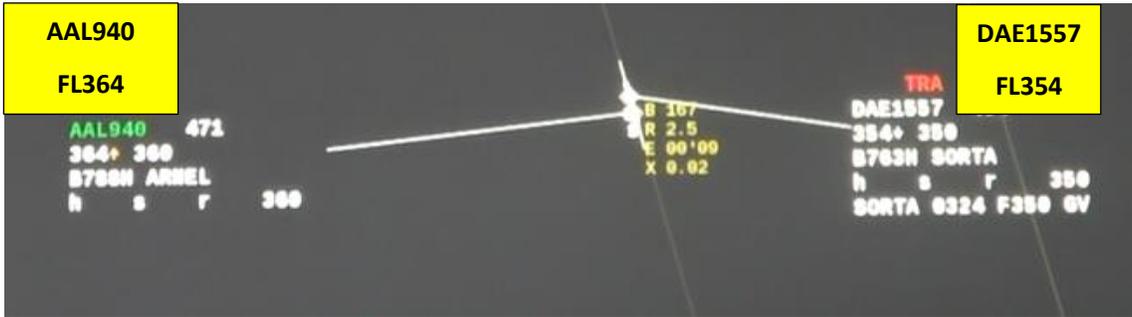
A las 03:28:57 UTC se pierde la separación reglamentaria, debido a que el DAE1557 inicia su ascenso, en rumbo opuesto a 16.3 NM del AAL940.



A las 03:29:28 UTC las aeronaves se encuentran a 7.8 NM en rumbos opuestos con 300 pies de separación vertical.



A las 03:29:48 como resultado de acciones ACAS/TCAS, AAL940 asciende y DAE1557 desciende, las aeronaves alcanzan una separación de 1000 pies verticales a 2.5 NM antes del cruce.



Se produjo un AIRPROX, debido al cruce de frente de ambas aeronaves, de lo cual el ATCO no se dio cuenta en el momento y solo tuvo conocimiento de este, cuando el Supervisor del ACC Lima le informó del reporte de RA (Resolution Advisory) del AAL940.

Ambas tripulaciones tuvieron indicación a bordo de ACAS/TCAS RA (Traffic Alert – Collision Avoidance System – Resolution Advisory), razón por la cual AAL940 tuvo que subir 500 pies y DAE1557 tuvo que descender hasta estar libre de tráfico, situación que evidencia que ambas aeronaves tuvieron que hacer maniobras evasivas asesoradas por ACAS/TCAS, lo que permite calificar este incidente como "grave" y en la categoría AIRPROX.

Hay certeza de que ambas aeronaves perdieron separación reglamentaria, ya que los cruces de frente requieren de 10 minutos previo al cruce, es decir, en este caso el DAE1557 debería haber sido autorizado a ascender de modo de que alcanzara FL370 a las 03:18 o antes, si establecemos que la hora de cruce fue aproximadamente a las 03:28. Debido a que el DAE1557 ingresó a Espacio Aéreo de jurisdicción del ACCO a las 03:26, no era reglamentario autorizar el ascenso de esa aeronave con respecto al AAL940 antes de verificar el cruce entre ambas aeronaves, lo cual el ATCO del ACCO no realizó.

Al hacer un análisis de ese momento en el sector de vuelo y chequeando tanto los audios Piloto-Controlador y los audios de coordinación Controlador ACCO-Controlador Lima, como también el video radar, que en este caso era solamente pseudo-track, se confirma que el ATCO observó las franjas y no vio el cruce. Además, el ATCO verificó la pantalla radar y no aparecía el pseudo-track del AAL940, por lo cual autorizó el ascenso del DAE1557 al nivel superior, sin darse cuenta del cruce de las aeronaves en las franjas de progreso de vuelo ni verificar efectivamente que la traza de pseudo-track no estaba en la cobertura radar efectiva y por lo tanto, debió usar las técnicas de control por procedimientos<sup>2</sup>, para asegurarse de la posición de las aeronaves y la correspondiente separación reglamentaria entre ellas, lo cual no hizo.

Por otra parte el ATCO tampoco hizo el cálculo de la hora estimada de cruce entre ambas aeronaves para haberla anotado en las franjas, lo cual le habría permitido a partir de ese momento aplicar algún tipo de separación longitudinal o bien haber mantenido la separación vertical hasta estar seguro por cualquier otro medio que los tráficos ya se habían cruzado efectivamente.

### 3. Conclusiones

El vuelo DAE1557 realizó un ascenso autorizado por el ATCO del ACCO desde FL350 a FL370, sin tener conocimiento del vuelo AAL940 en sentido opuesto a FL360.

Los vuelos AAL940 y DAE1557 experimentaron un AIRPROX, en rumbos opuestos, debiendo realizar maniobras evasivas asesoradas por ACAS/TCAS, debiendo el AAL940 ascender y el DAE1557 descender, sin intervención de ATC y sin separación reglamentaria.

El ATCO del ACCO no aseguró la separación reglamentaria entre los vuelos AAL940 y DAE1557 a fin de prevenir el AIRPROX.

No fue posible corroborar lo relatado por el ATCO, a través de los audios, en cuanto a que habría entregado instrucciones al DAE1557.

El ATCO autorizó el ascenso del DAE1557, sin haber verificado previamente el cruce con el AAL940.

---

<sup>2</sup> Las técnicas de control de procedimientos se encuentran detalladas en Documento OACI 4444, capítulo 5, en Chile DAP 11 00, capítulo 5.

#### 4. Causa más probable

No utilización por parte del ATCO de las técnicas de control de procedimientos, para asegurarse de la posición de las aeronaves y la correspondiente separación reglamentaria, al existir espacio aéreo sin cobertura radar.

#### 5. Factores Contribuyentes

Falta de cobertura permanente de comunicaciones y de radar en el sector SORTA.

Utilización del pseudo-track para Control Radar efectivo en la aplicación de separación reglamentaria.

Problemas de visualización de las franjas de progreso de vuelo al no percatarse del cruce de los tráficos, antes de autorizar el ascenso del DAE1557.

No detectar al mirar la pantalla radar de que la traza del AAL940 no estaba en la presentación ni el Pseudo Track.

Cálculo de la hora estimada de cruce no realizado previo a autorizar el ascenso del DAE1557, la cual de haberla calculado debería estar escrita en alguna parte de las franjas de progreso de vuelo, numeral que no está anotado, ni tampoco se le transmitió al piloto de la aeronave.

#### 6. Recomendaciones sobre seguridad

Remitir a las partes interesadas, los resultados de la investigación, para fines de prevención y difundir el suceso investigado a través de la página Web de la Dirección General de Aeronáutica Civil

No hacer uso de la información del Pseudo Track para control, ya que induce a errores operacionales difíciles de prever, como sucedió en este caso en que se perdió la señal del AAL940 y con la acción de los sistemas de a bordo (Sistema RA – Resolution Advisory) de ambos tráficos, se evitó un incidente mayor.

Se sugiere a nivel internacional ver la posibilidad en pro de la seguridad de la navegación aérea de realizar estudios para establecer protocolos de acuerdo con Lima Control para compartir la señal radar.

Actualizar procedimientos respecto del uso de Pseudo Track y reiterar las técnicas de Control por Procedimientos de acuerdo con la normativa aeronáutica.

Realizar procesos de reentrenamiento periódicos en relación con marcación de franjas, entrega de los puestos de trabajo, separaciones y actualización de la normativa.

Realizar simulaciones de entrenamiento para mantención de eficiencia.

Evitar que los ATCO se encuentren solos en la dependencia de control y privilegiar equipos de trabajo de 2 o más ATCO durante el turno de trabajo.

Realizar un estudio para verificar la carga de trabajo en relación con la configuración del espacio aéreo y tráfico del sector donde ocurrió el incidente.