



OACI

Organización de Aviación Civil Internacional
Oficina Regional Sudamericana

NOTA DE INFORMACIÓN

GTE/19 — NI/14
06/11/19

**Décima novena Reunión del Grupo de Trabajo de Escrutinio del Grupo Regional de Planificación y
Ejecución CAR/SAM (GREPECAS)
(GTE/19)**

Barranquilla, Colombia, 18 al 22 de noviembre de 2019

Cuestión 3 del

Orden del Día:

**Revisión de los resultados del análisis de Grandes Desviaciones de Altitud
(LHD)**

**INFORME DE SEGUIMIENTO VERTICAL DE SEGURIDAD VERTICAL PARA MIAMI OCEÁNICO,
NUEVA YORK OESTE Y SAN JUAN - 2018**

(Presentada por Estados Unidos)

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento provee el informe de monitoreo de seguridad vertical para el uso continuo y seguro del Mínimo de Separación Vertical Reducida (RVSM) en el espacio aéreo de Miami Océánico, Nueva York Oeste y San Juan. La evaluación de la seguridad se realizó de acuerdo con la metodología aprobada por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Este trabajo utiliza informes de grandes desviaciones de altitud (LHD) y datos de muestra de tráfico (TSD) para el año calendario 2018.

El propósito de este informe es comparar el desempeño real con los objetivos de seguridad relacionados con el uso continuo del RVSM en el espacio aéreo de Miami Océánico, Nueva York Oeste y San Juan. Este informe contiene un resumen de los informes LHD recibidos por NAARMO para el año calendario 2018. Hay 24 eventos reportados que representan los minutos gastados en un nivel de vuelo inesperado/incorrecto durante el año calendario 2018. Este informe también contiene una estimación del riesgo de colisión vertical. La estimación del riesgo de colisión vertical para el espacio aéreo excede el valor del nivel objetivo de seguridad (TLS) de 5.0×10^{-9} accidentes fatales por hora de vuelo.

<i>Objetivos estratégicos:</i>	• Seguridad Operacional
<i>Referencias</i>	• Reportes de Grandes desviaciones de altitud (LHD) del 2018 • Datos de muestra de tráfico (TSD) de 2018 de los sistemas y la reducción de datos del sistema de automatización oceánica (DR&A) de Tecnologías Avanzadas y Procedimientos Oceánicos (ATOP) de la FAA • Sistema de gestión de flujo de tráfico de la FAA (TFMS) • Doc OACI 9574 • Doc OACI 9937

1. Introducción

1.1 La Organización de Monitoreo y Registro de Aprobaciones de América del Norte (NAARMO), un servicio proporcionado por el Centro Técnico de la FAA, cumple la función de Agencia Regional de Monitoreo (RMA) para el uso seguro y continuo del RVSM en el espacio aéreo de Miami Oceánico, Nueva York Oeste, y San Juan.

1.2 Este espacio aéreo contiene principalmente operaciones que viajan entre América del Norte y el Caribe. La FAA de USA es el proveedor de ATS para las Regiones de Información de Vuelo (FIR) de Miami Oceánico, Nueva York oeste y San Juan. La Figura 1-1 muestra la localización del espacio aéreo. El RVSM se introdujo en noviembre de 2001 en este espacio aéreo. NAARMO lleva a cabo las actividades de monitoreo de seguridad del espacio aéreo en curso para ayudar a garantizar el uso seguro y continuo del RVSM.

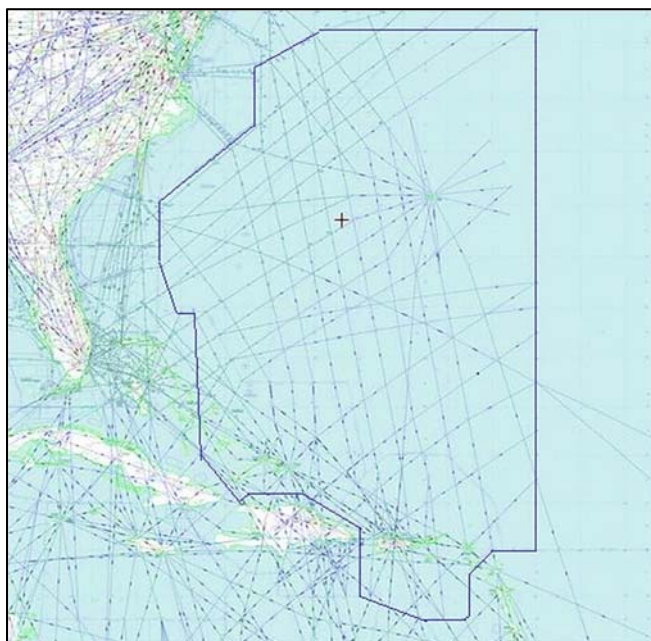


Figura 1-1. FIRs de Miami Oceánico, Nueva York Oeste, y San Juan

1.3 Este informe cubre el año calendario 2018. Dentro de este informe, el lector encontrará un resumen de los informes de grandes desviaciones de altitud (LHD) recibidos por NAARMO y la estimación del riesgo de colisión vertical correspondiente. Hubo 24 de estos informes presentados a NAARMO para el año calendario 2018.

2. Datos de muestra de tráfico

2.1 NAARMO tiene acceso al Sistema de gestión del flujo de tráfico (TFMS) de la Administración Federal de Aviación (FAA), que incluye observaciones de aeronaves en el espacio aéreo de Miami Oceánico y San Juan. Cada registro de movimiento de tráfico dentro de la muestra de datos TFMS contiene la fecha, hora, latitud, longitud, nivel de vuelo, identificación de vuelo de la aeronave, tipo de aeronave, aeropuerto de origen y aeropuerto de destino. Los datos del TFMS contienen estimaciones de posición frecuentes para cada vuelo; se proporciona una estimación de posición aproximadamente una vez por minuto.

2.2 La fuente de datos de tráfico para la FIR oeste de Nueva York es el “FAA Advanced Technologies and Oceanic Procedures (ATOP) oceanic automation system data reduction and archives (DR&A)”. Estos datos contienen todas las posiciones de aeronaves informadas, así como las comunicaciones de radio de alta frecuencia (HF) piloto-ATC y los mensajes de comunicaciones de enlace de datos de piloto (CPDLC) del controlador. La **Figura 2-1** muestra las localizaciones de posición de las aeronaves dentro de la FIR oeste de Nueva York y los datos TFMS para las FIR Miami Oceánico y San Juan durante diciembre de 2018. El tráfico de Miami Oceánico y San Juan observado en los datos TFMS se combina con el tráfico de Nueva York oeste observado en ATOP DR&A.

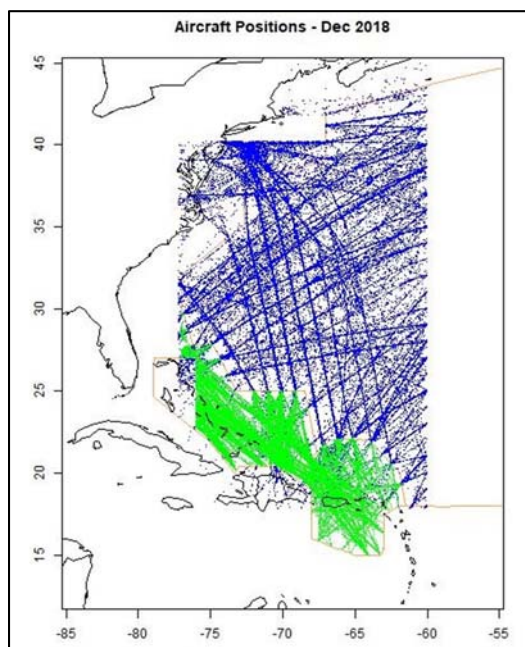


Figura 2-1. FIRs de Miami Oceánico, San Juan y Nueva York Oeste - diciembre de 2018

2.3 La **Figura 2-2** muestra el número de vuelos por día en la FIR oeste de New York para diciembre de 2018. Las barras verticales representan el número de operaciones de vuelo observadas cada día en la muestra de datos. El número promedio de operaciones de vuelo por día observado en los datos es de 593 vuelos por día en diciembre de 2018. Esto representa un pequeño incremento en el número de operaciones de vuelo por día; en diciembre de 2017, este análisis mostró 553 operaciones de vuelo por día.

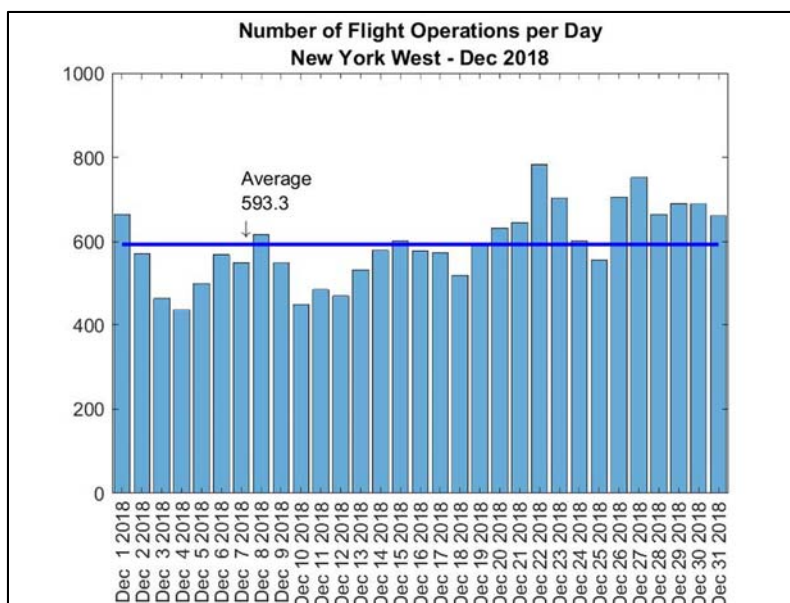


Figura 2-2. Número de operaciones de vuelo observadas por día – FIR oeste de Nueva York diciembre de 2018

3. Auditoría del espacio aéreo RVSM

3.1 Los datos de muestra de tráfico (TSD) de diciembre de 2018 obtenidos de ATOP DR&A para la FIR de Nueva York se utilizan para identificar operaciones de vuelo dentro del espacio aéreo RVSM. Estos datos muestran 19,453 operaciones de vuelo en el mes de diciembre de 2018 dentro de la FIR oeste de Nueva York. No es posible realizar una auditoría de espacio aéreo RVSM para las FIR Miami Oceánica y San Juan porque los datos TFMS recopilados para ese espacio aéreo no contienen números de registro de aeronaves.

3.2 El TSD de diciembre de 2018 para la FIR oeste de Nueva York se comparó con la base de datos de aprobaciones colectivas RVSM al 30 de septiembre de 2019 para determinar el estado de aprobación de cada operación observada. Hubo ocho operadores-pares de aeronaves de cuatro Estados y tres RMA que indicaron la aprobación RVSM en el plan de vuelo presentado para el cual no se pudo encontrar una aprobación RVSM. Esta auditoría se realiza de manera rutinaria para identificar operaciones que presentan incorrectamente la aprobación RVSM en sus planes de vuelo. La Tabla 3-1 contiene los detalles de estos resultados.

Tabla 3-1. Resultados de la auditoría del espacio aéreo RVSM diciembre de 2018

ESTADO	REG	IDA	TA	CONTEO	RMA
Brasil	PROCI	ONE8501	A332	3	CARSAMMA
México	XARBI	XARBI	F900	3	NAARMO
México	XALRM	XALRM	H25C	3	NAARMO
Estados Unidos	N604BL	N604BL		2	NAARMO
Estados Unidos	N880VJ	N880VJ	F2TH	2	NAARMO
Rusia	RANGR72	RANGR72	C130	2	EURASIA RMA
Estados Unidos	N505GD	N505GD	GA5C	2	NAARMO
Estados Unidos	N600G	N600G	GA6C	2	NAARMO

4. Grandes desviaciones de altitud reportadas (LHD)

4.1 NAARMO utiliza la base de datos de Análisis e Informes Electrónicos de Datos (CEDAR) de la FAA, que contiene todos los informes de eventos potencialmente relacionados con la seguridad de varias fuentes internas de la FAA. Hubo 132 eventos reportados durante el año calendario 2018 identificados dentro del espacio aéreo de Miami Oceánico, Nueva York oeste y San Juan. Estos eventos fueron revisados por el grupo de escrutinio. El grupo de escrutinio está formado por expertos operativos de cada instalación de control de tránsito aéreo y expertos en análisis de seguridad de NAARMO. Después de la revisión del grupo de escrutinio, se determinó que veinticuatro de los eventos informados eran LHD con riesgo vertical. La **Tabla 4-1** contiene un resumen de todos los LHD con riesgo por mes.

Tabla 4-1. LHD con riesgo – 2018

Mes	Conteo	Duración en nivel de vuelo inesperado (minutos)	Número de nivel de vuelos cruzados inesperados
Ene-18	3	8	13
Feb-18	1	4	0
Mar-18	2	0	0
Abr-18	2	18	0
May-18	2	2	1
Jun-18	2	6	0
Jul-18	3	17	1
Ago-18	3	39	0
Sep-18	1	0	7
Oct-18	3	11	0
Nov-18	1	0	0
Dic-18	1	0	0
TOTALES	24	105.0	22

4.2 La revisión de escrutinio determinó una causa general para cada uno de los veinticuatro informes de LHD con riesgo en 2018. La Tabla 4-2 resume los LHD con riesgo que se clasifican por causa general.

Tabla 4-2. Informes de LHD con riesgo por causa – 2018 (versión en inglés)

LHD Category Code	LHD Category Description	Number of LHD	Duration at Unexpected FL (minutes)	Number of Unexpected FLs Crossed
A	Flight crew failing to climb / descend the aircraft as cleared	0	0	0
B	Flight crew climbing /descending without ATC clearance	8	9	22
C	Incorrect operation of airborne equipment	1	35	0

LHD Category Code	LHD Category Description	Number of LHD	Duration at Unexpected FL (minutes)	Number of Unexpected FLs Crossed
D	ATC system loop error; (e.g., ATC issues incorrect clearance or flight crew misunderstands clearance message)	2	29	0
E	Coordination errors in the ATC-unit-to-ATC-unit transfer of control responsibility as a result of human factors issues	7	32	0
F	Coordination errors in the ATC-to-ATC transfer of control responsibility as a result of equipment outage or technical issues	1	0	0
G	Aircraft contingency event leading to sudden inability to maintain assigned flight level	0	0	0
H	Airborne equipment failure leading to unintentional or undetected change of flight level	0	0	0
I	Turbulence or other weather related causes	1	0	0
M	Other – did not adhere to Wx contingency procedure	4	0	0
TOTAL		24	105	22

4.3 Se observa una disminución en la duración del nivel de vuelo (FL) inesperado/incorrecto asociado con los LHD informados en 2018 en comparación con el año pasado. Hay 105 minutos invertidos en el FL inesperado/incorrecto en el año 2018 en comparación con 202 minutos en el año 2017.

4.4 La **Figura 4-1** muestra la comparación en el número de informes de LHD con riesgo observados en 2018 con los resultados de 2017 por categoría de LHD. El eje vertical muestra los recuentos observados dentro de cada categoría LHD. Hubo más LHD calificados en 2018 en comparación con 2017, 24 informes de LHD con riesgo en 2018 en comparación con 19 informes de LHD con riesgo en 2017. Las categorías en las que el número de informes de riesgo habían observado aumentos fueron en la de piloto/descender sin autorización (categoría B), y otros (categoría M). Los cuatro LHD informados clasificados como categoría M, otros, implican la aplicación incorrecta de los procedimientos de desviación climática. En estos casos, se registró un LHD para la tripulación que no pudo cambiar la altitud de +/- 300 pies de acuerdo con el procedimiento.

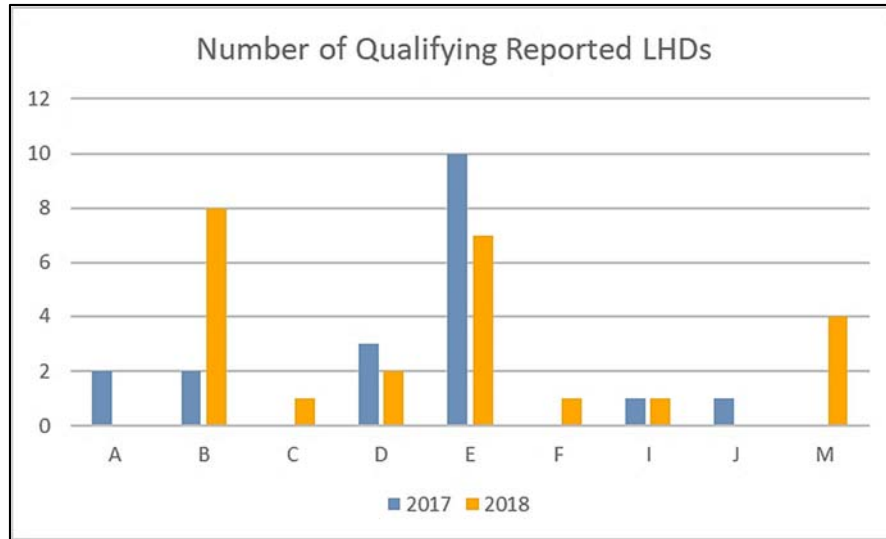


Figura 4-1. Número de LHD con riesgo reportados por código de categoría, 2018 vs 2017

4.5 La Figura 4-2 muestra la comparación de la duración asociada de los LHD reportados en 2018 con los resultados de 2017 por categoría de LHD. El eje vertical muestra la suma de las duraciones reportadas dentro de cada categoría LHD. Hubo más tiempo asociado con los LHD informados que involucraron errores de transición ATC-ATC informados (categoría E) en 2018 en comparación con 2017. El evento con el código de categoría 'C', interpretación incorrecta del equipo aerotransportado, involucró a una tripulación aérea que proporcionó un informe de altitud que estaba de acuerdo con una autorización condicional pero no precisa con la posición de la aeronave.

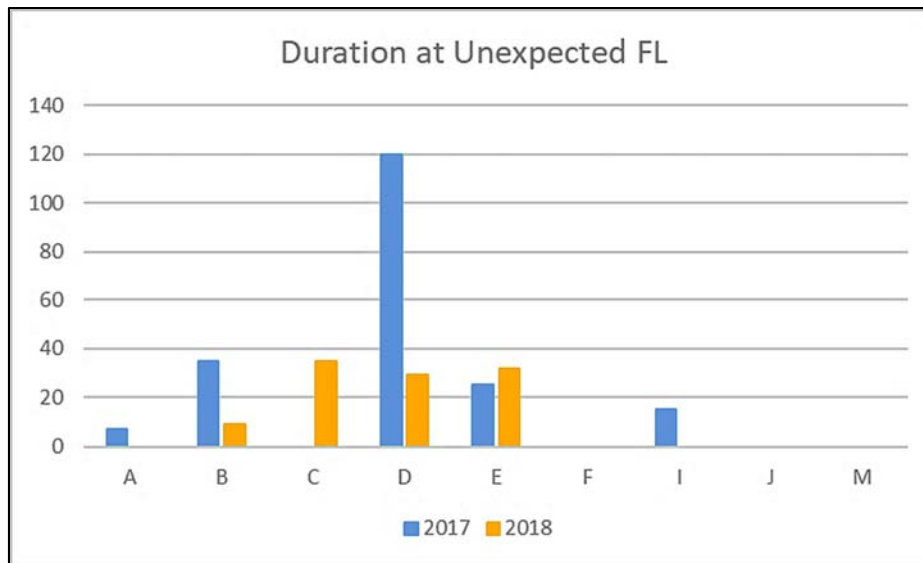


Figura 4-2. Duración en FL inesperado/incorrecto (minutos) por categoría LHD, 2018 vs 2017

4.6 La definición de un LHD de larga duración es una con una duración de veinte o más minutos. Hubo un LHD de larga duración reportado en 2018. El código de categoría para este evento fue "C", interpretación incorrecta del equipo aerotransportado. En este caso, la tripulación aérea había recibido una autorización condicional para alcanzar un FL más alto mediante un arreglo de espacio aéreo dado. Sin embargo, la tripulación informó el nivel en el nuevo FL a través de la radio de alta frecuencia (HF) antes de llegar al nuevo FL. El grupo de escrutinio estimó que el tiempo durante el cual ATC protegió solo el nuevo FL, pero durante el cual las tripulaciones aéreas ocuparon el antiguo FL, fue de treinta y cinco minutos.

4.7 El LHD reportado con el código de categoría "I" involucró turbulencias. Este LHD informado se atribuye al riesgo técnico, no al riesgo operativo. No hubo información de ubicación o magnitud de desviación especificada en el informe.

4.8 Una mitigación operativa desarrollada a partir de los LHD informados es un cambio en las alertas automáticas cuando se observa un evento de cambio de rango de altitud (ARC). Se utiliza un contrato de evento ARC para la posición de informe de la aeronave a través de la vigilancia dependiente automática - Contrato (ADS-C). El ARC permite que el ATC establezca un rango alrededor del nivel de vuelo despejado. Antes de este cambio, el rango ARC se estableció en +/- 200 pies del nivel de vuelo despejado. Por ejemplo, para un FL despejado de F330, el rango del contrato de evento ARC se habría establecido en 33200 - 31800. Si el FL observado estaba fuera de este rango, se enviaría un mensaje automático desde el avión al ATC como alerta de cambio de FL. Sin embargo, el sistema de automatización no notifica al ATC los cambios de altitud dentro de los 200 pies del FL despejado. Por lo tanto, la mitigación desarrollada para mejorar la alerta al ATC es cambiar el rango de ARC de +/- 200 pies a +/- 212 pies. Cualquier mensaje ARC recibido para diferencias FL superiores a 200 pies actualizará el bloque de datos y alertará al ATC para que tome medidas.

4.9 Los eventos LHD que conllevan riesgos se separan en dos áreas; los que ocurren dentro del espacio aéreo del oeste de Nueva York y los que ocurren dentro de las FIRs de Miami Oceánico/San Juan y el límite oeste de Nueva York. La Tabla 4-3 contiene el desglose de los eventos LHD con riesgo y las duraciones asociadas para cada área.

Tabla 4-3. Informes LHD con riesgo por área – 2018

Espacio aéreo	Cantidad de LHD	Duración en nivel de vuelo inesperado (min)	Número de nivel de vuelos cruzados inesperados
Miami Oceánico /San Juan FIRs y límite oeste de Nueva York	9	43	7
Nueva York oeste FIR	15	62	15

La **Figura 4-3** muestra las localizaciones aproximadas de los LHD con riesgo en 2018. Todos los eventos de categoría E y F ocurren en un límite ATC. No hay un patrón aparente o una tendencia obvia en la localización de los eventos LHD reportados.

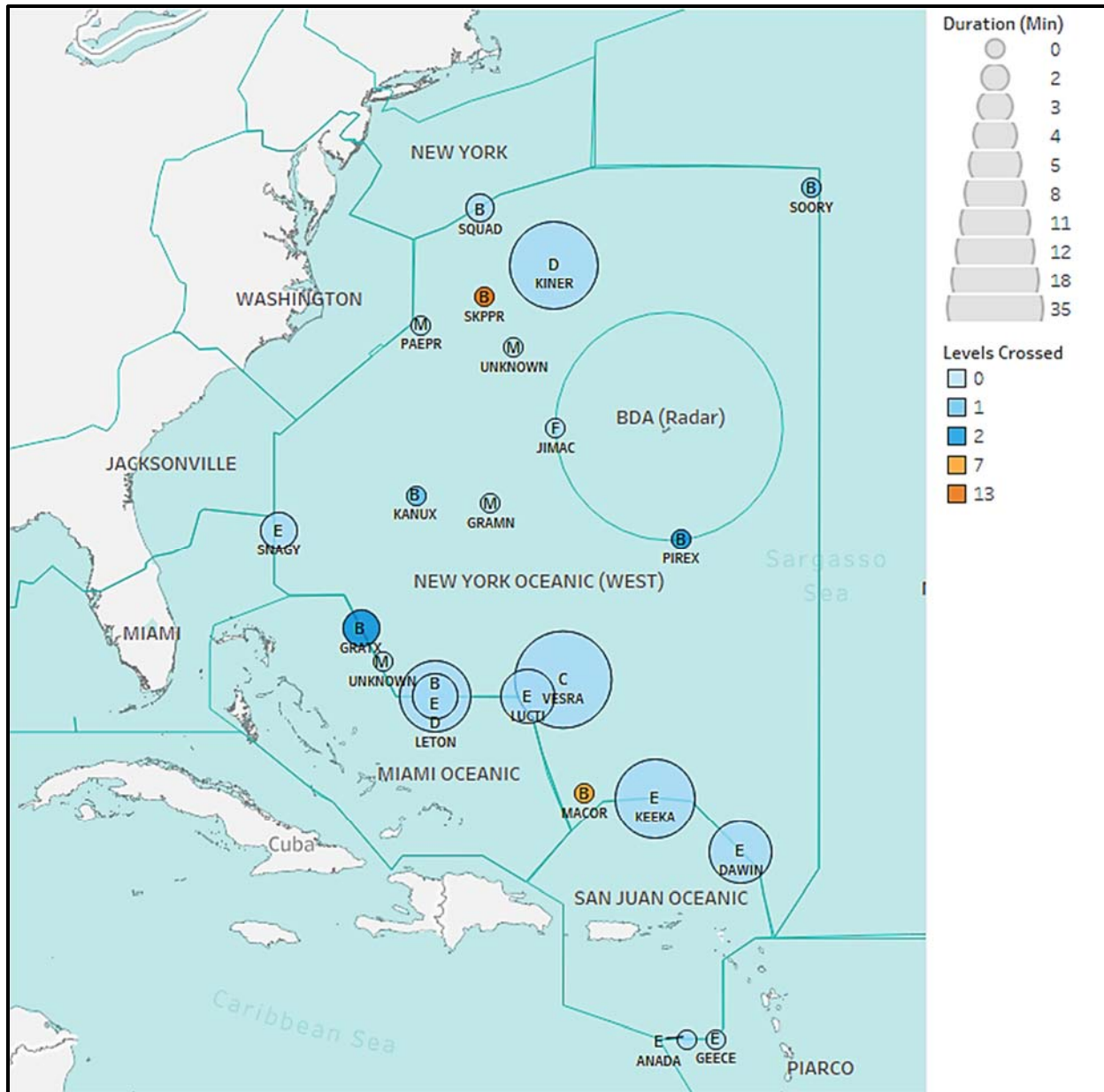


Figura 4-3. Localización aproximada de los LHD con riesgo - 2018

4.10 La NAARMO organizó teleconferencias grupales de escrutinio entre las diversas instalaciones de ATC para revisar los eventos informados durante 2018. Sin embargo, la revisión de escrutinio tuvo lugar varios meses después del final del año calendario. Este lapso de tiempo no permitió que el equipo de escrutinio obtuviera respuestas de los operadores de aeronaves y limitó cualquier información adicional de los ANSP. Según lo permitan los recursos disponibles, la NAARMO organizará reuniones de escrutinio a principios del año calendario.

5. Estimación del riesgo de colisión vertical

5.1 Esta sección del documento provee las estimaciones de los parámetros utilizados en el modelo de riesgo vertical de la OACI. La metodología de riesgo de colisión consiste en un modelo matemático para estimar el riesgo de comparación con el criterio de seguridad, el nivel objetivo de seguridad (TLS). La sección también provee información sobre las fuentes de datos utilizados para estimar los parámetros del modelo de riesgo.

5.2 El TLS acordado internacionalmente para el estándar de separación vertical de 1 000 pies se especifica para el riesgo técnico y operativo por separado. El riesgo técnico vertical proporciona el riesgo asociado con los efectos de la turbulencia, la pérdida de altitud y la respuesta de la tripulación a las alertas del sistema anticolidión que están a bordo, además de los errores derivados de la altimetría de la aeronave y el rendimiento del sistema de mantenimiento de altitud. La estimación del riesgo operacional vertical proporciona el riesgo asociado con los errores operacionales. El riesgo debido a todas las causas es la suma de las estimaciones verticales de riesgo operativo y técnico. El TLS para el estándar de separación vertical de 1000 pies se especifica como:

- a) el riesgo de colisión por todas las causas no supera los 5 accidentes mortales en 109 horas de vuelo y, simultáneamente,
- b) el riesgo de colisión debido a los sistemas de mantenimiento de altura de la aeronave no supera los 2.5 accidentes fatales en 109 horas de vuelo

5.3 Según los datos de tráfico de diciembre de 2018, NAARMO estima aproximadamente 598,777 horas de vuelo anuales para 2018 en el espacio aéreo de Miami Oceánico, Nueva York oeste y San Juan, donde se aplica el RVSM.

5.4 La metodología aplicada en el cálculo del riesgo de colisión para el espacio aéreo divide el espacio aéreo en dos áreas. El espacio aéreo del oeste de Nueva York se considera por separado del espacio aéreo Miami Oceánico y San Juan. Aunque las operaciones de la aeronave son similares en ambas áreas, la vigilancia y las comunicaciones ATC disponibles difieren. Además, existen diferencias en la fuente de datos de tráfico disponible para las dos áreas. Las estimaciones de riesgo individuales para cada área se combinan para proporcionar un estimado del espacio aéreo utilizando las horas de vuelo anuales observadas dentro de cada área.

5.5 El espacio aéreo consiste en una combinación de rutas paralelas y cruzadas; por lo tanto, el riesgo total se expresa como la suma de tres tipos básicos de riesgo de colisión de la siguiente manera:

$$N_{az} = N_{az}(same) + N_{az}(opp) + N_{az}(cross) \quad (1)$$

Los términos en el lado derecho de la ecuación representan el número esperado de accidentes por hora de vuelo de la aeronave como resultado de colisiones de pares de aeronaves asignados a niveles de vuelo adyacentes en rutas donde las aeronaves que operan en niveles de vuelo adyacentes están volando en la misma dirección en la misma ruta, dirección opuesta en la misma ruta y en rutas de cruce, independientemente de los títulos relativos, respectivamente, debido a la pérdida de separación vertical planificada.

5.6 Los modelos para los tres tipos diferentes de riesgo de colisión (dirección opuesta, misma dirección y rutas de cruce) tienen básicamente la misma estructura. La estimación del riesgo operacional vertical para el tráfico en la misma dirección y en dirección opuesta se compone de dos partes: la debida al tiempo empleado en niveles incorrectos y la debida a niveles en transición sin autorización.

5.7 *Tipos de aeronaves observadas en las FIR Miami Océánico, Nueva York oeste y San Juan*

5.7.1 La **Figura 5-1** proporciona los 15 principales tipos de aviones observados en los datos de tráfico de diciembre de 2018 por horas de vuelo. Las dos fuentes de datos de tráfico se mantienen en la figura; los datos de tráfico de Miami Océánico y San Juan se obtienen del TFMS y los datos del oeste de Nueva York se obtienen del ATOP DR&A. Los tipos de aeronaves en la **Figura 5-1** representan más del 80 por ciento del total de horas de vuelo observadas en el espacio aéreo. Las horas de vuelo asociadas con el tipo de avión Boeing 737-800 representan el 13 por ciento de todas las horas de vuelo observadas en la muestra de tráfico. El porcentaje de horas de vuelo observadas para la familia Boeing 737 NGX; incluyendo el B737, B738 y B739 es el 21 por ciento de todas las horas de vuelo observadas en los datos de tráfico. El Airbus A320 es el segundo avión más frecuentemente observado en el espacio aéreo. El porcentaje de horas de vuelo observadas para la familia Airbus 320; incluidos A319, A320 y A321, es el 23 por ciento de todas las horas de vuelo observadas en los datos de tráfico.

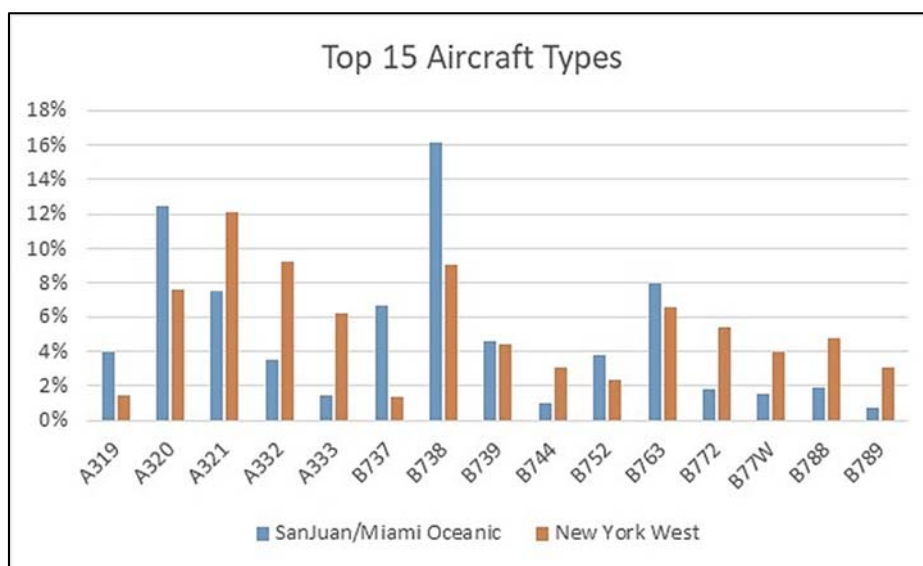


Figura 5-1. Tipos de aeronaves observadas en términos de horas de vuelo en el espacio aéreo de Miami Océánico/San Juan y Nueva York oeste

5.8 *Tamaño de la aeronave*

5.8.1 Los parámetros del modelo de riesgo de colisión (CRM) relacionados con el tamaño de la aeronave son: longitud, envergadura y altura. Estos parámetros se estiman directamente a partir de los datos de TFMS y ATOP DR&A de diciembre de 2018 y las especificaciones de aeronaves relacionadas. Las dimensiones promedio se calculan utilizando las dimensiones reales del tipo de avión multiplicado por la proporción del tiempo de vuelo total observado para el tipo en la muestra de tráfico. Los parámetros CRM resultantes para la longitud, envergadura y altura de la aeronave se presentan en la **Tabla 5-1**.

Tabla 5-1. Estimaciones de los parámetros de CRM para el tamaño de la aeronave

Espacio aéreo	Longitud λ_x (NM)	Envergadura λ_y (NM)	Altura λ_z (NM)
Miami Oceánico /San Juan	0.0232 (141 pies)	0.0213 (130 pies)	0.0070 (43 pies)
Nueva York Oeste	0.0281 (170 pies)	0.0260 (158 pies)	0.0080 (49 pies)

5.9 Frecuencias de paso vertical de la misma dirección, dirección opuesta y ruta de cruce

5.9.1 Los datos de tráfico se utilizan para estimar los valores de ocupación vertical para el espacio aéreo. La **Tabla 5-2** muestra las estimaciones de ocupación vertical en la misma dirección y en dirección opuesta para el espacio aéreo de Miami Oceánico/San Juan y Nueva York oeste. El valor de ocupación vertical en la misma dirección para el espacio aéreo del oeste de Nueva York para 2018 es aproximadamente el mismo que el valor estimado en 2017. El valor de ocupación vertical en la dirección opuesta para el espacio aéreo del oeste de Nueva York para 2018 es un 15 por ciento más alto que el valor estimado en 2017.

Tabla 5-2. Estimaciones de ocupación vertical en la misma dirección y en la opuesta

Espacio aéreo	Valor de ocupación vertical en la misma dirección	Valor de ocupación vertical en la dirección opuesta
Miami Oceánico y San Juan	0.0291	0.0945
New York Oeste	0.0452	0.0855

5.9.2. La ocupación vertical de la ruta de cruce se estima por el número de pares de aeronaves verticalmente próximos en rutas que se cruzan en un ángulo específico, θ . Tanto las consideraciones matemáticas como la experiencia en evaluaciones de seguridad anteriores han establecido que la ocupación vertical estimada para pares de aeronaves en intersecciones de rutas es generalmente menor en un orden de magnitud que la de pares de aeronaves en la misma ruta en niveles de vuelo adyacentes. Por lo tanto, se espera que la estimación del riesgo de colisión para las rutas de cruce sea inferior al riesgo para las operaciones de la misma ruta en niveles de vuelo adyacentes. El número de pares de aviones de ruta cruzada observados en los datos de diciembre de 2018 fue de 5,361. Este valor, prorrateado de los 31 días de muestra para el año calendario 2018, es de 64,334 pares de aviones al año.

5.10 Probabilidad de solapamiento vertical atribuible al rendimiento técnico de mantenimiento de altura y LHD reportados

5.10.1 Se considera que el riesgo técnico RVSM surge de los efectos de la turbulencia, la pérdida de altitud y la respuesta de la tripulación a las alertas del sistema anticolidión que están a bordo, así como de los errores en la altimetría de la aeronave y el rendimiento del sistema de mantenimiento de altitud. Por lo tanto, la estimación de la probabilidad de solapamiento vertical debe tener en cuenta las contribuciones al error vertical que surgen de todas estas fuentes.

5.10.2 Actualmente, el Sistema de Medición de Altura Geométrica de Aeronaves de EE. UU. (AGHME) y los sistemas de la Unidad de Monitoreo GPS (GMU) proporcionan a NAARMO estimaciones del error del sistema de altimetría de aeronaves (ASE), un contribuyente importante al riesgo estimado.

El control de ASE es uno de los objetivos principales del proceso de aprobación RVSM de cada Estado, que debe mantenerse por el operador en el espacio aéreo donde se aplica RVSM.

5.10.3 El estimado de NAARMO para la probabilidad de solapamiento vertical para los pares de aeronaves que operan en niveles de vuelo adyacentes, $P_z(1\ 000)$, utilizada en la estimación del riesgo técnico vertical es 1.93×10^{-9} . La estimación de NAARMO para la probabilidad de solapamiento vertical para los pares de aeronaves que operan en el mismo nivel de vuelo, $P_z(0)$, utilizada en la estimación del riesgo operativo vertical es 0.42.

5.11 *Tiempo pasado en nivel de vuelo inesperado*

5.11.1 La proporción del tiempo de vuelo pasado en niveles incorrectos, P_i , se determina como la relación entre la cantidad de tiempo pasado en niveles incorrectos y la cantidad total de tiempo de vuelo en el espacio aéreo durante el período en que ocurrieron los eventos de nivel de vuelo incorrecto. Los LHD que conllevan riesgos para el año calendario 2018 contienen 105 minutos de tiempo de vuelo en niveles de vuelo inesperados.

5.11.2 La **Tabla 4-3** (página 8 de este documento) proporciona la duración a nivel de vuelo inesperado/incorrecto para ambas áreas. La proporción de tiempo de vuelo invertido a un nivel de vuelo inesperado se estima para cada área utilizando los valores de la tabla y dividiendo por las horas de vuelo estimadas para cada área. Las horas de vuelo anuales estimadas para el espacio aéreo del oeste de Nueva York obtenidas de los datos ATOP DR&A son 305,207 horas. Las horas de vuelo anuales estimadas para el espacio aéreo de Miami Océánico y San Juan obtenidas de los datos combinados de TFMS son 293,571 horas de vuelo. Las proporciones de tiempo invertido a un nivel de vuelo inesperado son 3.38×10^{-6} y 2.44×10^{-6} para el espacio aéreo Nueva York oeste y Miami Océánico/San Juan, respectivamente.

5.12 *Parámetros del modelo de riesgo de colisión*

5.12.1 Los parámetros individuales de los modelos, sus definiciones, estimaciones y fuentes se dan en la **Tabla 5-3**.

Tabla 5-3. Estimaciones de los parámetros del modelo de riesgo de colisión vertical (en versión inglés)

Term	Definition	Estimate	Source
$P_z(S_z)$	Probability that two aircraft nominally separated by the vertical separation minimum S_z are in vertical overlap.	1.93×10^{-9}	Value used in the US CONUS vertical risk estimate
$P_z(0)$	Probability that two aircraft operating on the same flight level are in vertical overlap	0.42	Value used in the vertical risk estimates for Pacific airspace
$P_y(0)$	Probability that two aircraft on the same track are in lateral overlap.	0.1	Value used in the vertical risk estimates for Pacific airspace
λ_x	Average aircraft length.	0.0232 NM and 0.0281 NM	Estimated from Miami Oceanic/San Juan and New York West traffic data
λ_y	Average aircraft wingspan.	0.0213 NM and 0.0260 NM	Estimated from Miami Oceanic/San Juan and New York West traffic data

Term	Definition	Estimate	Source
λ_z	Average aircraft height with undercarriage retracted.	0.0070 NM and 0.0080 NM	Estimated from Miami Oceanic/San Juan and New York West traffic data
$E_z(\text{same})$	Same-direction vertical occupancy for a pair of aircraft at adjacent flight levels on same route.	0.029 and 0.045	Estimated from Miami Oceanic/San Juan and New York West traffic data
$E_z(\text{opp})$	Opposite-direction vertical occupancy for a pair of aircraft at adjacent flight levels on same route.	0.094 and 0.085	Estimated from Miami Oceanic/San Juan and New York West traffic data
$ \overline{\Delta V} $	Average absolute relative along-track speed between aircraft on same-direction routes.	13 knots	Value used in the North Atlantic, Pacific, and US Domestic airspace vertical risk estimates
$ \overline{V} $	Average absolute aircraft ground speed.	480 knots	Value used in the North Atlantic, Pacific, and US Domestic airspace vertical risk estimates
$ \overline{\dot{y}} $	Average absolute relative cross-track speed for an aircraft pair nominally on the same route.	5 knots	Value used in the North Atlantic, Pacific, and US Domestic airspace vertical risk estimates
$ \overline{\dot{z}} $	Average absolute relative vertical speed of an aircraft pair that have lost all vertical separation	1.5 knots	Value used in the North Atlantic, Pacific, and US Domestic airspace vertical risk estimates
$F(NY)$	Estimated flying hours within New York West FIR	305,207	Estimated from FAA ATOP DR&A for New York West airspace
$F(MS)$	Estimated flying hours within Miami Oceanic and San Juan FIRs	293,571	Estimated from TFMS data for Miami Oceanic and San Juan airspace

6. Resultados y conclusiones

6.1 Los LHD que conllevan riesgos se separan según la localización del evento. Los LHD que conllevan riesgos dentro del espacio aéreo del oeste de Nueva York se aplican a las horas de vuelo estimadas y los valores de ocupación vertical para el espacio aéreo del oeste de Nueva York. El mismo método se aplica a los datos del espacio aéreo de Miami Oceánico y San Juan. La **Tabla 6-1** proporciona las estimaciones promedias de 2018 del riesgo vertical técnico y operativo para el espacio aéreo Miami Oceánico, Nueva York oeste y San Juan. La última fila en la **Tabla 6-1** contiene la suma promedia del riesgo de las dos áreas.

Tabla 6-1. Estimaciones de riesgo vertical de 2018 para Miami Oceánico, Nueva York oeste y San Juan ($\times 10^{-9}$ accidentes fatales por hora de vuelo (fapfh))

Espacio aéreo	Técnico	Operacional	En general
New York West	0.03	27.04	27.07
Miami Oceanic and San Juan	0.04	21.00	21.04
Totales	0.07	48.04	48.11

6.2 El riesgo técnico estimado en el espacio aéreo RVSM es 0.07×10^{-9} accidentes fatales por hora de vuelo (fapfh). Esta estimación está significativamente por debajo de 2.5×10^{-9} fapfh, que es la parte del conjunto TLS como objetivo de seguridad para el rendimiento técnico de mantenimiento de altura.

6.3 La estimación del riesgo vertical operacional para el espacio aéreo RVSM 48.04×10^{-9} fapfh. La suma de este valor y la estimación del riesgo técnico para el espacio aéreo es 48.11×10^{-9} fapfh, u ocho veces mayor que el objetivo de seguridad general de 5.0×10^{-9} fapfh. El LHD reportado con la duración más larga, 35 minutos, contribuye con el treinta por ciento del riesgo general estimado de colisión vertical, o 14.4×10^{-9} fapfh. La categoría E informó que los LHD contribuyen con el treinta por ciento del riesgo general estimado de colisión vertical, o 14.8×10^{-9} fapfh.

6.4 La estimación del riesgo vertical estimado para 2018, que se muestra en la **Tabla 6-1**, es inferior a las estimaciones para 2017 y 2016. Las estimaciones generales de riesgo vertical en 2017 y 2016 fueron 87.5 y 219.2×10^{-9} fapfh, respectivamente. La disminución en la estimación del riesgo vertical se atribuye a menos tiempo dedicado a niveles de vuelo inesperados. El uso de rutas bidireccionales conduce a un alto valor de ocupación vertical en dirección opuesta. La estimación del riesgo de colisión vertical es muy sensible a un alto valor de ocupación vertical en dirección opuesta.