

¿Que es CRM?

Collision Risk Model – Modelo de Reich

Doc 9574 OACI

Cálculo del TLS

OBJETIVO

Que los puntos focales puedan darse cuenta de la complejidad de los cálculos involucrados en la metodología CRM, y la inestimable ayuda que pueden proporcionar con la transmisión de datos del Movimiento de las aeronaves y los LHD llenados correctamente.

GUIÓN

- Introducción
- Población de Aeronaves
- Datos Sobre las Desviaciones Verticales
- Desempeño Total del Sistema
- Acciones Correctivas
- Evaluación CRM
- Resultados y Conclusiones

¿Que es CRM?

$$N_{az}^T = P_z(S_z)P_y(0) \left\{ N_x(\text{mismo}) \left[1 + \frac{\lambda_x |\bar{y}|}{\lambda_y |\Delta V|} + \frac{\lambda_x |\bar{z}|}{|\Delta V| \lambda_z} \right] + N_x(\text{op}) \left[1 + \frac{\lambda_x |\bar{y}|}{2 \lambda_y |V|} + \frac{\lambda_x |\bar{z}|}{2 |V| \lambda_z} \right] \right\}$$

aéreo RVSM na
manera que el
establecido de
(CRM), se utiliza
REICH. Este es
final del tratar
se estima el TL
herramientas de
los diferentes
muchas horas

Parâmetro	Descrição	Valor
λ_x	Comprimento médio da amostra de aeronaves.	0.022495 nm
λ_y	Envergadura média da amostra de aeronaves.	0.019430 nm
λ_z	Altura média da amostra de aeronaves.	0.005319 nm
$ V $	Velocidade média da amostra de aeronaves.	443.48 kt/h
$ \Delta V $	Velocidade média relativa na mesma direção da amostra de aeronaves.	24.482 kt/h
$ \bar{y} $	Velocidade média relativa à aproximação transversal da amostra de aeronaves.	13 kts
$ \bar{z} $	Velocidade vertical média relativa durante a perda de separação vertical da amostra de aeronaves.	1.5 kts
$P_z(0)$	Probabilidade de duas aeronaves com o mesmo nível nominal estarem em sobreposição vertical na amostra de aeronaves.	0.353416

de colisión de
nivel
ntitativa
Vertical de
ensiva que al
y de los LHD,
e utilizan
realización de
mplean

¿Que es CRM?

Población de aeronaves

Para la utilización del RVSM es esencial que el 100% de la población de aeronaves aprobadas RVSM satisfaga los requisitos RVSM.

Datos Sobre las Desviaciones Verticales

Para proveer el monitoreo de mantenimiento de altitud de la aeronave, fueran utilizados desviaciones verticales menores que 300 pies, estadísticamente representativos. Los datos estadísticos (media y desvío estándar) de las funciones distribución ASE para cada grupo de tipos de aeronaves.

Desempeño Total del Sistema

Frecuencia de Paso

Fue determinada individualmente para cada tramo de ruta, para cada aerovía, y cada FIR para todo el espacio aéreo de las regiones. La frecuencias de paso para las regiones CAR/SAM, son mostradas en esa Tabla.

FIR	Frecuencia de Pasagem			Tempo de Voo Horas	
	Região CAR	Mesma Direção	Direção Oposta		Equivalente
Curaçao – TNCF		0,0035321	0,0457009	0,0055298	2887:20:00
Central América – MHTG		0,0051679	0,0237205	0,0123239	8813:48:00
Havana - MUFH		0,0025390	0,1097464	0,0073390	7788:56:00
Port au Prince - MTEG		0,0034863	0,0046123	0,0043055	1015:16:00
Kingston - MKJK		0,0004435	0,0000000	0,0013135	1622:12:00
Santo Domingo - MDCS		0,0002818	0,0000000	0,0020495	1742:23:00
Piarco – TTZP		0,0086344	0,0718725	0,0113721	832:12:00
Região SAM					24702:07:00
Córdoba – SACU		0,0009055	0,0457159	0,0035510	2577:21:00
Ezeiza – SAEU		0,0029904	0,0381661	0,0115239	22370:26:00
Mendoza – SAME		0,0121111	0,0620667	0,0157752	1499:29:00
Resistencia – SARU		0,0009660	0,0348667	0,0014284	1466:54:00
Comodoro Rivadavia – SAVU		0,0112765	0,0157499	0,0146127	1709:58:00
La Paz – SLLF		0,0014768	0,0057289	0,0024123	3646:21:00
Atlántico – SBAO		0,0000000	0,0000000	0,0000363	SBRE
Amazónica – SBAZ		0,1055652	0,4604830	0,1150420	16707:20:00
Brasília – SBBS		0,1636106	0,3080120	0,1760486	408:08:00
Curitiba – SBCW		0,0124862	0,0795330	0,0159718	14868:06
Recife – SBRE		0,0053774	0,0082474	0,0080026	25086:59
Punta Arenas – SCCZ		0,0003345	0,0542609	0,0008243	281:10:00
Santiago – SCEZ		0,0011117	0,0000000	0,0015492	6960:47:00
Antofagasta – SCFZ		0,0000000	0,0000000	0,0000363	SCEZ
Isla de Pascua – SCIZ		0,0000000	0,0000000	0,0000363	SCEZ
Puerto Montt – SCTZ		0,0113282	0,2102267	0,0153766	481:37:00
Barranquilla – SKEC		0,0038938	0,0080197	0,0080677	6176:27:00
Bogotá – SKED		0,0040003	0,0070548	0,0083283	7043:22:00
Guayaquil – SEGU		0,0058172	0,0928235	0,0072532	693:10:00
Georgetown – SYGC		0,0000000	0,1148226	0,0014007	854:00:00
Rochambeau – SOOO		0,0000000	0,0388682	0,0014944	598:10:00
Panamá Oceanic – MPZL		0,0022489	0,0000000	0,0037531	6547:25:00
Asunción – SGFA		0,0025247	0,0000000	0,0030034	612:29:00
Lima – SPIM		0,0010543	0,0304323	0,0028664	6760:07:00
Paramaribo – SMPM		0,0000000	0,0000000	0,0000181	531:00:00
Montevideo – SUEO		0,0074220	0,0000000	0,0111625	1273:24:00
Maiquetia – SVZM		0,0058523	0,1291762	0,0081134	3582:30:00
					132736:39
Total					157438:46

Desempeño Total del Sistema

Ocupación Vertical

La evaluación para la ocupación vertical en los cruces de rutas fue derivada de las muestras de tránsito recibidas de las FIR CAR/SAM en términos de densidad de tránsito. La ocupación vertical en cruce es evaluada en 0,050401. De la misma forma, las evaluaciones para las frecuencias de paso en lo mismo sentido y en sentido opuesto fueron derivadas de las muestras de tránsito de las FIR CAR/SAM. Las frecuencias de paso en lo mismo sentido y en sentido opuesto fueron evaluadas en 0,006319 y 0,016211 respectivamente.

Desempeño Total del Sistema

Dimensión de la Aeronave

El largo de la aeronave, la envergadura y altura presentados en la Tabla abajo fueron utilizados en la estimación del riesgo para evaluación de seguridad RVSM CAR/SAM. Estos valores fueron estimados partiendo del muestreo de tránsito.

	Largo	Envergadura	Altura
Média	0.02439	0.02198885	0.007

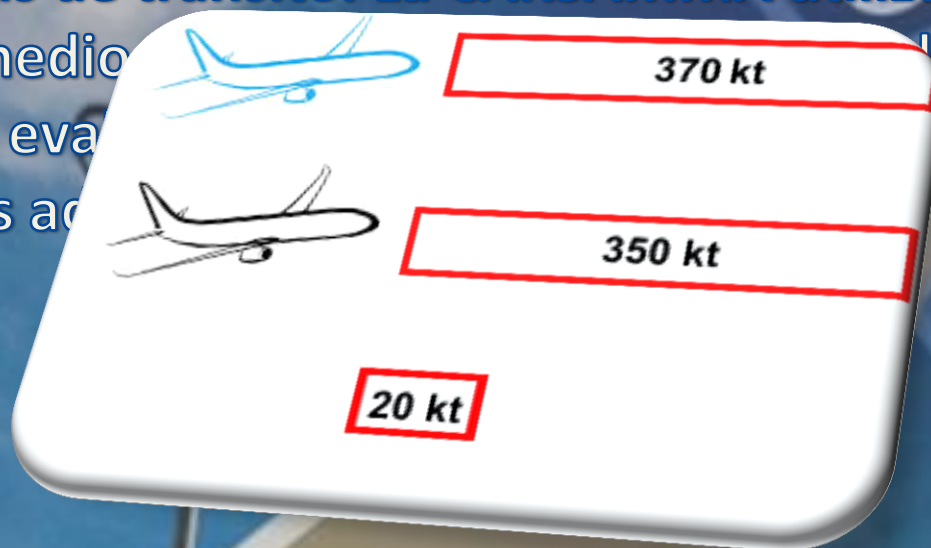
La estimación del riesgo para pares de aeronaves próximas en niveles de vuelo que se cruzan, requiere el diámetro de la aeronave en un punto de vista tomado como siend el medio en el espacio aéreo CAR/SAM.



Desempeño Total del Sistema

Velocidades Relativas de las Aeronaves

Los valores para la estimación de las velocidades relativas utilizadas en la evaluación de seguridad CAR/SAM son los valores del promedio absoluto de la velocidad longitudinal relativa en el mismo sentido y son obtenidos a partir de análisis de las muestras de tránsito. La CARSAMMA utilizó el valor del promedio absoluto de la velocidad longitudinal relativa ya utilizada en la evaluación de las regiones y el valor entonces actualizado.



Desempeño Total del Sistema

El valor para la velocidad relativa en el plan horizontal de un par de aeronaves en rutas que se cruzan cuando se hallan en superposición horizontal fue determinado a partir del ángulo de intersección de las rutas en un sistema de rutas analizado asumiendo que la velocidad de una aeronave individual es de 450,11 nudos.

El valor para la velocidad vertical relativa, de 1,5 nudos, es lo mismo utilizado en las evaluaciones de seguridad RVSM del NAT y Pacífico.

Desempeño Total del Sistema

Riesgo Operacional

El CRM para el riesgo operacional fue desarrollado en conexión con la implantación del RVSM en las regiones CAR/SAM. El modelo refleja, así, ciertas características operacionales de las regiones CAR/SAM que no son comunes en otros espacios aéreos.

Las grandes desviaciones de altitud (LHD) identificadas en los informes de incidencia recibidos por la CARSAMMA pueden deberse a procedimientos operacionales, condiciones meteorológicas adversas o, aún, a maniobras de emergencia por fallo de motor o pérdida de presurización.

Desempeño Total del Sistema

Se hizo los cálculos separadamente por regiones (CAR y SAM) y para todo el espacio aéreo CAR/SAM. Para ambos los espacios aéreos se utilizaron los datos de aeronaves nivelando en nivel de vuelo incorrecto, número de niveles de vuelo cruzados sin autorización y el tiempo promedio gasto en nivel errado .

La tasa de ascenso/descenso fue considerada como siendo la velocidad NORMAL de subida de 10 nudos.

El riesgo de colisión vertical es estimado con el modelo de riesgo de colisión de Reich asociado a cada grupo de tipos de grandes errores.

Evaluación del Riesgo Debido a Errores Operacionales

Como puede ser visto en la Tabla abajo, el riesgo total para las regiones CAR/SAM es mayor del que el TLS.

FIR	Risco Técnico	Risco Operacional	Risco Total
Total Ponderado CAR	0.0054E-9	13.58E-09	13.6E-09
Total Ponderado SAM	0.0101E-9	11.40E-09	11.4E-09
Total Ponderado CAR/SAM	0.00910E-9	11.9E-09	11.9E-09
Target Level of Safety		TLS	5.00E-09

Es importante notar que el riesgo fue fuertemente influenciado por los LHD, la mayoría de ellos debida a errores de mensaje de transición entre órganos ATC (error de coordinación).

Desempeño Total del Sistema

Estos errores no son causados por la operación RVSM, pero debido a procedimientos comunes de transferencia de aeronaves de una unidad de ATC para otra unidad ATC y a errores debido a ausencia de coordinación por parte del órgano ATC transferidor (errores del tipo E).

Considerando las observaciones arriba, se concluye que es necesario continuar a monitorear los LHD para mantenerlos dentro de límites aceptables.

Acciones Correctivas

Suponiendo que no haga cruces de nivel sin autorización del ATC, se puede concluir que en torno de 1.794 segundos por año de aeronave nivelando en un nivel incorrecto pueden ser tolerados. Por otro lado, suponiendo que no haga aeronave nivelando en un nivel incorrecto, pueden ser tolerados 145 cruces de niveles sin autorización del ATC con una tasa de ascenso/descenso de 10 nudos, sin exceder el TLS acordado.

Entonces, para reducir el riesgo, el tiempo gasto en niveles incorrectos y el número de niveles cruzados sin autorización del ATC deben de ser reducidos. Acciones correctivas deben de ser tomadas para reducir las causas de los errores de mensaje de transición entre órganos ATC y de error debido ausencia de coordinación por parte del órgano ATC transferidor.

Evaluación CRM

CARSAMMA ha decidido por non considerar que los errores del tipo E cause influencia en la aplicación RVSM, o sea, este tipo de error puede llevar a LHDs, pero independientemente del valor del VSM que se aplique. En la Tabla abajo son presentados los valores de los riesgos debidos a los errores que realmente afectan la aplicación del RVSM, o sea, sin los errores del tipo E.

FIR	Risco Técnico - E	Risco Operacional - E	Risco Total – E
Total Ponderado CAR	0.00347323E-9	0.0172771E-9	0.0207503E-9
Total Ponderado SAM	0.0157484E-9	0.00281652E-9	0.0185649E-9
Total Ponderado CAR/SAM	0.00735294E-9	0.0133263E-9	0.0206792E-9
Target Level of Safety		TLS	5.00E-09

Evaluación CRM

Los cálculos demuestran que es necesario adoptar medidas correctivas resultantes de la implantación de un eficiente programa con el objetivo de eliminar los errores de coordinación entre unidades de control de tránsito aéreo y errores debido a ausencia de coordinación por parte del órgano ATC transferidor (errores del tipo E).

Sin embargo, el riesgo de colisión vertical total, debido a la combinación de los errores técnicos de mantenimiento de altitud y los errores operacionales, estimado en números de accidentes fatales por hora de vuelo, está arriba del límite tolerado, para la región **CAR es igual a $13,6 \times 10^{-9}$** , para la región **SAM $11,4 \times 10^{-9}$** y para las regiones **CAR/SAM de $11,9 \times 10^{-9}$** .

Resultados y Conclusiones

Los principales errores operacionales (LHD), recopilados en las regiones CAR/SAM en el período de enero al diciembre de 2013, dicen respecto a fallos en las mensajes de transición entre unidades de ATC y errores de ausencia de coordinación por parte del órgano ATC transferidor (1275 del tipo E de un total de 1306 LHD).

Los Estados de las regiones CAR/SAM deben ponerse conscientes que cada grande error (LHD) corresponde a una advertencia de peligro. En consecuencia, acciones correctivas deben de ser proveídas independientemente de culpados o de cualquier resultado de evaluación de riesgo. Por lo tanto, medidas correctivas adicionales deben de ser, necesariamente, adoptadas para eliminar los errores.

Recomendación Especial

✓ Que se cumpla la resolución de la Quinta Reunión/Taller del Grupo de Trabajo de Escrutinio GTE/5, la cual es transcrita abajo:

“Tomando en consideración que el Grupo de Escrutinio (GTE) al analizar los LHD verificó que los errores no son ocasionados por la operación de la RVSM sino por procedimientos comunes en la transferencia de aeronaves de una dependencia ATC a otra. Por tal motivo, se propuso nuevas acciones correctivas a corto y mediano plazo, por lo cual el GREPECAS/13 consideró que estas medidas son ampliatorias a las contenidas en la Conclusión 13/61”.

Recomendación Especial

- ✓ Además de las acciones a corto plazo para encontrar una solución a la causa de los LHD identificados, el GREPECAS instó a los Estados y Organizaciones Internacionales a implantar un sistema de gestión de la seguridad operacional y en la medida de lo posible como una defensa tecnológica implantar gradualmente las comunicaciones de datos entre instalaciones ATS (AIDC).
- ✓ Datos Sobre el Flujo de Tránsito recibidos de varios Estados no pudieron ser aprovechados por diferentes razones, desde el no entendimiento de cómo los datos deben de ser transcritos en las planillas hasta inconsistencia de datos. Es aconsejable que, antes de la recopilación de datos, un procedimiento de entrenamiento de cómo llenar la planilla sea adoptado.

OBJETIVO

Que los puntos focales puedan darse cuenta de la complejidad de los cálculos involucrados en la metodología CRM, y la inestimable ayuda que pueden proporcionar con la transmisión de datos del Movimiento de las aeronaves y los LHD llenados correctamente.



¿Que es CRM? Gracias

Collision Risk Model – Modelo de Reich

Doc 9574 OACI

Cálculo del TLS