



**Departamento
de Controle do Espaço Aéreo**

**CURSO ATM047
INDICADORES DE DESEMPEÑO ATM**

2020 – ICEA – 1ª Edición

Maj Av RAFAEL DOMINGOS RODRIGUES – Coordinador
Maj Esp CTA FERNANDO GARCIA PFUTZE – Elaborador
Cap Esp CTA RICARDO DAVID BENEDICTIS – Elaborador
Cap Eng RAFAEL DE ARAÚJO ALMEIDA – Elaborador
1T Esp CTA IVAN NELSON LOBATO DOS SANTOS – Elaborador
1T Este ALESSANDRO SOARES DE FREITAS – Elaborador
1T Eng ANDRÉ LUIZ ELIAS MELO – Elaborador
1T Ped MARLISE BRAZÃO DE ASSIS – Asesora Pedagógica
2S BCT PEDRO IVO SANTOS RIBEIRO – Elaborador
2S BCT RENATA AGUIAR DE S. GONÇALVES – Elaboradora
2S BCT THIAGO SANDEI DE OLIVEIRA – Elaborador
2S BCT NELSON JUNIOR DO AMARAL – Elaborador
2S BCT ROSEANE MARTINS REZENDE – Desarrolladora
2S BCT LAÍS VIEIRA DOS SANTOS GOMES – Elaboradora
CV DACTA ADRIANO DUARTE DA SILVA – Elaborador
CV LEONARDO SILVA DE BARROS RIBEIRO – Elaborador
CV JULIANA CORRÊA RODRIGUES – Elaboradora
CV THIAGO VALERIO TAVARES DA SILVA – Elaborador

2024 – CGNA – Adaptación y versión al español

SO BCT JOSÉ MAURICIO DA CONCEIÇÃO ROCHA

Sumario

INTRODUCCIÓN.....	4
UNIDAD 1.1: Indicadores.....	5
SUBUNIDAD 1.1.1: Introducción a los Indicadores.....	5
SUBUNIDAD 1.1.2: Clasificación de los Indicadores	13
SUBUNIDAD 1.1.3: Características de los Indicadores.....	15
SUBUNIDAD 1.1.4: Construcción de Indicadores.....	18
UNIDAD 1.2: Indicadores de Desempeño ATM.....	25
SUBUNIDAD 1.2.1: Indicadores del GANP	25
SUBUNIDAD 1.2.2: Otros indicadores.....	41
SUBUNIDAD 1.2.3: Fuentes de datos.....	45
SUBUNIDAD 1.2.4: Indicadores en la Doctrina Operacional.....	48
UNIDAD 1.3: Análisis de datos.....	52
SUBUNIDAD 1.3.1: Visualización de datos.....	52
SUBUNIDAD 1.3.2: Resultados de los indicadores.....	61
Bibliografía	79

INTRODUCCIÓN

Esta disciplina tiene como objetivo explicar los fundamentos de los indicadores de desempeño ATM, su clasificación y características; proporcionar los conocimientos necesarios para la utilización de herramientas de producción e interpretación de resultados de indicadores de desempeño, resaltando la importancia de la utilización de los indicadores en la Doctrina Operacional y de la comunicación de estos resultados; e identificar los KPI e IDBR.

“Lo que no se puede medir no se puede gestionar.”

Peter Drucker



UNIDAD 1.1: INDICADORES

SUBUNIDAD 1.1.1: Introducción a los Indicadores

Mucho se discute sobre indicadores en empresas privadas, en la administración pública y en organismos y unidades del ámbito federal, como el Departamento de Control del Espacio Aéreo (DECEA)¹. Sin duda, es un tema recurrente y considerado fundamental. Pero, ¿cuántas organizaciones aplican consistentemente la gestión apoyada en indicadores?

Los indicadores de desempeño son una herramienta de gestión que ofrece no solo la posibilidad de identificar procesos que no están siguiendo el curso deseado, sino también su mejora, al mismo tiempo que permite apoyar las decisiones de la alta dirección cuando surge la necesidad de optar por un curso de negocios con perspectivas de crecimiento continuo.

Los indicadores son medidas calculadas de rendimiento compuestas por el conjunto de diferentes métricas. Es la representación cuantificable de características de servicios, productos y procesos, es decir, son parámetros de evaluación de eficiencia y eficacia de los procesos de una organización.

El indicador también se considera un recurso metodológico para ayudar a la interpretación de la realidad de una manera sintética y operativa. Se puede utilizar para el diagnóstico de una determinada condición (ambiental, económica, social, educativa, etc.), para el seguimiento y la evaluación de la planificación de la gestión del tránsito aéreo (ATM) y para la investigación en general.

Desde el punto de vista de las políticas públicas, los indicadores son instrumentos que permiten identificar y medir aspectos relacionados con un concepto, fenómeno, problema o resultado particular de una intervención en la realidad. El objetivo principal de un indicador es traducir, de forma medible, un determinado aspecto de una realidad (en el caso de este curso, una realidad de la ATM) con el fin de hacer operativa su observación y evaluación. La literatura señala varios significados sobre los indicadores y todos tienen una cierta similitud conceptual. Según Ferreira, Cassiolato y Gonzales (2009), por ejemplo:

“El indicador es una medida, de orden cuantitativo o cualitativo, dotada de un significado particular y utilizada para organizar y captar la información relevante de los elementos que componen el objeto de observación. Es un recurso metodológico que informa empíricamente sobre la evolución del aspecto observado”.

¹ El sitio de performance del DECEA se puede acceder en <https://performance.decea.mil.br>

Importancia de los Indicadores

Los indicadores son los instrumentos que permiten evaluar el desempeño de la organización. Tienen como objetivo facilitar la planificación y el control de los procesos de la organización en su conjunto, estableciendo metas cuantificables y determinando las desviaciones que ocurrieron, contribuyendo a la mejora continua de los procesos organizacionales.

Aquí hay algunos ejemplos de preguntas que ayudan a traducir la importancia de los indicadores:

¿La capacidad de la dependencia ATC es suficiente para brindar el servicio, considerándose el crecimiento de la demanda previsto para los próximos años?
¿Dónde es más adecuado poner nuevos ATCO?
¿Nuestro sistema está más seguro que el año anterior?
¿Los nuevos procedimientos resultaron en mejoras para la comunidad ATM? ¿Cuánto ha mejorado? ¿Valió la pena?



Cuadro 1 - Para pensar.

La mayoría de la gente piensa que una organización necesita indicadores para verificar que se están logrando los objetivos establecidos. Sí, esto es cierto, pero los indicadores también deben usarse para apoyar la toma de decisiones.

Una organización que mide sistemáticamente su desempeño puede realizar intervenciones rápidamente a medida que ocurren fluctuaciones en el proceso. Con base en la información generada, los usuarios pueden evaluar el desempeño de equipos, actividades, procesos y gestión para, en el momento más adecuado, tomar decisiones y ejecutar acciones que mejorarán el desempeño de la organización.

<p>Los indicadores sirven para:</p>	<p>Apoyar en la toma de decisión.</p> <hr/> <p>Analizar problemas estratégicos de manera proactiva, antes que ocurran desviaciones.</p> <hr/> <p>Apoyar la búsqueda por nuevos caminos estratégicos para la organización.</p> <hr/> <p>Apoyar el aprendizaje de la organización.</p> <hr/> <p>Apoyar el reconocimiento de la dedicación colectiva.</p> <hr/> <p>Comunicar las estrategias y las prioridades de la dirección y de los gestores.</p>
-------------------------------------	--

Cuadro 2 - Para qué sirven los indicadores.

¿Por qué implementar indicadores de desempeño?

Conforme FRANCISCHINI, 2017, los beneficios más comunes que aporta un sistema de indicadores son:

- **Control:** la función de Control consta de tres partes esenciales:
 - a) recolectar datos de una variable previamente elegida;
 - b) analizar los datos y detectar desviaciones de un valor ideal o planificado;
 - y
 - c) tomar medidas correctivas que reduzcan la desviación del valor ideal.
- **Comunicación de objetivos.** Todas las instituciones minimamente organizadas tienen una planificación estratégica con un mayor o menor grado de detalle y consistencia de contenido. Para que la planificación se implemente, es necesario que todos los involucrados sepan qué objetivos pretende alcanzar la institución en los próximos años, los recursos que utilizará y lo que se espera de cada sector, administración o junta directiva.
- **Motivación de los profesionales.** Existen resistencias naturales del ser humano a salir de la "zona de comodidad" ya que, según su juicio, es allí donde dedica el menor esfuerzo para realizar sus tareas. Para minimizar esa resistencia es necesario mostrar al empleado lo que ganará con el cambio.
- **Dirigir mejoras en la empresa.** Detectar las expectativas de los usuarios, analizar la evolución de la organización y comparar con los *benchmarks* y, principalmente,

saber dónde mejorar los procesos para establecer metas más altas, son factores que dependen de un sistema de indicadores de desempeño.

Como ejemplo de la utilización de indicadores, se puede identificar en las Figura 1 y Figura 2 una posible relación entre el número de vuelos partiendo de China y el número de nuevos casos de COVID-19 en los países de destino de estos vuelos.



Figura 1–Vuelos diarios / Nuevos casos de Covid por países de Origen - Destino. (Fuente: <https://data.icao.int/coVID-19/country-pair.htm>)

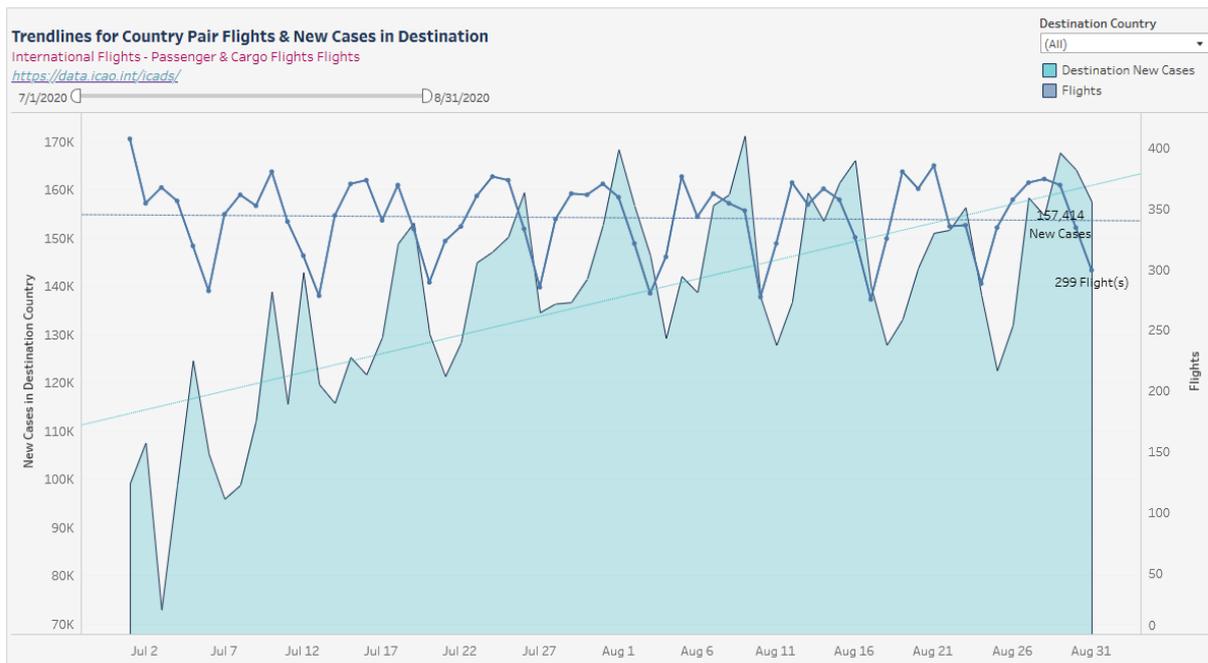


Figura 2 - Líneas de tendencia por vuelos de pares de países y nuevos casos en el destino. (Fuente: <https://data.icao.int/coVID-19/country-pair.htm>)

Otro ejemplo sería la observación referente a la recuperación de la demanda de tránsito aéreo con miras a la planificación de los turnos operacionales de las dependencias ATC, como se observa en la Figura 3.

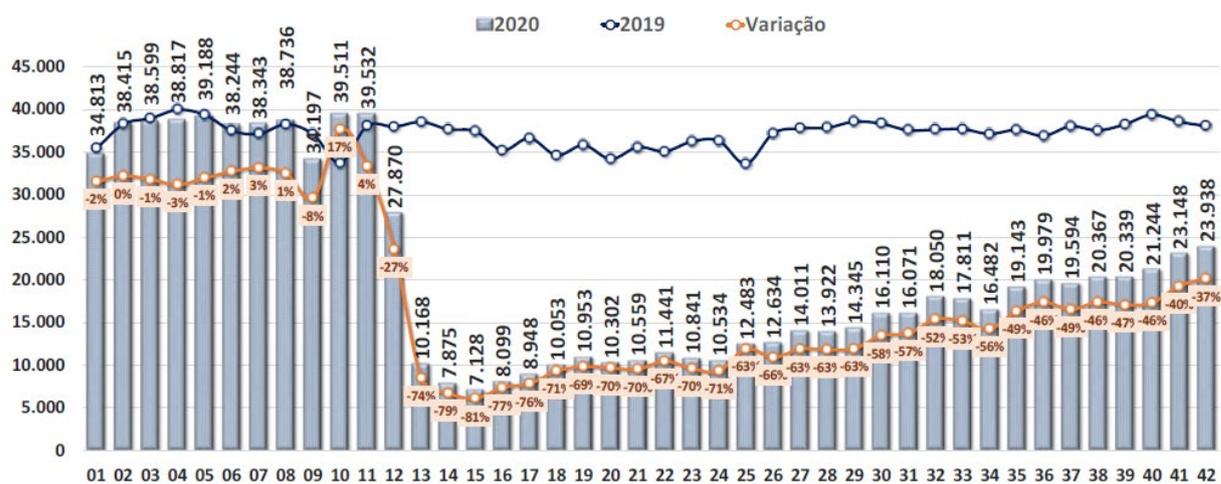


Figura 3 - Recuperación del tráfico aéreo semanal desde el COVID. (Fuente: CGNA)

Diferencia entre métrica e indicador

De manera resumida, una **métrica** es un número simple, que corresponde a algún resultado medido. Un **indicador** es lo que indica o demuestra algo en alguna situación específica. Los indicadores son construidos en base a las métricas.

A. Métricas

Las métricas son las medidas genéricas, de composición simple, como formatos de valores y cantidades que sirven de subsidios a los indicadores. Se componen de varios tipos, como valor, cantidad, peso, volumen u otro formato cuantitativo, y son también la base para la constitución de los indicadores de desempeño.

Como ejemplo de métrica, se puede considerar el número de arribos por hora o la cantidad en minutos de demora de los vuelos en un día.

B. Indicadores

Los indicadores son las medidas calculadas a partir de las métricas y sirven para evaluar el desempeño de la empresa/organización. Son informaciones estratégicas que ayudan en el análisis de tendencia, en la mejora continua, en la actuación proactiva y dan transparencia a la empresa. Suelen expresarse de forma clara por porcentajes y probabilidades.

Con deliberada redundancia, se puede decir que un indicador es lo que indica algo o alguna situación específica y permite verificar el cumplimiento de las metas establecidas por una organización.

Así, los indicadores son más apropiados para el asesoramiento de la toma de decisiones estratégicas que las métricas.

Considerándose la métrica del número de arribos por hora, esta se puede utilizar para el desarrollo de indicadores, por ejemplo, para calcular la utilización de la capacidad de un aeropuerto.

Caso se considere la métrica de cantidad en minutos de vuelos demorados en un día, se puede calcular un indicador de puntualidad del aeropuerto.

Es bien sabido que hay una diferencia a nivel gerencial en los dos conceptos. El indicador es un valor generalmente calculado de acuerdo con las métricas proporcionadas, que tiene características cuantitativas y significativas para la estrategia organizacional, siendo esencial para la toma de decisiones. Universalmente se compone de índices, rango de valores, frecuencias, comparativos, entre otros.

Los indicadores de desempeño, además de evaluar el desempeño organizacional, ayudan al análisis de tendencias, mejora continua, acción proactiva y dan transparencia a las

instituciones. También proporcionan información para el análisis de procesos e implementación de mejoras, y son los elementos que guían en la dirección establecida por la planificación estratégica.

Sin embargo, debemos darnos cuenta de que, a pesar de las diferencias conceptuales entre cada uno y de sus diferentes aplicaciones, las métricas y los indicadores de rendimiento apoyan los objetivos a nivel estratégico de la organización.

Como ejemplo para mejor comprensión, se puede considerar el porcentaje de vuelos demorados. Este indicador puede ser establecido para verificar en qué medida se está cumpliendo con el objetivo de rendimiento caracterizado por la "mejora de las llegadas a la hora prevista". Para su cálculo, deben obtenerse datos sobre la hora programada y la hora real de apertura de puertas de la aeronave a la llegada. A partir de estos datos, se pueden determinar los valores del tiempo total de retraso (métrica), que, dividido por el número de llegadas (métrica), permitirá calcular el indicador establecido.

Indicadores de Desempeño

Indicadores son medidas cualitativas o cuantitativas que muestran el estado de una operación, proceso o sistema. Desempeño es la comparación entre el resultado de la operación respecto a la expectativa del cliente o al objetivo del gestor. Por lo tanto, los indicadores de desempeño son medidas que muestran la comparación de lo que se logró en la operación frente a una expectativa u objetivo.

Indicador clave de rendimiento es la traducción al español que se utiliza en el Portal GANP para *Key Performance Indicator* (KPI). Se consideran los KPI como los mejores indicadores para el monitoreo y análisis de desempeño del negocio.

Metas

El concepto de meta está asociado a una intención. Las metas son los objetivos por alcanzar luego de la consolidación de métricas e indicadores. Son importantes para medir qué tan lejos (o cerca) estamos del objetivo estratégico establecido para la organización.

La meta cuantifica lo que se ambiciona. Tiene la función de eliminar la subjetividad, reforzar el compromiso, fomentar la mejora continua y promover la innovación. Además, debe contestar a la siguiente pregunta “¿Cuánto pretendemos lograr?”.

Por ejemplo, si se quiere que el cuantitativo de ATCO operacionales sea superior a 80%, estamos hablando de una meta. Las metas son hitos cuantificables de duración determinada que ayudan en el desarrollo de un proyecto.

Cómo establecer metas - Metodología SMART

Cualquier meta u objetivo se puede crear a través de la metodología SMART, que es un acrónimo que significa:

- **Specific (Específico):** ¿qué vas a hacer? ¿cuándo, dónde, por qué?
- **Measurable (Medible):** ¿es medible en números?
- **Attainable (Alcanzable):** ¿es factible?
- **Relevant (Relevante):** ¿es importante?
- **Term (Temporal):** ¿hay plazo definido?

Cada letra del acrónimo identifica un componente esencial del establecimiento efectivo de objetivos, como se presenta en la Figura 4.

Las metas SMART se refieren a una metodología establecida de definición de objetivos. Esa metodología ayuda a definir expectativas claras para maximizar las posibilidades de alcanzarlas.

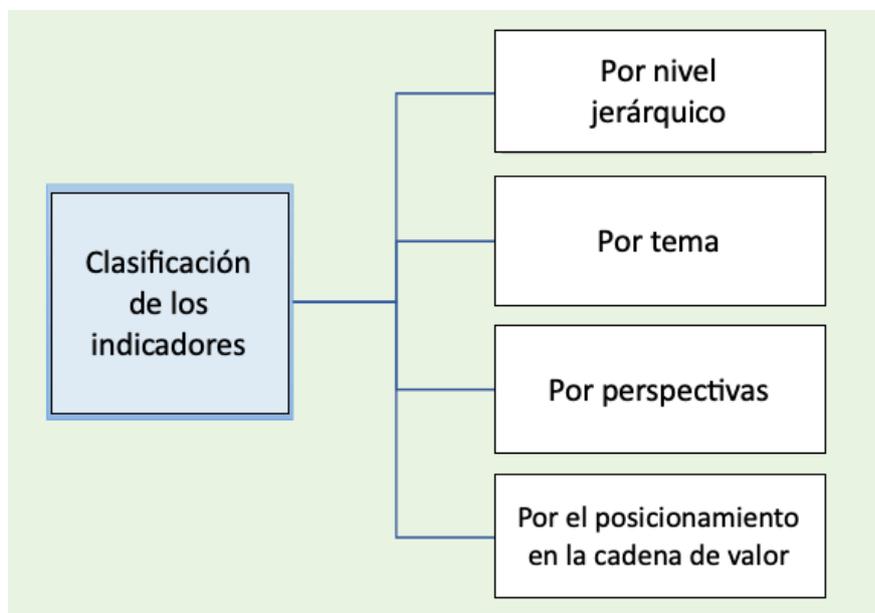
Establecer metas SMART crea trayectorias hacia un objetivo determinado, con hitos claros y una estimación de cómo lograrlo.



Figura 4 - Metodología SMART.

SUBUNIDAD 1.1.2: Clasificación de los Indicadores

Los indicadores se pueden clasificar por su nivel jerárquico, por tema, por dimensiones o perspectiva, o por su posicionamiento en la cadena de valor.



Cuadro 3 - Clasificación de los indicadores.

Por nivel jerárquico

Los indicadores pueden ser clasificados por niveles jerárquicos, como sigue:

Estratégico: vinculados directamente a la planificación estratégica, como la misión, el propósito y la visión establecidas para la organización, generalmente a mediano o largo plazo;

Gestión: se señalan métricas para determinar si las acciones planificadas por cada área están contribuyendo al logro de los objetivos más amplios. Están vinculados a objetivos gerenciales y de mediano plazo; y

Operacional: suelen ser de corto plazo y vinculados a procesos operativos.

Por tema

Esta es una clasificación que ya ha sido ampliamente adoptada en organizaciones privadas y públicas, pero que ha estado cayendo en desuso en los últimos tiempos, especialmente con la expansión del *Balanced Scorecard*² (BSC, “Indicadores balanceados de desempeño”). La división por temas se utiliza para garantizar el equilibrio del desempeño institucional entre los temas definidos.

² BSC es una metodología de medición de la gestión de desempeño.

Los indicadores pueden ser de varios temas, como los siguientes:

- Calidad;
- Costo;
- Eficiencia;
- Medio ambiente; o
- Seguridad.

Por perspectivas

La división del sistema de medición en perspectivas es necesaria para poner en evidencia las áreas prioritarias y garantizar el equilibrio entre ellas.

Se puede distinguir los indicadores de acuerdo a las perspectivas de los miembros de la comunidad ATM³. Podríamos, por ejemplo, destacar la perspectiva:

- De los Proveedores de Servicio de Navegación Aérea (ANSP),
- De las agencias reguladoras,
- De las empresas aéreas,
- De los aeropuertos,
- De los pasajeros etc.

Por el posicionamiento en la cadena de valor

En 2009, el Ministerio de Planificación de Brasil llevó a cabo una amplia investigación sobre los indicadores de gestión. Fueron analizados modelos propuestos por consultorías de renombre, modelos utilizados por agencias públicas de las tres esferas de gobierno (municipal, departamental y federal) y también por agencias de diversos países. Las conclusiones fueron similares a las obtenidas en las reuniones del Comité de Medición del Desempeño de la Fundación Nacional para la Calidad (FNQ): una clasificación muy útil de los indicadores de gestión se refiere a su posición en la etapa de la cadena de valor.

Como resultado directo de esta clasificación, los indicadores también pueden dividirse en:

- Indicadores de esfuerzo; o
- Indicadores de resultado

³ La comunidad ATM representa el conjunto de organizaciones, entidades y agencias que participen y colaboren con la planificación, el desarrollo, uso, regulación, operación y mantenimiento del Sistema ATM.

Varias publicaciones adoptan esta clasificación, incluido el Comité Temático para la Medición del Desempeño de la FNQ, y existen numerosas terminologías para designar lo que en este curso llamaremos indicadores de esfuerzo e indicadores de resultados, denominación más presente en Brasil. Cabe señalar que en inglés son ampliamente utilizados los términos *drivers* (indicadores de esfuerzo) y *outcomes* (indicadores de resultados).

Esta clasificación es interesante porque si un objetivo se midió con indicadores de resultado y esfuerzo, si se han obtenido los resultados previstos, es posible concluir si se lograron como resultado de las prácticas de gestión utilizadas. Es una forma proactiva de monitorear el desempeño, porque aquellos que no se han logrado como resultado de las prácticas de gestión no pueden considerarse de hecho.

Cuando un sistema de medición no tenga indicadores de ambos tipos, puede comprobarse que:

- Un sistema de medición que sólo cuenta con indicadores de esfuerzo refleja una falta de objetividad, con mayor preocupación por los medios que por los resultados; y
- Un sistema de medición que sólo tiene indicadores de resultados refleja una falta de conexión entre la estrategia, los medios y los resultados.

A continuación, algunos conceptos que los distinguen (Tabla 1):

Tabla 1 - Diferencia entre indicadores de esfuerzo y resultado.

INDICADORES DE ESFUERZO	INDICADORES DE RESULTADO
Miden la causa antes de que ocurra el efecto.	Miden el efecto después de un cierto tiempo.
Sirven para verificar si los planes vinculados a los factores críticos de éxito se están cumpliendo.	Sirven para verificar si se están logrando los objetivos.
Apropiados para medir planes de acción, proyectos e iniciativas.	Apropiados para medir el logro de objetivos.

Fuente: FNQ. *Indicadores de Desempeño – Estructuración del Sistema de Indicadores Organizacionales.*

SUBUNIDAD 1.1.3: Características de los Indicadores

Todo sistema de medición del desempeño está formado por un conjunto de indicadores previamente establecidos que verificarán el logro o no de ciertos objetivos organizacionales. Un buen indicador debe tener las siguientes características:

- **Adaptabilidad** – capacidad de respuesta a los cambios en el comportamiento del cliente y sus requisitos;
- **Disponibilidad** – facilidad de acceso para la recolección, estando disponible a tiempo para las personas adecuadas y sin distorsiones, sirviendo de base para tomar decisiones. No resultaría tan útil tener una información obsoleta, aunque correcta, o proporcionar la información correcta para las personas equivocadas;
- **Economicidad** – no se debe pasar demasiado tiempo buscando datos, y mucho menos investigando o esperando nuevos métodos de recopilación. Los beneficios aportados con los indicadores deben ser mayores que los costos incurridos en la medición;
- **Estabilidad** – garantizar que se genere en rutinas de procesos y permanezca en el tiempo, permitiendo la formación de series históricas;
- **Objetividad** – los cálculos deben considerar las magnitudes del valor, sin tener la posibilidad de interpretaciones erróneas, además de garantizar que realmente funcione en la práctica y permita la toma de decisiones de gestión;
- **Precisión** – el margen de error debe ser calculado y aceptable, es decir, no debe distorsionar su interpretación;
- **Trazabilidad** – facilidad de identificación del origen de los datos, sus registros y mantenimiento. Siempre que sea posible, los resultados deben transformarse en gráficos, para un seguimiento más preciso, que permita la comparación con resultados anteriores;
- **Pertinencia** – los valores proporcionados deben ser esenciales para controlar, evaluar, tomar decisiones, rendir cuentas y establecer ajustes;
- **Representatividad** – captura de las etapas más importantes y críticas de los procesos, en el lugar correcto, para que sea suficientemente representativo, integral y pertinente. No se deben recopilar datos innecesarios. Por el contrario, los datos importantes deben ser precisos, cumplir con los objetivos y buscarse en la fuente correcta. Este atributo merece cierta atención, porque los indicadores muy representativos pueden ser muy difíciles de obtener. Por lo tanto, debe existir un cierto equilibrio entre representatividad y disponibilidad para la recolección; y

- **Simplicidad** – facilidad de ser entendido y aplicado tanto por los que manejan el indicador como por aquellos que recibirán los resultados. Los nombres y expresiones deben ser conocidos y comprendidos por todos de manera homogénea, asegurando una amplia validez en toda la organización.



Cuadro 4 - Características de los indicadores.

Es importante destacar que cuando se identifica que los indicadores pueden llegar a ser innecesarios, deben ser inmediatamente eliminados o reemplazados por otros de mayor utilidad.

Además de estas características, es importante que el proceso de selección de indicadores considere los siguientes aspectos:

- **Publicidad** – los indicadores deben ser públicos, es decir, conocidos y accesibles a todos los niveles de la institución, así como a la sociedad y otras entidades de la administración pública.

- **Temporalidad** – la identificación de indicadores de desempeño debe considerar algunas cuestiones temporales: en primer lugar, el momento en que debe empezar la medición; en segundo lugar, la disponibilidad de obtener los datos cuando diferentes resultados comienzan a suceder; y, finalmente, la posibilidad de que, a través de estas medidas, sea posible llevar a cabo un monitoreo periódico del desempeño del Programa.
- **Factibilidad** – los datos necesarios para las mediciones constituyen información que forma parte de los procesos de gestión de la institución y, por lo tanto, se obtiene a través de instrumentos de recolección, ya sea por muestra o censo, estadísticas, aplicación de cuestionarios, observación, etc., dependiendo del aspecto a medir. Una propuesta para el desarrollo de indicadores debería permitir disponer de indicadores de medición viables en momentos e intervalos apropiados que equilibren las necesidades de información con los recursos técnicos y financieros.

SUBUNIDAD 1.1.4: Construcción de Indicadores

Como ya se ha explicado, podemos clasificar los indicadores en niveles jerárquicos de la siguiente manera: estratégico, gestión y operacional. Con esto, cada nivel jerárquico debe monitorear un conjunto diferente de indicadores, que deben integrarse apuntando al objetivo final de la organización. Es notorio que existe una tendencia natural a considerar todos los objetivos y planes de la organización como críticos para la estrategia y el análisis por parte de la alta dirección, pero debe tenerse en cuenta que el grado de importancia estratégica de cada indicador es ciertamente variable.

A continuación, la Figura 5 presenta la técnica de medición presentada en el DOC 9883, Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea (OACI, 2009).

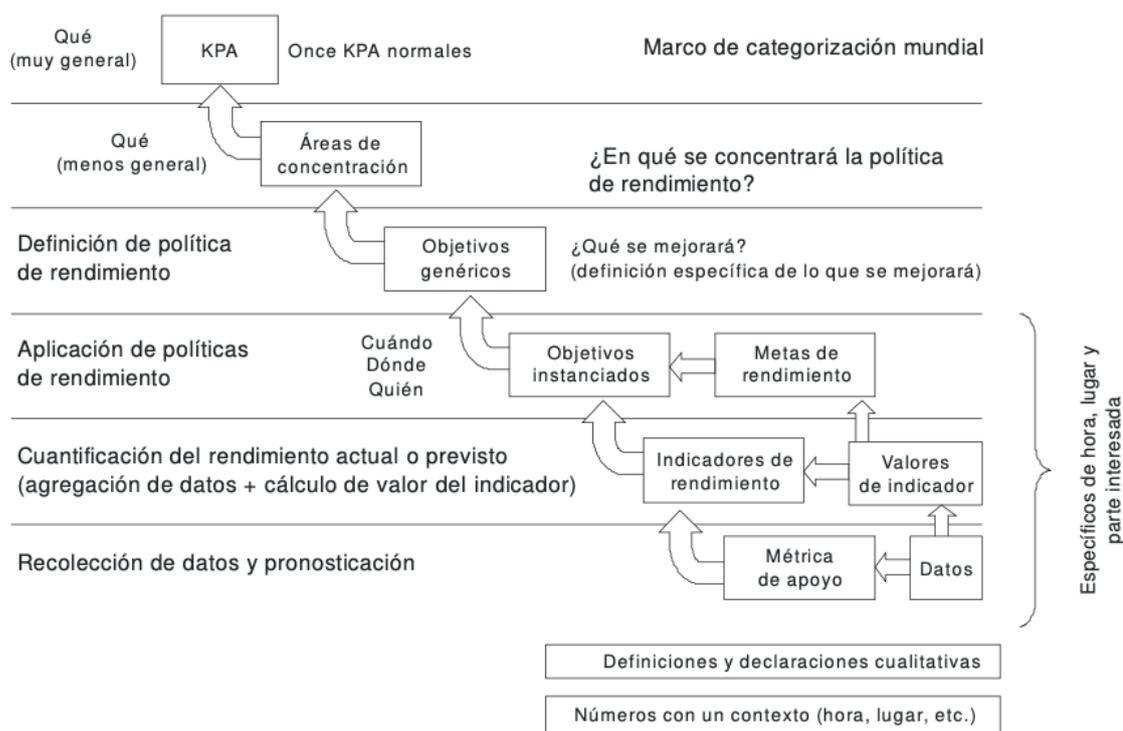


Figura 5 – Ilustración de la taxonomía de medición. (Fuente: OACI, 2009)

Paso a paso para la construcción de indicadores

A continuación, un paso a paso para construir indicadores:⁴

1. Seleccionar un objetivo:

El objetivo puede estar contenido en el mapa estratégico o pertenecer a alguna otra forma de planificación estratégica institucional. Se recomienda comenzar con los objetivos más relacionados con los resultados finales de la institución, que incluyen las expectativas de la comunidad ATM.

2. Identificar factores críticos de éxito:

Un factor crítico de éxito es un desafío, obstáculo o restricción que, si no se supera, impedirá el logro de la meta.

3. Elegir indicadores que representen el logro del objetivo:

Un indicador de resultado se refiere a la efectividad o el impacto de lograr el objetivo. En la Tabla 2 hay sugerencias de indicadores de resultado.

4. Evaluar la calidad de los indicadores:

Evaluar la adherencia del indicador en relación con los atributos de los indicadores institucionales y su calidad. Verificar, por ejemplo, si las características de los indicadores descritos se encajan en los indicadores sugeridos.

⁴ Se puede encontrar otra metodología de desarrollo de indicadores en el Doc 9883.

5. Analizar el conjunto de los indicadores y seleccionarlos:

Analizar la consistencia del sistema desarrollado: verificar si se alcanzan las metas de los indicadores de la base del mapa estratégico. Además, debe reducirse la cantidad de indicadores de nivel de planeamiento a monitorear.

6. Establecer un plan de acción para lograr el objetivo:

Un plan de acción debe consistir en actividades y/o proyectos que ayuden a superar los factores críticos de éxito y alcanzar los objetivos.

7. Describir el indicador:

Completar la ficha descriptiva para el indicador seleccionado, conforme el modelo de la Tabla 3.

Tabla 2 - Sugerencias de indicadores de resultado.

Pensando en los indicadores de resultado		Ejemplos	
Si el objetivo...	el indicador...	Objetivo	Ejemplo de indicador
contiene términos como reducir o ampliar	puede ser un índice	Aumentar el número de ATCO operacionales	Índice de Operacionalidad
se refiere a la calidad o puede relacionarse al servicio brindado o a la atención al cliente	puede basarse en una encuesta de satisfacción	Mejorar la calidad del servicio de control de tránsito aéreo	Satisfacción de los aeronavegantes (en base a los resultados obtenidos en una encuesta)
	puede basarse en un porcentaje de fallas	Promover la mejora de los sistemas utilizados (SIGMA, SAGITARIO etc.)	Cantidad de ocurrencias repetidas
	puede referirse al plazo de atendimento	Promover la mejora de los sistemas utilizados (SIGMA, SAGITARIO, etc.)	Plazo promedio para implementación de mejoras en los sistemas
se refiere a algo que se debe fomentar	puede referirse a un aumento porcentual	Fomentar investigaciones	Aumento porcentual de la cantidad de investigaciones realizadas
solo se puede lograr si un conjunto de objetivos, proyectos o acciones tiene éxito	puede ser una medida porcentual de las metas logradas	Mejorar el desempeño del SISCEAB	Porcentaje de metas logradas por el DECEA
		Promover la gestión del conocimiento	Porcentaje de metas logradas en gestión del conocimiento
		Promover la gestión por competencias	Porcentaje de metas logradas en gestión por competencias

Tabla 3 - Modelo de hoja descriptiva de indicadores.

Indicador	PUNTUALIDAD DE SALIDA (KPI01)
Área de Negocio	
Descripción del indicador	
Objetivo	
Identificación de las variables	
Fórmula (métrica)	
Parámetros de análisis	
Orientación para análisis	
Fuente de datos	
Referencia	

Sigue un ejemplo del paso a paso para desarrollo de un indicador ATM:

1. Seleccionar un objetivo:

Como esperado por la comunidad ATM, debe mantenerse la previsibilidad de las operaciones (expectativas). Uno de los objetivos es aumentar el porcentaje de vuelos realizados cumpliendo su horario programado – Hora programada de fuera calzos (SOBT).

2. Identificar factores críticos de éxito:

Un factor crítico de éxito puede ser la optimización de la capacidad de salida de las aeronaves.

3. Elegir indicadores que representen el logro del objetivo:

Los siguientes indicadores representan el logro del objetivo anhelado: puntualidad de salida, retraso medio en la salida y puntualidad en el despegue.

4. Evaluar la calidad de los indicadores:

La evaluación de la calidad de los indicadores puede ser realizada para diversas características. En el ejemplo presentado en la Tabla 4 son analizadas tres características.

Tabla 4 - Análisis de características.

	Puntualidad de salida	Retraso medio en la salida	Puntualidad en el despegue
DISPONIBILIDAD	Sí	Sí	No
OBJETIVIDAD	Sí	Sí	Sí
PRECISIÓN	Sí	Sí	No

5. Analizar el conjunto de los indicadores y seleccionarlos:

Luego del análisis, el indicador elegido es el de puntualidad de salida (KPI01).

6. Establecer un plan de acción para lograr el objetivo:

Se debe estudiar las posibilidades de mejoras operacionales para reducir el tiempo de ocupación de pista y consecuente aumento de capacidad.

7. Describir el indicador:

Para la realidad ATM del DECEA, una vez definido el indicador, es esencial identificar los elementos presentados en la Tabla 5, referentes al indicador de puntualidad de salida.

Tabla 5 - Hoja descriptiva del indicador puntualidad de salida.

Indicador	PUNTUALIDAD DE SALIDA (KPI01)
Área de negocio	Previsibilidad
Descripción del indicador	Porcentaje de vuelos saliendo de la puerta de embarque puntuales respecto al horario planificado (EOBT, Registro ANAC)
Objetivo	Este indicador apunta a la previsibilidad desempeñada por el aeropuerto en sus operaciones de salida. Puede ser calculado de dos formas: en base al horario programado de partida del vuelo (Registro ANAC) o al EOBT (Plan de Vuelo).
Identificación de las variables	<ol style="list-style-type: none"> 1. Filtrar solamente los vuelos regulares (tipo de plan de vuelo). 2. Determinar la variación de tiempo (Delta salida). $\Delta T 1 = AOBT - EOBT$ $\Delta T 2 = AOBT - \text{Registro de hora de salida}$ 3. Clasificar el vuelo como puntual o no (con las 2 variantes de ΔT 1 y 2). - Si $\Delta T \geq \Delta L \rightarrow$ Vuelo a tiempo - Si $\Delta T < \Delta L \rightarrow$ Vuelo puntual

Indicador	PUNTUALIDAD DE SALIDA (KPI01)
	Delta límite = 5 min, 15 min o 30 min 4. Calcular porcentaje de vuelos puntuales.
Fórmula (métrica)	$KPI_{01} = \frac{\Sigma(\text{salidas puntuales})}{\Sigma(\text{salidas})} \times 100 \text{ [\% de vuelos]}$
Parámetros de análisis	Día, mes, año, dependencia ATC, empresa aérea, aeropuerto y pista.
Orientación para el análisis	Valor de corte (desvío máximo positivo o negativo esperado para una salida programada), que define si se considera un vuelo puntual o no. Valor de 5, 15 y 30 minutos Salidas programadas en base a los planes de vuelo regulares
Fuente de datos	AOBT – TATIC FLOW EOBT (Registro) – Registro de vuelo ANAC EOBT (PLN) – TATIC FLOW
Referencia	GANP 6ª ed.

El establecimiento de buenos indicadores exige percepción, objetividad y conocimiento de la realidad de la organización, resaltándose que es esencial un mínimo de experiencia en el tema. Además del planeamiento estratégico y de las metas definidas, el KPI deberá ser monitoreado con la regularidad requerida. Es importante destacar que se debe compartir las informaciones con todo el equipo para que se pueda mejorarlo y agregar informaciones que a lo largo de la medición se consideren necesarias.

UNIDAD 1.2: INDICADORES DE DESEMPEÑO ATM

SUBUNIDAD 1.2.1: Indicadores del GANP

Histórico de los Indicadores ATM

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) es una agencia especializada de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que busca el desarrollo de principios y técnicas para la navegación aérea internacional, fomentando el planeamiento y la evolución del transporte aéreo e impulsando avances en todos los aspectos de la aeronáutica civil internacional.

Siguiendo la aprobación del planeamiento y de la implementación de la Gestión por Desempeño para la Navegación Aérea en la 11ª Conferencia de Navegación Aérea en 2003, así como en el 35º periodo de sesiones de la Asamblea de OACI en 2004, se publicó en 2009 un relevante documento de orientación: el Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea (Doc 9883).

En 2009 todos los Grupos regionales de planificación y ejecución (PIRG), adoptando una estructura regional de desempeño, invitaron los Estados a implementar una estructura nacional de desempeño para sistemas de navegación aérea, en base al material de orientación de OACI, en línea con los objetivos regionales de desempeño, los planes regionales de navegación aérea existentes y con el Concepto operacional de gestión del tránsito aéreo mundial (Doc 9854).

El paso siguiente exigió el monitoreo del desempeño por medio de una estrategia de medición establecida. Mientras los PIRG identifican, de manera progresiva, un conjunto de indicadores regionales de desempeño, los Estados reconocen que la recolección, procesamiento y almacenamiento de datos, así como la elaboración de informes que den soporte a los indicadores regionales de desempeño son fundamentales para el éxito de las estrategias basadas en rendimiento.

La estructura de desempeño de los PIRG prevé que las actividades de reporte, monitoreo, análisis y revisión se conduzcan de forma cíclica, anualmente. El Informe de navegación aérea⁵ será la base para el monitoreo del desempeño relacionado a la implementación de las mejoras por bloques del sistema de aviación (ASBU) a nivel regional y nacional.

Los resultados de informe y monitoreo serán analizados por la OACI, que insta a los Estados a desarrollar sus análisis iniciales y divulgar sus resultados. El Informe de navegación aérea proporcionará a la comunidad mundial de aviación civil una oportunidad de comparar la evolución del establecimiento de la infraestructura de Navegación Aérea y de procedimientos basados en desempeño en varias regiones de la OACI.

Plan Mundial de Navegación Aérea – GANP

El Plan Mundial de Navegación Aérea (GANP)⁶ es una importante herramienta de planificación para establecer prioridades mundiales que impulsen la evolución del sistema de navegación aérea mundial y aseguren que se materialice la visión de un sistema integrado, armonizado, mundialmente interoperable y sin discontinuidades. Elaborado en colaboración con partes interesadas para beneficio de las mismas, el GANP contribuye de manera fundamental al logro de los objetivos estratégicos de la OACI.

⁵ Este informe está disponible en <https://www.icao.int/airnavigation/Pages/Air-Navigation-Report.aspx>

⁶ Desde su sexta edición, el GANP está disponible en <https://www4.icao.int/ganportal/>

El Plan Mundial de Navegación Aérea

- Orienta los Estados a correlacionar sus programas nacionales o regionales con el GANP armonizado, pero les proporciona una certeza de inversión mucho mayor.
- Requiere una colaboración activa entre los Estados a través de los PIRG, con el fin de coordinar las iniciativas en el marco de los planes regionales de navegación aérea aplicables.
- Proporciona las herramientas requeridas para que los Estados y las regiones elaboren análisis de rentabilidad completos cuando busquen llevar a cabo mejoras operacionales específicas.
- Proporciona una visión de la evolución del sistema ATM mundial y de los posibles requisitos para la industria para que ésta haga las previsiones necesarias para sus productos.

Cuadro 5 - Visión general del GANP.

El contenido del GANP se organiza en una estructura de cuatro niveles y cada uno de estos se adapta a distintos destinatarios. Esto permite una mejor comunicación con los gerentes de alto nivel y de nivel técnico, con el objetivo de que ningún Estado o parte interesada se quede atrás. Esa estructura comprende los niveles mundiales (estratégico y técnico), el nivel regional y el nivel nacional, y ofrece un marco para armonizar los planes regionales, subregionales y nacionales. Esto facilita la toma de decisiones porque proporciona una orientación estratégica estable para la evolución del sistema de navegación aérea y, al mismo tiempo, la pertinencia del contenido técnico con el transcurso del tiempo.

El GANP describe diez principios clave de la política de aviación civil de la OACI con orientaciones a nivel mundial, regional y nacional de planificación de navegación aérea, conforme cuadro resumen a continuación:

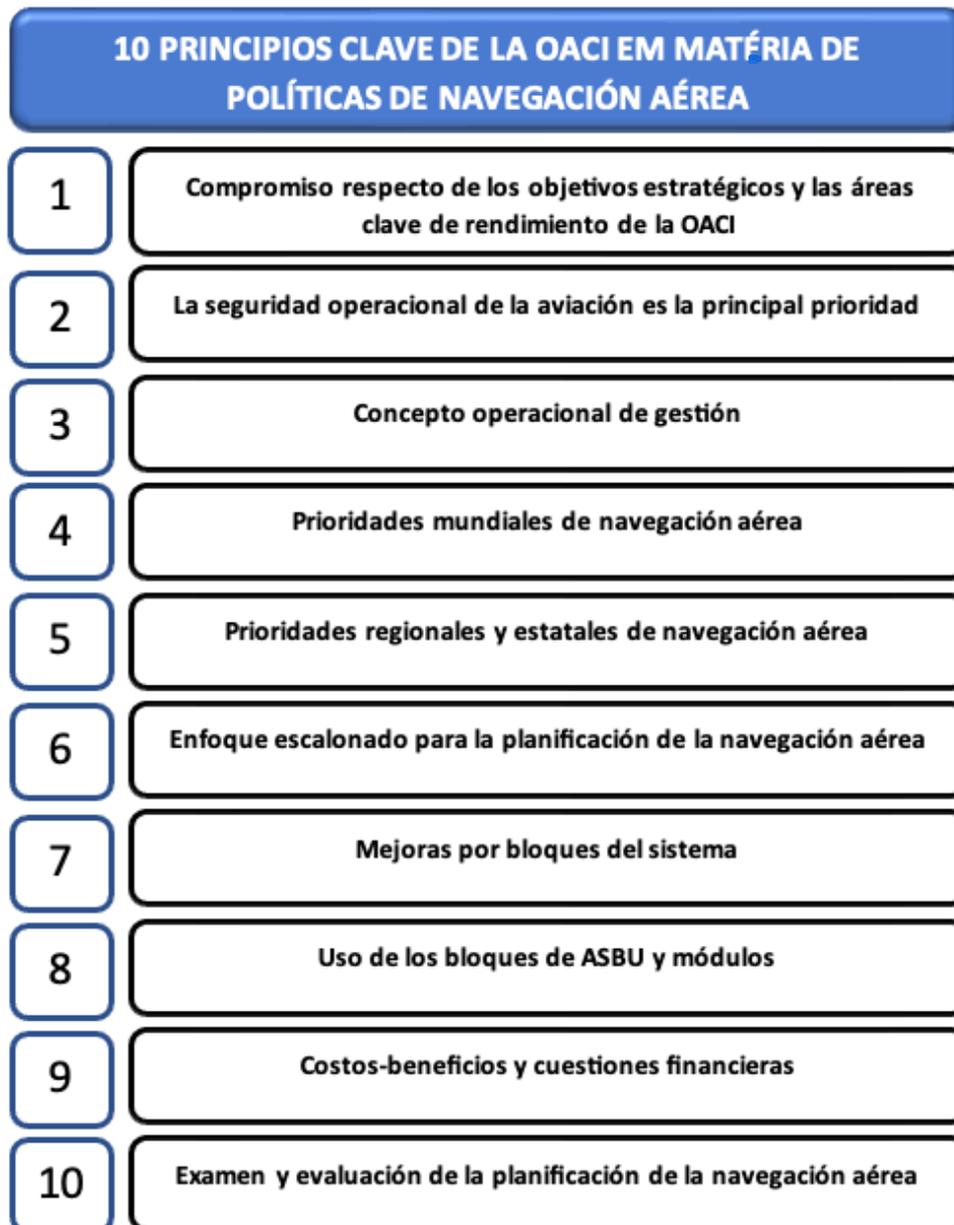


Figura 6 – Principios de la política de OACI.

Gestión por desempeño

El sistema de aviación actual es complejo, con su rendimiento determinado por un grupo diverso de partes involucradas – incluidos PSNA, usuarios del espacio aéreo y aeropuertos. La capacidad para operar de cada participante se ve significativamente afectada por factores externos como el clima. Para mantener altos niveles de seguridad y eficiencia, todos los involucrados deben realizar inversiones significativas en nuevas tecnologías.

Para priorizar las inversiones futuras y mejorar la eficiencia del sistema, es necesaria la adopción de la gestión del desempeño, como descrita en el Doc 9883, utilizándose un conjunto de indicadores cuidadosamente seleccionados, lo que también permite el monitoreo de las operaciones actuales.

La gestión del desempeño se centra en los resultados, con la colaboración de los responsables de la toma de decisiones estableciendo prioridades y determinando el equilibrio apropiado que respalde una asignación optimizada de recursos, manteniendo al mismo tiempo un nivel aceptable de desempeño de seguridad y promoviendo la transparencia y la rendición de cuentas entre los participantes. Al promover la gestión del desempeño, la OACI recomienda que las naciones utilicen un conjunto específico de indicadores clave de desempeño (KPI) que proporcione los medios para identificar deficiencias y priorizar las inversiones.

La implementación de los KPI permitirá compartir problemas de rendimiento y mejores prácticas a nivel mundial, además de medir y documentar los beneficios de desempeño producidos por las implementaciones de nuevas tecnologías y conceptos.

La gestión por desempeño permitirá también que los participantes analicen el rendimiento del sistema de navegación aérea y actúen, de ser necesario, a fin de completar eventuales brechas entre el desempeño actual y el esperado.

La Figura 7 presenta el ciclo de gestión por desempeño, como preconizado en el Doc 9883.

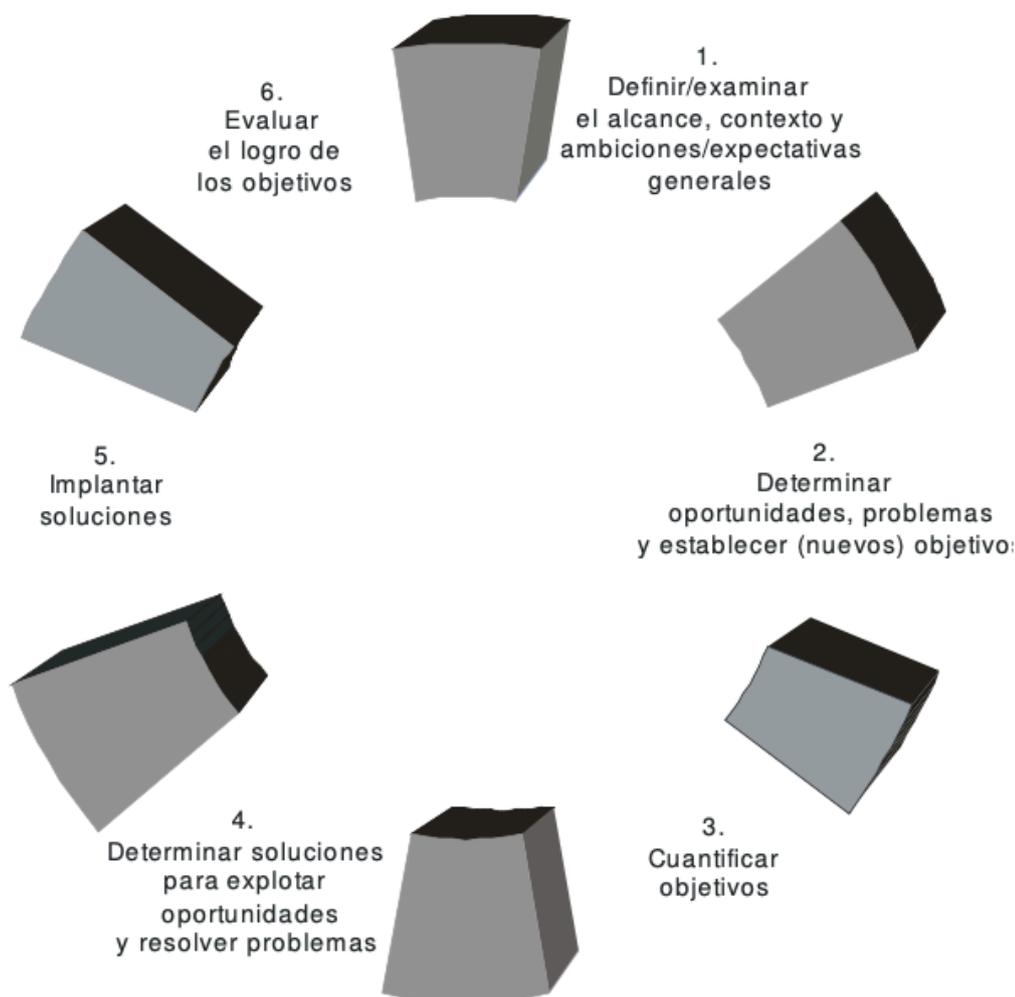


Figura 7 – Proceso general de gestión por desempeño. (Fuente: Doc 9883)

La finalidad del Paso 1 es lograr un acuerdo común sobre el alcance y contexto (supuesto) del “sistema” sobre el cual se aplicará el proceso de gestión del rendimiento, así como una visión común del carácter general de las mejoras de rendimiento previstas. En ese sentido, es importante determinar expectativas y ambiciones generales.

El término “expectativa” se refiere a los resultados deseados desde una perspectiva externa. El término “ambición” indica que los resultados deseados se refieren a una iniciativa interna. La definición de expectativas y objetivos permite elaborar una visión estratégica de los resultados (rendimiento) que se esperan.

La Figura 8 demuestra la relación entre las expectativas de la comunidad ATM, las áreas de desempeño y los objetivos estratégicos de la navegación aérea mundial. La gestión por desempeño permitirá a los Estados medir el grado de éxito de las implementaciones que buscan cumplir con dichos objetivos estratégicos.

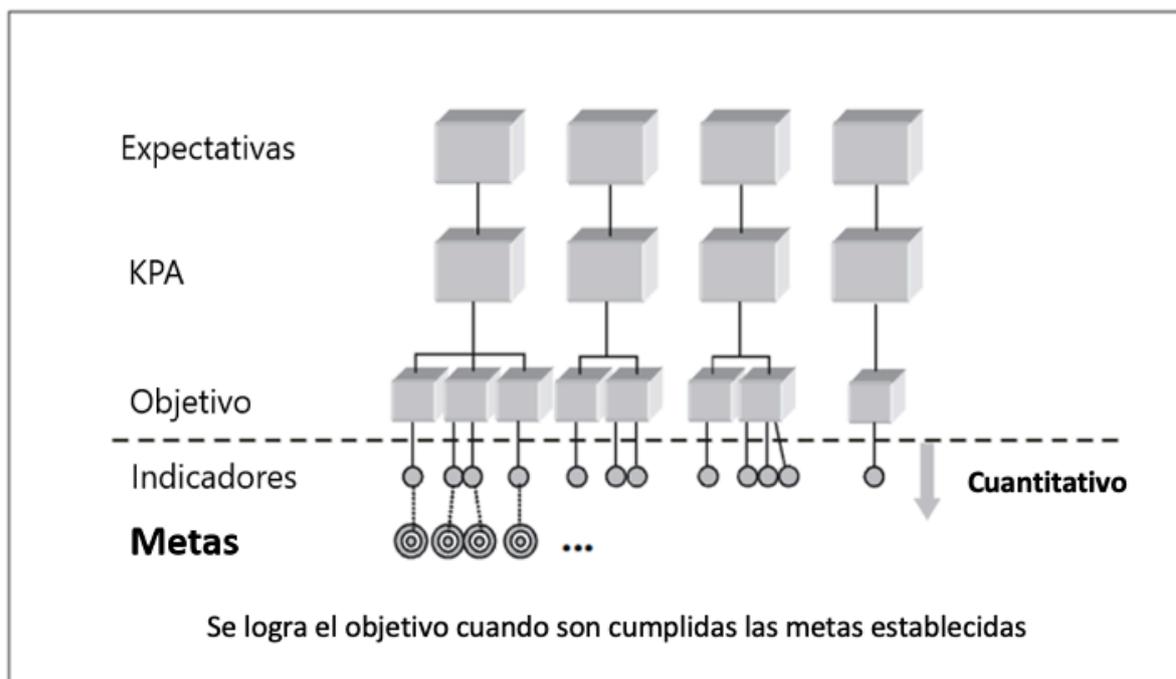


Figura 8 – Estructura y relación entre expectativas y KPI.

KPA

Las áreas de rendimiento, también llamadas KPA (Áreas clave de rendimiento), son una forma de categorizar los temas de rendimiento relacionados con las ambiciones y expectativas de alto nivel. La OACI ha definido 11 KPA, que se enumeran a continuación:

Acceso y equidad: Un sistema mundial de navegación aérea debería proporcionar un entorno de operaciones que asegure que todos los usuarios del espacio aéreo tengan derecho a acceder a los recursos ATM necesarios para satisfacer sus requisitos operacionales específicos y que pueda lograrse un uso del espacio aéreo compartido por distintos usuarios, en condiciones de seguridad. El sistema mundial de navegación aérea debería garantizar la equidad para todos los usuarios que tengan acceso a una parte del espacio aéreo o servicio determinados.

Capacidad: En el sistema mundial de navegación aérea debería explotarse la capacidad inherente para satisfacer las demandas de los usuarios del espacio aéreo en horas y lugares de tránsito máximo, minimizando al mismo tiempo las restricciones impuestas a la afluencia de tránsito.

Rentabilidad: El sistema de navegación aérea debería ser rentable, manteniendo al mismo tiempo el equilibrio entre los diversos intereses de la comunidad ATM. Siempre debería considerarse el costo de los servicios para los usuarios del espacio aéreo cuando se evalúe cualquier propuesta de mejorar la calidad de servicio o la actuación de la ATM.

Eficiencia: La eficiencia se refiere a la eficacia operacional y la rentabilidad económica de las operaciones de vuelo puerta a puerta desde la perspectiva de un solo vuelo. En todas las fases del vuelo, los usuarios del espacio aéreo desean salir y llegar a la hora que hayan seleccionado y volar en la trayectoria que consideren óptima.

Medio ambiente: El sistema de navegación aérea debe contribuir a la protección del medio ambiente, teniendo en cuenta el ruido, las emisiones gaseosas y otras cuestiones ambientales en la implantación y funcionamiento del sistema mundial de navegación aérea.

Flexibilidad: La flexibilidad se refiere a la capacidad de todos los usuarios del espacio aéreo de modificar dinámicamente sus trayectorias de vuelo y ajustar las horas de salida y de llegada con miras a explotar las oportunidades operacionales a medida que se presenten.

Interoperabilidad: El sistema de navegación aérea debería basarse en normas mundiales y en principios uniformes para asegurar la interoperabilidad técnica y operacional de los sistemas de navegación aérea y facilitar que las corrientes de tránsito mundiales y regionales sean homogéneas y no discriminatorias ANS deve ser baseado em padrões globais e princípios uniformes para assegurar a interoperabilidade técnica e operacional dos sistemas de navegação aérea.

Participación de la comunidad ATM: La comunidad ATM debería intervenir continuamente en la planificación, implantación y funcionamiento del sistema para asegurar que la evolución del sistema mundial de navegación aérea satisfaga las expectativas de la comunidad.

Previsibilidad: Se refiere a la capacidad de los usuarios del espacio aéreo y de los proveedores de servicios de navegación aérea de proporcionar niveles de performance uniformes y fiables. La posibilidad de predecir es esencial para los usuarios del espacio aéreo cuando preparan sus itinerarios y realizan operaciones en función de los mismos.

Seguridad operacional (*Safety*): La seguridad operacional es la más alta prioridad de la aviación, y la ATM desempeña un papel importante en garantizar la seguridad operacional de la aviación en su conjunto. Deberían aplicarse sistemáticamente respecto del sistema de navegación aérea normas de seguridad operacional uniformes y métodos de gestión de riesgos y de la seguridad operacional.

Seguridad de la aviación (*Security*): La seguridad de la aviación se refiere a la protección frente a amenazas provenientes de actos intencionales (p. ej., terrorismo) o no intencionales (p. ej., errores humanos, desastres naturales) que afecten a aeronaves, personas o instalaciones en tierra. La seguridad adecuada de la aviación es una expectativa principal de la comunidad ATM y de los ciudadanos. Por consiguiente, el sistema de navegación aérea debería contribuir a la seguridad de la aviación y estar protegido frente a amenazas a la seguridad de la aviación.

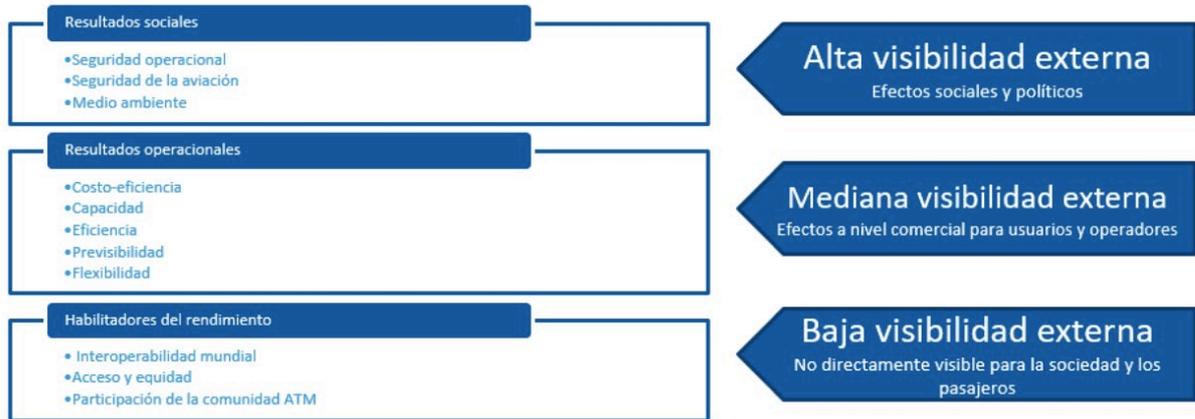
La Tabla 6 a continuación presenta la relación entre las áreas de desempeño y ambiciones de la comunidad ATM presentes en el GANP.

Tabla 6 - Ambiciones del GANP.

RESUMEN DE LAS AMBICIONES DE EFICIENCIA DEL GANP	
KPA	AMBICIÓN
ACCESO Y EQUIDAD	Ningún miembro de la comunidad de aviación será excluido o tratado injustamente
CAPACIDAD	Capacidad nominal fácilmente ajustable a la demanda
	Los sucesos perturbadores no interrumpen el suministro de servicios ni afectan significativamente el rendimiento del sistema
RENTABILIDAD	Ningún aumento del costo total directo de los servicios de navegación aérea mientras se mantiene la seguridad operacional y calidad de los servicios
	Aumento considerable de la productividad del servicio de navegación aérea independientemente de la demanda
EFICIENCIA	Reducción de la brecha entre la eficiencia de vuelo lograda y la trayectoria óptima deseada por los usuarios del espacio aéreo
MEDIO AMBIENTE	Eliminación progresiva de las ineficiencias causadas por los servicios de navegación aérea en apoyo de las metas mundiales de la OACI a las que se aspira en materia de emisiones de CO2
	Beneficios debidos a mejoras en la eficiencia de vuelo
FLEXIBILIDAD	Absorción de cambios requeridos de las distintas trayectorias empresariales y operaciones
INTEROPERABILIDAD	Compatibilidad de los sistemas a nivel operacional y técnico
PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD ATM	Nivel preacordado de participación para compartir al máximo los recursos de navegación aérea
PREVISIBILIDAD	Ningún aumento de la variabilidad del suministro de servicios de navegación aérea, incluyendo disponibilidad de activos
SEGURIDAD OPERACIONAL	Ningún accidente relacionado con el servicio de navegación aérea y reducción importante (50%) de los incidentes graves conexos
SEGURIDAD DE LA AVIACIÓN	Ninguna perturbación importante debido a ciberincidentes

Fuente: (ICAO, 2020a)

Las áreas de desempeño pueden ser clasificadas de acuerdo con la perspectiva de los miembros de la comunidad ATM. Aunque todas estas áreas tienen igual importancia, dado que están interrelacionadas y no pueden considerarse aisladamente, algunas de ellas son más visibles para la sociedad que otras, como se presenta en el GANP y se describe a continuación:



Cuadro 6 - División de los KPA por perspectiva

KPI

Los indicadores clave de desempeño, también llamados KPI, expresan cuantitativamente el rendimiento pasado y actual en función de los objetivos de la organización. Para ser relevantes, los indicadores deben expresar fielmente la intención del objetivo específico asociado. Los indicadores, en general, no se miden directamente, sino que se calculan a partir de métricas de soporte de acuerdo con fórmulas bien definidas.

La Tabla 7 presenta el código de identificación del indicador, su nomenclatura y una breve definición, de acuerdo con el GANP. Para más detalles sobre los KPI y sus metodologías, sírvase consultar el Portal GANP: <https://www4.icao.int/ganpportal/ASBU/KPI>.

Tabla 7 - Descripción de los indicadores

KPI	NÚMERO	DESCRIPCIÓN
KPI01	Puntualidad de salida	Porcentaje de vuelos que salen de la puerta de embarque en el horario programado (EOBT/ Horario de Registro).
KPI02	Tiempo adicional de rodaje de salida	Comparación entre el tiempo de rodaje de salida sin interrupciones y el tiempo de real de taxi de salida.
KPI03	Cumplimiento de slots ATFM	Porcentaje de vuelos que despegan dentro del slot ATFM asignado.
KPI04	Extensión en ruta del plan de vuelo presentado	Distancia planificada de vuelo en ruta comparada con una distancia de trayectoria ideal de referencia.
KPI05	Extensión real en ruta	Distancia real volada en ruta comparada a una distancia ideal de referencia.
KPI06	Capacidad del espacio aéreo en ruta	Número máximo de movimientos aceptado en un volumen de espacio aéreo, en condiciones normales, en un periodo de tiempo determinado.
KPI07	Demora ATFM en ruta	Demora ATFM atribuida a restricciones de flujo en un volumen de espacio aéreo en ruta.
KPI08	Tiempo adicional en el espacio aéreo terminal	Tiempo adicional en área terminal en relación con un tiempo sin demoras.
KPI09	Capacidad aeroportuaria máxima de llegadas	Número máximo de llegadas que un aeropuerto puede soportar en una hora de operación (también llamada de capacidad declarada).
KPI10	Rendimiento aeroportuario máximo	El percentil 95 del número de llegadas por hora, con las horas ordenadas desde la de menor movimiento hasta la de mayor movimiento, registrado en un aeropuerto.
KPI11	Utilización de la capacidad aeroportuaria de llegadas	Tasa de llegadas del aeropuerto (demanda acomodada) comparada con la capacidad de llegadas o demanda, lo que sea menor.
KPI12	Demora ATFM en el aeropuerto/la terminal	Atraso ATFM atribuido en función de restricciones al flujo de llegadas en un determinado volumen de espacio aéreo o aeropuerto.
KPI13	Tiempo adicional de rodaje de llegada	Tiempo real de rodaje en comparación con el tiempo de rodaje sin interrupciones por aeropuerto.
KPI14	Puntualidad de las llegadas	Porcentaje de vuelos llegando a la puerta de embarque en el horario programado (EIBT).
KPI15	Variabilidad del tiempo de vuelo	Distribución del tiempo de vuelo alrededor de un valor medio.
KPI16	Consumo adicional de combustible	Tiempo/distancia adicionales de vuelo y su ineficiencia vertical convertidas en estimado de consumo adicional de combustible atribuido al ATM.
KPI17	Nivelación en la fase de ascenso	Distancia y tiempo volado en vuelo nivelado antes de la cima de la subida (TOC).
KPI18	Nivel límite en ruta	Diferencia de nivel de vuelo entre los máximos niveles de vuelo en un par de aeropuertos medido y los máximos niveles de vuelo en pares de aeropuertos semejantes sin restricciones.

KPI	NÚMERO	DESCRIPCIÓN
KPI19	Nivelación en la fase de descenso	Distancia y tiempo volado en vuelo nivelado después del comienzo del descenso (TOD)

KPI 01 – PUNTUALIDAD DE SALIDA

Este KPI apunta a la previsibilidad de las operaciones de salida de un aeropuerto, considerándose el horario de salida de la puerta de embarque (AOBT) y se calcula de dos formas: en base al horario programado de salida del vuelo (Registro ANAC - SOBT) y en base a la hora estimada de fuera calzos (EOBT, *Estimated Off-Block Time*) informada en el plano de vuelo. El indicador presenta dos variantes para cada parámetro de desvío (5, 15 o 30 minutos) respecto al horario de referencia, o sea, el vuelo puede estar adelantado o demorado.

KPI 02 – TIEMPO ADICIONAL DE RODAJE DE SALIDA

Este KPI proporciona una indicación de la eficiencia en el rodaje de salida (*taxi-out*) en el aeropuerto. Eso incluye eventuales esperas para despegar, rutas de rodaje no optimizadas e interrupciones intermedias durante el rodaje de salida. También se utiliza este indicador para estimar el exceso de consumo de combustible y emisiones asociados. El KPI está elaborado de modo a filtrar el efecto del diseño del aeropuerto, mientras se centra en la responsabilidad del ATM para mejorar el flujo entre la salida de la puerta de embarque y el despegue.

KPI 03 – CUMPLIMIENTO DE SLOTS ATFM

El objetivo de este KPI es verificar el porcentaje vuelos que despegan dentro del slot ATFM asignado, o sea, el cumplimiento del tiempo de despegue calculado (CTOT – *Calculated Take Off Time*). La asignación de CTOT es utilizada por el CGNA en escenarios muy específicos.

KPI 04 – EXTENSIÓN EN RUTA DE PLAN DE VUELO PRESENTADO

Este KPI mide la (in)eficiencia de vuelo horizontal en ruta en un conjunto de planes de vuelo presentados que cruzan un volumen de espacio aéreo. Su valor está influenciado por el diseño de la red de rutas, la disponibilidad de rutas y del espacio aéreo, la elección del usuario del espacio aéreo (por ejemplo, para garantizar la seguridad, minimizar el costo y para tener en cuenta el viento y el clima) y las restricciones del usuario del espacio aéreo (por ejemplo, permisos de sobrevuelo, limitaciones de la aeronave).

KPI 05 – EXTENSIÓN REAL EN RUTA

Este KPI mide la in(eficiencia) de vuelo horizontal en ruta, como realmente se vuela, de un conjunto de vuelos IFR que cruzan un volumen de espacio aéreo. Su valor está influenciado por el diseño de la red de rutas, la disponibilidad de rutas y del espacio aéreo, la elección del usuario del espacio aéreo (por ejemplo, para garantizar la seguridad, minimizar el costo y tener en cuenta el viento y el clima) y las restricciones del usuario del espacio aéreo (por ejemplo, los permisos de sobrevuelo, las limitaciones de la aeronave).

KPI 06 – CAPACIDAD DEL ESPACIO AÉREO EN RUTA

Este indicador no propone estandarizar la metodología de cálculo de capacidad, indicando únicamente que se debería establecer el número máximo de movimientos en un sector ATC, ya sea por hora (capacidad horaria de sector – CHS), ya sea en términos de la cantidad de aeronaves simultáneamente bajo su control. Para conocer metodologías de cálculo de capacidad, se puede consultar, además de las referencias que menciona el GANP, el Manual de Cálculo de Capacidad de Pista y Sector ATC, desarrollado en el ámbito del GESEA y aprobado por el Grupo de Implantación de la Región Sudamericana (SAM/IG).

KPI 07 – DEMORA ATFM EN RUTA

Este KPI es una agregación del tiempo de demora ATFM generada por restricciones de flujo establecidas para proteger un determinado volumen de espacio aéreo en ruta contra desequilibrios de demanda/capacidad. Estas restricciones de flujo (también llamadas regulaciones ATFM) suelen estar asociadas a una causa de demora. Esto permite desagregar el KPI por causa, lo que posibilita un mejor diagnóstico de los motivos de los desequilibrios de demanda/capacidad. Normalmente se utiliza este KPI para verificar si los ANSP brindan la capacidad necesaria para hacer frente a la demanda.

KPI 08 – TIEMPO ADICIONAL EN EL ESPACIO AÉREO TERMINAL

El objetivo de este KPI es monitorear el tiempo adicional de los vuelos durante la fase de llegada en el espacio aéreo terminal, lo que normalmente es resultado de reducciones de velocidad, esperas en vuelo, entre otros factores.

KPI 09 – CAPACIDAD AEROPORTUARIA MÁXIMA DE LLEGADAS

Este indicador no propone estandarizar la metodología de cálculo de capacidad de llegadas, sino que se refiere al mayor número de operaciones que puede aceptar un aeropuerto, utilizando la configuración de pista más favorable en condiciones óptimas de

operación. Para conocer metodologías de cálculo de capacidad, se puede consultar, además de las referencias que menciona el GANP, el Manual de Cálculo de Capacidad de Pista y Sector ATC, desarrollado en el ámbito del GESEA y aprobado por el Grupo de Implantación de la Región Sudamericana (SAM/IG).

KPI 10 – RENDIMIENTO AEROPORTUARIO MÁXIMO

La metodología para este indicador ya está bien definida y se conoce como "*Busy-Hour Rate*" (BHR) en la literatura (Ashford, Coutu & Beasley, 2013), generalmente aplicada al contexto de las terminales aeroportuarias, pero aquí introducida para la operación en la pista.

Esta es una demanda de llegada máxima de referencia, que viene dada por el percentil 95 de las demandas de llegada por hora registradas en el aeropuerto, clasificadas de menor a mayor en términos congestión.

KPI 11 – UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA DE LLEGADA

Este KPI tiene como objetivo indicar qué tan eficiente es la utilización de la capacidad. Es una medida para acomodar la demanda, en comparación con la capacidad disponible del aeropuerto, independientemente del retraso sufrido por el tráfico entrante.

KPI 12 – DEMORA ATFM EN EL AEROPUERTO/LA TERMINAL

Este KPI tiene como objetivo gestionar el déficit de capacidad temporal en los aeropuertos de destino y las áreas circundantes debido a la alta demanda y / o reducción de capacidad por varias razones, lo que resulta en la asignación de slots ATFM.

KPI 13 – TIEMPO ADICIONAL DE RODAJE DE LLEGADA

Este KPI tiene como objetivo proporcionar una indicación de la eficiencia en el rodaje de llegada (*taxi-in*) en el aeropuerto. Esto incluye rutas de rodaje no optimizadas y paradas intermedias durante el rodaje de llegada. También se utiliza para estimar el exceso de consumo de combustible y las emisiones asociadas. El KPI está elaborado de modo a filtrar el efecto del diseño del aeropuerto, mientras se centra en la responsabilidad del ATM de optimizar el flujo de tráfico desde la pista hasta la puerta de embarque.

KPI 14 – PUNTUALIDAD DE LAS LLEGADAS

Este KPI tiene como objetivo apuntar a la previsibilidad realizada por el aeropuerto en sus operaciones de aterrizaje, calculándose de dos maneras: en función de la hora programada de llegada del vuelo (Registro ANAC – SIBT, *Scheduled In Block Time*) y en base al EIBT (*Estimated In Block Time*) del Plan de Vuelo. El indicador también presenta tres variantes para los parámetros de discrepancia de 5, 15 o 30 minutos del tiempo de referencia, que pueden ser anticipación o retraso del vuelo.

KPI 15 – VARIABILIDAD DEL TIEMPO DE VUELO

Este KPI tiene como objetivo determinar el nivel de previsibilidad para los usuarios. De esta manera, tiene un impacto en el horario de las aerolíneas, centrándose en la variación del tiempo asociado a las fases del vuelo.

Cuanto mayor sea la variabilidad, mayor será la distribución de los tiempos de viaje reales y el costo de este tiempo de amortiguación (*buffer*) requerido en la programación de las aerolíneas para mantener un nivel satisfactorio de puntualidad.

KPI 16 – CONSUMO ADICIONAL DE COMBUSTIBLE

Este KPI representa la ineficiencia en términos de consumo de combustible atribuida a la ATM, a través de la conversión estimada de otros indicadores:

- KPI 02 – Tiempo adicional de rodaje de salida
- KPI 05 – Extensión real en ruta
- KPI 08 – Tiempo adicional en el espacio aéreo terminal
- KPI 13 – Tiempo adicional de rodaje de llegada
- KPI 17 – Nivelación en la fase de ascenso
- KPI 18 – Nivel límite durante el crucero
- KPI 19 – Nivelación en la fase de descenso

KPI 17 – NIVELACIÓN EN LA FASE DE ASCENSO

Este KPI tiene como objetivo señalar las ineficiencias debidas a la nivelación durante la fase de ascenso. Es decir, captura la ineficiencia debido a la falta de procedimientos CCO (Operaciones de ascenso continuo). Idealmente, la subida no debería tener ninguna etapa de vuelo nivelada porque la nivelación de vuelo en esta etapa provoca un mayor consumo de combustible y un mayor ruido.

KPI 18 – NIVEL LÍMITE EN RUTA

Este KPI muestra la diferencia de nivel de vuelo entre el nivel máximo de vuelo para un par de aeropuertos medido y el nivel máximo de vuelo para un par de aeropuertos de referencia sin restricciones.

Su objetivo es indicar la cantidad de ineficiencia vertical relacionada con el nivel de vuelo en crucero, proponiendo medir la diferencia entre el nivel máximo de referencia ideal para el vuelo y el realizado.

KPI 19 – NIVELACIÓN EN LA FASE DE DESCENSO

Este KPI tiene como objetivo señalar las ineficiencias debidas a la nivelación durante la fase de descenso. Es decir, captura la ineficiencia debido a la falta de procedimientos CDO (Operaciones de descenso continuo). Idealmente, el descenso no debería tener ningún tramo de vuelo nivelado porque la nivelación de vuelo en esta etapa provoca un mayor consumo de combustible y un mayor ruido.

KPI y las fases del vuelo

Para relacionar los KPIs con las fases de un vuelo, consideramos el concepto *gate to gate*, que se refiere al momento del vuelo en el que se considera una variable calculada desde la salida de la aeronave desde la puerta de origen (desde el aeropuerto donde estaba la aeronave antes) hasta la puerta de destino (desde el aeropuerto al que llegó la aeronave).

Sobre la base de esta estructura, se nota en la Figura 9 con los KPIs relacionados con las fases de vuelo.

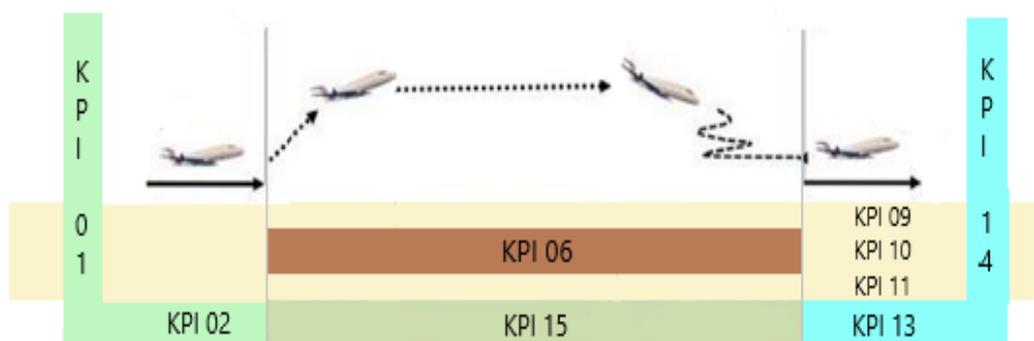


Figura 9 - KPI y las fases de vuelo.

SUBUNIDAD 1.2.2: Otros indicadores

Además de los indicadores de desempeño ATM presentados por el GANP, el DECEA consideró importante el desarrollo de otros indicadores adheridos a la realidad operativa del SISCEAB.

IDBR

Los IDBR son indicadores creados en Brasil, elaborados por el Grupo de Trabajo de Indicadores, de acuerdo con la demanda verificada a lo largo de las actividades operativas, y en continua expansión. El Cuadro 8 Presenta el código de identificación, la nomenclatura y una breve definición del indicador.

Cuadro 8 - Descripción de IDBR.

IDBR	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
ID BR 01	Relación entre demanda x capacidad de pista	Relación entre el movimiento (aterrizaje, despegue y TGL) realizado y la capacidad de pista.
ID BR 02	Tiempo de llegada en la TMA	Es una comparación del tiempo de llegada sin obstáculos a TMA con el tiempo real de vuelo en la terminal.
ID BR 03	Tiempo de salida de la TMA	Es una comparación del tiempo de salida sin obstáculos de la TMA con el tiempo real de vuelo que sale de la terminal.
ID BR 04	Horas de vuelos ocurridas en la dependencia x personal ATC	Suma de horas de vuelo en el espacio aéreo de una dependencia ATC por cantidad de personal.
ID BR 05	Horas de vuelos ocurridas en la dependencia x cantidad de horas del personal ATC	Suma de horas de vuelo en el espacio aéreo de una dependencia ATC sobre: -suma de horas ATCO en lista de turno; y -suma de horas conectadas de ATCO.
ID BR 06	Relación entre horas LOGIN x horas ATCO	Relación entre las horas de tiempo ATCO registradas por tiempo de escala operativa.
ID BR 07	Relación entre demanda x capacidad en el sector	Relación entre la demanda y la capacidad declarada

ID BR 01 – RELACIÓN ENTRE DEMANDA X CAPACIDAD DE PISTA

Este IDBR tiene como objetivo medir la utilización de la capacidad de la pista por medio de los datos obtenidos de los sistemas disponibles, y relaciona el movimiento total del aeródromo (ARR, DEP y TGL), en el intervalo de una hora, con la capacidad de pista declarada.

ID BR 02 – TIEMPO DE LLEGADA EN LA TERMINAL

Este IDBR es útil para verificar la eficiencia de la estructura del espacio aéreo y la gestión del flujo de los sectores del espacio aéreo responsables de secuenciar las llegadas en un área de control de terminal determinada, con miras a maximizar el uso de las pistas disponibles. Cuanto más corto sea el tiempo adicional, más optimizada será la operación y menor será el consumo de combustible y su impacto en el medio ambiente.

ID BR 03 – TIEMPO DE SALIDA DE LA TERMINAL

Este IDBR es útil para verificar la eficiencia de la estructura del espacio aéreo en los procedimientos de salida. Cuanto más corto sea el tiempo adicional, más optimizada y directa será la operación y menor será el consumo de combustible y su impacto en el medio ambiente, especialmente en esta etapa del vuelo cuando la aeronave es más pesada y requiere un mayor consumo de combustible.

ID BR 04 – HORAS DE VUELOS OCURRIDAS EN LA DEPENDENCIA X PERSONAL ATC

Este IDBR busca observar el cálculo de movimientos considerando la cantidad de tiempo utilizada para cada movimiento en relación con la cantidad de personal. Cabe señalar que, de acuerdo con ICA 63-33, la cantidad de ATCO puesta a disposición por SISCEAB para satisfacer la demanda de tráfico de un órgano ATS depende del número de movimientos anuales.

IDBR 05 – HORAS DE VUELOS OCURRIDAS EN LA DEPENDENCIA X CANTIDAD DE HORAS DEL PERSONAL ATC

Este IDBR busca refinar el cálculo de los movimientos considerando la cantidad de tiempo utilizado para cada movimiento, la cantidad de mano de obra puesta a disposición por SISCEAB y la eficacia con la que se utilizó este efectivo efectivo para satisfacer la demanda.

ID BR 06 – RELACIÓN ENTRE HORAS LOGIN X HORAS ATCO

Este IDBR se centra en la medición de la relación entre la carga de trabajo del personal operativo programado (Schedule Hour) y la carga de trabajo efectivamente empleada en la guarnición de los puestos operacionales (Logged-in Hour).

ID BR 07 – RELACIÓN ENTRE DEMANDA X CAPACIDAD EN EL SECTOR

Este IDBR tiene como objetivo evaluar la tasa de ocupación en el sector. Permite inferir si la demanda real se está acomodando, si el sector está correctamente dimensionado o necesita ser reevaluado, además de evidenciar el nivel de complejidad de este sector, ya sea a nivel de personal especializado o equipo disponible.

A continuación, podemos verificar la relación entre las áreas de desempeño y los indicadores (KPI y IDBR) en la Tabla 9.

Tabla 9 - Lista de indicadores y KPA

KPA	INDICADORES
EFICIENCIA	KPI02 - Tiempo adicional de rodaje de salida KPI04 - Extensión en ruta del plan de vuelo presentado KPI05 - Extensión real en ruta KPI08 - Tiempo adicional en el espacio aéreo terminal KPI13 - Tiempo adicional de rodaje de llegada KPI16 - Consumo adicional de combustible KPI17 - Nivelación en la fase de ascenso KPI19 - Nivelación en la fase de descenso IDBR02 - Tiempo de llegada en la terminal IDBR03 - Tiempo de salida de la terminal
CAPACIDAD	KPI06 - Capacidad del espacio aéreo en ruta KPI07 - Demora ATFM en ruta KPI09 - Capacidad aeroportuaria máxima de llegadas KPI10 - Rendimiento aeroportuario máximo KPI11 - Utilización de la capacidad aeroportuaria de llegadas KPI12 - Demora ATFM en el aeropuerto/la terminal IDBR01 - Relación entre demanda x capacidad de pista IDBR07 - Relación entre demanda x capacidad en el sector
PREVISIBILIDAD	KPI01 - Puntualidad de salida KPI03 - Cumplimiento de slots ATFM KPI14 - Puntualidad de las llegadas KPI15 - Variabilidad del tiempo de vuelo
COSTO BENEFICIO	IDBR04 - Horas de vuelos ocurridas en la dependencia x personal ATC IDBR05 - Horas de vuelos ocurridas en la dependencia x cantidad de horas del personal ATC IDBR06 - Relación entre horas LOGIN x horas ATCO

SUBUNIDAD 1.2.3: Fuentes de datos

Las fuentes de datos disponibles son las provenientes de los sistemas y organismos del SISCEAB e instituciones socias con el fin de presentar información más cercana a la realidad, retratando comportamientos y/o tendencias para investigación, estudios, toma de decisiones en el ámbito de la planificación estratégica y acciones operativas, así como almacenamiento de un historial de la base de datos.

Cabe destacar que algunas fuentes de datos se utilizan tanto para movimientos en TMA/CTR como para movimientos en FIR, como, por ejemplo, SAGITARIO y CAT62. Lo mismo ocurre con SETA MILLENNIUM, que se utiliza para movimientos de aeródromos, TMA/CTR y FIR.

A continuación, la Tabla 10 describe las principales fuentes de datos utilizadas por DECEA, con la respectiva información disponible.

Tabla 10 - Características de las fuentes de datos.

ORIGEN DE LA FUENTE	FUENTE	INFORMACIÓN	RESPONSABLE
AERÓDROMO	BIMTRA	FECHA / CÓDIGO / TIPO_ACFT / TIPO DE VUELO / ORIGEN / DESTINO / TIPO_OPR / FH_OPR / RWY	DECEA (ATAN)
	HSTVOO / CONCESIONARIOS	FECHA / CÓDIGO / TIPO_ACFT / ORIGEN / DESTINO / TIPO_OPR / FH_OPR / FH_EOBT(REGISTRO-ANAC) / FH_AOBT / FH_EIBT / FH_AIBT	INFRAERO / CONCESIONARIOS
	SETA MILLENNIUM - MÓDULO AERÓDROMOS	FECHA / CÓDIGO / TIPO_ACFT / TIPO DE VUELO / ORIGEN / DESTINO / TIPO_OPR / FH_OPR / RWY	CGNA
	SIROS	FECHA / CÓDIGO DE LLAMADA / TIPO_ACFT / ORIGEN / DESTINO / FH_SOBT / FH_SIBT / FH_AOBT / FH_AIBT	ANAC
	STDMA	FECHA / CÓDIGO / TIPO_ACFT / TIPO DE VUELO / ORIGEN / DESTINO / TIPO_OPR / FH_OPR / RWY	CGNA
	TATIC FLOW	FECHA / CÓDIGO / TIPO_ACFT / TIPO DE VUELO / ORIGEN / DESTINO / TIPO_OPR / FH_OPR / RWY / FH_EOBT / FH_AOBT / FH_AIBT	CGNA
TMA/CTR	CAT62	GEORREFERENCIACIÓN EN FRECUENCIA DE 4 SEGUNDOS DE CADA VUELO (LATITUD, LONGITUD Y ALTITUD)	ICEA/ PAME
	SAGITARIO	FECHA / CÓDIGO / TIPO_ACFT / TIPO DE VUELO / ORIGEN / DESTINO / PLAN DE VUELO / FH_OPR / SECTOR / OPERADOR	SALA TÉCNICA (REGIONAL)
	SETA MILLENNIUM - MÓDULO TMA	FECHA / CÓDIGO / TIPO_ACFT / ORIGEN / DESTINO / TIPO DE VUELO / FH_ENTRADA_FIJO / FH_SALIDA_FIJO	CGNA
ABETO	CAT62	GEORREFERENCIACIÓN EN FRECUENCIA DE 4 SEGUNDOS DE CADA AERONAVE (LATITUD, LONGITUD Y ALTITUD)	TIOP (REGIONAL)

ORIGEN DE LA FUENTE	FUENTE	INFORMACIÓN	RESPONSABLE
	SAGITARIO	FECHA / CÓDIGO / TIPO_ACFT / TIPO DE VUELO / ORIGEN / DESTINO / PLAN DE VUELO / FH_OPERAÇÃO / SECTOR / FH_ENTRADA_FIJO / FH_SALIDA_FIJO / OPERADOR	TIOP (REGIONAL)
	SETA MILLENNIUM - MÓDULO FIR	FECHA / CÓDIGO / TIPO_ACFT / ORIGEN / DESTINO / TIPO DE VUELO / FH_ENTRADA_FIJO / FH_SALIDA_FIJO	CGNA
OTRO	BDC	INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LAS COLECCIONES DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS	ICEA
	CGNA	INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LA CAPACIDAD DE PISTA Y ESPACIO AÉREO	
	PUBLICACIONES AERONÁUTICAS	INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LOS PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL TRÁFICO AÉREO	ICA
	RMS (SAGITARIO)	TABLAS RESUMEN DEL HISTORIAL DE VUELOS DE SAGITARIO	TIOP (REGIONAL)
	SGPO	CONTROL DE LA EFICACIA EN LOS ÓRGANOS OPERATIVOS	DECEA

BIMTRA

El Banco de Información sobre el Movimiento del Tráfico Aéreo (BIMTRA) es la base de datos utilizada para el cobro de Tarifas de Navegación Aérea, formándose con los datos de movimientos de aeronaves recogidos en los más de 180 aeródromos registrados en la base de datos. Esta base de datos DECEA pone su información a disposición de algunos enlaces del sistema de Aviación Civil, como ANAC y SAC, entre otros, permitiendo el intercambio de información para actualizar registros, inspecciones, estadísticas, indicadores, etc.

Diariamente, estos datos recopilados son monitoreados, analizados y preparados para la facturación de las tarifas de navegación aérea. El sistema proporciona información sobre los movimientos del aeródromo, como aterrizaje (ARR), despegue (DEP), toma y despegue (TGL) y los cruces.

BDC

La Base de Datos Climatológica (BDC) es el conjunto de datos referentes a los registros de observaciones meteorológicas realizadas en las Estaciones Meteorológicas de Superficie y Altitud (EMS y EMA), operadas en el SISCEAB.

CAT62

Base de datos creada con información de vuelo capturada por síntesis de radar, con toda la información de georreferencia (latitud, longitud y nivel) de un vuelo cada cuatro segundos.

CGNA

Es la organización responsable de la gestión del flujo de tránsito aéreo (ATFM), teniendo como atribuciones, entre otras, las mediciones de capacidad de pista y espacio aéreo.

HSTVOOS (INFRAERO) / CONCESIONARIOS

Los datos del aeródromo están relacionados con los movimientos en tierra, de aeronaves en calzos y fuera de calzos.

La información proporcionada por instituciones como INFRAERO (HSTVOOS), Aeropuerto de Guarulhos (GRU), RIO GALEÃO, entre otras concesionarias, ofrece la posibilidad de realizar análisis como la puntualidad y el tiempo de rodaje de llegada y salida.

PUBLICACIONES AERONÁUTICAS

Datos de la estructura del espacio aéreo, incluidos IAC, SID, STAR, cartas de área y cartas de ruta, publicados como información aeronáutica (AIP BR) y publicados en el portal AIS de DECEA (AISWEB).

SAGITARIO

El Sistema Avanzado de Gestión de Información de Tráfico Aéreo e Informe de Interés Operacional (SAGITARIO), desarrollado por la empresa Atech, del grupo EMBRAER, es capaz de procesar datos de diversas fuentes de captura, como radares y satélites, y consolidarlos en una única presentación visual para el controlador de vuelo.

Para el análisis de datos históricos, se puede consultar el *Reported Managed System (RMS)*, que es la base de datos disponible para el análisis posterior a la operación. Este conjunto de datos contiene información utilizada para el control del tráfico, como la fecha y hora de los intercambios de mensajes del controlador con la aeronave, la hora en que el operador inició sesión en la consola, los planes de vuelo que pasaron por el sistema durante el período de control, todo dentro de más de 100 tablas relacionales.

SETA MILLENNIUM

El Sistema Estadístico de Tráfico Aéreo (SETA MILLENNIUM) proporciona estadísticas de movimientos de tráfico aéreo con periodicidades horarias, diarias, mensuales y anuales. Los módulos AERÓDROMO, TMA/CTR y FIR contemplados por el sistema están a disposición de los usuarios con datos de más de 180 aeródromos, 42 terminales y 5 FIR, bajo la gestión de CGNA.

SGPO

El propósito del Sistema de Gestión de Personal Operacional (SGPO) es sistematizar la gestión del personal operativo de ATCO, incluyendo los procesos de chequeo médico anual de los Controladores de Tránsito Aéreo, así como automatizar los procesos de otorgamiento de calificación técnica y realización de turnos operativos.

SIROS

El Sistema de Registro de Operaciones se realiza por temporada IATA (*summer* y *winter*), siguiendo un calendario de actividades previamente publicado. Las empresas aéreas deben acordar con operadores aeroportuarios y CGNA la reserva de la infraestructura aeroportuaria y aeronáutica necesaria para llevar a cabo los servicios aéreos.

STDMA

El Sistema de Procesamiento de Datos de Movimiento de Aeródromo (STDMA) es una herramienta creada para su uso por el CGNA con el fin de procesar datos extraídos del Sistema de Gestión y Torre de Control (SGTC) o del *Total Air Traffic Information Control* TWR (TATIC TWR) y enviados al CGNA por las torres de control.

TATIC FLOW

Total Air Traffic Information Control FLOW (TATIC FLOW) es un *software* dedicado a ayudar al CGNA a monitorear la evolución del tráfico en los aeródromos, así como a ayudar en la coordinación entre las dependencias ATC. Este sistema ofrece beneficios como:

- monitoreo en tiempo real del tráfico en torres de control y estaciones AFIS (Servicio de Información de Vuelo de Aeródromo); y
- Operación a nivel táctico y almacenamiento de base de datos con información para el nivel estratégico.

SUBUNIDAD 1.2.4: Indicadores en la Doctrina Operacional

La Doctrina Operacional apunta a la búsqueda constante de la excelencia en la calidad de la prestación de actividades operativas en el SISCEAB, a través de la investigación, registro y aplicación de las mejores prácticas aplicables, observadas empíricamente o por indicadores. Los análisis, en busca de mejores prácticas, observan los pilares principales:

- Normas y legislaciones que guían la actividad operativa;

- Sistemas, equipos y tecnologías utilizados en la dependencia que proporciona actividades operativas; y
- Doctrina del desempeño operacional.

El desarrollo de la Doctrina Operacional ocurre de manera cíclica en la que se observan o investigan las mejores prácticas locales, se registran en una Propuesta de Acción Doctrinal (PAD) para su estudio y, finalmente, se estandarizan a nivel nacional a través de la Acción Doctrinal (ADT) emitida por el Subdepartamento de Operaciones (SDOP) de DECEA, de acuerdo con la Figura 10.

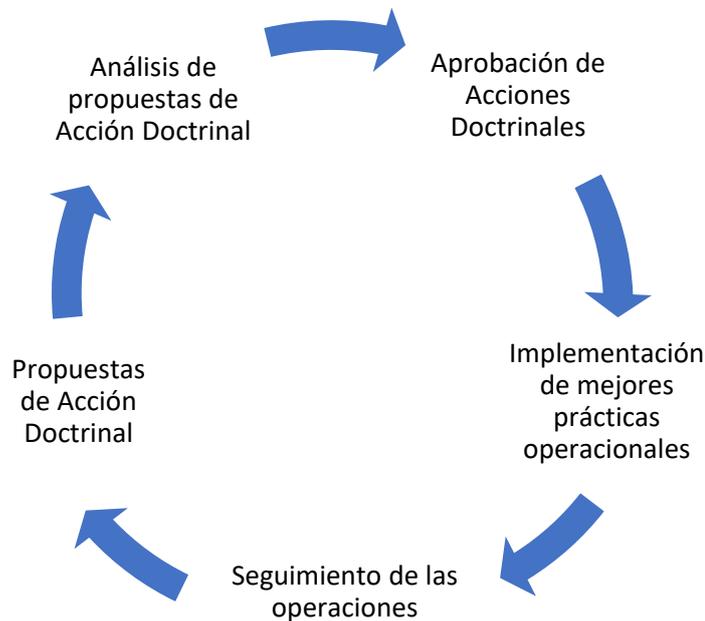


Figura 10 - Ciclo de Doctrina Operacional.

El seguimiento de la Doctrina Operacional a través del seguimiento de las actividades operativas del DECEA (ATM, COM, MET y AIS) se lleva a cabo mediante los siguientes mecanismos presentados en la Figura 11.

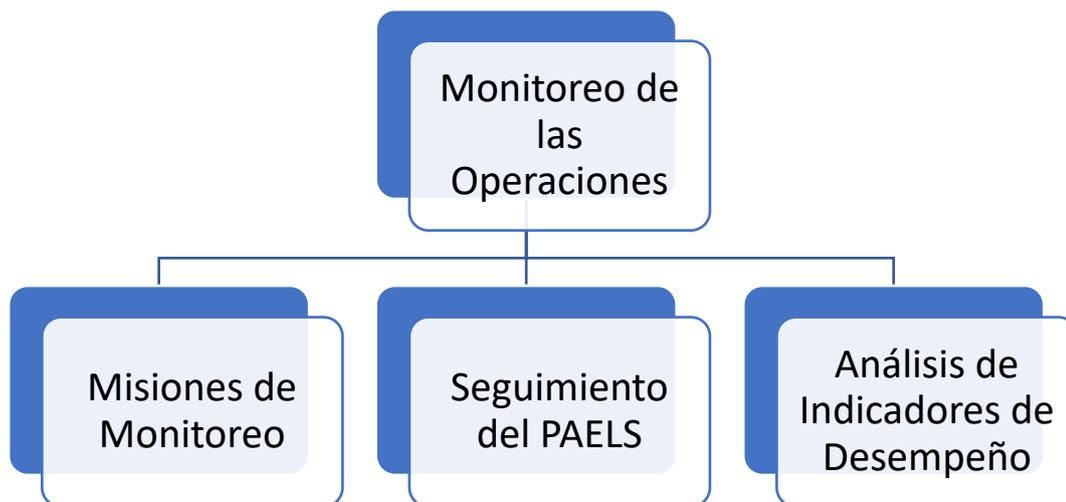


Figura 11 - Mecanismos de seguimiento.

Con el fin de asesorar al DECEA, la Doctrina Operacional realiza análisis de los Indicadores de Desempeño ATM con el propósito de:

- medir la calidad del servicio ATM;
- detectar las mejores prácticas; y
- proponer acciones para mejorar el rendimiento de la ATM.

Análisis de indicadores de desempeño ATM por Doctrina Operacional

Hay un dinamismo en las actividades aéreas debido a las constantes actualizaciones e innovaciones. En esta continua evolución de escenarios, es en la operación del tráfico aéreo donde se desarrollan conocimientos, soluciones y mejores prácticas para satisfacer las demandas del SISCEAB, que pueden ser observadas por la PSNA, los usuarios y otras partes interesadas. Estas observaciones pueden ser registradas y analizadas a través de indicadores de desempeño. A nivel local, las mejores prácticas pueden definirse mediante análisis de las operaciones de las dependencias ATC.

Responsabilidad de la Doctrina Operacional en la calidad de los datos producidos

Para garantizar una mayor uniformidad y validez entre los datos obtenidos de diversos PSNA, los elementos de doctrina operativa local⁷ deben asegurar que la operación sea la más alineada con la aplicada en todo el SISCEAB.

⁷ Los elementos de la Doctrina Operacional son los profesionales que trabajan en la Sección de Doctrina Operativa, el jefe inmediato de cada PSNA y cualquier representante designado como elemento de la Doctrina Operativa.

La estandarización en la entrada de datos y la interacción hombre-máquina es uno de los desafíos de la Doctrina Operacional. Sin embargo, el cambio del *modus operandi* para mejorar la calidad de los datos no siempre debe prevalecer en casos de exceso de carga de trabajo, costos asociados, etc.

UNIDAD 1.3: ANÁLISIS DE DATOS

SUBUNIDAD 1.3.1: Visualización de datos

La visualización de datos consiste en la presentación de información a través de elementos visuales, generalmente mediante tablas y gráficos. De esta manera, es más fácil analizar los resultados, ayudando al proceso de identificación de tendencias y toma de decisiones.

Un ejemplo de visualización de datos son los gráficos de un *dashboard*, que son paneles visuales que presentan centralmente un conjunto de información y se componen de indicadores de rendimiento y métricas importantes. El objetivo principal del *cuadro de mando* como panel de información es facilitar el seguimiento eficiente de las operaciones de una empresa.

Para crear una buena visualización de datos, se debe comenzar con datos limpios, bien documentados y completos, y a partir de ahí, cuando los datos estén listos para ser visualizados, elegir el gráfico correcto.

Los gráficos sirven para indicar patrones y tendencias, así como para comparar ciertas circunstancias a lo largo de un período de tiempo, con el fin de facilitar y hacer el análisis y/o interpretación más rápido y objetivo.

La representación gráfica debe cumplir con requisitos primordiales como:

Simplicidad, que es la necesidad de conducir a una rápida comprensión del significado general de los datos presentados;

Claridad, que es la posibilidad de una correcta interpretación de los valores presentados en el estudio; y

Veracidad, porque, si no presenta una realidad, el gráfico pierde su finalidad.

Tipos de gráficos

Hay muchas variedades de representación gráfica, y la elección depende de los tipos de datos que existan, así como de la información que se pretende transmitir.

Los principales tipos de gráficos que permiten simplificar, aclarar y resaltar un conjunto de información para la toma de decisiones son: columnas, barras, línea, sectores, hilo, histograma, combinación, área, dispersión, burbujas, superficie y radar. Aquí están los gráficos ilustrados en el Figura 12.

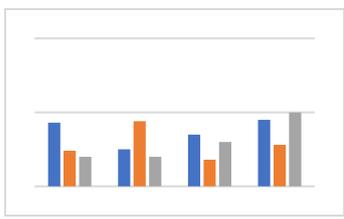
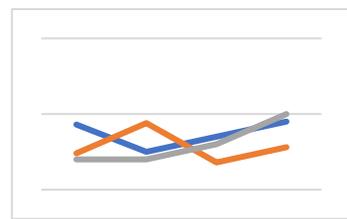
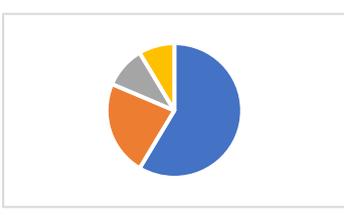
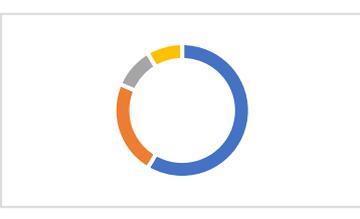
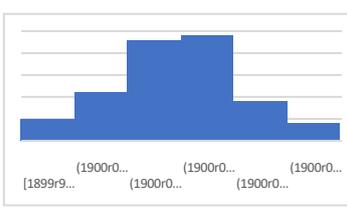
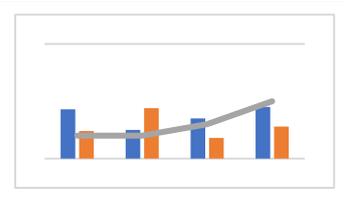
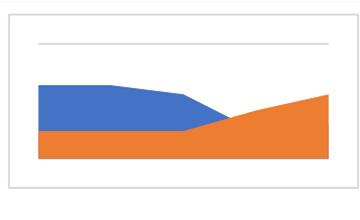
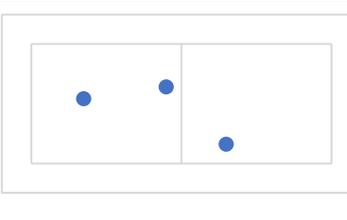
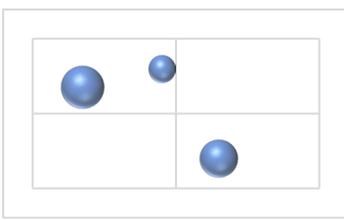
COLUMNAS	BARRAS	LÍNEA
		
SECTORES	ROSQUILLA	HISTOGRAMA
		
COMBINACIÓN	ÁREA	DISPERSIÓN
		
BURBUJAS	RADAR	
		

Figura 12 - Tipos de gráficos.

Gráficos de columnas

Los gráficos de columnas son útiles para mostrar los cambios de datos durante un período de tiempo o para ilustrar comparaciones entre elementos. En estos gráficos de columnas, las categorías se organizan a lo largo del eje horizontal y los valores a lo largo del eje vertical.

La Figura 13 es un ejemplo de un gráfico de columnas que representa el movimiento diario promedio por día de la semana en el aeropuerto Santos Dumont (SBRJ). Está muy claro que el jueves es el día de mayor actividad, con 305 movimientos, y que el domingo es el día de menor movimiento, con 269 movimientos.

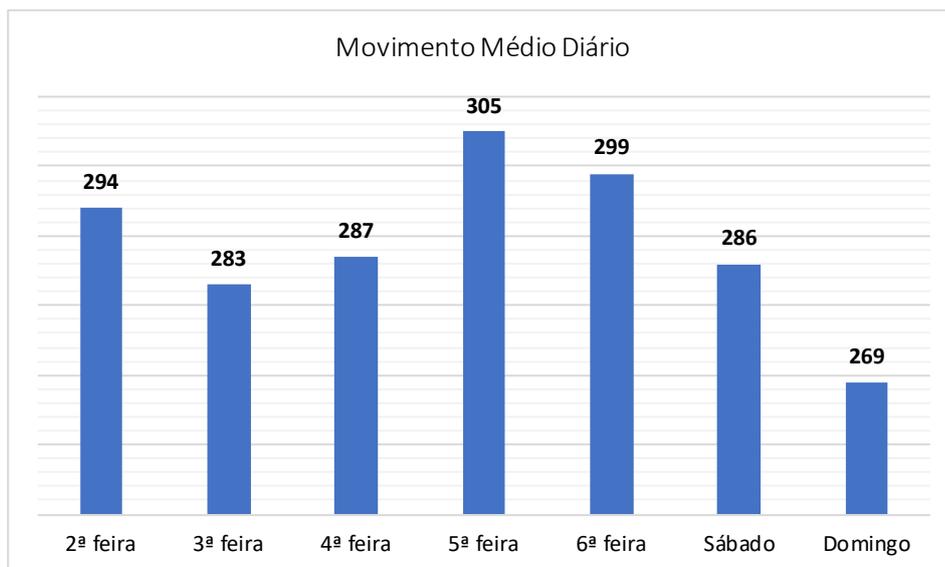


Figura 13 - Ejemplo de gráfico de columnas.

Gráficos de barras

Los datos que se organizan en columnas o filas en una hoja de cálculo se pueden trazar en un gráfico de barras, que ilustra las comparaciones entre elementos individuales, comúnmente utilizados para presentar *clasificaciones*.

La Figura 14 es un ejemplo de un gráfico de barras que representa la clasificación de los flujos principales, por pares de ciudades.



Figura 14 - Ejemplo de gráfico de barras.

Gráficos de líneas

Los gráficos de líneas pueden mostrar datos continuos a lo largo del tiempo, definidos en relación con una escala común, y por lo tanto son ideales para mostrar tendencias en los datos a intervalos iguales. Los datos de categoría se distribuyen uniformemente a lo largo del eje horizontal y los datos de valor se distribuyen a lo largo del eje vertical.

El Figura 15 es un ejemplo de gráfico lineal que representa la evolución del número de vuelos, a partir de 2017. Hay una tendencia de crecimiento a lo largo de los años.



Figura 15 - Ejemplo de gráfico de líneas.

Gráficos circulares

Los datos organizados en columnas o filas de una hoja de cálculo se pueden trazar en un gráfico circular, que muestra el tamaño de los elementos en una serie de datos, proporcional a la suma de esos elementos. Se considera el mejor uso de este gráfico cuando:

- sólo hay una serie de datos;
- ninguno de los valores de los datos es negativo;
- hay pocas categorías con valores iguales a cero; y
- No hay más de siete categorías.

La Figura 16 es un ejemplo de gráfico circular que representa el porcentaje de la participación de movimientos de la FIR Curitiba.

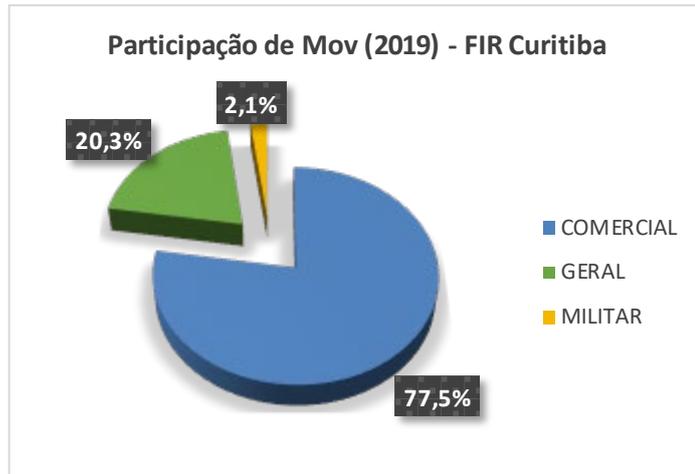


Figura 16 - Exemplo de gráfico circular.

Gráfico de rosquilla

Los datos que se organizan en columnas o filas se pueden trazar en un gráfico de rosquillas. Al igual que un gráfico circular, un gráfico de rosquillas muestra la relación de las partes con un todo y puede contener más de una serie de datos.

La Figura 17 es un ejemplo de un gráfico de rosquillas, con dos series de datos, que representa el *mix* de categorías de aeronaves que operaron en un aeropuerto en los años 2018 y 2019. Se puede observar que hubo una reducción en las operaciones de aeronaves medianas y pesadas, mientras que hubo una reducción en las operaciones de aeronaves ligeras.

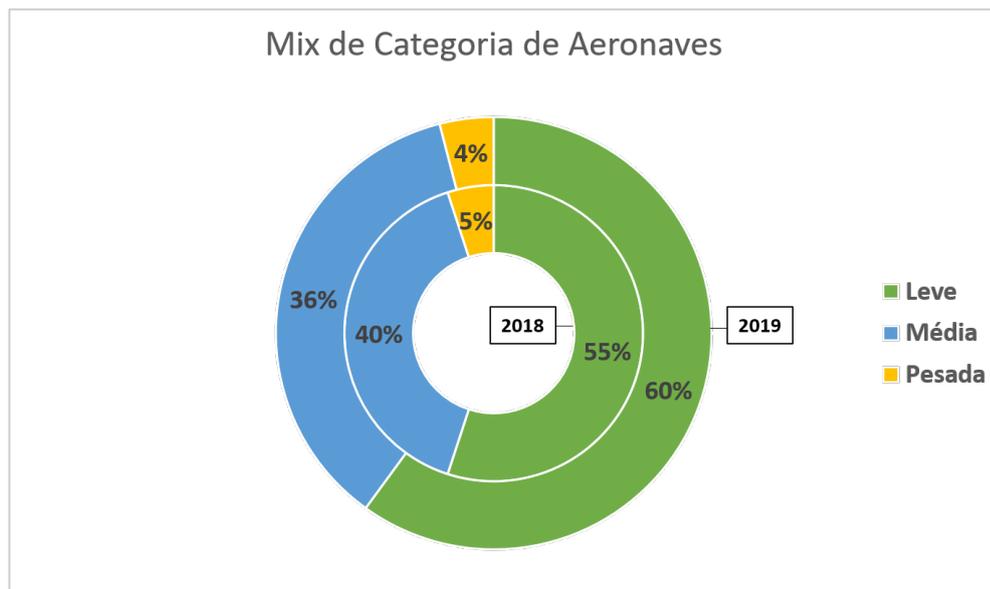


Figura 17 - Exemplo de gráfico de rosquillas.

Gráficos de histogramas

Los datos trazados en un diagrama de histograma muestran las frecuencias dentro de una distribución. Cada columna del gráfico se denomina contenedor.

La Figura 18 es un ejemplo de histograma de la distribución de movimientos por minuto de puntualidad en el aeropuerto de Brasilia (SBBR). Es posible observar que el aeropuerto tiene poco retraso por encima de 15 min, considerando que se observa la disminución en el número de movimientos en este rango.

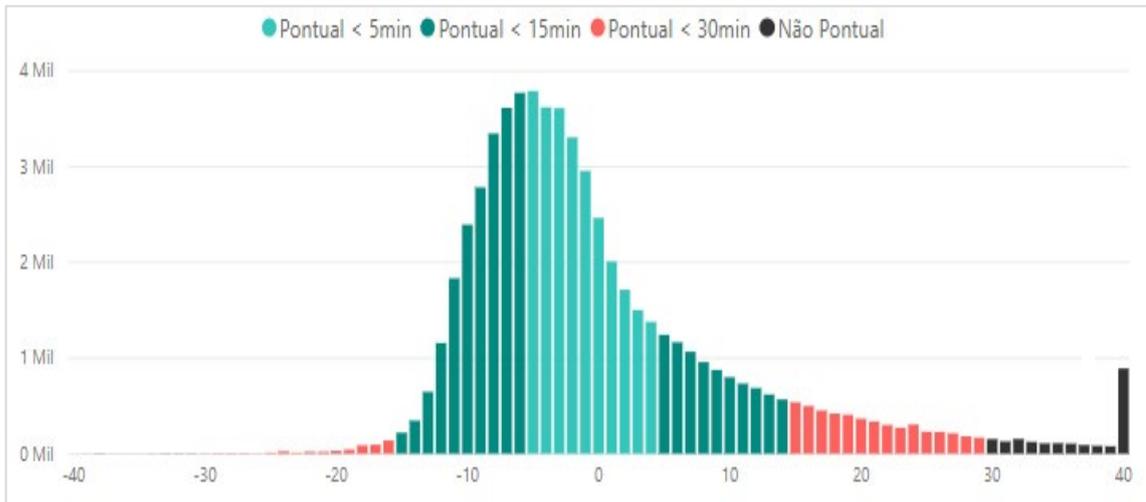


Figura 18 - Ejemplo de histograma.

Gráficos combinados

Los datos organizados en columnas y filas se pueden trazar en un gráfico combinado. Este gráfico combina dos o más tipos de gráficos para facilitar la interpretación de los datos, especialmente cuando hay series de datos con escalas muy diferentes.

El Figura 19 es un ejemplo de un gráfico combinado que representa la información de los movimientos diarios promedio y sus porcentajes de puntualidad, por franja horaria.

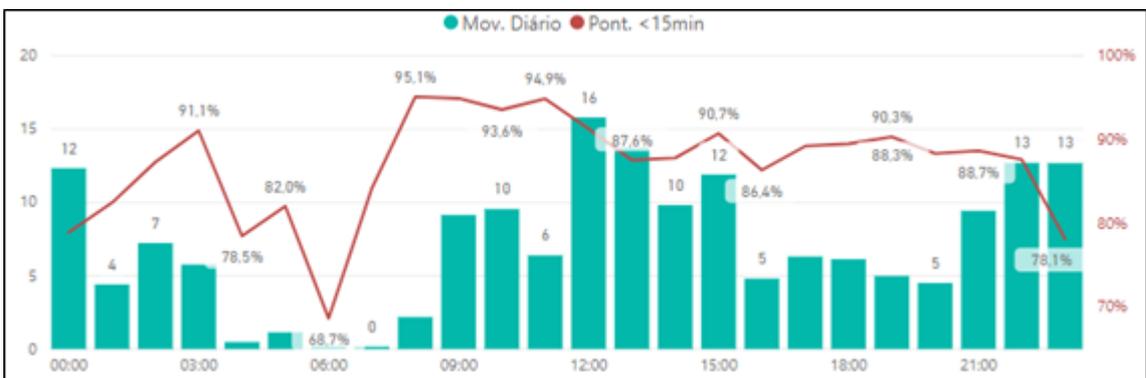


Figura 19 - Ejemplo de gráfico combinado.

Gráficos de área

Los datos organizados en columnas o filas en una hoja de cálculo se pueden trazar en un gráfico de área. Estos gráficos enfatizan la magnitud del cambio a lo largo del tiempo y se pueden usar para llamar la atención sobre el valor total sobre una tendencia.

La Figura 20 es un ejemplo de un gráfico de área que representa la previsibilidad del aumento gradual del tráfico en la FIR de Brasilia de 2012 a 2019, así como las previsiones de demanda baja, media y alta de 2020 a 2025. Está claro que el movimiento ha disminuido mucho en el año 2020 y que, en el mejor de los escenarios, la previsión de retorno del movimiento registrado en 2019 se producirá en 2025 (banda azul claro).

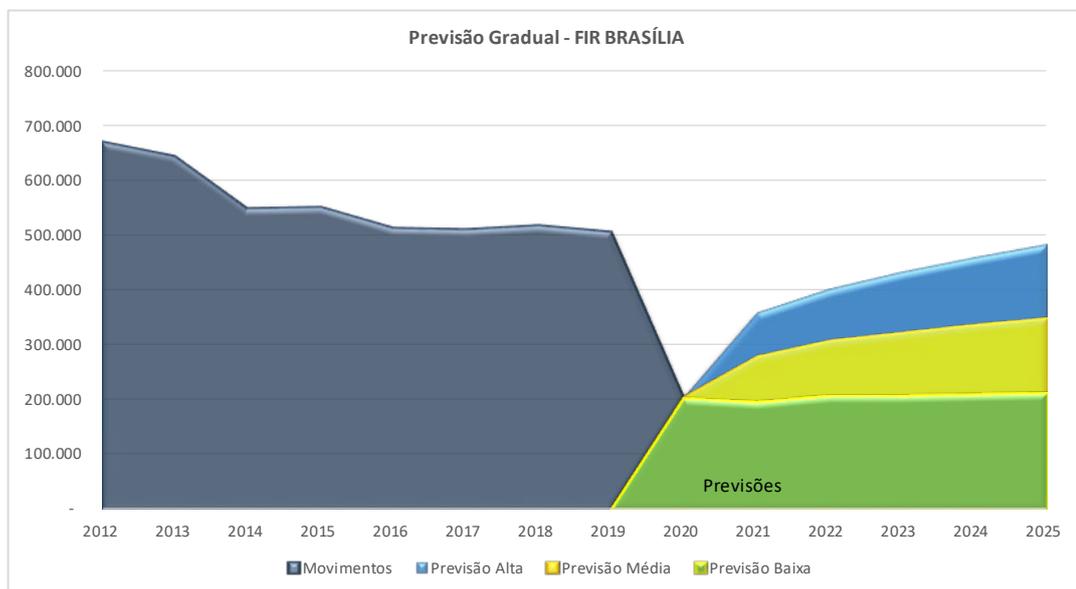


Figura 20 - Ejemplo de un gráfico de área.

Diagrama de dispersión

Los datos organizados en columnas o filas en una hoja de cálculo se pueden representar en un diagrama de dispersión (XY). Estos gráficos muestran las relaciones entre dos grupos de números como una secuencia de coordenadas XY.

Un diagrama de dispersión tiene dos ejes de valor, que muestran un conjunto de datos numéricos a lo largo del eje horizontal (eje X) y otro a lo largo del eje vertical (eje Y). Combina estos valores en puntos de datos únicos y los muestra a intervalos irregulares. Estos gráficos se utilizan a menudo para mostrar y comparar valores numéricos, como datos científicos, estadísticos y de ingeniería. En otras palabras, se usa con la intención de mostrar cuánto afecta una variable a la otra.

La Figura 21 es un ejemplo de un diagrama de dispersión que representa la relación entre los movimientos totales de la aviación comercial (eje vertical) y los movimientos totales de la aviación general (eje horizontal) para el año 2019. Se puede inferir que SBGR es el que presenta el mayor movimiento en la aviación comercial, mientras que SBMT y SBJR prácticamente no tienen operaciones de este tipo de aviación, en comparación con la cantidad de movimientos de la aviación general.

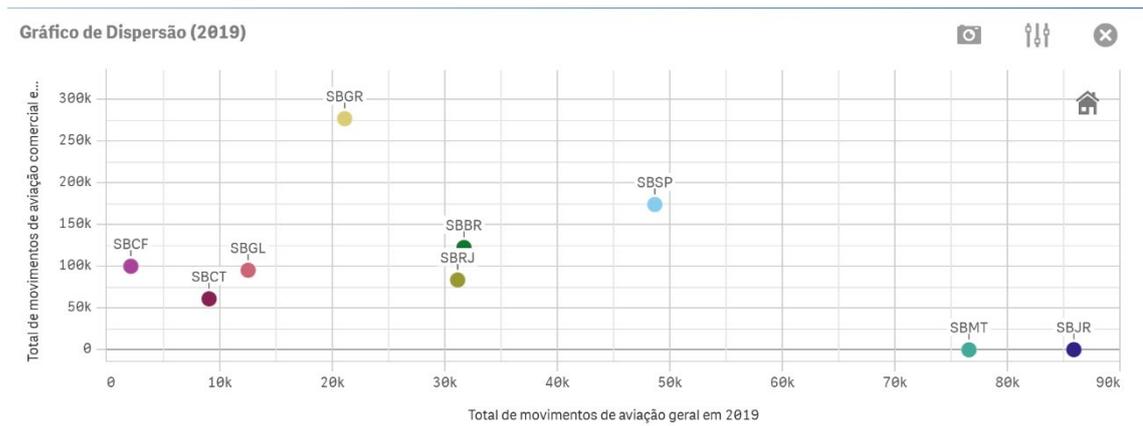


Figura 21 - Ejemplo de un diagrama de dispersión.

Gráficos de burbujas

Los datos que se organizan en columnas de una hoja de cálculo se pueden trazar en un gráfico de burbujas de modo que los valores X se enumeren en la primera columna, mientras que los valores Y correspondientes y los valores de tamaño de burbuja se enumeran en columnas adyacentes.

Este gráfico es una variación de un diagrama de dispersión en el que los puntos se reemplazan por burbujas, y una dimensión adicional de los datos se representa en el tamaño de las burbujas.

La Figura 22 es un ejemplo de un gráfico de burbujas que representa las estadísticas de movimientos en algunos aeródromos, presentando los movimientos totales de la aviación comercial (eje vertical) y los movimientos totales de la aviación general (eje horizontal), para el año 2019. En este tipo de gráfico, el tamaño de cada burbuja es proporcional al número total de movimientos. Se puede inferir que SBGR es el que presenta el mayor movimiento en la aviación comercial, mientras que SBMT y SBJR prácticamente no tienen operaciones de este tipo de aviación, en comparación con la cantidad de movimientos de la aviación general.

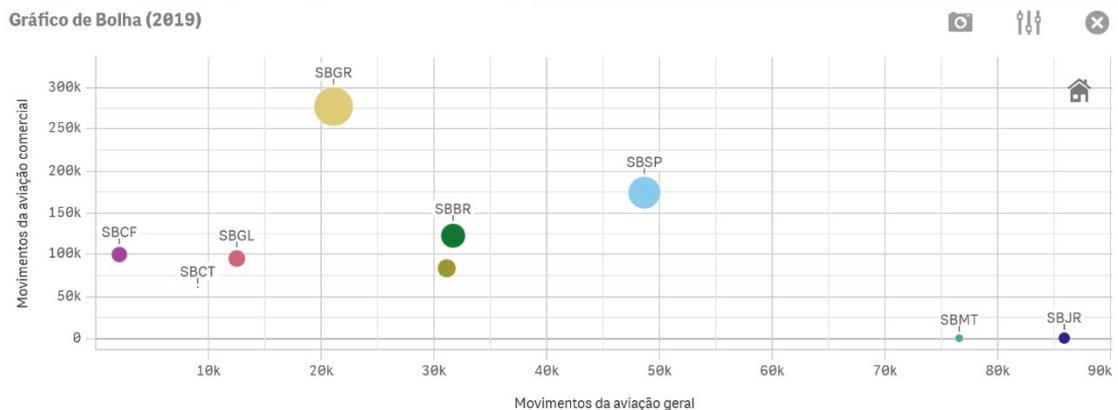


Figura 22 - Ejemplo de gráfico de burbujas.

Gráficos de radar

Los datos organizados en columnas o filas en una hoja de cálculo se pueden trazar en un gráfico de radar, que compara los valores agregados de varias series de datos, proporcionando la presentación de varias dimensiones al mismo tiempo, porque tiene una fácil visualización y uniformidad de las unidades de medida.

Este tipo de gráfico es adecuado para mostrar valores fuera de la serie de datos o que muestran una gran distancia de los demás, así como un posible valor inconsistente. Por otro lado, todavía puede mostrar las similitudes de los grupos o categorías, describiendo qué variables se destacan cuando se comparan.

La Figura 23 es un ejemplo de un gráfico de radar que representa el movimiento por hora en la FIR Amazónica. Está claro que en el período comprendido entre el amanecer y las 9 de la mañana, el movimiento es muy bajo, y el tráfico es más intenso en el período comprendido entre las 13 h y las 20 h.

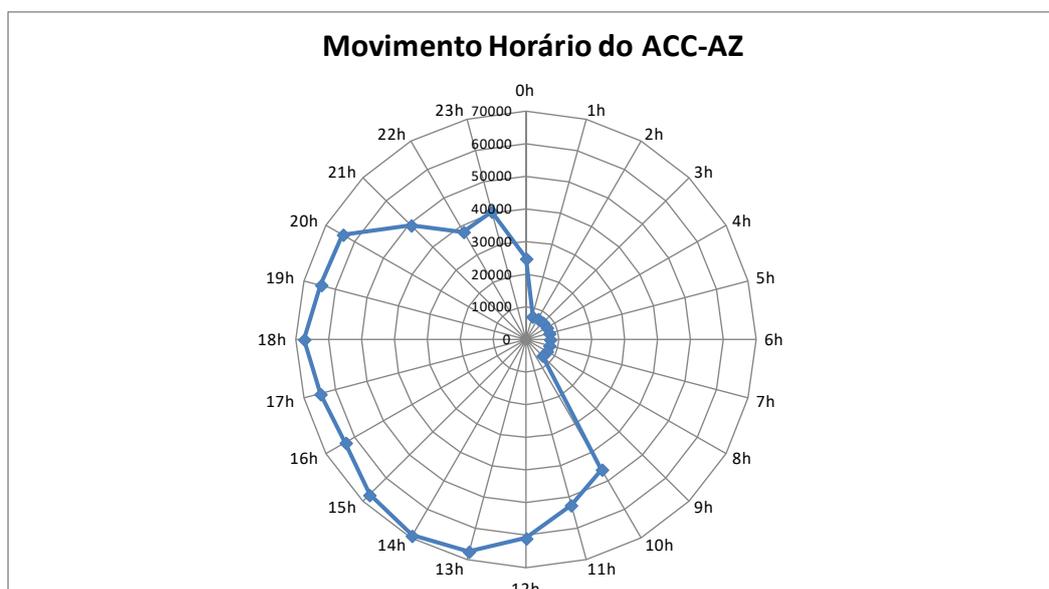


Figura 23 - Ejemplo de gráfico de radar.

SUBUNIDAD 1.3.2: Resultados de los indicadores

A Necessidade de Gestores com Habilidades de Análise de Dados

A empresa de consultoria McKinsey and Company estima que “haverá uma escassez do talento necessário para as empresas obterem vantagem em big data. Em 2018, os Estados Unidos sozinho poderá enfrentar uma escassez de 140.000 a 190.000 pessoas com habilidades analíticas profundas, bem como 1,5 milhão de gestores e analistas com conhecimento para usar a análise de big data para tomar decisões eficazes.” (Manyika, 2011). Por que o número de gerentes e analistas necessários será 10 vezes maior que aqueles com habilidades analíticas profundas? Certamente, os cientistas de dados não são tão difíceis de administrar ao ponto de precisarem de 10 gerentes! O motivo é que uma empresa pode obter aproveitamento a partir de uma equipe de data science para tomar melhores decisões em diversas áreas do negócio. No entanto, conforme McKinsey aponta, os gestores dessas áreas precisam entender os princípios de data science para obter esse aproveitamento de forma eficaz.

Marco 7 - Necesidad de analistas de datos. Fuente: (Provost & Fawcett, 2016)

Después de comprender las diferentes formas de visualización de datos, es esencial tener conocimiento del paso más tangible e importante para el tomador de decisiones, que es el **análisis de los datos**.

La recopilación de información es esencial para el crecimiento del negocio. La recopilación de datos es parte del trabajo para desarrollar una estrategia exitosa. Sin embargo, no basta con mantener un almacén gigante de información. Es necesario extraer conocimientos que proporcionen una base para la toma de decisiones.

Por ello, las empresas están invirtiendo en *Big Data* y *Analytics*, en potentes *softwares* capaces de procesar estos datos para transformarlos en información útil para las organizaciones.

Los cuatro tipos principales de análisis de *Big Data* son:

a) Análisis descriptivo

El propósito de este análisis es comprender los eventos, ayudando a tomar decisiones inmediatas (en tiempo real) con tranquilidad y seguridad.

Todos los datos se resumen, organizan y describen a través de métricas estadísticas. Una vez que se han definido los aspectos más importantes, los datos se relacionan entre dos o más conjuntos.

Este tipo de análisis ofrece una sólida base de conocimientos que puede servir de apoyo para análisis posteriores. Es decir, ayuda a definir un diagnóstico más fiable a seguir en los pasos predictivos y prescriptivos, por ejemplo.

En general, las herramientas utilizadas en un estudio descriptivo son tablas y gráficos, o porcentajes, promedios e índices.

En la Figura 24, se observa el resultado de un análisis descriptivo sobre la definición de las franjas horarias a utilizar para la inspección en vuelo, considerando la operación en SBGR. La solución presentada por el análisis fue la tabla superior que utiliza un esquema de color del pronóstico de demanda descrito en el gráfico inferior. El color verde representa los momentos en que la inspección se puede llevar a cabo sin afectar la operación del aeropuerto.

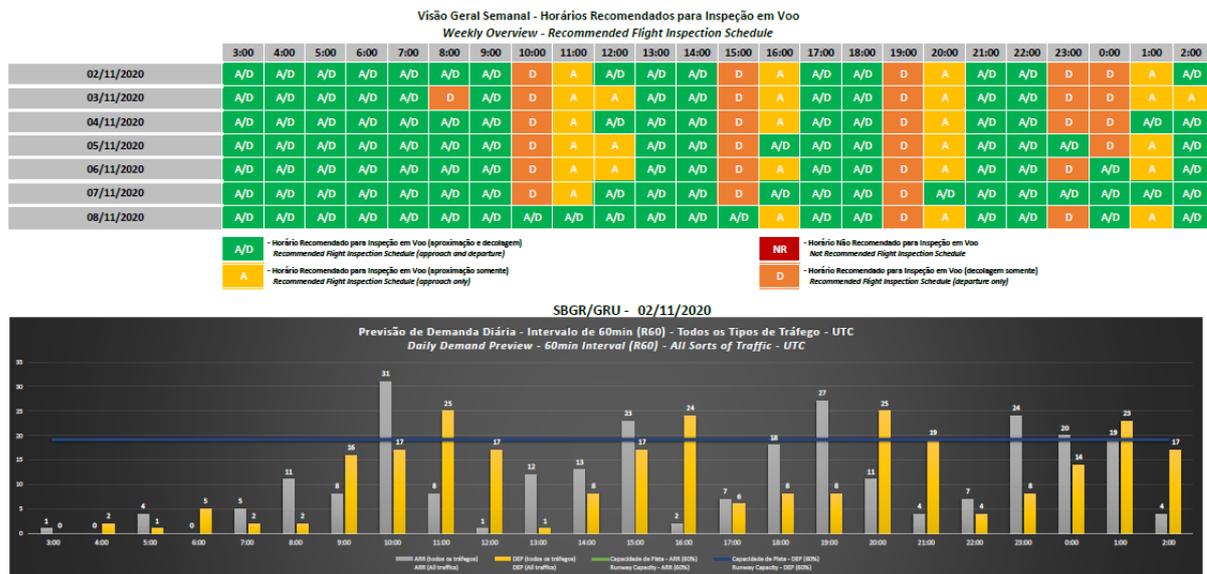


Figura 24 - Pronóstico de voo em SBGR. (Fuente: Portal Operacional de CGNA)

b) Análisis predictivo

Este es el modelo más conocido, ya que ayuda a predecir escenarios futuros basados en el análisis de patrones de bases de datos. Por lo tanto, es posible tomar decisiones más precisas.

La metodología de análisis predictivo utiliza datos estadísticos e históricos, así como minería de datos e inteligencia artificial. Está indicado para proyectar comportamientos futuros de demanda de tránsito aéreo, así como para evaluar fluctuaciones en el personal operativo, entre otros.

Muchas organizaciones ya aplican el modelo predictivo y pueden obtener *información* valiosa para impulsar su negocio, resolver problemas y descubrir nuevas oportunidades. Las aerolíneas, por ejemplo, utilizan el modelo para establecer los precios de los billetes, mientras que los hoteles intentan anticipar el número de huéspedes por noche para maximizar su ocupación.

Aquí hay un ejemplo en la Figura 25 de análisis predictivo que generó como resultado el gráfico de previsión de demanda post-pandemia, con tres escenarios: pronóstico alto (optimista), pronóstico medio y bajo (pesimista).

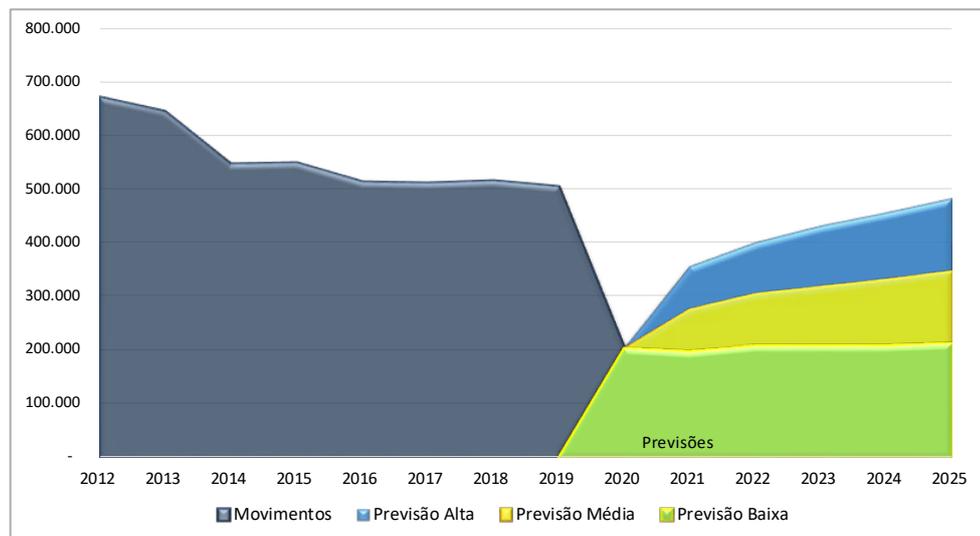


Figura 25 - Previsión de demanda post-COVID.

c) Análisis prescriptivo

El objetivo de este análisis es verificar las consecuencias de las acciones tomadas, lo que permite saber qué debe ocurrir cuando se eligen ciertas actitudes. Esta capa es la que tiene más valor, porque necesita del elemento humano para materializarse. Además, es relevante porque define el camino que se debe tomar para que la acción ocurra como se esperaba.

En otras palabras, se establece una meta y, a partir de ahí, se indican los caminos que se deben tomar para alcanzarla. Este análisis se puede hacer enumerando patrones y aplicando filtros por especificidades, lo que permite tener un contexto real de la situación y los efectos de las acciones.

A título ilustrativo, este análisis podría aplicarse para resolver un problema de capacidad observado en un aeropuerto determinado. En este ejemplo, se observó que un alto porcentaje de aeronaves no utilizaban la salida rápida de la pista, ya que la orientación de la aerolínea era ahorrar el uso de frenos durante el aterrizaje.

Este procedimiento impactó el tiempo de ocupación de la pista, generando efectos negativos en la capacidad del aeropuerto. Como consecuencia, hubo una concentración de aeronaves en el punto de espera y bajas tasas de puntualidad en las horas pico. En otros aeropuertos con sistemas de pista similares, el porcentaje de aeronaves que utilizan salidas rápidas fue mayor y los valores de capacidad de pista respectivos fueron más altos que la capacidad del aeropuerto bajo análisis.

El análisis prescriptivo señaló como una de las posibles acciones correctoras la concienciación de los usuarios para utilizar, preferentemente, la salida rápida tras el aterrizaje, lo que podría generar un aumento de hasta un 10% en la capacidad, mejores índices de puntualidad y menor concentración de tráfico en el punto de espera.

Nota: En este tipo de análisis, una pregunta común es "¿hay algún evento relevante que pueda interferir con los indicadores?"

Cuando se tiene conocimiento de un evento relevante que puede afectar el escenario operativo, es muy importante tener un plan para identificar tales situaciones y prepararse para ello.

Eventos, como la Copa del Mundo, los Juegos Mundiales Militares y la Jornada Mundial de la Juventud, o fechas específicas, como Carnaval, Navidad y Año Nuevo, son objeto de análisis durante la planificación de ATM, ya que generan cambios en el escenario operativo que generalmente impactan el rendimiento.

d) Análisis diagnóstico:

El propósito de este análisis es comprender las causas de un evento, es decir, responder a las siguientes preguntas:

- ¿Quién?
- ¿Cuándo?
- ¿Dónde?
- ¿Cómo?
- ¿Por qué?

Lo ideal es analizar el impacto y el alcance de una acción realizada. A partir de ahí, se pueden trazar estrategias para mejorar los resultados. Este es un modelo que debe complementarse con el análisis predictivo para reforzar la proyección de los datos.

La Figura 26 presenta el resultado de un análisis diagnóstico sobre las operaciones planificadas y llevadas a cabo por Gol.

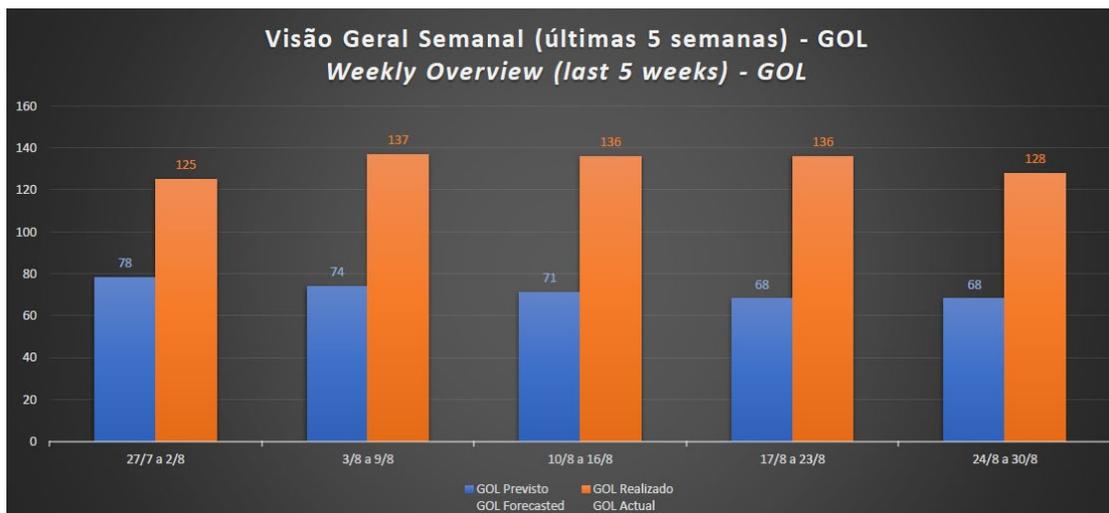


Figura 26—Vuelos planificados y realizados por Gol. (Fuente: Portal Operacional de CGNA)

Así, se responde a las preguntas:

- La aerolínea GOL (¿Quién?);
- En el período del 27/07 al 30/08 de 2020 (¿Cuándo?);
- En el aeropuerto SBSV (¿dónde?);
- Tuvo dificultades con su planificación con respecto a las operaciones en SBSV, dada la diferencia entre lo planificado y lo realizado, según datos extraídos de la base aeroportuaria y TATIC FLOW, respectivamente (¿Cómo?); y
- Debido a las consecuencias causadas por la limitación en el movimiento de personas debido a la pandemia de COVID-19 (¿Por qué?)

Nota: En este tipo de análisis, una pregunta común es "¿cuál es la razón que llevó a los indicadores a sufrir cambios?"

Es posible llegar a conclusiones simplemente comprobando los datos, pero es importante observar el escenario que influyó en el resultado obtenido. De esta manera, es esencial entender lo que está sucediendo en el escenario operativo.

Las siguientes situaciones, entre otras, pueden interferir con los indicadores:

- Condiciones climáticas adversas;
- Es posible que la aeronave haya llegado tarde a la puerta y, por mucho que despegue con la máxima eficiencia, continuará con el estatus de demorada;
- Problemas relacionados con los pasajeros (por ejemplo, el pasajero se indispuso durante el taxi obligando a la aeronave a regresar a la *puerta de embarque*);

- Problemas de mantenimiento de aeronaves;
- cuestiones de ATM (espacio aéreo congestionado, medidas ATFM);
- Problemas en las ubicaciones de HUB en el país (como Guarulhos, Campinas y Brasilia) que interfieren en otros lugares (porque necesitan esperar pasajeros que vienen de estas ciudades); y
- La falta de eficiencia de la dependencia (observada en comparación con dependencias similares).

¿Para qué sirven los tipos de análisis de datos?

Cada uno de los tipos de análisis de datos tiene un propósito específico. El análisis predictivo permite a las organizaciones comprender algunas de las métricas con las que están trabajando. El análisis prescriptivo es útil para verificar la eficiencia de los procesos. Los análisis descriptivos se realizan todo el tiempo y son tan precisos que ofrecen respuestas instantáneas. Los análisis de diagnóstico, a su vez, evalúan la dimensión de una acción tomada por el negocio, ayudando a comparar métricas para comprender sus efectos.

Para realizar estos tipos de análisis de datos, debe pasar por el siguiente proceso:

a) Fase exploratoria

Se realiza cuando los datos aún no se han integrado o pueden estar incompletos. Esta fase no está completamente automatizada porque es necesario verificar los puntos fuera de la curva para que estos datos se introduzcan en los sistemas.

b) Modelado de datos

Durante la elección del modelado, se utilizan características de automatización. Aquí es donde los profesionales determinan cuál es el mejor enfoque, es decir, qué tipo de análisis es óptimo para una tarea. Pasando al modelado en sí, se crean las reglas para análisis predictivos, descriptivos, diagnósticos y prescriptivos.

c) Informes

Se debe generar un resumen de los datos, posterior al tipo de análisis realizado, para guiar las decisiones. Este resumen tiene en cuenta la claridad de los datos utilizados y la precisión del análisis realizado. Todos los tipos de análisis tienen un papel dentro de las organizaciones, que satisfacen una necesidad particular, guiando a los gerentes en una dirección y aplicándose a un contexto determinado. Los informes generados después de los análisis ayudan en la comunicación y documentación de los resultados.

Ejemplos adicionales de análisis ATM

Se han mostrado muchos ejemplos, con interpretaciones y análisis simples y directos. Cabe destacar que, al considerar los resultados de los indicadores, varios factores directos e indirectos pueden estar relacionados con los valores obtenidos, por lo que es importante resaltar que sus interpretaciones no están limitadas y siempre pueden explorarse desde diferentes puntos de vista.

Ejemplo 1: Cuando el aterrizaje ocurre en la pista 33 del SBGL, se identifica que hay mayores tasas de retrasos.

Esto sucede debido a las características específicas de la operación en la pista 33, porque las trayectorias de las aeronaves que llegan para el SBGL interfieren en las trayectorias de las aeronaves que despegan del SBRJ. Por lo tanto, la dependencia ATC realiza separaciones entre los aviones de los dos aeropuertos, lo que, por supuesto, conduce a un aumento en las tasas de retrasos.

Ejemplo 2: Cada vez que una aeronave se acerca por un determinado sector ATC, hay una mayor tasa de retraso.

Esto puede estar asociado con cabeceras específicas que tienen menor capacidad de procesamiento de llegada. Una solución propuesta en este caso sería sugerir a la administración medidas para mejorar la infraestructura aeroportuaria (por ejemplo, centrándose en salidas rápidas, con el fin de reducir el tiempo de ocupación de la pista, en consecuencia, el tiempo de taxi, y quizás otros indicadores).

Es importante que se busque mejorar el indicador. No siempre habrá un escenario específico que lleve a un malo resultado. Eventualmente la operación puede ser poco eficiente y el análisis del indicador podrá resultar en algún ajuste que traiga las mejoras que se buscan.

Ejemplo 3:

En una situación hipotética, que involucra el aeropuerto de Galeão, se presentarán ocho pasos simulando un análisis de desempeño del ATM (los pasos propuestos son ilustrativos, ya que cada tipo de análisis puede requerir otros pasos diferentes).

- El aeropuerto estudiado es el SBGL, que se encuentra en la misma zona terminal que el SBRJ;
- El SBGL estaba con la pista 10 cerrada para mantenimiento en momentos de alta demanda, y su capacidad de aterrizaje estaba cerca del límite;
- El SBRJ estuvo con obras en la pista durante todo el mes de diciembre, imposibilitando que la aeronave aterrizara en la localidad; y
- En el mes de diciembre, hubo un volumen anormal de lluvia, lo que provocó que SBGL se cerrara durante al menos 1 hora, dos veces por semana, en las horas pico de llegada.

Paso 1:

Identificar la puntualidad anual (2019) de SBGL y compararla con otros aeropuertos.

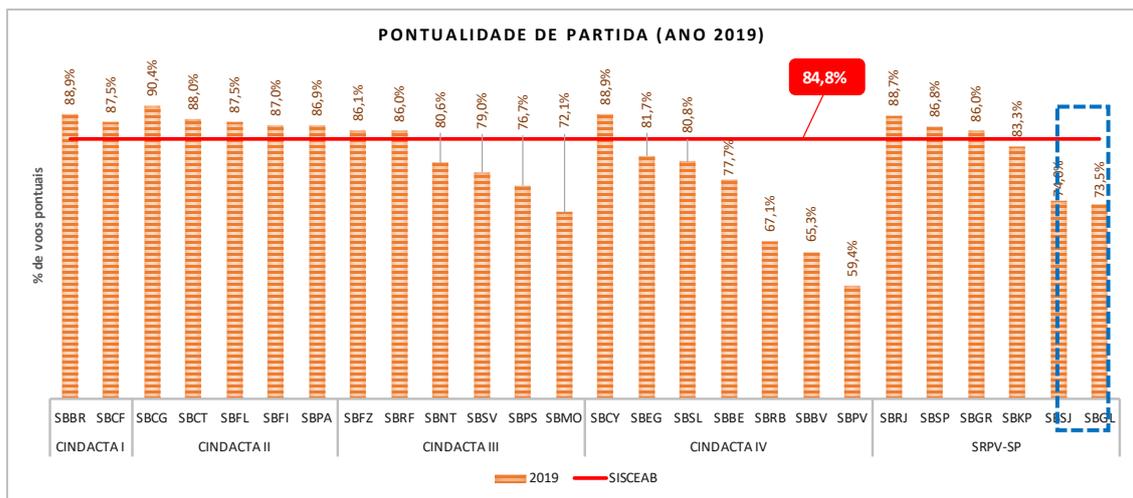


Figura 27 - Puntualidad de salida en SISCEAB en 2019.

En Figura 27 se identificó que la puntualidad de la SBGL (73,5%) estaba por debajo del promedio nacional.

Paso 2:

Identificar si la caída de la puntualidad afectó a otros indicadores. Puede haber afectado el tiempo de taxi debido a la acumulación de aviones retrasados.

Se identificó que el tiempo de taxi no se vio afectado por el evento bajo análisis, ya que el resultado de este indicador fue similar al resultado del mismo mes del año anterior.

Paso 3:

Debido a las obras en la pista en su período de mayor demanda (ítem b), identifique si la capacidad de pista fue cambiada y si esto puede haber contribuido al aumento en la tasa de retrasos.

Paso 4:

Debido a las obras en el aeropuerto Santos Dumont en diciembre, identifique si esto afectará de alguna manera las operaciones de la SBGL.

Se identificó que una gran cantidad de tránsito volando hacia SBGL, excediendo la capacidad de aterrizaje de la pista 15, en momentos en que la pista 10 no estaba disponible. De esta manera, hubo una acumulación de aeronaves en el punto de espera, lo que llevó a TWR-GL a regular las autorizaciones de retroceso, impactando las tasas de puntualidad.

Paso 5:

Identificar las consecuencias de las condiciones climáticas reportadas en el ítem d.

Se identificó que estas condiciones climáticas adversas aumentaron la complejidad del espacio aéreo de TMA-RJ, lo que resultó en la aplicación de mediciones ATFM por CGNA: se aplicaron intervalos mínimos de despegue, debido al ajuste de las demandas. Por lo tanto, algunos aviones cancelaron sus vuelos, moviéndolos al día siguiente.

Paso 6:

Identifique si la puntualidad del SBGL estuvo por debajo del promedio en diciembre debido a los hechos citados o si hubo algún problema en los otros meses.

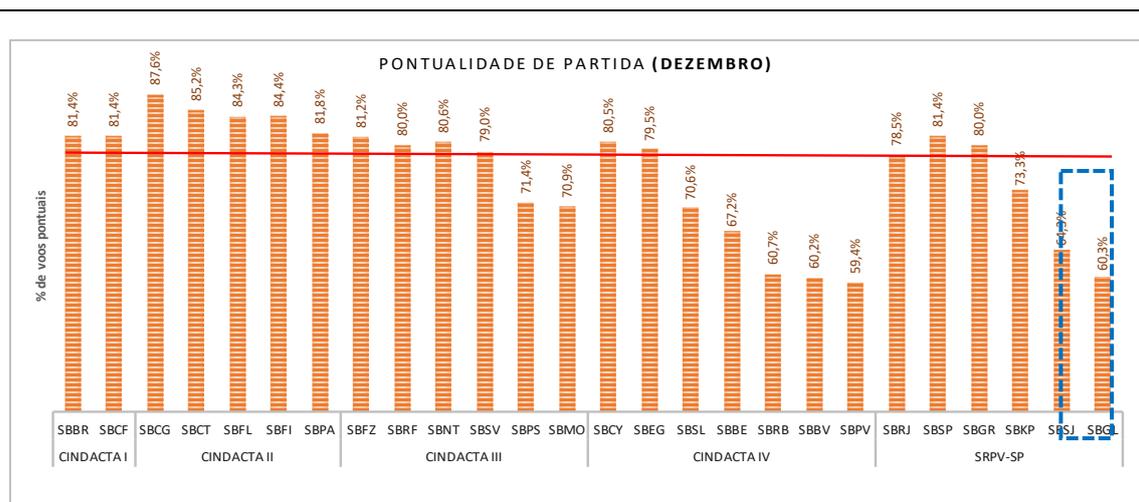


Figura 28 - Pontualidad de salida en SISCEAB en diciembre de 2019.

Al analizar el Figura 28, se observa que Galeão fue mucho menor que las otras localidades, con un índice de puntualidad igual al 60,3%.

Paso 7:

Analizar la puntualidad de la SBGL en los meses de enero a noviembre.

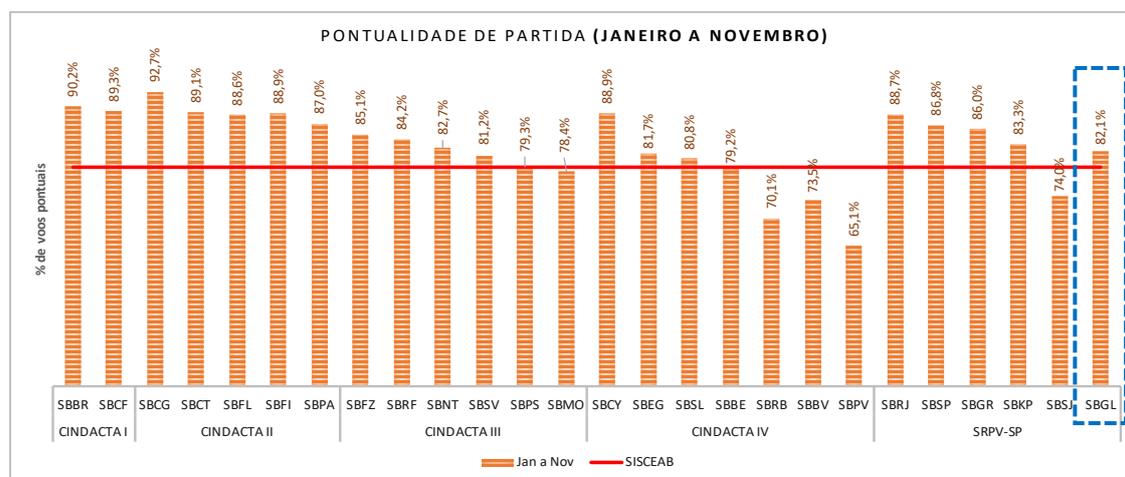


Figura 29 - Pontualidad de salida en SISCEAB de enero a noviembre de 2019.

Es posible observar en el Figura 29 que, en los meses de enero a noviembre, el Aeropuerto de Galeão obtuvo un índice de puntualidad por encima del promedio nacional, pero, debido a los eventos de diciembre, ese índice se redujo considerablemente.

Paso 8: Algunas conclusiones

De esta manera, es posible interpretar que la eficiencia del Galeão es alta y que, específicamente en diciembre, los eventos extraordinarios contribuyeron decisivamente a la caída de su desempeño.

La influencia de las fuentes de datos en el análisis ATM

También cabe señalar que la interpretación de los datos, el conocimiento de las fuentes de datos y cómo se obtuvieron los indicadores son esenciales para el trabajo de difusión de los indicadores.

A modo de ejemplo, se indicará cómo se calcula la puntualidad de partida por cuatro instituciones diferentes:

La Agencia A calcula a partir de la información TATIC FLOW, utilizando el tiempo de *pushback* (cPUSH) y el tiempo estimado de shim-off (EOBT).

La Agencia B calcula a partir de la información de la hora programada para el vuelo, en coordinación con el aeropuerto (también denominado Registro). Este valor no se cambia en el táctico en caso de modificaciones en el plan de vuelo.

La Agencia C no toma en cuenta todos los vuelos porque, para su realidad, los aviones de CARGA no son relevantes (a diferencia de lo que ocurre en las Agencias A y B); y

La agencia D calcula un índice de retraso en lugar de puntualidad, teniendo en cuenta solo los vuelos que llegaron después de la fecha límite.

Se puede concluir que, para un mismo indicador, las cuatro **Agencias** tienen su propia metodología para obtener los datos, es decir, es importante entender cómo se generan los números para no hacer interpretaciones erróneas. Debido a esto, a veces se observan números diferentes para el mismo indicador publicado por diferentes instituciones.

Además, se debe considerar la estacionalidad de las muestras, debido a las características peculiares de cada región y cada período. Por ejemplo, en los meses de diciembre, enero, febrero y julio, hay un claro aumento de la demanda de tráfico aéreo debido al período de vacaciones escolares y festividades. Por lo tanto, no es apropiado hacer una comparación del movimiento del tráfico aéreo entre enero y mayo (que es un mes caracterizado por una demanda inferior a enero). Se recomienda que las comparaciones con respecto al comportamiento de la demanda se realicen entre los mismos períodos de diferentes años (por ejemplo, enero de 2019 con enero de 2018; primera semana de marzo de 2019 con primera semana de marzo de 2018).

Comunicación

Para que se logren los resultados de los indicadores de rendimiento, la comunicación es esencial. Es extremadamente importante que toda la organización conozca los indicadores de desempeño actuales y sus respectivos resultados. Para ello, es interesante promover una comunicación clara y efectiva.

El objetivo es hacer que las personas entiendan los objetivos y la importancia de cada tema en la búsqueda de mejores resultados.

Una primera comunicación debe hacerse inmediatamente después de la definición de los indicadores institucionales, con el fin de difundir las estrategias y prioridades. Para ello, es necesario aprender a contextualizar. La visualización efectiva de datos puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso cuando se trata de comunicarse, presentar información o simplemente mostrar ideas al público.

A continuación se presentan orientaciones prácticas para comunicarse visualmente con los datos.

- Comprender el contexto: antes de tomar el camino de la visualización de datos, hay dos preguntas que responder sucintamente: ¿Quién es su audiencia? ¿Qué es necesario que sepa o haga?
- Elegir una presentación visual adecuada: ¿cuál es la mejor manera de mostrar los datos que se comunicarán? Evite los gráficos 3D.
- Eliminar la saturación: cada elemento agregado a la presentación absorbe la carga cognitiva por parte de la audiencia. Es decir, uno debe evaluar lo que se está agregando, objetivamente. Se recomienda usar algunas diapositivas y solo insertar elementos que ayuden a reforzar lo que se dirá.
- Enfocar la atención donde quieras: enfatiza la importancia del tamaño, el color y los atributos de posición en la página. Este tipo de elemento ayuda a dirigir a su audiencia a donde desea que se enfoquen y crear una jerarquía visual de componentes para dirigir a la audiencia a la información que desea comunicar y la forma en que desea que se procese. El color es una gran herramienta estratégica.
- Pensar como un diseñador: cuando se trata de la forma y la función de las visualizaciones de datos, primero debe pensar en lo que desea que la audiencia pueda hacer con los datos (función) y crear una visualización (formulario) que le permita hacerlo con facilidad.
- Crear una narrativa: el flujo de la narrativa es importante, el encadenamiento lógico y el uso de los datos de una manera que colabore para lo que tiene que comunicar.

Después de entender este paso, otra parte importante para la comunicación es la difusión de estrategias y prioridades. Para ello, se recomiendan los siguientes medios:

- evento con la participación de la alta dirección;
- reunión de la alta dirección con los principales gerentes de la agencia;
- reuniones sectoriales;
- sitio web institucional;
- tablas de divulgación; y
- informes institucionales.

La información debe difundirse visual y contextualmente. Los siguientes son algunos ejemplos de "antes y después" para darle una idea de este proceso.

Ejemplo 1 (antes): Se percibe como la colocación de los datos en el gráfico, según la Figura 30, están haciendo que sea difícil de ver. El gráfico está en una forma simple, simplemente presentando los datos. Eso no llama la atención del público.

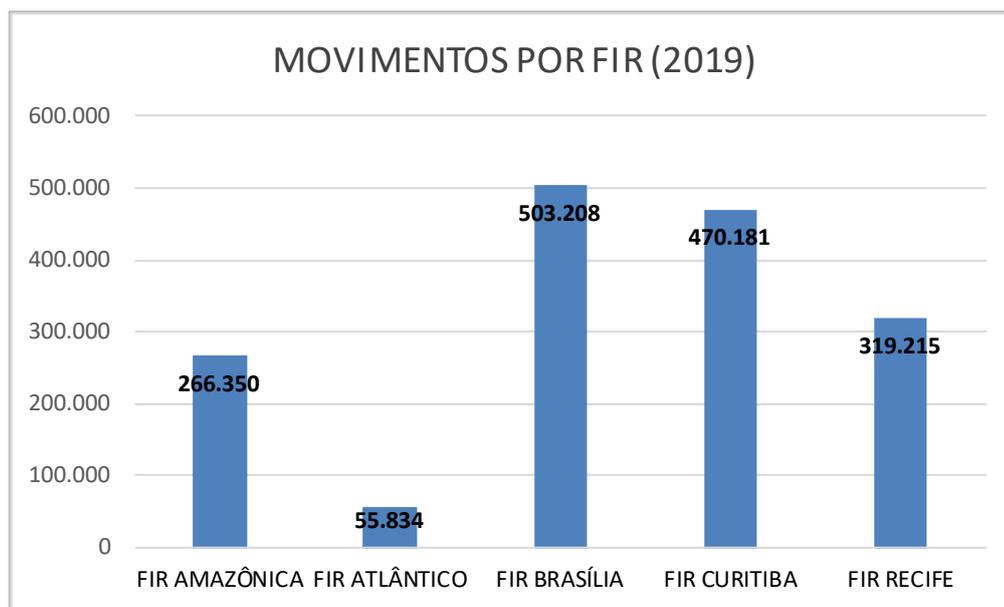


Figura 30 - Movimientos por FIR en 2019.

Ejemplo 1 (después): Ya en el gráfico de Figura 31, se muestran un título, un subtítulo y un resaltado. El gráfico en sí no es tan simple como en el ejemplo anterior. Se percibe cómo se llama más la atención a su visualización y cómo es más fácil y completa de interpretar.

Movimentos por FIR

Volume de tráfegos ao longo do ano de 2019

Queda no movimento nas 3 FIR mais movimentadas e um grande aumento na FIR Amazônica e FIR Atlântico.

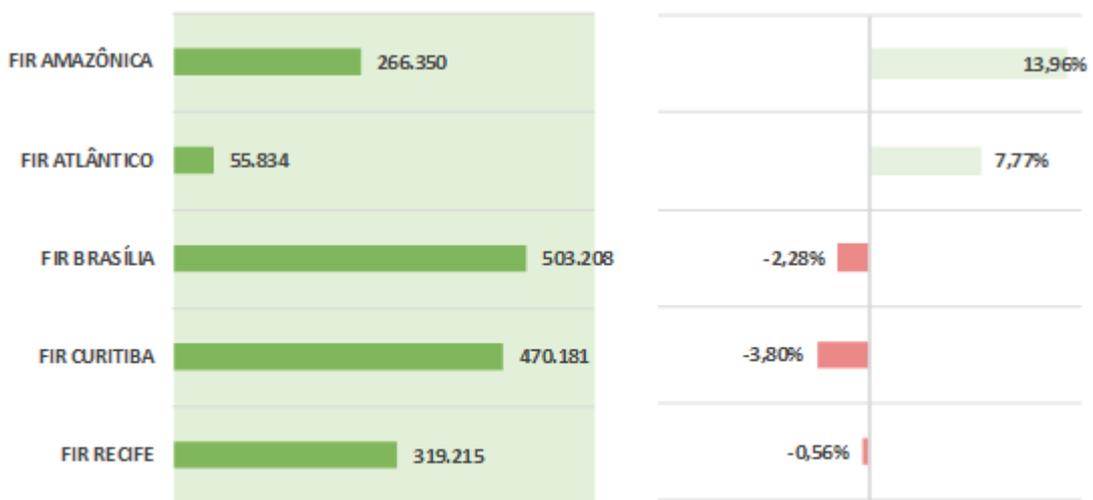


Figura 31 - Movimentos por FIR em 2019 (opção 2).

Ejemplo 2 (antes): En este ejemplo, el gráfico de la Figura 32 se presenta sin la información de la etiqueta, colocándose solo el porcentaje en el lado del gráfico y no hay líneas de cuadrícula para entender cuál es el porcentaje de puntualidad inicial de CINDACTA IV, por ejemplo. Además de ser un gráfico que no llama la atención, es más difícil de analizar.

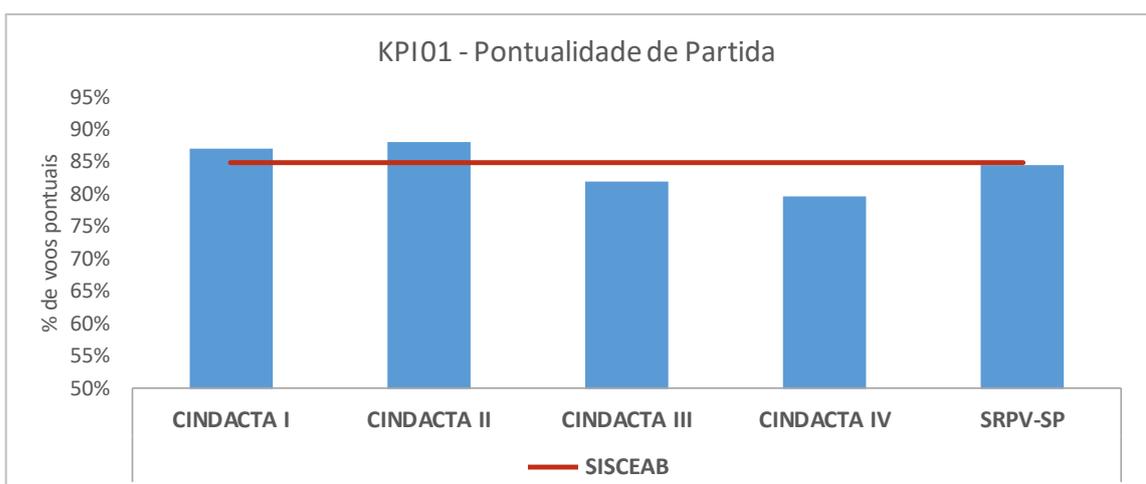


Figura 32 - Pontualidade de saída por regional em 2019.

Ejemplo 2 (después): En el gráfico de Figura 33, se presenta un título con otro color, subtítulo más destacado y con una pregunta, lo que hace que la audiencia se interese en interpretar el gráfico. Además, el gráfico trae información del año anterior para una posible comparación y también el promedio de la puntualidad de salida bien detallado. Puedes ver cómo la interpretación es más comprensible y mucho más presentable visualmente.

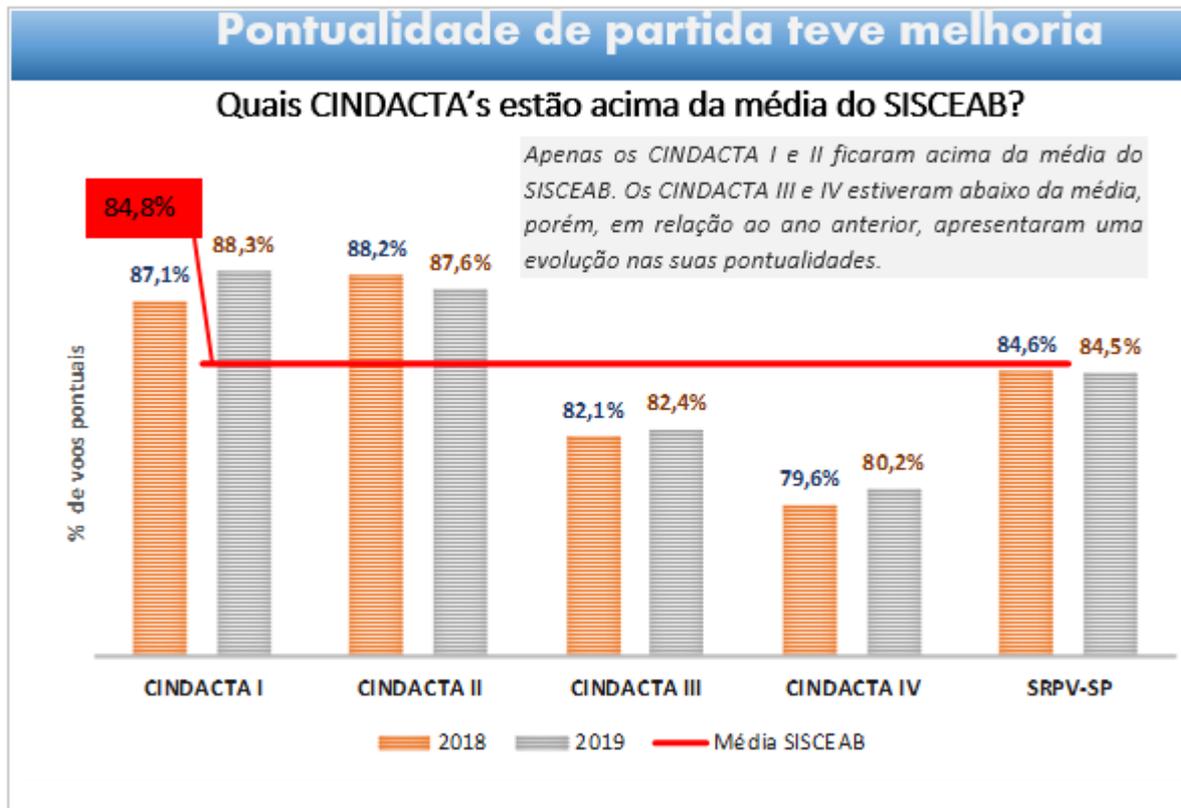


Figura 33 - Puntualidad por regional en 2019 (opción 2).

Se debe destacar también que otra forma de presentar los datos es a través de un ranking de rendimiento entre los PSNA, que tienen características similares y, por tanto, pueden ser comparados.

La Figura 34 a continuación es un ejemplo de *ranking* de desempeño en términos de los aeropuertos más concurridos del país.

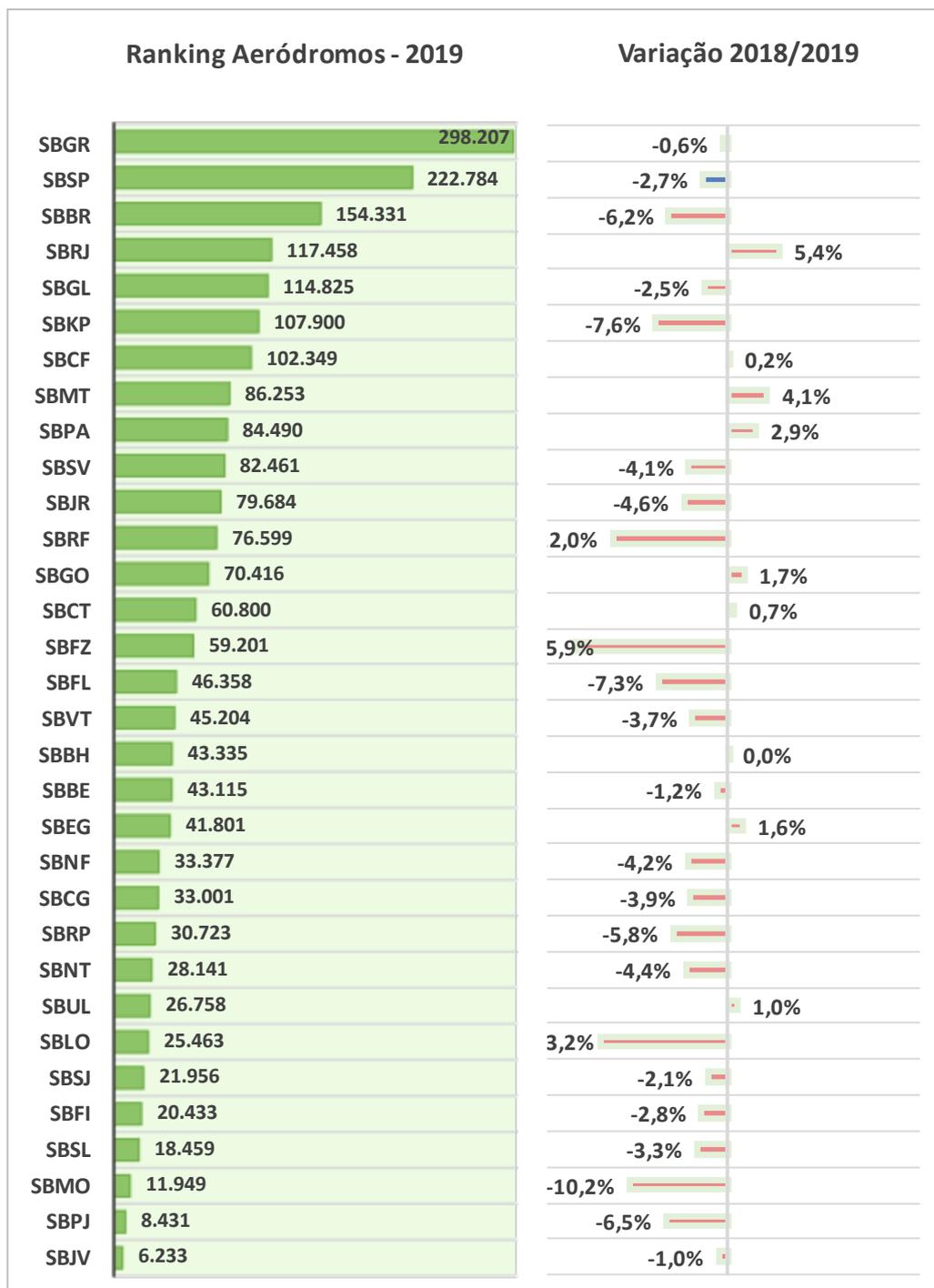


Figura 34 - Ranking de movimentos de aeródromo em 2019.

¿Cómo crear un informe de rendimiento operativo?

Un informe recoge de forma organizada el desarrollo operativo, ya sea del ACC, APP o TWR de una localidad en un periodo determinado. Ese informe debería tener capítulos esenciales como la introducción, el desarrollo, las conclusiones y la bibliografía. Además, antes de comenzar estos capítulos es necesario contener una tabla con la descripción del documento, resumen, siglas y abreviaturas, en este orden.

Se presenta un paso a paso para el desarrollo de cada capítulo:

PASO 1: INTRODUCCIÓN: Es necesario presentar un resumen de los objetivos del estudio y la metodología que se aplicó.

Se pueden incluir los siguientes temas:

- Acerca del informe
- Alcance del informe
- Origen de los datos
- KPA y KPI
- Meteorología
- Conceptualizaciones de indicadores ATM

PASO 2: DESARROLLO: Aquí es donde se encuentra el contenido del estudio realizado en cada localidad y los datos obtenidos.

Se pueden incluir los siguientes temas:

- Visión general TMA/ACC del estudio – Presenta un esquema del área geográfica (TMA/ACC) y aeródromos públicos y privados. Además de la sectorización y el mix de aeronaves que utilizan el espacio aéreo.
- Aeropuerto(s) – Aquí se puede hablar de las pistas, calles de rodaje y los principales tipos de aeronaves que operan en el aeropuerto.
- Información básica – Debe incluir información del área geográfica, número de ATCO total, operacional y no operativo de TWR y APP, número de sectores y número de aeródromos públicos y privados.
- Características del ATCO – Contiene información de la efectividad de las dependencias (TWR, APP) según el índice de operatividad, tiempo de experiencia, nivel de inglés etc.

- Evolución del tránsito – Describe la evolución del tránsito, los movimientos totales de la aviación general, comercial y militar.
- Variabilidad del tránsito – Presenta la variación de los movimientos en relación a los días de la semana, mes y año.
- Meteorología – Contiene información meteorológica típica de la región.
- Indicadores ATM – Aquí es donde cada indicador estudiado se presenta con sus resultados y discusiones.

PASO 3: CONCLUSIONES: En las conclusiones se debe hacer un cierre de las principales ideas desarrolladas durante el estudio, sin presentar nuevos hechos.

PASO 4: REFERENCIAS: Debe contener todo lo que se consultó durante la preparación del informe.

En el portal de performance de DECEA (Figura 35) se puede encontrar algunos informes que fueron preparados de acuerdo a este modelo, que pueden servir de ejemplo y futuras consultas. (URL: <https://performance.decea.mil.br>)

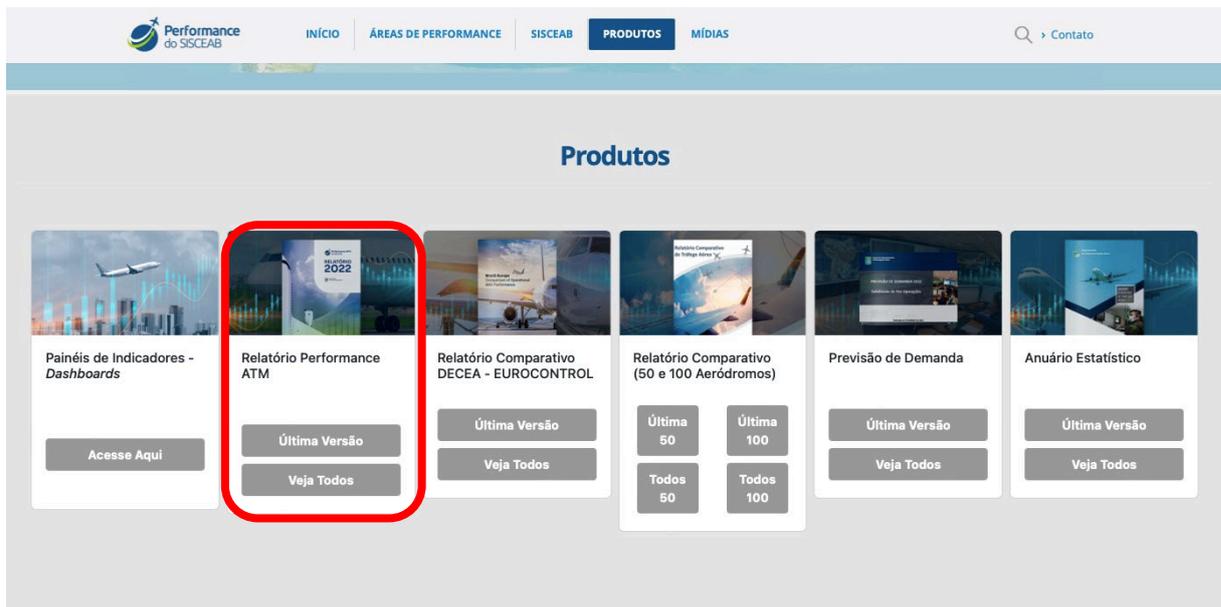


Figura 35 - Consulta de informes de rendimiento DECEA.

Bibliografía

- Caldeira, J. (2012). *100 Indicadores da Gestão: Key Performance Indicators*. Actual.
- DECEA. (2020). MCA 100-22: METODOLOGIA DE INDICADORES ATM DO SISCEAB.
- Francischini, A. S., & Francischini, P. G. (2017). *Indicadores de Desempenho: Dos objetivos à ação - Métodos para elaborar KPIs e obter resultados*. Rio de Janeiro: Alta Books.
- ICAO. (2009). *Manual on Global Performance of the Air Navigation System (Doc 9883)*.
- ICAO. (2020a). *Portal GANP*. Acesso em 29 de outubro de 2020, disponível em Global Air Navigation Plan: <https://www4.icao.int/ganpportal/>
- ICAO. (2020b). *Effects of Novel Coronavirus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis. Air Transport Bureau*. Montreal, Canadá. Fonte: https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO_Coronavirus_Econ_Impact.pdf
- ICAO. (s.d.). *Daily Flights/New Covid cases by origin - destination countries*. Acesso em 09 de outubro de 2020, disponível em <https://data.icao.int/coVID-19/country-pair.htm>
- Knaflic, C. N. (2018). *Storytelling com dados: um guia sobre visualização de dados para profissionais de negócios*. Alta Books.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2016). *Data Science para Negócios: O que você precisa saber sobre mineração de dados e pensamento analítico de dados*.
- Uchoa, C. E. (2013). *Elaboração de indicadores de desempenho institucional*. (ENAP), p. 36.