



OACI

Organización de Aviación Civil Internacional
Oficina Regional Sudamericana

NOTA DE ESTUDIO

GTE/21 — NE/08
19/08/21

Vigésimo Primera Reunión del Grupo de Trabajo de Escrutinio del Grupo Regional de Planificación y Ejecución CAR/SAM (GREPECAS) GTE/21
Reunión en Zoom, 23-26 de agosto de 2021

Cuestión 2 del Orden del Día: Revisión de los resultados del análisis de Grandes Desviaciones de Altitud (LHD)

INFORME DE MONITOREO DE SEGURIDAD OPERACIONAL VERTICAL PARA EL ESPACIO AÉREO DE MIAMI OCEANIC, NEW YORK WEST Y SAN JUAN – 2020

(Presentada por NAARMO)

RESUMEN EJECUTIVO

Esta Nota proporciona el informe de monitoreo de seguridad operacional vertical para el uso continuo y seguro de la separación Mínima Vertical Reducida (RVSM) en el espacio aéreo oceánico de Miami, New York Oeste y San Juan. La evaluación de la seguridad operacional se ha realizado de acuerdo con la metodología avalada por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Este trabajo utiliza informes de desviación de gran altura (LHD) y datos de muestra de tráfico (TSD) para el año calendario 2020.

El propósito de este informe es comparar el desempeño real con los objetivos de seguridad operacional relacionados con el uso continuo de la RVSM en los espacios aéreos de Miami Oceánico, New York Oeste y San Juan. Este informe contiene un resumen de los informes LHD recibidos por NAARMO para el año calendario 2020. Hay 16 eventos reportados que representan 20 minutos pasados en un Nivel de vuelo (FL) inesperado/incorrecto durante el año calendario 2020. Este informe también contiene una estimación del riesgo de colisión vertical. La estimación del riesgo de colisión vertical para el espacio aéreo excede ligeramente el valor del Nivel de seguridad objetivo (TLS) de 5.0×10^{-9} accidentes fatales por hora de vuelo.

Acción:	Se describe en la Sección 3.
Objetivos Estratégicos:	<ul style="list-style-type: none">• Seguridad Operacional• Capacidad y eficiencia de la navegación aérea
Referencias:	<ul style="list-style-type: none">• Doc 9574 - <i>Manual de Implantación de una separación vertical mínima de 300m (1000 ft) entre FL 290 y FL 410 inclusive</i>• Doc 9937 - <i>Procedimientos y métodos operacionales para los organismos regionales de vigilancia en relación con el uso de una separación vertical mínima de 300 m (1 000 ft) entre FL 290 y FL 410 inclusive</i>

1. Introducción

1.1 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 el rol de Agencia de Monitoreo Regional (RMA) para el uso continuo y seguro del RVSM en los espacios aéreos de Miami Oceanico, New York oeste y de San Juan.

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

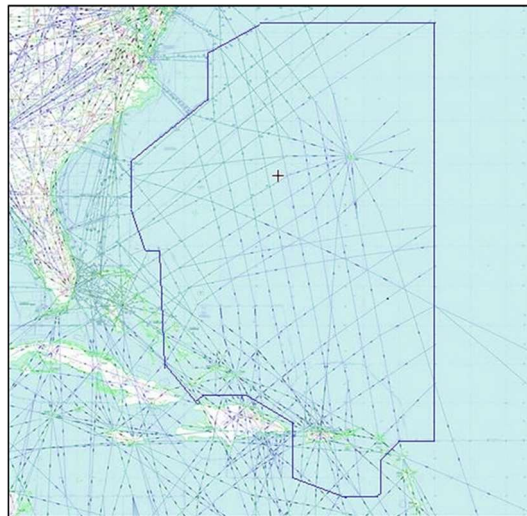


Figura 1-1. FIR Miami Oceánica, Nueva York oeste, San Juan

1.3 Este informe cubre el año calendario 2020. Dentro de este informe, el lector encontrará un resumen de los informes de grandes desviaciones de altura (LHD) recibidos por la NAARMO y la estimación del riesgo de colisión vertical correspondiente. Se enviaron 40 informes de este tipo a la NAARMO para el año calendario 2020.

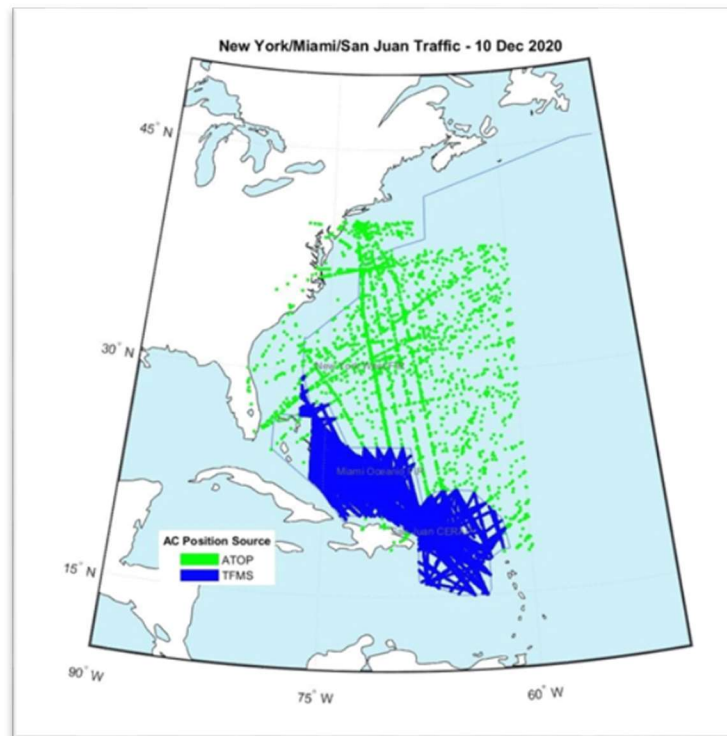
2. Discusión

2.1 *Muestra de datos del tráfico*

2.1.1 La NAARMO tiene acceso al Sistema de Gestión de Flujo de Tráfico (TFMS) de la Administración Federal de Aviación (FAA), que incluye observaciones de aeronaves en el espacio aéreo de Miami Oceanic 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 (FL), identificación de vuelo de la aeronave, tipo de aeronave, aeropuerto de origen y aeropuerto de destino. Los datos TFMS contienen estimaciones de posición frecuentes para cada vuelo; se proporciona una estimación de posición aproximadamente una vez por minuto.

2.1.2 La fuente de datos de tráfico para la FIR New York West son los archivos y la reducción de datos del sistema de automatización oceánica de tecnologías avanzadas y procedimientos oceánicos (ATOP) de la FAA (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 controlador piloto (CPDLC). La Figura 2-1 muestra las ubicaciones de la posición de las aeronaves dentro de la FIR New York West y los datos TFMS para las FIR Miami Oceanic y San Juan para el 10 de diciembre de 2020. El tráfico de Miami Oceanic y San Juan observado en los datos TFMS se combinan con los de Nueva York Tráfico oeste observado en ATOP DR&A.

Figura 2-1. Operaciones de tráfico aéreo de las FIR de Miami Oceanic, New York West, San Juan - 10 de diciembre de 2020



2.1.3 La Figura 2-2 muestra el número de operaciones de vuelo por mes para la FIR New York West para el año calendario 2020. Las barras verticales representan el número total de operaciones de vuelo observadas cada mes durante el año calendario 2020. El número promedio de operaciones de vuelo por día varía según el mes debido a la pandemia de COVID-19 y la reducción asociada en los viajes aéreos durante 2020. En enero de 2020, el número promedio de operaciones de vuelo por día fue de más de 700 en la FIR New York West. En abril de 2020, el número medio de operaciones de vuelo por día era inferior a 60 operaciones de vuelo.

2.1.4 En tiempos normales, se esperan variaciones estacionales en el volumen de tráfico. Por lo general, el período de alto tráfico para el espacio aéreo de Miami Oceanic, New York West y San Juan comienza en noviembre y termina en abril/mayo. La Figura 2-2 muestra que para fines del año calendario 2020, los niveles de tráfico están aumentando; en diciembre de 2020, el número medio de operaciones de vuelo por día alcanzó las 400 operaciones de vuelo.

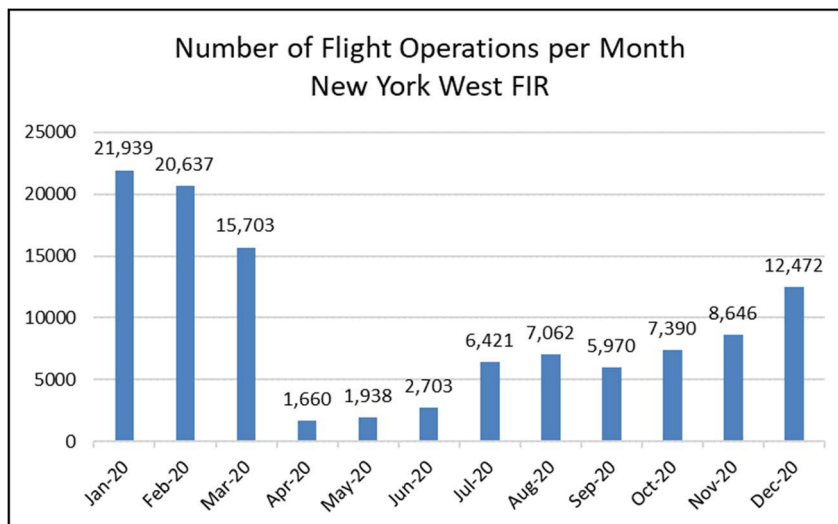


Figura 2-2. FIR New York West, número de operaciones de vuelo por mes - año calendario 2020

2.2 Desviaciones de gran altura informadas (LHD)

2.2.1 La NAARMO utiliza la base de datos de Análisis e Informes Electrónicos Integrales 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 40 sucesos reportados revisados por el grupo de escrutinio para el espacio aéreo Miami Oceanic, New York West y San Juan. El grupo de escrutinio está formado por expertos operativos de cada instalación de control de tráfico aéreo, representantes de Normas de vuelo y seguridad del espacio aéreo de la FAA, y expertos en análisis de seguridad de la NAARMO. El grupo de escrutinio se reunió virtualmente siete veces y revisó las cuarenta ocurrencias reportadas del año calendario 2020. Como resultado del trabajo del grupo de escrutinio, hay dieciséis ocurrencias de LHD reportadas durante el año calendario 2020. La Tabla 2-1 contiene un resumen de todos los riesgos, teniendo LHD por mes.

Tabla 2-1. LHD con riesgo – 2020

Month	Count	Duration at Unexpected FL (mins)	Number of Unexpected FLs Crossed
Jan-20	3	3	2
Feb-20	2	1	0
Mar-20	3	5	2
Apr-20	0	0	0
May-20	0	0	0
Jun-20	1	0	0
Jul-20	1	0	0
Aug-20	0	0	0
Sep-20	1	0	0
Oct-20	0	0	0
Nov-20	3	10	1
Dec-20	2	1	0
TOTAL	16	20	5

2.2.2 La revisión del grupo de escrutinio determinó una causa general para cada uno de los informes LHD con riesgo en 2020. La Tabla 2-2 resume los LHD reportados con riesgo categorizados por causa general. Cuatro de los dieciséis LHD informados que se enumeran en la Tabla 2-2 se clasifican como Riesgo técnico. Los LHD de riesgo técnico incluyen dos eventos de categoría J y dos de categoría L. La duración asociada y/o los niveles de vuelo cruzados para los LHD de riesgo técnico no se incluyen en las Tablas 2-1 y 2-2. Solo los LHD de riesgo operacional contribuyen a la duración en FL incorrectos y el número de FL incorrectos cruzados incorrectamente en las Tablas 2-1 y 2-2.

Tabla 2-2. Informes LHD con riesgo por causa – 2020

LHD Category Code	LHD Category Description	Number of LHD	Duration at Incorrect FL (minutes)	Number of Incorrect FLs Crossed
A	Flight crew failing to climb/descend the aircraft as cleared	2	2	2
B	Flight crew climbing /descending without ATC clearance	3	9	3
C	Incorrect operation of airborne equipment	0	0	0
D	ATC system loop error; (e.g., ATC issues incorrect clearance or flight crew misunderstands clearance message)	3	7	0
E	Coordination errors in the ATC-unit-to-ATC-unit transfer of control responsibility as a result of human factors issues	3	2	0
F	Coordination errors in the ATC-to-ATC transfer of control responsibility as a result of equipment outage or technical issues	0	0	0
G	Aircraft contingency event leading to sudden inability to maintain assigned flight level	1	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	0	0	0
J	TCAS resolution advisory; flight crew correctly following the resolution advisory	2	0	0
K	TCAS resolution advisory; flight crew incorrectly following the resolution advisory	0	0	0
L	An aircraft being provided with RVSM separation is not RVSM approved (e.g. flight plan indicating RVSM approval but aircraft not approved, ATC misinterpretation of flight plan)	2	0	0
M	Other	0	0	0
TOTAL		16	20	5

2.2.3 En 2020 se observó una disminución tanto en el número de LHD notificados como en la duración del FL inesperado/incorrecto en comparación con los años anteriores. Este resultado se esperaba debido a la pandemia COVID-19 y la reducción asociada en los viajes aéreos durante 2020. La Figura 2-3 muestra que la disminución observada en el número de LHD reportados fue del 38 por ciento, la disminución observada en el tiempo pasado en niveles de vuelo incorrectos 56 por ciento, y la disminución en el número de niveles de vuelo cruzados incorrectamente fue del 58 por ciento para el año calendario 2020 en comparación con 2019.

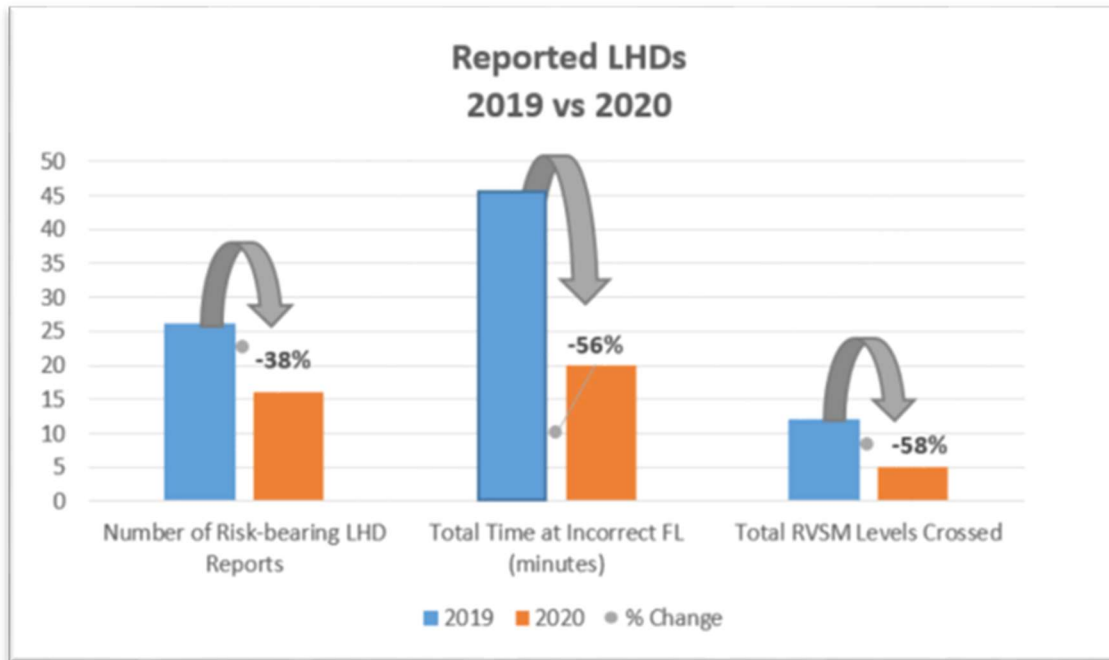


Figura 2-3. LHD reportados, 2019 vs 2020

2.2.4 Hubo un ligero aumento en el número de LHD notificados que implican la transferencia del control ATC. Hay tres eventos de categoría E. Además, los tres eventos de categoría D indican que la categoría E fue un factor causal secundario. Esto produce seis LHD reportados que involucran la transferencia del control ATC con un total de nueve minutos de operación en FL inesperados. Durante las revisiones de escrutinio, los expertos operacionales del ATC indicaron que estos sucesos de categoría E se discuten durante las teleconferencias de rutina a las que asisten representantes de las instalaciones adyacentes. Por ejemplo, los centros ATC de Miami, Houston y La Habana tienen una teleconferencia semanal de intercambio automático de datos (ADE) que brinda oportunidades para discutir temas relacionados.

2.2.5 Se notificaron dos LHD de categoría A causados por un malentendido de las autorizaciones condicionales CPDLC. El tiempo total pasado en un nivel de vuelo incorrecto fue de dos minutos y dos niveles de vuelo se cruzaron incorrectamente.

2.2.6 Se notificaron tres LHD de categoría B. Uno de estos LHD reportados involucró una operación de vuelo HF que subió sin autorización ATC para evitar el clima. Para este suceso, se dispuso de datos no operativos de vigilancia dependiente automática - difusión (ADS-B) para identificar nueve minutos en un FL incorrecto y un nivel de vuelo cruzado sin autorización del ATC.

2.2.7 Los eventos LHD que conllevan riesgo operacional se dividen en dos áreas; los que ocurren dentro del espacio aéreo de New York West y los que ocurren dentro de las Regiones de Información de Vuelo (FIR) de Miami Oceanic/San Juan y el límite de New York West. La Tabla 2-3 contiene el desglose de los eventos LHD que conllevan riesgos y las duraciones asociadas para cada área. La Figura 2-4 muestra las ubicaciones aproximadas de los LHD que conllevan riesgos en 2020. Las ubicaciones de los eventos de categoría E y F ocurren en un límite ATC.

Tabla 2-3. LHD reportados con riesgo operacional por área – 2020

Airspace	Number of LHD	Duration at unexpected FL (min)	Number of unexpected FLs crossed
Miami Oceanic/San Juan FIRs and New York West boundary	5	2	2
New York West FIR	7	18	3
Total	12	20	5

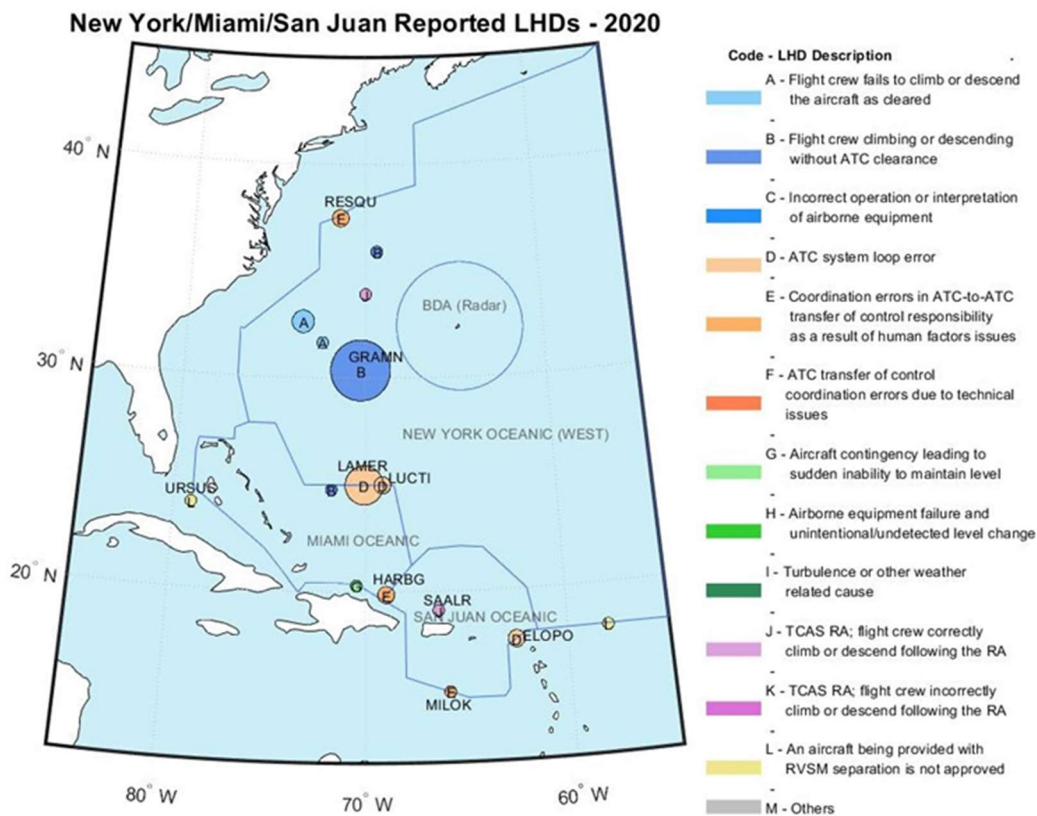


Figura 2-4. Ubicación aproximada de los LHD con riesgo - 2020

2.2.8 A modo de comparación, en la Figura 2-5 se muestra un resumen de los LHD informados para el espacio aéreo de New York West, Miami Oceanic y San Juan durante los años calendario 2017 a 2020. Aunque el número de LHD informados permanece algo constante, las duraciones de LHD asociadas han disminuido durante el período. Una de las razones de esta disminución se debe a los cambios implementados en los sistemas de automatización. Además, para las operaciones de enlace de datos en el espacio aéreo de Nueva York Oeste, el ATC recibe alertas de ascensos/descensos sin o no de acuerdo con la autorización del ATC. La vigilancia disponible en las áreas de Miami Oceanic y San Juan también proporciona alertas al ATC para ascensos/descensos inesperados.

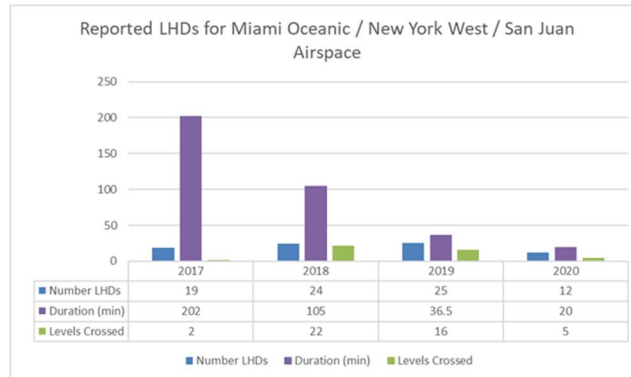


Figura 2-5. Tendencias de LHD reportadas, 2017 a 2020

2.2.9 *Estimación del riesgo de colisión vertical*

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

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

2.2.12 El riesgo de colisión por todas las causas no excede de 5 accidentes mortales en 109 horas de vuelo y, simultáneamente,

2.2.13 El riesgo de colisión debido a los sistemas de mantenimiento de altura de las aeronaves no excede de 2,5 accidentes mortales en 109 horas de vuelo

2.2.14 Con base en los datos de tráfico de diciembre de 2020, la NAARMO estima aproximadamente 399,156 horas de vuelo anuales para 2020 en el espacio aéreo de Miami Oceanic, New York West y San Juan donde se aplica RVSM. Esto representa una disminución promedio del 35 por ciento en las horas de vuelo en comparación con 2019.

2.2.15 La metodología aplicada en el cálculo del riesgo de colisión para el espacio aéreo divide el espacio aéreo en dos áreas. El espacio aéreo de New York West se considera por separado del espacio aéreo de Miami Oceanic 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 una estimación del espacio aéreo utilizando las horas de vuelo anuales observadas dentro de cada área.

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

$$N_{az}=N_{az}(igual)+N_{az}(opp)+N_{az}(cruz)$$

2.2.17 Los términos del lado derecho de la ecuación representan el número esperado de accidentes por hora de vuelo de aeronave resultantes de colisiones de pares de aeronaves asignados a niveles de vuelo adyacentes. Cuando las aeronaves que operan en niveles de vuelo adyacentes vuelan en la misma dirección en la misma ruta, en dirección opuesta en la misma ruta y en rutas de cruce independientemente de los rumbos relativos, respectivamente, debido a la pérdida de la separación vertical planificada.

2.2.18 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 la dirección opuesta se compone de dos partes: la debida al tiempo transcurrido en niveles incorrectos y la debida a la transición de niveles sin autorización.

2.2.19 Tipos de aeronaves observados en las FIR Miami Oceanic, New York West y San Juan

2.2.20 La Figura 2-6 proporciona los principales tipos de aeronaves observados en los datos de tráfico de diciembre de 2020 por horas de vuelo. Las dos fuentes de datos de tráfico se mantienen en la figura; Los datos de tráfico de Miami Oceanic y San Juan se obtienen del TFMS y los datos de New York West se obtienen del ATOP DR&A. Los tipos de aeronaves de la Figura 2-6 representan más del 70 por ciento del total de horas de vuelo observadas en el espacio aéreo. El Airbus A320 es el avión más observado en el espacio aéreo. El porcentaje de horas de vuelo observadas para la familia Airbus 320; incluidos A319, A320 y A321, es más del 27 por ciento de todas las horas de vuelo observadas en los datos de tráfico. El segundo avión más observado es la familia Boeing 737 NGX; incluyendo el B737, B738 y B739. El porcentaje de horas de vuelo de la familia Boeing 737 NGX es más del 14 por ciento de todas las horas de vuelo observadas en los datos de tráfico.

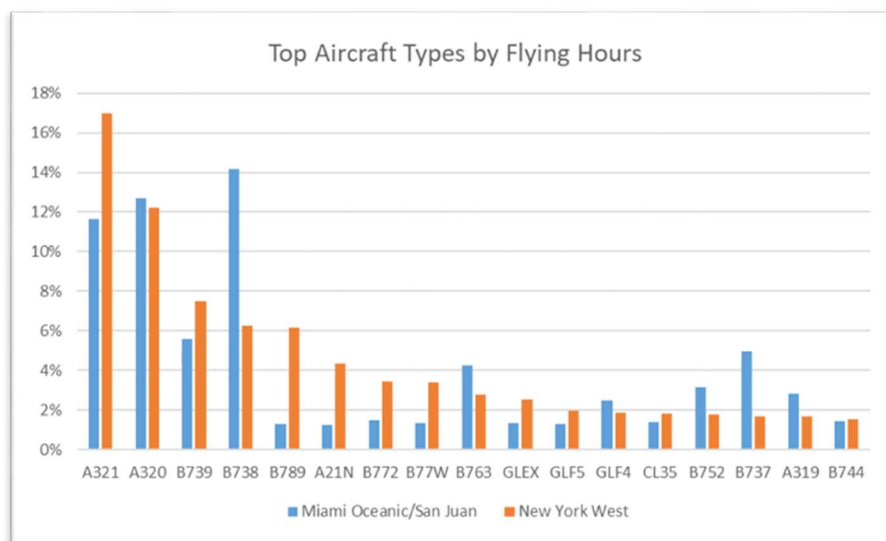


Figura 2-6. Tipos de aeronaves observados en términos de horas de vuelo en Miami Oceanic/San Juan y New York West Airspace – 2020

2.2.21 Tamaño de la aeronave

2.2.22 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 2020 y las especificaciones de aeronaves relacionadas. Las dimensiones ponderadas se calculan utilizando las dimensiones reales del tipo de aeronave multiplicadas por la proporción del tiempo de vuelo total observado para el tipo en la muestra de tráfico. Los parámetros de CRM resultantes para la longitud, envergadura y altura de la aeronave se presentan en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4. Estimaciones de parámetros de CRM para el tamaño de la aeronave

Airspace	Length λ_x (NM)	Wingspan λ_y (NM)	Height λ_z (NM)
Miami Oceanic/San Juan	0.0219 (133 ft)	0.0194 (118 ft)	0.0065 (40 ft)
New York West	0.0243 (148 ft)	0.0217 (132 ft)	0.0069 (42 ft)

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

2.2.24 Los datos de tráfico se utilizan para estimar los valores de ocupación vertical del espacio aéreo. La Tabla 2-5 muestra estimaciones de ocupación vertical en la misma dirección y en direcciones opuestas para el espacio aéreo Miami Oceanic/San Juan y New York West.

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

Airspace	Same Direction Vertical Occupancy Value	Opposite Direction Vertical Occupancy Value
Miami Oceanic and San Juan	0.0298	0.0773
New York West	0.0169	0.0988

2.2.25 La ocupación vertical de la ruta de cruce se estima por el número de pares de aeronaves verticalmente próximos en las rutas que se cruzan en un ángulo específico, θ . Tanto las consideraciones matemáticas como la experiencia en evaluaciones de seguridad previas han establecido que la ocupación vertical estimada para pares de aeronaves en las 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 estará por debajo del riesgo de las operaciones en la misma ruta en niveles de vuelo adyacentes. El número de pares de aviones que cruzan la ruta observada en la muestra de tráfico de diciembre de 2020 del espacio aéreo de Miami Oceanic y San Juan fue de 4.953. Este valor, prorrateado de los 31 días de muestra para el año calendario 2020, es de 58,317 pares de aviones al año.

2.2.26 Probabilidad de superposición vertical atribuible al rendimiento técnico de mantenimiento de altura y LHD informados

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

2.2.28 Las estimaciones del error del sistema altimétrico de la aeronave (ASE) se obtienen de los procesos de monitoreo de altura de la aeronave desarrollados por NAARMO. Estos procesos requieren varios conjuntos de datos, incluidos datos meteorológicos y de altura geométrica de aeronaves. Los datos geométricos de las aeronaves se obtienen del elemento de monitoreo de altura geométrica de las aeronaves de EE. UU. (AGHME), datos ADS-B o del sistema de la unidad de monitoreo GPS (GMU). El control del ASE de la aeronave es uno de los principales objetivos del proceso de aprobación RVSM estatal, el cual debe estar a cargo de los explotadores en el espacio aéreo donde se aplica la RVSM.

2.2.29 La estimación NAARMO de la probabilidad de superposición vertical para pares de aeronaves que operan en niveles de vuelo adyacentes, Pz (1000), utilizada en la estimación del riesgo técnico vertical es $1,93 \times 10^{-9}$. La estimación de NAARMO para la probabilidad de superposición vertical para pares de aeronaves que operan en el mismo nivel de vuelo, Pz (0), utilizada en la estimación del riesgo operacional vertical es 0,42.

2.2.30 Tiempo pasado en FL inesperado/incorrecto

2.2.31 La proporción de tiempo de vuelo gastado en niveles incorrectos, Pi, se determina como la relación entre la cantidad de tiempo gastado en niveles incorrectos y la cantidad total de tiempo de vuelo en el espacio aéreo durante el período en que los eventos de nivel de vuelo incorrecto ocurrieron. Los LHD con riesgo para el año calendario 2020 contienen 20 minutos de tiempo de vuelo a un nivel de vuelo inesperado.

2.2.32 La Tabla 2-3, proporcionada anteriormente en este documento, da la duración a un nivel de vuelo inesperado/incorrecto para ambas áreas. La proporción de tiempo de vuelo transcurrido 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 de New York West obtenidas de los datos de ATOP DR&A son 170,094 horas. Las horas de vuelo anuales estimadas para el espacio aéreo de Miami Oceanic y San Juan obtenidas de los datos combinados del TFMS son 229.062 horas de vuelo. Las proporciones de tiempo transcurrido a un nivel de vuelo inesperado son 1.8×10^{-6} y 1.5×10^{-7} para el espacio aéreo New York West y Miami Oceanic/San Juan, respectivamente.

2.2.33 *Parámetros del modelo de riesgo de colisión*

2.2.34 Los parámetros individuales de los modelos, sus definiciones, estimaciones y fuentes se dan en la Tabla 2-6.

Tabla 2-6. Estimaciones de los parámetros del modelo de riesgo de colisión vertical

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.	0.0219 NM and 0.0244 NM	Estimated from Miami Oceanic/San Juan and New York West traffic data
λ_y	Average aircraft wingspan.	0.0194 NM and 0.0217 NM	Estimated from Miami Oceanic/San Juan and New York West traffic data
λ_z	Average aircraft height with undercarriage retracted.	0.0065 NM and 0.0069 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.	0.030 and 0.017	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.	0.077 and 0.098	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{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{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	170,094	Estimated from FAA ATOP DR&A for New York West airspace
$F(MS)$	Estimated flying hours within Miami Oceanic and San Juan FIRs	229,062	Estimated from TFMS data for Miami Oceanic and San Juan airspace

2.2.36 Los LHD que asumen riesgos se separan según la ubicación del evento. Los LHD con riesgo dentro del espacio aéreo de New York West se aplican a las horas de vuelo estimadas y los valores de ocupación vertical para el espacio aéreo de New York West. El mismo método se aplica a los datos del espacio aéreo de Miami Oceanic y San Juan. La Tabla 2-7 proporciona las estimaciones ponderadas de 2020 del riesgo vertical técnico y operativo para el espacio aéreo de Miami Oceanic, New York West y San Juan. La última fila de la Tabla 2-7 contiene la suma ponderada del riesgo de las dos áreas.

Tabla 2-7. Estimaciones de riesgo vertical 2020 para el espacio aéreo de Miami Oceanic, New York West y San Juan ($\times 10^{-9}$ accidentes mortales por hora de vuelo (fapfh))

Airspace	Technical	Operational	Overall
New York West	0.04	3.89	3.93
Miami Oceanic and San Juan	0.03	1.72	1.75
Total	0.07	5.61	5.68

2.2.37 El riesgo técnico estimado en el espacio aéreo RVSM es de 0.07×10^{-9} accidentes fatales por hora de vuelo (fapfh). Esta estimación está significativamente por debajo de $2,5 \times 10^{-9}$ fapfh, que es la parte del TLS establecida como objetivo de seguridad para el rendimiento técnico de mantenimiento de altura.

2.2.38 La estimación del riesgo vertical operacional para el espacio aéreo RVSM 5.61×10^{-9} fapfh. La suma de este valor y la estimación de riesgo técnico para el espacio aéreo es 5.68×10^{-9} fapfh, o un poco más grande que el objetivo general de seguridad operacional de 5.0×10^{-9} fapfh.

2.2.39 La estimación del riesgo vertical estimado para 2020, que se muestra en la Tabla 2-7, es más baja que las estimaciones para el período de cuatro años anterior (por ejemplo, 2016-2019). La disminución en la estimación del riesgo vertical está directamente relacionada con la disminución del tiempo empleado en niveles de vuelo inesperados, como se muestra anteriormente en la Figura 2-5. La tendencia actual muestra una menor duración de LHD a medida que se realizan mejoras en los sistemas de automatización ATC. Además, para las operaciones de enlace de datos en el espacio aéreo de Nueva York Oeste, el ATC recibe alertas tempranas de ascensos/descensos sin o no de acuerdo con la autorización del ATC. La vigilancia disponible en las áreas de Miami Oceanic y San Juan también proporciona alertas al ATC para ascensos/descensos inesperados. El número reducido de operaciones asociadas con la pandemia COVID-19 durante el año calendario 2020 también fue un factor en el número de incidentes reportados para este año.

3 Acción de la reunión

3.1 Se invita a la Reunión a que tome nota y discuta la información proporcionada.