



AVISO DE SEGURIDAD OPERACIONAL RASG-PA

RSA-13

Febrero de 2026

Grupo Regional de Seguridad Operacional de la Aviación - Panamérica (RASG-PA)

Grandes desviaciones de altura en el espacio aéreo de separación vertical mínima reducida (RVSM) - Errores de coordinación

Resumen del documento	Este aviso adapta el RSA 25-001 de Asia Pacífico para la región Panamericana sobre el Riesgo de Colisión en el Aire Elevada (MAC) en el Espacio Aéreo de Separación Vertical Mínima Reducida (RVSM) con un enfoque en los errores de coordinación , ofreciendo perspectivas y recomendaciones específicas de la región para reducir el riesgo MAC. La RSA promueve la elaboración de informes proactivos, desplazando el foco de atención de la atribución a la mejora sistémica, invitando a la recalibración colaborativa entre las regiones NAM, CAR y SAM.
Público destinatario	AAC, ANSP, operadores aéreos
Categoría de incidencia	MAC
Resumen de la edición	Aumento del riesgo de colisión en el aire (MAC) debido al incremento de las grandes desviaciones de altura (LHD) en el espacio aéreo RVSM. Los análisis presentados por el Grupo de Trabajo de Escrutinio (GTE) del Grupo Regional de Planificación e Implementación CAR/SAM (GREPECAS) durante su reunión de 2025 (GTE/25) muestran un aumento de las FIR que se acercan o superan el nivel de seguridad operacional objetivo (TLS) de la OACI en comparación con el año anterior. Los errores de coordinación ATC representan persistentemente más del 75% de los LHD en los límites de la FIR. Estas tendencias revelan vulnerabilidades sistémicas en la coordinación inter-FIR y en los factores humanos.
Principales recomendaciones	Para explotadores: Reforzar los procedimientos normalizados de trabajo para las transiciones entre FIR Notificar inmediatamente a ATC cualquier desviación y mantener la disciplina de lectura. Para las FIR: Ampliar la aplicación de AIDC a todas las fronteras de las FIR Normalizar los protocolos de coordinación

	Para los organismos de vigilancia: Revisar y alinear los formatos de los informes Supervisar la eficacia de las medidas correctoras
--	--

1. Propósito

Este Aviso de Seguridad Operacional (RSA) RASG-PA proporciona recomendaciones iniciales para operadores, ANSP y AAC para abordar los LHD en el espacio aéreo RVSM.

2. Antecedentes

El riesgo de colisión en el aire (MAC) se encuentra entre las categorías de alto riesgo (HRC) del Plan Global de Seguridad Operacional de la Aviación (GASP), y es el foco de los esfuerzos de monitoreo y mitigación en curso en la Región Panamericana. El Grupo Regional de Planificación e Implementación del Caribe y América del Sur (GREPECAS), responsable del desarrollo y mantenimiento de los planes de navegación aérea y de la planificación e implantación de los sistemas de navegación aérea de acuerdo con los marcos de planeación acordados a escala mundial y regional. GREPECAS facilita la realización de cualquier seguimiento necesario del rendimiento del sistema, identifica las deficiencias específicas de la navegación aérea, especialmente en el contexto de la seguridad operacional, y propone medidas correctoras. Esto incluye el control del riesgo de colisión en el espacio aéreo de Separación Vertical Mínima Reducida (RVSM) mediante un Modelo de Riesgo de Colisión (CRM) para medir cómo las Regiones de Información de Vuelo (FIR) cumplen el Nivel de Seguridad Operacional Objetivo (TLS) establecido por la OACI. Como parte de este trabajo, el Grupo de Trabajo de Escrutinio GREPECAS (GTE) durante su reunión de 2025 (GTE/25) mostró un aumento de las FIR que se acercan o superan el nivel objetivo de seguridad operacional (TLS) de la OACI en comparación con el año anterior. Los errores de coordinación ATC representan persistentemente más del 75% de las grandes desviaciones de altura (LHD) en los límites de las FIR. Estas tendencias revelan vulnerabilidades sistémicas en la coordinación inter-FIR y en los factores humanos

3. Declaración de peligro

La Separación Vertical Mínima Reducida (RVSM) reduce la separación vertical de 2,000 pies a 1,000 pies entre los niveles de vuelo 290 y 410, lo que exige un control estricto de la seguridad operacional para mantener el riesgo de colisión dentro del Nivel de Seguridad Operacional Objetivo (TLS) de la OACI. Los Estados llevan a cabo evaluaciones anuales del riesgo de colisión en el espacio aéreo utilizando los informes de incidentes en el espacio aéreo como medida clave de la integridad de la RVSM Debido a la reducción de la separación, es esencial una fuerte supervisión de la seguridad para mantener el riesgo de colisión dentro de los límites de seguridad operacional de la OACI.

Un factor crítico que contribuye al riesgo MAC vertical es la Gran Desviación de Altura (LHD), una desviación de 300 pies o más de la altitud asignada por el ATC. Las LHD se producen cuando una aeronave ocupa un nivel de vuelo inesperado por el ATC, lo que altera las trayectorias previstas y aumenta el riesgo de colisión. En términos sencillos, las LHD se producen cuando una aeronave no está donde el ATC espera que esté, lo que puede provocar la pérdida de separación y el riesgo de colisión. Estas desviaciones suelen deberse a errores humanos de coordinación, averías de los equipos o imprecisiones del plan de vuelo.

La figura 1 describe las categorías de LHD definidas por la OACI (A-I), con la categoría E dividida en dos subgrupos debido a su frecuencia y a la implicación de múltiples unidades ATC.

Las Agencias Regionales de Monitoreo (RMA), establecidas por el Grupo de Planeación y Ejecución de cada región de la OACI, utilizan las LHD para calcular el riesgo de colisión en el espacio aéreo e identificar *los puntos conflictivos* del espacio aéreo. Se espera que los Estados implicados en los puntos conflictivos identificados coordinen medidas para minimizar los factores causales de las LHD.

Figura 1 - Categorías y descripciones de las grandes desviaciones de altura (LHD)

Categoría LHD	Descripción	Ejemplos
A	La tripulación de vuelo no asciende/desciende según lo autorizado	Despejado a FL350, permanece en FL330
B	La tripulación de vuelo sube/baja sin autorización	Inicia el descenso sin instrucción ATC
C	Funcionamiento incorrecto del equipo aéreo	Error de altimetría durante el ascenso
D	Error de bucle del sistema ATC o autorización malinterpretada	ATC dice "descienda FL410", la tripulación escucha "FL310"
E1	Error de coordinación humana entre unidades ATC	FL erróneo pasado durante la coordinación entre FIRs
E2	Falta de coordinación entre las unidades ATC	No se aprueba ninguna estimación en TCP, la aeronave entra sin avisar
F	Error de coordinación debido a la interrupción del equipo	El fallo del enlace AIDC hace que se pierda la coordinación
G	Evento de contingencia aéreo	Una despresurización repentina obliga a un descenso de emergencia
H	Un fallo del equipo provoca una desviación de altitud	Un fallo del piloto automático provoca una desviación del FL asignado
I	Desviación meteorológica	Las turbulencias graves provocan pérdidas de altitud
J	TCAS RA seguido correctamente	El TCAS ordena el ascenso, la tripulación lo acata

Categoría LHD	Descripción	Ejemplos
K	TCAS RA seguido incorrectamente	El TCAS dice que descienda, pero la tripulación sube
L	Aeronave no aprobada para RVSM pero recibe separación RVSM	El plan de vuelo muestra RVSM, pero la aeronave carece de aprobación

Esta tabla muestra las diferentes formas en que pueden producirse desviaciones de altitud en el espacio aéreo RVSM. Cada categoría explica la causa y da un ejemplo en términos sencillos. Estos escenarios sitúan a una aeronave donde el ATC no la espera, lo que aumenta el riesgo de colisión

La figura 2 resume en una infografía las principales vulnerabilidades de coordinación y las acciones basadas en roles. Cada icono y cada frase reflejan una ondulación del procedimiento, una señal de calibración, no un fallo. Ilustra la naturaleza, la ubicación y los factores que contribuyen a los LHD, haciendo hincapié en su ocurrencia cerca de los límites de la FIR y la importancia de la acción coordinada entre las partes interesadas de la aviación. La infografía destaca que las LHD se producen con mayor frecuencia cerca de la Transferencia de los Puntos de Control (TCP) entre FIR o en ellos, en particular entre 15 y 22 minutos después del cruce, cuando es más probable que se produzcan retrasos o errores de coordinación. Entre los factores que contribuyen a las LHD se incluyen: estimaciones erróneas, autorizaciones mal leídas, deficiencias en la formación y fallos en los sistemas. La prevención de las LHD requiere acciones:

- Garantizar la coordinación oportuna y precisa entre FIR por parte de los ANSP adyacentes
- Cumplimiento estricto de las autorizaciones ATC y los procedimientos de comunicación por parte de los operadores aéreos.
- Mantenimiento de la altitud asignada con equipos y procedimientos validados por los operadores aéreos
- Los Estados siguen los procedimientos de la RMA para mantener actualizada la base de datos de aeronaves homologadas por la RVSM.



Figura 2 - Comprensión de las grandes desviaciones de altura (LHD) en el espacio aéreo RVSM. Para más detalles, ver el Apéndice

4. Resumen del análisis de seguridad operacional

En 2024, la región panamericana registró más de 477 LHD dentro del espacio aéreo RVSM y continúan representando una amenaza mensurable para la integridad de la separación vertical. Los errores ATC de categoría E, que son errores de coordinación entre FIR adyacentes, resultaron ser el tipo más frecuente y de mayor riesgo (86%). Un análisis de los LHD de Categoría E identificó que se debían principalmente a errores de coordinación humana en los límites de las FIR. Estos errores de coordinación se refieren a errores o retrasos en el intercambio de información entre controladores aéreos de sectores o unidades ATC vecinos, como la transferencia incorrecta o incompleta de asignaciones de nivel de vuelo, la pérdida de mensajes de traspaso o el retraso en la comunicación durante las transiciones entre sectores. Aunque su duración suele ser breve, su efecto dominó sobre la separación vertical y el conocimiento de la situación puede ser profundo.

Los LHD de categoría E del ATC se derivan de brechas en los procedimientos que pueden mitigarse recalibrando las rutinas de coordinación del ATC, reforzando los protocolos conscientes de la fatiga y validando las estrategias de mitigación mediante documentación viva. Los operadores, las FIR y los organismos de supervisión pueden contribuir a colmar estas lagunas y reforzar la información sobre seguridad operacional (ver las recomendaciones en la sección 5).

Cada informe presentado por el LHD ayuda a construir una imagen más clara de las vulnerabilidades de los procedimientos y las brechas de coordinación. Este entendimiento puede reforzarse aún más animando a los operadores, controladores y agencias a compartir información sobre sucesos de pérdida vertical de separación. Esta información garantiza que el análisis de la seguridad refleje tanto las realidades sistémicas como las operativas. Aunque el concepto de LHD puede resultar desconocido para algunas organizaciones, los ANSP presentan estos informes a las RMA como parte de la supervisión de la OACI. Aunque los operadores no envían los LHD directamente, desempeñan un papel vital informando puntualmente de los eventos TCAS RA al ATC y garantizando la exactitud de los datos del plan de vuelo. Estas acciones ayudan a mantener la integridad del RVSM y apoyan el análisis de la seguridad operacional regional.

5. Recomendaciones

- a. **Recomendaciones para los operadores aéreos:** Las siguientes acciones a nivel de tripulación ayudan a estabilizar la cadena de coordinación, especialmente durante las transiciones en la Transferencia de Puntos de Control:
 - **Reforzar los procedimientos normalizados de trabajo para las transiciones entre FIR**
 - Asegurarse de que las tripulaciones de vuelo están informadas sobre los puntos críticos de traspaso, especialmente los Puntos de Transferencia de Control (TCP).
 - Exigir comprobaciones puntuales con el ATC de la siguiente FIR durante los traspasos para evitar retrasos y mantener una separación segura. Las comprobaciones tempranas y precisas reducen el riesgo de pérdida de separación y mejoran el conocimiento de la situación tanto para los pilotos como para los controladores.
 - **Integrar la concienciación sobre el LHD en los programas de capacitación**
 - Incluir escenarios de error de categoría E de LHD en las sesiones del simulador y en los módulos de formación de gestión de recursos de la tripulación. Algunos ejemplos pueden ser la omisión del traspaso verbal en el TCP, la asignación incorrecta de FL o la no revisión de las estimaciones. Estos ejercicios ayudan a las tripulaciones a reconocer los riesgos a tiempo y a trabajar juntas para evitar errores.
 - Incluir ejemplos reales de errores de cambio de nivel en las sesiones de simulador y en la formación sobre gestión de recursos de la tripulación.
 - **Informar rápidamente de las anomalías**
 - Las tripulaciones de vuelo deben notificar de inmediato al ATC si necesitan cambiar su ruta o nivel de vuelo debido a las condiciones meteorológicas u otros imprevistos.
 - Los operadores/tripulaciones de vuelo deben informar al Manual de Información Aeronáutica (AIM) si se observan altitudes incorrectas o faltan detalles RVSM
 - **Validar el nivel de vuelo y las estimaciones de tiempo**
 - Comprobar las instrucciones ATC con los planes de vuelo y confirmar los estados de ascenso/descenso de forma proactiva.
 - **Colaborar adecuadamente con los organismos de control**
 - Aunque los ANSP y los ATCO utilizan los portales CARSAMMA y NAARMO para supervisar el cumplimiento de la RVSM y las tendencias de los LHD, también se anima a los operadores a acceder a estos recursos para obtener información sobre el rendimiento regional y mejorar las revisiones de seguridad internas. Estos portales sensibilizan a los operadores y pueden ayudar a alinear las prácticas de planeación y notificación de vuelos con los objetivos regionales de seguridad operacional.

- b. **Recomendaciones para los ANSP/FIR:** Los ANSP son la clave para un traspaso seguro y una asignación precisa de niveles. Estas recomendaciones se centran en mejorar la comunicación y la supervisión durante las transiciones entre fronteras para reducir los errores y mantener la separación.
- **Ampliar la implantación de las Comunicaciones de Datos entre Instalaciones de Servicios de Tráfico Aéreo (AIDC)** en todos los límites de FIR para reducir la dependencia de la coordinación por voz, que es propensa a errores humanos y retrasos. El AIDC garantiza la transferencia puntual y precisa de las asignaciones de nivel de vuelo y de la información de ruta entre las unidades ATC, minimizando las lagunas de coordinación que contribuyen a los LHD y a las pérdidas de separación.
 - **Estandarizar y cumplir los protocolos de coordinación**, especialmente en torno a las estimaciones de tiempo y los niveles de vuelo para reducir la ambigüedad durante los traspasos y minimizar los errores en las asignaciones de altitud.
 - **Integrar la conciencia de los factores humanos en la formación de los controladores y en el diseño de los procedimientos** para mitigar la carga de trabajo cognitivo, la fatiga y los problemas de comunicación; fomentar esta conciencia garantiza una vigilancia sostenida y una toma de decisiones precisa bajo presión, lo que se traduce en una reducción de la coordinación de errores.
 - **Seguimiento de los esfuerzos de recalibración mediante registros de ondulación imprimibles y cuadros de mando a nivel de FIR.**
Las herramientas de seguimiento visual aportan transparencia y responsabilidad a los cambios de procedimiento, lo que permite a los gestores supervisar los avances e identificar las lagunas en la aplicación entre las distintas FIR.
 - **Validar la eficacia de la mitigación mediante ciclos iterativos de retroalimentación y la supervisión de riesgos de MAC.**
La evaluación continua garantiza que las medidas aplicadas reducen realmente el riesgo de colisión en el aire, lo que permite realizar ajustes oportunos basados en datos de rendimiento del mundo real.
- c. **Recomendaciones para los organismos de vigilancia:** Los organismos de vigilancia desempeñan un papel vital en la reducción de los LHD de categoría E estableciendo expectativas claras para los ANSP y los operadores, y garantizando la rendición de cuentas entre los Estados y los operadores.
- **Revisar y alinear los formatos de información de las LHD**
Exigir a los ANSP que alineen los formatos de notificación de LHD con los protocolos RMA (p. ej., NAARMO, CARSAMMA) y aplicar revisiones periódicas tal y como exigen las disposiciones de la OACI. Los organismos de supervisión deben supervisar la presentación puntual y precisa de su ANSP a la otra unidad ATC implicada y al RMA, y aplicar controles de cumplimiento para abordar los retrasos e incoherencias observados.
 - **Revisar y analizar los datos de LHD de sus respectivos FIR** Identificar puntos críticos de LHD, factores causales recurrentes y debilidades sistémicas utilizando informes agregados de LHD a nivel de FIR.
 - **Desarrollar y publicar orientaciones**
Desarrollar y publicar orientaciones que traduzcan las conclusiones de LHD en circulares prácticas, actualizaciones de formación y mejoras de los SOP. Las AAC deben revisar estos hallazgos y, cuando se identifiquen deficiencias, emitir o recomendar acciones correctivas para abordar los factores sistémicos u operativos que contribuyen a las LHD.

- **Facilitar la coordinación regional**

Utilizar las plataformas de la OACI (por ejemplo, GREPECAS, RASG-PA) para compartir las lecciones aprendidas y armonizar las estrategias de mitigación.

- **Supervisar la aplicación y la eficacia**

Supervisar la aplicación y la eficacia de las medidas correctoras que abordan los LHD por parte de los ANSP y los operadores. Los organismos de supervisión deben realizar un seguimiento del cumplimiento, verificar la ejecución oportuna y evaluar el impacto de estas acciones en la reducción del riesgo de MAC, utilizando indicadores medibles y revisiones periódicas.

6. Referencias

Los siguientes recursos ofrecen orientación, mejores prácticas y herramientas de supervisión para apoyar la recalibración entre todas las partes interesadas.

- **RSA 25-001 - Riesgo MAC en el espacio aéreo RVSM (ICAO RASG-PA APAC)**. Asesoramiento estratégico para ANSP, AAC y operadores sobre cómo mitigar el riesgo MAC relacionado con la coordinación.
- **SAFO 13004 - LHDs in Espacio Aéreo Oceánico (FAA)**, Alerta de seguridad operacional para operadores con recomendaciones prácticas para la formación de tripulaciones y el perfeccionamiento de los SOP.
- **RASMAG/30 WP/21 - Integración de la evaluación de los factores humanos (OACI)**, Orientación sobre la incorporación de los factores humanos en el análisis y la planeación de la mitigación de los LHD.

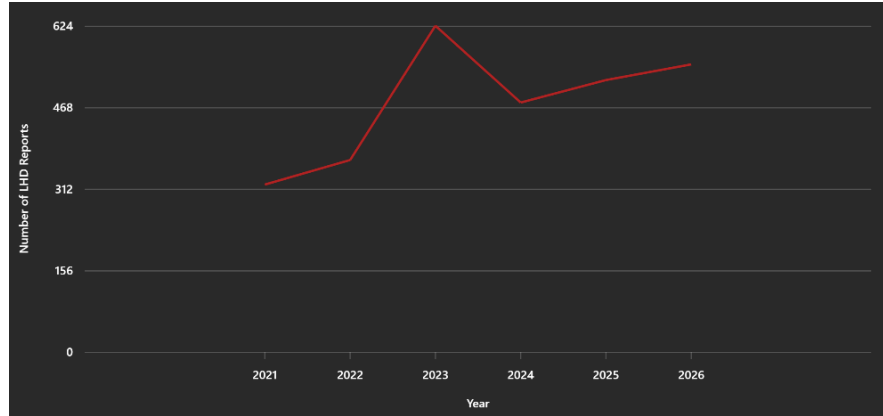
Portales de agencias de monitoreo

- **Aprobaciones y Estado de Monitoreo de RVSM en NAARMO (FAA)**, datos de cumplimiento de RVSM para operadores de EE.UU., Canadá y México.
https://www.faa.gov/air_traffic/separation_standards/naarmo/rvsm_approvals
- **Portal CARSAMMA - Monitoreo RVSM para FIR CAR/SAM**, Acceso a herramientas de validación LHD, monitoreo ASE y evaluaciones de riesgo a nivel FIR.
https://portal.cgna.decea.mil.br/carsamma/home/?l=en_uk

7. Apéndice - Análisis y proyecciones

a. Aumento previsto de LHD en 2026

Figura 3: Informes sobre grandes desviaciones de altura (LHD) de RVSM - Región Panamericana (2021-2026)



Los recuentos históricos y previstos de LHD muestran un fuerte aumento en 2023, un ligero descenso en 2024 y un aumento previsto hasta 2026.

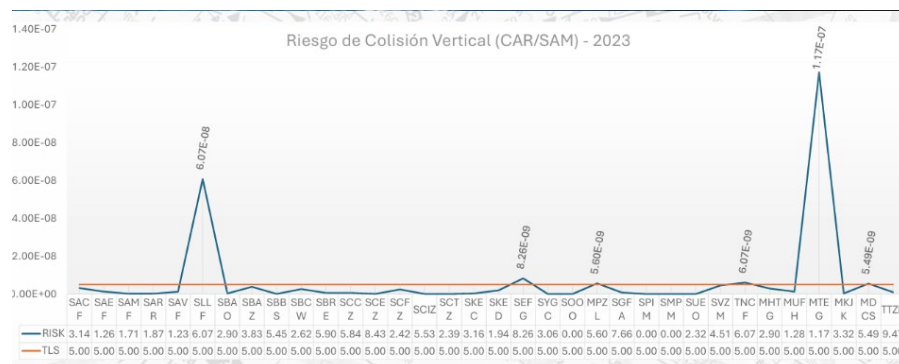
Visión:

Las proyecciones de la gráfica muestran **que se espera que los informes LHD sigan aumentando**, mientras que el **TLS se mantiene sin cambios en 5×10^{-9} accidentes mortales por hora de vuelo**, sirviendo como punto de referencia para la supervisión de la seguridad operacional RVSM. Esta divergencia indica un aumento del riesgo debido a la persistencia de vulnerabilidades sistémicas en la coordinación inter-FIR y a factores humanos que se pasan por alto o no se denuncian. **La recalibración urgente de los procedimientos y la mejora de los informes es un paso importante para evitar la escalada del riesgo de MAC.**

Descargo de responsabilidad:

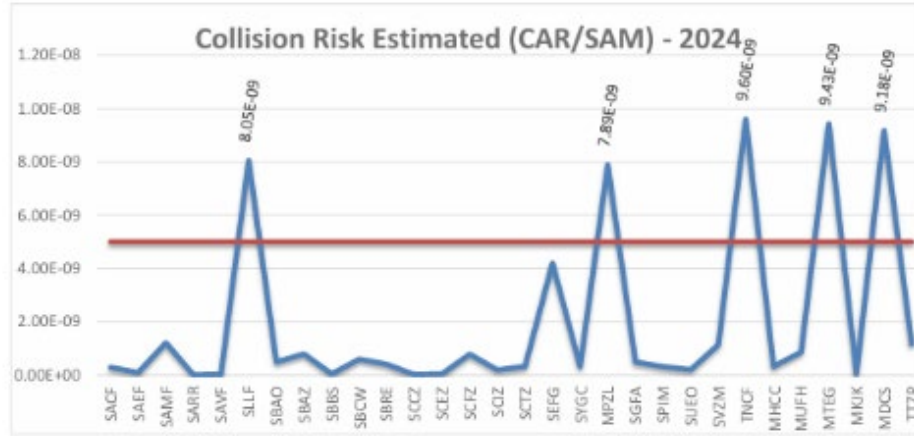
Los datos de LHD presentados en la Figura A1 proceden principalmente de los informes CARSAMMA y de los resúmenes de las reuniones del GTE de la OACI (GTE/21-GTE/25). Las proyecciones para 2025 y 2026 son estimaciones basadas en tendencias observadas y no deben interpretarse como cifras oficiales de la OACI. Para obtener datos fidedignos, consulte los organismos regionales de vigilancia de la OACI (CARSAMMA, NAARMO) y la documentación oficial de la OACI.

Figura 4 - Valores de riesgo de colisión (CRV) 2023



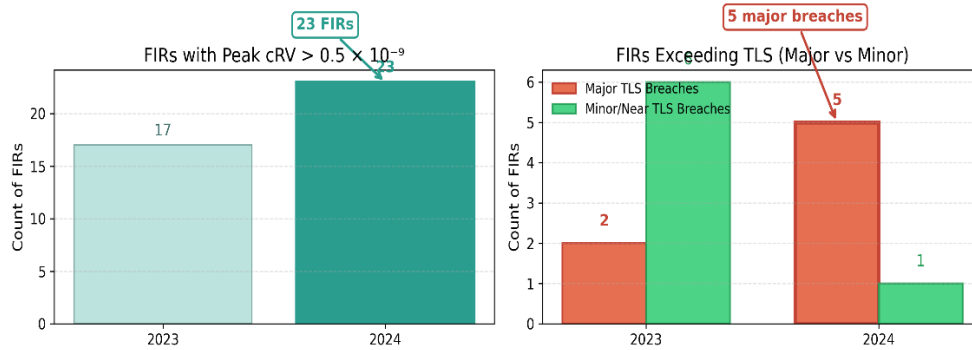
Gráfica extraída de la reunión GTE 24

Figura 5 - Valores de riesgo de colisión (CRV) 2024



Gráfica extraída de la reunión GTE 25

Figura 6 - Conclusiones agregadas sobre CRV y TLS



La primera gráfica de la izquierda muestra el número de FIR con CRV más elevados, mientras que el segundo gráfico compara el número de FIR que superaron o estuvieron a punto de superar el TLS. Estos patrones agregados apoyan la supervisión basada en tendencias sin hacer referencia a FIR individuales.

- Picos superiores a $0,5 \times 10^{-9}$: 17 FIRs en 2023, aumentando a 23 FIRs en 2024.
- Picos persistentes: 15 FIR registraron picos en ambos años, lo que indica un riesgo sostenido.
- Incumplimientos del TLS: En 2024, cinco FIR superaron el TLS por márgenes significativos (múltiples desviaciones estándar), en comparación con dos FIR en 2023. Además, cuatro FIR en 2023 estaban cerca o dentro del rango TLS.

Las FIR en las que el pico de 2025 superó el pico de 2024 se marcaron como **riesgo creciente**, y la proporción se calculó como:

$$\text{Rising Risk (\%)} = \frac{\text{\#FIRs where 2025 peak} > \text{2024 peak}}{\text{Total FIRs with valid peaks}} \times 100\%$$

Los Estados suelen considerar suficiente mantenerse por debajo del Nivel de Seguridad Operacional Objetivo (NSO), pero este punto de vista ignora la dinámica de las tendencias. Una FIR que se mantiene por debajo de la TLS pero muestra una trayectoria ascendente constante en CRV puede indicar problemas operativos o sistémicos emergentes, como la implementación retrasada de AIDC, una cultura de seguridad operacional degradada o brechas en los informes. Si no se tienen en cuenta estas tendencias, el riesgo puede aumentar rápidamente, dando lugar a superaciones de umbrales e intervenciones reactivas. PA-RAST hace hincapié en el aumento del riesgo porque la detección precoz permite una mitigación proactiva antes de que se deteriore el rendimiento de la seguridad operacional.

b. Resumen infográfico

Esta infografía ilustra los puntos clave de una muestra aleatoria de informes validados de desviación de gran altura (LHD) de CARSAMMA para 2024. El análisis abordó cuatro cuestiones fundamentales:

1. **¿Qué es una LHD?**
Una desviación de 300 pies o más de una altitud asignada por ATC.
2. **¿Dónde suelen producirse las LHD?**
En la transferencia de los puntos de control (TCP) entre interfaces ATC vecinas, en los 15-22 minutos siguientes al cruce de los límites FIR.
3. **¿Quién contribuye a provocar una LHD?**
Unidades ATC, pilotos y sistemas operativos.
4. **¿Cómo se producen estas desviaciones?**
Predominan los factores humanos, pero varios informes citan los errores del plan de vuelo como factores contribuyentes.

Medidas preventivas clave:

- Garantizar una coordinación adecuada
- Cumplir con las autorizaciones ATC
- Mantener la altitud asignada

La infografía concluye con acciones críticas para las principales funciones, recordándonos que *todos tenemos una responsabilidad compartida* en la prestación de servicios de navegación aérea.

