



**ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL
OFICINA REGIONAL SUDAMERICANA**

**MANUAL GUÍA DE PLANIFICACIÓN DE ESPACIO AÉREO
DE LA REGIÓN SAM**

PARTE I: IMPLEMENTACIÓN DE CONCEPTOS DE ESPACIO AÉREO

Draft 3.0

MANUAL GUÍA DE PLANIFICACIÓN DE ESPACIO AÉREO DE LA REGIÓN SAM

PARTE I: IMPLEMENTACIÓN DE CONCEPTOS DE ESPACIO AÉREO

CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Cambio	Paginas
Draft 2.0	23 octubre 2023	Borrador presentado para proceso de validación / aprobación ante SAM/IG/30	Todas
Draft 2.1	Desde 12 diciembre 2023	Revisión Grupo Adhoc de SAMIG30	Todas
Draft 3.0	26 abril 2024	Para Presentar a SAMIG31	Todas
Draft 3.0	30 abril 2024	Revisión editorial	Todas

CONTENIDO

1	PREFACIO.....	5
2	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	6
2.1	DEFINICIONES	6
2.2	ABREVIATURAS	9
3	ANTECEDENTES	11
3.1	CONCEPTO DE ESPACIO AÉREO.....	11
3.2	BENEFICIOS DE LA PBN.....	12
4	PROCESO	14
4.1	INTRODUCCIÓN.....	14
4.2	FASE DE PLANIFICACIÓN	16
4.3	FASE DE DISEÑO	35
4.4	FASE DE VALIDACIÓN	40
4.5	FASE DE IMPLEMENTACIÓN	52
5	REFERENCIAS	57

1 PREFACIO

La planificación del espacio aéreo requiere diversos recursos, competencias y habilidades para lograr que un nuevo concepto operacional, así como un nuevo modelo de circulación en ruta y TMA, cumplan con los objetivos estratégicos establecidos para un determinado proyecto de concepto de espacio aéreo. Ello involucra; recolección y análisis de datos de tránsito aéreo; cobertura de los sistemas de comunicación y vigilancia, comprensión de la distribución geográfica de los flujos, mezcla (mix) de tránsito aéreo y performance de las aeronaves; definición de nuevos flujos de llegadas y salidas para uno o varios aeródromos, definición de la estructura de rutas y procedimientos de navegación aérea, entre otros aspectos.

El desarrollo de los escenarios que describen la organización del espacio aéreo y la circulación aérea son los cimientos para la implementación de estos nuevos conceptos. Este desarrollo requiere la especialización y competencia de los profesionales responsables de la planificación.

En Sudamérica no se contaba con una norma (o guía) regional sobre planificación de espacio aéreo, tampoco con un plan de curso o formación adecuada para los especialistas que desarrollan esa actividad. Esto ha obstaculizado en cierta medida la implementación eficiente de conceptos de espacio aéreo en la Región, reflejado en:

- Falta de alineación con las mejores prácticas internacionales;
- Diferentes TMA/CTR estructurados con diferentes técnicas de organización de espacio aéreo;
- Dependencia del talento individual del especialista;
- Falta de estandarización en la aplicación de técnicas de organización de espacio aéreo;
- Retrasos y/o reinicio de trabajos y dificultades en la implementación de los conceptos de espacio aéreo;
- Insatisfacción entre los usuarios en general (ATCO, pilotos, aerolíneas, etc.).

Durante la reunión SAM/IG/25 en noviembre de 2020, se aprobó la propuesta mediante un Job Card para la formulación de normas y guías regionales sobre la planificación del espacio aéreo. Además, se acordó desarrollar cursos y entrenamientos para los especialistas con el objetivo de abordar la importante brecha existente en la planificación del espacio aéreo.

Consecuentemente, a través del soporte del Subgrupo 1 “Planificación de espacio aéreo” del GESEA, se ha elaborado el presente Manual Guía de Planificación de Espacio Aéreo de la Región SAM, conformado por la **parte I “Implementación de concepto de espacio aéreo”** y la **parte II “Técnicas de planificación”**.

Esta Guía tiene la finalidad de integrar las mejores prácticas derivadas de la documentación de la OACI, así como alinear criterios para la planificación de espacio aéreo dentro la Región SAM, reconociendo que las necesidades de cada Estado son diversas y cambiantes. Por ello, se propone una gestión flexible de proyectos de implementación de Conceptos de Espacio aéreo, que puede ser adaptada a las dimensiones del proyecto.

A la vez, el material guía armonizado permite organizar programas consistentes de capacitación e instrucción para planificadores de espacio aéreo, y se facilita la cooperación horizontal entre Estados y/o entre entidades de planificación de la Región, que conllevará, en un futuro próximo, a desarrollar sinergias para abordar iniciativas multinacionales para los proyectos de implantación.

2 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Nota: Las definiciones y abreviaturas aplican a la Parte I y Parte II del Manual.

2.1 DEFINICIONES

APLICACIÓN DE NAVEGACIÓN AÉREA

Aplicación de una especificación para la navegación y de la correspondiente infraestructura de ayudas para la navegación en apoyo a rutas y, procedimientos dentro de un volumen de espacio aéreo definido de conformidad con el concepto de espacio aéreo previsto.

Nota: La aplicación de navegación es un elemento, junto con las comunicaciones, la vigilancia y los procedimientos ATM, que cumple los objetivos estratégicos de un concepto de espacio aéreo definido.

AERONAVES PARTICIPANTES

Aeronaves directamente involucradas con la actividad para la cual el Espacio Aéreo para Uso Especial ha sido establecido.

AERONAVES NO PARTICIPANTES

Aeronaves no involucradas con la actividad para la cual el Espacio Aéreo para Uso Especial ha sido establecido.

ESCENARIO

Conjunto representado por las rutas ATS, procedimientos de llegada y salida, volúmenes de espacio aéreo, sectorización y estándar de operación, como, por ejemplo, demanda de tránsito aéreo, acuerdos operacionales, modelo operacional de las unidades ATC, etc. Los escenarios pueden subdividirse como:

1. ESCENARIO NUEVO

Es el escenario elegido como resultado de la validación, el cual presenta los mejores resultados en función de los parámetros, métricas y criterios de performance y seguridad para atender los objetivos establecidos para el nuevo concepto de espacio aéreo.

2. ESCENARIO PROPUESTO

Son los escenarios desarrollados por el equipo de planificación del espacio aéreo que serán propuestos para simulación, y comparación con el escenario de referencia, buscando elegir el mejor, cuyo resultado será el nuevo escenario.

3. ESCENARIO DE REFERENCIA

Escenario actual, base de la comparación con los escenarios propuestos, para obtener según los parámetros definidos por el equipo de planificación del espacio aéreo, un escenario nuevo para ser implementado

CONCEPTO DE ESPACIO AÉREO

Expresión genérica que proporciona la descripción y el marco de operaciones previsto dentro de un espacio aéreo. Los conceptos de espacio aéreo se elaboran para satisfacer objetivos estratégicos explícitos tales como mejora de la seguridad operacional, aumento en la capacidad de tránsito aéreo y mitigación de las repercusiones en el medio ambiente, etc. Pueden incluir detalles de la organización práctica del espacio aéreo

y sus usuarios basada en determinadas hipótesis CNS/ATM como, por ejemplo, estructura de rutas ATS, mínimas de separación, espaciado entre rutas y franqueamiento de obstáculos.

DISEÑADOR DE PROCEDIMIENTOS DE VUELO

Especialista responsable del diseño de procedimientos de vuelo que cumple los requisitos de competencia establecidos por el Estado.

ESPACIO AÉREO ATS

Espacio aéreo de dimensiones definidas, designado alfabéticamente desde A hasta G, dentro del cual pueden operar tipos específicos de vuelos y para los cuales son establecidos los servicios de tránsito aéreo, así como las reglas de operación.

ESPACIO AÉREO PARA USO ESPECIAL (SUA)

Expresión genérica que se aplica, según el caso, a una condición de restricción o reserva de una determinada porción del espacio aéreo designado para operaciones específicas, como son el entrenamiento, los ejercicios y las operaciones militares, cuya naturaleza puede exigir que se impongan limitaciones de acceso al espacio aéreo a otras aeronaves que no participan en esas actividades. Estos volúmenes de espacio aéreo pueden incluir Zonas Restringidas, Peligrosas y Prohibidas o Áreas Reservadas Temporalmente (TRA), Áreas Segregadas Temporalmente (TSA), entre otras.

ESPACIO AÉREO DE RUTAS LIBRES (FRA) Espacio aéreo específico dentro del cual los usuarios pueden planificar libremente una ruta entre un punto de entrada definido y un punto de salida definido, con la posibilidad de realizar rutas a través de puntos significativos intermedios (publicados o no publicados), sin referencia a la red de rutas ATS, sujeto a la disponibilidad del espacio aéreo. Dentro de este espacio aéreo, los vuelos siguen sujetos al control de tránsito aéreo.

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: RNAV y RNP.

1. 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.

2. 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.

Nota: El Volumen II del Manual de Navegación Basada en la Performance (PBN) (Doc 9613) contiene directrices detalladas sobre las especificaciones para la navegación.

FUNCIÓN DE NAVEGACIÓN

La capacidad detallada del sistema de navegación (como la ejecución de tramos de transición, capacidades de desplazamiento paralelo, circuitos de espera, bases de datos de navegación) requerida para satisfacer el concepto de espacio aéreo.

Nota:: Los requisitos funcionales de navegación son uno de los elementos para la selección de una especificación para la navegación en particular.

INFRAESTRUCTURA DE AYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

Expresión que designa las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio disponible para satisfacer los requisitos de la especificación para la navegación.

LLEGADA NORMALIZADA POR INSTRUMENTOS (STAR)

Ruta de llegada designada según Reglas de Vuelo por Instrumentos (IFR) que une un punto significativo, normalmente en una ruta ATS, con un punto desde el cual puede comenzarse un procedimiento publicado de aproximación por instrumentos.

MODELADO

Actividad de construir un modelo que reproduzca las características de una realidad o de un conjunto de modificaciones propuestas, permitiendo la identificación de las características o funcionalidades de un sistema.

MODELO

Representación de un sistema real mediante relaciones lógicas y cuantitativas, los cuales son manipulados para conocerse el comportamiento del sistema ante determinadas modificaciones.

NAVEGACIÓN BASADA EN LA PERFORMANCE (PBN)

Navegación de área basada en requisitos de performance que se aplican a las aeronaves que realizan operaciones en una ruta ATS, en un procedimiento de aproximación por instrumentos en un espacio aéreo designado.

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

OPERACIÓN DE ASCENSO CONTINUO (CCO)

Operación habilitada por el diseño del espacio aéreo, el diseño de procedimientos y el ATC, en la que una aeronave que sale asciende continuamente, en la medida de lo posible, optimizando el empuje ascendente del motor y las velocidades de ascensión hasta que alcanza el nivel de vuelo en crucero.

OPERACIÓN DE DESCENSO CONTINUO (CDO)

Operación habilitada por el diseño del espacio aéreo, el diseño de procedimientos y el ATC, en la que una aeronave que llega desciende continuamente, en la medida de lo posible, usando el empuje mínimo del motor e idealmente en configuración de baja resistencia al avance, antes del punto de referencia de aproximación final/punto de aproximación final.

Nota1: Una CDO óptima se inicia a partir del comienzo del descenso y utiliza perfiles de descenso que reducen los segmentos de vuelo horizontal, el ruido, el consumo de combustible, las emisiones y la comunicación entre el controlador y el piloto, al tiempo que aumenta la posibilidad de predecir de los pilotos y los controladores, y la estabilidad de vuelo.

Nota2: Una CDO que se inicie al nivel más elevado posible en las fases de vuelo en ruta o de llegada logrará la máxima reducción del consumo de combustible, ruido y emisiones.

PLANIFICADOR DE ESPACIO AÉREO

Especialista debidamente capacitado, responsable por el desarrollo de la actividad de Planificación de Espacio Aéreo.

PLANIFICACIÓN DEL ESPACIO AÉREO

Actividad que utiliza técnicas de organización y gestión del espacio aéreo para diseñar, analizar y proponer escenarios operacionales de Conceptos de Espacio Aéreo para atender a objetivos estratégicos.

PROCEDIMIENTO DE NAVEGACIÓN AÉREA

Procedimiento que establece una serie de trayectorias de vuelo, con protección específica de obstáculos, y que tiene por objetivo la seguridad, economía, regularidad y fluidez de las operaciones aéreas visuales y por instrumentos.

RUTAS DIRECTAS (DCT)

Rutas que proporcionan a los usuarios del espacio aéreo mejores opciones de planeamiento, dentro de una FIR, de modo que la distancia nominal disminuya en comparación con la red de rutas ATS fijas (publicadas).

SALIDA NORMALIZADA POR INSTRUMENTOS (SID)

Ruta de salida designada según reglas de vuelo por instrumentos (IFR) que une un aeródromo o una determinada pista del aeródromo con un determinado punto significativo, normalmente en una ruta ATS designada, en el cual comienza la fase en ruta de un vuelo.

SISTEMA DE VIGILANCIA ATS

Expresión genérica que significa, según el caso, ADS-B, PSR, SSR o cualquier sistema basado en tierra comparable que permite la identificación de aeronaves.

Nota: Un sistema similar basado en tierra es aquél para el cual se ha comprobado, por evaluación comparativa u otra metodología, que tiene niveles de seguridad operacional y eficacia iguales o mejores que los del SSR monoimpulso.

2.2 ABREVIATURAS

ACC	-	Centro de Control de Área
ADS-B		Vigilancia dependiente automática- radiodifusión
AIP	-	Publicación de Información Aeronáutica
AIRAC	-	Reglamentación y control de información aeronáutica
ANSP	-	Proveedor de servicios de navegación aérea
AOM	-	Organización y Gestión del Espacio Aéreo
AORRA	-	Área de enrutamiento aleatorio del océano atlántico
APP	-	Control de Aproximación
ARC	-	Carta de Área
ATC	-	Control de Tránsito Aéreo
ATCO	-	Controlador de tránsito aéreo

ATFM	-	Gestión de Flujo de Tránsito Aéreo
ATM	-	Gestión de Tránsito Aéreo
ATS	-	Servicios de Tránsito Aéreo
CCO	-	Operaciones de ascenso continuo
CDO	-	Operaciones de descenso continuo
CEA		Concepto de Espacio Aéreo
CORSIA	-	Plan de compensación y reducción de carbono para la aviación internacional
CDM		Toma de decisión en colaboración
CNS/ATM	-	Comunicación, navegación y vigilancia/Gestión de tránsito aéreo
CTR	-	Zona de Control
DME	-	Equipo radiotelemétrico
ENR		En ruta
EUROCONTROL	-	Organización europea para la seguridad operacional de la navegación aérea
FAF	-	Punto de referencia de aproximación final
FAVA		Área de Vectorización de Aproximación Final
FDP	-	Procesador de los datos de vuelo
FIR	-	Región de información de vuelo
FRA	-	Espacio Aéreo de Rutas Libres
FTS		Simulación en tiempo acelerado
GA	-	Aviación general
GNSS	-	Sistema mundial de navegación por satélite
IAC		Carta de aproximación por instrumentos
IAF	-	Punto de Aproximación Inicial
IAP	-	Procedimiento de aproximación por instrumentos
IF	-	Punto de Referencia Intermedio
IFR	-	Reglas de Vuelo por Instrumentos
LoA	-	Carta de Acuerdo Operacional
MET		Meteorología Aeronáutica
MOC	-	Margen mínimo de franqueamiento de obstáculo
OACI	-	Organización de Aviación Civil Internacional
PANS-OPS		Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea -Operación de Aeronaves
PBN	-	Navegación basada en la performance

PSR	- Radar Primario de Vigilancia
RAIM	Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor
RDP	- Procesador de datos radar
RNAV	- Navegación de Área
RNP	- Performance de Navegación Requerida
RNP AR	- Performance de Navegación Requerida – Autorización Requerida
RTS	- Simulación en tiempo real
SARPS	- Normas y métodos recomendados
SID	- Salida Normalizada por Instrumentos
SSR	- Radar Secundario de Vigilancia
STAR	- Llegada Normalizada por Instrumentos
SUA	Espacio Aéreo para Uso Especial
TLS	- Nivel deseado de seguridad [operacional]
TMA	- Área de Control Terminal
TRA	- Área reservada temporalmente
TSA	- Área segregada temporalmente
UTA	Área de tránsito superior
VAC	Carta de aproximación visual
VFR	- Reglas de Vuelo Visual
VOR	- Radiofaro omnidireccional VHF
VPA	- Ángulo de Trayectoria Vertical

3 ANTECEDENTES

3.1 CONCEPTO DE ESPACIO AÉREO

3.1.1 Un concepto de espacio aéreo describe las operaciones previstas dentro de un espacio aéreo y la forma en que se organiza éste para posibilitarlas. Incluye muchos de los componentes del concepto operacional ATM, comprendidos la organización y la gestión del espacio aéreo, el equilibrio entre la demanda y la capacidad, la sincronización del tránsito, las operaciones de los usuarios del espacio aéreo y la gestión de conflictos. Los conceptos de espacio aéreo se elaboran para satisfacer objetivos estratégicos explícitos e implícitos, tales como:

- a) la mejora o el mantenimiento de la seguridad operacional;
- b) el aumento de la capacidad de tránsito aéreo;
- c) la mejora de la eficiencia;

- d) las trayectorias de vuelo más precisas; y
- e) la mitigación de las repercusiones en el medio ambiente.

3.1.2 Los conceptos de espacio aéreo pueden incluir detalles de la organización práctica del espacio aéreo y de sus usuarios basándose en determinadas hipótesis sobre comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión del tránsito aéreo (CNS/ATM), relativos a la estructura de las rutas de servicio de tránsito aéreo (ATS), las mínimas de separación, el espaciado entre rutas y el margen de franqueamiento de obstáculos. Un buen diseño del espacio aéreo y la colaboración con todas las partes interesadas (planificadores del espacio aéreo, diseñadores de procedimientos, aviación comercial, aviación general (GA), aviación militar, autoridades aeroportuarias, etc.) son cruciales para la implantación eficaz de un concepto de espacio aéreo (véase la Figura 1).

3.1.3 Un concepto de espacio aéreo está estrechamente relacionado con la planificación del espacio aéreo, que debe ser integral y tener en cuenta todos los aspectos y requisitos operacionales que definirán su especificación para establecer el alcance y los objetivos del concepto de espacio aéreo (aplicación).

3.1.4 Una vez desarrollado, el concepto de espacio aéreo describirá en detalle la organización del espacio aéreo deseada y de las operaciones que se realicen dentro del mismo. Abordará todos los objetivos estratégicos y determinará el conjunto de los elementos habilitantes CNS/ATM, así como toda hipótesis operacional y técnica. Un concepto de espacio aéreo es un plan maestro de diseño del espacio aéreo previsto y de su funcionamiento.



Figura 1 - Componentes del concepto de espacio aéreo

3.2 BENEFICIOS DE LA PBN

3.2.1 El concepto PBN de la OACI se introdujo en 2008 y está detallado en el Manual de Navegación Basada en la Performance (PBN) (Doc 9613). Sustituyó al de performance de navegación requerida (RNP).

3.2.2 La PBN incorpora la certificación de la aeronavegabilidad y los requisitos de aprobación operacional para el uso de un sistema RNAV en la implementación de espacios aéreos. Como se visualiza en la Figura 2, la PBN constituye uno de los elementos clave que permiten el concepto de espacio aéreo.

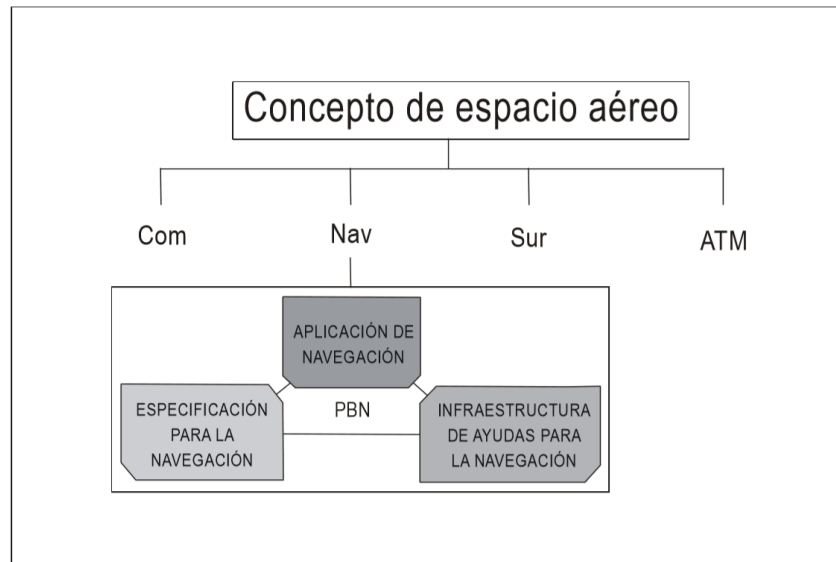


Figura 2 - El concepto de espacio aéreo y la PBN

3.2.3 La PBN ofrece múltiples ventajas con respecto a los pasados métodos de navegación convencionales, en los que los procedimientos de vuelo por instrumentos y las rutas aéreas se basaban en ayudas específicas para la navegación basadas en tierra y en los criterios de margen de franqueamiento de obstáculos conexos. Estas ventajas comprenden:

- reducir la necesidad de mantener rutas y procedimientos en función de sensores específicos y de los costos conexos;
- evitar tener que desarrollar las operaciones en función de sensores específicos cada vez que evolucionan los sistemas de navegación, lo que podría ser de un costo prohibitivo;
- permitir un uso más eficiente del espacio aéreo (emplazamiento de rutas, rendimiento del combustible, atenuación del ruido, etc.);
- aclarar el modo en que se usan los sistemas RNAV;
- facilitar el proceso de aprobación operacional de los explotadores, proporcionando un conjunto limitado de especificaciones para la navegación previstas para que constituyan la base del material operacional y de certificación que podría aplicarse a escala mundial conjuntamente con la infraestructura de navegación apropiada; y
- garantizar que la aprobación operacional en un Estado o región sea aplicable en otro Estado o región para aquellas aplicaciones de navegación que exijan la misma especificación para la navegación.

3.2.4 El desarrollo e implementación de un concepto de espacio aéreo mediante PBN aporta significativamente en términos de seguridad operacional, medio ambiente, capacidad y eficiencia de vuelo.

- La integración de la PBN en el desarrollo del concepto de espacio aéreo asegura la gestión integrada de requisitos contradictorios y aborda diversos intereses sin comprometer la seguridad operacional, la mitigación de impactos ambientales, la eficiencia de vuelo o la capacidad.

- b) Se mejora la seguridad operacional garantizando que el emplazamiento de rutas ATS y de los procedimientos de vuelo por instrumentos satisfagan íntegramente tanto los requisitos de ATM como de margen de franqueamiento de obstáculos;
- c) Aumenta la atenuación de las repercusiones ambientales al concederse igual importancia a las necesidades ambientales que al incremento de la capacidad en la definición de las operaciones que se suceden dentro de un espacio aéreo; y
- d) Se incrementan la capacidad del espacio aéreo y la eficiencia de vuelo perfeccionando el emplazamiento lateral y vertical tanto de las rutas ATS como de los procedimientos de vuelo por instrumentos.

4 PROCESO

4.1 INTRODUCCIÓN

4.1.1 El desarrollo y la implementación de un concepto de espacio aéreo puede desglosarse en cuatro fases principales: planificación, diseño, validación e implementación. Esas cuatro fases principales se dividen en 19 actividades separadas (véase la Figura 3):

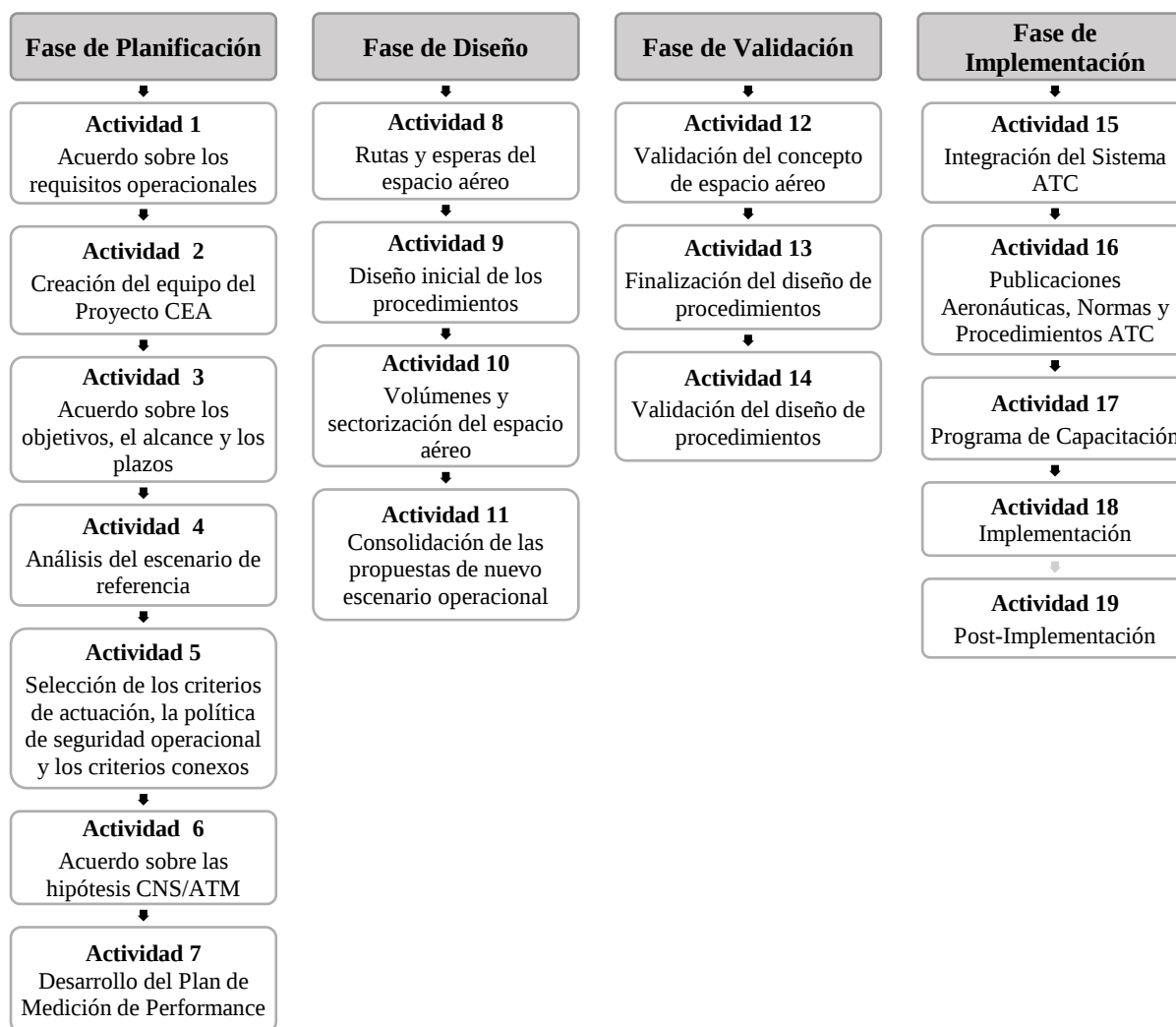


Figura 3 - Proceso de desarrollo e implementación de un concepto de espacio aéreo

****Editorial: Situación de la evaluación de la seguridad operacional antes de la implementación, Anexo 11 Cap 2, parte 2.28 Gestión de la seguridad operacional y el Apéndice 2 del Anexo 19, 2. Gestión de riesgos de seguridad operacional.??**

Nota 1: Si bien las Actividades se distribuyen secuencialmente dentro de cada fase, con el objetivo de reducir el tiempo requerido para completar cada fase, el Gerente del Proyecto debe analizar, considerando los recursos humanos y materiales disponibles, qué Actividades se pueden realizar en paralelo, o en un orden diferente al establecido en la Figura 3, lo que puede permitir una serie de revisiones, validaciones y mejoras posteriores.

Nota 2: Es igualmente crucial difundir los resultados de cada una de las fases (y sus Actividades), a través de contenidos WEB, talleres (internos y externos a la organización), entre otros, para que todos los involucrados puedan conocer el avance de la implementación del concepto de espacio aéreo y, al mismo tiempo, puedan contribuir de manera oportuna con cualquier detalle que necesite ser considerado/ corregido.

4.1.2 El rediseño del espacio aéreo suele iniciarse por acontecimientos desencadenados por requisitos operacionales, los cuales se clasifican a menudo según uno o más objetivos estratégicos, tales como la seguridad operacional, la capacidad, la eficiencia de vuelo, la atenuación de las repercusiones ambientales o el acceso. Si bien algunos de estos objetivos pueden estar explícitos en la propuesta de cambio del espacio aéreo, el resto se mantendrá implícito en la medida en que normalmente no debería verse afectado negativamente por dicho cambio. Con frecuencia entran en conflicto estos objetivos, que deben priorizarse, garantizando en todo momento que el mantenimiento de la seguridad operacional continúe siendo primordial.

4.1.3 Los requisitos previos para desarrollar con éxito un concepto de espacio aéreo son tres:

- a) La preparación exhaustiva — la planificación debe tener en cuenta todos los aspectos relevantes y las preocupaciones de las partes interesadas relacionadas. Esto incluye considerar cuidadosamente los diversos factores y perspectivas que puedan afectar el rediseño del espacio aéreo. Es esencial involucrar a todas las partes y abordar sus inquietudes para lograr un plan sólido y completo;
- b) La iteración — el desarrollo de espacios aéreos no es un proceso lineal. Requiere una serie de revisiones, validaciones y perfeccionamientos continuos. Este enfoque iterativo permite ajustar y mejorar el concepto del espacio aéreo a medida que se obtiene más información, se identifican posibles problemas y se reciben comentarios de las partes interesadas. Esta revisión constante es fundamental para desarrollar un producto válido y efectivo; y
- c) Toma de Decisión en Colaboración (CDM) — necesidad de comprender y conciliar los diferentes intereses y limitaciones de las partes involucradas en el proceso, con el fin de buscar una solución satisfactoria para todos, a través de un proceso CDM. La eficiencia de este trabajo en equipo requiere la participación activa y la cooperación de diversos actores, como los operadores de aeródromos, autoridades de aviación, aerolíneas, aviación general y aviación militar, entre otros.

4.1.4 Para desarrollar un concepto de espacio exitoso se requiere una planificación exhaustiva que considere todas las perspectivas, un enfoque interactivo para la mejora continua y una toma de decisiones colaborativa que involucre a todas las partes interesadas, que ayudan a garantizar que el proceso de rediseño del espacio aéreo sea completo, eficiente y beneficioso para todas las partes involucradas.

4.2 FASE DE PLANIFICACIÓN

4.2.1 La fase de Planificación consiste en la concepción inicial del concepto de espacio aéreo, constando de las siguientes Actividades:

- ✓ Actividad 1: Acuerdo sobre los requisitos operacionales;
- ✓ Actividad 2: Creación del equipo del Proyecto de Concepto de Espacio Aéreo (CEA);
- ✓ Actividad 3: Acuerdo sobre los objetivos, el alcance y los plazos;
- ✓ Actividad 4: Análisis del escenario de referencia;
- ✓ Actividad 5: Selección de los criterios de actuación, la política de seguridad operacional y los criterios conexos;
- ✓ Actividad 6: Acuerdo sobre las hipótesis CNS/ATM; y
- ✓ Actividad 7: Desarrollo del Plan de Medición de Performance.

4.2.2 Actividad 1: Acuerdo sobre los requisitos operacionales

4.2.2.1 Los cambios en el espacio aéreo se desencadenan por requisitos operacionales, como los que figuran en los siguientes casos:

- a) optimización del espacio aéreo, por ejemplo, en áreas de TMA, CTA, UTA o porciones de espacio aéreo donde se puede mejorar la circulación aérea mediante el uso de conceptos PBN, CCO, CDO, etc.
- b) la adición de una nueva pista o la ampliación de una antigua en un área terminal (por ejemplo, para aumentar la capacidad de un aeropuerto);
- c) desactivación de una pista;
- d) la presión por reducir el ruido de las aeronaves en un área en particular (por ejemplo, para disminuir el impacto ambiental en una zona residencial);
- e) la necesidad de respaldar un previsible incremento/ reducción del tránsito aéreo;
- f) activación/ desactivación de servicios ATS; o
- g) las actualizaciones de la infraestructura CNS y de sistemas ATC para mejorar la seguridad operacional y/o la eficiencia.

4.2.2.2 En una propuesta de concepto de espacio aéreo deben especificarse claramente, por escrito, los requisitos que impulsen el rediseño de un espacio aéreo, detallándose la necesidad operacional y/o la oportunidad de mejora, los objetivos estratégicos a alcanzar y el escenario post-implementación deseado, de manera que las labores posteriores vayan en una dirección clara. En este sentido, el documento de formalización de la propuesta de un nuevo concepto de espacio aéreo debe contener, por lo menos, la siguiente información:

- a) Título de la propuesta;
- b) Definición de la necesidad operacional u oportunidad de mejora;
- c) Descripción de los requisitos operacionales para atender la necesidad operacional u oportunidad de mejora;
- d) Horizonte temporal del concepto, a fin de viabilizar las proyecciones de evolución del tránsito aéreo (si es posible establecer);
- e) Propuesta de la fecha más adecuada para la implementación del nuevo concepto;
- f) Sistemas o equipos necesarios para la implementación (si necesario);
- g) Consideraciones que involucren recursos humanos en cuanto a capacitación y dotación de personal (si es posible calcular);
- h) Descripción del escenario posterior a la implementación (ventajas, desventajas y efectos adversos);
- i) Planificación financiera del proyecto especificando el presupuesto para cada etapa prevista;
- j) Firma del responsable de la propuesta.

Nota 1: Una Propuesta de Concepto de Espacio Aéreo (Propuesta CEA) debe prepararse en un proceso CDM, a fin de considerar todas las necesidades de los involucrados, así como sus limitaciones y dificultades en la implementación que se propondrá.

Nota 2: La fecha para la implementación del proyecto debe considerar diversos aspectos, tales como cumplir condición especial del proyecto (ej.: grandes eventos deportivos); implementar en días y horarios de menor demanda de tráfico aéreo; evitar períodos conocidos de condiciones

meteorológicas adversas (desvíos); evitar otras implementaciones CNS/ATM; respetar el ciclo AIRAC; entre otros. Muchas veces la elección de la fecha más adecuada es un factor de conflicto y también debe ser decidida en proceso CDM y aprobada por la autoridad aeronáutica.

4.2.2.3 El nivel de detalle de la Propuesta CEA dependerá de la complejidad e impacto del cambio a implementar. Un pequeño cambio en la circulación aérea puede requerir una Propuesta CEA mucho más simple y con menos necesidad de detalles, en comparación con un gran proyecto para modificar toda la circulación aérea de una TMA, por ejemplo.

Nota: En un repositorio de la Secretaría (proyecto RLA 06 901) están disponibles formularios más completos de Propuesta CEA, para proyectos de mayor complejidad. Enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1ve_Ee2jKRCBJigHL9HxvLt_SNELzUZcO?usp=drive_link

4.2.2.4 Las Propuestas CEA pueden ser desarrolladas por los Proveedores de Servicios de Navegación Aérea (ATC, ATFM o AOM). Sin embargo, usuarios del espacio aéreo y otras organizaciones (incluso entidades reguladoras), pueden presentar solicitudes para el desarrollo de conceptos de espacio aéreo. Dichas solicitudes deben ser remitidas a los Proveedores antes mencionados para la adecuada evaluación de la necesidad operacional y elaboración de la Propuesta CEA.

4.2.2.5 Luego de la debida contextualización y formalización, la Propuesta CEA debe ser enviada a la autoridad aeronáutica competente para su evaluación y aprobación, analizando la necesidad de establecer un proyecto para el desarrollo e implementación de un nuevo Concepto de Espacio Aéreo.

4.2.2.6 El análisis que realice la autoridad aeronáutica competente tendrá en cuenta la existencia de otros proyectos en curso (o previstos), la viabilidad técnica de la implementación, la priorización del proyecto, entre otros aspectos.

Nota 1: El análisis de factibilidad de la propuesta deberá considerar los costos para la realización del proyecto (reuniones, seminarios, etc.), la capacitación y asignación de recursos humanos y la adquisición o adecuación de sistemas, equipos o aplicaciones operacionales.

Nota 2: La pertinencia y priorización del proyecto también debe ser evaluada en un contexto CDM, con la participación de los distintos usuarios del espacio aéreo, a fin de garantizar que su implementación satisfaga las necesidades e intereses de los involucrados.

4.2.2.7 Finalmente, la autoridad aeronáutica competente, también podrá establecer otros requisitos y lineamientos complementarios, según sea el caso, a fin de viabilizar el desarrollo e implementación del proyecto de Concepto de Espacio Aéreo, tales como:

- a) Horizonte temporal del concepto;
- b) Necesidad, o no, de requisitos de vigilancia ATC para las trayectorias RNAV (rutas, SID o STAR);
- c) Aplicación de separación compuesta;
- d) Aplicación de gradientes de ascenso/ descenso estandarizados o definidos a partir del proceso CDM con los usuarios;
- e) Armonización y/ o priorización de la circulación aérea considerando funcionalidades o requisitos de navegación específicos (RNP Avanzada, RNP AR, Trayectorias RF, etc);
- f) Superposición, o no, de trayectorias RNAV/RNP y convencionales;

- g) Necesidad, o no, de desarrollar el nuevo concepto basado en aeronaves con mejor capacidad de navegación.

4.2.2.8 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Proveedor de Servicio de Navegación Aérea responsable por el desarrollo de la Propuesta CEA:
 - i. identificar la necesidad de mejorar la organización o gestión del espacio aéreo;
 - ii. definir el problema y la necesidad operacional;
 - iii. recopilar y analizar los datos de los espacios aéreos involucrados:
 - 1. movimiento de tránsito aéreo
 - 2. sectorización;
 - 3. equipos y sistemas ATC disponibles;
 - 4. medidas ATFM más comúnmente aplicadas y los problemas de desequilibrio entre demanda y capacidad; y
 - 5. medios de vigilancia ATC y de comunicación disponibles y los problemas existentes.
 - iv. definir los objetivos estratégicos y escenario operacional idealizado a alcanzar;
 - v. desarrollar la Propuesta CEA; y
 - vi. presentar la propuesta a la autoridad aeronáutica pertinente para su análisis y aprobación.
- b) Autoridad aeronáutica competente: Analizar, aprobar y establecer la prioridad de la Propuesta CEA.

4.2.3 Actividad 2: Creación del equipo del Proyecto de Concepto de Espacio Aéreo (CEA)

4.2.3.1 A fin de satisfacer el requisito operacional que se determina en la Actividad 1, debe desarrollarse, validarse e implementarse un concepto de espacio aéreo, el cual debe abordar todos los requisitos y no puede ser elaborado por un único individuo que trabaje aisladamente. Desde su concepción hasta su implementación, los conceptos de espacio aéreo son fruto de un equipo de trabajo integrado — el equipo del Proyecto de Concepto de Espacio Aéreo (Proyecto CEA).

4.2.3.2 El equipo del Proyecto CEA debería estar dirigido por un especialista en ATM, con gran habilidad para la gestión de proyectos y profundos conocimientos operacionales del espacio aéreo que es el objetivo del proyecto. Este especialista, asignado por la autoridad aeronáutica competente como el Gerente del Proyecto CEA, trabajaría en colaboración con: (Ver Figura 4)

- a) controladores de tránsito aéreo que también estuvieran familiarizados con las operaciones que se realizan dentro del espacio aéreo;
- b) especialistas en sistemas ATM y CNS familiarizados con los sistemas CNS/ATM actuales y previstos;
- c) pilotos técnicos de los explotadores que utilizaran el espacio aéreo;
- d) diseñadores de espacios aéreos y de procedimientos de vuelo por instrumentos;
- e) otros usuarios del espacio aéreo (tales como la aviación militar y la aviación general);
- f) especialistas ATFM;
- g) especialistas en simulación;

- h) representantes de las áreas de recursos humanos y normas ATC;
- i) especialistas en gestión de riesgo de la seguridad operacional;
- j) directores de aeropuerto y de medio ambiente; y
- k) expertos en disciplinas adicionales si fuera necesario (por ejemplo, economistas o especialistas en suministro y análisis de datos).

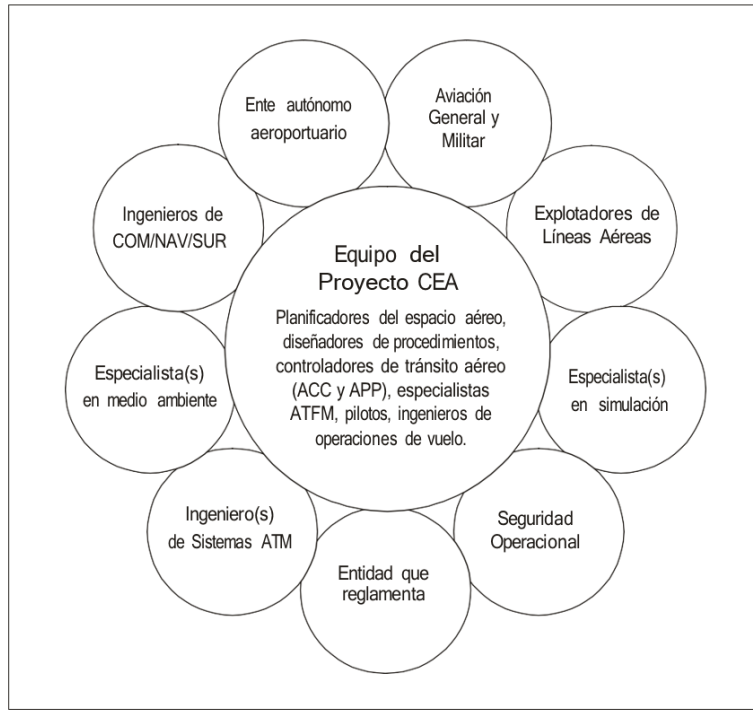


Figura 4 - Equipo del Proyecto de Concepto de Espacio Aéreo

4.2.3.3 Para facilitar la identificación de cada una de las áreas de actuación y el desarrollo de las actividades del proyecto, los equipos de especialistas pueden organizarse de acuerdo con la siguiente estructura:

- a) Gerente del Proyecto de Concepto de Espacio Aéreo (GER);
- b) Gerente de Planificación del Espacio Aéreo (GEA);
- c) Gerente de Simulación (GSIM);
- d) Gerente de Producción de Cartas (rutas y procedimientos) (GPC);
- e) Gerente de Seguridad Operacional (GSO);
- f) Gerente de Implementación (GIMP);
- g) Gerente de Medición de Performance (GMP);
- h) Asesores de Operaciones Aéreas (civil y militar) (ASOA).

Nota 1: Para propósitos de esta guía, el término “gerente” se refiere a una función a desempeñar en el proyecto, la cual ha sido asignada a un responsable para realizar una determinada actividad. Por lo tanto, no se refiere necesariamente a funcionarios de la alta dirección o de los cuerpos gerenciales

de la organización o ANSP. De acuerdo con el ámbito de cada administración que adopte este Manual se podrá adaptar términos similares, entre ellos, “responsable”, “coordinador”, “jefe”, etc.

Nota 2: Las funciones de gerente de actividades pueden ser acumuladas por un mismo especialista, a depender de la complejidad del proyecto.

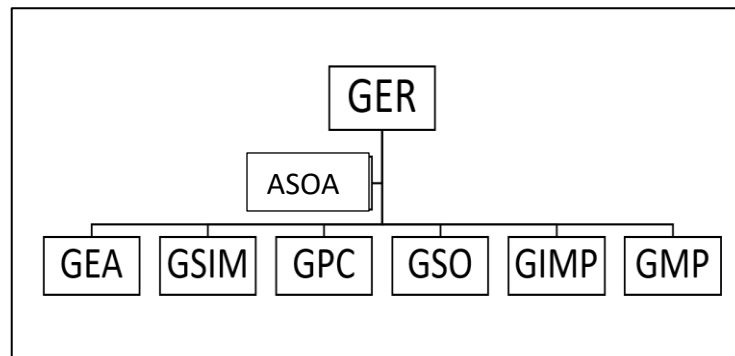


Figura 5 – Organigrama del Equipo del Proyecto

4.2.3.4 La autoridad aeronáutica debería designar el Gerente del Proyecto (GER), el cual será el responsable directo por el desarrollo e implementación del proyecto y por la asignación de su equipo de trabajo.

4.2.3.5 Es importante destacar al Gerente de Planificación de Espacio Aéreo (GEA), quien tiene un papel fundamental en la concepción del Concepto de Espacio Aéreo. Ese especialista es el responsable por establecer la propuesta de organización y estructura del espacio aéreo, y para ello deberá interactuar con todos los involucrados en el proyecto y otros interesados en los cambios que se producirán, como los usuarios del espacio aéreo y los controladores de tránsito aéreo, para que el resultado del trabajo pueda cumplir con los objetivos previstos.

Nota: El Planificador de Espacio Aéreo debe tener cursos y capacitación adecuada en técnicas de estructuración de rutas y trayectorias de vuelo, organización del espacio aéreo y gestión de equipos, entre otros.

4.2.3.6 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Autoridad aeronáutica competente: designar el GER.
- b) GER:
 - i. definir la estructura del proyecto en términos de gerencias de actividades;
 - ii. designar los gerentes de actividades del proyecto.
- c) Gerentes de actividades del Proyecto CEA: conformar su equipo de trabajo.

4.2.4 Actividad 3: Acuerdo sobre los Objetivos, el Alcance y los Plazos

4.2.4.1 Una de las principales tareas del Equipo del Proyecto CEA es definir y acordar los objetivos del proyecto. Estos objetivos deberían derivar de los objetivos estratégicos que desencadenaron el proyecto. Por ejemplo, si el proyecto se pone en marcha por un objetivo estratégico medioambiental, sus objetivos podrían estar ligados a la reducción del ruido (tal como la disminución de la huella acústica en una ciudad cercana). Otro ejemplo puede ser el mandato de una autoridad en virtud del cual se exija la aplicación de determinados cambios. Es importante que se especifiquen claramente, por escrito, los objetivos del proyecto para garantizar que se satisfacen los motivos que impulsan el cambio.

4.2.4.2 Se debe elaborar por lo menos dos documentos para definición, organización y oficialización del Proyecto CEA:

- a) “Términos de Referencia del Proyecto” (TRP), donde se establecen todos los requisitos, especificaciones y objetivos del proyecto; y
- b) “Estructura Analítica del Proyecto” (EAP), donde se detallan el plan del proyecto, con sus actividades, plazos estimados y responsables por su ejecución.

Nota: El GER es responsable de desarrollar el TAP y EAP del proyecto. Estos documentos deben ser aprobados y firmados por la autoridad aeronáutica competente.

4.2.4.3 Para el desarrollo de estos documentos, es importante definir el alcance, los recursos y el tiempo necesario para la implementación del proyecto, que son condiciones interdependientes, conforme se puede ver en la Figura 6.



Figura 6 - Triángulo de planificación

4.2.4.4 Definir el alcance del proyecto puede resultar mucho más complejo. Limitarlo al mínimo necesario para cumplir los objetivos acordados es una buena práctica operativa. La ampliación del alcance constituye un riesgo en todos los proyectos, y si se hace sin control puede aumentar los plazos y los costos hasta el punto que el proyecto deje de ser viable. Es de suma importancia determinar las acciones necesarias para lograr los objetivos del proyecto, así como llegar a un acuerdo y adherirse a un equipo específico de trabajo para llevarlos a cabo.

4.2.4.5 El alcance del proyecto depende en gran medida del tiempo y de los recursos humanos y financieros disponibles para su consecución. Existen dos posibilidades: que el equipo determine la fecha de implementación basándose en todo el trabajo que haya de ultimarse, o que la fecha de implementación se fije de antemano y el equipo adapte el alcance o los recursos de manera que se ajusten al tiempo disponible.

4.2.4.6 Los recursos, el tiempo y el alcance conforman los tres lados del “triángulo” de planificación del proyecto (véase la Figura 6). El alcance del proyecto se revisa, pudiendo modificarse repetidamente en todas las fases del diseño del concepto de espacio aéreo. Sin embargo, su ampliación en fases posteriores puede tender a alargar los plazos del proyecto y/ o a incrementar los recursos requeridos para su consecución, lo que puede reducir sus posibilidades de éxito. Dichas necesidades de ampliación pueden satisfacerse organizando el proyecto por fases.

4.2.4.7 Es importante garantizar que la magnitud del cambio generado por el proyecto, en las estructuras del espacio aéreo, las rutas ATS y los procedimientos de vuelo, sea manejable a nivel regional. Es más probable que la introducción gradual de espacios aéreos y rutas PBN se consigan en varios años en lugar de hacerlo partiendo de un enfoque global, de una sola vez. Por otro lado, para mantener la conectividad, los cambios en la estructura en ruta exigen a menudo cambios en la estructura de área terminal adyacente del mismo ciclo de reglamentación y control de información aeronáutica (AIRAC). No obstante, la coordinación y la planificación con los proveedores de datos son esenciales para evitar sobrecargar a los responsables de actualizar las bases de datos de navegación a bordo de las aeronaves.

4.2.4.8 En la Tabla 1 se facilita un ejemplo de plan de proyecto con plazos estimados.

Tabla 1 - Ejemplo de plan de proyecto

	<i>Actividad</i>	<i>Número de días</i>
PLANIFICACIÓN	1 Acuerdo sobre los requisitos operacionales	10
	2 Creación del equipo de diseño del espacio aéreo	5
	3 Acuerdo sobre los objetivos, el alcance y los plazos	15
	4 Análisis del escenario de referencia	15
	5 Selección de los criterios de seguridad operacional, la política conexa y los criterios de actuación	10
	6 Acuerdo sobre las hipótesis, elementos habilitantes y restricciones CNS/ATM	12
	7 Desarrollo del Plan de Medición de Performance	10
DISEÑO	8 Diseño de las rutas y esperas del espacio aéreo	14
	9 Diseño inicial de los procedimientos	20
	10 Diseño de los volúmenes y sectores del espacio aéreo	20
	11 Consolidación de las propuestas de escenario operacional	5
VALIDACIÓN	12 Validación del concepto de espacio aéreo	20

	13	Finalización del diseño de procedimientos	22
	14	Validación de procedimientos	20
IMPLANTACIÓN	15	Integración del sistema ATC	30
	16	Actualización de Publicaciones Aeronáuticas, Normas y Procedimientos ATC	30
	17	Programa de capacitación	30
	18	Implementación	1
	19	Realización de un examen post-implementación	30
Total de días			319

NOTA: En un repositorio de la Secretaría (proyecto RLA 06 901) están disponibles formularios más completos de plan de proyecto, organizados en una estructura más detallada de actividades y plazos (Estructura Analítica del Proyecto – EAP). Enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1ve_Ee2jKRCBJgHL9HxvLt_SNELzUZcO?usp=drive_link

4.2.4.9 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente del Proyecto de Concepto de Espacio Aéreo, GER:
 - i. establecer y priorizar los objetivos del proyecto, con base en los objetivos estratégicos contenidos en la Propuesta CEA, así como los supuestos y lineamientos complementarios establecidos por la autoridad aeronáutica competente;
 - ii. examinar las implementaciones planificadas para los espacios aéreos involucrados dentro del horizonte de tiempo de la concepción de la nueva estructura del espacio aéreo;
 - iii. preparar los Términos de Referencia del Proyecto (TRP);
 - iv. definir las actividades del proyecto en la EAP: las actividades a realizar y el cronograma para su ejecución.
 - v. análisis de los recursos humanos (personal y capacitación/ calificación técnica) necesarios para las Unidades ATC involucradas en la implementación del nuevo concepto de espacio aéreo.
- b) Gerentes de actividades del Proyecto CEA: asesorar al GER en la elaboración del TAP y EAP;
- c) Autoridad aeronáutica competente: analizar, definir otros requisitos (de ser necesario) y aprobar/ firmar el TAP y EAP del proyecto.

4.2.5 Actividad 4: Análisis del Escenario de Referencia

4.2.5.1 Previo al inicio del diseño de un nuevo concepto de espacio aéreo, es importante conocer la situación actual de dicho espacio. El escenario de referencia consiste en una descripción de las operaciones que estén realizándose dentro del espacio aéreo actual y su propósito es sentar las bases para el desarrollo de un nuevo concepto de espacio aéreo.

4.2.5.2 El escenario de referencia comprende todas las rutas ATS, las salidas normalizadas por instrumentos/ llegadas normalizadas por instrumentos (SID/STAR), los volúmenes del espacio aéreo [por ejemplo, el área de control terminal (TMA)], la sectorización del ATC y los datos de tránsito aéreo junto con los acuerdos de coordinación entre centros y entre unidades. En la Figura 7 se muestra un ejemplo de escenario de referencia de la organización actual de un espacio aéreo.

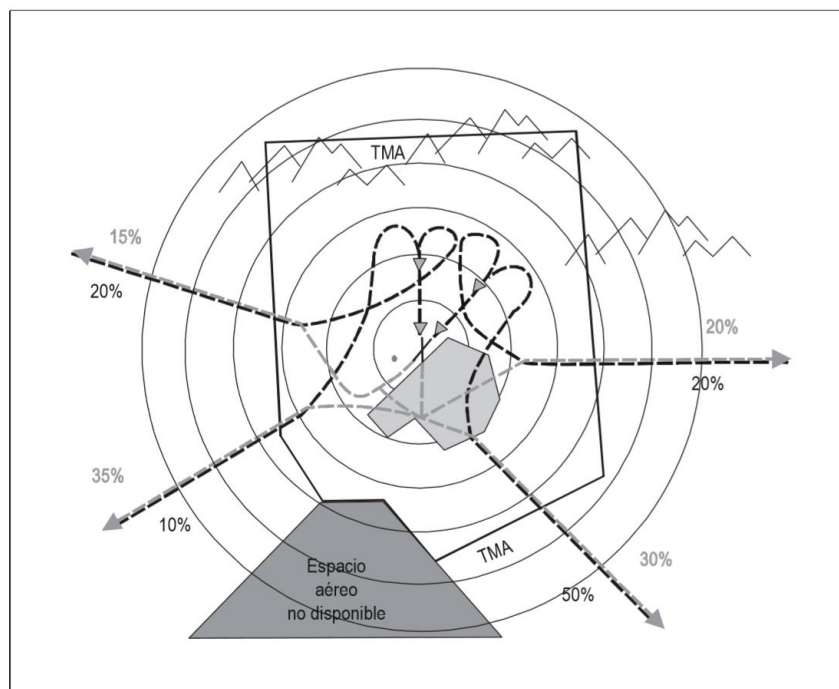


Figura 7 - Ejemplo de Escenario de Referencia

4.2.5.3 La descripción y el análisis del escenario de referencia constituyen una fase crucial del proceso de diseño. Analizando este escenario en términos de indicadores de rendimiento del proyecto, es posible calibrar el modo en que está comportándose el espacio aéreo. También puede determinarse con bastante seguridad qué funciona muy bien en él y, por ende, debería mantenerse, y qué no o qué podría mejorarse.

4.2.5.4 Por último, y más importante, determinando el rendimiento del escenario de referencia, se creará un estándar de comparación con respecto al cual se pueda medir el nuevo concepto de espacio aéreo (véase la Figura 8). El uso de este punto permite establecer si el concepto de espacio aéreo propuesto tiene un rendimiento mejor o peor que el escenario de referencia y **si se han cumplido los criterios de seguridad operacional y de rendimiento**. El análisis del escenario de referencia puede dar como resultado la necesidad de actualizar los objetivos o el alcance del proyecto.

Nota: La intención no reside en comparar uno a uno los distintos elementos que componen los escenarios de referencia y los nuevos escenarios, sino la diferencia de rendimiento entre ambos.

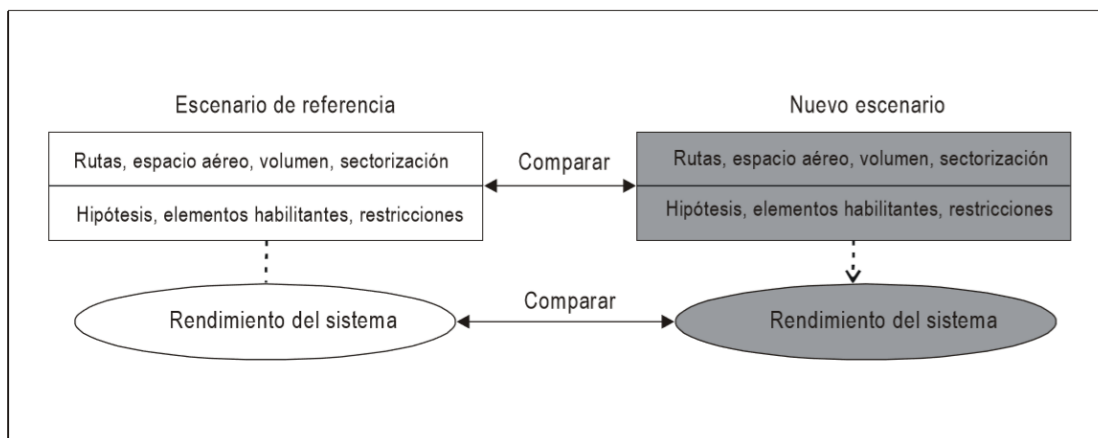


Figura 8 - Comparación de escenarios

4.2.5.5 Además de la estructura de rutas ATS fijas, se deben analizar y considerar otros conceptos que se aplican al espacio aéreo considerado, tales como Uso Flexible del Espacio Aéreo (FUA), Rutas Directas (DCT), FRA (Espacio Aéreo de Rutas Libres), Rutas Aleatorias (AORRA), entre otros.

Nota: Los procedimientos en uso que consideran estos conceptos deberían ser incorporados en nuevo escenario operacional del proyecto. En caso no sea posible cumplirse en su totalidad, el nuevo escenario debería ser concebido de tal forma que favorezca la futura implementación de los conceptos antes mencionados.

4.2.5.6 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente de Planificación de Espacio Aéreo (GEA), con el apoyo del equipo del proyecto, según el área de especialización de cada participante, debe:
 - i. recoger y analizar una muestra significativa del tráfico aéreo con el fin de:
 1. comprender la distribución geográfica de los flujos entrantes y salientes;
 2. comprender la distribución de los flujos entrantes y salientes por hora del día;
 3. comprender la combinación de vuelos IFR y VFR;
 4. comprender la combinación de tipos de operaciones (aviación regular, aviación general, clubes aéreos, aviación militar, entre otros);
 5. comprender la combinación de tipos de aeronaves (helicópteros, jets y turbopropulsores, entre otros);
 6. comprender la combinación de actuaciones de aeronaves (velocidades mínimas y pendientes de ascenso/ descenso, entre otros);
 - ii. recopilar y analizar datos estadísticos de los principales aeródromos ubicados dentro de los espacios aéreos involucrados:
 1. comprender el porcentaje de uso de los umbrales;
 2. conocer los umbrales preferentes;
 3. conocer las características de las pistas disponibles;

4. conocer las condiciones climáticas.
- iii. recopilar y analizar datos estadísticos con proyecciones de tránsito aéreo para los espacios aéreos involucrados y comprender las tendencias de crecimiento.
- iv. recopilar y analizar la capacidad de navegación de la flota actual de aeronaves que operan dentro de los espacios aéreos involucrados y las intenciones de mejorar esta capacidad dentro del ciclo de vida del proyecto:
 1. comprender las especificaciones de navegación más apropiadas;
 2. comprender el porcentaje de operaciones a ser beneficiadas;
 3. comprender las posibles estrategias de encaminamiento o inclusión para aeronaves que no cuentan con la capacidad de navegación definida.
- v. evaluar los Espacios Aéreos de uso Especial (SUA) existentes y los que se espera activar/desactivar durante el período del proyecto y, a través del proceso CDM, definir su uso;
- vi. realizar vuelos de verificación de cobertura crítica y analizar los medios CNS para cumplir con las especificaciones de navegación deseadas.

Nota: Ver también la Actividad 6 – Acuerdo sobre las Hipótesis CNS/ATM.

4.2.6 Actividad 5: Selección de los criterios de actuación, la política de seguridad operacional y los criterios conexos

4.2.6.1 Un nuevo concepto de espacio aéreo debería aumentar, o al menos mantener, el nivel anterior de seguridad operacional. En ese sentido, todo concepto de espacio aéreo debe cumplir los criterios de seguridad operacional establecidos en la Política de Seguridad del regulador y que ha de conocerse al principio del proyecto.

4.2.6.2 Esta Política de Seguridad normalmente se establecerá externamente al proyecto (a escala nacional o regional), pero si tiene que ser establecida a nivel de proyecto, es fundamental que sea aprobada al principio del ciclo de vida del mismo por las instancias nacionales más altas posibles. Finalmente, los criterios de seguridad pueden ser cualitativos o cuantitativos, y a menudo se utiliza una mezcla de ambos.

4.2.6.3 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

a) Gerente de Seguridad Operacional (GSO):

1. Definir el sistema de gestión de la seguridad operacional a utilizarse;
2. Establecer la metodología de evaluación de la seguridad operacional del proyecto;
3. Definir qué pruebas son necesarias para demostrar que el concepto de espacio aéreo es seguro desde el punto de vista operacional; y
4. Desarrollar un Plan de Seguridad Operacional del proyecto, basándose en los requisitos listados arriba.

4.2.7 Actividad 6: Acuerdo sobre las Hipótesis CNS/ATM

4.2.7.1 El concepto de espacio aéreo a desarrollar se basa en determinadas hipótesis (o supuestos) CNS/ATM. Éstas deben tener en cuenta el entorno que se espera exista en el momento en el que la operación del nuevo espacio aéreo se pretenda implementar (por ejemplo, en 20XX).

4.2.7.2 Las hipótesis sobre el tránsito dependerán de las capacidades previstas de las flotas, y debería comprenderse bien la probable composición y distribución del tránsito. Esto incluye la mezcla de tipos de aeronaves (por ejemplo, turbohélices con turborreactores pesados y medianos/ helicópteros/ entrenadores monomotores), la mezcla de performance de las aeronaves (velocidades mínimas, pendientes de ascenso, etc.) y la mezcla de funciones operativas (de pasajeros, de carga, de instrucción, etc.). En concreto, debe analizarse la capacidad de navegación prevista de la flota. Podríamos utilizar las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuántas de las aeronaves cuentan con un sistema RNAV?
- b) ¿Cuáles son los principales sensores de posicionamiento que utilizan los sistemas RNAV [sistema mundial de navegación por satélite (GNSS), radiofaro omnidireccional VHF (VOR), equipo radiotelemétrico (DME/DME)]?
- c) ¿Es aplicable un sistema de navegación inercial/sistema de referencia inercial (INS/IRS) de aumentación de abordó?
- d) ¿Qué normas se han empleado para certificar los sistemas RNAV?
- e) ¿Para qué tipo de operaciones han sido aprobadas las aeronaves y los operadores? y
- f) ¿Qué porcentaje de la flota no es capaz de implantar la especificación PBN propuesta?

4.2.7.3 Antes de la introducción del nuevo concepto de espacio aéreo, es importante verificar la aprobación de los equipos RNAV existente, las capacidades y cualificaciones reales de los sistemas que estén instalados en las aeronaves y las mejoras que se esperen implementar en ellos.

4.2.7.4 Es costoso para un explotador conseguir la aprobación para una capacidad RNAV específica y mantener la certificación del piloto para explotarla. Como resultado, los explotadores, especialmente regionales, procurarán obtener la aprobación mínima necesaria para cumplir los requisitos de navegación existentes para el espacio aéreo. Si el nuevo concepto de espacio aéreo requiere de una funcionalidad presente en el programa informático del sistema RNAV no comprendida en su certificación actual, los explotadores tendrán que conseguir la aprobación y capacitar a los pilotos al respecto. No obstante, el costo (y los plazos de implementación resultantes) será significativamente menor que si la aeronave necesitara ser reacondicionada con nuevo equipo o programas informáticos.

4.2.7.5 Se requieren, un detallado conocimiento de las capacidades de la flota y una comprensión realista de las probables mejoras que se producirán antes de la fecha de implementación. Las proyecciones demasiado entusiastas de dichas capacidades dan lugar inevitablemente a importantes retrasos en el proyecto e incluso a cancelaciones. Por ello, es importante comunicarse con los explotadores de aeronaves y los reguladores para obtener una estimación realista de las futuras capacidades de la flota y llevar a cabo análisis objetivos de costo/ beneficios a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

4.2.7.6 Los objetivos del proyecto junto a las hipótesis sobre el tránsito y las capacidades de la flota previstas sirven para determinar cuáles de las especificaciones para la navegación pueden aplicarse a las ulteriores fases de diseño. Estas especificaciones se utilizan como base para el posterior diseño del espacio aéreo y de los procedimientos. La elección de la especificación para la navegación, el diseño del espacio aéreo y de procedimientos son pasos de carácter interactivo y pueden experimentar modificaciones varias antes que la elección de las especificaciones se confirme definitivamente en la Actividad 10.

4.2.7.7 La elección de la muestra de tránsito para el nuevo concepto de espacio aéreo es tan importante como el conocimiento de la propia flota ya que las rutas [rutas ATS, SID/STAR o los procedimientos de aproximación por instrumentos (IAP)] deberían emplazarse de tal modo que se garantizara la máxima eficiencia de vuelo, la máxima capacidad y el mínimo impacto ambiental (véase la Figura 9). Más aún, los enfoques SID y STAR crean un vínculo entre las principales rutas ATS en ruta y el umbral de las pistas activas (de ahí la importancia de conocer la pista principal y secundaria en uso). Las muestras de tránsito para el nuevo concepto de espacio aéreo son generalmente muestras del tránsito futuro, esto es, en las que se han formulado determinadas hipótesis sobre la composición de la flota, el calendario de vuelos y la evolución de la demanda con respecto tanto al volumen como a los circuitos de tránsito.

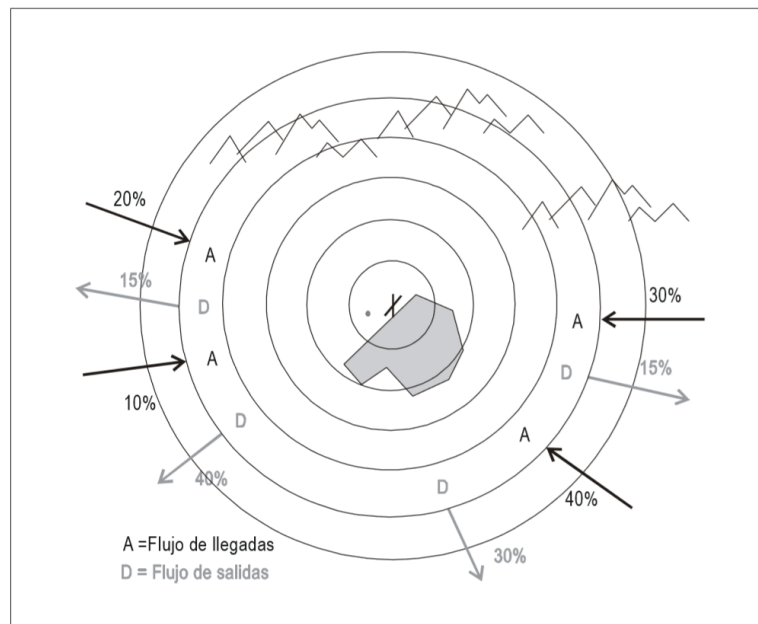


Figura 9 – Ejemplo de hipótesis de tránsito futuro

4.2.7.8 El éxito de un concepto de espacio aéreo puede mantenerse o decrecer en función de las hipótesis de tránsito. Pueden utilizarse diversos modelos para determinar los pronósticos de tránsito aéreo, y aunque puede ayudar considerablemente el conocimiento del ATC actual sobre los flujos de tránsito aéreo, debe analizarse a fondo la muestra de tránsito propuesta para 20XX, teniendo en cuenta las proyecciones de todas las partes interesadas que se vean afectadas. Invariablemente, se determinarán ciertas características en la muestra de tránsito, por ejemplo, en el concepto de espacio aéreo deben tenerse en cuenta las variaciones estacionales, semanales o diarias de la demanda, los cambios en las horas de mayor tránsito y la relación entre los flujos de llegadas y de salidas (véase la Figura 10).



Figura 10 – Ejemplo de pronósticos de tránsito

4.2.7.9 Esta actividad consiste en confirmar la especificación para la navegación del manual de la PBN que se corresponda, en términos de performance/ funcionalidad de navegación, con los requisitos del concepto de espacio aéreo. Puede ser una tarea difícil de lograr, motivo por el cual en la Actividad 7 se recalca la importancia de efectuar un análisis riguroso de la flota de aeronaves. Al ser rara vez rentable solicitar que en una proporción significativa de la flota se reacondicionen los sistemas o los sensores RNAV para lograr una funcionalidad específica, es determinante que el diseño de las Actividades 8 a 9 se mantenga dentro de los límites de la capacidad actual de la aeronave. La introducción europea de la RNAV 5 proporciona un ejemplo útil de cómo tuvieron que “rebajarse” las expectativas a consecuencia del equipamiento de la flota. En los años noventa, la intención inicial residía en la implantación de la RNAV 1, pero ésta tuvo que limitarse a la RNAV 5 cuando, tres años antes de la fecha de implantación, quedó patente que la sustitución natural que se esperaba realizar del equipo más antiguo por sistemas compatibles con la RNAV 1 era mucho más lenta de lo previsto y que los reacondicionamientos serían muy costosos.

4.2.7.10 Si se impone, entonces todas las aeronaves que atraviesen el espacio aéreo podrán volar por nuevas rutas y emplear nuevos procedimientos. No obstante, deberá demostrarse que el beneficio de esta imposición supera al costo de implantación.

4.2.7.11 Una opción puede ser considerar un entorno mixto de navegación que conlleve una o más especificaciones para la navegación PBN y el tránsito que utilice navegación convencional. Los entornos mixtos de navegación generalmente suelen ocurrir en uno de los tres escenarios que siguen:

- a) se implanta una aplicación PBN, pero no como una obligación, y se conserva la navegación convencional;
- b) se impone una “obligación mixta” al volumen del espacio aéreo — generalmente operaciones en ruta u oceánicas/remotas basadas en procedimientos en las que se requiere una aplicación RNAV para realizar operaciones a lo largo de un conjunto de rutas o altitudes, y una aplicación RNP a lo largo de otro conjunto de rutas o altitudes dentro del mismo espacio aéreo; o
- c) en un espacio aéreo se implanta una mezcla de aplicaciones RNAV o RNP, pero para los explotadores no es obligatorio tener la capacidad de realizarlas. Nuevamente, la navegación convencional podría ser autorizada para las aeronaves que no estén aprobadas para ninguna de las especificaciones de navegación.

4.2.7.12 Los entornos mixtos de navegación pueden tener repercusiones negativas en la carga de trabajo ATC, particularmente cuando se trata de operaciones en ruta o de áreas terminales muy densas. La aceptabilidad de un entorno mixto de navegación también depende de la complejidad de la estructura de la ruta ATS o terminal, del diseño de procedimientos y de la disponibilidad y funcionalidad de las herramientas de apoyo ATC. La mayor carga de trabajo ATC puede crear la necesidad de limitar las operaciones mixtas a un máximo de dos tipos, en los que existe un nivel principal de capacidad. En algunos casos, el ATC sólo puede aceptar un entorno mixto cuando un elevado porcentaje (70%–90%) del tránsito esté aprobado respecto a la especificación para la navegación requerida. Por estas razones, es de crucial importancia que las operaciones en un entorno mixto de navegación sean evaluadas correctamente a fin de determinar su viabilidad.

4.2.7.13 Para la implementación, también se deben planificar reglas de transición considerando aspectos técnicos y operacionales, para que las aeronaves en vuelo puedan completar sus vuelos de acuerdo a la circulación aérea vigente al momento del cambio y contemplando las aeronaves que, tal vez, aún no han tenido la nueva información aeronáutica en los días siguientes a la implementación.

4.2.7.14 **RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:**

- a) Gerente de Planificación de Espacio Aéreo (GEA), con el apoyo del equipo del proyecto, según el área de especialización de cada participante, conocer y/ o definir las hipótesis CNS/ATM del escenario futuro (operación post-implementación del proyecto):
 1. la capacidad de navegación de la aeronave que se espera opere en el espacio aéreo:
 - i. Equipamiento de navegación de la aeronave;
 - ii. Infraestructura NAV y cobertura;
 - iii. Mezcla convencional de PBN.
 2. Pista en uso (principal/secundaria):
 - i. la principal pista en uso dentro de una TMA en particular;
 - ii. Pistas disponibles/longitud. Condiciones meteorológicas. Ayudas para el aterrizaje;
 - iii. ¿Terreno en campo abierto?
 - iv. ¿Orientación elegida? Estadísticas de uso de la pista.
 3. el porcentaje de operaciones que se realizarán durante los procedimientos de aproximación con guía vertical baro-VNAV;
 4. las principales corrientes de tránsito (en 20XX éstas podrían diferir de las actuales):
 - i. Muestra representativa del tránsito, distribución — tiempo/geografía, Cotejo del tránsito en instalaciones adyacentes;
 - ii. Mezcla de IFR y reglas de vuelo visual (VFR);
 - iii. Mezcla de lo civil y lo militar;
 - iv. Mezcla de performance de la aeronave (turborreactor/turbohélice/helicóptero);
 5. los sistemas de comunicación y vigilancia ATS que estarán disponibles en 20XX y sus respectivas coberturas; y
 6. las hipótesis específicas del sistema ATC, tal como el número máximo de sectores que estarán disponibles para su uso y respectivos equipo y personal.

4.2.8 Actividad 7: Desarrollo del Plan de Medición de Performance

4.2.8.1 El análisis en profundidad del escenario de referencia de la Actividad 4 contribuye directamente al nuevo concepto de espacio aéreo. Puede ser que los objetivos del proyecto y su alcance se hayan decidido en la Actividad 3 (y/ o actualizado en la Actividad 4), pero continúa siendo necesario determinar cómo medir su éxito. Por ejemplo, el proyecto habrá tenido éxito cuando se cumplan sus objetivos estratégicos — si estos residen en duplicar la capacidad de la pista X y ello se demuestra mediante una Simulación en Tiempo Real (RTS) del nuevo concepto de espacio aéreo, entonces el proyecto habrá cumplido estos criterios de actuación.

4.2.8.2 Antes de comenzar a diseñar las trayectorias, es necesario establecer los objetivos estratégicos a alcanzar por el proyecto, así como describir los indicadores que se utilizarán para medir la performance del proyecto. Las principales áreas de actuación son:

- a) Seguridad Operacional;
- b) Eficiencia;
- c) Capacidad;
- d) Accesibilidad; y
- e) Medio ambiente.

Nota 1: Los indicadores ATM, las áreas de performance y las metodologías de medición del performance se describen en el Doc. 9750 - Global Air Navigation Plan (GANP).

Nota 2: El Gerente de Medición de Performance (GMP) puede definir indicadores que no están incluidos en el GANP, si fuera necesario para atender los objetivos del proyecto.

4.2.8.3 La necesidad de establecer un Plan de Medición de Performance es verificar si la introducción del nuevo concepto de espacio aéreo es factible, en la fase de pre-implementación, y si cumplió con los objetivos estratégicos del proyecto, en la fase de post-implementación.

Nota: En un repositorio de la Secretaría (proyecto RLA 06 901) están disponibles formularios para ayudar en el desarrollo del Plan de Medición de Performance del proyecto. Enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1ve_Ee2jKRCBJigHL9HxvLt_SNELzUZcO?usp=drive_link

4.2.8.4 La evaluación debe ser un proceso continuo, con una evaluación cualitativa desde la creación del concepto, pasando por la implementación, hasta el seguimiento posterior a la implementación y proporcionando la base para la evaluación cuantitativa.

Nota 1: La evaluación cualitativa se logra a través de un análisis detallado, en el cual el proyecto debe ser evaluado frente a las recomendaciones de la OACI y a las mejores prácticas internacionales, con base en los objetivos estratégicos del proyecto.

Nota 2: La evaluación cuantitativa se refiere a los resultados "cuantificados", producidos en forma de datos numéricos, tales como, por ejemplo, aumento de la capacidad en un 20 %.

4.2.8.5 A pesar de optar generalmente por la valoración cuantitativa, ya que aporta valores más “tangibles”, esta percepción aislada, en un análisis amplio, puede dar lugar a una mala interpretación por al menos dos motivos:

- a) La evaluación cualitativa se basa en el juicio de los expertos ATC y es la principal forma de garantizar el cumplimiento de las reglamentaciones durante el proceso de planificación del concepto del espacio aéreo; y si el equipo se basa completamente en resultados cuantitativos sin análisis cualitativo (es decir, utilizando el juicio de expertos para interpretar los resultados), es probable que el valor de la evaluación cuantitativa tenga mayor peso y puede conducir a resultados no deseados; y
- b) Debido a la naturaleza compleja y altamente variable del espacio aéreo y las operaciones de tránsito aéreo, los modelos cuantitativos de evaluación de la seguridad tienden a limitar el número de elementos operacionales a aquellos que tienen el mayor efecto, lo que puede arrojar resultados inexactos. Por esta razón, la evaluación cuantitativa debe equilibrarse con la evaluación cualitativa, es decir, el juicio operativo y la experiencia para las complejas interacciones, condiciones, dependencias y mitigaciones para las cuales la evaluación cuantitativa no puede proporcionar una medida significativa.

4.2.8.6 Con respecto a los criterios de performance, estos se refieren a cómo se mide el éxito del concepto de espacio aéreo. Si bien el desempeño seguro puede verse como la primera medida del éxito, no es suficiente que el espacio aéreo sea seguro si no brinda la performance esperada en términos de capacidad y medio ambiente, entre otros.

4.2.8.7 Al igual que con los criterios de seguridad, los criterios de desempeño están estrechamente relacionados con los objetivos del proyecto. Los criterios de desempeño a seleccionar se hacen evidentes al responder la pregunta “¿Qué determina el éxito del concepto de espacio aéreo?” Además, “¿Cómo puede confirmar que se han cumplido los objetivos?”

4.2.8.8 Ejemplos de criterios de desempeño en el espacio aéreo en ruta:

- a) El promedio anual de demora ATFM en ruta para los vuelos de un ACC cumpla con el valor de referencia proporcionado por la autoridad ATFM;
- b) La distancia, tiempo y reducción de emisiones, demostradas dentro del alcance de la red ATM;
- c) La reducción de la carga de trabajo;
- d) Aumento de la capacidad del sector.

4.2.8.9 Habiendo decidido los criterios de desempeño (a menudo incorporados en los objetivos estratégicos y de diseño), es necesario que el equipo de diseño del espacio aéreo seleccione la herramienta adecuada para medir correctamente estos criterios. Si bien los métodos comparativos y absolutos se usan comúnmente en un contexto de seguridad, los criterios de desempeño también se pueden evaluar de forma comparativa o absoluta, como se ilustra en la Tabla 2.

Tabla 2 - Ejemplos de utilización de los métodos Comparativo y Absoluto

Método	Utilización
Comparativo	a) El retraso promedio anual en ruta de la ATFM al ACC XX ha disminuido en al menos 0,5 minutos por vuelo en comparación con el año pasado; b) Los ahorros en distancia, tiempo y emisiones dentro de la red pueden demostrarse frente al escenario de referencia; c) Las capacidades del sector han aumentado; d) La carga de trabajo se ha reducido; y e) El número de millas voladas por la aeronave que llega no se amplía en más del 5%.
Absoluto	a) El promedio de demora ATFM en la ruta por vuelo para un ACC XX es de 0,3 minutos, según el valor de referencia; b) El par de ciudades X-Y demuestra un ahorro de distancia semanal total de al menos 3000 NM, junto con las reducciones de tiempo y emisiones asociadas; c) Las capacidades de la industria ahora son de 48 a 50 movimientos por hora; d) La carga de trabajo disminuyó en un 10%; e) El número de millas voladas por la aeronave que llega no excede las xx NM para un flujo dado.

4.2.8.10 **RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:**

- a) Gerente de Medición de Performance (GMP), con el apoyo del equipo del proyecto, según el área de especialización de cada participante, desarrollar el Plan de Medición de Performance:
 - i. identificar las áreas y los indicadores de desempeño, los cuales deben estar de acuerdo con los objetivos estratégicos de la Propuesta de Concepto de Espacio Aéreo;
 - ii. identificar los aspectos que deben ser utilizados en la validación del concepto de espacio aéreo y aquellos que deben ser monitoreados después de la implementación;
 - iii. establecer los objetivos específicos;
 - iv. establecer la metodología para la obtención de los indicadores (proceso de recopilación, tabulación y análisis de datos);
 - v. desarrollar el Plan de Medición de Performance;
 - vi. medir, por lo menos 1 año antes de la implementación del proyecto, el desempeño del escenario de referencia a través de indicadores clave de desempeño (KPI) para futuras comparaciones con el(los) escenario(s) propuesto(s) en la Fase de Validación e Implementación (post-implementación);
 - vii. ejecutar el Plan de Medición de Performance en las fases de Validación e Implementación (post-implementación).

4.3 FASE DE DISEÑO

4.3.1 Una vez aceptadas las hipótesis ATM/CNS, se da comienzo al diseño del espacio aéreo y el desarrollo de la(s) propuesta(s) de escenarios para la implementación del concepto de espacio aéreo. Una de las propuestas será elegida durante la Fase de Validación como el nuevo Concepto de Espacio Aéreo.

4.3.2 Tanto para el espacio aéreo en ruta como terminal, su diseño consiste en un proceso interactivo, en el que se utilizan preferentemente la evaluación cualitativa y el juicio operacional de los controladores de tránsito aéreo, los pilotos y los diseñadores de procedimientos de vuelo y espacios aéreos del equipo del proyecto.

4.3.3 Es crucial garantizar la coherencia entre el espacio aéreo en ruta y el terminal – los diseños en ruta deben estar completamente integrados en los diseños terminales.

4.3.4 El desarrollo de la(s) propuesta(s) de escenario debe(n) ser iniciada(s) por la preparación de un escenario preliminar (borrador), desarrollado por el planificador de espacio aéreo del proyecto, asistido inicialmente por diseñadores de procedimientos y controladores de tránsito aéreo de las unidades ATC involucradas, los cuales actúan como facilitadores durante este proceso y proporcionan orientación sobre el emplazamiento de rutas y trayectorias de procedimientos desde una perspectiva tanto de margen de franqueamiento de obstáculos/ despeje del espacio aéreo, la circulación aérea en la FIR/ TMA, demanda de tránsito y performance de la aeronave.

4.3.5 Después, el escenario preliminar, debe ser evaluado por pilotos y otros especialistas participantes del proyecto (estándares de vuelo, ingenieros de operaciones de vuelo, seguridad operacional, etc) antes de ser considerado una Propuesta de Escenario y seguir para la Fase de Validación.

Nota: El escenario preliminar no debe avanzar a otras fases del proyecto, por ejemplo, la validación en vuelo, o entrenamiento de ATCO hasta que no sea aprobado por las principales partes interesadas del proyecto.

4.3.6 Para el equipo, los pilotos técnicos y/o especialistas en estándares de vuelo son fundamentales para el diseño conceptual inicial al brindar información sobre la performance real de la aeronave (por ejemplo, la relacionada con el ascenso/ descenso y con los virajes), lo que resulta más efectivo que depender de modelos teóricos por computadora que contengan parámetros de performance de la aeronave. Por su lado, los ingenieros de operaciones de vuelo pueden contribuir con un análisis costo-beneficio obtenido en la planificación de vuelo entre pares de ciudades, lo que puede indicar la necesidad de ajustes en las trayectorias del escenario preliminar para alcanzar más eficiencia y ahorros de millas voladas.

4.3.7 Primero, el equipo diseñará las SID/STAR y las rutas ATS a través de un proceso analítico interactivo que comienza a nivel conceptual y se convierte en una actividad de diseño detallado y riguroso. El emplazamiento de las rutas ATS suelen estar determinados por la demanda de tránsito aéreo, pista(s) en uso, objetivos estratégicos y las restricciones que impongan los obstáculos y el espacio aéreo reservado. También puede depender de la cobertura proporcionada por las ayudas para la navegación basadas en tierra, en caso de requerirse un apoyo como tal. (véase la Figura 11).

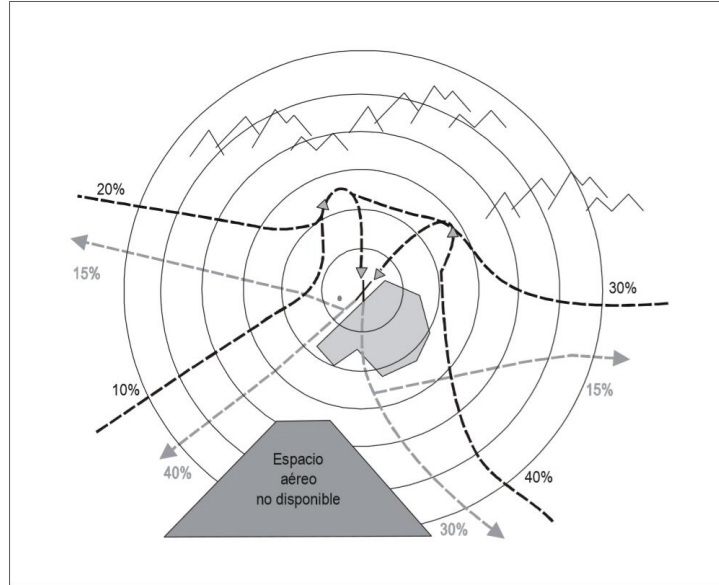


Figura 11 – Ejemplo de Diseño Inicial de una Propuesta de Concepto de Espacio Aéreo

Nota 1: El espaciado entre rutas requerido y la infraestructura CNS disponible ayudan a confirmar si la capacidad de la flota de la Actividad 6 junto con la elección preliminar entre las especificaciones de RNAV o RNP existentes respaldarán la propuesta de diseño de ruta.

Nota 2: El papel del diseñador de procedimientos en la descripción de rutas del espacio aéreo terminal y su emplazamiento reviste una importancia decisiva. Es este especialista quien asesora al equipo sobre si las rutas previstas se corresponden con las hipótesis de especificaciones para la navegación y si pueden diseñarse de conformidad con los criterios de los PANS-OPS.

4.3.8 Tras diseñarse las rutas y garantizarse un margen de franqueamiento de obstáculos apropiado, se define un volumen general de espacio aéreo para proteger todas las trayectorias de vuelo IFR (TMA).

Nota: En regiones en las que se designe como espacio aéreo controlado a la totalidad del espacio aéreo por encima de un nivel especificado, puede ser de menor aplicación la definición de volúmenes de espacio aéreo por encima de dicho nivel.

4.3.9 Para concluir, se sectoriza el volumen de espacio aéreo para fines de ATM (véase la Figura 12).

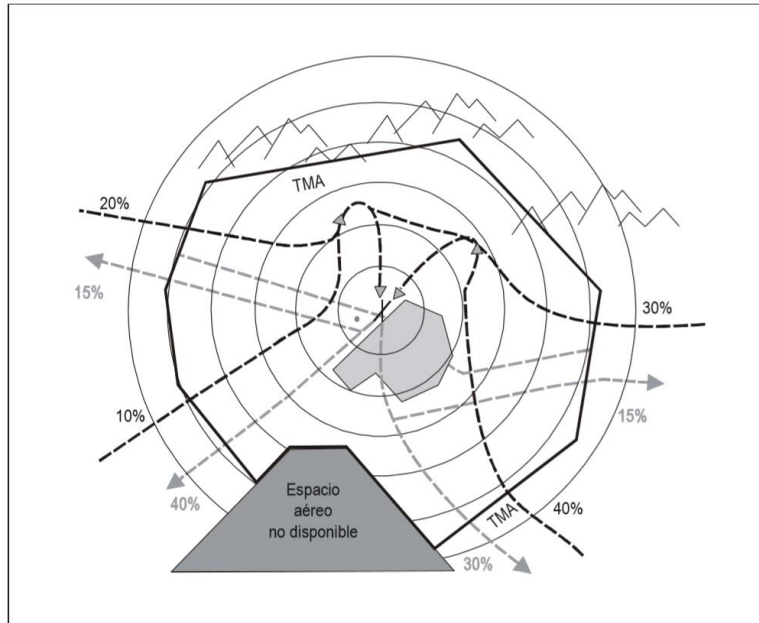


Figura 12 – Propuesta de Concepto de Espacio Aéreo con Sectorización

4.3.10 Las distintas actividades y el carácter iterativo de la tarea indican que debe existir una estrecha cooperación entre todas las partes interesadas que intervengan en el proceso (véase la Figura 13).

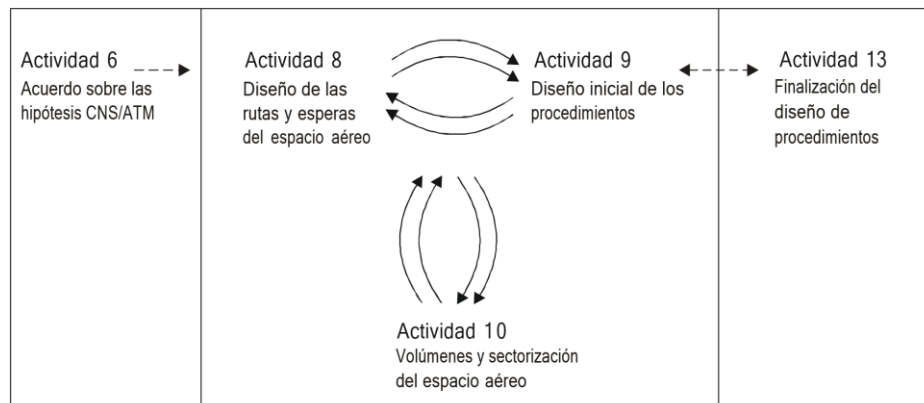


Figura 13 – Iteraciones del diseño

4.3.11 La Fase de Diseño es compuesta de las siguientes Actividades:

- ✓ Actividad 8: Rutas y esperas del espacio aéreo;
- ✓ Actividad 9: Diseño inicial de los procedimientos;
- ✓ Actividad 10: Volúmenes y sectorización del espacio aéreo; y
- ✓ Actividad 11: Consolidación de las propuestas de nuevo escenario operacional.

4.3.12 Actividad 8: Rutas y esperas del espacio aéreo

4.3.12.1 La PBN posibilita el emplazamiento de rutas en lugares óptimos siempre y cuando las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio proporcionen la cobertura necesaria. Ello significa que las rutas podrán emplazarse de manera que:

- a) aumenten la capacidad evitando conflictos entre los flujos de tránsito tanto en el plano lateral como vertical;
- b) mejoren la eficacia operacional acortando las longitudes de ruta; Alienten las operaciones de Descenso Continuo (CDO) o Ascenso Continuo (CCO) mediante ventanas verticales, permitiendo perfiles más eficientes en términos de ahorro de combustible y reduciendo el impacto ambiental, incluyendo el ruido y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Nota: Las CDO se abordan en detalle en el Manual de operaciones de descenso continuo (CDO) (Doc 9931) y las CCO en el Manual de operaciones de ascenso continuo (CCO) (Doc 9993).

- c) eviten áreas sensibles al ruido;
- d) eludan el tránsito bidireccional en la misma ruta con rutas paralelas;
- e) brinden distintas opciones de rutas entre pares de ciudades;
- f) mejoren la accesibilidad aeroportuaria; y
- g) perfeccionen la seguridad operacional.

4.3.12.2 Lo que es más importante, la PBN logra una conectividad eficiente entre los procedimientos en ruta y terminales posibles, garantizando así un ciclo ininterrumpido de rutas. Todas estas ventajas no invalidan las mejores prácticas en el diseño de rutas desarrolladas durante décadas.

4.3.12.3 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente del Espacio Aéreo (GEA), con el apoyo del equipo del proyecto, según el área de especialización de cada participante, debe utilizar las técnicas de planificación de espacio aéreo presentadas en la Parte II de este manual para desarrollar las rutas y esperas del nuevo escenario operacional.

4.3.13 Actividad 9: Diseño inicial de los procedimientos

4.3.13.1 El diseño preliminar de los procedimientos de navegación aérea (IAC/SID/STAR) se organiza conjuntamente con el diseño del espacio aéreo y comprende cuatro etapas:

- a) primero, se analiza el diseño del espacio aéreo para confirmar qué performance de navegación es necesaria para conseguir el diseño previsto;
- b) segundo, se analiza la capacidad de la flota para determinar si cumple con la performance de navegación requerida por el diseño previsto;
- c) tercero, se analiza la infraestructura de ayudas para la navegación a fin de dilucidar si la cobertura de éstas es suficiente para respaldar el diseño previsto — si se espera utilizar ayudas para la navegación basadas en tierra, debería comprobarse su disponibilidad y cobertura antes que el diseño vaya demasiado lejos; y

- d) cuarto, se analizan las rutas y esperas propuestas para determinar si son factibles, teniendo en cuenta la performance de navegación necesaria [véase el apartado b) anterior], la cobertura de ayudas para la navegación disponible, los criterios apropiados para el espaciado entre rutas y las limitaciones de obstáculos.

4.3.13.2 Si la capacidad de la flota o la infraestructura de navegación es inadecuada, puede ser necesario buscar soluciones intermedias, lo que podría significar modificar el concepto de espacio aéreo. Si las rutas demuestran no ser factibles, tendrá que reconsiderarse el diseño de dicho espacio.

4.3.13.3 La elección de la performance de navegación puede realizarse al principio del proceso de diseño basándose en las decisiones tomadas en la Actividad 6. Al tornarse el diseño más específico, el diseñador de procedimientos del equipo de diseño del espacio aéreo debería aclarar si se requerirán determinadas funcionalidades y si se espera que estén disponibles.

4.3.13.4 En esta etapa también puede ser observada la necesidad de ajustar el diseño original del Concepto de Espacio Aéreo, debido a cualquier no cumplimiento de los criterios y/o parámetros de diseño de procedimientos (PANS-OPS) o de organización y estructuración del espacio aéreo.

Nota: Dependiendo de la complejidad, puede ser necesario evaluar los procedimientos en los simuladores de las aerolíneas.

4.3.13.5 Es importante preparar cartas prototipo (borradores) de procedimientos de navegación aérea, y otras cartas aeronáuticas que componen la estructura del espacio aéreo, si es necesario, para su utilización en la Fase de Validación. Sin embargo, la elaboración de las cartas aeronáuticas en su versión final solo debe ocurrir después de validar el concepto de espacio aéreo, ya que el costo para completar esta tarea es muy alto y el equipo debe tener garantías de que el escenario propuesto para el nuevo concepto de espacio aéreo es viable.

4.3.13.6 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente del Espacio Aéreo (GEA), con el apoyo del equipo del proyecto, según el área de especialización de cada participante, debe establecer los procedimientos de navegación aérea (IAC/SID/STAR) y la circulación visual (rutas visuales y circuito de tránsito) del nuevo escenario operacional.
- b) Gerente de Producción de Cartas (GPC), con el apoyo de su equipo, debe elaborar las cartas prototipo (borradores) de procedimientos de navegación aérea (IAC/SID/STAR), y otras cartas aeronáuticas tales como ENRC, ARC, VAC, etc, si fuere necesario a la Fase de Validación, de la(s) propuesta(s) de escenario operacional.

4.3.14 Actividad 10: Volúmenes y sectorización del espacio aéreo

4.3.14.1 El diseño de rutas ATS, rutas terminales (procedimientos de navegación aérea), estructuras del espacio aéreo y sectorización ATC es un proceso iterativo. Las estructuras del espacio aéreo y la sectorización ATC se examinan una vez completadas las rutas ATS y terminales. La estructura del espacio aéreo se crea para proteger las trayectorias de vuelo IFR, tanto vertical como lateralmente, pudiendo ser necesario modificar las rutas para garantizar que encajen en dicha estructura. Una vez se ha completado ésta, se sectoriza el espacio aéreo para fines de ATM, pudiendo ser de nuevo necesario reconsiderar el emplazamiento de rutas. Ni las estructuras ni los sectores han de ceñirse necesariamente a las fronteras nacionales. Es posible, e incluso deseable por motivos de eficiencia de vuelo y capacidad, diseñar estructuras o sectores del espacio aéreo transfronterizos. En tales casos, habrá de considerarse la delegación del ATS.

4.3.14.2 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente del Espacio Aéreo (GEA), con el apoyo del equipo del proyecto, según el área de especialización de cada participante, debe utilizar las técnicas de planificación de espacio aéreo presentadas en la Parte II de este manual para establecer la estructura de los diversos espacios aéreos (ATZ, CTR, TMA, CTA, UTA, FIR), sus límites superiores/ inferiores, su clasificación (servicio ATC) y la sectorización estos espacios aéreos.

4.3.15 Actividad 11: Consolidación de las propuestas nuevo escenario operacional

4.3.15.1 Esta actividad consiste en consolidar las tareas ejecutadas en la Fase de Diseño para la composición de la(s) propuesta(s) de escenario(s) que será(n) sometida(s) a validación, para su comparación con el Escenario de Referencia, con el objetivo de elegir el mejor escenario, que será el nuevo escenario del concepto de espacio aéreo, en función de los parámetros establecidos en el proyecto.

Nota 1: Este proceso de composición de escenarios debe ocurrir en un ambiente de Toma de Decisiones en Colaboración (CDM) entre todos los involucrados en el proyecto.

Nota 2: Se recomienda preparar al menos dos escenarios propuestos para la comparación con el escenario de referencia.

4.3.15.2 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente del Espacio Aéreo (GEA), con el apoyo del equipo del proyecto, según el área de especialización de cada participante, debe consolidar los trabajos para el desarrollo de rutas, esperas, procedimientos IFR y VFR, estructura de espacio aéreo (ATZ, CTR, TMA, CTA, UTA, FIR) y su sectorización para composición de la(s) propuesta(s) de nuevo escenario del concepto de espacio aéreo.

4.4 FASE DE VALIDACIÓN

4.4.1 Visión General

4.4.1.1 Una vez completado el diseño del espacio aéreo, el concepto se habrá convertido en una o más propuestas de escenario operacional que necesita(n) ser validada(s) . La validación se lleva a cabo en varias fases:

- a) el concepto de espacio aéreo suele validarse durante el proceso de diseño y, de nuevo, cuando éste se completa; y
- b) las nuevas rutas se validan una vez que finaliza el proceso de diseño.

Nota: En la siguiente sección se aborda la validación del concepto de espacio aéreo y del diseño del mismo. La validación de los procedimientos de vuelo por instrumentos se trata en el Doc 8168, Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea – Operación de Aeronaves, Volumen II – Construcción de Procedimientos de Vuelo Visual y por Instrumentos y en el Manual de Garantía de Calidad para el Diseño de Procedimientos de Vuelo (Doc 9906).

4.4.1.2 La Fase de Validación es compuesta de las siguientes Actividades:

- ✓ Actividad 12: Validación del concepto de espacio aéreo;
- ✓ Actividad 13: Finalización del diseño de procedimientos; y

- ✓ Actividad 14: Validación del diseño de procedimientos.

4.4.2 Actividad 12: Validación del concepto de espacio aéreo

4.4.2.1 Los principales objetivos de la validación del concepto de espacio aéreo residen en:

- evaluar si pueden lograrse los objetivos del proyecto aplicando el diseño del espacio aéreo y el concepto de espacio aéreo en general y si el análisis de rentabilidad es positivo;
- examinar la validez de la ATM del diseño del espacio aéreo;
- determinar los posibles puntos débiles del concepto y elaborar medidas de mitigación; y
- demostrar que el diseño es seguro, esto es, para respaldar la evaluación de la seguridad operacional.

4.4.2.2 Los métodos de validación pueden dar resultados cuantitativos o cualitativos. Ambos tipos de resultados son necesarios, y las validaciones se llevan a cabo de manera simultánea, ya que cada método necesita la información obtenida por el otro. Es esencial que los resultados se consideren como una sola entidad aun cuando provengan de métodos significativamente distintos. En términos generales, la evaluación cuantitativa hace referencia a los métodos de validación de carácter numérico y se basa en la cuantificación de datos. Estos métodos están fundamentados, por lo general, en instrumentos que suelen ser simuladores informáticos. La evaluación cualitativa no se basa tanto en datos, sino más bien en el análisis objetivo, el razonamiento, la argumentación y la justificación. No obstante, los datos de una evaluación cuantitativa tampoco pueden ser aceptados sin un análisis y, por ende, el resultado final dependerá del uso eficaz de los instrumentos de evaluación cualitativa. En la Tabla 3 se facilita una comparación de los distintos métodos de elaboración de modelos.

Tabla 3 – Ejemplo de comparación de modelos

	<i>Entrada de muestra</i>	<i>Punto de referencia de la evaluación empleada</i>	<i>Resultado</i>	<i>Método de validación</i>
<i>Evaluación cualitativa</i>	Diseño del espacio aéreo publicado y propuesto (rutas/esperas, estructuras y sectores).	Criterios de performance y de seguridad operacional no numéricos basados en los SARP, los procedimientos y los textos de orientación de la OACI y las reglamentaciones nacionales/locales.	Principalmente, el razonamiento, argumentación y justificación textual/con diagramas.	– Opinión de los expertos sobre CNS/ATM – Modelado del espacio aéreo

	<i>Entrada de muestra</i>	<i>Punto de referencia de la evaluación empleada</i>	<i>Resultado</i>	<i>Método de validación</i>
<i>Evaluación cuantitativa</i>	Diseño del espacio aéreo (rutas/esperas, estructuras y sectores), publicado y propuesto, por lo general, en forma de datos informáticos, en el que se presentan la organización del espacio aéreo y las muestras de tránsito. Estudios — registros de datos radar, registros de planes de vuelo, registros de vuelos, cuestionarios. Estadísticas y pronóstico — estadísticas de operaciones aeroportuarias, recopilación de datos meteorológicos, demanda y distribución del tránsito.	Criterios de performance y de seguridad operacional numéricos absolutos, fundamentados en los criterios de performance y de seguridad operacional basados en los SARP, los procedimientos y los textos de orientación de la OACI y las reglamentaciones nacionales/locales.	Datos numéricos (principalmente)	– Modelado del espacio aéreo – FTS/RTS – Ensayos ATC reales – Simulación de vuelo – Herramientas analíticas de datos – Análisis estadístico – Modelado del riesgo de colisión – Modelado acústico

4.4.2.3 Tal como se ilustra en la Tabla 3, son varias las formas en que se lleva a cabo la validación del concepto de espacio aéreo:

- a) el modelado del espacio aéreo;
- b) la simulación en tiempo acelerado (FTS);
- c) la simulación en tiempo real (RTS);
- d) los ensayos ATC reales;
- e) la simulación de vuelo;
- f) las herramientas analíticas de datos;
- g) el análisis estadístico;
- h) el modelado del riesgo de colisión; y
- i) el modelado acústico.

4.4.2.4 Cada método difiere en términos de costo, realismo, complejidad, tiempo y número de muestras de tránsito y de casos de prueba. Cuanto más complejo sea el método de simulación utilizado, mayor será su costo, más larga la preparación/mayor el tiempo de ejecución requeridos y los resultados más cercanos a la realidad. Sin embargo, normalmente por motivos de costo/tiempo, la cifra de muestras de tránsito/casos de prueba tiende a decrecer a medida que aumenta la complejidad del método de simulación utilizado (véase la Figura 14).

4.4.2.5 La mayoría de los instrumentos de validación informatizados asume una performance de navegación de alta calidad poco realista por parte de la aeronave, aunque esto no suele afectar al principal objetivo del ejercicio de validación que es la comprobación de la factibilidad de la ATM y la seguridad operacional del concepto de espacio aéreo propuesto. Cuando se desee una investigación específica sobre las repercusiones de los modos de falla en la navegación, los escenarios de simulación requerirán de una pre-programación adicional. Cabe señalar que los criterios para el espaciado entre rutas ya tienen en cuenta los modos de falla en la navegación y que la mayoría de conceptos de espacio aéreo no requerirán de simulaciones de falla en la navegación específicas.

4.4.2.6 El número, alcance y duración de los métodos de validación utilizados están directamente vinculados a la complejidad del concepto de espacio aéreo y la muestra de tránsito. Cuanto mayor sea el número de cambios, y mayor impacto en la seguridad operacional, mayor será la exigencia de una investigación precisa y detallada para demostrar los beneficios operacionales y el cumplimiento de los criterios de seguridad operacional.

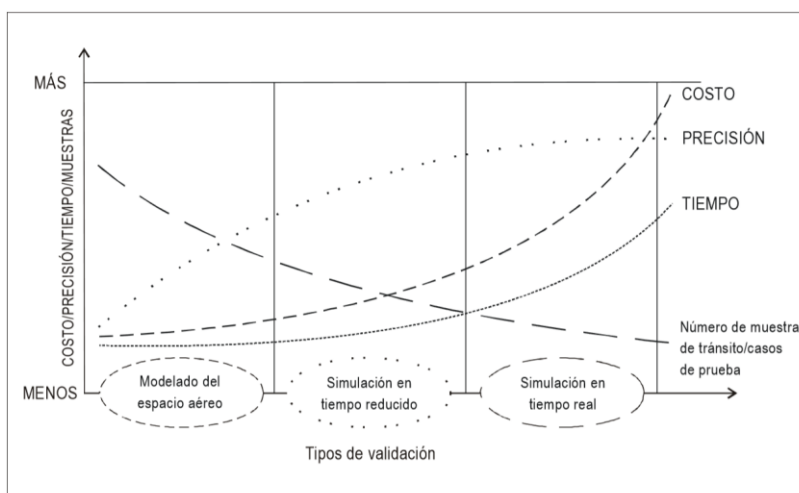


Figura 14 – Solución intermedia de la complejidad frente al costo

4.4.2.7 El equipo de diseño debería asignar tiempo suficiente al plan de proyecto para alcanzar un nivel de evaluación apropiado (modelado, FTS y RTS, ensayos reales). La planificación debería ser lo más flexible posible ya que los resultados del método de validación podrían repercutir considerablemente en la próxima etapa de validación de la secuencia o conducir a la suspensión del proceso de validación y a un retorno a la fase de diseño. El programa de validación debería prepararse cuidadosamente durante la fase de planificación del proyecto, y reservarse con la suficiente antelación el tiempo de acceso a las FTS y RTS. Muchos de los proyectos han sido pospuestos debido a la falta de disponibilidad de los simuladores en el momento decisivo.

4.4.2.8 Si se identifican problemas durante la validación que exijan retornar a la fase de diseño del proyecto, no debería oponerse resistencia. Por muchos motivos, de los cuales no menos importante es el costo, es mejor volver a la fase inicial más pronto que tarde.

a) MODELADO DEL ESPACIO AÉREO

4.4.2.9 El modelado del espacio aéreo está basado en computadora y tiende a ser uno de los métodos que se utilizan para validar el diseño del espacio aéreo. Se emplea durante la fase de diseño de éste, pues permite al equipo competente visualizar, en tres dimensiones, el emplazamiento y el perfil de las rutas, las estructuras del espacio aéreo y la sectorización.

4.4.2.10 Los instrumentos de modelado del espacio aéreo pueden utilizarse como simuladores sencillos, a escala reducida, en tiempo acelerado. Su principal uso reside en crear una representación en bruto del conjunto de las rutas y estructuras del espacio aéreo (sectores) junto a su interacción con una muestra de tránsito seleccionada. El instrumento genera trayectorias 4D simplificadas (posición + tiempo) con arreglo a los planes de vuelo descritos en la muestra de tránsito (con sus reglas) en una organización del espacio aéreo en particular (con sus reglas). Estas trayectorias, unidas a los bloques del espacio aéreo, se utilizan para calcular una serie de datos estadísticos tales como la carga del sector, la carga de los segmentos de las rutas y los conflictos. Con ayuda de instrumentos más avanzados de modelado del espacio aéreo pueden obtenerse datos más depurados sobre la carga de trabajo y la capacidad del sector. En la Tabla 4 se enumeran las ventajas y desventajas del modelado del espacio aéreo.

Tabla 4 – Ventajas y desventajas del modelado del espacio aéreo

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
• flexible • sencillo para evaluar varias alternativas • fácil adaptación al escenario • fácil generación de casos de prueba • fácil para crear y evaluar pruebas del tipo “¿qué pasaría si...?” • fácil para probar un amplio número de muestras de tránsito • puede usar datos procedentes de entornos ATC y de tránsito real	• representación en bruto del entorno real • solamente proporciona datos estadísticos de alto nivel • no puede reproducir las intervenciones tácticas del controlador • performance básica de las aeronaves • trayectorias simplificadas • no se representan las condiciones meteorológicas • la precisión depende considerablemente de la capacidad y experiencia del evaluador • alto grado de subjetividad y, por tanto, dificultad para que intervengan los usuarios

b) Simulación en tiempo acelerado (FTS)

4.4.2.11 La FTS se utiliza a menudo para validar una propuesta de concepto de espacio aéreo; también puede emplearse para demostrar que se han cumplido los objetivos de seguridad operacional.

4.4.2.12 El equipo de diseño del espacio aéreo puede utilizar la FTS antes que la simulación en tiempo real (RTS) como único instrumento de validación. La FTS es menos exigente que la RTS en términos de recursos humanos y a menudo constituye el método preferido para mejorar una propuesta de diseño, determinando las fallas de un concepto y/o preparando el camino para la RTS o la implementación directa.

4.4.2.13 La organización del espacio aéreo y la muestra del tránsito necesitan codificarse para el entorno simulado utilizando un lenguaje y una sintaxis específicos del programa informático. Los datos de entrada normalmente comprenden, dependiendo del tipo de simulador, las rutas, la muestra de tránsito asignada a cada una de ellas, la estructura y el sector del espacio aéreo, y reglas relativas al comportamiento de las aeronaves y la ATM.

4.4.2.14 El motor del simulador FTS genera trayectorias 4D (posición + tiempo) para cada aeronave, basándose en la información del plan de vuelo y las reglas. El sistema comprueba cada trayectoria ante determinados eventos predefinidos, tales como los conflictos, los cambios de nivel, los cambios de ruta y la entrada o salida de un sector. Cuando se detecta un evento tal, el sistema incrementa su contador y genera parámetros de tareas vinculados a él. Por ejemplo, si detecta que una aeronave ha traspasado el límite de un sector, aumentará en uno el número de aeronaves contabilizadas en ese sector específico y activará las tareas asignadas a los controladores (tales como la transferencia del control, la transferencia de comunicación y la identificación). En el modelo simulador, se describen por tarea las medidas de los controladores.

4.4.2.15 Las tareas son medidas básicas de ATC, generadas por acontecimientos específicos y con un valor temporal conexo. Este valor es el tiempo requerido en la vida real para que el controlador cumpla la medida específica. El simulador añade los valores del parámetro de tareas a un caso de prueba específico, lo que da como resultado una indicación de la carga de trabajo del controlador. En general, no se considera que un controlador esté sobrecargado de trabajo si esta cifra no excede del 70% del tiempo total del caso de prueba. La precisión de la medición de la carga de trabajo mejora cuando el *modus operandi* del ATC es más detallado y formalizado. En la Tabla 5 se enumeran las ventajas y desventajas de la FTS.

Tabla 5 – Ventajas y desventajas de la FTS

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
• uno de los métodos más utilizados en las evaluaciones de la capacidad del sector • oportunidad para recopilar datos cualitativos • alcance relativamente ilimitado y gran flexibilidad • relativamente sencillo para evaluar varias alternativas • adaptación relativamente fácil al caso de prueba • relativamente fácil para probar un amplio número de muestras de tránsito • puede utilizar datos reales sobre tránsito y medio ambiente • buena aceptación de los resultados • puede evaluar el logro del nivel deseado de seguridad operacional (TLS) • puede informar de la evolución del fundamento de la seguridad operacional	• modelo simplificado de operación “real” • solamente proporciona datos estadísticos • no puede reproducir las intervenciones tácticas del controlador • la calidad de los resultados depende considerablemente de la precisión del modelo • performance limitada de la aeronave y comportamiento simplificado de la misma • baja representación de las condiciones meteorológicas • dificultad para que intervengan los usuarios

c) Simulación en tiempo real (RTS)

4.4.2.16 La RTS se usa en las últimas etapas de la validación de una propuesta de diseño del espacio aéreo; también puede utilizarse para demostrar que se han satisfecho tanto los objetivos de seguridad operacional como los objetivos operacionales. Se emplea a menudo como comprobación final y etapa preparatoria de la implantación. Es un método que se utiliza principalmente porque brinda información real de los controladores de tránsito aéreo operacionales y por su potencial para lograr un alto grado de realismo. La RTS también permite a los controladores del tránsito aéreo familiarizarse con los cambios propuestos.

4.4.2.17 La RTS trata de reproducir con la mayor precisión posible el entorno real de trabajo de los controladores del tránsito aéreo. Los principales componentes de una plataforma RTS son:

- a) el motor del simulador;
- b) las posiciones de controlador activas;
- c) los seudopilotos y los sectores de alimentación; y
- d) el sistema de registro de datos.

4.4.2.18 El motor de simulación procesa los planes de vuelo y las entradas de los seudopilotos y los controladores y proporciona todas las posiciones de controlador activas con los datos pertinentes del mismo modo que los sistemas de procesamiento de datos radar (RDPS) y de procesamiento de datos de vuelo (FDPS). En la Tabla 6 se enumeran las ventajas y desventajas de la RTS.

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

Tabla 6 - Ventajas y desventajas de la RTS

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
• método de simulación más cercano a los ensayos ATC reales que puede utilizarse para evaluar y validar los objetivos de simulación • brinda la oportunidad de recopilar datos cuantitativos y cualitativos de gran calidad • información de los controladores basada en su experiencia operacional (evaluación cualitativa adicional) • información de los seudopilotos (en función de su pericia y de las condiciones de simulación) • puede indicar y evaluar cuestiones relacionadas con la performance de los factores humanos (evaluación cuantitativa y cualitativa adicional) • recopilación automática de datos (para una evaluación cuantitativa) • alcance ilimitado y mayor flexibilidad en comparación con los ensayos reales (evaluación cualitativa adicional) • sin riesgo para la operación real • permite comprobar los procedimientos de contingencia y el análisis de riesgos (evaluación cualitativa y cuantitativa) • sencillo para evaluar varias alternativas • información en línea y adaptación al escenario (evaluación cualitativa) • puede utilizar datos reales sobre tránsito y medio ambiente (datos cuantitativos) • buena aceptación de los resultados por los controladores (evaluación cualitativa de amplio alcance) • permite a los controladores familiarizarse con los cambios propuestos • puede ser parte de un fundamento de la seguridad operacional	• ambiente estéril: capacidades limitadas de la interfaz ser humano-máquina (IHM), transmisión artificial por radio (RT), performance del radar limitada • performance limitada de la aeronave y comportamiento simplificado de la misma • comportamiento de la aeronave poco realista debido a los seudopilotos sin, o con limitada experiencia en aviación • los seudopilotos no pueden reproducir la performance real de los equipos • baja representación de las condiciones meteorológicas • cuestiones relacionadas con la performance de los factores humanos: • mentalidad/actitud del controlador • capacidad del controlador • curva de aprendizaje del ejercicio/escenario • subjetividad de la evaluación (principalmente en relación con la carga de trabajo) • actitud complaciente • información del controlador ensombrecida por la experiencia histórica • es costoso y lleva tiempo • puede exigir muchos recursos • dificultades de programación relacionadas con la disponibilidad de los controladores operacionales para la simulación • dificultad para que intervengan directamente los usuarios

d) Ensayos ATC reales

4.4.2.19 Los ensayos ATC reales son probablemente el método de validación menos utilizado. Generalmente, esto obedece a que están concebidos como los que conllevan los riesgos más elevados pese a proporcionar lo que probablemente suponga el mayor grado de realismo. Cuando se utilizan, los ensayos reales tienden a estar destinados a evaluar un elemento muy específico del cambio en el espacio aéreo, tal como una nueva SID o STAR o un nuevo diseño del sector con una muestra de tránsito muy limitada. En la Tabla 7 se enumeran las ventajas y desventajas de los ensayos ATC reales.

Tabla 7 – Ventajas y desventajas de los ensayos ATC reales

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
• el método de validación más preciso • se recopilan datos reales • reúne información de todos los usuarios • buena aceptación de los resultados por los usuarios	• consideraciones sobre seguridad operacional/riesgo • necesidad de análisis posteriores al ensayo muy detallados • alcance ilimitado • flexibilidad limitada

e) SIMULACIÓN DE VUELO

4.4.2.20 Los simuladores de vuelo completo son conocidos por su mayor realismo y precisión a la hora de reproducir todas las características operacionales de un tipo de aeronave específico. Las situaciones normales y anormales, comprendidas todas las condiciones medioambientales que se experimenten en un vuelo real, pueden simularse con precisión. Se ha incrementado el uso de simuladores merced a los adelantos tecnológicos y los ahorros significativos de costos que ofrece la instrucción en simulación de vuelo en comparación con el tiempo de vuelo real. Hoy en día, los simuladores de vuelos comerciales son tan sofisticados que los pilotos que dominan un tipo de aeronave pueden ser entrenados íntegramente en el simulador de un nuevo tipo antes de haber pilotado la aeronave en sí.

4.4.2.21 Además de la instrucción de pilotos, la simulación de vuelo desempeña un papel valiosísimo en otros ámbitos aeronáuticos, tales como la investigación en general, la investigación de accidentes, el diseño y la fabricación de aeronaves, el análisis operacional y otras actividades como los vuelos espaciales. Los ámbitos de investigación comprenden nuevos conceptos y sistemas, cualidades de vuelo y factores humanos. La mayoría de los fabricantes de aeronaves utilizan simuladores de investigación como parte integrante del diseño, la fabricación y la certificación de aeronaves. Los principales proyectos aeronáuticos serían ahora poco prácticos sin el amplio uso de la simulación de vuelo, tanto en términos de costos como de seguridad operacional.

4.4.2.22 Varios son los ámbitos en los que el simulador de vuelo puede prestar asistencia en la terminación con éxito de un proyecto de espacio aéreo terminal. Las cuestiones medioambientales y los poderosos grupos de presión están influenciando el emplazamiento de rutas terminales (y las altitudes conexas) en un número cada vez mayor de localizaciones. Puede resultar muy complejo, únicamente mediante el uso de modelos matemáticos y/o FTS, convencer a estos grupos que sus preocupaciones ambientales se han abordado plenamente, mientras que el realismo del simulador de vuelo puede contribuir considerablemente al debate.

4.4.2.23 Utilizando aeronaves representativas (simuladores), puede volarse a fondo por las distintas opciones de espacio aéreo y registrarse los datos obtenidos, tal como la configuración de las células de aeronaves (que afecta al ruido producido por la aeronave), el consumo de combustible, las millas de derrota recorridas y la altitud. En función de los requisitos de un proyecto y de la complejidad de los datos reunidos, estos resultados podrán ser introducidos en un programa informático de análisis para examinar el ruido y las emisiones que genere la aeronave.

4.4.2.24 El simulador de vuelo es la herramienta que goza de más realismo, aparte de los costosos ensayos reales de vuelo, difíciles de integrar en las operaciones en curso. El factor de credibilidad es aún mayor si se utilizan pilotos de líneas operacionales para manejar el simulador de vuelo. Las líneas aéreas estarán dispuestas a participar empleando nuevos procedimientos en su simulador para validar los beneficios obtenidos en tiempo y consumo de combustible.

i) MODELADO ACÚSTICO

4.4.2.25 La sensibilidad política hacia el impacto ambiental del transporte aéreo es una preocupación creciente. En múltiples países, el cambio de emplazamiento de cualquier ruta terminal o la introducción de un nuevo procedimiento terminal requiere de una evaluación del impacto ambiental y, a menudo, el principal asunto político a dirimir con los ayuntamientos o municipios es el ruido de aeronaves.

4.4.2.26 Los modelos acústicos emplean una forma avanzada de simulador en tiempo acelerado capaz de calcular curvas isosónicas en un área predefinida. Estas funcionalidades “de modelado acústico” se suman a las funcionalidades típicas (tal como el cálculo de la trayectoria de vuelo) comprendidas en los simuladores en tiempo acelerado “estándar”.

4.4.2.27 Para generar las curvas isosónicas de cada aeronave simulada además de las trayectorias de vuelo, el modelador acústico determina (según el modelo de aeronave) la velocidad estimada y la configuración de la potencia/empuje del motor. Basándose en estos datos y teniendo en cuenta el contorno del terreno y otras condiciones ambientales (hora del día, condiciones meteorológicas, etc.), el simulador calcula la distribución del ruido y su nivel en jalones de verificación predeterminados.

4.4.2.28 La precisión de los resultados depende en gran medida del realismo de los modelos de aeronave utilizados por el simulador y del modelo empleado para calcular la distribución del ruido. Las trayectorias de las aeronaves pueden proceder directamente de los datos radar registrados en operaciones reales, aunque han de modelarse los ajustes del empuje y la configuración de la aeronave. Aun utilizando tecnologías informáticas avanzadas, es difícil modelar cada aeronave. Se asignan los movimientos a distintos “tipos” de aeronaves, y se representa por tipo cada aeronave “significativamente” ruidosa (en virtud de las cifras o del nivel de ruido), por ejemplo, B747-400. Algunos tipos se agrupan con aquellos que gozan de características acústicas similares. Para cada tipo, se calculan los perfiles medios de altura y velocidad respecto de la distancia a lo largo de la derrota a partir de un análisis de los datos radar y se subdividen en segmentos lineales apropiados.

4.4.2.29 La derrota media de cada ruta se calcula basándose en los datos radar o en las derrotas nominales. La estimación precisa de la exposición al ruido requiere de una simulación realista de la dispersión lateral de las derrotas de vuelo que se observen realmente en la práctica. Esto se consigue creando derrotas adicionales que constituyen una serie de desviaciones estándar a cada lado de la derrota nominal. Las desviaciones estándar y las proporciones de tránsito asignadas a cada ruta vienen determinadas por el análisis de los datos radar.

4.4.2.30 Los resultados de los modelos acústicos pueden utilizarse para ayudar a la elaboración de diseños que minimicen el impacto del ruido. Por ejemplo, pueden diseñarse múltiples procedimientos para reducirlo o distribuirlo, cada uno adaptado a niveles específicos de performance de la aeronave (véase la Figura 15).

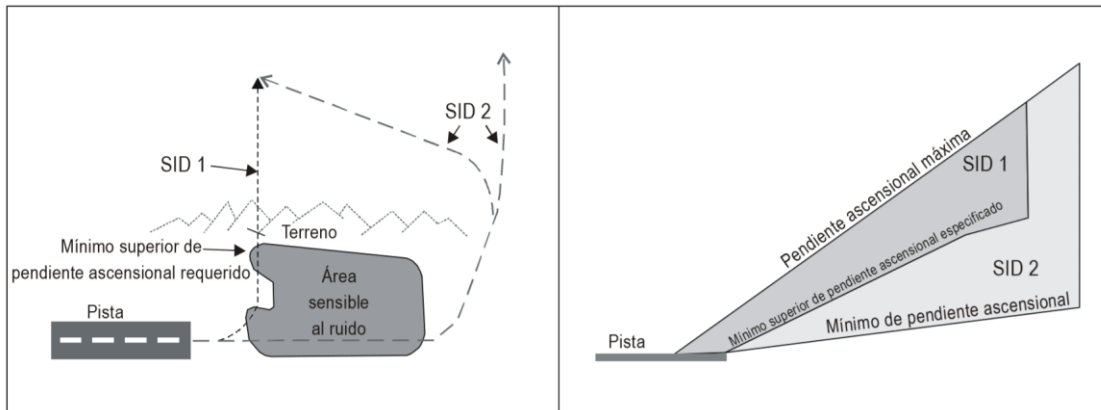


Figura 15 – Ejemplo de opciones de ruido y performance

4.4.2.31 La decisión de utilizarse uno o más métodos de simulación es basada en la complejidad del nuevo concepto de espacio aéreo. Cuanto más complejo el nuevo concepto, más métodos de simulación son necesarios. Sin embargo, es una buena práctica realizar, por lo menos, las simulaciones FTS y RTS. La autoridad aeronáutica también debería decidir si se puede o no considerar la realización de la RTS.

4.4.2.32 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente de Simulación (GSIM), con el apoyo del equipo del proyecto, según el área de especialización de cada participante, debe realizar las simulaciones necesarias para evaluar la(s) propuesta(s) de nuevo concepto de espacio aéreo, y decidir cuál es la más apropiada, cuando haya más que una propuesta.

4.4.3 Actividad 13: Finalización del diseño de procedimientos

4.4.3.1 El proceso de diseño de los procedimientos solamente habrá finalizado cuando se haya validado el concepto de espacio aéreo. Esto se debe a que resultaría muy costoso comenzar el proceso sin saber si es viable el concepto propuesto. La finalización del proceso de diseño se logra cuando se completa la documentación del diseño, se elaboran las descripciones de los procedimientos y los proyectos de gráficos, y se controla cada procedimiento de forma independiente para garantizar que se han cumplido todos los criterios de diseño.

4.4.3.2 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente de Producción de Cartas (GPC), con el apoyo de su equipo, debe elaborar las cartas finales de los procedimientos de navegación aérea (IAC/SID/STAR) y otras cartas aeronáuticas, tales como ENRC, ARC, VAC, etc. del nuevo escenario operacional.

4.4.4 Actividad 14: Validación del diseño de procedimientos

4.4.4.1 La creación de un procedimiento de vuelo por instrumentos RNAV o RNP o de una ruta ATS se hace siguiendo una serie de etapas: desde el origen de los datos aeronáuticos y sobre obstáculos pasando por el levantamiento topográfico hasta la publicación final del procedimiento y su subsiguiente codificación para usarlo en una base de datos de navegación de a bordo. En cada etapa de este proceso debería haber un procedimiento de control de calidad para garantizar que se han logrado y mantenido los niveles necesarios de precisión e integridad. Estos procedimientos de control de la calidad del diseño de los procedimientos de vuelo por instrumentos se detallan en el Doc 8168 y el Doc 9906, Volumen 1 — Sistema de garantía de calidad del diseño de procedimientos de vuelo. Los documentos comprenden exámenes del diseño por diseñadores independientes, herramientas de escritorio de soporte lógico para comprobar la codificación de los procedimientos y la posibilidad de llevarlos a la práctica, simuladores de vuelo y ensayos de vuelo para verificar su aplicación práctica y ejercicios de comparación de datos para validar la codificación por los proveedores de datos de navegación.

4.4.4.2 Al comprobar inicialmente la posibilidad de aplicar el procedimiento en la práctica, debería considerarse su uso por una serie de tipos de aeronaves en distintas condiciones atmosféricas (viento/temperatura, etc.). En algunos casos, puede ser necesario emplear programas informáticos más especializados o simuladores de vuelo completo. Pueden tenerse en cuenta las pruebas realizadas con aeronaves reales para demostrar que el procedimiento puede llevarse a la práctica, aunque prueben únicamente que la aeronave empleada puede ejecutar correctamente el procedimiento en una serie de condiciones atmosféricas en particular. El tamaño y la velocidad de las aeronaves disponibles para dichos vuelos pueden ser plenamente representativos de la performance de una aeronave Cat D con carga plena.

4.4.4.3 Existen herramientas de soporte lógico que utilizan datos digitales sobre el terreno para confirmar que la cobertura teórica de ayudas para la navegación es apropiada. La inspección en vuelo de la cobertura de ayudas para la navegación es solamente aplicable a la posición DME/DME. Requiere de aeronaves de inspección en vuelo especialmente equipadas y es extremadamente lenta. En muchos casos, es posible determinar si la cobertura es adecuada mediante el uso de herramientas de análisis de soporte lógico y los informes de inspección en vuelo existentes sobre las ayudas para la navegación.

4.4.4.4 Es posible que después del vuelo de inspección sea necesario realizar cambios en los procedimientos de navegación aérea, debido a obstáculos, volabilidad (flyability), cobertura de ayudas a la navegación aérea, codificación, entre otros. En ese momento, puede que sea necesario volver a la fase de diseño de todo el concepto.

4.4.4.5 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente de Producción de Cartas (GPC), con el apoyo de su equipo, debe hacer las coordinaciones necesarias para realizar la validación de los procedimientos de navegación aérea (IAC/SID/STAR) y otras cartas aeronáuticas, si necesario, tales como ENRC, ARC, VAC, etc.
- b) Gerente del Espacio Aéreo (GEA), con el apoyo del equipo del proyecto, según el área de especialización de cada participante, debe adecuar la circulación aérea IFR y VFR (IAC, SID, STAR, rutas, ATZ, CTR, TMA, CTA, UTA, FIR, sectorización) dependiendo de los resultados obtenidos en el vuelo de inspección.

4.5 FASE DE IMPLEMENTACIÓN

4.5.1 La decisión del “pase/no pase” (go/no-go)

4.5.1.1 Generalmente, en los diversos procesos de validación descritos en la sección 2.4.2 queda en evidencia si el concepto de espacio aéreo propuesto es o no factible y si puede ponerse en práctica. Sin embargo, la decisión definitiva de seguir adelante con la implantación debe tomarse en un punto predeterminado del ciclo de vida del proyecto.

4.5.1.2 La decisión de seguir adelante con la implementación se basará en los siguientes factores decisivos:

- a) el diseño de la ruta o el procedimiento ATS satisface las necesidades del tránsito aéreo y de las operaciones de vuelo;
- b) se han satisfecho los requisitos de performance de seguridad operacional y de navegación;
- c) se han completado los cambios en el procesamiento del plan de vuelo, la automatización o las publicaciones AIP necesarios para dar apoyo a la implantación;
- d) se han satisfecho los requisitos para la instrucción de pilotos y controladores; y
- e) Las premisas asumidas en el inicio del proyecto fueron alcanzadas.

4.5.1.3 Una vez que se ha tomado la decisión de continuar con el proyecto, es en la fase de implementación que son realizadas las siguientes actividades:

- a) completar las modificaciones necesarias a los sistemas ATC para apoyar la implementación;
- b) publicar las enmiendas necesarias a las normas y AIP para apoyar la implementación;
- c) llevar a cabo programas de entrenamientos y capacitación; y
- d) realizar seguimiento posterior a la implementación.

4.5.1.4 La Fase de Implementación es compuesta de las siguientes actividades:

- ✓ Actividad 15: Integración del Sistema ATC;
- ✓ Actividad 16: Publicaciones Aeronáuticas, Normas y Procedimientos ATC;
- ✓ Actividad 17: Programa de Capacitación;
- ✓ Actividad 18: Implementación;
- ✓ Actividad 19: Post-Implementación.

4.5.2 Actividad 15: Integración del Sistema ATC

4.5.2.1 El nuevo concepto de espacio aéreo puede exigir cambios en las interfaces y presentaciones del sistema ATC para asegurar que los controladores tengan la información necesaria sobre las capacidades de las aeronaves y las presentaciones apropiadas en pro de los nuevos encaminamientos. La necesidad de tales cambios vendría determinada por el equipo de diseño durante la fase de diseño. Tales cambios pueden incluir modificaciones en:

- a) el FDP del tránsito aéreo;
- b) el procesador de datos radar (RDP) de tránsito aéreo;
- c) la presentación de la situación ATC; y

d) las herramientas de apoyo ATC.

4.5.2.2 Podría ser asimismo necesario hacer cambios en los métodos de los proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) para expedir NOTAM, por ejemplo, en apoyo a la predicción RAIM o para notificar la falta de disponibilidad de procedimientos específicos en caso de la interrupción del servicio prestado por las ayudas para la navegación basadas en tierra.

4.5.2.3 También habrán de revisarse los procedimientos ATC. Los métodos mediante los cuales se gestiona el tránsito aéreo PBN pueden ser muy distintos de los existentes, lo que significará que tendrán que elaborarse, ensayarse y documentarse nuevos procedimientos. Si la implementación del nuevo concepto de espacio aéreo implica que el ATC gestione un entorno mixto de tránsito PBN y ajeno a la PBN, esto puede tener repercusiones significativas en la carga de trabajo del ATC y puede exigir cambios importantes en el sistema y los procedimientos ATC existentes. En particular, el ATC debe poder distinguir entre una aeronave capacitada y otra no capacitada para garantizar que a cada una se le sirva adecuadamente y se le conceda la separación apropiada.

4.5.2.4 El equipo del proyecto necesita planificar la ejecución de la implementación, no solamente en lo que atañe al espacio aéreo local y los ANSP, sino también en cooperación con las partes afectadas, que pueden comprender ANSP de Estados adyacentes.

4.5.2.5 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente de Implementación (GIMP), con el apoyo de su equipo, debe evaluar el impacto del proyecto en los Sistemas ATC y garantizar las modificaciones necesarias en estos Sistemas para garantizar la implementación del nuevo concepto de espacio aéreo.

4.5.3 Actividad 16: Publicaciones Aeronáuticas, Normas y Procedimientos ATC

4.5.3.1 El nuevo concepto de espacio aéreo requerirá la adecuación de las informaciones contenidas en la Publicación de Información Aeronáutica (AIP) y en las diversas normas y procedimientos ATC, especialmente los Modelos y Manuales Operacionales y Cartas de Acuerdo Operacional. También puede ser necesario emitir Circular de Información Aeronáutica (AIC) para una difusión más amplia y completa de los cambios que se realizarán en el espacio aéreo y en la circulación aérea.

4.5.3.2 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

4.5.3.2 Gerente de Implementación (GIMP), con el apoyo de su equipo, debe evaluar el impacto del nuevo concepto en las publicaciones aeronáuticas y adoptar acciones para la implementación de las modificaciones necesarias:

- a) Desarrollar propuestas y garantizar la publicación de enmiendas en la AIP;
- b) Coordinar la actualización de los Modelos y Manuales Operacionales de las dependencias ATC involucradas (incluso para el FTS/RTS);
- c) Coordinar la actualización o elaboración de Cartas de Acuerdos Operacionales;
- d) Evaluar el impacto en normas ATC y proponer cambios, si es necesario;
- e) Elaborar y publicar AIC, si es necesario, sobre el nuevo concepto de espacio aéreo y los cambios en la estructura del espacio aéreo y circulación aérea.

4.5.4 Actividad 17: Programa de Capacitación

4.5.4.1 La adecuada divulgación de informaciones y capacitación del personal es fundamental para el éxito de la implementación del proyecto. Eso se lleva a cabo con la amplia divulgación de los resultados todas las fases del proyecto en sitios de internet y en talleres/ workshop, así mismo con la realización de instrucción teórica y práctica de pilotos y controladores.

4.5.4.2 También puede ser necesario hacer una divulgación amplia sobre el concepto de Navegación Basada en Performance (PBN). La introducción de la PBN puede suponer una inversión considerable en términos de material de instrucción, formación y toma de conciencia, tanto para la tripulación de vuelo como para los controladores. En muchos Estados, los conjuntos de material didáctico y la instrucción mediante computadora se han usado eficazmente para algunos aspectos de la formación e instrucción. La OACI ofrece material de instrucción y seminarios adicionales. Cada especificación para la navegación incluida en el manual de PBN (Doc 9613), Volumen II, Partes B y C, trata de la formación e instrucción apropiadas para la tripulación de vuelo y los controladores.

4.5.4.3 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente de Implementación (GIMP), con el apoyo de su equipo, debe garantizar la divulgación y capacitación adecuada sobre el nuevo concepto de espacio aéreo:
 - I. Preparar y realizar talleres a todos los involucrados en el proyecto;
 - II. Desarrollar e implementar un Programa de Capacitación, con instrucción teórica y práctica, a los controladores de tránsito aéreo;
 - III. Solicitar recursos para la implementación del Programa de Capacitación.

4.5.5 Actividad 18: Implementación

4.5.5.1 La implementación solamente puede tener éxito mediante su planificación exhaustiva, como parte de una planificación del proyecto en general, y un examen muy cuidadoso de todos los factores decisivos durante la etapa de planificación. Más aún, toda hipótesis debe justificarse plenamente y planificarse con cautela para posibilitar una implementación exitosa. Esto se aplica a todas las etapas de la elaboración, validación e implementación del concepto de espacio aéreo.

4.5.5.2 Cada ANSP debería mantener un proceso estándar de planificación de la implementación. En la Figura 16 se describe un proceso de planificación de la implementación, como muestra.

4.5.5.3 La decisión de seguir adelante o no con la implementación debe tomarse en un momento concreto del ciclo de vida de un proyecto y debería fundamentarse en determinados factores decisivos, conocidos como criterios de implantación, que pueden comprender la respuesta a las siguientes cuestiones:

1. ¿Se han satisfecho los criterios para la performance y la seguridad operacional?
2. ¿Se han efectuado los cambios exigidos en el sistema ATM?
3. ¿Se han efectuado los cambios exigidos en los sistemas terrestres de navegación?
4. ¿Siguen siendo válidas las hipótesis y las condiciones en función de las cuales se ha elaborado el concepto de espacio aéreo?

- i. ¿Son las corrientes de tránsito tal como se prevé?
 - ii. ¿Está la flota equipada adecuadamente y aprobada?, etc.
5. ¿Están en su lugar todos los elementos habilitantes decisivos?
 6. ¿Han recibido los pilotos y los controladores instrucción apropiada? y
 7. ¿Es el análisis de rentabilidad positivo?

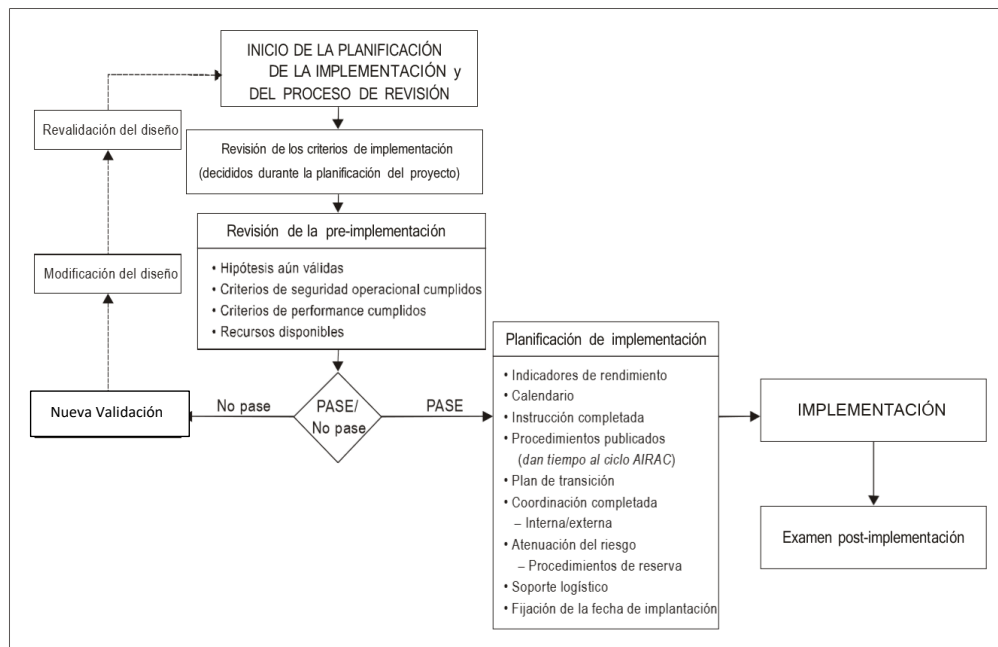


Figura 16 - Proceso de planificación de la implementación de muestra

4.5.5.4 Debe tenerse en cuenta que los acontecimientos inesperados no relacionados directamente con el concepto de espacio aéreo pueden incidir en la fecha de “pase/no pase”.

4.5.5.5 Deben respetarse las decisiones de “no pase”. Aunque puede ser muy desalentador, es importante no buscar “soluciones temporales” ni “rápidas”. Se debería oponer resistencia a las sugerencias de llevar a cabo la implantación a toda costa.

4.5.5.6 Los pasos para seguir tras una decisión de “no pase” dependen del motivo en la que ésta se fundamente. En casos extremos, puede ser necesario anular el proyecto y retornar a la etapa de planificación inicial. En otros, puede ser apropiado examinar las hipótesis, restricciones y elementos habilitantes, o elaborar una nueva serie de ejercicios de validación o llevar a cabo una nueva evaluación de la seguridad operacional.

4.5.5.7 Una vez tomada la decisión de “pase”, se debe revisar y fijar la fecha efectiva de implementación teniendo debidamente en cuenta los procesos de datos y el ciclo AIRAC. Para garantizar una implementación sin problemas, el equipo de diseño del espacio aéreo debería mantenerse en contacto estrecho con el equipo operacional de las unidades ATC.

4.5.5.8 Si los recursos lo permiten, los miembros del equipo deberían estar disponibles en la sala de operaciones a tiempo completo desde, al menos, dos días antes de la implementación hasta, al menos, una semana después de la fecha en la que tenga lugar. Esto permitirá al equipo del espacio aéreo:

- a) supervisar el proceso de implementación;
- b) apoyar al supervisor del centro/ jefe de aproximación o al director de operaciones en caso necesario para usar los procedimientos de redundancia o contingencia;
- c) brindar apoyo e información a los controladores y los pilotos operacionales; y
- d) mantener un registro de las dificultades de implantación para su uso en futuras planificaciones de proyectos.

4.5.5.9 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente del Proyecto (GER), con el apoyo del equipo del proyecto, según el área de especialización de cada participante, debe:
 - i. confirmar si todos los requisitos necesarios a la implementación del proyecto fueron alcanzados;
 - ii. establecer/ confirmar la fecha efectiva de implementación del proyecto, en un proceso CDM y con la autorización de la autoridad aeronáutica;
 - iii. establecer requisitos especiales para la transición al nuevo escenario operacional para mitigar posibles situaciones indeseables (ver numeral 4.2.7.13);
 - iv. implementar el nuevo concepto de espacio aéreo.

4.5.6 Actividad 19: Examen post-implementación

4.5.6.1 Después de la implementación de los cambios en el espacio aéreo, debería vigilarse el sistema y recopilarse datos operacionales para asegurarse de que se mantiene la seguridad operacional y para determinar si se han logrado los objetivos estratégicos. Si tras la implementación ocurren hechos imprevistos, el equipo del proyecto debería aplicar medidas para mitigar los efectos lo antes posible. En circunstancias excepcionales, esto podría exigir el retiro de las operaciones RNAV o RNP mientras se corrigen los problemas específicos.

4.5.6.2 Después de la implementación se debería realizar una evaluación de la seguridad operacional del sistema y recoger pruebas para cerciorarse de ella.

4.5.6.3 El Gerente del Proyecto (GER) debe decidir el momento apropiado para aplicar las mediciones de performance posteriores a la implementación. Sin embargo, se recomienda que la medición y el análisis posteriores a la implementación se realicen de 3 meses a 1 año a partir de la fecha de implementación, comparando con meses iguales del año anterior, para evitar la estacionalidad.

4.5.6.4 Al final del período post-implementación, luego de que se hayan completado los ajustes realizados dentro de este período, el GER debe enviar el informe final del proyecto a la autoridad aeronáutica, para su consideración y deliberación sobre el cierre del proyecto. El informe final del proyecto debe abordar, como mínimo, los siguientes temas:

- a) Descripción de la necesidad operacional que motivó la apertura del proyecto;
- b) Criterios y supuestos para definir el escenario de referencia y el nuevo escenario operacional; y
- c) Resultados, problemas y oportunidades de mejora encontrados.

4.5.6.5 RESPONSABILIDADES Y DETALLES DE LAS ACTIVIDADES:

- a) Gerente del Proyecto (GER), con el apoyo del equipo del proyecto, según el área de especialización de cada participante, debe adoptar las acciones necesarias a la adecuada ejecución del Plan Post-Implementación del proyecto, desarrollado en la Fase de Planificación.

5 REFERENCIAS

- ✓ International Civil Aviation Organization. Manual on the Use of Performance Based Navigation (PBN) in Airspace Design. DOC 9992 AN/424. First Edition. 2013.
- ✓ International Civil Aviation Organization. Performance-Based Navigation (PBN) Manual. DOC 9613 AN/937. Fifth Edition. 2023.
- ✓ International Civil Aviation Organization. Continuous Climb Operations (CCO) Manual. DOC 9993 AN/495. First Edition. 2013.
- ✓ International Civil Aviation Organization. Continuous Descent Operations (CDO) Manual. DOC 9931 AN/476. First Edition. 2010.
- ✓ International Civil Aviation Organization. Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations (PANS-OPS). DOC 8168 OPS/611. First Edition. 2006.
- ✓ International Civil Aviation Organization. Global Air Traffic Management Operational Concept. DOC 9854 AN/458. First Edition. 2005.
- ✓ International Civil Aviation Organization. Global Air Navigation Plan 2016 – 2030. DOC 9750 AN/963. Fifth Edition. 2016.
- ✓ International Civil Aviation Organization. Air Traffic Services Planning Manual. DOC 9426 AN/924. First Edition. 1984.
- ✓ International Civil Aviation Organization. Manual on Civil-Military Cooperation. DOC 10088. First Edition. 2021
- ✓ EUROPEAN COMMISSION. EUROCONTROL. European Route Network Improvement Plan (ERNIP). Part 1 – Airspace Design Methodology Guidelines. Edition 2.6. 2022.
- ✓ U.S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Terminal Instrument Procedures (TERPS). ORDER 8260.3C. 2016.
- ✓ U.S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Airspace Management Handbook. Version 2.1. 2004.
- ✓ Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Conceito de Espaço Aéreo: ICA 100-44. [Rio de Janeiro], 2021.
- ✓ Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Conceito de Espaço Aéreo: MCA 100-19. [Rio de Janeiro], 2021.