



**Cuestión 3 del
Orden del Día:**

**Implantación de la navegación basada en la performance (PBN) en la
Región SAM**

**PLAN DE SEGURIDAD OPERACIONAL PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA RNAV 5 EN EL
ÁREA CONTINENTAL DE LA REGIÓN SAM**

(Presentada por la Secretaría)

| Resumen | |
|---|---|
| En esta Nota de Estudio se presenta el plan de seguridad operacional para la implantación de la RNAV 5 en el área continental de la Región SAM como respuesta a la tarea 2.1 del plan de acción PBN en ruta (RNAV5) a corto plazo. El citado plan de seguridad se pone a consideración de la Reunión para su análisis y aprobación. | |
| Referencias: <ul style="list-style-type: none">• Anexo 11 al Convenio de la OACI.• Informe de las Reuniones SAMIG• Programa de Implantación PBN y Plan de acción PBN en ruta (RNAV5) a corto plazo. | |
| Objetivos estratégicos de la OACI: | <i>A – Seguridad operacional</i> <i>C – Protección del medio ambiente</i> <i>D - Eficiencia</i> |

1 Antecedentes

1.1 Como se pudo notar en la NE/03 de esta Reunión, las Reuniones SAMIG han revisado el tema de evaluación de la seguridad en varias oportunidades, no sólo para la optimización de la estructura del espacio aéreo y la implantación de la Versión 01 de la red de rutas ATS, sino también en el ámbito de la implantación de la RNAV 5.

1.2 El plan de acción PBN en ruta (RNAV5) a corto plazo (Tarea 2.1) disponía la realización de una evaluación de la seguridad operacional antes de la implantación de la RNAV 5 a fin de verificar que la implantación de este programa no afectaría la seguridad operacional en el espacio aéreo de la Región Sudamericana.

1.3 Cuando se aprobó el programa de optimización del espacio aéreo, se decidió que también debería realizarse una evaluación de la seguridad si se introducían cambios importantes en la estructura del espacio aéreo, por lo tanto la SAM/IG/4 decidió que todo lo relacionado con la seguridad operacional se transfiriera del Plan de Acción PBN al Programa de optimización de la estructura del espacio aéreo. Por tal razón se incorporó en el plan de acción de este programa la Tarea - 2.2.6 *Elaborar la evaluación de la seguridad requerida aplicando una metodología cualitativa mediante el empleo del SMS,*

1.4 En resumen, esta tarea abarca ambos programas, implantación de la PBN y optimización del espacio aéreo. El Grupo de Implantación determinó qué se utilizaría la metodología cualitativa que figura en el Doc. 9859, Manual de Gestión de la Seguridad Operacional (SMM) de la OACI, por medio de un “caso de seguridad operacional” (safety case).

1.5 La SAMIG también acordó que la evaluación preliminar de la seguridad operacional deberá ser finalizada antes de la fecha de implantación de la RNAV 5 prevista para el 18 de noviembre de 2010.

2 **Análisis**

2.1 Como se recordará, la Región SAM está siguiendo las directrices del Mapa de Ruta PBN que fuera aprobado por GREPECAS para la Región. Este Mapa de Ruta PBN fue desarrollado en conjunto por los Estados y Organizaciones Internacionales CAR/SAM, así como por las Organizaciones Internacionales interesadas (IATA, IFALPA, IFATCA) y ofrece una guía adecuada a los Proveedores de Servicios de Navegación Aérea, a los Operadores y Usuarios del Espacio Aéreo, a las Organizaciones Reguladoras y a las Organizaciones Internacionales, sobre la evolución de la navegación, como uno de los sistemas esenciales de soporte a la Gestión de Tránsito Aéreo, donde se indican las especificaciones de navegación RNAV y RNP que deberán ser implantadas en el corto y mediano plazo en la Región SAM.

2.2 En lo particular para la Región SAM, ésta planificación ha constituido el material básico para la elaboración de una Estrategia de Navegación más amplia, que servirá de orientación para proyectos regionales de implantación de la infraestructura de navegación aérea, así como para el desarrollo de los planes nacionales de implantación.

2.3 Producto de esta planificación, la Oficina Regional Sudamérica (SAM) de la OACI con el apoyo del Proyecto Regional RLA/06/901, programó la ejecución de un taller para la evaluación de los riesgos del sistema antes de la Implantación de la RNAV-5 y la Optimización de la Red de Rutas ATS de la Región SAM. Asimismo se previó la participación de un experto por un período de tres semanas a fin de asistir a la Secretaría en la redacción del caso de seguridad. Dicha responsabilidad fue asignada al Sr. Claudio Pandolfi de la DGAC de Chile.

2.4 Como ya se ha mencionado en la NE/03, este taller permitió la participación de expertos quienes procedieron a la identificación de peligros que pudieran afectar o impedir la implantación, evaluó las consecuencias en términos de probabilidad y de severidad, así como la tolerabilidad de los riesgos operacionales y definió las medidas mitigadoras necesarias para aumentar la seguridad operacional resultante aplicándose la metodología de gestión de riesgos contenida en el Manual de gestión de la seguridad operacional (Doc. 9859).

2.5 El estudio de seguridad operacional para la implantación de la RNAV5, se inicia con una breve descripción del sistema en base a la planificación definida para la región SAM y lo indicado en el mapa de ruta PBN. Continúa luego con la evaluación de los riesgos operacionales identificados, aplicándose asimismo las siete etapas del proceso de gestión de los riesgos operacionales tendientes a medir los niveles de seguridad.

2.6 Este estudio determinó que el nivel de riesgo es aceptable para la implantación de la RNAV 5 en el espacio aéreo continental de la Región SAM. Por el contrario, se espera que su implantación mejore la seguridad operacional al exigir una mayor precisión de navegación lateral lo que permitirá además una transición ordenada para la introducción de otras especificaciones de navegación y la aplicación de sistemas de rutas paralelas donde sea necesario. Finalmente, se muestran las

recomendaciones necesarias para diferentes organizaciones de la región tanto como las autoridades aeronáuticas, explotadores y sistemas ATS de la Región SAM. En síntesis, la implantación de la RNAV5 en el área continental de la Región SAM es viable y el presente estudio así lo demuestra en base a la gestión de los riesgos aplicando las defensas definidas por este estudio de seguridad operacional.

3. **Acción Sugerida**

3.1 Se invita a la reunión a tomar nota de la información presentada y revisar el plan de seguridad operacional para la implantación de la RNAV 5 en el área continental de la Región SAM y de ser el caso hacer los comentarios y proponer acciones sobre el citado documento.

* * * * *



ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL
OFICINA REGIONAL SUDAMERICANA

PLAN DE SEGURIDAD OPERACIONAL PARA LA
IMPLANTACIÓN DE LA RNAV 5
EN LA REGION SAM

Versión 0.3

Agosto 2010

ÍNDICE

| Capítulo | Contenido | No. Pág. |
|--|--|----------|
| SUMARIO EJECUTIVO 3 | | |
| Capítulo 1: | Prólogo | 5 |
| 1.1 | Objetivo | 5 |
| 1.2 | Alcance | 5 |
| 1.3 | Antecedentes generales | 6 |
| Capítulo 2 | Descripción del Sistema de Tránsito Aéreo en la Región SAM | 8 |
| 2.1 | Situación general del sistema ATS de la Región SAM | 8 |
| Capítulo 3: | Proceso de identificación de peligros para la implantación de la RNAV 5 | 10 |
| 3.1 | Introducción | 10 |
| 3.2. | Análisis del proceso de evaluación de la seguridad operacional (Identificación peligros) | 10 |
| 3.3. | Metodología de Identificación de peligros para la implantación RNAV5 | 12 |
| 3.4 | Apreciación de las consecuencias de los peligros en la red de rutas RNAV5 | 13 |
| 3.5 | Identificación de Peligros en la implantación de la RNAV 5 | 13 |
| 3.6 | Descripción de los peligros analizados por el grupo de expertos SAMRA01 (Tabla resumen identificación de peligros para RNAV 5) | 15 |
| 3.7 | Conclusiones en la identificación de peligros y consecuencias en RNAV 5 | 17 |
| Capítulo 4: | Proceso de gestión de riesgos operacionales para la implantación de la RNAV5 | 18 |
| 4.1 | Introducción | 18 |
| 4.2 | Aspectos considerados para determinar la probabilidad de aplicación de RNAV5 | 19 |
| 4.3 | Aspectos considerados para determinar la severidad en la aplicación de la RNAV5 | 22 |
| Capítulo 5 | Evaluación y mitigación de los riesgos operacionales para la implantación de la RNAV 5 | 26 |
| 5.1 | Introducción | 26 |
| 5.2 | Criterios para la mitigación de riesgos operacionales | 26 |
| 5.3 | Descripción de la gestión de riesgo operacional para la implantación en RNAV5 en la Región SAM | 28 |
| Capítulo 6 | Conclusiones de la evaluación y mitigación de los riesgos operacionales para la implantación de RNAV 5 | 37 |
| 6.1 | Introducción | 37 |
| 6.2. | Síntesis final del estudio riesgos en la implantación de la RNAV5 | 37 |
| Capítulo 7 | Recomendaciones | 39 |
| 7.1 | Recomendaciones de la evaluación de la seguridad operacional para la implantación de la RNAV5 | 39 |
| Apéndice A - Capítulo 4 | | |
| ADJUNTO A – Glosario de Acrónimos | | |
| ADJUNTO B – Definiciones y Bibliografías | | |

SUMARIO EJECUTIVO

1 De lo señalado en el Mapa de Ruta PBN, que ofrece una guía adecuada a los Proveedores de Servicios de Navegación Aérea, a los Operadores y Usuarios del Espacio Aéreo, a las Organizaciones Regulatoras y a las Organizaciones Internacionales, sobre la evolución de la navegación, como uno de los sistemas esenciales de soporte a la Gestión de Tránsito Aéreo, donde se indican las especificaciones de navegación RNAV y RNP que deberán ser implantadas en el corto y mediano plazo en la Región SAM.

2 Este Mapa de Ruta PBN fue desarrollado en conjunto por los Estados y Organizaciones Internacionales CAR/SAM, así como por las Organizaciones Internacionales interesadas (IATA, IFALPA, IFATCA) y tiene la intención de ayudar a los principales actores de la comunidad de la aviación a planificar la transición futura y sus estrategias de inversiones.

3 En lo particular para la Región SAM, ésta planificación ha constituido el material básico para la elaboración de una Estrategia de Navegación más amplia, que servirá de orientación para proyectos regionales de implantación de la infraestructura de navegación aérea, así como para el desarrollo de los planes nacionales de implantación.

4 Producto de esta planificación, la oficina Regional Sudamérica (SAM) de la OACI con el apoyo del Proyecto Regional RLA/06/901, programó la ejecución de un taller para la evaluación de los riesgos del sistema antes de la Implantación de la RNAV-5 y la Optimización de la Red de Rutas ATS de la Región SAM.

5 El taller mencionado permitió la participación de expertos en las diferentes áreas del conocimiento así como autoridades de aviación civil, proveedores de servicios de tránsito aéreo, pilotos, inspectores de operaciones y aeronavegabilidad, IATA y la Agencia Regional de Monitoreo para las Regiones CAR/SAM (CARSAMMA). La conformación de este grupo multidisciplinario de expertos, permitió la identificación de peligros que pudieran afectar o impedir la implantación, evaluó las consecuencias en términos de probabilidad y de severidad, así como la tolerabilidad de los riesgos operacionales y definió las medidas mitigadoras necesarias para aumentar la seguridad operacional resultante.

6 Este equipo multidisciplinario, aplicó la metodología de gestión de riesgos contenida en el Manual de gestión de la seguridad operacional (Doc. 9859) referida con la aplicación de los Sistemas de Seguridad Operacional (SMS), con este fin se evaluaron los riesgos operacionales identificados y se aplicó las siete etapas del proceso de gestión de los riesgos operacionales tendientes a medir los niveles de seguridad.

7 El presente estudio de seguridad operacional para la implantación de la RNAV5, se inicia con una breve descripción del sistema en base a la planificación definida para la Región SAM y lo indicado en el mapa de ruta PBN. El objetivo de este estudio es determinar la viabilidad basado en una evaluación de riesgos utilizando la metodología cualitativa descrita en el Doc. 9859, a fin de garantizar la seguridad de las operaciones en la Región SAM en este nuevo ámbito de aplicación.

8 Como producto del estudio realizado, se determinó que el nivel de riesgo es aceptable para la implantación de la RNAV 5 en el espacio aéreo continental de la Región SAM. No obstante, se espera que su implantación mejore la seguridad operacional al exigir una mayor precisión de navegación lateral lo que permitirá además una transición ordenada para la introducción de otras especificaciones de navegación y la aplicación de sistemas de rutas paralelas donde sea necesario. Finalmente, se muestran las recomendaciones necesarias para diferentes organizaciones de la Región tanto como las autoridades aeronáuticas, explotadores y sistemas ATS de la Región SAM. En síntesis, la implantación de la RNAV5 en el área continental de la Región SAM es viable y el presente estudio así lo demuestra en base a la gestión de los riesgos aplicando las defensas definidas por este estudio de seguridad operacional.

Capítulo 1: Prólogo

1.1 Objetivo

1.1.1 El presente documento tiene como propósito desarrollar un análisis del tipo cualitativo de la implantación en la Región SAM de la navegación basada en la performance y particularmente de la RNAV5, en base a una evaluación de seguridad operacional de acuerdo a los lineamientos señalados en la planificación regional considerando el Plan Mundial de Navegación Aérea y la aplicación de las Iniciativas del Plan Mundial (GPI), a fin de iniciar una transición hacia el concepto operacional mundial ATM.

1.1.2 Asimismo, este Plan está dirigido a establecer una estrategia de implantación destinada a lograr beneficios para la comunidad ATM en el corto y mediano plazo basados en la infraestructura ATM y las capacidades de las aeronaves disponibles y previstas y, consecuentemente, permitirá cumplir con la planificación regional.

1.1.3 En este orden de ideas, la implantación de estas acciones, obliga aplicar una metodología estándar para la identificación de peligros, analizando sus consecuencias y permitiendo con ello gestionar los riesgos operacionales en la implantación de la RNAV 5. Por consiguiente, se ha utilizado en esta evaluación lo puntualizado en el manual de Doc. 9858, relativo a la aplicación de Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (Manual de SMM) tal como lo establece el Manual de la navegación basada en la performance (Doc.9613) para la aplicación de RNAV5.

1.1.4 Tomando en cuenta la diversidad de los escenarios que presenta la Región SAM y a los acuerdos definidos en las diferentes reuniones de trabajo desarrollados por el grupo de implantación de la Región SAM, se consideró que este tipo de estudios de seguridad operacional sería una labor compleja y que debería ser apoyada por el Proyecto Regional RLA/06/901.

La implantación de mejoras en el espacio aéreo permite contribuir directamente al logro de los siguientes Objetivos Estratégicos de la OACI:

- Seguridad operacional — *Mejorar la seguridad operacional de la aviación civil mundial*
- Protección del medio ambiente — *Minimizar los efectos perjudiciales de la aviación civil mundial en el medio ambiente*
- Eficiencia — *Mejorar la eficiencia de las operaciones de la aviación*

1.2 Alcance

1.2.1 El área cubierta por el alcance de la evaluación seguridad operacional para la implantación RNAV5 comprende los límites de la Región SAM. Las FIRs involucradas son las siguientes: Antofagasta, Amazónica, Asunción, Barranquilla, Brasilia, Bogotá, Comodoro Rivadavia, Córdoba, Curitiba, Ezeiza, Georgetown, Guayaquil, La Paz, Lima, Maiquetía, Mendoza, Montevideo, Panamá, Paramaribo, Puerto Montt, Punta Arenas, Recife, Resistencia, Rochambeau y Santiago.

1.3 Antecedentes generales

1.3.1 El Concepto Operacional ATM Mundial fue aprobado por la Undécima Conferencia de Navegación Aérea y publicado como el Doc. 9854 AN/458, a través de la recomendación 1/1, la cual indica lo siguiente:

- a) La OACI, los Estados y los grupos regionales de planificación y ejecución (PIRG) deberían considerar el concepto como el marco mundial común para guiar la planificación para la implantación de los sistemas ATM y concentrar la labor de desarrollo ATM;
- b) El concepto operacional ATM mundial debería ser utilizado como orientación de alto nivel para elaborar disposiciones de la OACI relacionadas con los CNS/ATM;
- c) Los Estados, con el apoyo de otros miembros de la comunidad ATM, deben emprender la labor de validar los siete componentes del concepto operacional ATM mundial;
- d) La OACI, los Estados y los PIRG deberían elaborar estrategias de transición para la implantación de sistemas ATM basados en el concepto operacional ATM Mundial; y
- e) la OACI debería alinear su programa técnico para facilitar la labor futura relacionada con el concepto operacional ATM.

1.3.2 A continuación de la AN-Conf/11, se celebró en Montreal la sexta reunión de consulta de la Comisión de Aeronavegación con la industria, con el tema de “la promoción de la aplicación de las recomendaciones de la 11ª Conferencia de navegación aérea”. Entre los temas que se trataron, “la ATM mundial — del concepto a la realidad” generó la siguiente conclusión:

“Que todos los socios que estén en posición de hacerlo trabajen juntos para elaborar una hoja de ruta común o un plan de acción mundial, con la finalidad de proporcionar beneficios operacionales en el corto y mediano plazos, y que dicho documento esté disponible para uso de la OACI a mediados de octubre de 2004, para que se presente a la Comisión de Aeronavegación y se considere para su inclusión en el Plan mundial.”

1.3.3 A fin de adecuar la planificación mundial a las conclusiones de la Undécima Conferencia de Navegación Aérea, principalmente con relación al Concepto Operacional ATM Mundial, así como a la Hoja de Ruta de la Industria, la OACI inició el desarrollo del nuevo Plan Mundial de Navegación Aérea. Además de incluir el Concepto Operacional ATM Mundial, el Plan Mundial de Navegación Aérea se centra en un conjunto de “Iniciativas del Plan Mundial” (GPI), proporcionando las condiciones necesarias para las implantaciones destinadas a lograr beneficios para la comunidad ATM en el corto y mediano plazo.

1.3.4 En ese sentido, a instancias de los Estados y Organizaciones Internacionales, el programa regular de la Región Sudamericana de la OACI, entre otros proyectos de implantación, ha enfocado su atención a la optimización del espacio aéreo mediante la implantación de la RNAV 5 y la optimización de la red de rutas ATS. Bajo los auspicios del nuevo proyecto RLA/06/901, están siendo realizadas las Reuniones del Grupo de Implantación SAM (SAM/IG) donde se ejecutan ambos programas de implantación, lo que permitirá lograr un sistema de gestión del tránsito aéreo inter-funcional, a disposición de todos los usuarios durante todas las fases del vuelo, que cumpla con los niveles convenidos de seguridad operacional, objetivo del presente estudio, proporcione operaciones económicamente óptimas, sea sostenible en relación con el medio ambiente y satisfaga los requisitos nacionales de seguridad de la aviación.

Capítulo 2 Descripción del Sistema de Tránsito Aéreo en la Región SAM

2.1 Situación general del sistema ATS de la Región SAM

2.1.1 Desde el año 2000 la Región ha implementado mejoras a la estructura del espacio aéreo mediante la implantación de rutas RNAV, el realineamiento de rutas y la eliminación de algunas rutas convencionales. Estas rutas RNAV han permitido, en términos generales que la mayoría de los vuelos opere en rutas directas, o lo más próximo posible, con el fin de unir los aeropuertos de origen/destino de los vuelos. Sin embargo, los Estados y Organismos Internacionales de la Región fueron de la opinión que a fin de mejorar aún más la estructura del espacio aéreo y alcanzar mejoras operacionales lo más pronto posible, la Región debería implementar la navegación basada en la performance.

2.1.2 El sistema ATM actual consta de varios subsistemas: la Gestión del Espacio Aéreo (ASM), los Servicios de Tránsito Aéreo (ATS) y la Gestión de la Afluencia del Tránsito Aéreo (ATFM) en forma limitada. Se suministran servicios ATS en la totalidad de las Regiones de información de vuelo de la Región contándose en el espacio aéreo superior con una red de rutas ATS RNAV, sin ninguna especificación de navegación y rutas convencionales. En partes seleccionadas del espacio aéreo oceánico se aplica la RNAV10.

2.1.3 La separación longitudinal aplicable entre los Centros de Control adyacentes es normalmente de 10 minutos entre aeronaves, salvo que por razones particulares dicha separación deba aumentarse en 5 minutos adicionales. La separación vertical por encima de FL 290 hasta FL 410 es de 1000 pies desde el 2005 siendo un espacio aéreo excluyente donde no se autorizan aeronaves No aprobadas RVSM.

2.1.4 Los sistemas de vigilancia tienen una cobertura parcial de la Región, identificándose aún áreas donde solamente se cuenta para el suministro de los servicios de tránsito aéreo con las comunicaciones VHF o HF según sea el caso. Los servicios de comunicaciones fijas entre ACC es satisfactorio.

2.1.5 De acuerdo al análisis realizado durante la planificación de la implantación de la RNAV se pudo notar que el 95 % de la flota que opera en la Región está potencialmente lista para ser aprobada para volar en espacio aéreo RNAV5. Si bien la mejora de la flota ha sido sustancial en los últimos años, parte de la misma es de antigua generación.

2.1.6 Asimismo, se suministran los servicios de meteorología aeronáutica y servicios de información aeronáutica que cumplen con las normas establecidas en los anexos de la OACIA correspondientes. Todos los Estados de la Región brindan, además, el servicio de búsqueda y salvamento.

2.1.7 El Concepto de Implantación Regional definido por GREPECAS está en función del mejoramiento de la ATM para las Regiones CAR/SAM y los requerimientos que genera ésta en cuanto a comunicaciones, navegación y vigilancia. Las mejoras a la ATM se han definido a partir de los flujos principales de tránsito internacional identificados en las áreas homogéneas.

2.1.8 Los flujos de tránsito principales actualmente son atendidos por rutas RNAV nacionales e internacionales. Sin embargo, los operadores de aeronaves continúan solicitando nuevas rutas RNAV, que deben ser evaluadas desde el punto de vista de su aplicación, a fin de que sea posible privilegiar los flujos de tránsito aéreo principales. Es importante observar que la composición y mezcla de rutas RNAV y no RNAV torna el espacio aéreo complejo e impide una mejor gestión del tránsito aéreo en la Región SAM.

2.1.9 La infraestructura de comunicación, navegación (VOR, DME) y vigilancia en tierra es fundamental para la RNAV-5, tanto para permitir la aplicación de dicha especificación de navegación, como para garantizar el modo de reversión de navegación, en caso de pérdida de la señal GNSS, teniendo en cuenta que:

- a) El nivel mínimo de disponibilidad e integridad requerido puede ser atendido por la instalación de un sólo sistema RNAV, compuesto por uno o más sensores, computadora RNAV, “control display unit” y navigation display (HSI, CDI, etc.). Esto es aceptable desde que el sistema sea monitoreado por la tripulación y que en el evento de falla del sistema, la aeronave tenga la capacidad de navegar con base en sistemas de navegación ubicados en tierra (VOR, DME). Así las aeronaves deben volar dentro del volumen de servicio de uno de los sistemas de navegación ubicados en tierra, a fin de permitir la reversión del modo de navegación para un sistema “convencional”, en caso de necesidad de preservación de la seguridad operacional.
- b) Al tratarse de una especificación RNAV, que no exige sistemas de monitoreo y alerta de performance a bordo de la aeronave, el empleo de vigilancia ATS puede mitigar el requerimiento de un mayor espaciamiento entre rutas, con el objetivo de subsanar eventuales fallas de los sistemas de navegación, no detectados por la tripulación de vuelo.
- c) La comunicación directa entre controlador y piloto también es requerimiento fundamental para la implantación de la RNAV-5, teniendo en cuenta que por los motivos explicados en “a” y “b” anteriores, la reversión para otro sistema de navegación y/o la observación por el controlador de una eventual “salida” de la aeronave de su trayectoria prevista, hará necesario un contacto inmediato entre controlador y piloto.

2.1.10 Con base en los aspectos señalados, la Región SAM acordó implantar la RNAV 5 para el 18 de noviembre de 2010, debiéndose adoptar la decisión final en Octubre de 2010 durante la Sexta Reunión del Grupo de Implantación SAM (SAM/IG/6). Uno de los aspectos a tomar en cuenta en la toma de decisiones será el presente plan de seguridad operacional.

Capítulo 3: Proceso de identificación de peligros para la implantación de la RNAV 5

3.1 Introducción

3.1.1 Para la identificación de los peligros en el ámbito de operación de la RNAV5, se planificó la ejecución de un taller a nivel regional (SAMRA/01), con la participación de un grupo multidisciplinario de expertos. La labor de este equipo multidisciplinario permitió identificar los peligros y asociar sus consecuencias en la implantación de la RNAV5, para finalmente determinar su nivel de riesgo operacional y con ello validar la implantación de la RNAV5.

3.1.2. Para efecto del análisis de este capítulo los peligros se definirán como una potencial situación que afecta el nivel aceptable de seguridad operacional (ALoS), como por ejemplo la modificación o realineamiento de una aerovía y la implantación de la RNAV5, por tanto este nuevo escenario encierra peligros genéricos tanto del tipo natural, técnico o económico. La materialización de un peligro produce consecuencias, que afectan en todos los ámbitos operacionales, tales como; los aspectos técnicos, pérdidas de separación, aumento de la carga de trabajo en los servicios y otros. Para el caso de los peligros naturales como son la turbulencia severa o las cenizas volcánicas, el daño a los componentes del avión es inmediato. Otro aspecto a considerar es la degradación de los sistemas de comunicaciones afectando la integridad del sistema ATM. Con una comprensión consensuada de la relación entre Peligros y Consecuencias, se puede avanzar a la siguiente etapa, donde se procede a realizar la gestión de los riesgos operacionales, la que se detallará en el Capítulo 4 de este documento.

3.2. Análisis del proceso de evaluación de la seguridad operacional (Identificación peligros)

3.2.1 Para aplicar el proceso de evaluación de la seguridad operacional, se ha seguido las directrices descritas en el Doc. 9859, Manual de SMS, para ello se detallan las diferentes actividades en un orden cronológico de forma de ordenar sistemáticamente las acciones que permitan definir los peligros de acuerdo al siguiente detalle:

- 1er paso: Elaboración (u obtención) de una descripción completa del sistema que se debe evaluar y del entorno en que el sistema deberá funcionar (desarrollado en detalle del capítulo 2)
- 2º paso: Identificación de peligros y consecuencias
- 3er paso: Evaluación del riesgo, expresado en términos de probabilidad
- 4º paso: Evaluación del riesgo, expresado en términos de severidad
- 5º paso: Índice/tolerabilidad del riesgo
- 6º paso: Mitigación del riesgo
- 7º paso: Elaboración de los documentos de evaluación de la seguridad operacional

3.2.2 En la figura de abajo, se indica el diagrama que ilustra el proceso de evaluación de la seguridad operacional y muestra la posible necesidad de realizar varios ciclos del proceso hasta encontrar un método satisfactorio que permita identificar los peligros y asociar sus consecuencias.

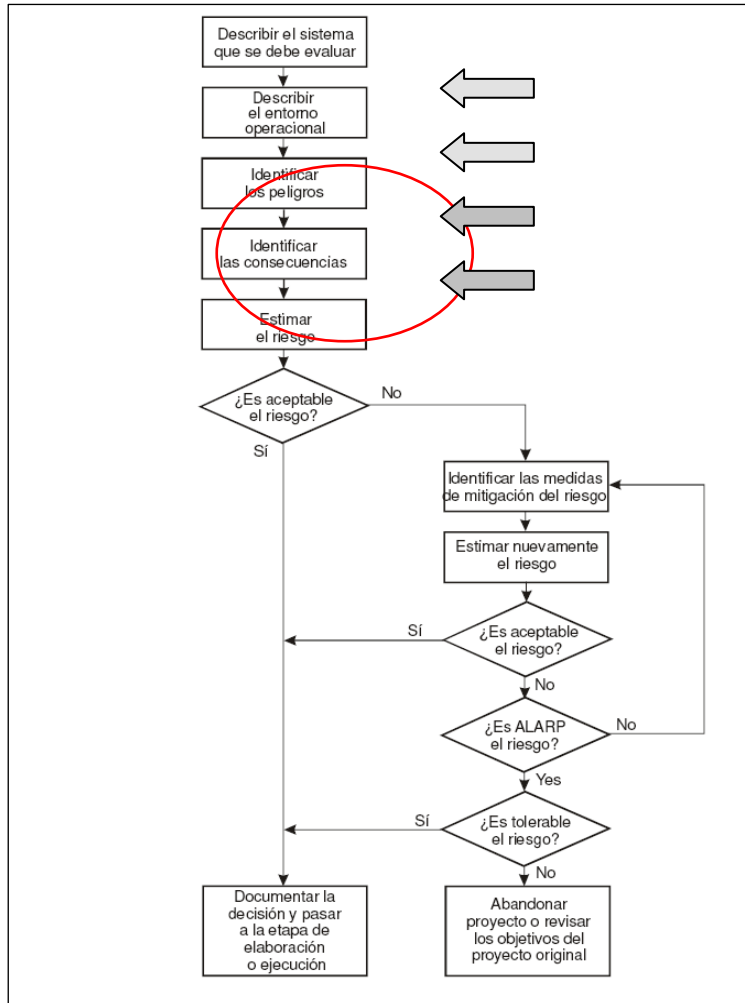


Figura 01 Proceso de identificando peligros (doc. 9859 SMS)

3.2.3 Las repercusiones en la seguridad operacional de una posible pérdida o degradación del sistema determinarán, en parte, las características del entorno operacional en que estará integrado el nuevo escenario o sistema implementado. Por lo tanto, la descripción de dicho entorno incluyó todos los factores que podrían tener un efecto importante sobre la seguridad operacional. Estos factores variarán de un caso a otro; los mismos podrían incluir, por ejemplo, características particulares del sistema de tránsito aéreo, infraestructura aeroportuaria y factores relacionados con las condiciones meteorológicas.

3.2.4 La descripción del sistema regional indica los procedimientos de contingencia y otras operaciones que no son ordinarias, por ejemplo, las diferentes tipos de carencias o fallas de las comunicaciones o de las ayudas para la navegación. Para los proyectos de gran envergadura como es en este caso, la descripción del sistema debió comprender la estrategia y la planificación para la transición del sistema pasado al nuevo escenario provisto.

3.3. Metodología de Identificación de peligros para la implantación RNAV5

3.3.1 El proceso aplicado para apreciar la identificación de peligros, ha sido a través de un trabajo multidisciplinario e integrado de la Región, en el marco del taller SAMRA/01. Para ello se planificó utilizar una serie de sesiones donde se logró identificar los peligros, bajo un enfoque estructurado para este propósito, asegurándose que, en la medida de lo posible, se identificaran todos los potenciales peligros empleando un enfoque estructurado, multidisciplinario, incluyendo los siguientes aspectos:

- a) Listas de verificación. Examinar la experiencia y los datos disponibles sobre accidentes, incidentes o sistemas similares y confeccionar una lista de verificación de peligros. Los aspectos que presentan posibilidades de riesgos necesitarán una evaluación más a fondo.
- b) Los equipos de trabajo conformados examinaron las listas de verificación de peligros, generaron ideas sobre peligros y analizaron detalladamente los potenciales escenarios.
- c) Los participantes del taller, fueron representantes validados por cada Estado participante, con conocimiento en los campos pertinentes al proyecto RNAV5. La gama de conocimientos fue amplia como para asegurarse de que se trataran todos los aspectos del sistema RNAV5; sin embargo, también es importante destacar que cada equipo aportó su experiencia operacional, lo que facilitó el análisis de tipo cualitativo.
- d) Para la ejecución de esta etapa, se exhibieron los trabajos en sesiones plenarios, con la concurrencia de todos los integrantes al taller consensuando y validando cada uno de los peligros y su relación con las consecuencias, lo cual se registró como documento fundamental para la “biblioteca de seguridad de la Región.

3.3.2 En la apreciación de peligros, se analizaron todas las posibilidades, desde una baja incidencia hasta el escenario más probable, previendo adecuadamente las “peores” condiciones o contextos. También es importante señalar que los peligros registrados por este equipo de expertos se consideraron que fueran “creíbles” y de acuerdo al contexto y experiencia operacional de todos los participantes.

3.3.3 A menudo es difícil definir el límite entre un caso más desfavorable creíble y uno que depende tanto de coincidencias o presunciones que no debería tenerse en cuenta. Para decidir sobre este punto, se utilizaron los siguientes criterios:

- Escenario más desfavorable: se esperan las condiciones más desfavorables; por ejemplo, niveles de tránsito extremadamente elevados, perturbación debida a condiciones meteorológicas extremas.
- Escenario más probable o creíble: esto supone no exagerar y tampoco esperar que ocurra la combinación de condiciones extremas durante el ciclo de vida operacional del sistema.

- Este tipo de evaluación debería examinar siempre la fase más crítica del vuelo dentro de la cual una aeronave podría resultar afectada por la falla del sistema considerando cierto tipo de fallas, pero generalmente no fue necesario suponer que ocurrirán todas simultáneamente como fallas. Sin embargo, en el proceso se identificaron toda falla común o recurrente, lo que ocurre cuando un solo suceso inicia una causa múltiple y produce el colapso del sistema.

3.3.4 Al finalizar las diferentes actividades de discusión del Taller SAMRA / 01, se efectuó un registro de peligros el cual contiene una descripción de cada uno de los peligros consensuados o validados por el Grupo de expertos, como también sus consecuencias asociadas, junto con la evaluación de su probabilidad y severidad. Esta actividad permitió realizar una gestión de riesgos objetiva, como también permitió la definición de las medidas de mitigación necesarias, las cuales se describirán más adelante. Este registro se actualizó cada vez que se identificaron nuevos peligros y se presentaron nuevos escenarios lo cual obligaba a analizar las medidas para su mitigación. En lo particular, todos los antecedentes reunidos en el Taller SAMRA fueron registrados en el cuadro resumen de las diferentes sesiones plenarias.

3.4 Apreciación de las consecuencias de los peligros en la red de rutas RNAV5

3.4.1. Con el registro consensuado de los peligros y la asociación de las consecuencias definidas de cada uno de ellos, se inició la tarea de determinar su severidad para cada una de estas consecuencias analizadas. Con esta información, se avanzó a la etapa siguiente elaborando y aplicando la gestión de riesgos en función de la probabilidad y severidad de los eventos descritos, para posteriormente clasificar los riesgos en base al Triangulo de Gestión.

3.4.2 Una vez completada la evaluación de la gravedad de todos los peligros identificados, los resultados fueron registrados en la tabla de peligros, incluyendo la justificación del análisis, sobre la identificación de peligros y riesgos operacionales consensuados en el Taller SAMRA en cuanto a la RNAV5, donde se muestran el cuadro resumen de la identificación de peligros y sus consecuencias asociadas para posteriormente avanzar a la siguiente etapa , descrita en el Capítulo 4 e iniciar la evaluación de seguridad operacional de la implantación de la RNAV5.

3.5 Identificación de Peligros en la implantación de la RNAV 5

3.5.1 En la etapa de identificación de peligros, se estudiaron todas las fuentes posibles de fallas del sistema. Dependiendo de la naturaleza y del tamaño del sistema analizado que se considera, entre estas fuentes se consideraron las siguientes:

- a) equipo (soporte físico y lógico);
- b) entorno operacional (p. ej., condiciones físicas, espacio aéreo y diseño de rutas);
- c) operadores humanos;
- d) interfaz persona-máquina ;
- e) procedimientos operacionales;
- f) procedimientos de mantenimiento; y
- g) servicios externos.
- e) otras

3.5.2 La concurrencia de todos los expertos que participaron en el taller SAMRA 2010, permitió aplicar este proceso de identificación de peligros, los cuales aplicaron las técnicas para determinar la importancia de las condiciones latentes o subyacentes al sistema, definidas por la teoría del Phd. James Reason (Doc 9859) en atención a que este tipo de condiciones latentes no son evidentes fácilmente y se manifiestan cuando ocurre un evento no deseado. Es por ello que este proceso buscó específicamente dar respuestas a preguntas tales como “¿cómo podría el personal interpretar erróneamente este procedimiento?” o “¿cómo podría una persona emplear mal esta nueva función o este nuevo sistema (voluntaria o involuntariamente) en el ámbito de acción de la implantación del RNAV5?”.

3.5.3 La validación y registro de los peligros identificados fue definido en sesión plenaria y será descrito más adelante en forma específica, con cada uno de los peligros identificados durante el Taller. También se determinó la asignación de sus respectivas consecuencias con el propósito de transitar a la siguiente etapa permitiendo evaluar su probabilidad y severidad, para posteriormente aplicar las medidas de mitigación necesaria. Este registro es parte fundamental de este documento de evaluación de la seguridad operacional porque muestra el trabajo en forma resumida de las acciones evaluadas y es parte del concepto de la gestión de la seguridad operacional identificada como la biblioteca técnica, lo cual permitirá verificar en el futuro los considerandos utilizados en la gestión de riesgos operacionales señalado en el doc. 9858 Manual SMM. Este registro debe ser actualizado a medida que se identifiquen nuevos peligros y se presenten nuevas propuestas en la Región, permitiendo ser definido como línea de base para posteriores análisis. En la figura de abajo se muestra el flujo de la información de seguridad y la conformación de la biblioteca de seguridad operacional como registros validados para una gestión eficiente en los métodos aplicados en la evaluación de seguridad operacional.



Fig. La Biblioteca de seguridad doc. 9859 manual SMS

3.6 Descripción de los peligros analizados por el grupo de expertos SAMRA01 (Tabla resumen identificación de peligros para RNAV 5)

3.6.1 El grupo de expertos del Taller SAMRA01 determinó los primeros cuatro campos de la Tabla de identificación de peligros de acuerdo a la propuesta de trabajo. Con relación con este punto, se definieron las diferentes actividades de los grupos de trabajo que permitieron definir la naturaleza de los peligros sean estos de carácter técnico, natural o económico. Asimismo, se asignaron y definieron los peligros específicos para los diferentes escenarios de análisis. Posteriormente, se procedió a identificar las consecuencias de cada peligro identificado y registrar sus resultados en la tabla correspondiente. En siguiente punto se indicarán peligros definidos para el presente estudio.

3.6.2 Para la identificación de peligros relacionados con el tipo de actividad, los expertos puntualizaron tres grande aéreas bases para centrar la identificación de peligros, siendo estas definidas como:

- Las operaciones de aeronaves en rutas RNAV5
- Problemas en la Reglamentación vigente y de Organización
- Asuntos de Coordinación

3.6.3 Los peligros identificados fueron registrados en la tabla identificación de peligros y riesgos operacionales del taller SAMRA/01 de acuerdo al detalle indicado a continuación:

- Operaciones en espacio RNAV 5 con aeronaves no aprobadas para RNAV5.
- Operación con equipos degradados abordó, lo que afecta la capacidad de navegación bajo la especificación RNAV5.
- Falta de cobertura regional SAM del sistema de ayudas a la navegación (Navaid).
- Operación en rutas afectadas con Cenizas Volcánicas, basados en las recientes experiencias regionales tanto en centro control de Ecuador y Chile.
- Operación en zonas de fuerte turbulencia, sean de origen por; onda de montaña, producto de cordillera de los Andes o turbulencia en aire claro (CAT).
- Carencia de publicaciones de procedimientos para gestionar las contingencias, ante la pérdida de la capacidad de operar en rutas del tipo RNAV5.
- Desactualización de los manuales de operaciones de los explotadores, generan situaciones que afectan la seguridad operacional.
- Desactualización de manuales de operación ANSP, lo que en su conjunto afecta los niveles de seguridad operacional en la Región SAM.
- Coordinación entre dependencias ATC
- Coordinación civil/ militar,
- Utilización de aeronaves sin tripulación (UAV) en zonas de operación RNAV5 sin coordinación previa.

3.6.4 Con relación a la definición de consecuencias asociadas a los peligros, el panel de expertos determinó los siguientes escenarios posibles de ocurrencia:

- Para los peligros derivados de las operaciones de aeronaves en rutas RNAV5, estos fueron segregados en dos grandes grupos, siendo el común denominador para los peligros del tipo técnico; las operaciones en espacio aéreo RNAV5 con aeronaves no aprobadas RNAV5. Otro aspecto relevante fue determinado como la degradación de las capacidades para operar en ambiente RNAV5, finalmente, se señaló la falta de cobertura de ayudas a la navegación (Navaid) lo que podría impedir la reversión a sistemas convencionales en caso de degradación de los sistemas de navegación GNSS o autónomos de las aeronaves. Estos aspectos fueron asociados a una consecuencia del tipo :
 - **Pérdidas de separación de las aeronaves**

- Los peligros del tipo natural, tales como ceniza volcánica, producto de erupciones imprevistas y condiciones de turbulencias severas en las rutas RNAV5, la consecuencia asociada se identificó como :
 - **Aumento de la carga de trabajo ATC**

- Con relación a los aspectos de la reglamentación para operar bajo los criterios RNAV5, se identificaron las carencias de procedimiento de contingencias ante la pérdida de las capacidades de operar en rutas RNAV5, carencias de manuales de operaciones RNAV5 validados por las autoridades aeronáuticas y manuales de los explotadores desactualizados. Otro aspecto importante de destacar, fue la inexactitud de los manuales de operaciones de ANSP, lo cual afecta la interacción entre los estados, autoridades y explotadores. Por esta razón, se definió que ante la falta de reglamentación actualizada la siguiente consecuencia potencial en el sistema regional:
 - **Pérdidas de separación tanto vertical como lateral.**

- Finalmente, un aspecto relevante concluido por este panel de expertos regional, fue los efectos generados por las fallas en la coordinación de las entidades definidas tanto entre los ACC involucrados como la coordinación Civil y Militar. Este peligro genérico podría originar el ingreso de aeronaves no autorizadas en las rutas RNAV5. Aquí fueron incluidas las definidas como aeronaves no tripuladas (UAV) ya descritas anteriormente. Para este escenario, fue identificada la siguiente consecuencia en el sistema de rutas RNAV5:
 - **Pérdida de separación**

3.7 Conclusiones en la identificación de peligros y consecuencias en RNAV 5

3.7.1 Con la identificación de los peligros específicos descritos y la asociación de sus respectivas consecuencias, se determinó que la pérdida de separación de las aeronaves era un peligro recurrente, como también el aumento de la carga de trabajo ATC y las fallas en la coordinación entre centro de control, constituyendo las consecuencias de mayor relevancia. Con parte de este proceso terminado, se puede acceder a la siguiente etapa y completar el proceso de evaluación de seguridad operacional requerida para la implantación de la RNAV5. Esta actividad se analizará en detalles en el siguiente capítulo.

Capítulo 4: Proceso de gestión de riesgos operacionales para la implantación de la RNAV5

4.1 Introducción

4.1.1 En esta etapa, se analizarán los antecedentes definidos en el Taller SAMRA01, que abarcan la identificación de peligros y sus consecuencias enunciados en el capítulo anterior, y con esta información validada por parte del Grupo de expertos de la Región SAM, se aplicará la metodología para determinar los niveles de riesgos operacionales descritos en el proceso de siete pasos, siguiendo el procesamiento de datos requerido de acuerdo al Manual SMM (Doc. 9859).

4.1.2 Esta etapa de análisis, estará en función de dos variables definidas como; la **probabilidad** de ocurrencia de un evento y el peor escenario previsible puntualizado como **severidad** de un evento, con base en un análisis del tipo cualitativo, para finalmente, aplicar las matrices de riesgos operacionales y determinar qué acciones posteriores puedan ser aplicables y consensuadas por el grupo de expertos, que permitan minimizar o contener de forma eficiente los riesgos operacionales en la implantación de la RNAV5.

4.1.3 Para efectos de estandarizar los conceptos empleados, riesgo será definido como la evaluación de las consecuencias de un peligro y es expresado en términos de **probabilidad y severidad** de ocurrencia, tomando como referencia la peor condición o escenario previsible como respuesta. Para ello, una vez identificados los peligros y sus consecuencias asociadas, por función de un valor determinado en base a la probabilidad de ocurrencia de un evento y su severidad, se utilizarán las matrices definidas en el Manual SMM, de acuerdo a la siguiente fórmula explicada a continuación:

$$\text{Peligro – Consecuencias} = f [P * S]$$

Donde:

P= probabilidad

S= severidad de un evento

4.1.4 En consecuencia, con este tipo de análisis se completarán los siguientes pasos del proceso de evaluación de riesgos de acuerdo:

3er paso: Evaluación del un riesgo, expresado en términos **de probabilidad**

4º paso: Evaluación del un riesgo, expresado en términos **de severidad**

5º paso: **Índice/tolerabilidad del riesgo**

6º paso: **Mitigación del riesgo**

4.1.5 Para la estimación de la **probabilidad** de que ocurra un suceso o evento, se emplea un enfoque similar al adoptado en el segundo paso; por ello, se especifica la probabilidad por categorías cualitativas, pero también se aplicarán ciertos valores numéricos para determinar las probabilidades relacionadas con cada condición. En algunos de los eventos analizados en el presente estudio existían datos disponibles que permitieron hacer estimaciones numéricas directas de la probabilidad de fallas.

4.1.6 Asimismo, también se ha tenido en cuenta que la estimación de la probabilidad de que ocurran sucesos peligrosos relacionados con errores humanos generalmente supone un grado de evaluación subjetiva y debería tenerse presente que aun cuando se evalúe el soporte físico, existe siempre la posibilidad de fallas debidas a errores humanos como, por ejemplo, procedimientos de mantenimiento incorrectos.

4.2 Aspectos considerados para determinar la probabilidad de aplicación de RNAV5

4.2.1 El término “probabilidad de un evento” se define como *la posibilidad que un evento o condición insegura pueda manifestarse u ocurrir*. Para esta etapa de estudio, se utilizará la matriz contenida en el Manual SMM, definidas por OACI como herramienta de análisis en la gestión de riesgos. La matriz utilizada se indica a continuación.

| | Significado | Valor |
|----------------------------------|--|----------|
| Frecuente | Probable que ocurra muchas veces (ha ocurrido con frecuencia) | 5 |
| Ocasional | Probable que ocurra algunas veces (ha ocurrido infrecuentemente) | 4 |
| Remoto | Improbable, pero posible que ocurra (ha ocurrido raramente) | 3 |
| Improbable | Muy improbable que ocurra (no se sabe que haya ocurrido) | 2 |
| Extremadamente Improbable | Casi inconcebible que el suceso ocurra | 1 |

4.2.2 Otro antecedente importante de incluir en la presente discusión, es la génesis de los diferentes valores definidos para este análisis del tipo cuantitativo. La base en cual se sustenta esta matriz está definida por los datos registrados de la experiencia operacional y definida para cada una de las probabilidades de ocurrencia de acuerdo al siguiente detalle:

- Frecuente: $1 \text{ a } 10^{-3}$ por hora de vuelo
- Ocasional: $10^{-3} \text{ a } 10^{-5}$ por hora de vuelo
- Remoto: $10^{-5} \text{ a } 10^{-7}$ por hora de vuelo
- Improbable: $10^{-7} \text{ a } 10^{-9}$ por hora de vuelo
- Extremadamente improbable: $+ 10^{-9}$ por hora de vuelo

4.2.3 Del análisis a las conclusiones del taller SAMRA 01 (**Apéndice 1 al Capítulo 4**) por parte del panel de expertos, se puede indicar que lo referido a los peligros identificados y sus consecuencias, fueron definidas con la operación con aeronaves no aprobadas para RNAV5 y la con la operación con degradación de capacidades para la navegación en rutas del tipo RNAV5 a bordo de los equipos de las aeronaves de la Región SAM, junto a las faltas de coberturas en las ayudas a la navegación. Estos peligros identificados muestran en

su conjunto como consecuencia las pérdidas de separación. Al aplicar la matriz de probabilidad de ocurrencia se logra un valor de remoto, la que se traduce en el significado de improbable que ocurra, pero de acuerdo a la experiencia operacional esto ha ocurrido raramente, pero es posible que suceda u ocurra nuevamente.

Remoto equivalente al valor “3”

| | Significado | Valor |
|------------------|--|-------|
| Frecuente | Probable que ocurra muchas veces (ha ocurrido con frecuencia) | 5 |
| Ocasional | Probable que ocurra algunas veces (ha ocurrido infrecuentemente) | 4 |
| Remoto | Improbable, pero posible que ocurra (ha ocurrido raramente) | 3 |

4.2.4 Con relación al análisis anterior, las defensas vigentes o actuales que posee este escenario operativo, son las siguientes; uso de de sistema anticolisión (ACAS), servicios ATC, red de rutas ATS en la Región SAM definidas, reglamentación vigente para la operación con RNAV y la aplicación de procedimientos de contingencia.

4.2.5 Con relación a los peligros del tipo natural se identificó la operación en zonas de cenizas volcánicas lo que potencialmente puede afectar a la aeronavegación, añadiéndose la operación en zonas de turbulencia severas. Este peligro podría reducir la disponibilidad de la red de rutas y consecuentemente aumentaría la carga de trabajo de ATC en rutas seleccionados y no afectadas por la ceniza volcánica o la turbulencia severa. De este análisis se definió el nivel de la probabilidad como “ocasional” con un valor de 4, producto del indicador del criterio de la matriz. Este tipo de evento, de acuerdo a la bibliografía técnica ha sucedido en forma infrecuente en la Región

Ocasional equivalente al valor “4”

| | Significado | Valor |
|------------------|--|-------|
| Frecuente | Probable que ocurra muchas veces (ha ocurrido con frecuencia) | 5 |
| Ocasional | Probable que ocurra algunas veces (ha ocurrido infrecuentemente) | 4 |
| Remoto | Improbable, pero posible que ocurra (ha ocurrido raramente) | 3 |

4.2.6 Como defensas actuales del sistema, se definieron las siguientes: existencia de procedimientos de contingencia específicos para cada evento del tipo natural (ceniza volcánica y turbulencia), sistema de notificación a las tripulaciones vía los Centros de control, emisión de NOTAM.

4.2.7 Con relación a los peligros del tipo reglamentación, se identificaron la falta de publicaciones y de procedimientos de contingencia por pérdida de la capacidad RNAV5, desactualización de manuales de operación de los explotadores y ANSP, generando todas ellas las consecuencias de pérdidas de separación. Con esta información se concluyó al igual el punto anterior, la clasificación ocasional, ya que este tipo de evento ha ocurrido infrecuentemente en la Región, asignándole el índice 4.

Ocasional equivalente al valor “4”

| | Significado | Valor |
|------------------|--|-------|
| Frecuente | Probable que ocurra muchas veces (ha ocurrido con frecuencia) | 5 |
| Ocasional | Probable que ocurra algunas veces (ha ocurrido infrecuentemente) | 4 |
| Remoto | Improbable, pero posible que ocurra (ha ocurrido raramente) | 3 |

4.2.8 Como defensas actuales del sistema se definieron las siguientes: una sólida red de radio ayudas a la navegación, uso de sistemas anticollisión (ACAS), servicios de ATC, red de rutas ATS adecuada a los requerimientos actuales, aprobación de aeronaves y operadores RNAV5 y la aplicación de los sistemas de vigilancia de la seguridad operacional implantados. Finalmente, se destacó que la aplicación de estrategias proactivas con base en auditorías e inspecciones representa una defensa eficaz para el actual escenario.

4.2.9 Con relación al análisis del peligro generado por las fallas de coordinación se identificaron los errores operacionales en las coordinaciones entre los Centros de control y la coordinación civil-militar lo cual potencialmente puede generar el ingreso de aeronaves no autorizadas en las rutas RNAV5, y consecuentemente la pérdida de separación.

Ocasional equivalente al valor “4”

| | Significado | Valor |
|------------------|--|-------|
| Frecuente | Probable que ocurra muchas veces (ha ocurrido con frecuencia) | 5 |
| Ocasional | Probable que ocurra algunas veces (ha ocurrido infrecuentemente) | 4 |
| Remoto | Improbable, pero posible que ocurra (ha ocurrido raramente) | 3 |

4.2.10 Como defensas actuales del sistema se definieron las siguientes: reglamentación apropiada, publicaciones de áreas restringidas, NOTAM, servicios ATC, medios de coordinación entre centros de control apropiados y cartas de acuerdo operacional (LOAS). A pesar de las medidas actuales la probabilidad que se provoque un evento fue identificada como ocasional. Este tema sin embargo fue resaltado por los expertos como una condición latente para gran parte de los centros de control de la Región SAM, lo cual merece implementar acciones ulteriores por parte de los Estados y ATSP, un seguimiento más sistematizado y continuo, lo que se realiza a través del Grupo de Escrutinio y la Agencia Regional de Monitoreo (CARSAMMA).

4.3 Aspectos considerados para determinar la severidad en la aplicación de la RNAV5

4.3.1 El término severidad se define como los posibles efectos de un evento o condición insegura, tomando como referencia la peor condición o escenario previsible. Es importante señalar que esta fase corresponde al cuarto paso del proceso de evaluación de riesgos operacionales, permitiendo así determinar tanto la probabilidad de un evento y su relación con el peor escenario previsible, lo que representa la esencia de la gestión de riesgos operacionales.

4.3.2 De acuerdo con el proceso de gestión de riesgos, una vez evaluados en términos de probabilidad de los riesgos de un determinado suceso o condición insegura (analizado en el punto anterior), la etapa siguiente de esta secuencia es la evaluación de la severidad de las consecuencias del peligro, por tanto es pertinente verificar si su potencial es perjudicial cuando este se materializa en la operación en el ámbito de la RNAV5. En la presente etapa se analizan todas las consecuencias identificadas en los capítulos precedentes, bajo la perspectiva del peor escenario predecible.

4.3.3 Para determinar esta importante función en la gestión de riesgos operacionales, se utilizó la matriz definida en el Manual SMM, referida a la gestión de riesgos operacionales lo que permitirá determinar la **severidad o gravedad** de los diferentes escenarios analizados. En la figura siguiente se muestra la matriz utilizada para realizar el presente análisis.

| Gravedad del suceso | Significado | Valor |
|-----------------------|--|----------|
| Catastrófico | — Destrucción de equipo — Muertes múltiples | A |
| Peligroso | — Reducción importante de los márgenes de seguridad, daño físico o una carga de trabajo tal que los operarios no pueden desempeñar sus tareas en forma precisa y completa — Lesiones graves — Daños mayores al equipo | B |
| Mayor | — Reducción significativa de los márgenes de seguridad, reducción en la habilidad del operador en responder a condiciones operacionales adversas como resultado del incremento de la carga de trabajo, o como resultado de condiciones que impiden su eficiencia — Incidente grave — Lesiones a las personas | C |
| Menor | — Interferencia — Limitaciones operacionales — Uso de procedimientos de emergencia — Incidentes menores | D |
| Insignificante | — Consecuencias leves | E |

4.3.4 Aunque la evaluación de la severidad de las consecuencias de un peligro, siempre significará cierto grado de juicio subjetivo, este tipo de aprensiones disminuyen toda vez que se utilizan las discusiones de grupos calificados en la materia y equipos multidisciplinarios con participantes que tienen amplia calificación en sus respectivas especialidades. Por ello, la realización del taller SAMRA/01, permitió razonar todos los puntos de vistas que afectan a la Región SAM.

4.3.5 De acuerdo al proceso de evaluación de riesgos, una vez que se ha completado la valoración de la severidad de todos los peligros identificados, junto a la categorización de los resultados, es necesario registrar el resultado en la Tabla de registro de peligros y riesgos.

4.3.6 Como resultado del análisis de la severidad asignada a cada uno de los peligros identificados por el equipo de trabajo, surge que: en el caso de las aeronaves no aprobadas para operar en rutas RNAV5 o con una degradación de sus capacidades de navegación RNAV5 abordó y ante la falta de cobertura de red de radioayudas se determinó que el peor escenario previsible sería “mayor”, lo que significa una reducción significativa a los márgenes de seguridad, reducción en la habilidad del operador o explotador en responder a condiciones operacionales adversas, dando como resultado el incremento de la carga de trabajo o el resultado de condiciones que impiden su eficiencia, junto la posibilidad de producir lesiones a las personas o llegar a un incidente grave. Basado en ello el valor asignado para este escenario fue de “C”, tal como se indica en la figura siguiente:

Severidad es definida de mayor equivalente “C”

| Gravedad del suceso | Significado | Valor |
|---------------------|--|----------|
| Catastrófico | <ul style="list-style-type: none">— Destrucción de equipo— Muertes múltiples | A |
| Peligroso | <ul style="list-style-type: none">— Reducción importante de los márgenes de seguridad, daño físico o una carga de trabajo tal que los operarios no pueden desempeñar sus tareas en forma precisa y completa— Lesiones graves— Daños mayores al equipo | B |
| Mayor | <ul style="list-style-type: none">— Reducción significativa de los márgenes de seguridad, reducción en la habilidad del operador en responder a condiciones operacionales adversas como resultado del incremento de la carga de trabajo, o como resultado de condiciones que impiden su eficiencia— Incidente grave— Lesiones a las personas | C |

4.3.7 Para el análisis de los peligros rotulados como naturales y definidos por las operaciones con efectos producto de las cenizas volcánicas y la operación en zonas de turbulencia severa, se determinó que estos valores eran similares al caso anterior, mostrando un índice de la severidad de suceso como “mayor”. Basado en ello el valor asignado para este escenario fue de “C”, tal como se indica en la figura siguiente:

Severidad es de Mayor equivalente “C”

| Gravedad del suceso | Significado | Valor |
|---------------------|--|----------|
| Catastrófico | <ul style="list-style-type: none">— Destrucción de equipo— Muertes múltiples | A |
| Peligroso | <ul style="list-style-type: none">— Reducción importante de los márgenes de seguridad, daño físico o una carga de trabajo tal que los operarios no pueden desempeñar sus tareas en forma precisa y completa— Lesiones graves— Daños mayores al equipo | B |
| Mayor | <ul style="list-style-type: none">— Reducción significativa de los márgenes de seguridad, reducción en la habilidad del operador en responder a condiciones operacionales adversas como resultado del incremento de la carga de trabajo, o como resultado de condiciones que impiden su eficiencia— Incidente grave— Lesiones a las personas | C |

4.3.8 Para el peligro identificado como faltas de publicaciones de procedimientos de contingencia ante la pérdida de la capacidad RNAV5, falta de manuales de operaciones de los explotadores y ANSP, desactualizados, con una derivación de una aplicación errónea de los procedimientos se acordó que la consecuencia identificada sería la pérdida de separación. De la aplicación de la matriz de severidad, el escenario más crítico resulta en “mayor” Basado en ello el valor asignado para este escenario fue de “C”, tal como se indica en la figura siguiente:

Severidad es de Mayor equivalente “C”

| Gravedad del suceso | Significado | Valor |
|---------------------|--|----------|
| Catastrófico | <ul style="list-style-type: none">— Destrucción de equipo— Muertes múltiples | A |
| Peligroso | <ul style="list-style-type: none">— Reducción importante de los márgenes de seguridad, daño físico o una carga de trabajo tal que los operarios no pueden desempeñar sus tareas en forma precisa y completa— Lesiones graves— Daños mayores al equipo | B |
| Mayor | <ul style="list-style-type: none">— Reducción significativa de los márgenes de seguridad, reducción en la habilidad del operador en responder a condiciones operacionales adversas como resultado del incremento de la carga de trabajo, o como resultado de condiciones que impiden su eficiencia— Incidente grave— Lesiones a las personas | C |

4.3.9 Para el caso del peligro identificado como coordinación, producto de fallas en la coordinación entre los centros de control la potencial consecuencia sería el ingreso de aeronaves no autorizadas en el espacio aéreo RNAV5, generándose una posible pérdida de separación. El Taller SAMRA/01 definió este escenario como “ peligroso”, lo que significa que en este contexto, se podría producir una reducción importante de los márgenes de seguridad, daño físico o una carga de trabajo tal, que los involucrados, sea

pilotos o controladores, no podrían desempeñar sus tareas en forma precisa y completa, también generaría lesiones graves y daños mayores el equipo, obteniéndose un valor equivalente de “B”, al verificar todos los indicadores de riesgos analizados en el presente documento el resultado final, para estas consecuencias es el de más alto índice de gravedad de todos los peligros identificados.

Severidad es de Peligroso equivalente “A”

| Gravedad del suceso | Significado | Valor |
|---------------------|--|----------|
| Catastrófico | <ul style="list-style-type: none">— Destrucción de equipo— Muertes múltiples | A |
| Peligroso | <ul style="list-style-type: none">— Reducción importante de los márgenes de seguridad, daño físico o una carga de trabajo tal que los operarios no pueden desempeñar sus tareas en forma precisa y completa— Lesiones graves— Daños mayores al equipo | B |
| Mayor | <ul style="list-style-type: none">— Reducción significativa de los márgenes de seguridad, reducción en la habilidad del operador en responder a condiciones operacionales adversas como resultado del incremento de la carga de trabajo, o como resultado de condiciones que impiden su eficiencia— Incidente grave— Lesiones a las personas | C |

4.3.10 Para el peligro identificado como la coordinación civil militar, se consideró el producto de fallas en la coordinación entre autoridades civiles y militares, con la potencial consecuencia del ingreso de aeronaves no autorizadas a espacios aéreos restringidos o prohibidos, generando con ello pérdidas de separación. En el tratamiento de este tema, el grupo de trabajo, tuvo en consideración la operación con aeronaves no tripuladas (UAV). Este escenario fue señalado por algunos Estados, haciendo manifiesto su preocupación por el aumento de estos tipos de operaciones, los cuales se producen en algunos casos sin un control real o coordinación detallada por parte de los diferentes involucrados.

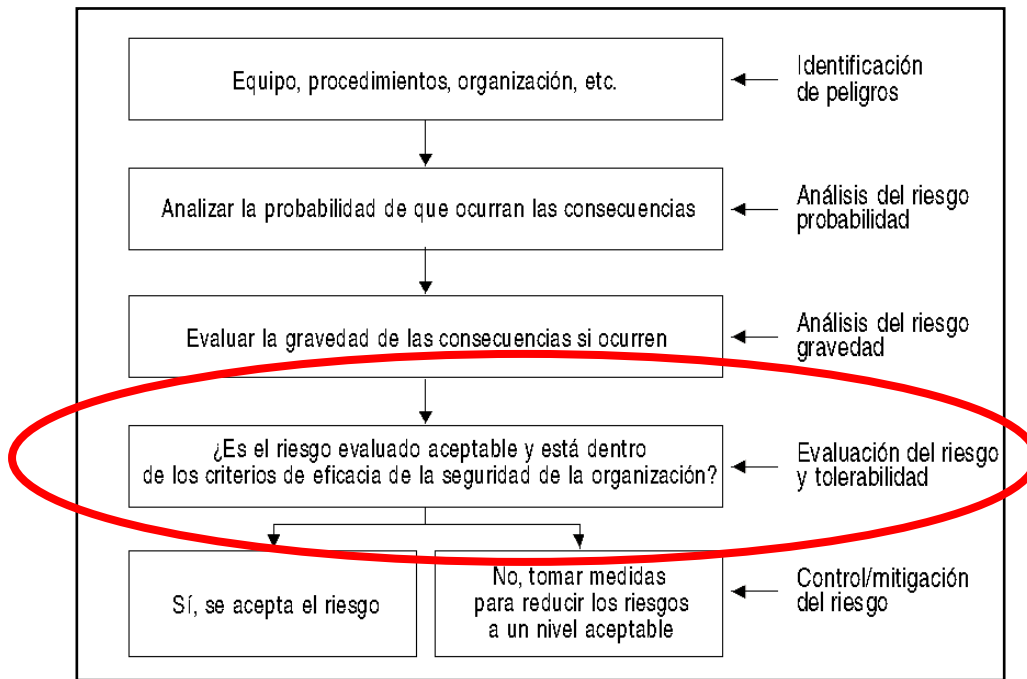
4.3.11 También señalaron como un aspecto a ser tomado en consideración, la capacidad de estas aeronaves de poder volar y operar sobre el FL290, por tanto este nuevo escenario previsible, puede ser catalogado como peligroso para la implantación de la RNAV5 argumento que produciría una reducción importante de los márgenes de seguridad operacional, tanto por el daño físico o la carga de trabajo que produce este tipo de eventos, junto con la factibilidad de producir lesiones graves y daños mayores al equipamiento.

4.3.12 Del análisis a la matriz de severidad, se obtuvo un valor equivalente a “Peligroso”. Este tipo de escenario o situaciones potenciales, es cada vez más factible en la Región SAM y requiere de acciones concretas a fin de mitigar este nuevo peligro, las que serán señaladas en las recomendaciones de seguridad operacional de este documento.

Capítulo 5 Evaluación y mitigación de los riesgos operacionales para la implantación de la RNAV 5

5.1 Introducción

5.1.1 Como derivado de los antecedentes analizados de los párrafos anteriores y para continuar con la metodología de gestión de los riesgos, podemos señalar que se han identificado hasta esta etapa los potenciales peligros y se han asociado sus consecuencias. Posteriormente, se analizó la gestión de riesgo operacional y en función de la probabilidades de ocurrencia y la severidad tomando como referencia el peor escenario predecible, se definieron los niveles de riesgos operacionales aceptables en base a la comparación entre las diferentes matrices señaladas para medir el nivel de riesgo y su respectivo índice de tolerabilidad en relación las defensas posteriores aplicadas. En definitiva el concepto general ha sido bajar el nivel de riesgo operacional a un nivel aceptable (ALoS), con una perspectiva realista y aplicable a nuestro desarrollo.



5.2 Criterios para la mitigación de riesgos operacionales

5.2.1 Definir la aceptabilidad de un riesgo dependerá del resultado de las defensas analizadas en el escenario propuesto. Para el caso de la RNAV5 se determinaron las defensas existentes en la Región SAM. Con estos puntos definidos, se utilizaron los criterios empleados para juzgar la aceptabilidad con un punto de vista bidimensional. Por lo tanto, la aceptabilidad generalmente se basa en la comparación con una matriz de severidad de un evento y la probabilidad que este se manifieste. Para determinar los criterios de evaluación del riesgo se utilizó el “triángulo de gestión”, administrando o controlando aquellos índices o valores de riesgos definidos en la Región de no tolerables para el criterio inaceptables bajo las circunstancias existentes, tal como se muestra en la tabla de abajo:

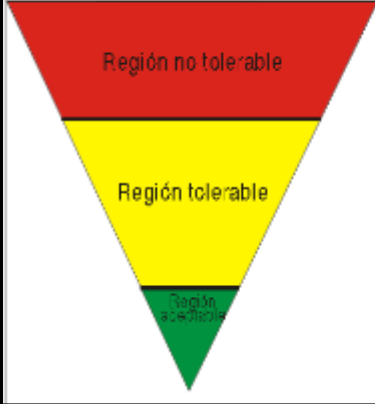
| Criterios sugeridos | Índice de evaluación del riesgo | Criterios sugeridos |
|--|--|--|
|  <p>Región no tolerable</p> | <p>5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A</p> | <p>Inaceptable bajo las circunstancias existentes</p> |
| <p>Región tolerable</p> | <p>5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C</p> | <p>Aceptable en base a mitigación del riesgo. Puede requerir una decisión de la dirección.</p> |
| <p>Región aceptable</p> | <p>3E, 2D, 2E, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E</p> | <p>Aceptable</p> |

Tabla de criterios para la mitigación de los riesgos operacionales

5.2.2 Relacionado al concepto de riesgo tolerable, existe una zona entre el riesgo aceptable y el inaceptable en que la decisión en cuanto a la aceptabilidad no es clara y determinante. Estos últimos riesgos forman parte de una categoría en la que el riesgo puede ser tolerable, si se reduce al nivel más bajo prácticamente posible (ALARP). Cuando un riesgo se clasifica como ALARP, siempre se procurará implantar medidas de mitigación de defensa ulteriores y por consiguiente aplicar las medidas de mitigación que se consideren factibles de implementar en la Región SAM. Para el caso de los riesgos catalogados en la zona intermedios en el triángulo de la gestión (indicado en la figura de abajo) se marcan como aceptables en base a mitigación del riesgo. Estos niveles de riesgo podrían requerir una decisión de la dirección. Los riesgos comprendidos en esta categoría no se clasifican irreflexivamente como tolerables. Cada caso debe ser examinado individualmente como se ha señalado en los capítulos anteriores, teniendo en cuenta los beneficios y costos que se obtendrán de la implantación de los cambios propuestos.

5.2.3 Con relación a lo anterior, cuando los riesgos no satisfacen los criterios de aceptabilidad predeterminados en el cuadro de arriba, siempre se debería intentar reducirlos a un nivel aceptable, si esto no es posible, al nivel más bajo prácticamente posible o ALARP, empleando para ello los procedimientos de mitigación o las llamadas defensas ulteriores las que serán señaladas más adelante. La identificación de medidas apropiadas de mitigación de riesgos exige una buena comprensión de los peligros identificados en el capítulo 3 y 4, referidas a los factores que contribuyen a que ocurra un suceso de estas características, puesto que todo mecanismo para que sea eficaz la reducción de los riesgos tendrá que modificar uno o más de estos factores y lograr reducir el riesgo a un nivel aceptable.

5.2.4 Las medidas de mitigación de riesgos pueden producir efecto reduciendo la probabilidad de que el suceso acontezca o la severidad de las consecuencias, o una combinación de ambas cosas. El desafío será lograr reducir el riesgo operacional a un nivel deseado, pudiéndose exigir una aplicación de más de una medida de mitigación. Para este caso en particular, la evaluación de seguridad operacional ha estudiado las siguientes medidas posibles para mitigar los riesgos operacionales:

- a) revisión del diseño del sistema;
- b) modificación de los procedimientos operacionales;
- c) cambios en la organización; y
- d) capacitación de acuerdo a lo requerido.
- d) explotación de las tecnologías de la información y comunicación.

5.3 Descripción de la gestión de riesgo operacional para la implantación en RNAV5 en la Región SAM

5.3.1 En aplicación a lo determinado en los capítulos anteriores, en este punto se aplicará la gestión de riesgos operacionales y analizarán los resultados propuestos, para el escenario proyectado en la Región. Consecuente con ello, se procederá a señalar los índices definidos por este grupo de expertos, para posteriormente aplicar las matrices de riesgos y definir los requisitos para la implementación de las defensas ulteriores y reducir así los riesgos operacionales a un nivel más bajo prácticamente posible (ALARP), en base al estudio de las defensas ulteriores definidas y señaladas en el **Apéndice 1 al Capítulo 4** – Cuadro resumen de Identificación del peligro y gestión del riesgos, permitiendo con ello determinar el nivel de riesgo operacional y definir la viabilidad técnica de aplicar e implantar la red de rutas RNAV5 en la Región SAM.

5.3.2 En este sentido, se agruparon cuatros tipos de operación o actividades principales que permitieran identificar los potenciales peligros y asociar de esta manera sus consecuencias, para posteriormente determinar los índices riesgos y analizar así sus acciones que permitan mitigar los riesgos operacionales y reducirlos a un nivel aceptable. A continuación se señalan el resumen de los índices identificados para este efecto.

a) Para los tipificados como **peligros técnicos** se han definido los siguientes:

- **Aeronaves no aprobadas RNAV5**
- **Degradación de la capacidad de navegación RNAV5**
- **Falta de cobertura de ayudas a la navegación (NAVAID)**

• De acuerdo con su Consecuencias asociadas el peligro fue de :

- **Pérdidas de separación**

• Los criterios en la gestión de riesgos fue de:

- **3**, equivalente a “**remoto**”, para la probabilidad
- **C**, lo que equivale a “**mayor**”, para su severidad

• La combinación da la interacción entre la probabilidad y severidad de los peligros resulta en :

- **3 C**, lo que significa, **aceptable en base a mitigación de riesgo**, puede requerir **una decisión de la dirección**.

b) Para los **peligros tipificados como naturales** se han definido los siguientes:

- **Ceniza volcánica**
- **Turbulencia severa**
- La Consecuencias asociadas estos peligros fue de :
 - **Aumento de la carga de trabajo ATC.**
- Los criterios en la gestión de riesgos fueron de:
 - **4**, equivalente a **“ocasional”**, para la probabilidad
 - **C**, lo que equivale a **“mayor”**, para su severidad
- La combinación de la probabilidad y severidad de los peligros resulta en :
 - **4 C**, lo que significa, **aceptable en base a mitigación de riesgo**, puede requerir una decisión de la dirección.

c) Para los **peligros tipificados como reglamentación** se han definido los siguientes:

- **Falta de publicación de procedimientos de contingencia para pérdida de capacidad RNAV5.**
- **Manuales de operación explotadores desactualizados**
- **Manuales de operaciones de ANSP desactualizados**
- Las Consecuencias asociadas a estos peligros fue de :
 - **Pérdida de Separación**
- Los criterios en la gestión de riesgos fueron de:
 - **4**, equivalente a **de “ocasional”**, para la probabilidad
 - **C**, lo que equivale a **“mayor”**, para su severidad
- La combinación de la probabilidad y severidad de los peligros resulta en:
 - **4 C**, lo que significa, **aceptable en base a mitigación de riesgo**, puede requerir una decisión de la dirección.

d) **Coordinación**

Para este tipo de **peligros definido por fallas de coordinación** entre los Centros de Control o entre autoridades civiles y militares se han definido como:

- **Ingreso de aeronaves no autorizadas en espacio aéreo RNAV5**
- **Ingreso de aeronaves a espacios aéreos prohibidos o restringidos**

- Su Consecuencia asociada del peligro fue de :
 - **Pérdida de Separación**
- Los criterios en la gestión de riesgos fueron de:
 - **4**, equivalente a de **“ocasional”**, para la probabilidad
 - **B**, lo que equivale a **“peligroso”**, para su severidad
- Para la combinación de la probabilidad y severidad de los peligros resulta en :
 - **4 B**, lo que significa, **inaceptable bajo las circunstancias existentes**, lo cual puede requerir decisión de la dirección.

Matriz de evaluación de los riesgos de seguridad operacional

| Probabilidad del riesgo | Gravedad del riesgo | | | | |
|-----------------------------|---------------------|----------------|------------|------------|---------------------|
| | Catastrófico A | Peligroso B | Mayor C | Menor D | Insignificante E |
| Frecuente 5 | 5A | 5B | 5C | 5D | 5E |
| Ocasional 4 | 4A | 4B | 4C | 4D | 4E |
| Remoto 3 | 3A | 3B | 3C | 3D | 3E |
| Improbable 2 | 2A | 2B | 2C | 2D | 2E |
| Extremadamente improbable 1 | 1A | 1B | 1C | 1D | 1E |

5.3.3 La identificación y descripción detallada de los peligros y riesgos operacionales de los puntos anteriores, permite lograr las condiciones requeridas para evaluar y poder determinar la viabilidad de la implantación de la RNAV5. Por otro lado, de la verificación del resumen de los índices de la matriz de riesgos arriba señalada, es posible conformar un mapa de riesgos y estudiar las diferentes alternativas tendientes a minimizar o mitigar los riesgos en la implantación de la RNAV5.

5.3.4 Con base en la verificación de la matriz de riesgos operacionales y la verificación del mapeo de los índices señalados en los capítulos anteriores, se puede indicar que el nivel promedio de la verificación global es de Ocasional lo que es equivalente a 4 y su índice de severidad es en general 4C, lo que se traduce en que es aceptable en base a mitigación de riesgo y puede requerir una decisión de la Dirección. Con la aplicación de las medidas ulteriores se puede señalar que el nivel logrado es reducido a **2 C**, lo que se encuentra dentro de la tolerabilidad del riesgo aunque continúa requiriéndose una potencial decisión de la Dirección.

5.3.5 En concordancia a lo anterior y con el propósito de lograr mitigar y gestionar los riesgos operacionales a fin de reducir los índices descritos y gestionarlos a un nivel aceptable, es posible la utilización de la tecnología, reglamentación, entrenamiento y supervisión (regla nemotécnica de TRES), como aplicación de las defensas ulteriores requeridas para mitigar los niveles de riesgo operacional de un determinado escenario, la cual permitirá reducir estos valores establecidos precedentemente. La aplicación de estas defensas ulteriores siempre enfrentará la falta de recursos económicos para implementarlas y generar lo que se conoce como defensa en profundidad, como lo señala el Phd. J. Reason en su teoría del accidente organizacional.

5.3.6 Por tanto, a continuación se explicarán las acciones requeridas para cada ámbito de acción definidos por el análisis anterior en el ámbito relacionado con aplicaciones tecnológicas, acciones o cambios en lo reglamentario, aplicación del entrenamiento y supervisión continua para el personal. Para ello, se proponen las siguientes acciones que permitan la implantación eficiente de la RNAV5 en la Región SAM. En el Programa de prevención de errores de Comunicación entre ACC aprobado por GREPECAS (NOSS para RNAV5), se describe un tipo defensa para evitar los errores por coordinación entre ACC de la Región.

5.3.7 Estrategias tendientes a mitigar los riesgos operacionales para los peligros catalogados como tipo técnicos, degradación de la capacidad de navegación de acuerdo al siguiente detalle:

a) Peligro del tipo Técnico operar aeronaves no aprobadas en rutas RNAV5, con su consecuencia de *pérdida de separación*:

- En el ámbito **tecnológico**
 - Accesibilidad y disponibilidad al Banco de datos de la Región SAM.
- En el ámbito **Reglamentación**
 - Establecer los procedimiento de control efectivo de FPL
 - Aprobación operacional RNAV 5 de aeronaves no aprobadas
- En el ámbito **Entrenamiento / Capacitación**
 - Actualización de los programas de capacitación
- En el ámbito la **Supervisión** (vigilancia continua)
 - Definir el control del programa de supervisión de FPL.
 - Establecer el cumplimiento de estas medidas
- En consecuencia, el índice de gestión de riesgo disminuye desde un nivel **3 C a 2C**, reduciéndose la probabilidad de ocurrencia.
- **Entidades Responsables de esta acción** : ACC de los estados de la Región SAM
ANS
CARSAMMA

b) Peligro por degradación de la capacidad de navegación RNAV5 de abordó, con la consecuencia *pérdida de separación*:

- En el ámbito **Tecnológico**
 - Aplicación de sistemas de simulación a las tripulaciones y al personal ATC.

- En el ámbito **Reglamentación**
 - Establecer los procedimientos de control necesarios
- En el ámbito **Entrenamiento / capacitación**
 - Instrucción a las tripulaciones y personal ATC
- En el ámbito la **Supervisión** (vigilancia continua)
 - Control y monitoreo continuo a los explotadores
- En consecuencia, el índice de gestión de riesgo disminuye desde un nivel **3 C a 2C**, reduciéndose la probabilidad de ocurrencia.
- **Entidades Responsables:** Estados
ATSP de la Región SAM.
Explotadores de la Región

c) Falta de cobertura de ayudas a la navegación (NAVAID), con la consecuencia de pérdida de separación:

- En el ámbito **Tecnológico**
 - Ampliar áreas sin cobertura para RNAV5.
- En el ámbito **Reglamentación**
- Publicar en la AIP las áreas sin cobertura de ayudas a la navegación en tierra
- En el ámbito la **Entrenamiento / Capacitación**
 - No tiene
- En el ámbito la **Supervisión** (vigilancia continua)
 - Implementar servicios de vigilancia
- En consecuencia, el índice de gestión de riesgo disminuye desde un nivel **3 C a 2C**, reduciéndose la probabilidad de ocurrencia.
- **Entidades Responsables:** Estados
ATSP de la Región SAM.

5.3.8 Estrategias tendientes a mitigar los riesgos operacionales por peligros del tipo naturales:

a) Erupciones volcánicas en las rutas RNAV5, con la consecuencia de aumento de la carga de trabajo del personal ATC:

- En el ámbito Tecnológico
 - Operación de la observación de satelital
 - Determinar capacidad de sectores ATC / ATFM.

- En el ámbito Reglamentación
 - Publicación de ASHTAM
 - Actualizar y aplicar procedimientos establecidos
 - Incorporación de los procedimientos en los manuales operativos de los ACC
 - Determinar capacidad de sectores ATC / ATFM
 - Procedimientos para re-planificación del tránsito aéreo
 - Implementar Unidades o Puestos ATFM (FMU/FMP)
- En el ámbito la Entrenamiento / Capacitación
 - Entrenamiento para aplicar en forma continua procedimientos de contingencia
 - Entrenar a personal AIS en la elaboración de los ASHTAM
- En el ámbito la Supervisión (vigilancia continua)
 - Implementar servicios de vigilancia
- En consecuencia, el índice de gestión de riesgo disminuye desde un nivel **3 C a 2C**, reduciéndose la probabilidad de ocurrencia. Solo se baja la severidad producto de la alerta temprana de estas medidas.
- **Entidades Responsables:** Estados
ATSP
Dependencias AIS

b) Operaciones con turbulencia severa en espacio aéreo RNAV5, con la consecuencia de aumento de la carga de trabajo del personal ATC:

- En el ámbito **Tecnológico**
 - Alertas por observación de satelital
 - Uso de información vía DATA link.
- En el ámbito **Reglamentación**
 - Publicación de NOTAM de alertas
 - Determinar capacidad de sectores ATC / ATFM
 - Procedimientos para re-planificación del tránsito aéreo
 - Implementar Unidades o Puestos ATFM (FMU/FMP)
- En el ámbito la **Entrenamiento** / Capacitación
 - Entrenamiento continuo de procedimientos de contingencia
- En el ámbito la **Supervisión** (vigilancia continua)
 - Implementar servicios de vigilancia
- En consecuencia, el índice de gestión de riesgo disminuye desde un nivel **4 C a 4D**, reduciéndose la probabilidad de ocurrencia. Solo se baja la severidad producto de la alerta temprana de estas medidas.
- **Entidades Responsables:** ACC de los estados de la Región SAM

c) Otros eventos naturales con la consecuencia de *aumento de la carga de trabajo del personal ATC*:

- En el ámbito **Tecnológico**
 - Integración de tecnologías
- En el ámbito **Reglamentación**
 - Procedimientos de contingencias específicos para este fenómeno
- En el ámbito la **Entrenamiento** / Capacitación
 - Entrenamientos a las tripulaciones y al ATC
- En el ámbito la **Supervisión** (vigilancia continua)
 - Implementar servicios de vigilancia regional
- En consecuencia, el índice de gestión de riesgo disminuye desde un nivel **4 C a 4D**, reduciéndose la probabilidad de ocurrencia. Solo se baja la severidad producto de la alerta temprana de estas medidas.
- **Entidades Responsables:** ACC de los estados de la Región SAM
Explotadores

5.3.9 Estrategias tendientes a mitigar los riesgos operacionales por peligros del tipo reglamentarios:

a) Falta de publicación de procedimientos de contingencia por detrimento de la capacidad RNAV5, con la consecuencia de *pérdida de la separación*:

- En el ámbito **Tecnológico**
 - No tiene
- En el ámbito **Reglamentación**
 - Obligatoriedad de publicación de los procedimientos de contingencia armonizados.
 - Uso manuales de operaciones estándares
- En el ámbito la **Entrenamiento** / Capacitación
 - Entrenamientos para ANSP
 - Entrenamiento para pilotos
- En el ámbito **Supervisión**
 - Implementar servicios de vigilancia regional
- En consecuencia, el índice de gestión de riesgo disminuye desde un nivel **4 C a 2C**, reduciéndose la probabilidad de ocurrencia y de severidad producto de la alerta temprana de estas medidas.

- **Entidades Responsables:** Estados
ANSP
Explotadores

*b) Manuales de operación de explotadores desactualizados para la capacidad RNAV5, con la consecuencia de **pérdida de la separación**:*

- En el ámbito **Tecnológico**
 - Banco de datos con indicadores y metas de desempeño para los sistemas de gestión (SMS)
- En el ámbito **Reglamentación**
 - Normas de operación para garantizar los AloS iniciales de los sistemas de gestión (SMS)
- En el ámbito la **Entrenamiento** / Capacitación
 - Entrenamiento básico y recurrente para los SMS
- En el ámbito la **Supervisión** (vigilancia continua)
 - Implementar servicios de vigilancia con indicadores de desempeño de los sistemas de gestión (SMS)
- Gestión de riesgo de un nivel riesgo **3 C se disminuye a 2C**, solo se baja la probabilidad producto de la alerta temprana de estas medidas.
- **Entidades Responsables:** Estado
Explotadores

*c) Manuales de operaciones ANSP desactualizados para la capacidad RNAV5, con la consecuencia de **pérdida de la separación**:*

- En el ámbito **Tecnológico**
 - Banco de datos con indicadores y metas de desempeño para los sistemas de gestión (SMS)
- En el ámbito **Reglamentación**
 - Normas de operación para garantizar los AloS iniciales de los sistemas de gestión (SMS)
- En el ámbito la **Entrenamiento** / Capacitación
 - Entrenamiento básico y recurrente de los SMS
- En el ámbito la **Supervisión** (vigilancia continua)
 - Implementar servicios de vigilancia en base al SMS

- Gestión de riesgo de un nivel riesgo **4 C se disminuye a 2C**, solo se baja la severidad producto de la alerta temprana de estas medidas.
- **Entidades Responsables:** proveedores ANS de la Región SAM

5.3.10 Estrategias tendientes a mitigar los riesgos operacionales por peligros del tipo coordinación:

*a) Fallas en la coordinación civil militar, afectada la red de rutas RNAV5, con la consecuencia de **pérdida de la separación**:*

- En el ámbito **Tecnológico**
 - Banco de Notam
- En el ámbito **Reglamentación**
 - Publicaciones actualizadas y aplicables
 - Reglamentos de coordinación de centros
 - Memorándum de acuerdos entre el ámbito civil-militar
 - Coordinación civil –militar (LOAS)
- En el ámbito la Entrenamiento / Capacitación
 - Entrenamiento civil-militar
- En el ámbito la Supervisión
 - Implementar servicios de LOAS
- Gestión de riesgo de un nivel riesgo **4 B se disminuye a 3B**, solo se baja la probabilidad, todos los riesgos verificados este es el más alto del listado.
- **Entidades Responsables:** ACC y ANSP de la Región SAM,

Capítulo 6 Conclusiones de la evaluación y mitigación de los riesgos operacionales para la implantación de RNAV 5

6.1 Introducción

6.1.1 En el presente capítulo se resumirán los antecedentes reunidos en la evaluación de riesgos, con el propósito de definir el nivel de riesgo promedio para la implantación de la RNAV5. Además, se analiza la argumentación requerida para determinar el nivel aceptable de riesgos operacionales (ALoS), que permite implantar la RNAV5 en la Región SAM. Finalmente se propondrán las recomendaciones que derivan del presente estudio con el objetivo de apoyar la hoja de ruta PBN aprobada para la Región SAM.

6.1.2 El Capítulo 2 del presente documento muestra una descripción general del sistema de tránsito aéreo en la Región SAM.

6.1.3 En el Capítulo 3, se identifican los peligros en el ámbito de operación de la RNAV5 y se evalúa sus consecuencias para finalmente determinar el nivel de riesgos operacionales resultante.

6.1.4 El Capítulo 4 cubre los aspectos relacionados con la gestión de riesgos operacionales, analizando los antecedentes definidos por el Taller SAMRA01, la identificación de peligros y sus consecuencias, enunciados en el capítulo anterior y con esta información validada por parte del panel de expertos de la Región SAM, se aplicó la metodología para determinar los niveles de riesgos operacionales descritos en el proceso de siete pasos, siguiendo el procesamiento de datos requerido de del Manual SMM. Esta etapa de análisis evalúa las dos variables definidas como *probabilidad* de ocurrencia de un evento y el peor escenario previsible puntualizado como *severidad* de un evento, siempre haciendo referencia a un análisis del tipo cualitativo, para finalmente, aplicar las matrices de riesgos operacionales y determinar que acciones posteriores puedan ser aplicables y consensuadas por el panel de expertos, las cuales permitan minimizar o contener de forma eficiente los riesgos operacionales en la implantación de la RNAV5.

6.1.5 En el capítulo 5, se hace un análisis respecto a la aceptabilidad de un riesgo dependiendo del resultado de las defensas analizadas en el escenario propuesto y se determinaron las defensas existentes en la Región SAM asociadas a la implantación de la RNAV5. Con estos puntos definidos, se utilizaron los criterios empleados para juzgar la aceptabilidad con un punto de vista bidimensional.

6.2. Síntesis final del estudio riesgos en la implantación de la RNAV5

6.2.1 El análisis realizado en el presente estudio sobre la seguridad operacional y las acciones actuales y acciones propuestas como defensas posteriores, permite señalar que el nivel promedio de los riesgos operacionales se encuentra en un nivel aceptable definido como probabilidad de ocurrencia con **un valor 2**, lo cual se define como **Aceptable** y la severidad como un valor **C o Mayor**, lo que equivale a una reducción significativa de los márgenes de seguridad, reducción en la habilidad del operador o explotador significativa a los márgenes de seguridad, lo que en consecuencia se traduce en un nivel global de **riesgo 2 C**, lo cual se encuentra en un rango aceptable de acuerdo al triángulo de gestión y potencialmente requiere de una decisión de la Dirección y el consiguiente monitoreo de la operación.

6.2.2 Finalmente, con el análisis efectuado, se concluye que con las medidas actuales la implantación de la RNAV5 no presenta inconvenientes ni generará peligros adicionales a la actual estructura del espacio aéreo. La implantación de medidas ulteriores identificadas en este documento y señaladas en el capítulo siguiente optimizará la seguridad de las operaciones en el nuevo entorno operacional contribuyendo a los objetivos estratégicos del plan ATM a nivel global. En síntesis la seguridad operacional en la Región está en un nivel aceptable de riesgo operacional con un nivel promedio de **2 C**, la cual se encuentra dentro del concepto de riesgo controlado en su aplicación.

Capítulo 7 Recomendaciones

7.1 Recomendaciones de la evaluación de la seguridad operacional para la implantación de la RNAV5

7.1.1 De lo descrito y examinado en el presente estudio de seguridad operacional, se puede señalar que el compromiso de los Estados de la Región ha sido un factor fundamental para lograr el nivel de seguridad operacional comprobado. Sin embargo, como producto del análisis detallado al sistema regional, es oportuno señalar que existen oportunidades de perfeccionar y preservar estos estándares alcanzados. En consecuencia, se requiere por parte de los Estados, afianzar y comprometer sus acciones con el propósito que permitan cumplir con la hoja de ruta diseñada para la Región SAM.

7.1.2 Con relación al punto anterior, **los estados de la Región** deberán responder proactivamente a los cambios que deriven la aplicación operacional RNAV5 y apoyar en el ámbito tecnológico, con la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (Tic's), ante la necesidad de fomentar el intercambio de datos de seguridad operacional a nivel regional, con antecedentes de seguridad e información relevante, que permitan definir y promover los indicadores de desempeño (performance) para la Región y registren las desviaciones (hot spots) que afectan los ALoS nacionales y regionales. En el ámbito de la reglamentación, actualizar y publicar los cambios necesarios tendientes a materializar la operación con RNAV5, a la vez de continuar la promulgación de los diferentes planes y programas de contingencias requeridos para aportar su aplicación de este sistema. En lo relativo a la Instrucción, se deberá incentivar el conocimiento de la aplicación y operación con RNAV5, también utilizar el concepto SMS en lo respectivo a la explotación de sistema RNAV5. Promover la capacitación continua de los requisitos que permitan operar con RNAV5. Finalmente, aplicar las herramientas de supervisión y monitoreo continuo de la seguridad operacional, con base a los ocho elementos críticos definidos por el SSP.

7.1.3 **Para los explotadores**, aplicar el intercambio de datos de seguridad operacional a nivel regional, con antecedentes de seguridad operacional relevante de modo que permita promover los indicadores de desempeño (performance) para la Región y ayuden a determinar las desviaciones (hot spots) que afectan los ALoS de la Región. Con relación a la reglamentación actualizar los planes y programas de contingencias requeridos para operar en un ambiente RNAV5. En el ámbito de la capacitación incentivar el entrenamiento recurrente para la operación con RNAV5, utilizando la simulación con escenarios del tipo LOFT y prácticas de fallas de los sistemas de navegación (RAIM), con el propósito de identificar oportunamente las fallas que afecten la capacidad en RNAV5, también explotar el concepto SMS en lo respectivo a la explotación de sistema RNAV5, y finalmente promover la capacitación continua con los requisitos que permitan operar en RNAV5.

7.1.4 **Para los ATS / ANSP**, aplicar el intercambio de datos de seguridad operacional a nivel regional, con antecedentes de seguridad operacional de modo que permita conformar los indicadores de desempeño (performance) para la Región y aporten con determinar las desviaciones (hot spots) que afectan los ALoS de la Región. En relación a la reglamentación actualizar los planes y programas de contingencias requeridos para operar en un ambiente RNAV5 en los ACC. Para el ámbito de la capacitación incentivar el entrenamiento recurrente para la operación con RNAV5, utilizando simulación con escenarios del tipo y prácticas de los programas de contingencias, con el propósito de identificar oportunamente las fallas que afecten la capacidad en RNAV5, Continuar aplicando las fases el concepto SMS en lo respectivo a la explotación de sistema RNAV5 y finalmente promover la capacitación continua con los requisitos que permitan operar en un ambiente en RNAV5. Finalmente, incorporar e incentivar la supervisión en base a los ocho indicadores críticos de la vigilancia continua, en base a los requisitos del SMS y SSP.

7.1.5 **La Oficina Regional Sudamericana de OACI**, debería incorporar en su planificación la ejecución del taller SAMRA02, con el propósito de actualizar las competencias de la masa crítica de expertos y actualizar las brechas que surjan. Asimismo, debería conformar y solicitar a los Estados participantes, la concurrencia en forma periódica de los puntos focales y mantener esta masa crítica de expertos durante el proyecto, basado en el nivel profesional alcanzado, lo cual permitirá acrecentar el conocimiento con este tipo de entrenamientos y aportar sinergias positivas y por consiguiente preservar los niveles de seguridad en la Región SAM.

7.1.6 **Finalmente**, las observaciones determinadas en el presente estudio de evaluación de seguridad operacional, deben conservarse como parte de la Biblioteca de seguridad operacional de la Región lo que ayudará a conformar la línea de base inicial, con lo cual se permita registrar las mejoras sugeridas en el futuro, con relación a la gestión de riesgos y el nivel seguridad operacional alcanzado por la Región SAM. El presente estudio de seguridad, debería ser distribuido al grupo de expertos participantes en al taller SAMRA01, con el propósito de recoger las distintas oportunidades de mejora que permitan optimizar los niveles de riesgos en la Región SAM y aportar a preservar el nivel de seguridad operacional de la Región.

Apéndice 1 al Capítulo 4
Especificaciones de navegación de área RNAV 5
Identificación del peligro y gestión del riesgos del taller expertos SAMRA

| Peligro genérico 1 | Componente específico del peligro | Consecuencia relacionada al peligro | Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo | Acciones ulteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante | Persona responsable |
|---|---|-------------------------------------|--|---|-------------------------------|
| Vuelo de ACFT sin Aprobación RNAV-5 en Rutas RNAV-5 | Incapacidad de la aeronave de mantener la ruta RNAV-5 | Perdida de separación | Reglamentos de Aprobación RNAV 5 Procedimiento de Contingencia (Doc 9613 y Circular de Asesoramiento 91-002) <ul style="list-style-type: none"> • Sistema Integrado de Informaciones Aeronáuticas (AIP, NOTAM, Suplemento AIP, AIC, etc) • FPL • CARTAS DE NAVEGACIÓN EN RUTA • SERVICIO DE VIGILANCIA ATS • ACAS/TCAS • • Manuales Operacionales del explotador y del ANSP (3C) | Aprobación Operacional RNAV 5 de aeronaves que poseen potencial para ser aprobadas: <ul style="list-style-type: none"> • Acceso directo de dependencias ATS a base de datos actualizadas de aeronaves RNAV-5 • Mejorar vigilancia en las áreas que sean necesarias (implementar comunicaciones VHF, HF, ADS-CPDLC, ADS-B, Radar, etc) • Acceso directo de dependencias ARO/AIS a base de datos actualizadas de aeronaves aprobadas RNAV-5 • Capacitación de explotadores y proveedores de servicios de navegación aérea. • Procedimientos de contingencia aplicable al identificar una aeronave no aprobada RNAV-5 en una ruta RNAV-5 • Actualización y, de ser el caso, elaboración de los Manuales Operacionales del ANSP, incorporando los procedimientos adecuados • • Designar un responsable en cada Estado para mantener la base de datos de aeronaves aprobadas RNAV-5 (2C) | Los Estados Explotadores ANSP |

| <p>Peligro genérico 2</p> | <p>Componente específico del peligro</p> | <p>Consecuencia relacionada al peligro</p> | <p>Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo</p> | <p>Acciones ulteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante</p> | <p>Persona responsable</p> |
|--|--|---|--|---|--------------------------------------|
| <p>Pérdida de capacidad RNAV-5 a bordo</p> | <p>Incapacidad de la aeronave de mantener la ruta RNAV-5</p> | <p>Perdida de separación</p> | <p>Procedimiento de Contingencia (Doc 9613 y Circular de Asesoramiento 91-002)</p> <p>(3C)</p> <p>Equipos alternos de navegación “convencional”</p> <p>Procedimientos de Reversión a navegación “convencional”.</p> <p>Servicio de vigilancia ATS</p> <p>ACAS</p> <p>Manuales Operacionales del explotador y del ANSP</p> <p>3C</p> | <p>Estandarización de procedimientos para los explotadores, en caso de pérdida de capacidad de volar RNAV-5;</p> <p>Mejorar vigilancia en las áreas que sean necesarias (implementar comunicaciones VHF, HF, ADS-CPDLC, ADS-B, Radar, etc)</p> <p>Procedimiento de Contingencia aplicable al identificar una aeronave que pierde la capacidad RNAV-5.</p> <p>Capacitación de explotadores, incluyendo la aplicación de los procedimientos de contingencia a la tripulación</p> <p>Capacitación de los proveedores de servicios de navegación aérea</p> <p>Simulaciones ATC</p> <p>Plan de vigilancia de la integridad de los sistemas RNAV</p> <p>(2C)</p> | <p>Los Estados Explotadores ANSP</p> |

| Peligro genérico 3 | Componente específico del peligro | Consecuencia relacionada al peligro | Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo | Acciones ulteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante | Persona responsable |
|----------------------------------|---|-------------------------------------|--|---|-------------------------------|
| Falta de cobertura de GND NAVAID | Incapacidad de la aeronave de mantener la ruta RNAV 5 | Perdida de separación | <p>ACAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • GNSS • IRS/INS • Vigilancia ATS • Sistema Integrado de Informaciones Aeronáuticas (AIP, NOTAM, Suplemento AIP, AIC, etc) <p>NOTAM relativos a la salud de los satélites</p> <p>ACAS</p> <p>Manuales Operacionales del explotador y del ANSP</p> <p>(3C)</p> | <p>Publicar en la AIP las áreas/rutas sin cobertura GND NAVAIDS RNAV 5 (DME/DME y VOR/DME).</p> <p>Asegurar la cobertura adecuada mediante:</p> <p>a) Implantar los GND NAVAID necesarios; o</p> <p>b) Establecer GNSS y/o INS como requerimiento para utilizar la ruta afectada.</p> <p>Mejorar vigilancia en las áreas que sean necesarias (implementar comunicaciones VHF, HF, ADS-CPDLC, ADS-B, Radar, etc)</p> <p>Capacitación de explotadores y proveedores de servicios de navegación aérea</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actualización y, de ser el caso, elaboración de los Manuales Operacionales del ANSP, incorporando los procedimientos adecuados <p>(2C)</p> | Los Estados Explotadores ANSP |

| Peligro genérico 4 | Componente específico del peligro | Consecuencia relacionada al peligro | Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo | Acciones ulteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante | Entidad Responsable |
|------------------------------|---|-------------------------------------|--|---|-------------------------------|
| Falla de cobertura de NAVAID | Incapacidad de la aeronave de mantener la ruta RNAV-5 | pérdida de la separación | <ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de reversión: <ul style="list-style-type: none"> a) GNSS, en caso de falla de GND NAVAIDS, para acft equipadas b) IRS/INS, en caso de falla de GND NAVAIDS, para acft equipadas c) GND NAVAIDS, en caso de fallas del GNSS y INS • Mantenimiento de las GND NAVAIDS • NOTAM relativos a la salud de los satélites. • Inspección en vuelo • Procedimientos de contingencia del Explotador y de los ANSP. <p>Manuales Operacionales del explotador y del ANSP</p> <p style="text-align: center;">3C</p> | <p>Estandarización de procedimientos para los explotadores en caso de incapacidad la aeronave mantener la ruta RNAV-5;</p> <p>Procedimientos Específicos para ser aplicado en caso de degradación de capacidad de navegación RNAV-5 de la aeronave;</p> <p>Cumplimiento del Plan de mantenimiento para verificación de radio ayudas terrestres;</p> <p>Publicar los GND NAVAIDS críticos para las rutas RNAV-5</p> <p>Actualización y, de ser el caso, elaboración de los Manuales Operacionales del ANSP, incorporando los procedimientos adecuados</p> <p>Difundir información acerca de tormentas solares que puedan afectar los sistemas satelitales y HF</p> <p style="text-align: center;">2C</p> | Los Estados ANSP Explotadores |

| Peligro genérico 4 | Componente específico del peligro | Consecuencia relacionada al peligro | Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo | Acciones ulteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante | Persona responsable |
|--------------------|---|--|--|---|--------------------------------------|
| Erupción volcánica | Cenizas Volcánicas Disminución de la disponibilidad de la Red de rutas | Falla de Motores Aumento de la carga de trabajo ATC | ASHTAM Briefings MET/PIB/VOLMET Briefings ATM entre ATFMU AIREP Aplicación de los procedimientos previstos en capítulo 15 (15.8) del DOC 4444 Manuales Operacionales del explotador y del ANSP Cancelación de operaciones en las rutas afectadas 4C | <ul style="list-style-type: none"> • Re-encaminamiento del tránsito aéreo • Capacitación de explotadores, incluyendo la aplicación de los procedimientos de contingencia a la tripulación • Determinar capacidad de sectores ATC • ATFM • Actualización de LOA entre los Servicios MET/ATM • Desarrollar procedimientos de contingencia de aplicación regional • Rutas alternas • Actualización de los Manuales Operacionales del explotador • Actualización y, de ser el caso, elaboración de los Manuales Operacionales del ANSP, incorporando los procedimientos previstos en capítulo 15 (15.8) del DOC 4444 <p>(3C)</p> | Los Estados ANSP Explotadores |

| Peligro genérico 5 | Componente específico del peligro | Consecuencia relacionada al peligro | Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo | Acciones ulteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante | Entidad Responsable |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|---|-------------------------------|
| Efectos meteorológicos adversos | Grandes desviaciones | Pérdida de la separación | <ul style="list-style-type: none"> • NOTAM • Briefings MET/PIB/VOLMET • Briefings ATM entre ATFMU • AIREP • Plan de Contingencia • ACAS • Manuales Operacionales del explotador y del ANSP. <p style="text-align: center;">4C</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Actualización de LOA entre lo Servicios MET/ATM • Rutas alternas • QMS/MET/AIS • Actualización de Manuales Operacionales del explotador y del ANSP. <p style="text-align: center;">2C</p> | Los Estados explotadores ANSP |

EQUIPO DE TRABAJO RNAV 5
ESPECIFICACIONES DE NAVEGACION DE AREA RNAV 5
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO Y GESTIÓN DEL RIESGO

| Peligro genérico | Componente específico del peligro | Consecuencia relacionada al peligro | Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo | Acciones ulteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante | Persona responsable |
|---|--|--|--|---|-------------------------------|
| Manuales Operacionales de Explotadores/ANSPde sactualizados | Aplicación errónea de procedimientos | Perdida de separación | Procedimientos de aprobación de RNAV 5 Vigilancia de seguridad operacional Auditorias e Inspecciones (4C) | Implementar SMS (2C) | Los Estados explotadores ANSP |

| Peligro genérico | Componente específico del peligro | Consecuencia relacionada al peligro | Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo | Acciones posteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante | Persona responsable |
|--|---|-------------------------------------|---|--|-------------------------|
| <p>Coordinación Civil/Militar inadecuada</p> | <p>Ingreso sin autorización de aeronaves civiles en los Espacios Aéreos restringidos</p> <p>Ingreso sin autorización de aeronaves militares desde los Espacios aéreos restringidos en las rutas ATS</p> | <p>Perdida de separación</p> | <ul style="list-style-type: none"> • LOA Civil/Militar • Comité de coordinación civil/militar. • Sistema Integrado de Informaciones Aeronáuticas (AIP, NOTAM, Suplemento AIP, AIC, etc) • Manuales Operacionales del ANSP • video mapas • Anexo 02 y 11 <p>Aplicación de los procedimientos previstos en capítulo 16 (16.1) del DOC 4444</p> <ul style="list-style-type: none"> • ACAS • Vigilancia ATS <p>(3C)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Actualización de los video mapas • Actualización LOA y procedimientos generales ATM - Civil/Militar • ATFM • Capacitación de los ATCO y pilotos • Restructuración de sectores/ Espacios Aéreos segregados • Optimizar o, de ser el caso, implementar Comité de coordinación civil/militar. • Flexibilización del Espacio Aéreo <p>Actualización y, de ser el caso, elaboración de los Manuales Operacionales del ANSP, incorporando los procedimientos previstos en capítulo 16 (16.1) del DOC 4444 y normas y métodos recomendados del Anexo 02 y 11.</p> <p>(2C)</p> | <p>Los Estados ANSP</p> |

| Peligro genérico 7 | Componente específico del peligro | Consecuencia relacionada al peligro | Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo | Acciones ulteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante | Entidad Responsable |
|---|--|-------------------------------------|--|---|--------------------------|
| Discrepancia de las informaciones aeronáuticas relacionadas a la RNAV-5 | Falta de integridad de los Datos publicados por los Estados | Pérdida de la separación | <ul style="list-style-type: none"> • Utilización de WGS84 • Servicio de vigilancia ATS • Sistema Integrado de Informaciones Aeronáuticas (AIP, NOTAM, Suplemento AIP, AIC, etc) • ACAS | <ul style="list-style-type: none"> • Implantar Sistema de Gestión de Calidad (QMS) en AIS • Cumplir con los ciclos AIRAC | Los Estados ANSP |
| | Base de datos de navegación desactualizada de las aeronaves, en caso de ser utilizada. | | <ul style="list-style-type: none"> • Coordinación entre los Estados y los Proveedores de Base de Datos de Navegación • Acuerdos entre Explotadores y Proveedores de Base de Datos de Navegación • Ciclos AIRAC <p style="text-align: center;">4C</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con los ciclos AIRAC • Mejorar y/o formalizar la coordinación entre los Estados y los Proveedores de Base de Datos de Navegación • Publicar reglamentaciones específicas para el tratamiento de la Base de Datos de Navegación. • Programas de Inspecciones a los Explotadores • Cumplir con la reglamentación establecida por los Estados relativa a Base de Datos de Navegación. <p style="text-align: center;">3C</p> | Los Estados Explotadores |

| Peligro genérico 09 | Componente específico del peligro | Consecuencia relacionada al peligro | Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo | Acciones ulteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante | Entidad Responsable |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|---------------------|
| Diseño inadecuado del espacio aéreo | Aumento de la carga de trabajo del ATCO | Error operacional del ATCO | ATM/Planificación del Espacio Aéreo Vigilancia ATS Capacitación de los ATCO Normas para Implantación del SMS. (párrafo 2.27 del Anexo 11) Gestión de la Capacidad (párrafo 3.1 del Doc. 4444) 3D | <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de la carga de trabajo de los sectores después de la optimización de las rutas • Proveer controladores de tránsito aéreo en número suficiente. • Elaboración del Plan de Seguridad Operacional de la Sectorización • ATFM • Actualización del entrenamiento de los ATCO • Estudio de la capacidad del Espacio Aéreo después de la implantación RNAV-5 • Rediseño del espacio aéreo, con la aplicación de Operaciones de Descenso Continuo (CDO) • Implantación SID/STAR RNAV 2D | Estados ANSP |

| Peligro genérico 10 | Componente específico del peligro | Consecuencia relacionada al peligro | Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo | Acciones ulteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante | Entidad Responsable |
|--|--|-------------------------------------|--|---|-------------------------------|
| Desvíos de Navegación, debido a errores técnicos | Desviación debido a falla del equipo | Pérdida de la separación | <ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia ATS • Evaluación de Seguridad • Manuales Operacionales del explotador y del ANSP • Proceso de Aprobación RNAV-5 de Aeronaves y Explotadores <p style="text-align: center;">4C</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Utilización del Formulario de Notificación sobre desviaciones Laterales (LD) • Enviar mensualmente los datos LD a CARSAMMA • Entrenamiento de los ATCO para llenar el Formulario de Notificación sobre Desviaciones Laterales • Utilizar los datos disponibles en CARSAMMA para visualizar los potenciales errores técnicos • Programas de Inspecciones a los Explotadores • Implantar alarmas en el sistema ATC para detectar desviaciones laterales <p style="text-align: center;">2C</p> | Los Estados ANSP Explotadores |
| | Desviación debido a evento de contingencia | | | | |

| Peligro genérico 11 | Componente específico del peligro | Consecuencia relacionada al peligro | Defensas actuales para controlar el riesgo e índice de riesgo | Acciones ulteriores para reducir el riesgo e índice de riesgo resultante | Entidad Responsable |
|---|--------------------------------------|--|--|--|------------------------|
| Desvíos de Navegación, debido a errores operacionales | Falla de coordinación entre ACC | Pérdida de la separación | <ul style="list-style-type: none"> • Medidas para reducir los errores operacionales en el ciclo de coordinaciones ATC entre ACC Adyacentes (GREPECAS15/36) • Vigilancia ATS • Evaluación de Seguridad • LOA • Manuales Operacionales del ANSP <p style="text-align: center;">4C</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Implantar las medidas para reducir los errores operacionales en el ciclo de coordinaciones ATC entre ACC Adyacentes (GREPECAS15/36) • Utilización del Formulario de Notificación sobre desviaciones Laterales (LD) • Investigar cada LD, tomando las medidas necesarias para mitigar el riesgo y enviar los datos LD mensualmente a la CARSAMMA • Entrenamiento de los ATCO para la aplicación de los procedimientos para evitar los errores de coordinación ATC y para llenar el Formulario de Notificación sobre Desviaciones Laterales • Utilizar los datos disponibles en CARSAMMA para visualizar os potenciales errores • Actualización y, de ser el caso, elaboración de los Manuales Operacionales del ANSP, incorporando los procedimientos para reducir los errores operacionales en el ciclo de coordinaciones ATC entre ACC Adyacentes • Implantar alarmas en el sistema ATC para detectar desviaciones laterales • Implantar AIDC 2C | Los Estados ANSP |

ADJUNTO A – GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

1. ACRÓNIMOS

1.1 Lista de Acrónimos

| | |
|----------|--|
| ACAS | Sistema anticolidión de a bordo / Airborne collision avoidance system |
| ADS/B | Vigilancia dependiente automática-radiodifusión |
| | Automatic dependent surveillance-broadcasting |
| ADS/C | Vigilancia dependiente automática-contrato |
| | Automatic dependent surveillance-contract |
| AIP | Publicación de información aeronáutica / Aeronautical information publication |
| AIS | Servicio de Información aeronáutica / Aeronautical information service |
| Airprox | Proximidad de aeronaves/aircraft proximity |
| ALoS | Nivel aceptable de seguridad operacional/Acceptable Level of Safety |
| ALARP | Nivel más bajo prácticamente posible /As low as practicable |
| ANS | Servicios de navegación aérea |
| | Air navigation services |
| ANSP | Proveedores de Servicios de Navegación Aérea/Air Navigation Service Providers |
| ASM | Gestión del espacio aéreo/ Airspace Management |
| ASHTAM | Notam sobre cenizas volcánicas/ |
| ATC | Control de tránsito aéreo/ Air Traffic Control |
| ATCO | Controlador de tránsito aéreo /Air traffic controller |
| ATFM | Gestión de afluencia del tránsito aéreo/ Air Traffic Flow Management |
| ATM | Gestión del tránsito aéreo/ Air Traffic Management |
| ATMCP | Grupo de Expertos sobre el Concepto Operacional de Gestión de Tránsito Aéreo/Air Traffic Management Concept Panel |
| ATN | Red de telecomunicaciones aeronáuticas/ Aeronautical Telecommunication Network |
| ATS | Servicio de tránsito aéreo/ Air Traffic Services |
| ATSP | Proveedores de Servicios ATS / ATS providers |
| ATSRO | Optimización de rutas ATS /ATS route optimization |
| CAA | Autoridad de Aeronáutica Civil / Civil Aviation Authority |
| CAR/SAM | Regiones Caribe y Sudamérica/Caribbean/South American Regions |
| CARSAMMA | Agencia Regional de Monitoreo CAR/SAM / CAR/SAM Monitoring Regional Agency |
| CNS/ATM | Comunicaciones, navegación y vigilancia/Gestión del tránsito aéreo/ Communications, Navigation and Surveillance/Air Traffic Management |
| CPDLC | Comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto /Controller-Pilot Data Link Communications |
| CTA | Área de control /Control Área |
| CRM | Modelo de riesgo de colisión / Collision Risk Model |
| DME | Equipo Radiotelemétrico/Distance-Measuring Equipment |

| | |
|------------|--|
| FANS-1/A | Sistemas de navegación aérea del futuro – Aviónica/ Future Air Navigation Systems - Avionics |
| FIR | Región de información de vuelo /Flight Information Region |
| FUA | Uso Flexible del Espacio Aéreo /Flexible Use of Air Space |
| GLS | Sistema de aterrizaje GBAS / GBAS Landing System |
| GNSS | Sistema mundial de navegación por satélite / Global Navigation Satellite System |
| GPI | Iniciativas del Plan Mundial / Global Plan initiatives |
| GREPECAS | Grupo Regional de Planificación y Ejecución CAR/SAM/ CAR/SAM Regional Planning and Implementation Group |
| HF | Alta frecuencia/ High Frequency |
| IATA | Asociación del Transporte Aéreo Internacional/ Internacional Air Transport Association |
| INS | Sistema de navegación inercial / Inertial navigation system |
| IRS | Sistema de referencia inercial / Inertial reference system |
| LOA | Cartas de acuerdo operacionales / Letter of operational agreement |
| MET | Servicios meteorológicos para la navegación aérea / Meteorological services for air navigation |
| NAVAID | Ayudas a la Navegación / Navigation aids |
| NDB | Radiofaro no direccional /Non-Directional Beacon |
| NOTAM | Aviso al Personal Encargado de las Operaciones de Vuelo/Notice to Airmen |
| NOSS | Encuesta de seguridad en operaciones normales / Normal Operations Safety Survey |
| OACI | Organización de aviación civil Internacional International /Civil Aviation Organization |
| PBN | Navegación Basada en la Performance /Performance-Based Navigation |
| PIB | Boletín de información previa al vuelo / Pre-flight information bulletin |
| RAIM | Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor / Receiver autonomous integrity monitoring |
| RLA/06/901 | Proyecto Regional Latinoamericano 06/901 / Regional Latin American Project 06/901 |
| RNAV | Navegación de área/Area Navigation - RNAV Route: Ruta de navegación de área/Area navigation route |
| RNP | Performance de navegación requerida /Required Navigation Performance |
| RNP AR | Requerimiento de aprobación para la performance de navegación requerida/ Required Navigation Performance Approval Required |
| RNPSORSG | Grupo de Estudio sobre RNP y Requerimientos Operacionales Especiales/RNP and Special Operational Requirements Study Group |
| SARPS | Normas y métodos recomendados (ICAO)/ Standards and Recommended Practices (ICAO) |
| SAM | Sudamérica /South America |
| SAMRA | Taller sobre gestión del Riesgo SAM /SAM Risk Analysis workshop |
| SAM/IG | Grupo de Implantación SAM / SAM Implementation Group |
| SMM | Manual de Seguridad Operacional /Safety Management Manual |
| SMS | Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional / Safety Management System |
| SSR | Radar secundario de vigilancia/Secondary Surveillance Radar |
| SSP | Programa de seguridad del Estado / State safety programme |
| STAR | Llegada Normalizada por Instrumentos/Standard Instrument Arrival |
| TCAS | TCAS Sistema de anticollisión de tránsito / Traffic collision avoidance system |
| TIC | Tecnologías de la información y comunicación / Information and communication technology |

| | |
|---------|---|
| TLS | Nivel de seguridad deseado/Target Level of Safety |
| TMA | Áreas de Control / Terminal Control Area |
| SUA | Espacios aéreos de uso especial /Special use of Airspace |
| USOAP | Programa Universal de auditorías de la seguridad operacional de la OACI / ICAO Universal safety oversight audit Programme |
| VHF | Muy alta frecuencia /Very High Frequency |
| VOR/DME | Radiofaro omnidireccional VHF/Equipo radiotelemétrico/Very High Frequency Omnidirectional Radio Range/Distance-Measuring Equipment |
| HF | Alta frecuencia / High frequency |
| WEB | |
| WGS84 | Sistema geodésico mundial – 1984 /World geodetic system - 1984 |

ADJUNTO B

DEFINICIONES Y BIBLIOGRAFÍAS

Explicación de los términos para ATSRO

La redacción y explicación de este documento, se basa en la comprensión de algunos términos y expresiones particulares y que a continuación se describen:

Mapa de Ruta PBN CAR/SAM. Documento que ofrece una guía adecuada a los Proveedores de Servicios de Navegación Aérea, a los Operadores y Usuarios del Espacio Aéreo, a las Organizaciones Reguladoras y a las Organizaciones Internacionales, sobre la evolución de la navegación, como uno de los sistemas esenciales de soporte de la Gestión de Tránsito Aéreo, que indica las aplicaciones de navegación RNAV y RNP que deberán ser implementadas en corto, mediano y largo plazo en las Regiones CAR/SAM.

Navegación de área (RNAV). Método de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas, o una combinación de ambas.

Nota.— La navegación de área incluye la navegación basada en la performance así como otras operaciones no incluidas en la definición de navegación basada en la performance.

Navegación basada en la performance (PBN). Requisitos para la navegación de área basada en la performance que se aplican a las aeronaves que realizan operaciones en una ruta ATS, en un procedimiento de aproximación por instrumentos o en un espacio aéreo designado.

Nota.— Los requisitos de performance se expresan en las especificaciones para la navegación en función de la precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad necesarias para la operación propuesta en el contexto de un concepto para un espacio aéreo particular.

Especificación para la navegación. Conjunto de requisitos relativos a la aeronave y a la tripulación de vuelo necesarios para dar apoyo a las operaciones de la navegación basada en la performance dentro de un espacio aéreo definido. Existen dos clases de especificaciones para la navegación:

- **Especificación RNP.** Especificación para la navegación basada en la navegación de área que incluye el requisito de control y alerta de la performance, designada por medio del prefijo RNP; por ejemplo, RNP 4, RNP APCH.
- **Especificación RNAV.** Especificación para la navegación basada en la navegación de área que no incluye el requisito de control y alerta de la performance, designada por medio del prefijo RNAV; por ejemplo, RNAV 5, RNAV 1.

Nota.— El Manual sobre la navegación basada en la performance (Doc 9613), en su Volumen II, contiene directrices detalladas sobre las especificaciones para la navegación.

ATSRO: Optimización de red de rutas ATS de la Región SAM,

Seguridad operacional. Estado en que el riesgo de lesiones a las personas o daños a los bienes se reduce y se mantiene en un nivel aceptable, o por debajo del mismo, por medio de un proceso continuo de identificación de peligros y gestión de riesgos.

AIRPROX: es la pérdida de separación y el potencial peligro de colisiones en vuelo

Proceso: conjunto de actividades que transforman los insumos en producto o servicio y generan un impacto en el sistema o sociedad.

Peligro – Condición u objeto que potencialmente puede causar lesiones al personal, daños al equipamiento o estructuras, pérdida de material, o reducción de la habilidad de desempeñar una función determinada.

Riesgo – La evaluación de las consecuencias de un peligro, expresado en términos de probabilidad y severidad, tomando como referencia la peor condición previsible.

Probabilidad – La posibilidad que un evento o condición insegura pueda ocurrir

Severidad – Las posibles efectos de un evento o condición insegura, tomando como referencia la peor condición previsible

Bibliografía de apoyo:

- Anexo 11 para los sistemas de ATS
- Plan mundial de navegación para los sistemas CNS /ATM (doc. 9750)
- Plan regional de navegación aérea CAR /SAM (doc. 8739)
- Undécima conferencia de navegación aérea (doc. 9854)
- Manual de sistemas de seguridad operacional (doc 9859)
- Proyecto RLA 06/ 12 , 1 y 2.
- Espacios aéreos de uso especial (doc 8126)
- Manual NOSS doc. 9910 OACI. “Operaciones normales Encuesta de Seguridad (NOSS) Ed 1”.
- Resumen de conclusiones Grepecas 15/36, Programa de prevención d errores entre ACC adyacentes.

Safety Case , concepto aplicado para estudiar y definir un problema de seguridad operacional aplicando la metodología de riesgos operacionales, utilizado por Eurocontrol y el Manual for Airspace Planning (ASM.ET1.ST03.4000.EAPM.02.02), que puede ser obtenido en la siguiente dirección de web:

http://www.eurocontrol.int/airspace/gallery/content/public/EUROCONTROL%20APM%20V2_Ed-2_Released%20Issue_Amendment%202_010606.pdf.

Oficina Sudamérica (SAM) de OACI

http://www.lima.icao.int/MeetProg/mt_MeetingDocumentation.asp?wShortTitle=ATSRO2&wLanguage=S

Manual de de Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional OACI Doc 9859, versión 2

<http://www.icao.int/fsix/library1.cfm>