



## Enfoque jerárquico para la gestión de operaciones aeroportuarias

### *Hierarchical approach for airport operations management*

*Lisandra Pérez-Herrera*<sup>I</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-7021-7518>

*Carlos Daniel Díaz-Tejeda*<sup>I</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-9426-6392>

*Tania Pérez-Contino*<sup>II</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-2389-7231>

*Rafael Agustín Ramos-Gómez*<sup>I</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-4046-7038>

<sup>I</sup> Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, UCLV. Villa Clara, Cuba.

E-mail: [lpherrea@uclv.cu](mailto:lpherrea@uclv.cu), [cadtejeda@uclv.cu](mailto:cadtejeda@uclv.cu), [rafaelrg@uclv.edu.cu](mailto:rafaelrg@uclv.edu.cu)

<sup>II</sup> Aeropuerto Internacional Abel Santamaría Cuadrado. Villa Clara, Cuba.

E-mail: [tania@snu.ecasa.avianet.cu](mailto:tania@snu.ecasa.avianet.cu)

Recibido: 26 de noviembre del 2020.

Aprobado: 31 de mayo del 2021.

#### RESUMEN

En el presente artículo se persigue como objetivo elaborar un procedimiento para la gestión de operaciones vincule adecuadamente todos los niveles de decisión a la gestión de las entidades aeroportuarias y su aplicación en el aeropuerto internacional Abel Santamaría Cuadrado. Se parte del análisis de las exigencias técnico-organizativas, al considerar la medida en que la función de operaciones responde a los clientes y se adapta al entorno, por lo que se considera como un análisis hacia afuera. Por otro lado, los principios de organización de la producción miden la medida en que la función de operaciones se encuentra organizada para dar respuesta a las necesidades de los clientes, por lo cual se considera como un análisis hacia adentro. La herramienta considera la búsqueda completa del estado actual de la función de operaciones analizada como principales aportes se considera la elaboración de mejoras y definición de indicadores de control según el enfoque jerárquico de la planeación.

**Palabras claves:** gestión de operaciones aeroportuarias, enfoque jerárquico, función de operaciones, indicadores de control.

## **ABSTRACT**

*This article has as objective to elaborate a procedure for the management of operations that allow properly linking all decision levels to the management of airport entities and their application in the international airport Abel Santamaria Cuadrado. Starts from the analysis of technical-organizational requirements, considering the extent to which the operations function responds to customers and adapts to the environment, seeing it as an outward analysis. On the other hand, the principles of production organization measure the extent to which the operations function responds customer needs, considering it an inward analysis. The tool reflects the complete search for the operations function current state, and the development of improvements and definition of control indicators according to the hierarchical approach turns out the main contributions.*

**Keywords:** *airport operations management, hierarchical approach, operations function, control indicators.*

## **I. INTRODUCCIÓN**

El transporte aéreo ha constituido por varias décadas un modo de transporte de creciente importancia y repercusión social. Según datos publicados en el reporte anual de la Organización de Aviación Civil Internacional aproximadamente 4,3 billones de pasajeros<sup>1</sup> utilizaron dicho medio en el año 2018 lo cual significa un aumento del 6,4% en relación al periodo previo. Lo anterior reafirma al sector como: uno de los de más rápido crecimiento en la economía mundial cuyo aumento explosivo constituye un desafío tanto para entidades propias del sector como para otras relacionadas [1].

La industria del transporte aéreo facilita la mayor parte de los viajes, las relaciones económicas y el comercio exterior mundial, haciendo posible conectar un país con la economía global [2]. En los inicios las infraestructuras aeroportuarias operaban como cualquier otro servicio público, lo cual derivó en una creciente competición entre aerolíneas. De manera similar, se han venido ampliando las opciones de los pasajeros con muchas más iniciativas para diseñar su viaje a partir del propio desarrollo del comercio electrónico [3].

En la actualidad, los aeropuertos deben competir entre sí para retener o conquistar sus clientes directos y, los operadores aéreos tanto de pasajeros como de carga, tienen significativamente más opciones de elegir en cuales operar [4]. Resulta un sector altamente dinámico y competitivo, y las empresas que lo forman han comenzado a explotar su faceta comercial, por ende, operando como un negocio con la obligación de generar ingresos en busca de acciones más eficientes [5; 6; 7]. Los estudios sobre la eficiencia en aeropuertos brindan información relevante para: académicos, políticos y decisores, asimismo favorecen a entes gubernamentales en la disposición de recursos para la realización de servicios aéreos [8].

Debido a la importancia que revierte la implementación de modelos de gestión más eficientes varios han sido los estudios que se proyectan en la búsqueda de novedosas formas para medir el desempeño de las entidades aeroportuarias [9]. En el proceso de medición se han definido diferentes variables que van desde el tamaño de los aeropuertos y sus conexiones de las terminales con los posibles destinos hasta las facilidades de pago que se le ofrecen a los usuarios [10; 11; 12]. De manera similar, otras se enfocan en los efectos que tiene la actividad a niveles de mayor afectación que impactan en la sostenibilidad de la propia actividad [2; 13; 14].

Por otro lado, el flujo irregular en terminales aéreas se considera un reto para los decisores sobre lo cual se han realizado investigaciones para decidir sobre la cantidad de servicios a brindar [15; 16], la asignación de trabajadores en dependencia del nivel de actividad así como situaciones de reasignación de recursos [17; 18]. En adición se han indagado sobre el efecto de los patrones de arribo en las operaciones de terminales internacionales y en el comportamiento de los pasajeros dentro de las instalaciones aéreas para identificar áreas de mayor congestión [19; 20]. Sin embargo, en la literatura no se evidencian estudios donde se realice un análisis de la gestión aeroportuaria que

---

<sup>1</sup> Recuperado del sitio oficial de la Organización de Aviación Civil Internacional:  
<https://www.icao.int/annual-report-2018/Pages/the-world-of-air-transport-in-2018.aspx>

## **Enfoque jerárquico para la gestión de operaciones aeroportuarias**

contemple decisiones de los diferentes niveles jerárquicos en una sola herramienta para entidades del sector.

En Cuba, el desarrollo acelerado del turismo en los últimos años ha propiciado el crecimiento de la gestión y manejos de aeropuertos como soporte fundamental de la actividad turística. La Empresa Cubana de Aeropuertos y Servicios Aeronáuticos S. A. (ECASA) se crea con el objetivo de asegurar los servicios aeroportuarios, aeronáuticos y de aprovisionamiento de combustibles a las líneas aéreas; en coherencia con los mayores estándares de calidad de los servicios del área del Caribe. En territorio nacional, operan 12 aeropuertos internacionales con mayor relevancia los ubicados en: La Habana y Varadero encargados del recibir cerca del 70 % de las llegadas internacionales. Del resto destaca el aeropuerto internacional **Abel Santamaría Cuadrado** como objeto de estudio siendo considerado el tercer aeropuerto en importancia del país por el movimiento de aeronaves y pasajeros.

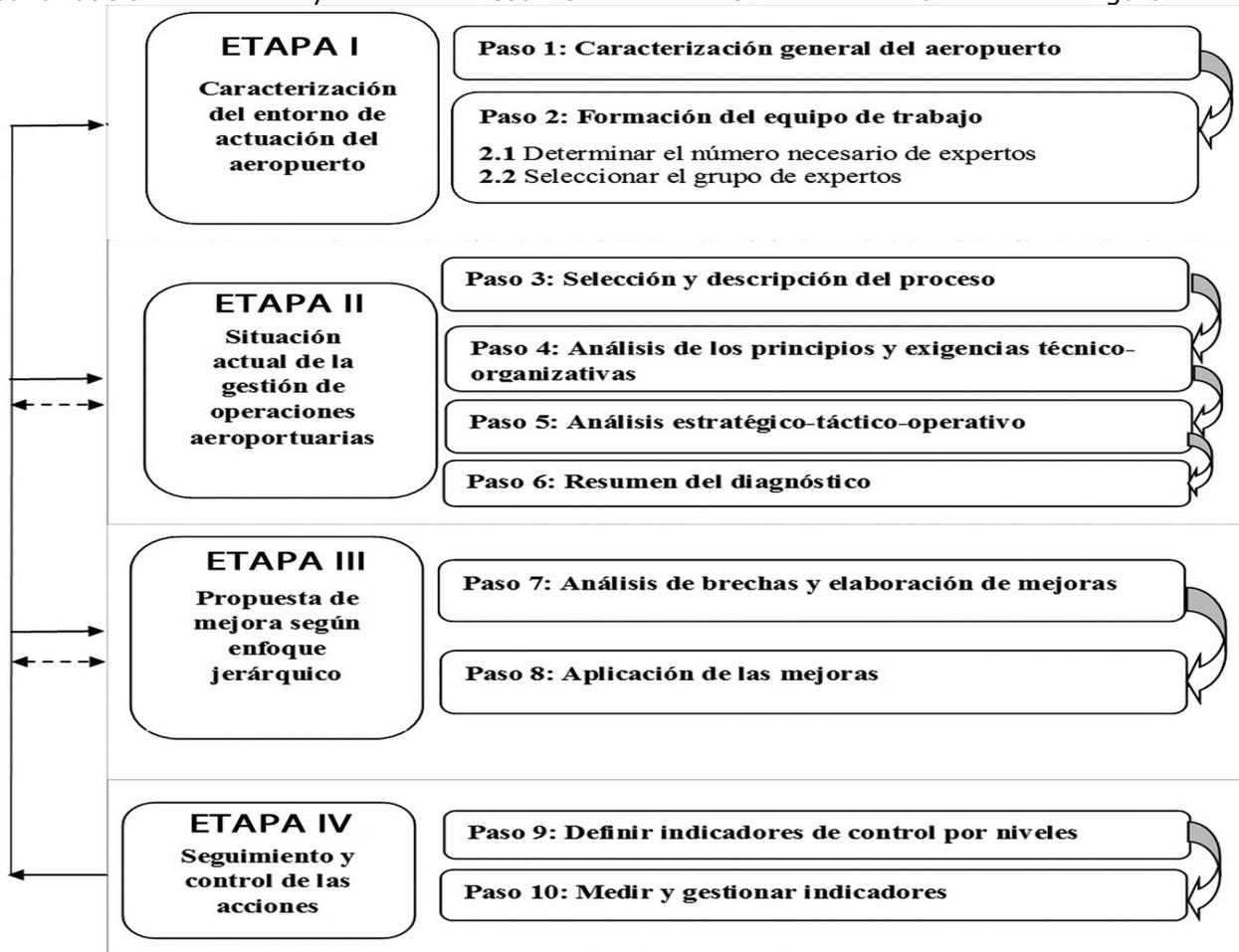
A pesar de la creciente importancia del aeropuerto objeto de estudio, su capacidad tanto en el lado aire como en el lado tierra es limitada. Es considerado uno de los aeropuertos más colapsado de la red nacional atendiendo a la relación entre el movimiento de pasajeros y aeronaves y capacidad estructural de terminal y rampa respectivamente. Se espera que estas capacidades estructurales queden resueltas con el plan maestro de desarrollo que se pondrá en vigor a partir del año 2025, pero para operar hasta ese periodo con el máximo de eficiencia y sin afectar la calidad del servicio es preciso tomar medidas organizativas que delimiten el modo de actuación desde el equipo de dirección hasta los operarios directos para la atención a aeronaves y pasajeros. Por consiguiente, se persigue como objetivo de la investigación elaborar un procedimiento para la gestión de operaciones que permita vincular adecuadamente todos los niveles de decisión a la gestión de las entidades aeroportuarias y su aplicación en el aeropuerto internacional **Abel Santamaría Cuadrado**.

## **II. MÉTODOS**

Para alcanzar el objetivo propuesto se utilizaron un conjunto de métodos y herramientas como el análisis y síntesis, métodos de trabajo en grupo, análisis documental y criterio de especialistas.

El procedimiento para facilitar y mejorar la toma de decisiones de las operaciones aeroportuarias se basa en cuatro etapas, las cuales establecen a su vez un total de diez pasos como se describe a

continuación y resume en la figura 1.



**Fig. 1.** Procedimiento general para la gestión de operaciones aeroportuarias

**Paso 1: Caracterización general del aeropuerto**

Para la ejecución de este paso se emplearán técnicas de recopilación y análisis de datos, organigramas, observación directa, entrevistas, entre otros. Algunos de los elementos más importantes que deben ser estudiados son los siguientes: nombre de la empresa, misión, visión, principales clientes, principales proveedores, principales procesos, estructura organizativa de dirección, impacto social que genera, posición en el mercado, competidores potenciales, sistemas de calidad que se aplican, e impacto ambiental de la organización.

**Paso 2: Formación del equipo de trabajo**

En este paso se conforma el equipo de trabajo interdisciplinario para realizar todos los análisis que requieran dinámicas grupales el cual tendrá como función la aplicación de la metodología. Se parte del cálculo del número necesario de expertos y luego se procede a la selección de las personas que lo conformarán.

**Paso 3: Selección y descripción del proceso**

La descripción es un apartado muy importante puesto que siempre es necesario proporcionar una descripción detallada de cada alternativa del proceso y especialmente de las principales condiciones o peculiaridades que presenta. Así como de sus ventajas e inconvenientes técnicos y de las implicaciones de toda índole: económicas (capital fijo y costos de operación), medioambientales, de seguridad, de complejidad de diseño, de control del proceso que implicará su desarrollo. Describir un proceso requiere de exponer de manera ordenada las fases del mismo. Debe indicarse qué sucede en cada etapa y cómo sucede.

## Enfoque jerárquico para la gestión de operaciones aeroportuarias

### Paso 4: Análisis de los principios y exigencias técnico-organizativas

Varias de las definiciones y fórmulas propuestas por Ramos-Gómez (2020) serán empleadas para el análisis de los elementos definidos en este paso [21].

#### Exigencias técnico-organizativas

Toda empresa es componente de un sistema mucho más amplio y por consiguiente debe ser competitiva dentro de este. Por tal motivo debe analizarse un conjunto de exigencias técnico-organizativas, que se explican a continuación:

#### Capacidad de reacción

Esta exigencia se vincula a los plazos de entrega de los pedidos, evaluando cuán rápido reacciona la entidad eficientemente ante los cambios de cantidad, surtido y recursos. En el caso de un aeropuerto internacional, la capacidad de reacción se define como la capacidad del sistema para responder a las operaciones de sus clientes con efectividad. Bajo estas condiciones el servicio a las aeronaves es el cuello de botella y punto limitante de la operación, el cual se rige por parámetros internacionales que prevén el Tiempo de Permanencia en Tierra (TPT) de cada aeronave en función del porte de la misma, como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** TPT requerido según tipo de aeronave

Aeronaves de pequeño porte (expresión 2)	1 hora
Aeronaves de mediano porte (expresión 2)	1 hora
Aeronaves de gran porte (expresión 4)	2 horas

**Fuente:** Elaboración propia a partir de [22].

Este TPT se considera como la Capacidad de Reacción Planificada (C<sub>rp</sub>) para la entidad, analizando entonces la Capacidad de Reacción Real (C<sub>rr</sub>) como la capacidad que posee la institución de responder a esta exigencia con efectividad. Si la entidad logra recuperarle tiempo a la compañía aérea la C<sub>rp</sub>>C<sub>rr</sub>, lo cual indicaría un desempeño excelente, sin embargo, si no responde a esta exigencia en el tiempo establecido se produce una demora y la C<sub>rp</sub><C<sub>rr</sub>, lo cual implica una deficiencia que debe ser analizada y corregida, al mismo tiempo que se considera como una demora imputable para el aeropuerto. Si la C<sub>rp</sub>=C<sub>rr</sub>, el desempeño es el adecuado.

Por tanto, la C<sub>rr</sub>, se calcularía en función de estos parámetros y quedaría de la ecuación 1, 2 y 3:

$$C_{rr} = 1 - Tr \quad (1)$$

$$Tr = \frac{\sum_{i=1}^N (TRd - TRa)}{N} \quad (2)$$

$$C_{rr} = 2 - Tr \quad (3)$$

Donde:

Tr: Tiempo recuperado a la compañía (expresión 3 en horas).

TRd: Hora real de despegue.

TRa: Hora real de arribo.

N: Cantidad de vuelos en el período.

### **Flexibilidad**

Es el grado en que la organización y la tecnología permiten llevar a cabo el proceso de producción ante las diversas afectaciones que se presentan. Para los efectos de esta investigación se analizará la flexibilidad de la fuerza de trabajo (expresión 4) referida a la atención a una aeronave.

$$FFT = \frac{\sum_{i=1}^N \left(1 - \frac{1}{FTfi}\right) Wi}{N Wmáx} \quad (4)$$

Donde:

$FT_{fi}$ : Cantidad de obreros que pueden atender el puesto  $i$ .

$W_i$ : Índice de importancia del puesto  $i$  fijado por el especialista.

$N$ : Cantidad de puestos.

$W_{máx}$ : Máximo índice de importancia.

### **Fiabilidad**

Es la probabilidad de funcionamiento del proceso durante un tiempo determinado sin interrupciones o afectaciones en los: surtidos, volumen, costos, calidad, plazos de entrega y otros. En el caso del aeropuerto es necesario analizar la cantidad de vuelos en tiempo, el total de vuelos en un periodo definido y el número de demoras imputables al aeropuerto. De esta última variable es preciso señalar que son aquellas demoras en las que incurre una aeronave respecto al itinerario fijado, por cuestiones inherentes a la gestión aeroportuaria y en consecuencia se penaliza económicamente a la entidad. En la determinación de la fiabilidad se utiliza la expresión 5, mientras más cercano a 1 sea el valor mejor será la fiabilidad.

$$F = \left(\frac{CV}{T}\right) * (1 - DA/T) \quad (5)$$

Donde:

$CV$ : Cantidad de vuelos dentro del plazo.

$DA$ : Demoras imputables al aeropuerto.

$T$ : Total de vuelos.

### **Estabilidad**

Es la capacidad del sistema de compensar y/o eliminar las perturbaciones en su funcionamiento, sin necesidad de la intervención de los órganos superiores. Se valora sobre la base del comportamiento de los principales indicadores de eficiencia y en este caso sobre el comportamiento de los ingresos del aeropuerto referidos a operaciones, la exigencia se calcula utilizando la expresión 6.

$$Es = 1 - \frac{s}{\bar{x}} \quad (6)$$

Donde:

$s$ : Desviación típica muestral.

$\bar{x}$ : Promedio del indicador que se analiza.

### **Dinámica del rendimiento**

La organización debe permitir, por un lado, garantizar una elevación sistemática de la eficiencia en la prestación de sus servicios y la competitividad. Por otro lado permitir la elevación del contenido de la

## Enfoque jerárquico para la gestión de operaciones aeroportuarias

labor de los trabajadores, el máximo despliegue de sus iniciativas y lograr una activa participación de los mismos en la gestión de las operaciones.

### Principios de la organización de la producción

Generalmente, a los efectos de un diagnóstico, resulta suficiente el análisis de los principios básicos, estos principios también fueron adaptados a las particularidades del sistema aeroportuario según fue preciso. Los mismos se muestran a continuación:

#### Proporcionalidad

La proporcionalidad caracteriza la necesidad de que exista una plena correspondencia entre las capacidades productivas de todos los eslabones conectados según la ruta tecnológica. En consecuencia, este principio plantea la necesidad de evitar desproporciones o cuellos de botella entre los diferentes eslabones de un proceso de producción o servicios. El coeficiente de proporcionalidad ( $K_p$ ) puede ser cuantificado a través de la expresión 7.

$$K_p = 100 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_{\max} - X_i) * 100}{n * X_{\max}} \quad (7)$$

Donde:

$X_i$ : Porcentaje de utilización del puesto  $i$ .

$X_{\max}$ : Porcentaje de utilización del puesto más utilizado.

$N$ : Número total de puestos.

#### Continuidad

Este principio refleja directamente que el flujo del objeto de trabajo en el transcurso de todo el proceso de producción (para este caso, servicio) ocurra sin interrupciones, así como la utilización adecuada de los medios y la fuerza de trabajo. Para cuantificar el coeficiente de continuidad del objeto de trabajo ( $K_{co}$ ) se utiliza la expresión 8. Fue necesario realizar adaptaciones a la misma como el uso de los TPT reglamentados y el tiempo que realmente permanece el avión en tierra (TRPT).

$$K_{co} = \frac{TRPT}{TPT} \quad (8)$$

#### Ritmicidad

La ritmicidad ( $K_r$ ) expresa la necesidad de determinada regularidad en el trabajo del sistema, o sea, un carácter rítmico en el flujo productivo. Para su análisis se utiliza la expresión 9, referida a los ingresos planificados y reales del periodo.

$$K_r = \frac{\sum_{i=1}^n P_{rti}}{\sum_{i=1}^n P_{pi}} \quad (9)$$

Donde:

Prti: Ingresos reales en el período i.

Ppi: Ingresos planificadas en el período i.

### **Paso 5: Análisis estratégico-táctico-operativo**

Se propone el análisis de los distintos niveles de decisión para determinar el estado actual de la gestión de operaciones en el aeropuerto. Esto sentará las bases para la propuesta de mejoras al proceso analizado.

El análisis estratégico incluye las actividades propias de análisis y de planificación de la función de operaciones. La actividad consiste en planificar, de manera informada y precisa, las acciones que deben emprenderse para alcanzar los objetivos deseados, incluido dentro del análisis estratégico general. Para realizar el análisis tanto en el nivel estratégico, táctico como operativo se basa en una serie de preguntas las cuales serán respondidas con el fin de conocer el comportamiento de los niveles de decisión y realizar comparaciones entre ellos para así establecer semejanzas y diferencias. Una particularidad del análisis estratégico es la valoración de los principales factores externos e internos que inciden en la actividad, los cuales se plantean mediante la elaboración de la matriz DAFO que, en este caso, debe partir del diagnóstico estratégico de la organización. Con esta herramienta de diagnóstico se pretenden identificar, mediante sus principales fortalezas y debilidades, amenazas y oportunidades, la influencia de los factores externos e internos. Por otra parte, el análisis táctico se extiende a mediano plazo y establece las medidas específicas necesarias para implementar el plan estratégico de la empresa. Los planes tácticos describen lo que una empresa tiene que hacer, el orden de los pasos necesarios para llevar a cabo esas tareas y el personal y las herramientas necesarias para alcanzar los objetivos estratégicos de la organización. Mientras que el análisis operativo se centra en los productos y los servicios de una empresa y desarrolla planes para maximizar la cuota de mercado y desarrollar proyecciones financieras, en la producción, equipo, personal, inventario y proceso.

### **Paso 6: Resumen del diagnóstico**

Un resumen es la mejor forma de dar a conocer los resultados de un análisis, debido a las ventajas que aporta su principal característica, la síntesis. Precisamente en este paso se realizará un cuadro donde se sinteticen los elementos fundamentales del análisis a los tres niveles, de forma tal que se aprecien las diferencias y similitudes entre ellos.

### **Paso 7: Análisis de brechas y elaboración de mejoras**

Primeramente, serán tomados como base los resultados obtenidos del diagnóstico de la situación actual de la gestión de las operaciones aeroportuarias. El análisis de brechas es una herramienta de análisis para comparar el estado y desempeño real de una organización, estado o situación en un momento dado, respecto a uno o más puntos de referencia.

### **Paso 8: Aplicación de las mejoras**

En este paso serán aplicadas las mejoras definidas en el paso anterior, con el objetivo de acercarse al estado deseado dentro de la gestión de operaciones aeroportuarias. Es condición determinante contar con la documentación adecuada; la capacitación, la disciplina y el buen funcionamiento de los flujos de información. Se requieren de la actualización periódica de las mejoras por las características variables e imprevisibles del sector aeroportuario.

### **Paso 9: Definición de indicadores de control**

Según Pérez-Contino (2011) los indicadores a medir estarán en estrecha relación con los objetivos diseñados para cada nivel de decisión con el que se trabaje). Para la selección de estos indicadores se deben tener en cuenta las características fundamentales de cada nivel de decisión, sus contenidos fundamentales y los límites de control fundamentales en cada caso.

Al buscar indicadores es preciso tener en cuenta la analogía de los tres niveles de decisión de la gestión de operaciones con la perspectiva del cuadro de mando. Donde se puede establecer en una estrategia de operación cualquier mecanismo de control que la literatura contenga, por lo que se propone para buscar los indicadores establecer una analogía con las perspectivas del cuadro de mando. Las perspectivas económica y cliente se relacionan más con el nivel estratégico por lo tanto los indicadores fundamentales a nivel estratégico estarán en función de los resultados económicos que quieran obtener o los resultados finales de la gestión de operaciones y de la satisfacción de los

## **Enfoque jerárquico para la gestión de operaciones aeroportuarias**

clientes. El nivel táctico y operativo se relaciona con las perspectivas de procesos internos, aprendizaje y crecimiento. Indistintamente los indicadores que sean globales y que necesiten que un conjunto de elementos funcionen correctamente para ellos tener un buen comportamiento corresponderán al nivel táctico mientras que los indicadores puntuales y más específicos se referirán al nivel operativo. Es por esto que se propone desde el punto de vista económico, construir indicadores que estén acorde a las principales metas económicas que tiene la unidad de operaciones tierra del aeropuerto, haciendo los análisis que corresponden pertinentes con respecto, por ejemplo, a los ingresos y los costos.

Analiza, además la satisfacción del cliente, teniendo en cuenta que dicho cliente puede ser tanto las compañías como los pasajeros. Es importante revisar los acuerdos con las compañías, los niveles de servicio adecuados, los servicios contratados con cada una de las aerolíneas, las exigencias de los pasajeros y su grado de satisfacción en general.

Basado en lo anterior, los indicadores para cada nivel quedan definidos de la forma siguiente.

**Estratégicos:** se proponen siete indicadores estratégicos, tales como:

-los ingresos generados por la actividad de *handling*.

-los costos asociados a *handling*.

-el nivel de representatividad de los ingresos de *handling* sobre la base del total de ingresos

-el nivel de satisfacción del cliente (pax internacional y tripulante, ambos se miden a partir de encuestas, propias de la entidad), la capacidad de reacción (expresión 1 y 2).

-el coeficiente ACILAC (*Airports Council International Latin America and Caribbean*) representa el índice de seguridad aeronáutica, debe tender a 0. Se calcula teniendo en cuenta la cantidad de incidentes sobre la base del movimiento de aeronaves.

**Tácticos:** se proponen cuatro indicadores tácticos como son el *On Time Performance* (OTP) describe el TPT de manera real ya que tiene establecido una cantidad de minutos específicos para cada una de las operaciones para mediano y gran porte, está más relacionado con el grupo de operaciones que se relacionan con la aeronave. La combinación de cada uno de los OTP de cada una de las operaciones da el TPT que debe ser menor o igual a una o dos horas en dependencia del porte del avión. El *Service level agreement* (SLAg) representa el acuerdo de nivel de servicio que se establece para cada compañía, especificaciones que cada aerolínea pide para la atención a sus aeronaves, debe tender a 0. Se calcula teniendo en cuenta la cantidad de incumplimientos de SLA sobre la base del total de compañías. Por último la estabilidad (expresión 6) y la dinámica de rendimiento definida anteriormente en el paso 4.

**Operativos:** se proponen cinco indicadores operativos como son SLAop (se refiere específicamente a los requisitos requeridos por cada una de las compañías en cada operación), el OTPop (duración de cada una de las operaciones), la flexibilidad de la fuerza de trabajo (expresión 4), el tiempo recuperado por aeronave (expresión 2) y la fiabilidad (expresión 5).

### **Paso 10: Medición y gestión de indicadores**

La gestión de los indicadores debe estar destinada a ayudar a los distintos niveles de decisión a coordinar las acciones, a fin de alcanzar los objetivos fijados a distintos plazos. Permite vigilar el progreso, corregir los errores, seguir los cambios del entorno y las repercusiones que estos producen en el avance de la organización. Debe facilitar el conocimiento de la brecha entre el estado actual del objeto de control y el que se desea alcanzar para así estudiar las causas, establecer soluciones, rediseñar, agregar o eliminar algún indicador y volver a valorar el estado y así sucesivamente, poniendo en práctica la mejora continua mediante la retroalimentación.

## **III. RESULTADOS**

Al aplicar el procedimiento descrito anteriormente se obtienen resultados que permiten la gestión de las operaciones aeroportuarias con un enfoque jerárquico en el aeropuerto internacional **Abel Santamaría Cuadrado**, específicamente la unidad de operaciones tierra. El mismo es seleccionado como objeto de estudio práctico, analizando el periodo noviembre 2018 hasta abril 2019 correspondiente a la temporada alta, los resultados por etapas se muestran a continuación.

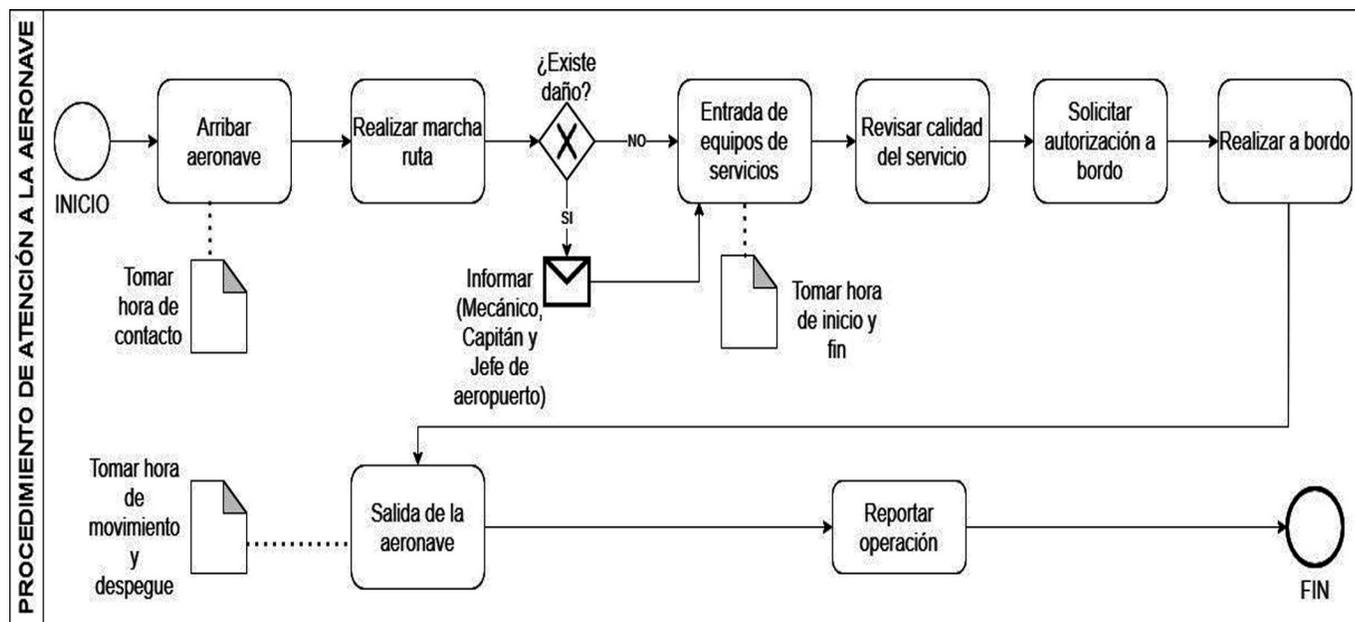
### **Etapas I: Caracterización e identificación del entorno de actuación del aeropuerto**

El aeropuerto en estudio es propiamente turístico, lo cual genera que sea una actividad estacional, esto quiere decir que se trabaja en dos temporadas. El horario de la entidad está en función de las operaciones, es decir de las temporadas y del cronograma de trabajo planificado previamente dada la cantidad de clientes que ingresarán y en qué momento lo harán. La entidad brinda servicios aeroportuarios y de venta de combustible. El proceso general de la entidad consiste en el servicio

que se le presta al pasajero que viaja a Cuba o sale del mismo por el aeropuerto en estudio y a las aeronaves que los transportan. En cuanto al paso de selección del equipo de trabajo, se definieron siete expertos teniendo en cuenta las competencias y requisitos necesarios para el estudio.

**Etapa II: Situación actual de la gestión de operaciones aeroportuarias**

El proceso de operaciones consiste en toda la atención que reciben la aeronave y el pasajero desde que arriban al aeropuerto hasta que se marchan, por lo que debe verse como un proceso complejo compuesto por varias operaciones. Para el posterior desarrollo de los pasos 4 y 5, solo se tendrá en cuenta el proceso de operaciones que se encarga de la atención a la aeronave representado en la figura 2.



**Fig. 2.** Procedimiento para la atención de aeronaves.

El análisis de las exigencias y principios muestra que la entidad presenta una buena capacidad de reacción ante los cambios, es fiable, estable en cuanto los ingresos percibidos, su fuerza de trabajo es flexible, no existen interrupciones en las diferentes actividades que componen la atención a pasajeros y aeronaves y es estable y regular en la prestación de servicios.

Las diferencias más significativas entre los tres niveles de decisión están referidas al horizonte de tiempo, la complejidad de las decisiones, las actividades a controlar, el punto de partida para la toma de decisiones y la naturaleza de la información. El nivel táctico toma decisiones para un periodo de tres y seis meses, mientras que el operativo solamente para un mes, semanal y diario.

Las decisiones tomadas a nivel operativo son más complejas ya que incluyen decidir sobre inconvenientes de último momento y de ellas puede depender que un cliente se vaya satisfecho o no, mientras que el nivel táctico se enfoca en decisiones más planificadas y menos cambiantes. En cuanto a las actividades a controlar a nivel operativo se encarga del control a los servicios prestados a la aeronave y de la labor de cada trabajador y tácticamente se controlan todas las operaciones tierra. Para la toma de decisiones en el nivel operativo se utilizan estándares e informaciones del día a día que en su gran mayoría son transmitidas verbalmente y de la planificación e información interna mediante documentos informativos. Tácticamente se realizan estudios sobre el entorno de actuación que permiten conocer las condiciones externas que se presentan e influyen en la toma de decisiones, los demás aspectos se comportan de maneras similares como se muestra en la tabla 2.

## Enfoque jerárquico para la gestión de operaciones aeroportuarias

**Tabla 2.** Resumen del análisis por niveles de decisión

<b>Aspecto Nivel</b>	<b>Planificación Táctica</b>	<b>Planificación Operativa(mensual)</b>	<b>Planificación Operativa(diaria)</b>
<b>Horizonte temporal</b>	6 y 3 meses	Un mes	Diario
<b>Finalidad</b>	Establecer objetivos a medio plazo	Establecer objetivos a corto plazo	Establecer objetivos del día a día
<b>Nivel de dirección</b>	Dirección de unidad	Dirección departamental	Mandos medios
<b>Complejidad</b>	Menor complejidad	Compleja	Compleja
<b>Actividad a controlar</b>	Operaciones tierra	Supervisión de los vuelos y del cumplimiento de la labor de cada trabajador de operaciones	Supervisión de los servicios prestados a la aeronave
<b>Punto de partida</b>	Análisis del entorno	Planificación e información interna	Estándares de la organización e informes del día a día
<b>Contenido</b>	Específico	Específico	Específico
<b>Naturaleza de información</b>	Estudios sobre el entorno de actuación	Documentos informativos	Verbal
<b>Grado de predicción</b>	Medio	Medio	Medio
<b>Estructura de decisiones</b>	Programadas y no programadas	Programadas y no programadas	Programadas y no programadas

### **Etapas III: Propuesta de mejora según enfoque jerárquico**

Teniendo en cuenta el análisis de brechas y tomado como base los resultados obtenidos del diagnóstico de la situación actual de la gestión de las operaciones aeroportuarias se proponen las mejoras siguientes: Plan de mejoras y cronograma de implementación para las debilidades encontradas en el análisis estratégico. Mapa de asistencia decisional teniendo en cuenta los niveles del enfoque jerárquico, que se observa en la figura 3.

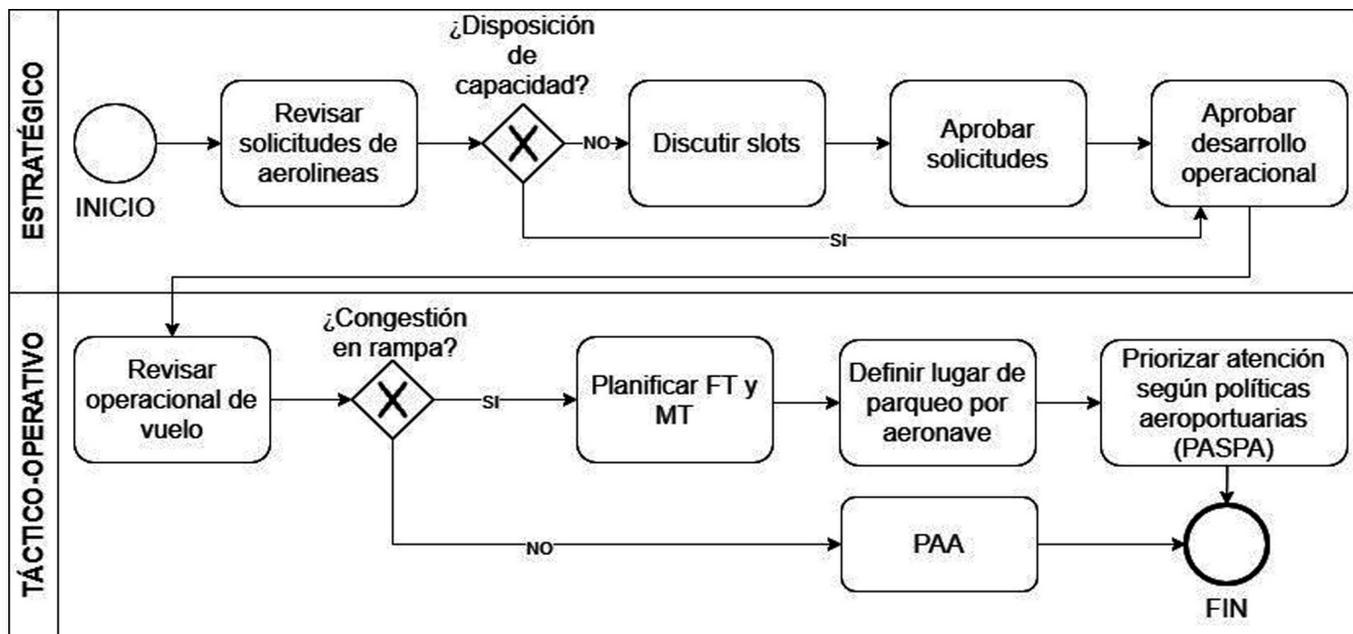


Fig. 3. Mapa de asistencia decisional

El objetivo del mapa es facilitar la toma de decisiones en situaciones normales y no programadas como es el caso de la congestión en rampa. El mapa debe ser ubicado en algún mural o lugar visible del departamento de operaciones. Para complementar el mismo es necesario tener en cuenta el mapa del procedimiento de atención a la aeronave que se muestra en la figura 2, identificado en la figura con las siglas PAA, el cual fue elaborado a partir de documentos de la entidad. Así como la guía de políticas aeroportuarias. Es necesario destacar que las decisiones de la Fuerza de Trabajo (FT) y de los Materiales de Trabajo (MT) variarán según los horizontes de tiempo analizados para cada nivel en el paso 5.

La guía de políticas aeroportuarias para dar prioridad en la atención a las aeronaves, en caso de que exista congestión en rampa, la asistencia en tierra de las aeronaves se realizará teniendo en cuenta un orden de prioridad. Primeramente, las aeronaves con emergencia médica o técnica (según el nivel de la emergencia) y luego según itinerario (según reglas de despacho FIFO, *first input, first out put*, por sus siglas en inglés con excepción de los que entran fuera de itinerario).

La capacidad máxima de aviones en rampa que tiene el aeropuerto hasta el momento de la investigación, es de cinco aeronaves, de estas solo tres pueden ser de gran porte y el resto de mediano o pequeño porte. Se cuenta con el personal y equipos necesarios para atender a tres aeronaves en el mismo momento. Cuando la cantidad de aviones supere este número, o sea un cuarto o quinto avión, serán atendidos teniendo en cuenta la disponibilidad que vaya teniendo el personal y los equipos especiales que se encuentren activos. Es necesario considerar la limitada capacidad de la terminal para atender a los pasajeros. Las decisiones anteriores solo pueden ser tomadas por el jefe de operaciones y se dan con mayor frecuencia durante la temporada alta.

Para aplicar las mejoras se cuenta con un personal altamente comprometido y calificado, consciente a su vez de la necesidad de trabajar en conjunto para acercarse al estado deseado dentro de la gestión de operaciones aeroportuarias. Por otra parte, este paso contribuye a elevar el prestigio del aeropuerto de forma general.

#### **Etapas IV: Seguimiento y control de las acciones.**

Partiendo del análisis de las etapas anteriores, en la última etapa se definen indicadores para cada nivel, que se refleja de resumidamente en la tabla 3, los cuales constituyen una forma eficiente de seguimiento y control en la gestión de las operaciones aeroportuarias.

## Enfoque jerárquico para la gestión de operaciones aeroportuarias

**Tabla 3.** Medición de los indicadores propuestos

Indicador	Valor
Ingresos generados por la actividad de handling.	9279
Nivel de representatividad de los ingresos de handling en el total de ingresos de la UEB.	39%
Nivel de satisfacción del cliente (tripulante)	100%
Nivel de satisfacción del cliente (pax internacional)	98,12%
Capacidad de reacción.	42,294 minutos para pequeño y mediano porte y 104,292 minutos para gran porte
Coeficiente ACILAC	0
OTP	43 minutos
SLAg	0
Estabilidad	0,87
SLAop	0
OTP op	Colocación de pasarela: 3 min/ Desembarque de pasajeros: 8 min/ Embarque de pasajeros: 17 min/ Espera por el ultimo pasajero: 3 min/ Suministro de combustible: 18 min/ Agua potable: 5 min/ Aguas residuales: 10 min/ Limpieza de la cabina: 10 min/ Catering: 10 min/ Carga y descarga de equipaje: 30 min/ Búsqueda de maleta: 3 min/Push-back: 2 min
Flexibilidad de la fuerza de trabajo	0,67
Tiempo recuperado por aeronave	17,706 minutos para pequeño y mediano porte 15,708 minutos para gran porte
Fiabilidad	0,98

El análisis de las exigencias y principios en la etapa II evidencia que la entidad es fiable, estable y regular en la prestación de servicios; es estable en cuanto los ingresos percibidos y la fuerza de trabajo flexible. Mientras que las principales diferencias encontradas en cuanto a su funcionamiento, están relacionadas a su horizonte de tiempo, la complejidad de las decisiones, las actividades a controlar, la naturaleza y punto de partida de la información.

#### **IV. DISCUSIÓN**

Se detectó la necesidad de contar con una herramienta de gestión que evite tomar decisiones de forma empírica e implique un claro entendimiento de la gestión operativa y del impacto que estas provocan en la eficiencia de las operaciones y en la estrategia de la empresa. Los resultados obtenidos con la aplicación del procedimiento muestran las deficiencias de las operaciones aeroportuarias en el lado tierra.

El procedimiento constituye un nuevo instrumento diseñado específicamente para el entorno aeroportuario y su aplicación permite un mejor desempeño de la gestión de operaciones en este tipo de servicios. Teniendo en cuenta la elaboración de mejoras y definición de indicadores de control según el enfoque jerárquico de la planeación. Dichos elementos no estaban presentes de forma

integrada en el análisis de los antecedentes para el diseño de la herramienta; en el cual, por una parte fueron estudiados modelos vinculados al análisis del área de operaciones en empresas de servicios, y solo dos de ellos, relacionados con el sector aeroportuario [21; 24; 25; 26]. Por otra parte, se analizaron varios que tratan el enfoque jerárquico en los cuales no se logra la integración de los niveles estratégico, táctico y operativo [27; 28; 29]. Cada una de estas filosofías tiene sus condiciones específicas de aplicación, pero se tomaron como base, aquellos elementos de ellas que mejor se ajustaban a las particularidades del aeropuerto objeto de estudio.

Finalmente, la herramienta diseñada garantiza la mejora continua en la organización a través de la retroalimentación sistemática para lograr una serie de cambios pequeños e incrementales. Contribuye al desarrollo de la capacidad de aprendizaje de la organización y además permite detectar errores cometidos para su posterior erradicación. En adición, se utilizó el enfoque de Regales-Cristóbal (2015) quien define cinco modelos principales para la gestión aeroportuaria, dos de los cuales "aeropuertos bajo pleno control administrativo" y "gestión a través de entes públicos dotados de personalidad jurídica propia" se enfocan a un mayor control administrativo por parte del estado [30]. Dicha concepción se tomó como base en busca de metodologías útiles para su puesta en práctica en entidades internacionales pertenecientes a ECASA para operar con el máximo de eficiencia y sin afectar la calidad del servicio.

## **V. CONCLUSIONES**

1. El procedimiento propuesto consta de cuatro etapas y diez pasos, que consideran la búsqueda completa del estado actual de la función de operaciones analizada, y como principales aportes se reconoce la elaboración de mejoras y definición de indicadores de control según el enfoque jerárquico de la planeación.
2. Los resultados obtenidos revelan una buena capacidad de reacción ante los cambios. Se demuestra que la entidad logra recuperar tiempo a las compañías, a pesar de los imprevistos que puedan ocurrir, lo cual permite que el número de demoras relacionadas al aeropuerto sean las mínimas. La fuerza de trabajo es flexible, no existen interrupciones en las diferentes actividades que componen la atención a pasajeros y aeronaves con un nivel de satisfacción por encima del 98 %.
3. El resultado de la fiabilidad se encuentra próximo al máximo valor favorable. Esto demuestra que el aeropuerto es capaz de cumplir con las exigencias de los clientes, siendo la mayor parte de las demoras no imputables.
4. La aplicación de la herramienta en la entidad de estudio contribuye a la normalización y registro de medidas y soluciones a problemas que, aunque no siempre son percibidos por los clientes e incluso algunas áreas del aeropuerto, afectan el desempeño de los gestores del aeropuerto, para garantizar los requisitos exigidos por los clientes (aerolíneas y pasajeros).

## **VI. REFERENCIAS**

1. Wang, Y., Zhan J., Xu X., Li L., Chen P. & Hansen M. Measuring the resilience of an airport network. *Chinese Journal of Aeronautics*. 2019; 28. ISSN 1000-9361.
2. Dimitriou D. & Sartzetaki M. Assessing air transport socio-economic footprint. *International Journal of Transportation Science and Technology*. 2018. ISSN 2046-0430.
3. Moreno-Izquierdo L., Ramón-Rodríguez A. & Perles Ribes J. The impact of the internet on the pricing strategies of the European low cost airlines. *European Journal of Operational Research*. 2015; 246(2):651-60. ISSN 0377-2217.
4. Díaz-Olariaga O. E. Competencia aeroportuaria, marco general de análisis. *Dimensión Empresarial*. 2019; 17(1). ISSN 2322-956X.
5. Lieshout R., Malighetti P., Redondi R. & Burghouwt G. The competitive landscape of air transport in Europe. *Journal of Transport Geography*. 2015. ISSN 0966-6923.
6. Socorro M. P., Betancor O. & Rus G. Feasibility and desirability of airport competition: The role of product substitutability and airlines' nationality. *Journal of Air Transport Management* 2017. ISSN 0969-6997.
7. Pires H.M. & Fernandes E. Indebtedness and bankruptcy costs in the airline industry. *International Journal of Aviation Management*. 2016; 3:105-24. ISSN: 1755-991X.

## **Enfoque jerárquico para la gestión de operaciones aeroportuarias**

8. Carlucci F., Cirà A. & Coccorese P. Measuring and Explaining Airport Efficiency and Sustainability: Evidence from Italy. *Sustainability*. 2018; 10(2):1-17.ISSN 2071-1050.
9. Bezerra G. C. L. & Gomes C. F. Performance measurement in airport settings: a systematic literature review. *Benchmarking: An International Journal*. 2016; 23(4):1027-50. ISSN 1463-5771.
10. Liu D. Measuring aeronautical service efficiency and commercial service efficiency of East Asia airport companies: an application of Network Data Envelopment Analysis. *Journal of Air Transport Management*. 2016; 52:11-22.ISSN 0969-6997.
11. Fragoudaki A. & Giokas D. Airport performance in a tourism receiving country: Evidence from Greece. *Journal of Air Transport Management*. 2016; 52(C):80-9.ISSN 0969-6997.
12. Zou B., Kafle N., Chang Y.-T. & Park K. US airport financial reform and its implications for airport efficiency: An exploratory investigation. *Journal of Air Transport Management*. 2015; 47(C):66-78.ISSN 0969-6997.
13. Dimitriou D., Mourmouris J. & Sartzetaki M. Quantification of the air transport industry socio-economic impact on regions heavily depended on tourism. *Transportation Research Procedia*. 2017; 25:5242-54.ISSN 2352-1465.
14. Dimitriou D. & Sartzetaki M. Social Dimension of Air Transport Sustainable Development. *International Journal of Business, Human and Social Sciences*. 2018; 12(4):568-71.ISSN 2517-9411.
15. Solak S., Clarke J.-P. B. & Johnson E. L. Airport terminal capacity planning. *Transportation Research Part B: Methodological*. 2009; 43(6):659-76.ISSN 0191-2615.
16. Neufville R. D. & Odoni A. R. *Airport Systems: Planning, Design, and Management*. New York: McGraw-Hill Education; 2013.ISBN 978-0-07-177058-3
17. Alodhaibi S. S., Burdett R. L. & Yarlagadda P. K. A model to simulate passenger flow congestion in airport environment. *International Journal of Engineering and Technology*. 2018;7(4):6943-6.ISSN 2227-524X.
18. Alodhaibi S. S., Burdett R. L. & Yarlagadda P. K. A Framework for Sharing Staff between Outbound and Inbound Airport Processes. *Mathematics* 2020; 8:895-907. ISSN 2227-7390.
19. Alodhaibi S. S., Burdett R. L. & Yarlagadda P. K. Framework for airport outbound passenger flow modelling. *Procedia Engineering*. 2017; 174:1100-9.ISSN 1877-7058.
20. Yamada H., Ohori K., Iwao T., Kira A., Kamiyama N., Yoshida H., et al., editors. *Modeling and managing airport passenger flow under uncertainty: A case of fukuoka airport in Japan*. *Social Informatics - 9th International Conference, SocInfo*; 2017: Springer International Publishing. <https://kyushu-u.pure.elsevier.com/en/publications/modeling-and-managing-airport-passenger-flow-under-uncertainty-a->
21. Ramos-Gómez R. A. *Procedimiento para la mejora continua y el perfeccionamiento del sistema de planificación y control del servicio de reparación de motores. Aplicación al caso de la reparación de motores diesel*. [Tesis de doctorado]. Santa Clara Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2002.
22. ECASA. *Curso de tráfico y de operaciones aeroportuarias; Santa Clara: Aeropuerto internacional "Abel Santamaría Cuadrado"; 2010*.
23. Pérez-Contino T. *Modelo y procedimientos para medir el capital intelectual en empresas cubanas de proyecto*. [Tesis de doctorado]. Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2011.
24. Marqués-León M. *Modelo y procedimientos para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias del territorio matancero*. [Tesis de doctorado]. Matanzas: Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" 2013.
25. Wijnen R. A. A., Walker W. E. & Kwakkel J. H. Decision Support for Airport Strategic Planning. *Transportation Planning and Technology*. 2008; 31(1):11-34.ISSN: 1029-0354.
26. Zografos K, Madas M & Salouras Y. A Decision Support System for Total Airport Operations Management and Planning. *Journal of advanced transportation*. 2010; 47:170-89.ISSN: 2042-3195.
27. Nogueira-Rivera D. *Modelo conceptual y herramientas de apoyo para potenciar el control de gestión en las empresas cubanas*. [Tesis de doctorado]. Matanzas: Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos; 2002.
28. Ivanov D. An adaptive framework for aligning (re)planning decisions on supply chain strategy, design, tactics, and operations. *International Journal of Production Research*. 2010; 48(13):3999-4017.ISSN: 1366-588X.

29. Boada-Sánchez C. F. Beneficios e impactos de las soluciones de Inteligencia de Negocios en el sector de servicios aeroportuarios. Caso de estudio: diseño de un panel de control para el área de operaciones del Aeropuerto Mariscal Sucre de Quito. [Tesis de Maestría]. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador; 2012.

30. Regales-Cristóbal E. La infraestructura y el espacio aéreo como elementos del mercado de transporte. Su gestión, sistema normativo y derecho comparado. [Tesis de doctorado]. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona; 2015. 

### **Los autores declaran que no hay conflicto de intereses**

#### **Contribución de cada autor:**

**Lisandra Pérez-Herrera:** Autora principal de la investigación. Responsable de la propuesta de procedimiento. Responsable de su aplicación, de la escritura primaria del artículo y de la aplicación de los resultados en la práctica social

**Carlos Daniel Díaz-Tejeda:** Apoya en la revisión del estado del arte y en el tratamiento a la bibliografía. Redacción y revisión de la versión final del artículo. Adecuación al formato de la revista.

**Tania Pérez-Contino:** Dirección del proceso de investigación, el análisis y procesamiento de la información. Responsable de la escritura de materiales y métodos, y las conclusiones del trabajo. Revisión final del artículo

**Rafael Agustín Ramos-Gómez:** Diseño de la investigación y contribuciones en la escritura del procedimiento para lograr su capacidad de generalización. Redacción y revisión de la versión final del artículo.