

MATERIAL DE ORIENTACIÓN REGIONAL DE LOS KPIS

Resumen ejecutivo

El presente documento recopila el material de orientación regional sobre la metodología para apoyar y guiar a los estados de la región CAR/SAM en el cálculo de los Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) del GANP para el Plan Regional de Navegación Aérea de la región CAR/SAM, Volumen III.

Estas directrices han sido elaboradas como parte de la asistencia proporcionada por la Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea (EASA), en colaboración con las Oficinas Regionales NACC y SAM de la OACI, y en el marco del Grupo ad hoc del GREPECAS para el Desarrollo de Indicadores Clave de Rendimiento (GADHOC).

Los KPIs del GANP son elementos centrales de cualquier Plan de Navegación Aérea, como parte del Enfoque Basado en el Rendimiento, que convierten los objetivos de planeación en indicadores cuantificables, con el fin de permitir la medición de las necesidades y oportunidades existentes del sistema de Navegación Aérea en las diferentes áreas de rendimiento, el establecimiento de objetivos de rendimiento claros y el seguimiento de las mejoras operativas y los progresos obtenidos por la implementación efectiva de los habilitadores y soluciones propuestos en el Plan de Navegación Aérea.

Un enfoque regional común para definir y aplicar los indicadores clave de rendimiento regionales es aún más necesario en la región CAR/SAM, teniendo en cuenta los retos transversales a los que se enfrentará la región a corto y medio plazo en relación con la capacidad de los aeropuertos y del espacio aéreo, la eficiencia de los vuelos, la previsibilidad de las operaciones y la sostenibilidad medioambiental, entre otros. En particular, estos retos serían más evidentes si se tiene en cuenta el elevado aumento del tráfico previsto para la región en el futuro.

El establecimiento de directrices regionales para la región CAR/SAM para la implementación de los KPI del GANP representa una valiosa oportunidad para proporcionar orientaciones completas y armonizadas, incorporando metodologías y mejores prácticas coherentes con las recomendaciones de la OACI. Estas directrices facilitarán la armonización entre los Estados de la región CAR y SAM, apoyando el desarrollo de las bases de referencia de los indicadores clave de rendimiento y garantizando la sincronización de su cálculo en toda la región. Además, promoverán una comunicación más eficaz y reforzarán la participación del GREPECAS en el seguimiento y la gestión de los KPI, al tiempo que se permite el uso de indicadores de desempeño regionales y nacionales complementarios destinados a impulsar mejoras operativas.

El enfoque propuesto para la región CAR/SAM se basa en el trabajo ya emprendido por el GREPECAS y los Estados en la definición e implementación de los KPI del GANP en la región, así como en los esfuerzos existentes en materia de indicadores operativos y ATFM, tanto en la región SAM como en la región CAR, garantizando la coherencia entre los KPI de planeación y los operativos. Reconociendo los diferentes niveles de progreso y recursos de los Estados, estas directrices recomiendan una implementación por fases, comenzando con un conjunto limitado de indicadores clave de rendimiento y ampliando gradualmente la cobertura. La metodología hace hincapié en la reutilización de prácticas existentes, herramientas sencillas y transparentes como Excel para la recopilación y el cálculo inicial de datos, y una futura transición a plataformas como Power BI para la integración regional. Además, incorpora flexibilidad en las fuentes de datos, las fórmulas y la frecuencia de cálculo para adaptarse a las distintas capacidades nacionales, sobre todo en las primeras fases de implementación.

La lista propuesta de KPI a desarrollar en la región se define teniendo en cuenta los KPI ya incluidos en la versión actual del Volumen III del RANP de la región CAR/SAM (versión 0.1) y añadiendo aquellos que han sido identificados como prioritarios por los estados CAR/SAM en anteriores reuniones de

GREPECAS y talleres y actividades relacionados. Los KPI seleccionados se agrupan en tres grupos en función de las fases de implementación propuestas:

- Grupo 1 (implementación a corto plazo): KPI01 Puntualidad en la salida (Variante 2A), KPI06 Capacidad del espacio aéreo en ruta (Variante 1), KPI09 Capacidad máxima del aeropuerto, KPI10 Rendimiento máximo del aeropuerto, KPI14 Puntualidad de llegada
- Grupo 2 (implementación a medio plazo): KPI02 Tiempo adicional de rodaje de salida, KPI05 Extensión real en ruta, KPI08 Tiempo adicional en espacio aéreo terminal, KPI13 Tiempo adicional de rodaje de entrada, KPI15 Variabilidad del tiempo de vuelo, KPI23 Pérdida de separación (Variante 3)
- Grupo 3 (implementación a largo plazo): KPI04 Plan de vuelo presentado con extensión de ruta, KPI07 Retraso ATFM en ruta, KPI17 Nivelación durante el ascenso, KPI19 Nivelación durante el descenso.

El proceso de cálculo de los KPI regionales de la región CAR/SAM se estructura en 9 etapas, en las que participan tanto los Estados a nivel nacional como las Oficinas Regionales de la OACI a nivel regional:

1. Selección del KPI
2. Comprensión de los KPI
3. Identificación de las fuentes de datos:
4. Recopilación y consolidación de datos capturados
5. Cálculo de indicadores
6. Integración de los KPI a nivel regional
7. Visualización y seguimiento de datos:
8. Análisis de datos:
9. Interpretación de los resultados y recomendaciones

La versión actual de estas directrices proporciona una metodología detallada y ejemplos prácticos para el cálculo de cada uno de los indicadores que se desplegarán en la fase inicial de implementación (KPI01, KPI06, KPI09, KPI10, KPI14).

Las futuras ediciones de estas directrices incorporarán información detallada sobre el resto de los KPIs propuestos que se implementarán en fases de mediano y largo plazo.

En conclusión, estas Directrices proporcionan una metodología armonizada pero flexible para la implementación de los indicadores clave de rendimiento del GANP en la región CAR/SAM, mientras que se permite el uso de indicadores de desempeño regionales y nacionales complementarios destinados a impulsar mejoras operativas. Permiten a los Estados adaptar los métodos de cálculo a sus propios datos y recursos, facilitando así la participación de todos en el monitoreo regional, al tiempo que se desarrolla experiencia interna y se generan indicadores clave de rendimiento (KPI) del Plan Nacional de Navegación Aérea (GANP) y, potencialmente, otros indicadores de desempeño que respaldan los Planes Nacionales de Navegación Aérea y las mejoras operativas regionales. Las Directrices están diseñadas como un documento dinámico, que comienza con herramientas sencillas como plantillas de Excel y evoluciona progresivamente hacia plataformas avanzadas como Power BI. Las principales recomendaciones son que los Estados empiecen con indicadores sobre los que ya se disponga de datos, integren la metodología en sus marcos nacionales de planeación y se centren en crear una capacidad técnica sostenible. Deben aplicar normas mínimas de calidad y validación de datos, utilizar un enfoque progresivo en la adopción de herramientas y participar activamente en el proceso de revisión periódica. De este modo, las Directrices no sólo garantizarán la armonización regional, sino que también reforzarán la capacidad de cada Estado para supervisar y mejorar sus propios resultados de navegación aérea.

Índice

APÉNDICE B	Error! Bookmark not defined.
MATERIAL DE ORIENTACIÓN REGIONAL DE LOS KPIS.....	1
Resumen ejecutivo.....	1
Lista de acrónimos	5
1. Introducción	7
2. Objetivos y ámbito de aplicación	7
3. Justificación de las directrices regionales CAR/SAM sobre los KPI del GANP	8
4. Contexto y antecedentes.....	13
5. Enfoque general de los KPI del ANP regional para la región CAR/SAM	16
a. Aspectos clave e hipótesis del enfoque propuesto	16
b. Lista de KPI de la región CAR/SAM seleccionados.....	18
c. Esquema del proceso general	19
d. Plan de acción resumido	24
6. Metodología detallada para el cálculo de los KPI de CAR/SAM	25
a. KPI01 Puntualidad en la salida (Variante 2A)	25
i. Selección del KPI.....	25
ii. Comprensión de los KPI.....	26
iii. Identificación de las fuentes de datos.....	29
iv. Recopilación de datos capturados y consolidación.....	32
v. Cálculo de KPI y presentación de resultados.....	33
b. KPI06 Capacidad del espacio aéreo en ruta (Variante 1)	35
i. Selección del KPI.....	35
ii. Comprensión de los KPI.....	37
iii. Identificación de las fuentes de datos.....	44
iv. Recopilación de datos capturados y consolidación.....	46
v. Cálculo de KPI y presentación de resultados.....	50
c. KPI09 Capacidad máxima del aeropuerto	52
i. Selección del KPI.....	52
ii. Comprensión de los KPI.....	52
iii. Identificación de las fuentes de datos.....	52

iv. Cálculo de KPI y presentación de resultados.....	52
d. KPI10 Rendimiento máximo del aeropuerto	52
i. Selección del KPI.....	52
ii. Comprensión de los KPI.....	52
iii. Identificación de las fuentes de datos.....	52
iv. Recopilación de datos capturados y consolidación.....	52
v. Cálculo de KPI y presentación de resultados.....	52
e. KPI14 Puntualidad de Llegada	52
i. Selección del KPI.....	52
ii. Comprensión de los KPI.....	53
iii. Identificación de las fuentes de datos.....	53
iv. Recopilación de datos capturados y consolidación.....	53
v. Cálculo de KPI y presentación de resultados.....	53
7. Conclusiones y siguientes pasos.....	53
a. Recomendaciones	54
Referencias y bibliografía.....	55
Anexo 1 - Plantillas Excel.....	56

Lista de acrónimos

ACI	Consejo Internacional de Aeropuertos
A-CDM	Toma de decisiones colaborativa en aeropuertos
ACC	Centro de Control de Área
ADEP	Aeropuerto de salida
ADES	Aeropuerto de destino
AOBT	Hora real fuera de calzos
AODB	Base de datos de operaciones aeroportuarias
AO	Optimización del espacio aéreo
ANP	Plan de navegación aérea
ANSP	Proveedor de servicios de navegación aérea
ASBU	Mejoras por bloques del sistema de aviación
ATC	Control del tráfico aéreo
ATCO	Controlador aéreo
ATFM	Gestión del flujo de tráfico aéreo
ATM	Gestión del tráfico aéreo
CAR	Región del Caribe
CARSAM	Regiones del Caribe y Sudamérica
CDM	Toma de decisiones colaborativa
COCESNA	Corporación Centroamericana de Servicios de Navegación Aérea
CT	Tiempo de carga de trabajo del controlador
EASA	Agencia Europea de Seguridad Aérea
EOBT	Hora prevista fuera de calzos
EU–LAC APP	Proyecto de transporte aéreo de la Unión Europea-América Latina y el Caribe
FAA	Administración Federal de Aviación
FIR	Región de Información de Vuelo
FPL	Plan de vuelo
FPV	Vista/registro del progreso del vuelo
GADHOC	Grupo ad hoc del GREPECAS para el desarrollo de indicadores clave de rendimiento
GANP	Plan Global de Navegación Aérea
GESEA	Grupo de Estudio e Implantación del Espacio Aéreo SAM
GREPECAS	Grupo de Planeación e Implementación Regional CAR/SAM
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
KPA	Área clave de rendimiento
KPI	Indicador clave de rendimiento
LAC	América Latina y Caribe

MAC	Colisión en el aire
NACC	Región de Norteamérica, Centroamérica y Caribe
NC	No comercial (tipo de vuelo)
NOPS	Operaciones de red
OCC	Centro de control de operaciones
PBN	Navegación basada en el rendimiento
RASG-PA	Grupo Regional de Seguridad Aérea - Pan América
RANP	Plan regional de navegación aérea
SAM	Región de América del Sur
SES	Cielo Único Europeo
SOBT	Hora programada fuera de calzos
TCAS	Sistema de alerta de tránsito y anticolisión
TCOM	Hora de la comunicación (ATCO-aeronave)
TTS	Tiempo para tareas secundarias

1. Introducción

El documento que aquí se presenta, Entregable 1 - Material de orientación regional sobre la metodología para la implementación de los KPI del GANP para la región CAR/SAM, es el primer entregable de la asistencia proporcionada por EASA, a través del programa EU-LAC APP II, para apoyar a la Oficina Regional NACC de la OACI en el desarrollo e implementación de los KPI del GANP para el Plan Regional de Navegación Aérea de la región CAR/SAM, Volumen III.

Este entregable recopila el material de orientación regional CAR/SAM sobre la metodología para el cálculo de los Indicadores Clave de Rendimiento GANP, incluidos los procesos relacionados de recopilación y gestión de datos. También proporciona ejemplos prácticos de la implementación de la metodología propuesta para un conjunto de KPI seleccionados.

Estas directrices han sido promovidas por la Oficina Regional NACC de la OACI, y se han elaborado en estrecha coordinación y colaboración con la Oficina Regional SAM de la OACI, como respuesta a las conclusiones y acciones acordadas en la reunión GREPECAS/22.

Los destinatarios de este material de orientación son las autoridades de aviación civil de los Estados CAR/SAM y, en particular, los departamentos encargados de las actividades de planeación del transporte aéreo. Además, el material de orientación se recomienda para las principales partes interesadas que deben participar en el proceso de recopilación de datos y/o cálculo de los KPI, como los proveedores de servicios de navegación aérea, los operadores aeroportuarios, las compañías aéreas y otras partes interesadas necesarias, en función de cada caso específico.

Este material de orientación establece las orientaciones mínimas para apoyar a los Estados en la implementación de los KPI de CAR/SAM. Se alienta a los Estados a incorporar estas disposiciones a sus procesos internos, conservando al mismo tiempo la flexibilidad para introducir indicadores de desempeño adicionales que puedan generar mejoras operativas directas.

Estas directrices se han elaborado teniendo en cuenta como base de referencia el trabajo realizado hasta la fecha sobre los KPI de GANP en las regiones CAR/SAM y con el objetivo de proporcionar un enfoque consolidado y armonizado. Además, la metodología propuesta para la implementación de los KPI del GANP en la región CAR/SAM está alineada, cuando procede, con las iniciativas existentes para el cálculo del ATFM y otros indicadores operativos en las regiones SAM y CAR. Ver más detalles en la sección de contexto y antecedentes.

Este documento se complementa con los otros dos entregables, como parte de la asistencia prestada por EASA:

- Entregable 2 - Plan de Acción para la implementación progresiva de los KPI del GANP, identificando las prioridades y los recursos necesarios, armonizados con el progreso de los grupos de implementación y los Estados de las Regiones CAR/SAM.
- Entregable 3 - Plan de comunicación en el que se detallen los medios de difusión adecuados (cuadros de mando, etc.) de los KPI.

2. Objetivos y ámbito de aplicación

El principal objetivo de estas directrices es proporcionar una metodología completa y detallada para apoyar y guiar a los estados de la región CAR/SAM en el cálculo y la implementación de los KPI del GANP como parte del Plan Regional de Navegación Aérea CAR/SAM Volumen III.

Para alcanzar el objetivo general anterior, se abordan los siguientes objetivos específicos:

- Conocer el trabajo realizado hasta la fecha en la región sobre los KPI del GANP en el contexto de los grupos de trabajo GREPECAS de la OACI e individualmente a nivel estatal.

- Definir un enfoque específico para la región CAR/SAM teniendo en cuenta las particularidades de la región y los diferentes puntos de partida de los Estados de la región CAR/SAM para garantizar una implementación rápida y eficaz por parte de todos los Estados.
- Describir y justificar la lista propuesta de KPI de GANP para la región CAR/SAM y explicar el proceso de selección.
- Presentar un esquema del proceso general y una visión resumida del plan de acción para desarrollar e implementar los KPI del GANP para la Región CAR/SAM.
- Detallar la metodología propuesta para el cálculo y seguimiento de cada uno de los KPI del GANP, proporcionando una visión general del proceso paso a paso, incluyendo las fuentes de datos, la fórmula de cálculo, las partes interesadas implicadas e incluyendo una descripción de las plantillas, modelos, herramientas y/o plataformas que se utilizarán en los diferentes pasos del proceso.
- Proporcionar ejemplos prácticos de la implementación de la metodología a los KPI seleccionados.
- Por último, una lista de conclusiones y próximos pasos recomendados.

Estas son directrices y orientaciones regionales para los Estados de las regiones CAR y SAM que estén interesados en implementarlas.

Teniendo en cuenta los objetivos y el ámbito de aplicación anteriores, el contenido de las directrices se estructura como se muestra a continuación:

- Primero, se presenta una justificación de la necesidad de definir y aplicar los indicadores clave de rendimiento regionales del GANP en consonancia con las necesidades de la región CAR/SAM. También se explica por qué es necesario disponer de un material de orientación regional que proponga un enfoque común para seleccionar, calcular y supervisar los KPI regionales.
- Además, se esboza un resumen del contexto y los antecedentes del trabajo realizado hasta la fecha en relación con el desarrollo y la implementación de los KPI del GANP en la región CAR/SAM.
- Segundo, se ofrece una visión general del enfoque particular para la región CAR/SAM y la lista propuesta de KPI de GANP y se explica el proceso de selección aplicado.
- Tercero, se presenta un esquema del proceso general y un resumen del plan de acción propuesto.
- A continuación, la parte principal de las directrices se dedica a explicar a detalle la metodología de cálculo y seguimiento de cada uno de los KPI del GANP, e incluye un ejemplo práctico de aplicación de la metodología a un KPI seleccionado.
- Por último, se presentan una serie de conclusiones y siguientes pasos para aplicar eficazmente los métodos recomendados en las presentes directrices.

3. Justificación de las directrices regionales CAR/SAM sobre los KPI del GANP

Los KPI del GANP son elementos fundamentales de cualquier Plan de Navegación Aérea, como parte del Enfoque Basado en el Rendimiento requerido, con el fin de evaluar los objetivos de rendimiento y las mejoras operativas. Los KPI del GANP convierten los objetivos de planeación en indicadores cuantificables, con el fin de permitir la medición de las necesidades y oportunidades existentes del

sistema de Navegación Aérea en las diferentes áreas de rendimiento, el establecimiento de objetivos de rendimiento claros y el seguimiento de las mejoras operativas y los avances obtenidos mediante la implementación efectiva de los habilitadores y soluciones que se proponen.

Como lo describe el GANP de la OACI, el Marco de Rendimiento y los KPI son elementos transversales de las funciones de planeación e implementación que las conectan en un ciclo iterativo. Este Enfoque Basado en el Rendimiento fue definido por el Doc. 9883 Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea y adoptado por el GANP 6ª Edición, representando un profundo cambio en los enfoques de planeación e implementación de la Navegación Aérea. La figura siguiente presenta las seis etapas propuestas por la GANP y cómo los KPI impulsan los procesos iterativos de planeación y monitoreo.

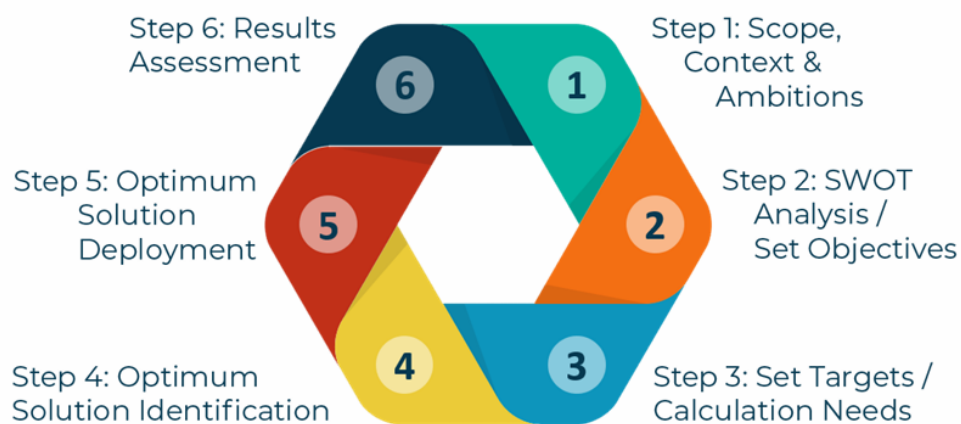


Figura 1 - Seis pasos iterativos del Enfoque Basado en el Rendimiento del GANP de la OACI

El objetivo de este enfoque cíclico en seis etapas es identificar soluciones óptimas basadas en los requisitos operativos y las necesidades de rendimiento, de modo que se puedan satisfacer las expectativas de la comunidad aeronáutica mejorando el rendimiento del sistema de navegación aérea y optimizando la asignación y el uso de los recursos disponibles.

Los KPI se definen en la Etapa 3 del ciclo iterativo, teniendo en cuenta las ambiciones de rendimiento establecidas en la Etapa 1 y los objetivos basados en las necesidades y oportunidades operativas identificadas en la Etapa 2. A continuación, teniendo en cuenta los objetivos de rendimiento de cada KPI establecidos en el Paso 3, se seleccionan los habilitadores y las soluciones en el Paso 4. En esta fase, los KPI son cruciales, ya que pueden cuantificar las posibles mejoras de rendimiento que la futura implementación de las soluciones seleccionadas, incluyendo los elementos ASBU, aportaría al sistema de navegación aérea. En particular, el GANP de la OACI ha establecido un vínculo de trazabilidad entre los KPI y los elementos del ASBU. Por último, una vez desplegadas las soluciones en el Paso 5, es necesario evaluar el impacto generado por la implementación de cada solución (y elemento ASBU) en el sistema midiendo los KPI para realizar un seguimiento continuo del rendimiento y controlar si las brechas de rendimiento se están cerrando como se esperaba. Esta actividad de supervisión del rendimiento se lleva a cabo en el Paso 6. Una vez completado el ciclo, es necesario volver a iniciar un nuevo ciclo de planeación, identificando nuevas necesidades, posibles nuevos KPI y un nuevo conjunto de soluciones a implementar.

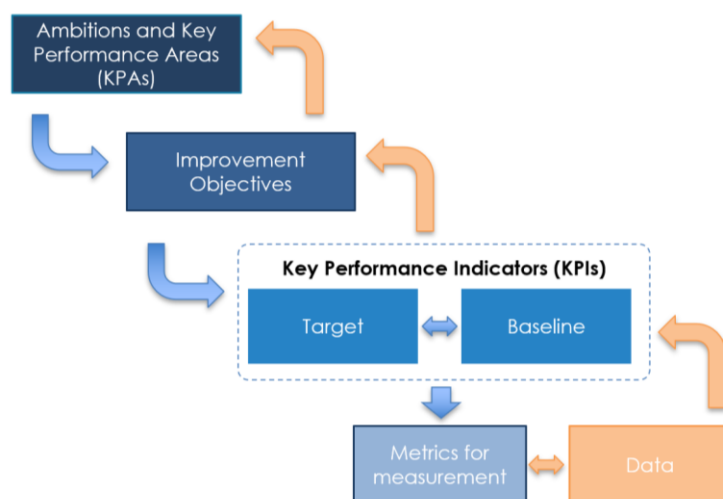


Figura 2 - Visión general del proceso de gestión del rendimiento

En este sentido, los KPI son los elementos clave del Enfoque Basado en el Rendimiento que apoyan con datos cuantificables el enfoque de toma de decisiones para seleccionar y planear los habilitadores y soluciones que se necesitan. Este enfoque de la toma de decisiones se basa en tres principios: un fuerte enfoque en los resultados deseados o requeridos; una toma de decisiones informada y motivada por dichos resultados deseados o requeridos; y una toma de decisiones basada en hechos y datos.

La siguiente tabla presenta un ejemplo práctico de dos indicadores clave de rendimiento y su correspondencia con los elementos del ASBU y otros facilitadores.

...up to Step 3						...steps 4 and 5	
Scope/ Applicability	KPA & Focus Area	Performance Objective	KPI/ Variant	KPI Baseline	KPI Target	Operational Improvements (ASBU Elements/Enablers & Non ASBU)	Target Date
1	2	3	4	5	6	7	8
FIR	Capacity (Capacity, throughput & utilisation)	En-route airspace capacity	KPI 06 Variant 2: airspace occupancy count	35 movements /hr.	56 movements /hr.	Enhanced Airspace and FIR implementation ; FRT0 B0/4; FRT0 B1/1	Implemented
[location]	Predictability (Punctuality)	Increase the number (%) of scheduled flights adhering to the scheduled on-block time.	KPI 14 Variant 2A: % of arrivals within ± 15 minutes of scheduled time of arrival	44% of flights 52% of flights	50% of flights 90% of flights	ACDM B0/1; ACDM B0/2	Implemented

Figura 3 - Ejemplo de correspondencia entre los KPI y los elementos del ASBU

La futura 8ª edición del GANP, que se aprobó en la 42ª Asamblea de la OACI pero que aún no se publica, se centrará más en el Enfoque Basado en el Rendimiento y en la relevancia de establecer y utilizar los KPI en los procesos de planeación e implementación. En particular, se actualizará el portal GANP, que abarcará todos los elementos esenciales del Doc. 9883, con muchas secciones actualizadas para reflejar las mejoras en la gestión de datos y orientaciones más específicas para los indicadores clave de rendimiento (KPI). En este sentido, las directrices actuales están sujetas a actualizaciones una vez que se haga efectiva la actualización del portal GANP de la OACI.

El GANP de la OACI propone aplicar el Enfoque Basado en el Rendimiento siguiendo una estructura de cuatro niveles, compuesta por los niveles mundial (estratégico y técnico), regional y nacional, lo que

proporciona un marco para la alineación de los planes regionales, subregionales y nacionales. La estructura de cuatro niveles facilita la toma de decisiones al proporcionar una dirección estratégica estable para la evolución del sistema de navegación aérea y, al mismo tiempo, una relevancia oportuna en el contenido técnico.



Figura 4 - Estructura de niveles múltiples del Enfoque Basado en el Rendimiento del GANP de la OACI

El nivel regional garantiza la coherencia regional y proporciona planeación, I+D e implementación comunes, cuando procede. Los ANP regionales aplican la metodología GANP para desarrollar la dirección estratégica, así como las orientaciones de rendimiento y planeación para cada una de las regiones de la OACI. Los ANP regionales se componen de 3 volúmenes: Elementos estáticos (Vol. I) y elementos dinámicos (Vol. II) y orientaciones para la planeación y implementación de los elementos ASBU (Vol. III). Los Planes Regionales de Navegación Aérea son coordinados por los Grupos Regionales de Planeación y Ejecución (PIRG).

En el caso de la región CAR/SAM, el GREPECAS es el Grupo Regional de Planeación e Implementación CAR/SAM (PIRG), que se encarga del desarrollo y mantenimiento de los planes de navegación aérea y proporciona orientación para la planeación e implementación de sistemas de navegación aérea dentro de áreas específicas, de acuerdo con los marcos de planeación acordados a nivel mundial y regional. En septiembre de 2015, el GREPECAS respaldó el Vol. I y Vol. II del Plan Regional de Navegación Aérea de la región CAR/SAM. Desde 2020, GREPECAS a través de sus Reuniones ePPRC ha estado preparando el trabajo y las actividades para cumplir con el desarrollo del Plan Regional de Navegación Aérea CAR/SAM Vol. III. Consulte información adicional sobre las actividades realizadas en la siguiente sección.

La versión existente del Plan Regional de Navegación Aérea de la región CAR/SAM Vol. III define una primera lista de KPI regionales basados en los KPI del GANP de la OACI:

- KPI01 Puntualidad en la salida (Var 2A): % de salidas dentro de ± 15 minutos de la hora de salida programada. KPA de previsibilidad
- KPI02 Tiempo adicional de rodaje de salida: Tiempo real de rodaje de salida comparado con un tiempo de rodaje de salida sin obstáculos/de referencia. KPA de eficiencia
- KPI04 Plan de vuelo presentado con extensión de ruta: Distancia en ruta planificada del vuelo comparada con una distancia de trayectoria ideal de referencia. KPA de eficiencia
- KPI05 Extensión real en ruta: Distancia real en ruta volada comparada con una distancia ideal de referencia. KPA de eficiencia
- KPI06 Capacidad del espacio aéreo en ruta: El volumen máximo de tráfico que un volumen de espacio aéreo aceptará con seguridad en condiciones normales en un periodo de tiempo determinado. KPA de capacidad

- KPI08 Tiempo adicional en el espacio aéreo terminal: Tiempo real de tránsito en el espacio aéreo terminal comparado con un tiempo sin obstáculos. Las trayectorias reales suelen ser más largas en tiempo y distancia debido al alargamiento de la trayectoria y/o a los patrones de retención. En el ejemplo siguiente, las trayectorias sin obstáculos se muestran en rojo, y las trayectorias reales, en verde y azul. KPA de eficiencia
- KPI09 Capacidad máxima del aeropuerto: El mayor número de operaciones que un aeropuerto puede aceptar en un intervalo de tiempo de una hora (también llamada capacidad declarada). Puede calcularse para llegadas, salidas o llegadas + salidas. KPA de capacidad
- KPI10 Rendimiento máximo del aeropuerto: El percentil 95 del número horario de operaciones registradas en un aeropuerto, en las horas "rotativas" ordenadas de menor a mayor ocupación. Puede calcularse para llegadas, salidas o llegadas + salidas. KPA de capacidad
- KPI13 Tiempo adicional de rodaje de entrada: Tiempo real de rodaje en comparación con un tiempo de rodaje sin obstáculos/de referencia. KPA de eficiencia
- KPI14 Puntualidad de Llegada: Porcentaje de vuelos que llegan a la puerta de embarque a tiempo (en comparación con el horario). KPA de previsibilidad
- KPI15 Variabilidad del tiempo de vuelo: Distribución de la duración del vuelo (fase) en torno al valor medio. KPA de previsibilidad

La lista de KPI regionales establece un marco de rendimiento de referencia para los KPI nacionales, que deben contener al menos estos KPI regionales y añadir también aquellos nacionales que sean específicos de las necesidades y oportunidades operativas concretas de cada país. En este sentido, contribuir a los KPI del Plan Regional de Navegación Aérea es una forma de desarrollar al mismo tiempo los KPI del Plan Nacional de Navegación Aérea. Este podría ser un enfoque óptimo para aquellos Estados que aún están un poco retrasados en el desarrollo de sus Planes Nacionales de Navegación Aérea, y gracias a la contribución a los KPI regionales pueden empezar a desarrollar también algunos de los KPI nacionales.

Un enfoque regional común para definir y aplicar los indicadores clave de rendimiento regionales es aún más necesario en la región CAR/SAM, teniendo en cuenta los retos transversales a los que se enfrentará la región a corto y medio plazo en relación con la capacidad de los aeropuertos y del espacio aéreo, la eficiencia de los vuelos, la previsibilidad de las operaciones y la sostenibilidad medioambiental, entre otros. En particular, estos retos se harían más evidentes teniendo en cuenta el elevado incremento de tráfico previsto para la región en los próximos años y décadas, en particular en estados específicos, tal y como proyectan las previsiones de tráfico, como por ejemplo las de ACI LAC. Debe prestarse especial atención al crecimiento previsto del tráfico internacional en la región CAR/SAM, que requeriría un enfoque de planeación regional coordinado en términos de capacidad del espacio aéreo, eficacia de los vuelos y previsibilidad de las operaciones.

Un ejemplo de marco de rendimiento regional es el Sistema de Rendimiento del Cielo Único Europeo (SES), que se estableció en 2012, como una acción coordinada para abordar los retos del fragmentado y complejo sistema europeo de navegación aérea en términos de capacidad, eficiencia y sostenibilidad medioambiental. El sistema de evaluación del rendimiento del Cielo Único Europeo se aplica actualmente con base en el Reglamento (UE) 2019/317 y establece los indicadores clave de rendimiento y sus objetivos de cumplimiento en diferentes periodos de referencia (PR): PR1 (2012-2014), PR2 (2015-2019), PR3 (2020-2024) y el actual es el PR4 (2025-2029). Se trata de un marco regional de gestión del rendimiento que utiliza metodología y herramientas avanzadas y establece un proceso común de gestión de los KPI para todos los Estados europeos. Además de los ámbitos de rendimiento operativo propuestos por la OACI, el sistema europeo de evaluación del rendimiento establece indicadores clave de rendimiento y objetivos de rentabilidad y tasas y tarifas ANS.

Por otro lado, existen varias razones adicionales que hacen necesaria la existencia de unas directrices regionales CAR/SAM para fomentar la implementación de los KPI del GANP en la región:

- Primero, no existe una guía regional CAR/SAM clara con instrucciones detalladas sobre la implementación de los KPI del GANP y la aplicación de las metodologías sugeridas por la OACI en el GANP, incluyendo estudios de casos. Además, no existen acuerdos regionales formales sobre las variantes que se utilizarán para algunos KPI, según la descripción del GANP.
- Segundo, el ritmo de implementación de los KPI del GANP es diferente en las regiones SAM y CAR, estando más avanzada la situación en los Estados SAM, mientras que la mayoría de los Estados de la región CAR se encuentran en el proceso inicial o preparatorio para la formulación de las bases de referencia de los KPI. Es necesario lograr un sincronismo entre todos los Estados CAR/SAM para el cálculo de los KPI en los mismos años de referencia.
- Por último, existe una comunicación insuficiente que afecta a la participación de los GREPECAS en las tareas de cálculo y gestión de los KPI. Estas deficiencias se identificaron en el taller de KPI del 28 al 31 de octubre de 2024.

4. Contexto y antecedentes

En 2014, el Consejo de la OACI aprobó un nuevo modelo de Planes Regionales de Navegación Aérea (ANP) con tres volúmenes.

El Volumen III fue diseñado para contener elementos dinámicos y flexibles, orientación para la planeación e implementación de sistemas de navegación aérea y modernización alineados con iniciativas como los ASBU y las hojas de ruta tecnológicas relacionadas en el GANP. A diferencia de los Volúmenes I y II, las modificaciones del Volumen III no requieren la aprobación del Consejo.

Los planes iniciales apuntaban a que GREPECAS aprobara el CAR/SAM RANP Vol. III a mediados de 2015, pero el proceso se retrasó, en parte debido a la espera de la 5ª edición del GANP de la OACI (2016) y los ajustes posteriores para la 6ª edición.

En julio de 2019, el Comité de Revisión de Programas y Proyectos del GREPECAS encargó a la Secretaría de la OACI que alineara los Vol. III con la 6ª edición del GANP y finalizarla para el ANP de la región CAR/SAM para el tercer trimestre de 2020. Un plan de trabajo coordinado entre las oficinas regionales apoyó la planeación para los próximos años, incluida la elaboración de orientaciones para la finalización del Vol. III.

En febrero de 2022 se celebró un primer taller virtual de preparación del Volumen III de la región CAR/SAM para orientar a los Estados en la preparación del Vol. III e implicar a las partes interesadas necesarias en los trabajos correspondientes. Se compartieron las mejores prácticas de EANA (Argentina) y COCESNA (América Central) en la planeación de los ANS. Se priorizaron las ambiciones de rendimiento para la región CAR/SAM y los KPI relacionados, incluyendo nuevos KPI inicialmente no incluidos en el Volumen III o en el GANP de la OACI. En el primer nivel de prioridad se acordaron los siguientes KPA y KPI:

- Capacidad:
 - KPI06 Capacidad del espacio aéreo en ruta
 - KPI07 Retraso ATFM en ruta (no incluido en el Vol. III)
 - KPI09 Capacidad máxima del aeropuerto
- Participación de la comunidad ATM:
 - KPI# Mejorar la participación, colaboración y coordinación de las partes interesadas (no incluido en el GANP)

- Seguridad operacional:
 - KPI# Número de desviaciones operativas por / número de operaciones (no incluidas en el GANP)
- Seguridad de la aviación:
 - KPI# Número de eventos que interrumpen o afectan a la prestación de servicios/número de eventos totales (no incluidos en el GANP)
 - KPI# Número de vulnerabilidades identificadas y resueltas (no incluidas en el GANP)
 - KPI# Tiempo de interrupción del servicio causado por ciberataques/evaluado por impacto (no incluido en el GANP)

Como segundo nivel de prioridad se identificaron las siguientes KPA: Eficiencia, Flexibilidad e Interoperabilidad. En este caso, aún no se han asignado los KPI correspondientes.

En noviembre de 2022 se celebró la 20ª reunión del GREPECAS (GREPECAS/20) en la que se aprobó la versión inicial (versión 0) del Volumen III del ANP CAR/SAM, junto con el Programa para su gestión, que permite la implementación sostenible de la planeación basada en resultados. Además, se aprobó que los Estados implementen equipos de trabajo para desarrollar actividades de recopilación de datos y gestión de los KPIs GANP como base para poblar los datos de las Tablas de Planeación de Vol. III, con la asistencia de la Secretaría para informar en el GREPECAS/21.

El segundo Taller de Preparación CAR/SAM Volumen III se llevó a cabo en febrero de 2024 en la Ciudad de México, donde se recomendó incorporar los siguientes indicadores para el KPA de Eficiencia:

- KPI17 Nivelación durante el ascenso
- KPI19 Nivelación durante el descenso

Además, durante este taller, se recomendó considerar la Seguridad Operacional como el KPA prioritario y en este sentido incorporar en el ANP de la región CAR/SAM Vol. III los siguientes KPI:

- KPI20 Número de accidentes aéreos
- KPI21 Número de incursiones en pista
- KPI22 Número de excursiones en pista
- KPI23 Número de alertas de proximidad aérea/TCAS/pérdida de separación/casi colisiones en el aire/colisiones en el aire (MAC)

En septiembre y octubre de 2024 se realizaron dos talleres en la Ciudad de México para discutir la planeación estratégica para navegación aérea y aeropuertos y sobre KPIs del GANP, respectivamente. Las principales conclusiones del segundo taller fueron:

- Los participantes en el taller destacaron que es necesario identificar cuáles de los indicadores del GANP deben desarrollarse en primer lugar, dentro de un enfoque progresivo, desde simples KPI hasta indicadores complejos y la selección de prioridades basadas en algunos criterios definidos por consenso.
- Los participantes del taller comentan la insuficiente comunicación que promueve la participación de los grupos de implementación de la navegación aérea en las tareas de cálculo y gestión de los KPI, lo que no permite reforzar el proceso de planeación basada en el rendimiento. Esto afecta también al trabajo integrado con la industria, las compañías aéreas y los usuarios.
- No existen orientaciones regionales CAR/SAM con indicaciones más específicas para la aplicación de estas metodologías, incluidos estudios de caso. Por lo tanto, no existen acuerdos formales sobre las variantes que se utilizarán para algunos KPI, según la descripción del GANP.

Es necesario definir un año de referencia armonizado para la base de referencia, los KPI promulgados en el Vol. III se refieren a años diferentes (2019, 2021, 2022, etc.).

La novena reunión del Grupo de Trabajo NACC (NACC/WG/9) se celebró en septiembre y octubre de 2024 en Ciudad de México. Durante esta reunión se acordaron las siguientes recomendaciones:

- El NACC/WG debería dar prioridad a la medición de los siguientes KPI:
 - Capacidad:
 - KPI06 Capacidad del espacio aéreo en ruta
 - KPI09 Capacidad máxima del aeropuerto
 - Eficiencia:
 - KPI01 Puntualidad en la salida
 - KPI05 Extensión real en ruta
 - KPI08 Tiempo adicional en el espacio aéreo terminal
 - Seguridad operacional:
 - KPI23 Número de pérdidas de separación (variante 3)
- La Reunión reconoció que los Indicadores Clave de Rendimiento del GANP pueden ser difíciles de medir para muchos de los Estados/ANSP, debido principalmente a los elementos de datos necesarios para calcular los indicadores. La Reunión solicitó a los Relatores de los Grupos de Trabajo ATFM y de Optimización del Espacio Aéreo (AO) de la NACC/WG que, junto con la Secretaría, establecieran un grupo ad hoc para tratar los siguientes temas:
 - proporcionar recomendaciones y orientaciones para garantizar que cada Estado/Territorio pueda almacenar y analizar eficazmente los datos requeridos.
 - promover el desarrollo de capacidades para utilizar los recuentos de tráfico como los datos más comúnmente disponibles.
 - proporcionar orientación para analizar los indicadores clave de rendimiento del GANP con el fin de garantizar que puedan adaptarse a las capacidades de los Estados/Territorios, y al mismo tiempo ser lo suficientemente flexibles como para adaptarse a las necesidades cambiantes, y ofrecer posibles alternativas de medición.

La reunión conjunta del GREPECAS-RASG-PA y la 22ª reunión GREPECAS (GREPECAS/22) se celebraron en noviembre de 2024 en Lima (Perú). La principal conclusión relacionada con el CAR/SAM ANP Vol. III fue

- Que los Estados CAR/SAM, conjuntamente con los ANSP y los aeropuertos, con la participación de las compañías aéreas y las Organizaciones Internacionales, con la asistencia de la Secretaría, llenen las Tablas del Volumen III del RANP de la región CAR/SAM con los datos de los indicadores de rendimiento - KPIs, priorizando y armonizando la gestión de estos indicadores en función de los avances de los Grupos de Trabajo para la implementación regional de la navegación aérea por el GREPECAS/23.
- Que en el marco del Programa del GREPECAS para el Fortalecimiento del Plan Regional (RANP) y los Planes Nacionales (NANP) de la región CAR/SAM, Proyecto A1, y para trabajar conjuntamente con los grupos regionales de implementación, la industria y las partes interesadas, se activa el Grupo AD-HOC, cuyos miembros son Bahamas, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, República Dominicana, Ecuador, Panamá, Perú, Trinidad y Tobago, Estados Unidos, la IATA e IFATCA, para el desarrollo de Indicadores Clave de Rendimiento KPI del GANP (GADHOC) con el fin de fortalecer la implementación del Volumen III del RANP para las

regiones CAR SAM, cuyos resultados se presentarán en el GREPECAS/23 con las siguientes tareas:

- preparar unas directrices regionales CAR/SAM y material de formación normalizado sobre la metodología de los indicadores de resultados, la recopilación y gestión de datos y los cálculos;
- formular un Plan de Acción para la implementación progresiva de los KPI, identificando las prioridades y los recursos necesarios, armonizados con los avances de los grupos de implementación;
- implementar un Plan de Comunicación y medios adecuados de difusión (cuadros de mando, etc.) de los KPI;
- y formular una iniciativa regional y/o interregional para las actividades de evaluación comparativa de los KPI.

La primera reunión del grupo GADHOC se celebró en línea el 12 de septiembre de 2025, y en ella se debatieron el mandato y el plan de acción del grupo. Durante la reunión se presentaron los primeros esbozos de estas directrices regionales.

Además, en julio de 2025 se celebró en Lima (Perú) el Cuarto Taller/Reunión de Gestión del Flujo de Tránsito Aéreo (ATFM) sobre Gestión de Datos y Cálculo de Indicadores. El taller se enfocó en el trabajo realizado por DECEA (Brasil), en coordinación con la Oficina SAM de la OACI, sobre el cálculo de indicadores operativos ATFM en la región SAM. Se presentó el estado del proceso, en particular cómo los diferentes estados de la región SAM estaban contribuyendo al cálculo de sus indicadores ATFM con el suministro de las capturas de datos, y cómo eran procesados e integrados por DECEA a nivel regional. Como uno de los principales resultados del taller, se identificó que para varios de los indicadores operativos ATFM que ya se están calculando en la región SAM, la mayoría de los aspectos del proceso, como la captura de datos, la fórmula y los métodos de cálculo e integración a nivel regional son los mismos o muy similares a los requeridos para el cálculo de los KPI equivalentes del GANP. En este sentido, se recomienda aprovechar este trabajo realizado hasta la fecha por los estados de la región SAM y considerarlo como punto de partida para el cálculo de los KPI del GANP para el Plan Regional de Navegación Aérea de la región CAR/SAM, Vol. III. Además, el hecho de disponer de datos comunes procedentes de los Estados para el cálculo de los indicadores ATFM y de los KPI del GANP garantiza la coherencia de los datos utilizados y de los resultados de los indicadores, tanto a efectos de análisis operativo como de planeación.

En la región NACC también se están llevando a cabo trabajos similares sobre indicadores ATFM con varias iniciativas, como la iniciativa CARPIs liderada por la FAA (EE.UU.) y CADENA por CANSO. En ambos casos, y de forma similar a los indicadores ATFM calculados en la región SAM, el trabajo realizado por los Estados para capturar los datos necesarios y contribuir al proceso de cálculo de los indicadores podría considerarse también como punto de partida para el cálculo de los KPI del GANP para la región CAR/SAM.

5. Enfoque general de los KPI del ANP regional para la región CAR/SAM

Antes de empezar con la descripción de la metodología detallada para el cálculo de los KPI seleccionados, la presente sección esboza el enfoque general propuesto para los KPI del ANP Regional CAR/SAM, buscando una implementación eficiente y teniendo en cuenta la situación actual y las particularidades de la región.

a. Aspectos clave e hipótesis del enfoque propuesto

El enfoque propuesto para la región CAR/SAM se define teniendo en cuenta los siguientes supuestos:

- Como se ha descrito en el apartado anterior, la región CAR/SAM y en particular el GREPECAS lleva varios años trabajando en la definición y selección de los KPI del GANP que se incorporarán a la ANP Regional Vol III. Además, el cálculo y la implementación de los KPI en la región CAR/SAM ya está en marcha, aunque con diferentes niveles de aplicación según los Estados, estando los de la región SAM más avanzados en comparación con los de la región CAR. En este sentido, el enfoque que proponen las directrices no consiste en partir de cero, sino en revisar y aprovechar el trabajo ya realizado en la región. Y no sólo en lo que respecta a los KPI del GANP, sino también en cuanto a otras actividades realizadas en el contexto de los indicadores operativos y ATFM.
- Teniendo en cuenta la larga lista potencial de indicadores clave de rendimiento, y los diferentes puntos de partida y recursos dedicados disponibles de los Estados, el enfoque debería seguir el principio de "empezar poco a poco". Así, se recomienda seguir un enfoque de implementación por fases, abordando en una primera fase un número reducido de KPI y añadiendo el resto en la(s) fase(s) siguiente(s).
- Como se describe en el primer supuesto, uno de los principios de estas directrices es reutilizar el trabajo realizado hasta el momento. Y en particular, como se mencionó en la sección anterior, la región ha estado trabajando considerablemente en el desarrollo de indicadores ATFM, tanto en la región SAM con la coordinación de la oficina SAM de la OACI y el liderazgo de Brasil, como en la región CAR con varias iniciativas como CADENA de CANSO y los CARPI de la FAA. Las aportaciones y el proceso de cálculo de algunos de los KPI del GANP son los mismos o muy similares a los seguidos en el cálculo de algunos indicadores ATFM, que ya se están calculando en la región CAR/SAM, como se ha mencionado en el apartado anterior. Esto garantiza la coherencia entre los indicadores de planeación y los de operaciones y permite seguir un proceso único para la recopilación de datos y el cálculo de ambos tipos de indicadores, y luego aplicar procesos separados para la aplicación y el uso del resultado del indicador, el indicador GANP para la planeación a medio-largo plazo y el indicador ATFM para el análisis táctico y operativo.
- La metodología propuesta de cálculo y gestión de los indicadores GANP se basa en herramientas sencillas y procesos abiertos. Para recopilar y registrar los datos necesarios para calcular los indicadores, se recomienda almacenar los datos de forma estructurada en bases de datos relacionales sencillas, como tablas de Excel. En una primera fase, el cálculo de los indicadores y su integración a nivel regional se realizará también con Excel. En una segunda fase se prevé incorporar Power BI o plataformas similares para realizar el cálculo y la integración de los KPI, y mantener las tablas Excel como forma de recoger la captura de los datos de los Estados. Todos los procesos y herramientas se utilizarán siguiendo un enfoque de "acceso abierto" para facilitar la trazabilidad de los datos y garantizar la transparencia durante todo el proceso.
- Tal y como se sugirió en las reuniones del GREPECAS, la metodología propuesta debería permitir un nivel de flexibilidad en los diferentes procesos de cálculo y gestión de los KPI, en particular en las fuentes de datos requeridas, las fórmulas de cálculo, la periodicidad de cálculo de los KPI, etc. En este sentido, podrían aceptarse inicialmente variaciones en algunos de estos elementos. Esta flexibilidad facilitaría abordar algunas dificultades potenciales que algunos Estados pueden tener para cumplir completamente con la metodología y el proceso descritos por el GANP de la OACI. Esta flexibilidad podría ser necesaria sobre todo en la fase inicial de la metodología propuesta.

b. Lista de KPI de la región CAR/SAM seleccionados

La lista propuesta de KPI a desarrollar en la región se define teniendo en cuenta los KPI ya incluidos en la versión actual del Volumen III del RANP de la región CAR/SAM (versión 0.1) y añadiendo aquellos que han sido identificados como prioritarios por los estados CAR/SAM en anteriores reuniones de GREPECAS y talleres y actividades relacionados. Esta lista sólo incluye los KPI que forman parte de la lista actual de 23 KPI propuestos por la 7ª edición del GANP de la OACI. En futuras ediciones de estas directrices, la lista de KPI podrá actualizarse y ampliarse para incorporar nuevos KPI, según proceda.

La siguiente tabla presenta los 23 KPI actuales de la GANP agrupados por KPI básicos y avanzados, por KPA y por área de interés dentro del KPA.

ICAO KPI Overview									
KPA	Efficiency			Capacity		Predictability		Safety	
Focus Area(s)	Additional flight time & distance	Vertical flight efficiency	Additional fuel burn	Capacity, throughput & utilization	Capacity shortfall & associated delay	Punctuality	Variability	Operational safety outcomes	
Basic KPIs	KPI02 Taxi-out additional time			KPI09 Airport peak capacity		KPI01 Departure punctuality	KPI15 Flight time variability	KPI20 Number of aircraft accidents	
	KPI13 Taxi-in additional time			KPI10 Airport peak throughput		KPI14 Arrival punctuality		KPI21 Number of runway incursions	
								KPI22 Number of runway excursions	
								KPI23 Number of airprox/ TCAS alert/ loss of separation/ near midair collisions/ midair collisions (MAC)	
Advanced KPIs	KPI04 Filed flight plan en-route extension	KPI17 Level-off during climb	KPI16 Additional fuel burn	KPI06 En-route airspace capacity	KPI07 En-route ATFM delay	KPI03 ATFM slot adherence			
	KPI05 Actual en-route extension	KPI18 Level capping during cruise		KPI11 Airport throughput efficiency	KPI12 Airport/Terminal ATFM delay				
	KPI08 Additional time in terminal airspace	KPI19 Level-off during descent							

49

Figura 5 - KPI del GANP de la OACI

La lista de KPI de CAR/SAM se estructura en tres grupos, el primero compuesto por aquellos KPI a construir en una primera fase de implementación a corto plazo, como KPI prioritarios para la región e incluyendo aquellos que ya están siendo calculados por varios Estados de la región; a continuación, un segundo grupo de KPI a implementar en una fase a medio plazo, y finalmente un tercer grupo orientado a una fase de implementación a largo plazo.

Grupo 1 (implementación a corto plazo):

- KPI01 Puntualidad en la salida (Variante 2A)
- KPI06 Capacidad del espacio aéreo en ruta
- KPI09 Capacidad máxima del aeropuerto
- KPI10 Rendimiento máximo del aeropuerto
- KPI14 Puntualidad de llegada

Grupo 2 (implementación a medio plazo)

- KPI02 Tiempo adicional de rodaje de salida
- KPI05 Extensión real en ruta
- KPI08 Tiempo adicional en el espacio aéreo terminal
- KPI13 Tiempo adicional de rodaje de entrada
- KPI15 Variabilidad del tiempo de vuelo
- KPI23 Pérdida de separación (Variante 3)

Grupo 3 (implementación a largo plazo):

- KPI04 Plan de vuelo presentado con extensión de ruta
- KPI07 Retraso ATFM en ruta
- KPI17 Nivelación durante el ascenso
- KPI19 Nivelación durante el descenso

Tenga en cuenta que el KPI20 Número de accidentes de aeronaves, el KPI21 Número de incursiones en pista y el KPI22 Número de excursiones en pista no forman parte del ámbito de aplicación del CAR/SAM RANP Volumen III.

c. Esquema del proceso general

El proceso de cálculo de los KPI regionales CAR/SAM se estructura en 9 etapas, en las que participan tanto los Estados a nivel nacional como las Oficinas Regionales de la OACI a nivel regional.

La siguiente lista identifica y describe brevemente cada uno de los pasos de este proceso general.

1. Selección del KPI:
 - a. Justificación: Explicar la relevancia del KPI para los objetivos estratégicos.
 - b. Prioridad: Determinar la urgencia y el impacto del KPI en la región.
 - c. Vínculo con los elementos ASBU: Establecer la trazabilidad entre el KPI y los elementos ASBU relacionados.
 - d. Criterios de selección: Garantizar que el KPI sea medible, alcanzable y alineado con las políticas globales.
2. Comprender los KPI:
 - a. Definición: Escribir el concepto exacto y claro del KPI.
 - b. Contribución a los objetivos y KPA: Indicar cómo contribuye a la consecución de los objetivos definidos en el GANP.
 - c. Fórmula: Presentar la ecuación matemática o algoritmo preciso para calcular el KPI, incluyendo la unidad del KPI y el periodo de tiempo considerado, si procede.
 - d. Instancias: Definir las instancias de cálculo (Por aeropuerto, por sector del espacio aéreo, por estado, etc.).
 - e. Metadatos: Elementos de datos capturados necesarios para el cálculo del KPI.
 - f. Frecuencias: Determinar la frecuencia de cálculo a nivel estatal y de consolidación a nivel regional.
 - g. Titular y responsabilidades: El titular del KPI es el responsable de todo su proceso de cálculo y gestión a nivel estatal. Además, es necesario asignar personal responsable para las distintas actividades, recopilación de datos, control de calidad, cálculo de KPI, etc.
 - h. Referencias y mejores prácticas: Identificar las principales referencias y prácticas aplicadas internacionalmente para el cálculo del KPI (otras a la referencia GANP de la OACI).
3. Identificación de las fuentes de datos:
 - a. Fuentes primarias: Enumera las bases de datos, las herramientas, los procesos y las partes interesadas.
 - b. Fuentes alternativas: En caso de que las fuentes primarias no estén disponibles, identificar y caracterizar las alternativas disponibles y evaluar el impacto potencial en la fórmula y/o los metadatos del KPI.

- c. Evaluación de la accesibilidad de las fuentes de datos: Evaluar la coherencia, validez y accesibilidad de cada fuente.
- 4. Recopilación y consolidación de datos capturados
 - a. Formato de recopilación y consolidación: Utilización de tablas en Excel u otros formatos normalizados.
 - b. Frecuencia de recopilación y consolidación: Definir la frecuencia de actualización (mensual, trimestral, anual).
 - c. Comprobación de la calidad de los metadatos: Garantizar la calidad de los datos capturados recibidos de las distintas fuentes de datos.
- 5. Cálculo de KPI y presentación de resultados
 - a. Aplicación de fórmulas: Utilizar los datos recogidos y la fórmula definida para generar resultados por país.
 - b. Cálculo de las bases de referencia de los KPI: Calcular el valor del KPI para los datos disponibles más recientes, para un periodo de tiempo definido, normalmente por año.
 - c. Validación interna: Comprobar la coherencia y exactitud de los cálculos.
 - d. Preparación de la documentación: Registrar hipótesis, variaciones, datos capturados no disponibles y observaciones.
 - e. Envío de resultados a nivel regional: Envío de resultados del Estado de los KPI y documentación asociada para su integración a nivel regional.
- 6. Integración de los KPI a nivel regional
 - a. Formato de integración: Uso de tablas de Excel, modelos Power BI u otras bases de datos estandarizadas.
 - b. Consolidación y normalización: Agrupar los resultados nacionales en un conjunto regional. Y ajustar las posibles diferencias metodológicas o de unidades entre Estados.
 - c. Control de calidad y verificación: Revisión de errores, valores atípicos y coherencia temporal y confirmación de la coherencia de los datos integrados antes del análisis regional.
 - d. Comparación: Cálculo de medias regionales y establecimiento de clasificaciones de KPI entre Estados.
- 7. Visualización y seguimiento de datos:
 - a. Herramientas de presentación: Tablas y gráficos dinámicos en Excel o formatos más avanzados como por ejemplo modelos Power BI u otros cuadros de mando de visualización.
 - b. Vistas de los KPI: Base de referencia vs objetivo, tendencias históricas, mapas regionales, monográficos estatales, comparativa multiestatal, etc.
 - c. Acceso y transparencia: Garantizar que las autoridades de aviación civil de los Estados y otras partes interesadas (proveedores de servicios de navegación aérea, operadores aeroportuarios, compañías aéreas) puedan consultar la información.
- 8. Análisis de datos:
 - a. Análisis comparativo: Evaluar los resultados de los distintos países y compararlos con las medias regionales y los puntos de referencia internacionales.
 - b. Análisis de tendencias: Identificar patrones a corto, medianos y largo plazo.
 - c. Análisis de brechas: Resultados de referencia contra objetivos, identificación de nuevos objetivos.
- 9. Interpretación de los resultados y recomendaciones
 - a. Síntesis de las conclusiones: Explicar las principales conclusiones del análisis.

- b. Impacto en los objetivos regionales: Determinar en qué medida los KPI reflejan avances o brechas.
- c. KPI de trazabilidad frente a soluciones del RANP: Identificación de la eficacia en términos de mejora del rendimiento de las soluciones implantadas y elementos ASBU del RANP y recomendaciones de nuevas soluciones.
- d. Recomendaciones: Proponer acciones concretas de mejora y áreas prioritarias de atención, en forma de nuevos objetivos de rendimiento, KPI y metas asociadas.

La figura siguiente ilustra cómo se secuencian y estructuran estos pasos a escala nacional y regional. Los procesos a nivel nacional son responsabilidad de cada Estado CAR/SAM, mientras que el proceso que debe llevarse a cabo a nivel regional podría ser realizado por las oficinas regionales SAM y NACC de la OACI o por un Estado u organización designados. El proceso que se lleve a cabo a ambos niveles deberá coordinarse adecuadamente.

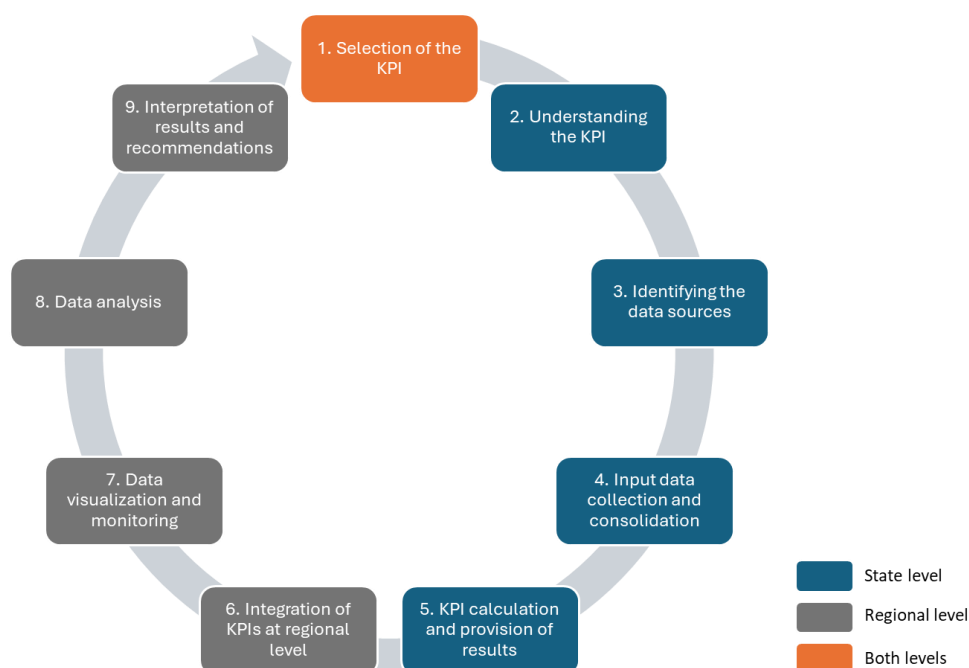


Figura 6 - Esquema del proceso general de cálculo de los KPI del RANP para CAR/SAM

Favor de tomar en cuenta que el planteamiento anterior no impide que un Estado aplique todo el proceso a nivel nacional, como parte de sus actividades de desarrollo y seguimiento del Plan Nacional de Navegación Aérea.

La siguiente tabla resume el proceso general de cálculo y su aplicación al KPI01 a modo de ejemplo.

Paso	Subniveles	Ejemplo de KPI 01 - Puntualidad en la salida
1. Selección del KPI	a. Justificación b. Prioridad c. Enlace con los elementos del ASBU d. Criterios de selección	a. La puntualidad en la salida es una medida clave de la experiencia de los pasajeros y de la eficacia operativa. b. Alta prioridad en CAR/SAM debido a la congestión recurrente en los principales hubs (Ciudad de México, São Paulo, Bogotá, Lima). c. El KPI01 no está vinculado a ningún elemento ASBU (según la herramienta de trazabilidad del GANP de la OACI (https://www4.icao.int/ganpportal/ASBU/PerformanceDashboard)) d. Medible mediante datos operativos de las líneas aéreas, pantallas de salidas de los aeropuertos y coordinación de los ANSP.
2. Comprensión de los KPI	a. Definición b. Contribución a los objetivos y KPA c. Fórmula d. Instancias e. Metadatos f. Frecuencias g. Titular y responsabilidades h. Referencias y buenas prácticas	a. Porcentaje de vuelos que salen dentro de los ± 15 minutos de su Hora programada fuera de calzos (SOBT) en comparación con la Hora real fuera de calzos (AOBT). b. Contribuye al KPA del GANP: Previsibilidad c. Fórmula: $(\text{Salidas donde } AOBT - SOBT \leq 15 \text{ min} \div \text{Total salidas programadas}) \times 100$. d. Instancias: por aeropuerto, pista y consolidadas a nivel estatal y regional CAR/SAM. e. Metadatos: ▪ Indicativo de vuelo (por ejemplo, GLO1182) ▪ Tipo de aeronave (por ejemplo, B738) ▪ Aeropuerto de salida (ADEP) (es decir, SBBR) ▪ Aeropuerto de destino (ADES) ▪ Tipo de vuelo, comercial, utilizando por ejemplo una C, o no comercial, indicando NC ▪ Hora programada fuera de calzos (SOBT) (es decir, 28/01/25 06:15:00) ▪ Hora real fuera de calzos (AOBT) ▪ Pista en uso (es decir, 17R) f. Frecuencias: cálculo mensual y consolidación trimestral a nivel regional. g. Titular del KPI y personal responsable de la Autoridad Nacional de Aviación Civil h. Referencias: DECEA (Brasil), EUROCONTROL, ACI Europe

Paso	Subniveles	Ejemplo de KPI 01 - Puntualidad en la salida
3. Identificación de las fuentes de datos	a. Fuentes primarias b. Fuentes alternativas c. Evaluación de la accesibilidad de las fuentes de datos	a. Principal: Bases de datos de operaciones aeroportuarias (AODB) b. Alternativa: OCC de aerolíneas y sistemas ATC c. Accesibilidad: Mayor en aeropuertos grandes con A-CDM implantado, pero más débil en aeropuertos pequeños donde el acceso a SOBT/AOBT puede requerir la cooperación de las aerolíneas.
4. Recopilación y consolidación de datos de entrada	a. Formato de recopilación y consolidación b. Frecuencia de recopilación y consolidación c. Control de calidad de los metadatos	a. Metadatos del KPI01 almacenados en Excel/CSV o en una base de datos centralizada. b. Actualización semanal de los datos capturados y consolidación mensual de los metadatos. c. Control de calidad establecido para la evaluación de la cartografía, la exhaustividad, la correspondencia y la precisión.
5. Cálculo de KPI y presentación de resultados	a. Aplicación de la fórmula b. KPI de referencia c. Validación interna d. Preparación de la documentación e. Transmisión de resultados a nivel regional	a. Ejemplo: Bogotá (BOG), julio de 2024 → vuelos SOBT = 12.000; vuelos dentro de ± 15 min SOBT-AOBT = 9.240 → KPI = 77% Puntualidad en la salida en julio de 2024. b. Ejemplo: KPI de referencia para los aeropuertos en Brasil en 2024 = 80%. c. Comprobación cruzada con los informes de puntualidad de las compañías aéreas y las revisiones entre pares de las partes interesadas. d. Documentar los casos en los que falte SOBT o AOBT, tener en cuenta los supuestos. e. KPI01 Los resultados estatales se facilitan a la Oficina Regional de la OACI.
6. Integración de los KPI a nivel regional	a. Formato de integración b. Consolidación y estandarización c. Control de calidad y verificación	a. Consolidación regional mediante Excel/Power BI. b. Garantizar que los resultados de los indicadores clave de rendimiento se consoliden y estandaricen en todos los Estados. c. Comprobar la coherencia de los resultados de los KPI, elimine los registros duplicados y verificarlos con el panel de rendimiento de la región SAM de la OACI.
7. Visualización y control de datos	a. Herramientas de presentación b. Vistas de KPI c. Acceso y transparencia	a. Cuadros de mando en Power BI con gráficas de puntualidad. b. Vistas: base de referencia versus objetivos, tendencias mensuales, mapas de puntualidad, clasificaciones estatales. c. Acceso para las AAC, los ANSP, los aeropuertos, las compañías aéreas y las oficinas regionales de la OACI.

Paso	Subniveles	Ejemplo de KPI 01 - Puntualidad en la salida
8. Análisis de datos	a. Análisis comparativo b. Análisis de tendencias c. Análisis de brechas	a. Aeropuertos y Estados de referencia (por ejemplo, PTY frente a MEX). b. Tendencia estacional: Ejemplo: los retrasos aumentan en el Caribe durante los picos turísticos. c. Brecha: objetivo regional del 85%, media real del 77% → déficit del 8%.
9. Interpretación de los resultados y recomendaciones	a. Síntesis de los resultados b. Impacto en los objetivos regionales c. KPI de trazabilidad versus soluciones RANP d. Recomendaciones	a. Promedio CAR/SAM = 77% de puntualidad; los grandes hubs presentan las mayores concentraciones de impuntualidad b. No se han alcanzado plenamente las metas y objetivos de eficiencia y previsibilidad. c. Los aeropuertos con A-CDM y ATFM muestran una mayor puntualidad. d. Recomendaciones: ampliar A-CDM, reforzar ATFM, mejorar los informes SOBT-AOBT, fijar el objetivo para 2030 en un 85% de puntualidad.

En la sección 6, se detallará la metodología que se aplicará en cada uno de los pasos anteriores para la lista seleccionada de KPI que se aplicarán en la fase a corto plazo.

d. Plan de acción resumido

El Plan de Acción para la implementación de los KPI del GANP que se incluirán en el Plan Regional de Navegación Aérea de la región CAR/SAM, Vol. III se estructura en tres fases principales:

- Primera fase (despliegue a corto plazo): Implementación de los 5 primeros KPI (KPI01, KPI06, KPI09, KPI10, KPI14) por todos los Estados de la región CAR/SAM. Desde enero de 2026 hasta diciembre de 2026
- Segunda fase (despliegue a mediano plazo): Implementación del siguiente grupo de 6 KPI (KPI02, KPI05, KPI08, KPI13, KPI15, KPI23) por todos los Estados de la región CAR/SAM. Desde junio de 2026 hasta junio de 2027 Teniendo en cuenta que algunos Estados ya han avanzado en la implementación de la primera fase, esta segunda fase puede iniciarse antes y en paralelo a la primera.
- Tercera fase: (Despliegue a largo plazo): Implementación del último grupo de 4 KPI (KPI04, KPI07, KPI17, KPI19) por todos los Estados de la región CAR/SAM. Desde julio de 2027 hasta julio de 2028

Las oficinas regionales de la OACI prestarán apoyo in situ a los Estados de CAR/SAM durante las tres fases de implementación. Estos apoyos in situ se diseñarán en cada caso en función de las necesidades específicas de cada Estado.

Favor de ver la descripción detallada del Plan de Acción en el Entregable 2.

6. Metodología detallada para el cálculo de los KPI de CAR/SAM

La versión actual de estas directrices proporciona una metodología detallada y un ejemplo práctico para el cálculo de cada uno de los indicadores que deben aplicarse en la fase inicial de despliegue (KPI01, KPI06, KPI09, KPI10, KPI14).

Las siguientes ediciones de estas directrices incorporarán información detallada para el resto de los KPI que se propone implementar en las fases a mediano y largo plazo.

La metodología propuesta aborda los pasos a realizar a nivel estatal, que son los 5 primeros pasos del proceso general definido en el apartado anterior.

a. KPI01 Puntualidad en la salida (Variante 2A)

i. Selección del KPI

En primer lugar, es necesario comprender por qué se ha seleccionado el KPI como parte del RANP CAR/SAM, evaluar su nivel de prioridad, su relación con los elementos ASBU de la OACI y los criterios de selección aplicados.

- **Justificación:**

Está claro que la puntualidad es un motor empresarial clave del sector del transporte aéreo, que garantiza su competitividad frente a otros modos de transporte. Y, en particular, la Puntualidad en la salida es una medida de rendimiento clave para la experiencia de los pasajeros y la eficiencia operativa. El aumento de la previsibilidad de las operaciones garantiza una mayor fiabilidad de los horarios de vuelo, lo que es crucial para proporcionar la información correcta sobre el estado de los vuelos a los pasajeros y facilitar los procedimientos de asignación de capacidad y recursos a los operadores aeroportuarios y los ANSP.

- **Prioridad:**

Teniendo en cuenta la situación actual de frecuentes retrasos y situaciones impredecibles en varios aeropuertos principales de la región CAR/SAM, el KPI01 es de alta prioridad para el Plan Regional de Navegación Aérea de la región CAR/SAM. La urgencia de establecer y supervisar el indicador puede variar según los distintos Estados, teniendo en cuenta la base de referencia actual en lo que respecta a la puntualidad en la salida en sus aeropuertos.

- **Enlace con elementos del ASBU:**

La herramienta de trazabilidad del GANP de la OACI aún no proporciona los vínculos entre los elementos KPI01 y el ASBU, <https://www4.icao.int/ganportal/ASBU/PerformanceDashboard>. Se espera que a corto/medio plazo se establezca la trazabilidad del KPI01, principalmente con los elementos ACDM del ASBU.

Nota. - La 8ª edición del GANP fue aprobada por la 42ª Asamblea de la OACI (Montreal, 23 de septiembre - 3 de octubre de 2025). Entre otras inserciones, se definió la trazabilidad de los KPI01, KPI09 y KPI14. La publicación de la 8ª edición del Portal del GANP está prevista para el primer trimestre de 2026.

- **Criterios de selección:**

Por último, en cuanto a los criterios de selección del KPI, es necesario asegurarse de que el KPI es factible de ser medido por todos los Estados de la región. En este sentido, teniendo en cuenta la relativa sencillez de la fórmula del KPI y la potencial facilidad de acceso a los datos capturados necesarios, el KPI01 se considera un KPI factible para la mayoría de los Estados de la región. Además,

ha sido identificado por ambas regiones, CAR y SAM, como un KPI prioritario del GANP, y a efectos operativos del ATFM ya está siendo calculado, principalmente por los Estados de la región SAM.

ii. Comprensión de los KPI

El KPI01 Puntualidad en la Salida, tal como se describe en el portal del GANP de la OACI, es un KPI centrado en el usuario del espacio aéreo y en el pasajero: la puntualidad en la salida da una indicación general de la calidad del servicio que experimentan los pasajeros, y de la capacidad de las compañías aéreas para ejecutar su programación en un lugar de salida determinado.

- **Definición:**

KPI01 La puntualidad en la salida está definida por el GANP de la OACI como el porcentaje (%) de vuelos que salen de la puerta de embarque a tiempo (en comparación con el horario).

El GANP de la OACI ofrece cuatro variantes para calcular el KPI01:

- Variante 1A - % de salidas dentro de ± 5 minutos de la hora de salida programada
- Variante 1B - % de salidas con retraso ≤ 5 minutos respecto al horario
- Variante 2A - % de salidas dentro de ± 15 minutos de la hora de salida programada
- Variante 2B - % de salidas con retraso ≤ 15 minutos respecto al horario

La variante propuesta para el KPI01 como parte del RANP de CAR/SAM es la variante 2A que, por un lado, en comparación con la variante 1, permite una ventana de tolerancia más amplia, dando una imagen realista de las operaciones, ya que los retrasos menores son inevitables, y es ampliamente utilizada en la industria de la aviación, siendo por tanto más adecuada para la evaluación comparativa global. Por otro lado, en comparación con la variante 2B, detecta no sólo los vuelos retrasados, sino también las salidas anticipadas, que también podrían dar lugar a problemas operativos y de conexiones de pasajeros. El objetivo es medir el cumplimiento del calendario.

Por lo tanto, la definición a utilizar para el KPI01 en el RANP de la región CAR/SAM es: Porcentaje de vuelos que salen de la puerta de embarque dentro de los ± 15 minutos de su hora programada fuera de calzos (SOBT) en comparación con su hora real fuera de calzos (AOBT).

Dependiendo de la disponibilidad de los datos de entrada necesarios, si los datos SOBT no están disponibles, se pueden calcular utilizando los datos EOBT del plan de vuelo.

Además, en el caso de que no se disponga de datos AOBT, se puede considerar la posibilidad de utilizar los tiempos ATOT y de rodaje de salida y estimar los valores AOBT.

- **Contribución a los objetivos y KPA:**

El KPI01 Puntualidad en la salida está alineado con el siguiente objetivo de rendimiento CAR/SAM, incluido en el Volumen III: Aumentar el número (%) de vuelos que respetan la hora de despegue prevista. Este objetivo de rendimiento forma parte de la KPA Previsibilidad.

- **Fórmula:**

$$KPI01 = \frac{\text{Salidas donde } |AOBT - SOBT| \leq 15 \text{ min}}{\text{salidas totales programadas}} \times 100$$

En caso de que no se disponga de datos SOBT, puede calcularse utilizando en su lugar datos EOBT.

Otra variación de la fórmula, en función de la disponibilidad de datos, podría consistir en utilizar los datos ADT y SDT en lugar de los datos AOBT y SOBT, respectivamente.

Inicialmente, sólo se tienen en cuenta las salidas comerciales programadas. La aviación general, militar y otros tipos de vuelos podrían incluirse sólo para el análisis específico del KPI01, según lo requiera

cada Estado. El KPI01 no tiene en cuenta los vuelos de salida cancelados, que podrían medirse y controlarse como una métrica independiente.

El periodo de tiempo considerado para el cálculo del KPI01 podría ser desde resultados por hora hasta anuales, incluyendo también periodos diarios y mensuales.

- **Instancias:**

Las instancias de cálculo del KPI01 pueden depender de los datos capturados disponibles. La instancia recomendada es por infraestructura aeroportuaria en cada Estado. La lista de aeropuertos que deben incluirse en el análisis debe incluir aquellos aeropuertos que superen las 40,000 operaciones comerciales/año.

Además, para los aeropuertos con más de una pista de salida, se sugiere calcular el KPI01 por cada pista de salida.

Por último, a nivel estatal se calculará el KPI agregado para todos los aeropuertos incluidos en el ámbito de cada Estado. La consolidación de los resultados del KPI01 también se hará a nivel regional en el paso 6 del proceso.

- **Metadatos:**

Los metadatos se definen normalmente como los datos de los datos, es decir, la información contextual que hace que los datos brutos tengan sentido, se puedan buscar y utilizar. En este sentido, para cada KPI necesitamos identificar y caracterizar las diferentes capturas de datos que se requieren para su cálculo. En el contexto de estas directrices, el grupo de captura de datos del KPI se considera como los metadatos de los KPI.

En el caso del KPI01, para cada vuelo registrado en el periodo de tiempo considerado, se requieren los siguientes metadatos:

- Indicativo de vuelo, según el plan de vuelo (es decir, GLO1182)
- Tipo de aeronave (por ejemplo, B738)
- Tipo de vuelo, comercial, utilizando por ejemplo una C, o no comercial, indicando NC
- Aeropuerto de salida (ADEP), en código OACI (es decir, SBRR)
- Aeropuerto de destino (ADES), en código OACI
- Hora programada fuera de calzos (SOBT), en fecha (día/mes/año) y hora (hora: minuto: segundos) (es decir, 28/01/25 06:15:00)
- Hora real fuera de calzos (AOBT), en fecha (día/mes/año) y hora (hora: minuto: segundos)
- Pista en uso (RWY) (es decir, 17R)
- Puerta de salida (GATE)

Véase el ejemplo de tabla para compilar los metadatos necesarios para el KPI01 en la sección de recopilación y consolidación de datos de entrada. Véase también la plantilla Excel del Anexo 1.

- **Frecuencias:**

Se recomienda que cada Estado calcule el KPI01 a nivel nacional con una frecuencia mensual. Se recomienda que la integración a nivel regional se realice con una frecuencia trimestral (cada tres meses).

- **Titular y responsabilidades:**

Cada KPI debe tener un titular designado a nivel estatal, que será responsable del cálculo y la gestión del KPI. Normalmente, será personal del Departamento de Planeación de la Autoridad de Aviación Civil o del ANSP estatal.

El titular del KPI01 a nivel estatal deberá designar al personal responsable de recibir los datos, consolidarlos y realizar las comprobaciones de calidad de los metadatos.

Puede designarse al mismo personal responsable para las tres funciones o, en función de las capacidades existentes en la entidad titular, las responsabilidades podrían asignarse a equipos diferentes. El enfoque seleccionado sería el mismo para todos los KPI.

- **Referencias y buenas prácticas:**

La puntualidad en la salida es un parámetro clave para el sector de la aviación, y no sólo a efectos de planeación. Algunas referencias clave y mejores prácticas sobre los indicadores de puntualidad en la salida son:

- DECEA (Brasil) presenta el sitio web llamado SISCEAB Performance, que permite acceder a los indicadores de rendimiento de ATM, incluida la puntualidad en las salidas.

https://performance.decea.mil.br/areas/previsibilidade/#graf_opc_ano

- EUROCONTROL, en su Portal de Inteligencia de la Aviación, ofrece un cuadro de mando con información sobre diversos ámbitos e indicadores de rendimiento, incluida la puntualidad en la salida.

<https://www.eurocontrol.int/Economics/DailyPunctuality-Airports.html>

- La Red de Rendimiento Aeroportuario - Europa (APN - Europa) reúne a los miembros de ACI Europa para debatir cuestiones relacionadas con la puntualidad y la gestión del rendimiento aeroportuario.

<https://www.aci-europe.org/industry-topics/industry-topics/29-airport-performance.html>

Como resultado resumido de este paso, se recomienda que cada Estado complete la siguiente **Tabla Descriptiva** del KPI01 (véase la plantilla Excel en el Anexo 1):

KPI01 - Cuadro descriptivo	
Nombre	Previsibilidad de la salida (Variante 2A)
Definición	Porcentaje de vuelos que salen de la puerta de embarque dentro de los ± 15 minutos de su hora programada fuera de calzos (SOBT) en comparación con su hora real fuera de calzos (AOBT). Dependiendo de la disponibilidad de los datos de entrada necesarios, si los datos SOBT no están disponibles, se pueden calcular utilizando los datos EOBT del plan de vuelo.
Utilidad del KPI	Se trata de un KPI que se enfoca en el usuario del espacio aéreo y en el pasajero: la puntualidad en la salida da una indicación general de la calidad del servicio experimentado por los pasajeros y de la capacidad de las aerolíneas para ejecutar su programación en un lugar de salida determinado.
Área clave de rendimiento	Previsibilidad
Objetivos de rendimiento del RANP	Aumentar el número (%) de vuelos que respetan la hora de despegue prevista

KPI01 - Cuadro descriptivo	
Enlace a los elementos del ASBU	Ninguno Se espera que en el futuro se establezcan vínculos con elementos ACDM
Fórmula	$(\text{Salidas en las que } \text{AOBT} - \text{SOBT} \leq 15 \text{ min} \div \text{Total salidas programadas}) \times 100$ Sólo se consideran salidas comerciales Períodos de tiempo considerados: hora, día, mes y año
Unidad	% de salidas programadas
Metadatos	INDICATIVO DE LLAMADA, TIPO DE AERONAVE, TIPO DE VUELO, ADEP, ADES, SOBT, AOBT, PISTA, PUERTA
Instancias	Identificar las instancias de cálculo para el KPI, por ejemplo: • Aeropuertos por encima de un umbral definido de operaciones comerciales/año • Pista de salida • Puerta
Frecuencias	Cálculo mensual a nivel estatal Consolidación trimestral a nivel regional
Fuentes de datos	Indique la fuente de datos utilizada para cada elemento de metadatos requerido en cada instancia (por ejemplo): • AOBT: AODB • SOBT: AODB, OCC de la aerolínea • Recursos aeroportuarios asignados (pista, puerta): AODB Además, si es necesario, identificar al personal responsable, en la fuente de datos, de proporcionar la información y al personal responsable, a nivel estatal, de recopilarla.
Titular y responsabilidades	Identificar al titular del KPI y al personal responsable, a nivel Estatal, del cálculo y la gestión del KPI.
Usuarios	Identificar a los usuarios del KPI, como operadores aeroportuarios, ANSP, aerolíneas y otros, a nivel estatal.
Variaciones aplicadas	Enumere las variaciones aplicadas en la fórmula, los metadatos, las fuentes de datos, la frecuencia u otros elementos del proceso de cálculo.
Referencias	Enlaces a material de referencia y a ejemplos de cálculo Por ejemplo: DECEA, EUROCONTROL, ACI Europe
Archivo	Enlace al archivo Excel local con los datos de entrada y las fórmulas de cálculo

Algunos de los campos de la Tabla Descriptiva de KPI deben rellenarse una vez completados los siguientes pasos, por ejemplo, metadatos, fuentes de datos, titular, variaciones aplicadas, etc.

Como referencia principal, para complementar la comprensión del KPI01, ver la tabla descriptiva proporcionada por el GANP de la OACI: <https://www4.icao.int/ganpportal/ASBU/KPI>

iii. Identificación de las fuentes de datos

Con el propósito de identificar las fuentes de datos necesarias para el KPI01, es necesario comprender claramente los diferentes metadatos necesarios como capturas. En el caso del KPI01, los principales elementos de metadatos son las indicaciones de retirada de calzos, tanto reales (AOBT) como programadas (SOBT). La definición de marcas de tiempo de fuera de calzos es el momento en que la

aeronave comienza a moverse desde su puesto, con todas las puertas cerradas, por su propia potencia o retroceso. Además, tendría que obtener los recursos aeroportuarios asignados, pista y puerta, a cada vuelo de salida.

- **Fuentes primarias**

Las principales fuentes de información para obtener los metadatos KPI01 requeridos suelen ser:

- Bases de datos de operaciones aeroportuarias (AODB), que normalmente registran la información de programación de vuelos de las aerolíneas, incluyendo SOBT, la asignación de recursos como puertas de embarque y pistas de salida asignadas, y los hitos clave de los turnarounds, como AOBT. Para los aeropuertos MDL, SOBT y AOBT son hitos clave que deben registrarse.
- Los Centros de Control de Operaciones (OCC) de las líneas aéreas proporcionan los horarios de los vuelos, incluida la información SOBT. Además, los OCC de las aerolíneas registran el AOBT que se notifica en los mensajes de movimientos de las aerolíneas (MVT), como campo OUT del mensaje. SOBT también se incluye en los mensajes MVT.

También es importante identificar en cada posible fuente de datos el personal responsable, que proporcionará la información con la frecuencia y los formatos requeridos.

Cuando sea posible, se recomienda utilizar una única fuente de datos para todas las instancias aeroportuarias, por ejemplo, una base de datos existente en la Autoridad de Aviación Civil. De no ser así, será necesario trabajar con cada operador aeroportuario y/o compañía aérea para establecer procesos de recopilación de datos separados para cada instancia aeroportuaria, y luego crear una base de datos integrada a nivel estatal (véase el paso siguiente).

- **Fuentes alternativas**

En el caso de AOBT, las fuentes alternativas de información podrían ser:

- Algunos ANSP registran en sus sistemas de autorización de salida ATC el inicio del retroceso o el movimiento desde la autorización del puesto, más probable en los aeropuertos CDM.
- Los sistemas de vigilancia, como el radar de movimiento en superficie, el A-SMGCS o el ADS-B, pueden identificar el momento exacto en que una aeronave comienza a alejarse del puesto.
- Sistemas de asistencia en tierra: Los agentes de pista o los sistemas automatizados (despacho electrónico, dispositivos portátiles) registran directamente las horas de retroceso y las introducen en los sistemas AODB y/o OCC de las aerolíneas. Tenga en cuenta que esta fuente no proporcionará el AOBT en caso de que no se requiera el retroceso.

Alternativamente, si no se dispone de datos AOBT de ninguna fuente, se podría considerar estimarlos utilizando datos ATOT y tiempos de rodaje de salida, en el caso de que estén disponibles. El ATOT podría obtenerse de fuentes de datos ADS-B, y los tiempos de rodaje podrían estimarse utilizando un tiempo de rodaje de referencia o medio, normalmente proporcionado por los operadores aeroportuarios.

Por otra parte, si el SOBT no está disponible en las fuentes primarias, se puede introducir una variación en la fórmula de cálculo del KPI01 y utilizar el EOBT en lugar del SOBT. En ese caso, el EOBT puede obtenerse de las bases de datos de Planes de Vuelo (FPL).

- **Evaluación de la accesibilidad de las fuentes de datos**

Una vez identificadas las fuentes primarias, o alternativas si es necesario, para cada elemento de los metadatos KPI, es necesario realizar una evaluación de su accesibilidad en diferentes aspectos:

- Frecuencia de recopilación: Se recomienda una frecuencia diaria, si no semanal, pero no inferior a la mensual.

- Formato de los datos: Se recomienda tener acceso a fuentes de datos digitales, como bases de datos o archivos Excel. Como última opción podrían aceptarse informes en papel.
- Método de recopilación: Lo ideal sería utilizar métodos automatizados, como interfaces en línea, pero la comunicación por correo electrónico podría ser aceptable en las primeras fases.
- La exhaustividad de los datos debe ser total, para garantizar la calidad del KPI calculado. Dependiendo de la fuente de datos, la integridad de la continuidad podría verse afectada.
- La fiabilidad de los datos se evalúa cualitativamente, sobre todo en función de si la fuente se basa en procesos manuales o es generada por sistemas automatizados.
- Ventaja de acceso versus costo: También un factor cualitativo, que evalúa lo difícil o costoso que podría resultar acceder a la fuente de datos. Por ejemplo, acceder a algunos datos de terceros puede requerir complejas aprobaciones o cartas acuerdo.

Además, es necesario evaluar y confirmar el compromiso del personal implicado de cada fuente de datos, que será responsable de proporcionar los datos.

Para realizar esta evaluación de la accesibilidad de las distintas fuentes de datos, es necesario elaborar la siguiente tabla, que incluye los aspectos que deben evaluarse para cada fuente identificada por cada elemento de metadatos y en cada instancia de cálculo. Favoar de ver el ejemplo siguiente para el KPI01:

Meta-datos	Instancia	Fuente de datos	Frecuencia de recopilación	Formato de los datos	Método de recopilación	Datos completos	Fiabilidad de los datos	Beneficio de acceso vs Costo	Punto focal responsable
AOBT	Aeropuerto i	AODB	Diario	Base de datos	Interfaz en línea	Total	Alto	Bajo	Director de operaciones aeroportuarias
		OCC de aerolínea	Semana I	Excel	Correo electrónico	Muy alta	Alto	Medio	Director de operaciones de aerolíneas
	Aeropuerto ii	Sistema ATC	Semana I	Excel	Correo electrónico	Alto	Medio	Alto	Supervisor de TWR
SOBT	Aeropuerto i	AODB	Diario	Base de datos	Interfaz en línea	Total	Alto	Bajo	Director de operaciones aeroportuarias
	Aeropuerto ii	No disponible	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EOBT	Aeropuerto ii	OACI FPL	Diario	Base de datos	Interfaz en línea	Total	Alto	Alto	Oficial de la OACI

Este ejemplo muestra que, dependiendo del aeropuerto, puede haber más de una fuente de datos disponible, pero con distintos niveles de accesibilidad. Este ejercicio es crucial para garantizar la continuidad y el éxito del proceso de recopilación de datos y el posterior cálculo del KPI, así como para identificar las posibles variaciones necesarias debido a la disponibilidad de datos. Como resultado, se identifica la fuente de datos óptima para cada elemento de metadatos y se establecen los acuerdos de coordinación y recopilación necesarios con la fuente de datos responsable.

Favor de ver la plantilla Excel en el Anexo 1 de la tabla anterior para evaluar la accesibilidad de las fuentes de datos de los KPI.

iv. Recopilación de datos capturados y consolidación

Una vez identificadas las fuentes de datos y establecida la conexión y coordinación necesarias con todas ellas, debe activarse el proceso de recogida e integración de los datos capturados del KPI01.

- **Formato de recopilación e integración de metadatos:**

En este paso, el titular designado del KPI01 a nivel estatal comienza a recibir de las distintas fuentes los metadatos necesarios para calcular el KPI. Como se ha descrito en el paso anterior, cada metadato puede recibirse de diferentes fuentes de datos utilizando distintos formatos, métodos y frecuencias. A este respecto, la consolidación de los datos capturados por vuelo de salida debe hacerse utilizando una base de datos común o una tabla de Excel para garantizar la gestión adecuada de los datos para el cálculo de los KPI.

Para el KPI01, se recomienda consolidar los metadatos en la siguiente tabla, y utilizar inicialmente Excel como formato recomendado (Favor de ver el Anexo 1 para la plantilla Excel). Favor de ver el ejemplo siguiente:

INDICATIVO DE LLAMADA	TIPO AERONAVE	TIPO VUELO	ADEP	ADES	SOBT	AOBT	PISTA DE ATERRIZAJE	PUERTA
AEB9003	A320	NC	SBBR	SBFL	29/01/25 15:45:00	01/01/25 15:37:14	11L	N/A
ARG1219	B738	C	SBBR	SABE	13/01/25 01:21:00	13/01/25 01:05:00	11L	N/A
AZU2604	E295	C	SBBR	SBCF	04/01/25 09:00:00	04/01/25 08:56:50	11L	N/A
AZU2604	E295	C	SBBR	SBCF	06/01/25 09:00:00	06/01/25 08:57:16	11L	N/A

En caso de que se introduzca alguna variación en la fórmula y/o en los datos de entrada, como por ejemplo utilizar EOBT en lugar de SOBT, o utilizar ATOT y tiempos de taxi en lugar de AOBT, la tabla se adaptará según sea necesario.

Además, para cada elemento de metadatos se registrará información sobre la fuente de datos, el punto focal en la fuente de datos, la fecha de recepción y un campo de comentarios que indique cualquier información o problema que falte en los datos recibidos. Esta información servirá de base para la comprobación de la calidad de los metadatos que se describe a continuación.

- **Frecuencia de recopilación y consolidación:**

Como se ha descrito en la sección anterior, la frecuencia de recopilación de los elementos de metadatos del KPI01 podría ser diferente en función de las fuentes de datos utilizadas. Por lo tanto, la frecuencia de consolidación de los metadatos para un mismo vuelo vendrá definida por el elemento de metadatos con menor frecuencia de recopilación. Teniendo en cuenta lo anterior, en el peor de los casos debería establecerse una frecuencia mensual como la mínima para el proceso de consolidación de metadatos, y tratar de mejorarla a una frecuencia diaria o, al menos, semanal.

- **Comprobación de la calidad de los metadatos:**

Teniendo en cuenta que podrían utilizarse varias fuentes para construir el conjunto completo de elementos de metadatos por cada vuelo de salida, es crucial realizar un control de calidad de los datos consolidados por vuelo y por el conjunto completo de vuelos por periodo de consolidación.

Se propone realizar los siguientes controles de calidad para los metadatos del KPI01:

- **Mapeo:** Este proceso de calidad comprueba el formato de los datos enviados asegurándose de que siguen la convención de codificación correcta.
- **Exhaustividad:** Esta área se centra en comprobar el número de vuelos operados y la cantidad de vuelos con valores nulos en los elementos de metadatos.

- Correspondencia: Para garantizar que los elementos de metadatos consolidados se asignen correctamente a los vuelos de salida correspondientes. Por ejemplo, evitando vuelos duplicados.
- Validación de la precisión: Esta área de calidad tiene como objetivo evaluar el grado de conformidad entre los valores recopilados y sus valores reales. En el caso del KPI01, podría introducirse un proceso de comprobación utilizando varias fuentes de datos para confirmar que los datos SOBT y AOBT sean coherentes.

Como resultado de este proceso se elaborará un informe de comprobación de la calidad de los metadatos, en el que se identificarán las medidas correctoras necesarias que deberán aplicarse en las actividades de recopilación y/o consolidación.

v. Cálculo de KPI y presentación de resultados

- **Aplicación de fórmulas:**

Para calcular el KPI01, en primer lugar es necesario disponer de todos los datos de todos los vuelos de salida programados en el periodo de cálculo definido (puntualidad diaria, semanal, mensual, trimestral, estacional y anual). Una vez registrados todos los metadatos en la tabla de consolidación (ver la sección anterior) para el conjunto completo de vuelos, se puede aplicar la fórmula de KPI.

Se pueden utilizar varias opciones para aplicar la fórmula utilizando la misma tabla de consolidación en formato Excel. Un enfoque común es añadir una columna, después de las columnas de metadatos, para evaluar si un vuelo de salida es puntual o no, comprobando si el valor absoluto de la diferencia entre su AOBT y su SOBT es igual o inferior a 15 min. En caso de que el vuelo sea puntual, se registra el valor "1" en la nueva columna. Por último, calculando la suma de "1" en esa columna para todos los vuelos en un período de tiempo definido y dividiéndola por el número total de vuelos programados en ese mismo período, se obtiene el % de vuelos con salida puntual, es decir, el valor del KPI01, en el período de tiempo mencionado.

Aplicando a la tabla Excel diferentes filtros o utilizando tablas dinámicas, el KPI01 puede calcularse para un aeropuerto específico, o grupo de aeropuertos, o a nivel estatal y para diferentes periodos de cálculo, día, semana, mes, trimestre, temporada o año. Además, si los datos están disponibles, dentro de un aeropuerto específico el cálculo también puede hacerse para una pista de salida específica o para una puerta específica.

Véase la plantilla Excel en el Anexo 1 que incorpora la fórmula para calcular el KPI01

- **Cálculo de las bases de referencia de los KPI:**

Los valores de los KPI son esenciales para evaluar el rendimiento del sistema. Para el KPI01, esto significa específicamente evaluar la previsibilidad de las salidas programadas. Para identificar posibles mejoras en este ámbito, hay que cuantificar el KPI y seguir su evolución a lo largo del tiempo. Para ello es necesario establecer una base de referencia que sirva de fundamento para futuras comparaciones de resultados. Además, los valores de referencia tanto a nivel estatal como regional ofrecen una imagen clara de las brechas de rendimiento existentes y proporcionan la información necesaria para establecer los futuros valores objetivo de los indicadores clave de rendimiento.

Cuando se disponga de conjuntos de datos anuales completos para el indicador KPI01, podrá calcularse una base de referencia. El objetivo para todos los Estados CAR/SAM es obtener resultados del KPI01 para 2026, estableciendo una base de referencia regional común.

- **Validación interna:**

Es necesario asegurarse de que los resultados de los KPI obtenidos mediante la aplicación de la fórmula son precisos y fiables antes de su presentación a nivel regional. Se pueden seguir distintos planteamientos:

- Seleccionar muestras representativas de datos y recalcula el KPI manualmente y compárelo con los resultados de la fórmula de Excel.
- Comprobar la coherencia a lo largo del tiempo y validar que los resultados de los KPI sigan los patrones esperados (sin variaciones repentinas debido a errores de cálculo).
- Revisión entre pares: compartir la metodología y los resultados de las muestras con las partes interesadas internas y externas (operadores aeroportuarios, aerolíneas, etc.).
- Comprobación cruzada con otros informes de puntualidad de compañías aéreas o fuentes de datos de aviación comercial.

Los resultados de la validación determinarán las acciones correctivas necesarias en el proceso de cálculo de los KPI. Si no se encuentra ningún problema, los resultados de los KPI se consideran aprobados.

Además, el proceso de validación interna puede revelar anomalías, como retrasos inverosímiles, a menudo causados por marcas de tiempo AOBT o SOBT incorrectas. En tales casos, las medidas correctoras deben tomarse directamente a nivel de la fuente de datos.

- **Documentación:**

Una vez calculado el KPI, es necesario documentar los aspectos clave del proceso: qué es el KPI, cómo se define, qué fuentes de datos se utilizan, cómo se procesan los datos, los pasos exactos del cálculo, quién es el responsable, cómo se comunica y cómo se realiza el seguimiento de los cambios. Documentar el proceso de cálculo de los KPI es esencial para garantizar la transparencia, la repetibilidad y la auditabilidad.

Los elementos clave del paquete de documentación KPI son:

- Cuadro descriptivo de los KPI
- Cuadro de evaluación de las fuentes de datos
- Descripciones de los procesos de recopilación de metadatos, consolidación y cálculo de KPI y archivos Excel
- Informes de control de calidad de la consolidación de metadatos
- Informe de validación interna del cálculo de los KPI

Es pertinente incluir en los diferentes documentos las referencias requeridas a las posibles variaciones aplicadas al cálculo del KPI01, es decir, suposiciones, ajustes de la fórmula del KPI y/o de los metadatos, datos de entrada no disponibles y otras observaciones.

- **Transmisión de resultados a nivel regional**

Una vez calculados y aprobados internamente los resultados de los KPI, el Estado compila el paquete de presentación estandarizado formado por la documentación de los KPI descrita en el paso anterior. A continuación, este paquete se envía al organismo de coordinación regional (Oficinas Regionales NACC y SAM de la OACI) a través del canal de notificación designado, ya sea un correo electrónico seguro, un portal en línea u otro sistema de presentación oficial por definir. Los Estados deben confirmar que se ha recibido el envío y hacer un seguimiento de cualquier comentario o solicitud de aclaración. Este paso garantiza la recepción oficial, la trazabilidad y la rendición de cuentas, y

constituye la base para la posterior consolidación regional y el análisis de los resultados de los indicadores clave de rendimiento.

b. KPI06 Capacidad del espacio aéreo en ruta (Variante 1)

i. Selección del KPI

En primer lugar, es necesario comprender por qué se ha seleccionado el KPI como parte del RANP CAR/SAM, evaluar su nivel de prioridad, su relación con los elementos ASBU de la OACI y los criterios de selección aplicados.

- **Justificación:**

La capacidad del espacio aéreo en ruta es un indicador clave de rendimiento, ya que evalúa en qué medida la demanda de tráfico puede acomodarse dentro de la capacidad disponible del sector de una manera segura y eficiente. El indicador apoya la implementación de la Gestión del Flujo del Tráfico Aéreo (ATFM) facilitando la identificación de los cuellos de botella de capacidad y permitiendo la planeación de las medidas apropiadas, como la reconfiguración del sector o la regulación de la gestión del flujo. Además, contribuye a preservar los márgenes de seguridad operacional al evitar una carga de trabajo excesiva para los controladores y, al mismo tiempo, mejora la eficacia operativa al reducir los retrasos, los cambios de ruta y las retenciones, lo que también podría dar lugar a una reducción del consumo de combustible y de las emisiones.

- **Prioridad:**

En la región CAR/SAM, el seguimiento del KPI06 proporcionará información relevante para garantizar que la creciente demanda de tráfico se pueda acomodar de forma segura y eficiente dentro de los sectores disponibles, ayudando a los Estados y a los ANSP a planear y gestionar el espacio aéreo de forma proactiva. En particular, debido a que se espera que el tráfico aumente significativamente en toda la región, los Estados de SAM tienen la oportunidad de mejorar la capacidad a lo largo de los principales corredores que unen São Paulo, Buenos Aires, Lima, Bogotá y Santiago mediante el rediseño del sector, el despliegue de ADS-B y la mejora de la coordinación transfronteriza. Por otra parte, en la región CAR, los densos flujos internacionales que cruzan varias FIR en distancias cortas - como las rutas entre Miami, La Habana, Kingston, Santo Domingo y San Juan- ponen de manifiesto las ventajas de introducir medidas ATFM coordinadas. En este sentido, el seguimiento del KPI06 permitirá a los Estados CAR optimizar el uso del sector, reforzar la previsibilidad y minimizar los retrasos, contribuyendo a un sistema de tráfico aéreo regional más resistente y armonizado.

- **Enlace con elementos del ASBU:**

La herramienta de trazabilidad GANP de la OACI <https://www4.icao.int/ganpportal/ASBU/PerformanceDashboard> identifica los siguientes elementos ASBU cuya implementación generará un impacto positivo en el KPI06:

Planeación de la implementación de elementos en curso en las regiones CAR/SAM.

- Elementos FRT0 (Mejora de las operaciones mediante la optimización de las trayectorias en ruta): La detección básica de conflictos y supervisión de la conformidad (MTCD/MONA), FRT0-B0/4, dota al ATC de herramientas de planeación que detectan antes los conflictos y garantizan el cumplimiento de las autorizaciones, reduciendo la vectorización táctica y permitiendo flujos más densos y ordenados. Las rutas de rendimiento de navegación requerido (RNP) FRT0-B1/2 crean estructuras de rutas más predecibles y basadas en el rendimiento (incluso en espacios aéreos restringidos), lo que reduce la carga de trabajo de los controladores y desconfigura los flujos, permitiendo que más aeronaves utilicen el mismo

espacio aéreo de forma segura. Ambos elementos se traducen en una mayor gestión sostenible de la demanda del sector para el KPI06.

- Elemento NOPS (Operaciones de red): NOPS-B1/4 La gestión dinámica de la complejidad del tráfico proporciona a la red y a los ANSP los medios para medir y gestionar activamente la complejidad (no sólo el volumen), coordinando las medidas de flujo, las configuraciones y los cambios de ruta antes de la sobrecarga de los sectores. Al mantener la carga de tareas del controlador dentro de límites aceptables y distribuir la demanda en el tiempo/espacio, este elemento aumenta la capacidad efectiva que la red puede absorber con seguridad, mejorando los resultados del KPI06.

Implementación de elementos aún no planeados

- Elementos CSEP (Separación Cooperativa): Los mínimos de separación longitudinal basados en el rendimiento CSEP-B1/3 y los mínimos de separación lateral basados en el rendimiento CSEP-B1/4 reducen la separación lateral y dentro de la estela necesaria cuando el rendimiento lo permite, lo que deja a los controladores ajustar con seguridad más tráfico por sector. El procedimiento de gestión de intervalos (IM) CSEP-B2/1 y el IM CSEP-B3/1 con geometrías complejas desplazan parte de la gestión de intervalos a las herramientas aerotransportadas, suavizando los flujos a través de fusiones/cruces y aumentando aún más el rendimiento del sector. El CSEP-B3/2 o maniobra de "mantenerse a una distancia de seguridad" (RWC) para UAS/RPAS permite la integración predecible de nuevos participantes sin mermar la capacidad del tráfico tripulado, y el CSEP-B4/1 Separación aerotransportada (a más largo plazo) prevé la separación gestionada por aeronaves para liberar capacidad adicional cuando lo permitan las normas y el equipamiento. Juntos, estos elementos elevan el techo de servicio práctico de aeronaves que puede manejar un controlador/sector preservando los márgenes de seguridad operacional, lo que mejora directamente el KPI06.
- Elementos OPFL (Acceso mejorado a niveles óptimos de vuelo en espacio aéreo oceánico y remoto): Las operaciones Terminales y en Ruta de Helicópteros RNP 0.3, o OPFL-B3/1, estandarizan las operaciones precisas de los helicópteros para que puedan compartir o transitar por las estructuras en ruta con menos segregación, protegiendo la capacidad de las aeronaves. La expansión del límite superior de la banda de niveles de vuelo con Mínimo de Separación Vertical Reducida (RVSM), o OPFL-B3/2, aumenta el número de niveles de vuelo utilizables, añadiendo directamente capacidad vertical para los flujos de largo recorrido. Ambas reducen las limitaciones de tope y abren más "carriles" verticales, lo que repercute positivamente en el indicador KPI06 cuando corresponda.

En resumen, estos elementos específicos del ASBU, una vez que estén disponibles para su implementación, aumentarán el rendimiento de los sectores seguros al reforzar la separación cuando el rendimiento lo justifique, mejorar las herramientas de los controladores y la previsibilidad de las rutas, gestionar la complejidad de la red y añadir niveles de vuelo utilizables, cada uno de ellos una plataforma directa sobre el KPI06.

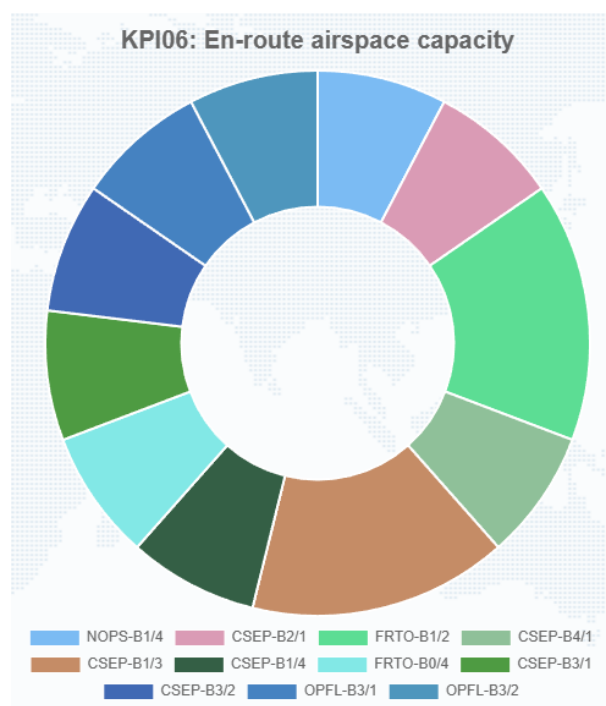


Figura 6 - Trazabilidad del KPI06 con elementos ASBU - Portal GANP de la OACI

- **Criterios de selección:**

En cuanto a los criterios de selección de los KPI, es esencial asegurarse de que todos los Estados de la región puedan medir el indicador elegido. El KPI06 se deriva de las fórmulas del Manual de Capacidades de GESEA, que se basan en procesos de medición que, aunque requieren tiempo y recursos, siguen siendo factibles y asequibles para la mayoría de los Estados. Además, la región CAR ha identificado el KPI06 como un indicador prioritario del GANP.

ii. Comprensión de los KPI

El KPI06 Capacidad del espacio aéreo en ruta, tal y como se describe en el portal GANP de la OACI, mide un límite superior en el rendimiento permitido o el recuento de ocupación de una instalación o sector en ruta.

El KPI06 mide la capacidad nominal de un ANSP para prestar servicios ATM al tráfico de las FIR en un determinado volumen de espacio aéreo en ruta, visto en un determinado horizonte de planeación. Para cada horizonte, el GANP de la OACI define un tipo de capacidad diferente:

- Capacidad prevista: valores esperados a uno o varios años a futuro con fines de planeación e inversión
- Capacidad declarada: valores utilizados durante los procesos estratégicos y pretácticos ATFM
- Capacidad prevista: valores definitivos al final del proceso pretáctico
- Capacidad real: valores realmente utilizados el día de la operación durante el ATFM táctico y el ATC

Las capacidades previstas se utilizan principalmente para la planeación plurianual y de inversiones. Las capacidades declaradas, previstas y reales se utilizan en la gestión del flujo de tráfico, así como para medir y supervisar la prestación de servicios y la eficiencia. Es posible que algunos ANSP prefieran no declarar capacidades y sólo las establezcan diariamente en función de factores operativos conocidos/actuales. El establecimiento de capacidades en diferentes horizontes de planeación proporciona una referencia importante para comprender el rendimiento total del sistema en

condiciones normales de funcionamiento y ofrece una base sobre la que trabajar a la hora de determinar el impacto de los factores operativos que limitan la capacidad. Estos factores incluyen, entre otros, la disponibilidad y la carga de trabajo de los ATCO.

Estas directrices recomiendan utilizar el enfoque de capacidad declarada, coherente con las definiciones y la metodología contenidas en el *Manual de Cálculo de Capacidad de Pista y Sector ATC*, Versión 2.0, desarrollado por GESEA. Este Manual de Capacidad de GESEA constituye la referencia principal en la que se basa la metodología de cálculo del KPI06 que se muestra en las presentes directrices.

- **Definición:**

El KPI06, capacidad del espacio aéreo en ruta, se define en el GANP de la OACI como el volumen máximo de tráfico que un volumen de espacio aéreo puede aceptar con seguridad en condiciones normales en un período de tiempo determinado.

El GANP de la OACI ofrece dos variantes para calcular el KPI06:

- Variante 1: rendimiento del espacio aéreo (índice de flujo de entrada), en un intervalo de tiempo específico en el que se efectúa la declaración de rendimiento.
- Variante 2: recuento de ocupación del espacio aéreo, en un intervalo de tiempo específico en el que se realiza la declaración del recuento medio de ocupación.

La variante propuesta para el KPI06 como parte del RANP de la región CAR/SAM es la variante 1, y para un intervalo de tiempo de 1 hora, que está en alineado con las definiciones y el enfoque del Manual de Capacidad de GESEA.

Por lo tanto, la definición que se utilizará para el KPI06 en el CAR/SAM RANP es el flujo máximo de tráfico que un volumen de espacio aéreo aceptará con seguridad en condiciones normales en una hora, medido en movimientos/hora.

Esta definición se aplicará utilizando el enfoque del Manual de Capacidad de GESEA para la Capacidad Horaria del Sector (CSH).

- **Contribución a los objetivos y KPA:**

El KPI06, capacidad del espacio aéreo en ruta, está alineada con los siguientes objetivos de rendimiento CAR/SAM incluidos en el Volumen III:

- Mejorar lo necesario para reducir las mínimas de separación longitudinal.
- Superar las limitaciones de capacidad atribuibles al diseño de la red de rutas.
- Aprovechar la mayor precisión de la navegación (espacio aéreo con operaciones PBN) para implementar redes de rutas y estructuras de espacio aéreo con umbrales de seguridad operacional laterales y verticales más pequeños.

Estos tres objetivos de rendimiento forman parte del KPA de Capacidad.

- **Fórmula:**

La fórmula propuesta para el KPI06 es la siguiente, descrita en el Manual de Capacidades de GESEA:

$$KPI06 = \text{Sector Hourly Capacity (CHS)} = 3.600 \times \frac{0,683 \times N_{ref} + 0,317 \times N_{peak}}{T}$$

N_{ref} , capacidad calculada del sector ATC, es el número óptimo de aeronaves bajo control simultáneo en un sector ATC durante un periodo de tiempo, sin que el número de vuelos provoque nunca una sobrecarga de trabajo para el ATCO, y se calcula como:

$$N_{ref} = \frac{T \times \alpha}{CT}$$

- T es el tiempo medio de permanencia de la aeronave en el sector (en segundos)
- α es el factor de convergencia, que es un factor de reducción del tiempo medio de permanencia en el sector (T). El factor de convergencia pretende minimizar los efectos discrepantes en sectores ATC muy grandes, de modo que la Nref no supere los 18 aviones¹. Para cada clase de tiempo medio de permanencia en el sector (T), se estableció un coeficiente (α) del siguiente modo:

T (segundos)	α
0-899	1,00
900-999	0,98
1.000-1.099	0,92
1.100-1.199	0,87
1.200-1.299	0,82
1.300-1.399	0,78
1.400-1.499	0,74
1.500-1.599	0,70
1.600-1.699	0,66
1.700-1.799	0,63
1.800-1.899	0,60
1.900-1.999	0,57
2.000-2.099	0,54
2.100-2.199	0,51
2.200-2.299	0,48
2.300-2.399	0,46
2.400-2.499	0,44
2.500-2.599	0,41

- CT es la carga de trabajo del ATCO definida como el tiempo medio (en segundos) utilizado por el ATCO para procesar todas las tareas requeridas por un puesto de control, en un intervalo de tiempo determinado, para mantener un tráfico aéreo seguro y ordenado.

$$CT = (TCom + TTS) \times 1,30$$

- TCom es la suma del tiempo de comunicación entre las aeronaves y el ATCO en un periodo determinado, dividido por el número de aeronaves que mantuvieron contacto durante ese mismo periodo.
- El TTS es el tiempo medio empleado por el ATCO en realizar tareas de coordinación, completar los registros de progreso de vuelo (FPV), actualizar la pantalla del radar y cualquier otra actividad visible inherente al servicio de tránsito aéreo, excepto el uso del canal de comunicación con la aeronave. En algunos casos, se añade un porcentaje de las tareas realizadas por el asistente cuando influye en el TTS del ATCO.
- La constante 1,30 es el factor cognitivo (COGNF) y consiste en añadir el 30% de la suma de TCom y TTS a la carga de trabajo (CT). Se refiere a las operaciones de pensamiento del ATCO durante el tiempo dedicado a las funciones de planeación, organización del tráfico y vigilancia por radar.

Npeak es la capacidad de control simultáneo de aeronaves que un determinado sector ATC es capaz de mantener durante un máximo de 19 (diecinueve) minutos, continuos o no, en el plazo de una hora,

¹ Número óptimo de aeronaves según el Doc 9971 Apéndice II-C de la OACI

para hacer frente a un aumento a corto plazo de la demanda. Durante este periodo, el ATCO podría experimentar una carga de trabajo controlada. Si se ve que la situación tiende a prolongarse, deben tomarse medidas ATFM. En el modelo matemático, el Nref debe tratarse como un valor de capacidad óptimo al que puede añadirse un margen para alcanzar el Npico durante un periodo de hasta 19 minutos.

$$N_{peak} = \frac{T_{max} \times \alpha}{(TCom_{min} + TTS_{min}) \times 1,30}$$

$$T_{max} = T + \sigma_T$$

$$TCom_{min} = TCom - \sigma_{TCom}$$

$$TTS_{min} = TTS - \sigma_{TTS}$$

- Un sigma (σ : desviación típica) equivale al 68,3% de la representatividad de la muestra. Considerando que la probabilidad de variación causada por el uso de la σ para T_{max} , $TCom_{min}$ y TTS_{min} es la misma, ocurrirá el 31,7% del tiempo (una hora) - equivalente a aproximadamente 19 (diecinueve) minutos.

Las fórmulas propuestas se establecen con base en el hecho de que cada sector ATC es operado por un ATCO ejecutivo. Se reconoce además que, en algunos entornos operativos, el ATCO ejecutivo puede estar asistido por un ATCO planificador o un ATCO asistente responsable de la ejecución de parte de las tareas secundarias.

Volviendo a la fórmula del KPI06, la CHS representa la capacidad del sector ATC para fluir el tráfico aéreo. Así, cuanto mayor sea el CHS de un sector ATC, mayor será el flujo de tráfico aéreo en ese sector. El CHS varía en función del número de aeronaves que pueden controlarse simultáneamente (complejidad del sector) y del tiempo de permanencia en el sector (T).

Por lo tanto, para aumentar la capacidad horaria del sector, hay que reducir su complejidad y el tiempo que pasan las aeronaves en él.

- **Instancias:**

Las instancias recomendadas para el cálculo del KPI06 son los sectores ATC individuales del espacio aéreo estatal.

Por último, a nivel estatal se calculará el KPI agregado para todos los sectores ATC, y agrupado por FIR y/o ACC, según proceda. La consolidación de los resultados del KPI06 también se realizará a nivel regional en el paso 6 del proceso.

- **Metadatos:**

Los metadatos se definen normalmente como los datos de los datos, es decir, la información contextual que hace que los datos brutos tengan sentido, se puedan buscar y utilizar. En este sentido, para cada KPI necesitamos identificar y caracterizar las diferentes capturas de datos que se requieren para su cálculo. En el contexto de estas directrices, el grupo de captura de datos del KPI se considera como los metadatos de los KPI.

En el caso del KPI06, los metadatos requeridos por sector ATC son los diferentes elementos de la fórmula de cálculo del KPI, junto con la información de las muestras de vuelo necesarias para ser medidas y utilizadas en el proceso de cálculo:

- Identificación del sector (ATC SECTOR)
- Fecha de la muestra (FECHA) (día/mes/año) (es decir, 20/08/25)
- Identificación de la aeronave (ACT ID) (es decir, XX-ZPC)

- Hora de entrada de la aeronave en el sector (ENTRY TIME) (hora: minuto: segundos) (es decir, 10:10:10)
- Hora de salida de la aeronave en el sector (EXIT TIME) (hora: minuto: segundos) (es decir, 10:25:00)
- Apoyo del ATCO planificador o asistente (PL ATCO SUPP), indicando si existe o no un ATCO planificador o asistente que apoye las actividades del ATCO ejecutivo (S o N).
- Tiempo de comunicación entre el ATCO y la aeronave (TCOM) (en segundos)
- Tiempo utilizado por el ATCO para tareas secundarias (TTS) (en segundos)
- Tipo de tarea secundaria (TS TYPE) (1 = Coordinación (otros mandos, asistente, supervisor), 2 = Interacción con el sistema de comunicaciones, 3 = Llenar los registros de progreso de vuelo (FPV) y organizar el tablero de mandos, 4 = Procesar los planes de vuelo (FPL), 5 = Interacción con la pantalla del radar)
- Densidad de tráfico al inicio (TRAFFIC DENSITY START) y al final (TRAFFIC DENSITY END) de la medición de TTS, en número de aeronaves en el sector.
- Nombres del ATCO ejecutivo (EX ATCO) y del ATCO planificador o asistente (PL ATCO), en su caso
- Factor cognitivo (COGNF)(por defecto 1,30)

Favor de ver el ejemplo de tabla para compilar los metadatos necesarios para el KPI06 en la sección de recopilación y consolidación de datos capturados. Véase también la plantilla Excel del Anexo 1.

- **Frecuencias:**

En comparación con otros KPI, el KPI06 puede considerarse un indicador más "estático", ya que analiza la capacidad estructural de los sectores en ruta, que está determinada principalmente por el diseño del espacio aéreo, las normas de separación, la sectorización, los modelos de dotación de personal ATCO y la tecnología de apoyo, elementos que no están sujetos a cambios frecuentes. En este sentido, el KPI06, como capacidad declarada del sector, sigue siendo válido hasta que se produzca un cambio significativo en cualquiera de los factores anteriores.

Por lo tanto, el indicador KPI06 debería volver a calcularse únicamente cuando se produzcan cambios estructurales o tecnológicos, o cuando la demanda de tráfico muestre una desviación sostenida respecto a patrones anteriores. Aunque no se produzcan cambios relevantes, sería recomendable actualizar los cálculos con una frecuencia anual. A efectos de información regional, los Estados deberán confirmar los valores del KPI06 trimestralmente, al igual que para el resto de KPI de la región CAR/SAM.

- **Titular y responsabilidades:**

Cada KPI debe tener un titular designado a nivel estatal, que será responsable del cálculo y la gestión del KPI. Normalmente, será personal del Departamento de Planeación de la Autoridad de Aviación Civil o del ANSP estatal.

El titular del KPI06 a nivel estatal deberá designar al personal responsable de medir y obtener las muestras de datos necesarias, recopilar los datos, consolidarlos y realizar las comprobaciones de calidad de los metadatos.

Se puede designar al mismo personal responsable para las distintas funciones o, en función de las capacidades existentes en la entidad titular, asignar las responsabilidades a distintos equipos. El enfoque seleccionado sería el mismo para todos los KPI.

- **Referencias y buenas prácticas:**

El espacio aéreo en ruta es una métrica clave para el sector de la aviación, y no sólo a efectos de planeación. Algunas referencias clave y mejores prácticas sobre indicadores de capacidad del espacio aéreo en ruta son:

- Como se ha descrito en el apartado anterior, la fórmula y metodología de cálculo del KPI06 sigue el enfoque y métodos del *Manual de Cálculo de Capacidad de Pista y Sector ATC*, Versión 2.0, desarrollado por GESEA.
- DECEA (Brasil) presenta el sitio web SISCEAB Performance, que proporciona acceso a los indicadores de rendimiento ATM, incluyendo la capacidad del espacio aéreo en ruta.

https://performance.decea.mil.br/areas/capacidade/#graf_opc_ano

- La metodología CAPAN de EUROCONTROL calcula la capacidad del sector aplicando un modelo de carga de trabajo de los controladores a muestras de tráfico de periodos pico, en las que a cada vuelo se le asignan tiempos de tarea para actividades como la detección de conflictos, la coordinación y la comunicación por radio; la carga de trabajo total se compara con el tiempo utilizable de los controladores disponible por hora (normalmente el 70% de 60 minutos por controlador), y la capacidad declarada se obtiene dividiendo este tiempo utilizable por la carga de trabajo media por vuelo, con resultados validados mediante simulación en tiempo rápido y retroalimentación operativa para establecer un flujo de entrada seguro en vuelos por hora.

<https://www.eurocontrol.int/methodology/capacity-analysis-methodology>

- La FAA utiliza el Parámetro de Alerta de Monitoreo (MAP). El MAP establece un valor numérico de activación para proporcionar una notificación al personal de la dependencia, a través de la función MA del TFMS, de que la eficiencia del sector/aeropuerto puede verse degradada durante períodos específicos de tiempo. La eficiencia de una posición funcional o de un aeropuerto en la prestación de servicios de tránsito aéreo es una responsabilidad compartida del equipo de Gestión de Tránsito (TM). Este equipo está compuesto por el/los ATCS(s), el/los OS(s) y la TMU. Estas entidades deben monitorear, evaluar y actuar ante los problemas de carga del sector/aeropuerto para asegurar que estos elementos del NAS operen de manera eficiente. La capacidad de una posición funcional o de un aeropuerto para proporcionar servicios de tránsito aéreo puede verse afectada por diversos factores (por ejemplo, NAVAIDS, condiciones meteorológicas, capacidades de comunicaciones, etc.); por lo tanto, el MAP es un valor dinámico que se ajustará para reflejar las capacidades de la posición funcional o del aeropuerto (FAA JO 7210.3EE)..

https://archive.ll.mit.edu/mission/aviation/publications/publication-files/atc-reports/Welch_2015_ATC-426.pdf

Como resultado resumido de este paso, se recomienda que cada Estado complete la siguiente **Tabla Descriptiva** del KPI06 (vea la plantilla Excel en el Anexo 1):

KPI06 - Cuadro descriptivo	
Nombre	Capacidad del espacio aéreo en ruta (Variante 1)
Definición	Flujo máximo de tráfico que un volumen de espacio aéreo puede aceptar con seguridad en condiciones normales en una hora. Esta definición sigue el enfoque de capacidad declarada del Manual de Capacidad GESEA para el Sector Capacidad Horaria (CSH).

KPI06 - Cuadro descriptivo	
Utilidad del KPI	Las capacidades declaradas, previstas y reales se utilizan en la gestión del flujo de tráfico, así como para medir y supervisar la prestación de servicios y la eficiencia. El establecimiento de capacidades en diferentes horizontes de planeación proporciona una referencia importante para comprender el rendimiento total del sistema en condiciones normales de funcionamiento y ofrece una base de trabajo para determinar el impacto de los factores operativos que limitan la capacidad, como la disponibilidad de los ATCO y la carga de trabajo.
Área clave de rendimiento	Capacidad
Objetivos de rendimiento del RANP	• Mejorar lo necesario para reducir las mínimas de separación longitudinal. • Superar las limitaciones de capacidad atribuibles al diseño de la red de rutas. • Aprovechar la mayor precisión de la navegación (espacio aéreo con operaciones PBN) para implementar redes de rutas y estructuras de espacio aéreo con umbrales de seguridad operacional laterales y verticales más pequeños.
Enlace a los elementos del ASBU	• Elementos CSEP (Separación Cooperativa): CSEP-B1/3, CSEP-B1/4, CSEP-B2/1, CSEP-B3/1, CSEP-B3/2, CSEP-B4/1 • Elementos FRTO (Operaciones mejoradas mediante trayectorias en ruta mejoradas): FRTO-B0/4, FRTO-B1/2 • Elemento NOPS (Operaciones de red): NOPS-B1/4 • Elementos OPFL (Mejora del acceso a los niveles óptimos de vuelo en el espacio aéreo oceánico y remoto): OPFL-B3/1, OPFL-B3/2
Fórmula	$KPI06 = 3.600 \times \frac{0,683 \times N_{ref} + 0,317 \times N_{peak}}{T}$ Nref es el número óptimo de aeronaves bajo control simultáneo en un sector ATC durante un periodo de tiempo, sin que el número de vuelos provoque nunca una sobrecarga de trabajo para el ATCO (en número de aeronaves). Npeak es la capacidad de control simultáneo de aeronaves que un determinado sector ATC es capaz de mantener durante un máximo de 19 (diecinueve) minutos, continuos o no, en el plazo de una hora, para hacer frente a un aumento a corto plazo de la demanda (en número de aeronaves). T es el tiempo medio de permanencia de la aeronave en el sector (en segundos).
Unidad	Aeronave/hora
Metadatos	ATC SECTOR, DATE, ACT ID, ENTRY TIME, EXIT TIME, PL ATCO SUPP, TCOM, TTS EX ATCO, TTS PL ATCO, TS TYPE, TRAFFIC DENSITY START, TRAFFIC DENSITY END, EX ATCO, PL ATCO, COGNF
Instancias	Identificar las instancias de cálculo para el KPI, por ejemplo: • Sectores individuales ATC • Agrupados por ACC y/o FIR
Frecuencias	El KPI06 se considera un indicador "estático". En este sentido, se recomienda un nuevo cálculo a nivel estatal con carácter anual y cuando se produzca un cambio estructural y operativo a nivel sectorial. Los informes a nivel regional se realizarán trimestralmente, proporcionando nuevos valores o reconfirmando los anteriores, según proceda.

KPI06 - Cuadro descriptivo	
Fuentes de datos	Indicar la fuente de datos utilizada para recopilar la información necesaria para caracterizar cada sector ATC y seleccione los intervalos de tiempo de medición correspondientes. Confirmar por sector ATC que el proceso de medición de datos en operaciones en vivo será la fuente principal para obtener los metadatos KPI06 requeridos, o indicar el método alternativo, si lo hubiera.
Titular y responsabilidades	Identificar al titular del KPI y al personal responsable, a nivel Estatal, del cálculo y la gestión del KPI.
Usuarios	Identificar a los usuarios del KPI, como los ANSP, a nivel estatal.
Variaciones aplicadas	Enumere las variaciones aplicadas en la fórmula, los metadatos, las fuentes de datos, la frecuencia u otros elementos del proceso de cálculo.
Referencias	Enlaces a material de referencia y a ejemplos de cálculo Por ejemplo: Manual de capacidad de GESEA, DECEA, EUROCONTROL, FAA
Archivo	Enlace al archivo Excel local con los datos de entrada y las fórmulas de cálculo

Algunos de los campos de la Tabla Descriptiva de KPI deben rellenarse una vez completados los siguientes pasos, por ejemplo, metadatos, fuentes de datos, titular, variaciones aplicadas, etc.

Como referencia principal, para complementar la comprensión del KPI06, véase la tabla descriptiva proporcionada por el GANP de la OACI: <https://www4.icao.int/ganpportal/ASBU/KPI>

iii. Identificación de las fuentes de datos

Como se ha explicado en las secciones anteriores, el KPI06 se calcula para cada sector ATC mediante una fórmula que se basa en datos recogidos de múltiples muestras de vuelos controlados dentro de ese sector. El planteamiento específico de la recopilación o medición de datos variará en función del tipo de metadatos que se requiera, ya que algunos elementos se obtendrán directamente de los registros existentes y otros deberán medirse mediante mediciones u observaciones específicas.

Por un lado, los metadatos utilizados en la fórmula KPI06 se obtendrán principalmente a partir de la observación directa y la medición durante las condiciones de funcionamiento en vivo en cada sector ATC.

Por otro lado, para caracterizar los sectores ATC que se van a analizar es necesario tener acceso a la siguiente información:

Además, para seleccionar los periodos óptimos de medición en un sector ATC es necesario asegurarse de que se aplican las siguientes condiciones al sector ATC en los periodos de medición seleccionados:

- Condiciones ideales para la secuenciación y coordinación del tráfico aéreo
- Se considera que todo el personal tiene la misma formación y rendimiento operativo
- Todos los equipos de radionavegación, ayudas visuales y equipos de comunicaciones (VHF/telefonía) se consideran técnica y operativamente no restringidos.

Por último, para que la medición de datos tenga éxito, será necesario analizar toda la información disponible sobre el funcionamiento del sector ATC (por ejemplo: la lista de turnos operativos, el manual de funcionamiento interno y los libros o registros de turnos de la unidad ATC, etc.). Deben tenerse en cuenta los factores que pueden perturbar las operaciones rutinarias para evitar la recopilación de datos cuando causen un impacto operativo significativo. Estos factores pueden incluir:

- Períodos de gran inestabilidad meteorológica
- Operaciones militares
- Eventos y días festivos
- Mantenimiento de radares
- Mantenimiento de las ayudas a la navegación aérea (VOR, ILS, etc.) y de los equipos de comunicación (VHF)
- Actualizaciones de bases de datos
- Sustitución de cajeros automáticos
- Estadísticas de volumen de tráfico durante el periodo de recopilación (demanda media o alta)
- Análisis de las agrupaciones de los sectores más utilizados en la unidad ATC
- **Fuentes primarias**

En el caso de la información para caracterizar el sector ATC y seleccionar los periodos óptimos de medición, deberá ser proporcionada por el ANSP y, en particular, por el responsable o supervisor del sector ATC o ACC relacionado.

En cuanto a los metadatos que deben medirse, principalmente los valores de tiempo para T, TCom y TTS, su proceso de medición debe ser realizado por personal designado de la Autoridad de Aviación Civil o del ANSP. Se recomienda 2-3 especialistas por sector ATC.

Este proceso de medición, que se describe detalladamente en el siguiente paso, se basa principalmente en la observación directa, el registro de marcas de tiempo y la medición de intervalos de tiempo. Las herramientas utilizadas normalmente para el proceso de medición son las plantillas, el cronómetro de tiempo y el acceso al registro de audio de las frecuencias de comunicación ATS (en particular para el TTS).

- **Fuentes alternativas**

Para la caracterización del sector ATC, una fuente de datos alternativa al ANSP puede ser el departamento de la Autoridad de Aviación Civil responsable del diseño y planeación del espacio aéreo.

Si no se puede realizar una medición directa en operaciones en vivo en un sector determinado, los metadatos KPI06 requeridos podrán obtenerse en su lugar a partir de la información estadística disponible sobre las operaciones del sector.

Idealmente, cuando se disponga de plataformas de simulación específicas, como el modelo CAPAN de EUROCONTROL, podrán utilizarse como alternativa a la metodología basada en mediciones propuesta en estas directrices.

- **Evaluación de la accesibilidad de las fuentes de datos**

En cuanto a la información para caracterizar el sector ATC y seleccionar los intervalos de tiempo de medición, es importante garantizar su exhaustividad y fiabilidad.

En cuanto al proceso de medición de los metadatos requeridos en cada sector ATC, el aspecto relevante es garantizar la representatividad de los datos medidos y la corrección de los procesos de medición.

Además, es necesario evaluar y confirmar el compromiso del personal implicado en cada fuente de datos, que será responsable de proporcionar los datos, y en los procesos de medición.

iv. Recopilación de datos capturados y consolidación

Una vez evaluadas y confirmadas las fuentes de datos y los métodos de medición, debe iniciarse el proceso de recopilación de información y medición de datos.

- **Formato de recopilación e integración de metadatos:**

En primer lugar, es necesario identificar las diferentes instancias de cálculo del KPI06 a nivel estatal, es decir, Sectores ATC individuales o grupos de los mismos. El proceso de medición es el mismo para los sectores agrupados e individuales.

Deberá solicitarse con antelación a las unidades ATC una lista de agrupaciones sectoriales para el análisis y la planeación de las mediciones, cuando la configuración del sector lo considere necesario. Esto permitirá analizar la configuración de la consola operativa, preparar la recopilación de datos e identificar los intervalos de tiempo de demanda de tráfico media y alta en cada sector, que son los intervalos de tiempo preferidos para realizar las mediciones. Esta etapa no se considera necesaria para los sectores menos complejos o cuando se dispone de información procedente de otra fuente, como por ejemplo las estadísticas.

Por cada instancia se identificarán los periodos de recopilación y medición y los intervalos de tiempo, con demandas de tráfico medias y altas. Ejemplo:

- Instancia ATC: ACC ANYPORT (Sector 1)
- Periodo de medición: 03/11/2025 - 12/11/2025
- Intervalos horarios de medición: 11:30 - 13:30 UTC y 21:30 - 23:30 UTC

Los periodos e intervalos de tiempo seleccionados deben ser suficientes para permitir la medición de un mínimo de 35 muestras de 1 hora de operaciones en vivo cada una. Es necesario medir este número de muestras por cada instancia (sector ATC individual o grupo de sectores) para garantizar la representatividad del KPI06 calculado. Para cada una de las 35 muestras se medirán los valores de T, TTS y TCom.

Para la medición de T (tiempo medio de permanencia de la aeronave en el sector), es necesario registrar la hora de la primera y última comunicación (hora de entrada y salida del sector en minutos) de la aeronave durante los periodos de mayor volumen de tráfico, separando por sectores y/o grupos de sectores, en un intervalo continuo de una hora. Cada hora continua representa una muestra.

Para obtener el TCom (Tiempo de comunicación entre el ATCO y la aeronave), se siguen los mismos criterios de recopilación de T, y se van sumando muestras hasta alcanzar 35. Se utiliza un cronómetro u otro sistema automatizado disponible para registrar los tiempos de comunicación en segundos entre el piloto y el ATCO por cada aeronave de la muestra (período de una hora).

Los datos recopilados sobre las horas de entrada y salida y el TCom se registrarán en el cuadro que figura a continuación (véase la plantilla Excel del anexo 1).

SECTOR ATC	FECHA	MUESTRA	ACFT ID	HORA DE ENTRADA	HORA DE SALIDA	TCom	EX ATCO
SECTOR 1	03/11/2025	1	XX-ZPC	10:00:30	10:10:15	10 segundos	J. Pérez
SECTOR 1	03/11/2025	1	XZ-JPC	10:01:40	10:12:00	15 segundos	J. Pérez
SECTOR 1	03/11/2025	1	ZY-BRK	10:01:55	10:09:50	8 segundos	J. Pérez

SECTOR ATC	FECHA	MUESTRA	ACFT ID	HORA DE ENTRADA	HORA DE SALIDA	TCOM	EX ATCO
SECTOR 1	03/11/2025	1	VB-SBB	10:02:10	10:11:15	12 segundos	J. Pérez

Los valores T por aeronave se calculan en segundos como EXIT TIME - ENTRY TIME. Además, por cada muestra (n) se contabiliza el número de aeronaves (N_n), que se utilizará en el cálculo posterior del TTS.

En el caso del TTS (Tiempo utilizado por el ATCO para tareas secundarias), se realizarán al menos 35 mediciones durante 180 segundos (3 minutos) cada una por cada sector. Estas mediciones se ajustarán a los siguientes criterios:

- Un mínimo de cinco y un máximo de diez mediciones de cada tipo de TTS del mismo controlador.
- La recopilación debe realizarse cuando la demanda sea igual o superior al 50% (cincuenta por ciento) del número de referencia o en momentos identificados de demanda media/alta.
- Para recoger hasta el 10% (diez por ciento) de las mediciones de un sector, se puede observar a un ATCO en formación (fase final). No se debe supervisar a otros alumnos
- En función del sector analizado, se recomienda un plazo de recopilación de 7 a 10 días.
- En los sectores no radares, pueden omitirse o indicarse otros tipos de TTS
- Todas las actividades relacionadas con la prestación de servicios ATS realizadas por el ATCO deben medirse (en segundos), excepto el tiempo dedicado a la comunicación con las aeronaves, separando el TTS por tipo

Los tipos de tareas secundarias se codifican del siguiente modo, tal y como se describe en la sección de metadatos anterior:

- 1 = Coordinación (otros controles, asistente, supervisor)
- 2 = Interacción con el sistema de comunicaciones
- 3 = Llenar los registros de progreso de vuelo (FPV) y organizar el cuadro de mandos
- 4 = Procesamiento de planes de vuelo (FPL)
- 5 = Interacción con la pantalla del radar

En los casos en los que, debido al diseño del sector y a la metodología de trabajo utilizada, la influencia de las tareas del ATCO planificador (o ATCO asistente) influya significativamente en la carga de trabajo del ATCO ejecutivo en la frecuencia principal, las mediciones TTS del ATCO planificador se realizarán siguiendo los parámetros mencionados en el punto anterior. En el proceso de cálculo, los valores de TTS del planificador ATCO se considerarán un 20% ponderado del total de TTS del sector.

Las mediciones del TTS se registran en la tabla siguiente:

SECTOR ATC	FECHA	PL ATCO SUPP	INICIO	FIN	TIPO TS	TTS EX ATCO	TTS PL ATCO	DENSIDAD DE TRÁFICO INICIAL	DENSIDAD DE TRÁFICO FINAL	EX ATCO	PL ATCO
S1	03/11/2025	Y	13:00:00	13:03:00	1	31 s	12 s	8	8	J. Pérez	M. As
S1	03/11/2025	Y	13:05:00	13:08:00	1	29 s	15 s	8	7	J. Pérez	M. As
S1	03/11/2025	Y	13:07:00	13:10:00	3	37 s	25 s	7	5	J. Pérez	M. As
S1	03/11/2025	N	13:08:00	13:11:00	5	30 s		4	4	J. Pérez	N/A

Una vez registradas todas las mediciones de T, TCom y TTS por un sector ATC específico, es necesario procesarlas y consolidarlas.

Para las mediciones de T, es necesario calcular la media de T por aeronave en cada muestra (T_n), es decir, sumar todas las mediciones por aeronave en una muestra y dividir el total por el número de aeronaves de la muestra (N_n). A continuación, se calcula la media general de T por aeronave en el sector ATC, considerando las 35 muestras:

$$T = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_{35}}{35}$$

Además, también se calcula la desviación típica de las mediciones de T en cada sector:

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{35} (T_n - T)^2}{n - 1}}$$

En el caso de TCom, se sigue un proceso similar. Es necesario calcular el TCom medio por aeronave en cada muestra, es decir, sumar todas las mediciones por aeronave en una muestra y dividir el total por el número de aeronaves de la muestra. A continuación, se calcula la media general de TCom por aeronave en el sector ATC, considerando las 35 muestras:

$$TCom = \frac{TCom_1 + TCom_2 + \dots + TCom_{35}}{35}$$

Y también se calcula la desviación típica de las mediciones de TCom en cada sector:

$$\sigma_{TCom} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{35} (TCom_n - TCom)^2}{n - 1}}$$

Por último, también se procesan e integran las mediciones del TTS. En primer lugar, se calcula la media de las mediciones en cada sector por tipo de ATCO, ATCO ejecutivo o ATCO planificador/asistente, y después se ponderan (80% para ATCO ejecutivo y 20% para ATCO planificador/asistente) para calcular la media de las mediciones de TTS en el sector (TTS_M).

$$TTS_{Ex ATCO} = \frac{\sum_{M_{Ex ATCO}=1}^{M_{Ex ATCO}} TTS_{M_{Ex ATCO}}}{M_{Ex ATCO}}$$

$$TTS_{Pl ATCO} = \frac{\sum_{M_{Pl ATCO}=1}^{M_{Pl ATCO}} TTS_{M_{Pl ATCO}}}{M_{Pl ATCO}}$$

$$TTS_M = \frac{TTS_{Ex ATCO} \times 80 + TTS_{Pl ATCO} \times 20}{100}$$

A continuación, se calcula el TTS_M por hora, considerando que el TTS_M se ha obtenido para periodos de medición de 180 segundos:

$$TTS_{M/h} = \frac{3.600 \times TTS_M}{180}$$

Con este valor, el TTS por aeronave en cada muestra (muestras utilizadas para las mediciones T y TCom) se calcula sumando el $TTS_{M/h}$ por el número de aeronaves de la muestra (N_n):

$$TTS_n = \frac{TTS_{M/h}}{N_n}$$

Por último, se calcula la TTS media por aeronave en el sector y la desviación típica asociada:

$$TTS = \frac{TTS_1 + TTS_2 + \dots + TTS_{35}}{35}$$

$$\sigma_{TTS} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{35} (TTS_n - TTS)^2}{n - 1}}$$

Para finalizar el proceso de medición, los resultados de las mediciones de T, TCom y TTS y sus correspondientes desviaciones estándar se consolidan en la siguiente tabla por sector ATC (favor de ver la plantilla Excel en el Anexo 1):

MUESTRAS	T		TCOM		TTS	
1	T ₁		TCOM ₁		TTS ₁	
2	T ₂		TCOM ₂		TTS ₂	
3	T ₃		TCOM ₃		TTS ₃	
...	...		...		...	
...	...		...		...	
34	T ₃₄		TCOM ₃₄		TTS ₃₄	
35	T ₃₅		TCOM ₃₅		TTS ₃₅	
TIEMPOS MEDIOS POR SECTOR	T		TCOM		TTS	
DESVIACIONES TÍPICAS DEL SECTOR	σ_T		σ_{TCOM}		σ_{TTS}	

Además, para cada sector ATC se registrará información sobre los especialistas que realizan cada una de las mediciones, los ATCO de guardia y un campo de observaciones o comentarios que indique cualquier información o problema que falte durante el proceso de medición. Esta información servirá de base para la comprobación de la calidad de los metadatos que se describe a continuación.

- **Frecuencia de recopilación y consolidación:**

Como se ha descrito en secciones anteriores, el KPI06 se considera un KPI "estático" que debe recalcularse anualmente y cuando se produzca un cambio estructural y operativo a nivel sectorial. Por lo tanto, la frecuencia de medición de los elementos de metadatos del KPI06 también se alineará con la frecuencia de cálculo del KPI06, es decir, anualmente y cuando se produzca un cambio.

- **Comprobación de la calidad de los metadatos:**

Teniendo en cuenta que se utilizan diferentes procesos de medición para construir el conjunto completo de elementos de metadatos, es crucial realizar un control de calidad de las mediciones consolidadas por sector.

Se propone realizar los siguientes controles de calidad para los metadatos KPI06:

- **Mapeo:** Este proceso de calidad comprueba el formato de los datos medidos y registrados, garantizando que siguen la convención de codificación correcta.
- **Exhaustividad:** Esta área se centra en comprobar el número de muestras, el número de mediciones en cada muestra y la cantidad de aviones con valores nulos en las mediciones de metadatos.
- **Correspondencia:** Para garantizar que las mediciones de metadatos consolidadas se asignen correctamente a las aeronaves correspondientes en el Sector. Por ejemplo, evitar la duplicación de aeronaves.
- **Validación de la precisión:** Esta área de calidad tiene como objetivo evaluar el grado de conformidad entre los valores medidos y sus valores reales. En el caso del KPI06, podría

introducirse un proceso de comprobación utilizando fuentes de datos alternativas y comprobaciones cruzadas para confirmar que las mediciones son coherentes.

Como resultado de este proceso se elaborará un informe de comprobación de la calidad de los metadatos, en el que se identificarán las medidas correctoras necesarias que deberán aplicarse en las actividades de medición y/o consolidación.

v. Cálculo de KPI y presentación de resultados

- **Aplicación de fórmulas:**

Para calcular el KPI06, una vez registradas en la tabla consolidada todas las mediciones de T, TCom y TTS por cada sector ATC, tal y como se describe en el apartado anterior, se pueden aplicar las fórmulas del KPI06.

En primer lugar, se calcula el Nref:

$$Nref = \frac{T \times \alpha}{(TCom + TTS) \times 1,30}$$

Donde el valor de α (factor de convergencia) se obtiene de la tabla incluida en la sección anterior que describe la fórmula KPI06. El factor cognitivo de 1,30 podría adaptarse a otros valores si se justifica teniendo en cuenta que se aplican condiciones diferentes.

En segundo lugar, se calcula el Npeak:

$$Npeak = \frac{(T + \sigma_T) \times \alpha}{((TCom - \sigma_{TCom}) + (TTS - \sigma_{TTS})) \times 1,30}$$

Y, por último, se aplica la fórmula KPI06:

$$KPI06 = 3.600 \times \frac{0,683 \times Nref + 0,317 \times Npeak}{T}$$

Se pueden utilizar varias opciones para aplicar la fórmula utilizando la misma tabla de consolidación en formato excel, añadiendo los valores Nref y NPeak y la fórmula de cálculo del KPI06 en la misma tabla.

Ver la plantilla de Excel en el Anexo 1 que incorpora la fórmula para calcular el KPI06.

- **Cálculo de las bases de referencia de los KPI:**

Los valores de los KPI son esenciales para evaluar el rendimiento del sistema. Para el KPI06, esto significa específicamente evaluar la capacidad de los sectores en ruta en el espacio aéreo estatal. Para identificar posibles mejoras en este ámbito, hay que cuantificar el KPI y seguir su evolución a lo largo del tiempo. Para ello es necesario establecer una base de referencia que sirva de fundamento para futuras comparaciones de resultados. Además, los valores de referencia tanto a nivel estatal como regional ofrecen un panorama claro de las brechas de rendimiento existentes y proporcionan la información necesaria para establecer los futuros valores objetivo de los indicadores clave de rendimiento.

Cuando se disponga de mediciones completas del KPI06 en todos los sectores del ATC a nivel estatal, se podrá calcular una base de referencia. El objetivo de todos los Estados CAR/SAM es obtener resultados del KPI06 para 2026, estableciendo una base de referencia regional común.

- **Validación interna:**

Es necesario asegurarse de que los resultados de los KPI obtenidos mediante la aplicación de la fórmula son precisos y fiables antes de su presentación a nivel regional. Se pueden seguir distintos planteamientos:

- Seleccionar muestras representativas de datos y recalcule el KPI manualmente y compárelo con los resultados de la fórmula de Excel.
- Comprobar la coherencia de los resultados de los sectores ATC en comparación con los sectores adyacentes y validar que los resultados de los KPI siguen los patrones esperados (sin variaciones repentinas debido a errores de cálculo).
- Revisión entre pares: compartir la metodología y los resultados de las muestras con las partes interesadas internas y externas (proveedores de servicios de navegación aérea de otros Estados, compañías aéreas, etc.).
- Cotejar los resultados con otras metodologías o herramientas de evaluación de la capacidad disponibles, como por ejemplo plataformas de simulación.

Los resultados de la validación determinarán las medidas correctoras necesarias en el proceso de medición y cálculo de los KPI. Si no se encuentra ningún problema, los resultados de los KPI se consideran aprobados.

- **Documentación:**

Una vez calculado el KPI es necesario documentar los aspectos clave del proceso: qué es el KPI, cómo se define, qué fuentes de datos se utilizan, cómo se miden y procesan los datos, los pasos exactos del cálculo, quién es el responsable, cómo se comunica y cómo se hace el seguimiento de los cambios. Documentar el proceso de cálculo de los KPI es esencial para garantizar la transparencia, la repetibilidad y la auditabilidad.

Los elementos clave del paquete de documentación KPI son:

- Cuadro descriptivo de los KPI
- Descripciones y archivos Excel de los procesos de medición y consolidación de metadatos y cálculo de KPI
- Informes de control de calidad de la medición y consolidación de metadatos
- Informe de validación interna del cálculo de los KPI

Es pertinente incluir en los diferentes documentos las referencias necesarias a las posibles variaciones aplicadas al cálculo del KPI06, es decir, suposiciones, ajustes de la fórmula del KPI y/o de la medición de metadatos, datos de entrada no disponibles y otras observaciones.

- **Transmisión de resultados a nivel regional**

Una vez calculados y aprobados internamente los resultados de los KPI, el Estado compila el paquete de presentación estandarizado formado por la documentación de los KPI descrita en el paso anterior. A continuación, este paquete se envía al organismo de coordinación regional (Oficinas Regionales NACC y SAM de la OACI) a través del canal de notificación designado, ya sea un correo electrónico seguro, un portal en línea u otro sistema de presentación oficial por definir. Los Estados deben confirmar que se ha recibido el envío y hacer un seguimiento de cualquier comentario o solicitud de aclaración. Este paso garantiza la recepción oficial, la trazabilidad y la rendición de cuentas, y constituye la base para la posterior consolidación regional y el análisis de los resultados de los indicadores clave de rendimiento.

c. KPI09 Capacidad máxima del aeropuerto

T B D

i. Selección del KPI

ii. Comprensión de los KPI

iii. Identificación de las fuentes de datos

iv. Cálculo de KPI y presentación de resultados

d. KPI10 Rendimiento máximo del aeropuerto

T B D

i. Selección del KPI

ii. Comprensión de los KPI

iii. Identificación de las fuentes de datos

iv. Recopilación de datos capturados y consolidación

v. Cálculo de KPI y presentación de resultados

e. KPI14 Puntualidad de Llegada

T B D

i. Selección del KPI

ii. Comprensión de los KPI

iii. Identificación de las fuentes de datos

iv. Recopilación de datos capturados y consolidación

v. Cálculo de KPI y presentación de resultados

7. Conclusiones y siguientes pasos

Las conclusiones de estas directrices ponen de relieve su papel como base para la implementación coherente de los indicadores clave de rendimiento del GANP en toda la región CAR/SAM. Proporcionan una metodología armonizada a la vez que permiten flexibilidad para que cada Estado pueda adaptar el proceso de cálculo a su propia disponibilidad de datos, recursos institucionales y preparación técnica. Esta adaptabilidad garantiza que todos los Estados puedan empezar a supervisar los resultados de manera significativa mientras refuerzan progresivamente sus sistemas. Las Directrices también representan una oportunidad para crear capacidades internas que permitan a las autoridades de aviación civil, los ANSP, los operadores aeroportuarios y otras partes interesadas del sector de la aviación adquirir conocimientos técnicos sostenibles y, al mismo tiempo, generar KPI para apoyar sus propios Planes Nacionales de Navegación Aérea.

Otra conclusión importante es que las Directrices hacen hincapié en un uso práctico y progresivo de las herramientas. La implementación inicial se basa en formatos sencillos, como plantillas de Excel, que están ampliamente disponibles y son fáciles de usar. A medida que aumente la experiencia y surjan necesidades más sofisticadas, el marco prevé la evolución hacia plataformas avanzadas como Power BI o herramientas analíticas similares. Este enfoque gradual reduce la barrera de entrada, al tiempo que prepara a la región para un control y una evaluación comparativa más complejos y en tiempo real en el futuro.

Las Directrices se conciben como un documento vivo, sujeto a actualizaciones periódicas. Estas actualizaciones incorporarán las lecciones aprendidas durante la implementación, perfeccionarán las metodologías y proporcionarán enfoques de cálculo detallados para los siguientes grupos de KPI. Esto garantiza que las Directrices sigan siendo pertinentes, prácticas y acordes con la evolución regional y mundial a lo largo del tiempo.

Otra conclusión es entender la suma importancia de aprovechar las sinergias con el trabajo ya emprendido en la región. En la región SAM, se ha adquirido una amplia experiencia con los indicadores ATFM, que utilizan captura de datos y enfoques de cálculo similares a los de varios KPI del GANP. Alinearse con este trabajo acelerará la implementación y mejorará la coherencia metodológica. En la región CAR, iniciativas como los CARPI de la FAA y la iniciativa CANSO CADENA ya proporcionan valiosos datos operativos y plataformas de colaboración que pueden apoyar el cálculo de los KPI. El aprovechamiento de estas iniciativas contribuirá a evitar duplicaciones, maximizar el uso de los datos existentes y promover una mayor integración regional en la supervisión de los resultados.

a. Recomendaciones

1. **Empezar con prioridades alcanzables:** Los Estados deben empezar con indicadores clave de rendimiento para los que ya se hayan recopilado datos o sean fácilmente accesibles, garantizando así un compromiso temprano y resultados rápidos.
2. **Integrar con los marcos nacionales:** Las metodologías de los KPI deben integrarse en los Planes Nacionales de Navegación Aérea para que los resultados sirvan tanto a los objetivos regionales como a los nacionales.
3. **Crear capacidad interna:** Las autoridades y los proveedores de servicios deben invertir en la formación del personal para calcular, validar y analizar los indicadores clave de rendimiento, garantizando la sostenibilidad de los conocimientos a nivel local.
4. **Garantizar la calidad y validación de los datos:** Incluso con recursos limitados, los Estados deben adoptar procesos mínimos de validación para garantizar que los resultados de los KPI sean creíbles y comparables.
5. **Adoptar un enfoque progresivo de las herramientas:** Comenzar con plantillas de Excel para cálculos e informes, pero prever la evolución hacia soluciones avanzadas como Power BI para análisis más profundos y cuadros de mando.
6. **Aprovechar las sinergias regionales:** Aprovechar los trabajos en curso, como los indicadores ATFM de la región SAM, los CARPI de la FAA y los indicadores CADENA de CANSO, para alinear metodologías, reutilizar captura de datos y fomentar la colaboración.
7. **Participar activamente en las actualizaciones:** Los Estados deben aportar comentarios y lecciones aprendidas para que las revisiones periódicas de las Directrices reflejen las realidades operativas y la experiencia colectiva.

En conclusión, las Directrices constituyen no sólo una referencia técnica, sino también una oportunidad estratégica para la región CAR/SAM. Su diseño flexible garantiza que cada Estado pueda participar en función de sus capacidades, mientras que su estructura progresiva fomenta el uso de herramientas cada vez más sofisticadas con el paso del tiempo. Aplicando las recomendaciones y aprovechando las sinergias existentes, la región CAR/SAM puede acelerar la adopción de un marco de supervisión del rendimiento armonizado, fiable y orientado al futuro que apoye tanto la cooperación regional como las prioridades nacionales en materia de navegación aérea.

Referencias y bibliografía

OACI. Plan Global de Navegación Aérea (GANP), 7ª edición

Portal GANP de la OACI <https://www4.icao.int/ganpportal/>

OACI. Doc 9883, Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea

OACI. Planes Regionales de Navegación Aérea (CAR/SAM RANP Volúmenes I, II, III).

OACI. Informes de las reuniones GREPECAS/22 y GREPECAS/23.

GREPECAS. Manual de Cálculo de Capacidad de Pista y Sector ATC, Versión 2.0. Desarrollado por GESEA; refrendado en GREPECAS Capacity Methodology .

DECEA (Brasil). Portal de Rendimiento SISCEAB - Indicadores Operativos y Métricas de Rendimiento ATM. <https://performance.decea.mil.br/areas/capacidade/>

DECEA (Brasil). Contribuciones sobre los indicadores operativos ATFM, presentadas en el Cuarto taller/reunión ATFM sobre gestión de datos y cálculo de indicadores, Oficina SAM de la OACI, Lima, julio de 2025.

EUROCONTROL Aviation Intelligence Portal, ofrece un cuadro de mando con información sobre diversos ámbitos e indicadores de rendimiento <https://ansperformance.eu/>

EUROCONTROL. Metodología de Análisis de Capacidades (CAPAN). <https://www.eurocontrol.int/methodology/capacity-analysis-methodology>

FAA. Modelo de densidad dinámica para la capacidad sectorial. Informe ATC 426 del Laboratorio Lincoln, 2015. https://archive.ll.mit.edu/mission/aviation/publications/publication-files/atc-reports/Welch_2015_ATC-426.pdf

Anexo 1 - Plantillas Excel