

La IA y el proceso de innovación tecnológica de la gestión aeroportuaria en el contexto de la globalización como factor de integración centroamericana

The AI and the technological innovation process of airport management in the context of globalization as a factor of Central American integration

Julius Grant Johnson¹ 

Recibido: 8 de abril del 2024 / Aceptado: 27 de enero del 2025 / DOI: 10.35485/rcap88_5

Como citar:

Grant, J. (2025). La IA y el proceso de innovación tecnológica de la gestión aeroportuaria en el contexto de la globalización como factor de integración centroamericana. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, 88, 78-93. DOI: 10.35485/rcap88_5

Resumen

La globalización ha transformado drásticamente la forma en que las naciones interactúan y desarrollan sus economías. En este contexto, la gestión eficiente de los aeropuertos se ha vuelto crucial, no solo para la conectividad internacional, sino también para la integración regional. La Inteligencia Artificial (IA) emerge como una herramienta fundamental en este proceso, facilitando la innovación tecnológica y promoviendo una gestión aeroportuaria más eficiente. Este estudio analiza cómo la IA está influyendo en el proceso de innovación tecnológica en la gestión aeroportuaria, especialmente en el contexto de la integración centroamericana.

La IA es una tecnología emergente y disruptiva que ha demostrado su eficacia en diversos campos, incluyendo la gestión aeroportuaria. La modernización de la gestión aeroportuaria es vital para garantizar la eficiencia y sostenibilidad de la industria aeronáutica, especialmente en el contexto de la globalización. En la región centroamericana, la integración y competitividad son esenciales para el desarrollo económico y social sostenible. La gestión aeroportuaria es una actividad compleja que implica múltiples procesos, desde la seguridad de los pasajeros, el control del tráfico aéreo, la gestión de la carga y la gestión del mantenimiento de infraestructuras, entre otros. La implementación de tecnologías emergentes, como la IA, puede aportar soluciones innovadoras para abordar los desafíos

¹ Instituto Centroamericano de Administración Pública, San José, Costa Rica. Docente de la Universidad de Panamá, desde 2008 hasta el presente. Director Nacional del Ministerio de Desarrollo Social, 2000-2004. Director Administrativo y Director General Encargado (marzo 2000) de la Autoridad de Aeronáutica Civil en Panamá, 1999-2000. Miembro Directivo del Colegio Nacional de Administradores Públicos de Panamá. Email: julius.grant.johnson_e@icap.ac.cr

que plantea la complejidad del sector.

En el contexto actual de globalización y economía global, la IA puede ser una herramienta para mejorar la eficiencia y competitividad de la gestión aeroportuaria en Centroamérica. La integración de tecnologías innovadoras, como la IA, puede ser un factor clave para mejorar la calidad del servicio y aumentar la satisfacción del cliente. Los gobiernos y las entidades involucradas en la gestión aeroportuaria deben considerar seriamente la implementación de estas tecnologías como parte de sus planes de modernización, para lograr una gestión aeroportuaria sostenible, eficiente y competitiva en la región centroamericana.

Palabras clave: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, INNOVACIÓN, GERENCIA AEROPORTUARIA, GLOBALIZACIÓN, INTEGRACIÓN, DISRUPCIÓN.

Abstract

Globalization has dramatically transformed the way nations interact and develop their economies. In this context, efficient airport management has become crucial, not only for international connectivity, but also for regional integration. Artificial Intelligence (AI) emerges as a fundamental tool in this process, facilitating technological innovation and promoting more efficient airport management. This paper will analyze how AI is influencing the process of technological innovation in airport management, especially in the context of Central American integration.

AI is an emerging and disruptive technology that has proven its effectiveness in various fields, including airport management. The modernization of airport management is vital to guarantee the efficiency and sustainability of the aeronautical industry, especially in the context of globalization. In the Central American region, integration and competitiveness are essential for sustainable economic and social development. Airport management is a complex activity that involves multiple processes, from passenger safety, air traffic control, cargo management and infrastructure maintenance management, among others. The implementation of emerging technologies, such as AI, can provide innovative solutions to address the challenges posed by the complexity of the sector.

In the current context of globalization and global economy, AI can be a tool to improve the efficiency and competitiveness of airport management in Central America. The integration of innovative technologies, such as AI, can be a key factor in improving service quality and increasing customer satisfaction. Governments and entities involved in airport management must seriously consider the implementation of these technologies as part of their modernization plans, to achieve sustainable, efficient, and competitive airport management in the Central American region.

Keywords: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, INNOVATION, AIRPORT MANAGEMENT, GLOBALIZATION, INTEGRATION, DISRUPTION.

Introducción

Los aeropuertos son motores de desarrollo económico y puertas de acceso a la economía global. En los países de nuestro entorno la gestión de los aeropuertos se realiza de forma individual, “pero se dan situaciones muy distintas en cuanto a la propiedad del suelo e instalaciones, desde la pública a la privada, pasando por distintas fórmulas mixtas en donde el gobierno permite al sector privado la

concesión de la terminal aeroportuaria.” (Grant, 2018, p.40)

Ante un escenario de cambios frecuentes se hace necesario un modelo de gestión aeroportuaria que esté acorde con las exigencias de la globalización debido a los factores tales como: Capacidad de adaptabilidad de la gestión aeroportuaria al mercado. Distorsiones derivadas de las subvenciones cruzadas desde los aeropuertos con excedentes de explotación hacia aquellos que son deficitarios pero que deben mantenerse operativos por consideraciones de servicio público. Insuficiencia de los recursos financieros generados por el conjunto del sistema. Utilización de tasas, en lugar de precios, como contraprestación de los servicios aeroportuarios. Y la multifuncionalidad de gestión aeroportuaria, provisión de servicios y regulación en un mismo ente. (Grant, 2018)

El objetivo del artículo es analizar cómo la inteligencia artificial y las tecnologías innovadoras están mejorando la gestión aeroportuaria en Centroamérica, evaluando su impacto en la eficiencia operativa, la experiencia del pasajero y la sostenibilidad, así como su rol en la integración regional dentro del contexto de la globalización.

La gestión aeroportuaria enfrenta desafíos significativos en un mundo interconectado, donde la necesidad globalización impulsa la eficiencia, seguridad y sostenibilidad. En este contexto, la inteligencia artificial y el proceso de innovación tecnológica emergen como un motor clave para la innovación tecnológica, transformando los procesos tradicionales y ofreciendo soluciones avanzadas. Este artículo al explorar estos escenarios busca mejorar la gestión aeroportuaria en Centroamérica, una región donde la integración económica y logística crucial para competir en el escenario global.

La metodología aplicada en este documento combina la revisión bibliográfica en torno al análisis de literatura existente sobre IA y gestión aeroportuaria. Se pasa revista al estudio de caso para la evaluación de aeropuertos específicos en Centroamérica que han implementado tecnologías innovadoras. El documento contempla el análisis comparativo de prácticas y resultados entre diferentes aeropuertos para identificar tendencias y mejores prácticas; y por último se presentan entrevistas a fin de contar con la recopilación de información de expertos en gestión aeroportuaria y tecnología.

En la actualidad, la globalización ha intensificado la interconexión económica, social y cultural entre las naciones, lo que ha llevado a un aumento significativo en la movilidad internacional de personas y mercancías. Este fenómeno ha colocado a los aeropuertos en el centro de las dinámicas globales, convirtiéndolos en nodos clave para la conectividad y la competitividad económica de las regiones. En este contexto, la gestión aeroportuaria enfrenta presiones crecientes para adaptarse a las demandas como el aumento del tráfico aéreo, la necesidad de sostenibilidad, la seguridad operacional y la mejora de la experiencia del usuario.

La región centroamericana, compuesta por países con economías en desarrollo, se encuentra en un punto crítico aprovechar para la globalización como un motor de integración económica y logística. Sin embargo, enfrenta desafíos importantes, como la modernización de infraestructuras aeroportuarias, la implementación de estándares internacionales y la adopción de tecnologías avanzadas. En este marco, la inteligencia artificial se posiciona como una herramienta transformadora, capaz de optimizar procesos clave como la gestión del tráfico aéreo, la seguridad, la logística y el servicio al cliente.

A nivel global, la IA ha demostrado su potencial en aeropuertos como el de Changi en Singapur y el de Schiphol en Ámsterdam, donde se han implementado soluciones innovadoras que incluyen sistemas de reconocimiento facial para el embarque, análisis predictivo para la gestión del tráfico aéreo

y chatbots que mejoran la atención a la clientela. (Accenture, 2023). En contraste, en Centroamérica, la adopción de estas tecnologías aún limitada es limitada, pero su incorporación se encuentra en un para fortalecer la integración regional y mejorar la competitividad de la región en el mercado global.

1. La gestión aeroportuaria en la Globalización

Los aeropuertos son puertas de entrada y salida para el comercio, el turismo y las relaciones internacionales. En un mundo globalizado, la eficiencia y la seguridad en la gestión de estos nodos de transporte son fundamentales para garantizar el flujo de bienes y personas a nivel mundial. Además, los aeropuertos desempeñan un papel crucial en la conectividad regional, fomentando la integración económica y social entre los países.

La gestión aeroportuaria es el proceso de administrar, coordinar y supervisar todas las actividades relacionadas con la operación de un aeropuerto, incluidas las operaciones aéreas, la seguridad, la infraestructura terrestre y las instalaciones para pasajeros y carga, se refiere al conjunto de actividades, prácticas y responsabilidades asociadas con la administración y operación de aeropuertos.

El Consejo Internacional de Aeropuertos, (ACI) por su nombre en inglés, Airports Council International, es una organización global que representa los intereses de los aeropuertos en todo el mundo. Esta organización con sede en Montreal, Canadá, fundada en 1991 por la fusión de varias asociaciones previas actualmente es la principal organización profesional cuyo fin es la unificación de todos los equipos aeroportuarios del Mundo. Según la ACI, la gestión aeroportuaria incluye la planificación estratégica, el desarrollo de infraestructuras, la seguridad operativa, la gestión de recursos humanos, la gestión de la experiencia del pasajero, la sostenibilidad ambiental y la maximización de los ingresos no aeronáuticos. (ACI, 2024)

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), organismo especializado de las Naciones Unidas responsable de las normas y recomendaciones para la aviación civil internacional, establece que la gestión aeroportuaria implica la planificación y ejecución de políticas, procedimientos y recursos para garantizar la seguridad, la eficiencia y la regularidad de las operaciones aeroportuarias. (OACI_ Anexo_14, 2016)

2. La IA y el proceso de innovación tecnológica

La revolución tecnológica ha introducido una amplia gama de herramientas innovadoras en la gestión aeroportuaria. La IA, en particular, ha ganado protagonismo debido a su capacidad para procesar grandes cantidades de datos, prever patrones y optimizar procesos. Mediante algoritmos de aprendizaje automático y técnicas de análisis predictivo, la IA puede mejorar la seguridad, la eficiencia operativa y la experiencia del usuario en los aeropuertos.

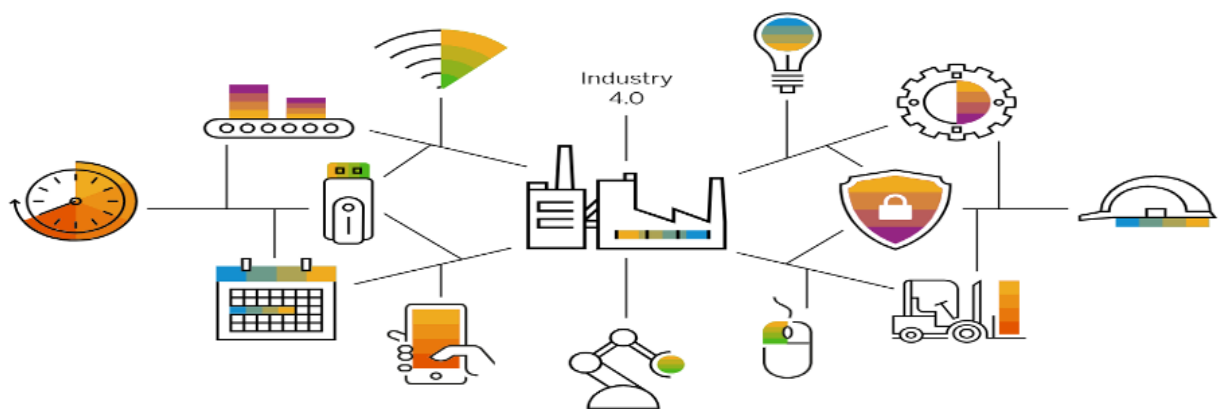
El tema Inteligencia Artificial evoca expectativas futuristas por tratarse de la tecnología de última generación de impresionante impacto en el presente, sin embargo, muchos desconocen que este concepto se remonta a una labor realizada en la Segunda Guerra Mundial cuando el matemático Alan Turing logró estudiar e interpretar la máquina de cifrado nazi llamada Enigma, motivación necesaria para años después llegar a plantear la pregunta: “¿Pueden pensar las máquinas?” Turing (1950) en su artículo Computing Machinery and Intelligence, esboza la interrogante que en la actualidad

constituyen el objetivo y la visión fundamental de la IA. (p.433)

En relación con la interrogante en torno a la IA, Turing sostiene que “la IA es una combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas pensantes, o al menos que imiten las funciones de los seres humanos (aprender, razonar y tomar decisiones)” (Turing, 1950, p.454). El mismo Turing nos ilustra en este sentido al plantear a los algoritmos como la secuencia de pasos finitos bien definidos orientados a resolver un problema o darle solución a una o varias tareas.

En la actualidad la IA involucra la simulación de procesos de inteligencia humana por parte de máquinas, particularmente sistemas informáticos 4.0. Cabe explicar que un sistema informático 4.0 es una infraestructura digital altamente avanzada que se integra con los principios de la Industria 4.0. “La industria 4.0 consiste en la organización de los procesos de producción fundamentados en la tecnología y los dispositivos que se comunican entre sí de manera autónoma a lo largo de la cadena de valor.” (Universidadeuropea, 2022, párr.2) (ver Figura 1)

Figura 1
Industria 4.0



Nota. Soluciones de SAP para la Industria 4.0.

La integración de IA en sistemas informáticos 4.0 implica la capacidad de estas máquinas para simular una variedad de procesos de inteligencia humana, lo que les permite realizar tareas que anteriormente solo podían ser realizadas por humanos. Conseguir que una máquina piense, razona y decida al igual o mejor que la especie humana, es uno de los objetivos más ambiciosos que se ha planteado la ciencia.

La industria aeronáutica es un excelente ejemplo de Industria 4.0, ya que se beneficia de grupos aerodinámicos que permiten la colaboración y comunicación entre varias empresas involucradas en la construcción de componentes para aviones y en su aeronavegabilidad, es decir en la capacidad que tiene una aeronave para operar en condiciones seguras. (UniversidadEuropea, 2022)

Las complejidades propias de las empresas de servicio de transporte aéreo tanto de carga como de pasajeros demandan de permanentes actualizaciones, debido a las tareas y funciones del aeropuerto que precisan de infraestructuras especializadas y de constante inversión en innovación y tecnología en el contexto de una gestión aeroportuaria adecuada y fiable para la robustez del sistema.

En este sentido la IA ya está siendo considerada en aeropuertos de Europa y Asia como el

aeropuerto internacional Changi en Singapur, el aeropuerto internacional DXB de Dubái, el aeropuerto internacional de Pekín-Daxing y el aeropuerto internacional de Ámsterdam-Schiphol de Países bajos para hacerle frente a la avalancha de viajeros y la creciente demanda de atención como de requerimientos operativos, tarea que le compete a la gestión aeroportuaria.

La IA “es la habilidad de una máquina de presentar las mismas capacidades que los seres humanos, como el razonamiento, aprendizaje, la creatividad y la capacidad de planear” (Europarl, 2020, párr.1).

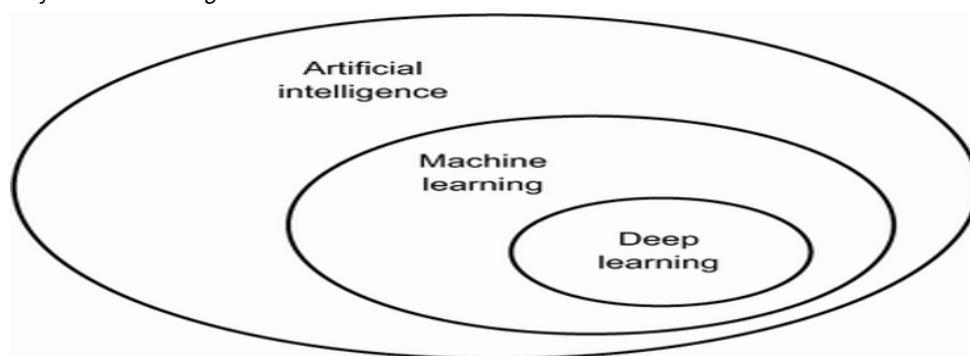
El Banco Interamericano de Desarrollo en el libro, documento de reflexión y propuesta de actuación, titulado Inteligencia Artificial, gran oportunidad del siglo XXI publicado en 2020, destaca que el concepto IA “es un término que engloba aquellos sistemas informáticos capaces de detectar su entorno, pensar, aprender y tomar decisiones en función de las entradas que reciben y sus objetivos” (Iglesias et al, 2020, p.7).

La IA funciona a través de la implementación de algoritmos inteligentes y técnicas informáticas, los cuales permiten que la máquina o artilugio aprenda de los datos que le son suministrados, y mejore su rendimiento a medida que se retroalimente o expone a más información. (HubSpot, 2023)

En este proceso de aprendizaje algorítmico la IA aplica la inteligencia profunda (*Deep learning*) como nervio motor del aprendizaje automático, también el (*Machine learning*) para ir generando conocimientos en función de datos, y posteriormente de su propia experiencia, por lo que el *deep learning* está inmerso en el *machine learning* y ambas en la IA como se puede apreciar en la figura 2.

Figura 2

Entorno de aprendizaje de la Inteligencia Artificial



Nota. François Chollet, “What is deep learning?”

Alan Turing (1950) dejó sentado que la IA “necesita datos para construir su inteligencia”, tanto inicialmente como posteriormente y de forma continua. Cuantos más datos pueda acceder un sistema de IA, más podrá aprender y, por lo tanto, más precisos y eficientes serán sus resultados.

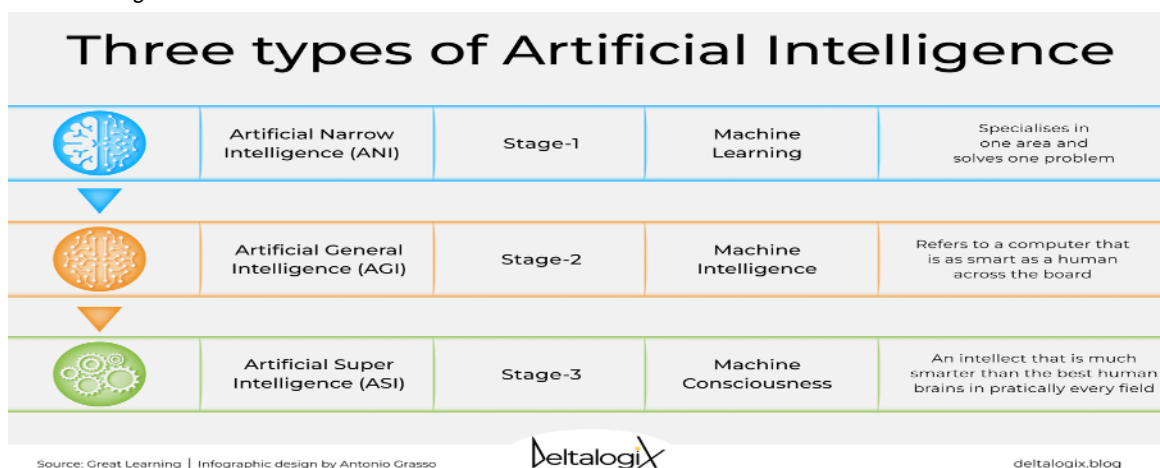
A medida que la IA aprende más, necesita menos intervención humana para controlar los procesos y monitorear las máquinas; y es en este entorno en donde la IA da cabida a procesos de aprendizaje infinito. Estos procesos incluyen el razonamiento, la resolución de problemas, la percepción y la comprensión del lenguaje.

La IA se puede clasificar en tres tipos amplios modos de usanza (ver Figura 3), a saber: estrecha (Narrow AI [ANI]), fuerte o general (*General AI* [AGI]) y la super inteligencia artificial (*Artificial super*

intelligence [ASI]). (Thaichon y Quach, 2023)

Figura 3

Tres tipos de la Inteligencia Artificial.



Nota. Antonio Grasso, "Great Learning"

La IA estrecha (ANI) está diseñada para realizar una tarea específica (verbigracia: reconocimiento facial o búsquedas en Internet), ésta resuelve problemas precisos como navegación GPS, búsqueda web basada en palabras clave, Siri de Apple, Alexa de Amazon, Cortana de Microsoft, Watson de IBM y otros asistentes virtuales, software de reconocimiento de imagen, herramientas de mapeo y predicción de enfermedades, fabricación de robots, fabricación de drones, filtros para correos electrónico basura, "spam", monitoreo de redes sociales para contenido peligroso, recomendaciones para búsquedas por internet o sugerencias de contenido de marketing basadas en los intereses detectados de mirar/escribir/escuchar/comprar, etc. (Naudé y Dimitri, 2020)

La IA general (AGI) se utiliza en mayores complejidades, como se aprecia en el quehacer aeroespacial, en la ayuda a los médicos a diagnósticos completos de enfermedades o permitir a los usuarios interactuar dinámicamente con dispositivos de asistencia personal como Siri, Alexa, autos, edificios o casas inteligentes, el desarrollo de vehículos autónomos. "Inclusive sistemas de recomendación en la industria financiera, las evaluaciones de riesgo crediticio, el comercio algorítmico, hasta la detección de fraudes y en el entorno aeronáutico, con aeronaves autónomas, pilotos automáticos y en el control del tráfico aéreo." (AERTEC, 2023, párr.5)

La ASI o super inteligencia artificial es la etapa en donde las máquinas se vuelven conscientes de sí mismas, crean su propio lenguaje y superan la capacidad de la inteligencia y la habilidad humana. Además de replicar la inteligencia multifacética de los seres humanos la ASI busca optimizar en todo lo que hacemos; matemáticas, ciencias, deportes, arte, medicina, hobbies, relaciones afectivas. La ASI tiene como norte el aprendizaje infinito con una mayor memoria y una capacidad más rápida para procesar y analizar datos, estimulando las capacidades de toma de decisiones y resolución de problemas. Se trata de máquinas o seres superinteligentes conscientes de sí mismos, capaces de ideas como la autoconservación. Hoy día se estudia el impacto que esto tendrá en la humanidad, nuestra supervivencia y nuestra forma de vida.

3. La IA en la gestión aeroportuaria

La aplicación de la IA junto con la robótica desde 2016 vienen ganando terreno en el ámbito de la gestión de aeropuertos, en donde se aprecia que su implementación llena las expectativas de usuarios, clientes y del personal responsable de la gestión aeroportuaria, desde las interacciones online personalizadas y la inteligencia de marketing hasta la administración de ingresos y el precio de los billetes. (Monge, 2019, p.110)

La gestión de aeropuertos comprende el conjunto de actividades necesarias para que el movimiento de pasajeros y la carga a través de las instalaciones aeroportuarias cumpla con los tres requisitos fundamentales del transporte aéreo, a saber: seguridad, eficiencia y regularidad.

Los aeropuertos para completar sus tareas hacen frente a niveles de rendimiento parciales o fallos que pueden conducir a una degradación gradual del comportamiento global, por lo tanto, se requiere de una gestión adecuada y fiable para la robustez y eficiencia del sistema. Es aquí en donde cobra mayor importancia la IA.

Evidentemente, en la gestión de aeropuertos ante el manejo de la incertidumbre y la optimización del rendimiento para el aprendizaje predictivo, propio de la IA, hace uso de métodos basados en la programación dinámica adaptativa y aprendizaje por refuerzo buscando optimizar la administración aeroportuaria y las aerolíneas con respecto diversas necesidades, entre ellas la programación de los tiempos de rotación de aeronaves y equipos de las aerolíneas. (Rodríguez, 2019, p.200)

Según estudios sobre tecnologías disruptivas en el ámbito aeroportuario y portales de aviación aeronáutica como Aviación Digital (2023), la IA se utiliza en la gestión de aeropuertos de diversas formas a saber:

1. Gestión del tráfico aéreo en las torres de control del aeropuerto: La IA se utiliza para optimizar y gestionar el tráfico aéreo en los aeropuertos. Los sistemas de IA pueden analizar grandes cantidades de datos en tiempo real, información meteorológica, rutas de vuelo, horarios de llegada y salida de los aviones, y tomar decisiones para minimizar los retrasos y mejorar la eficiencia de las operaciones aéreas.

2. Seguridad y detección de amenazas: Los sistemas de IA se utilizan para detectar amenazas y mejorar la seguridad en los aeropuertos. Por ejemplo, se pueden utilizar algoritmos de aprendizaje automático para analizar imágenes de cámaras de seguridad y detectar comportamientos sospechosos o identificar objetos peligrosos en los equipajes. La tecnología de reconocimiento facial basada en IA puede utilizarse para mejorar la seguridad y la detección de amenazas en los aeropuertos. Consiste en capturar imágenes faciales de pasajeros y cotejarlas con imágenes almacenadas en una base de datos de seguridad para identificar a personas sospechosas.

3. Gestión de equipajes: La IA se utiliza en la gestión de equipajes para mejorar la eficiencia y reducir los errores. Los sistemas de IA pueden rastrear y clasificar los equipajes de manera automática, lo que ayuda a agilizar el proceso de manejo de equipajes y reducir la posibilidad de pérdidas o errores en la entrega. Ejemplo: Los sistemas de gestión de equipajes basados en IA pueden ayudar a mejorar la eficacia y precisión de la gestión de equipajes en los aeropuertos. Uno de estos sistemas es el *Baggage Reconciliation System* (BRS), que utiliza algoritmos de aprendizaje automático para emparejar el equipaje con el pasajero.

4. Asistencia al cliente: Los chatbots y sistemas de atención al cliente basados en IA se utilizan

en los aeropuertos para brindar información y asistencia a los pasajeros. Estos sistemas pueden responder preguntas frecuentes, proporcionar información sobre vuelos, horarios de llegada y salida, y ayudar a los pasajeros a encontrar su camino dentro del aeropuerto.

5. Mantenimiento predictivo: La IA se utiliza para el mantenimiento predictivo de las aeronaves en los aeropuertos. Los sistemas de inteligencia artificial pueden analizar datos de sensores y registros de mantenimiento para predecir posibles fallas o problemas en los aviones, lo que permite programar el mantenimiento eficientemente reduciendo tiempos y posibles riesgos.

4. El proceso de innovación tecnológica en el contexto de la globalización

El proceso de innovación tecnológica en el contexto de la globalización y la integración centroamericana se destaca por su importancia estratégica para abordar los problemas específicos y comunes que afectan a la región. Se ha identificado que las capacidades institucionales y de producción adquiridas en varios países centroamericanos como Costa Rica y Panamá, promueven la integración tecnológica e innovación.

La formación de redes emergentes impulsadas por políticas nacionales, instituciones de educación superior, centros de investigación y agentes productivos regionales contribuye a crear un entorno propicio para la innovación. Además, se enfatiza la necesidad de una mayor cooperación regional para el desarrollo de infraestructura física, innovación, ciencia y tecnología, así como la integración económica. En este sentido, se aboga por fortalecer las capacidades regionales para cumplir con estándares internacionales, fortalecer la institucionalidad, y promover un trabajo coordinado basado en análisis costo-beneficio para potenciar la integración tecnológica y la innovación en Centroamérica.

La integración centroamericana, impulsada por la innovación tecnológica en el contexto de la globalización requiere un compromiso político firme, inversiones estratégicas y una visión compartida para superar desafíos y aprovechar oportunidades.

La cooperación y coordinación regionales son fundamentales para transformar la innovación tecnológica en un motor de desarrollo sostenible y cohesión social en Centroamérica. El proceso de innovación tecnológica, en el contexto de la globalización, actúa como un potente factor de integración para América Central, debido a varias razones clave:

1. Acceso a nuevos mercados: La innovación tecnológica permite a las empresas centroamericanas acceder a mercados globales con mayor facilidad. Las plataformas digitales y el comercio electrónico eliminan muchas barreras físicas y logísticas, facilitando la expansión de empresas locales a mercados internacionales. Esto, a su vez, promueve la integración regional al fomentar cadenas de valor transfronterizas dentro de Centroamérica para atender a estos nuevos mercados.

2. Mejora de la competitividad: La adopción de nuevas tecnologías mejora la competitividad de las economías centroamericanas. Desde la agricultura hasta la manufactura y los servicios, la tecnología puede aumentar la productividad, mejorar la calidad y reducir costos. Esto puede transformar a la región en un bloque más competitivo a nivel global, incentivando la integración

para aprovechar economías de escala y mejorar la posición de Centroamérica en el comercio internacional.

3. Desarrollo de infraestructura tecnológica: La necesidad de infraestructura tecnológica avanzada (como banda ancha de alta velocidad, centros de datos y redes de telecomunicaciones) puede fomentar proyectos de integración regional. La inversión conjunta en esta infraestructura puede ser más eficiente y económicamente viable, promoviendo así una mayor cooperación entre los países de la región.

4. Inclusión social y reducción de la brecha digital: La globalización y la innovación tecnológica ofrecen oportunidades para abordar desigualdades regionales. Iniciativas conjuntas para mejorar el acceso a la tecnología en áreas rurales y marginales pueden acelerar la inclusión social y económica, beneficiando a toda la región.

5. Educación y capacitación: La cooperación regional en programas educativos y de capacitación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) es vital para construir una fuerza laboral calificada que pueda impulsar y sostener la innovación. La movilidad estudiantil y profesional dentro de Centroamérica, apoyada por políticas integradas, puede fortalecer los ecosistemas de innovación regionales.

6. Políticas coordinadas de innovación: La creación de marcos regulatorios y políticas de innovación coordinadas a nivel regional puede facilitar la integración. Esto incluye la armonización de normas técnicas, protección de la propiedad intelectual, y políticas de inversión en I+D. Una estrategia regional unificada puede atraer inversiones extranjeras directas (IED) más significativas y fomentar la colaboración en proyectos de investigación y desarrollo.

5. Materiales y métodos

Esta investigación de campo se circunscribe dentro de los “estudios exploratorios, también conocido como estudio piloto, que son aquellos que se investigan por primera vez o son estudios muy pocos investigados.” (Sampieri, 2014, p. 91)

Este estudio se realizó mediante una investigación exploratoria en el ámbito de la gestión aeroportuaria y la innovación tecnológica en el contexto de la globalización y la integración centroamericana. Se utilizaron diferentes fuentes de información, como documentos académicos, informes institucionales y publicaciones científicas relacionadas con el tema.

Para desarrollar esta investigación, se llevaron a cabo las siguientes acciones:

Recopilación de datos secundarios: Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura académica y documentos institucionales relacionados con la gestión aeroportuaria, la innovación tecnológica y la integración centroamericana. Se consultaron bases de datos académicas, libros, artículos y páginas web de organizaciones relacionadas.

Análisis de documentos: Se analizaron los documentos recopilados para identificar los principales conceptos, teorías y enfoques utilizados en el campo de estudio.

Entrevistas: Se llevaron a cabo entrevistas a expertos en el campo de la gestión aeroportuaria, la innovación tecnológica y la integración centroamericana. Estas entrevistas proporcionaron información adicional y permitieron obtener perspectivas y opiniones de expertos en el campo.

Análisis de datos: Se recopilaron los datos obtenidos de las fuentes secundarias y las entrevistas, y se analizaron utilizando técnicas de análisis cualitativo. Se identificaron patrones, tendencias y hallazgos clave relacionados con la gestión aeroportuaria, la innovación tecnológica y la integración centroamericana.

Presentación de resultados: Los hallazgos y resultados del estudio se presentaron en forma de cuentas detalladas con una revisión exhaustiva de la literatura existente, así como un análisis crítico de los datos obtenidos de las entrevistas.

La IA constituye una herramienta valiosa en la gestión aeroportuaria y el proceso de innovación tecnológica en tal sentido este estudio presenta los siguientes supuestos:

- 1er. supuesto: El uso de la IA mejora la gestión de los flujos de pasajeros en los aeropuertos.
- 2do. supuesto: La implementación de la IA optimiza la gestión de las operaciones técnicas y administrativas en los aeropuertos.
- 3er. supuesto: La utilización de la IA mejora las operaciones de los aeropuertos mediante la implementación de scanners para maletas y artículos no permitidos junto con una comunicación bidireccional con los pasajeros.
- 4to. supuesto: El uso de IA armoniza la comunicación entre aeropuertos, empleados, usuarios y clientes de las terminales aéreas.

6. Resultados y discusión

Los aeropuertos desempeñan un papel crucial en la conectividad global y regional, siendo puertas de entrada para el comercio, el turismo y las relaciones internacionales. La gestión aeroportuaria involucra la coordinación de diversas actividades para garantizar la seguridad, eficiencia y regularidad de las operaciones aeroportuarias.

La implementación de tecnologías innovadoras, como la IA, ha transformado la gestión aeroportuaria al permitir la automatización de tareas, mejorar la seguridad, optimizar operaciones y mejorar la experiencia del cliente. La IA se utiliza en áreas como la gestión del tráfico aéreo, la seguridad y detección de amenazas, la gestión de equipajes, la asistencia al cliente y el mantenimiento predictivo.

El proceso de innovación tecnológica en la gestión aeroportuaria en el contexto de la globalización y la integración centroamericana presenta importantes oportunidades y desafíos. La cooperación regional y la política coordinada de innovación son fundamentales para mejorar la competitividad de los aeropuertos y promover la integración económica y social en Centroamérica.

Los resultados obtenidos de esta investigación proporcionan una base sólida para comprender la influencia de la IA en la gestión aeroportuaria y el proceso de innovación tecnológica. Estos hallazgos son útiles para las políticas y estrategias relacionadas con la gestión aeroportuaria y la implementación de tecnologías innovadoras en la región centroamericana.

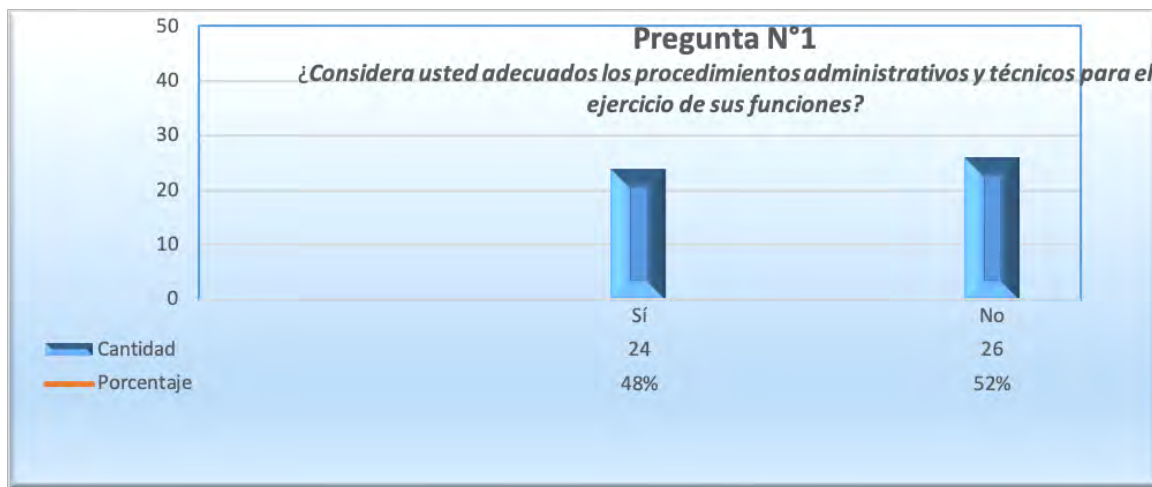
La IA ha revolucionado la gestión aeroportuaria al permitir la automatización de procesos, la predicción de la demanda, la optimización de la capacidad y la personalización de servicios. Mediante el análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real, la IA facilita la toma de decisiones informadas y la identificación de patrones que mejoran la eficiencia operativa y la planificación estratégica.

En el contexto de la integración centroamericana, la implementación de soluciones basadas en IA en los aeropuertos de la región puede potenciar la conectividad aérea, facilitar la movilidad de pasajeros y mercancías, y fortalecer la competitividad del sector aéreo. La IA puede contribuir a la armonización de procesos, estándares y regulaciones entre los aeropuertos de Centroamérica, promoviendo una mayor integración regional y facilitando el intercambio comercial y turístico.

Se presentan los resultados de los cálculos porcentuales de las preguntas de la encuesta y de la información lograda en concepto los usuarios y trabajadores de la terminal aérea de Tocumen, S.A. en Panamá. En virtud de los resultados de la investigación contamos con argumentos y elementos suficientes que sustentan los supuestos presentados. Los parámetros utilizados para desdoblar los resultados en esta investigación son: Los resultados de la encuesta, el estudio de la información presentada y la forma en que los resultados validan los supuestos.

Figura 4.

Procedimientos administrativos y técnicos adecuados en AITSA.

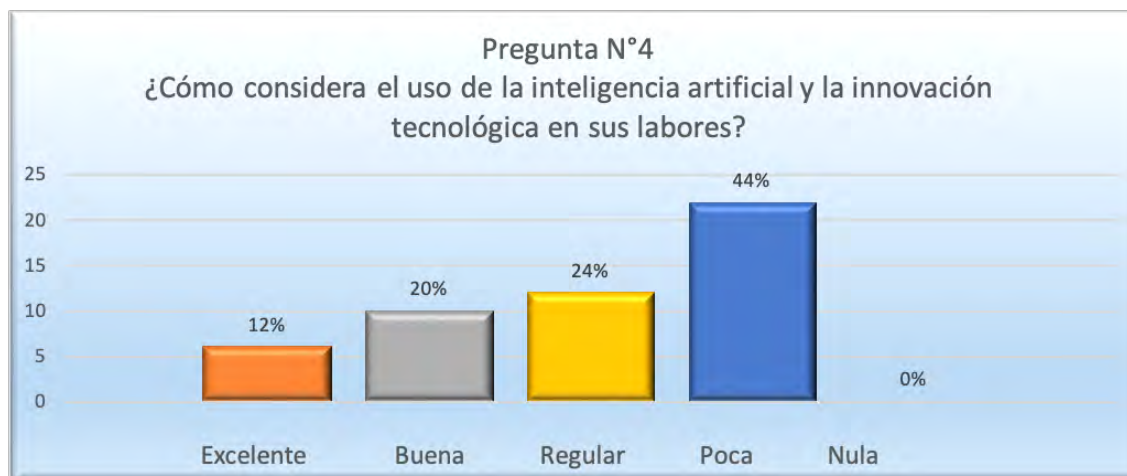


Nota. Elaboración propia.

La figura 4 indica que una cantidad importante de trabajadores de la Gerencia de Operaciones consideran que los procedimientos administrativos y técnicos no son adecuados marcando un 52% del total de la muestra, mientras que un 48%, señala que sí. Más adelante otras preguntas nos brindan más indicadores en este aspecto.

Figura 5.

El uso de la inteligencia artificial y tecnología en sus labores.

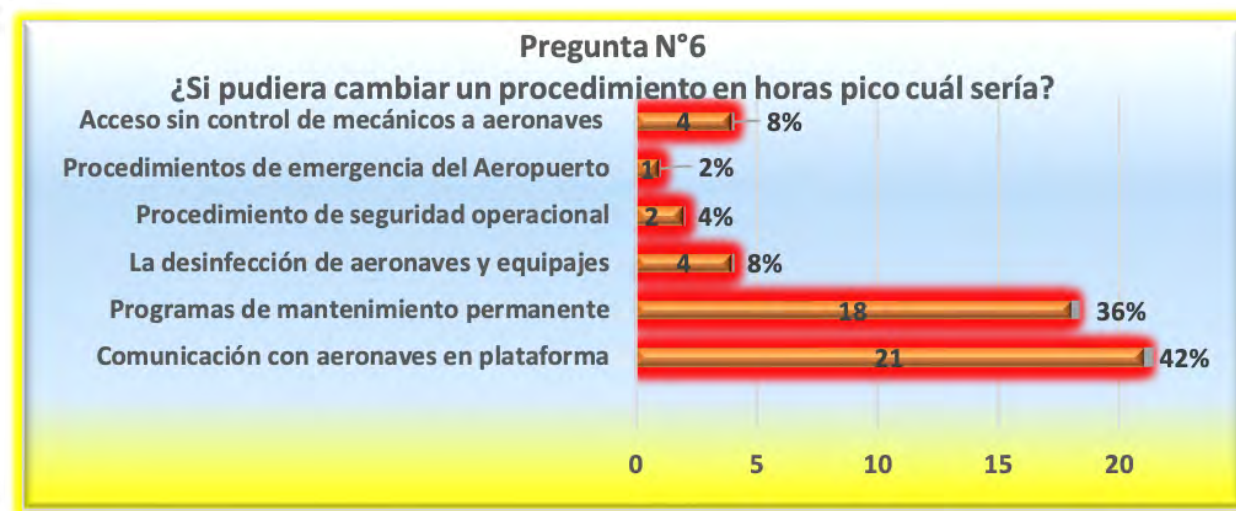


Nota. Elaboración propia.

La figura 5 indica que un elevado porcentaje, un 44% manifiesta que poco el uso de la inteligencia artificial y la innovación tecnológica en sus labores.

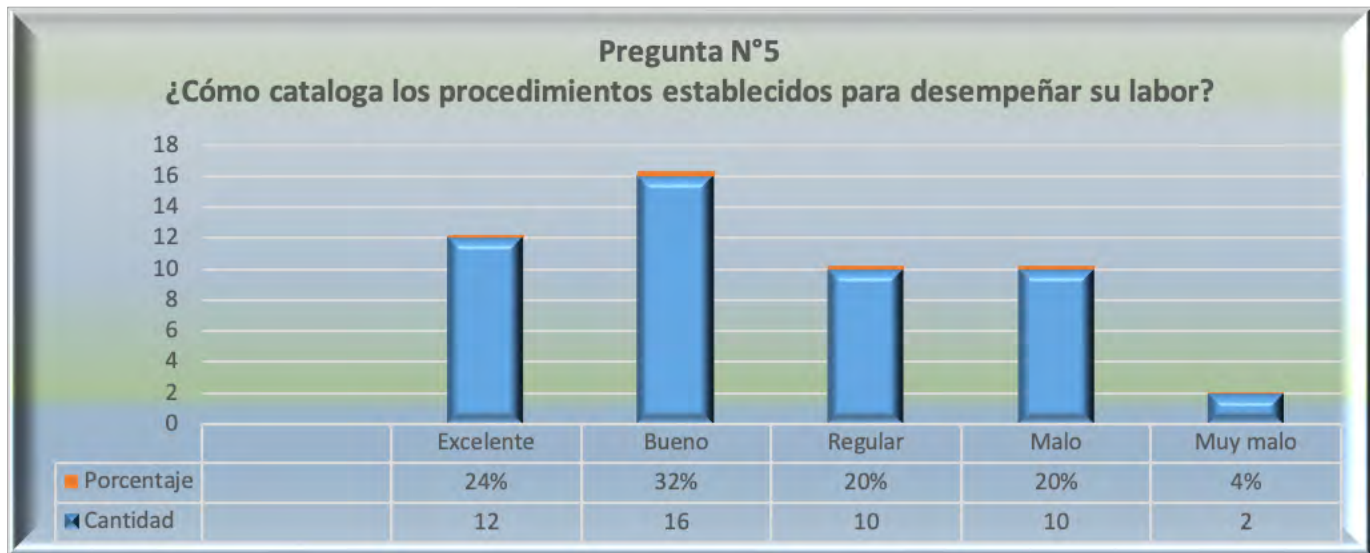
Figura 6.

Procedimientos para el desempeño de labores en AITSA.

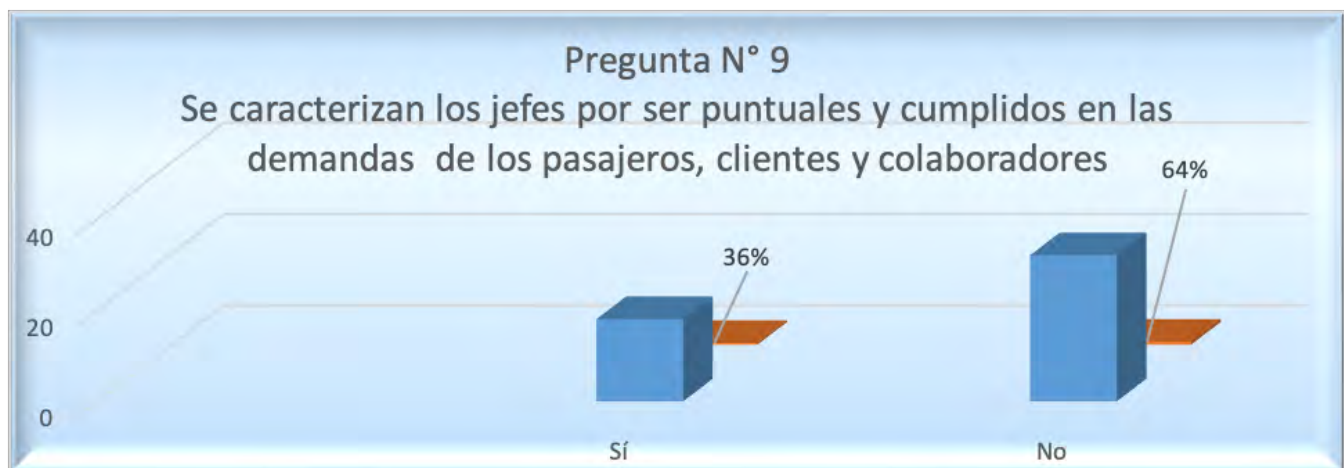


Nota. Elaboración propia.

La figura 6 indica que los procedimientos establecidos por la OACI son apropiados, aunque existe un porcentaje que considera no son adecuados. Nos referimos al 20% y al 4% que los desaprueban.

Figura 7.*Procedimientos anacrónicos en AITSA.**Nota. Elaboración propia.*

Aquí la figura 7 indica que la mayoría coincide en señalar que la comunicación con aeronaves en plataforma requiere de un cambio procedimental, seguido de los programas de mantenimiento, los procedimientos de desinfección de aeronaves y equipajes que usualmente deben tomar 15 minutos, en horas pico se hacen en menos de cinco, el acceso a mecánicos a aeronaves sin motivo y los procedimientos de emergencia. Esta fue una pregunta abierta que resultó en seis respuestas.

Figura 8*Prontitud en respuestas a demandas de pasajeros, clientes y trabajadores.**Nota. Elaboración propia.*

La figura 8 ante la pregunta la capacidad de respuesta de la gerencia frente a las demandas de pasajeros, clientes y trabajadores, indica en un elevado porcentaje, un 64%, que no cumplen y no brindan respuesta inmediata. Mientras el 36% da positiva su calificación. Esta es otra señal de desaprobación al estilo gerencial actual.

Conclusiones

Al integrar los aeropuertos de la región centroamericana en el proceso de innovación tecnológica con la IA se procura contar con información y datos necesarios para respuestas oportunas y una mejor satisfacción de los clientes, usuarios y pasajeros. En consecuencia, una mejor conectividad regional con repercusiones globales.

La adopción de tecnologías innovadoras, como la inteligencia artificial ha revolucionado la gestión en estos espacios al permitir la automatización de tareas, mejorar la seguridad, optimizar operaciones y enriquecer la experiencia del cliente. Actualmente, la IA se aplica en áreas clave como la gestión del tráfico aéreo, la seguridad y detección de amenazas, la gestión de equipajes, la asistencia al cliente y el mantenimiento predictivo.

En el contexto de la globalización y la integración centroamericana, el proceso de innovación tecnológica en la gestión aeroportuaria presenta tanto importantes oportunidades como desafíos. La cooperación regional y una política coordinada de innovación son esenciales para fortalecer la competitividad de los aeropuertos y promover la integración económica y social en Centroamérica.

La región centroamericana también busca la integración y competitividad como bases para el desarrollo económico y social sostenible. La gestión aeroportuaria es compleja e implica múltiples procesos, desde la seguridad de los pasajeros hasta el control del tráfico aéreo y la gestión de la carga y las infraestructuras. La innovación tecnológica, con la implementación de tecnologías emergentes como la IA, puede ofrecer soluciones innovadoras para enfrentar los desafíos y la complejidad de este sector.

En el contexto de la globalización, la IA puede mejorar la eficiencia y competitividad de la gestión aeroportuaria en Centroamérica. La implementación de tecnologías innovadoras, como la IA, puede mejorar la calidad del servicio y la satisfacción del cliente. Los gobiernos y las entidades responsables de la gestión aeroportuaria deben considerar seriamente la implementación de la IA como parte de sus planes de modernización para lograr una gestión aeroportuaria sostenible, eficiente y competitiva en la región centroamericana.

La relevancia de la IA y la innovación tecnológica en la gestión aeroportuaria pueden actuar como un factor de integración en el contexto de la globalización y la región centroamericana. La implementación de la IA ofrece oportunidades para mejorar la eficiencia, la seguridad y la calidad del servicio en los aeropuertos, y promover la competitividad y el desarrollo sostenible en la región.

La IA representa una herramienta poderosa para impulsar la innovación tecnológica en la gestión aeroportuaria y promover la integración centroamericana a través de la mejora de la eficiencia, la conectividad y la colaboración regional. Sin embargo, es necesario abordar los desafíos éticos y regulatorios para garantizar que la IA se utilice de manera responsable y en beneficio de la sociedad en su conjunto.

A pesar de los beneficios que aporta, la implementación de la IA en la gestión aeroportuaria plantea desafíos en términos de privacidad de datos, ciberseguridad y desplazamiento laboral. Es fundamental establecer marcos regulatorios y éticos que garanticen la protección de la información personal, la transparencia en el uso de algoritmos y la capacitación de personal para adaptarse a los

cambios tecnológicos.

Referencias

- AERTEC. (26 de octubre de 2023). Aerospace engineering *Inteligencia artificial en aeronáutica*. AERTEC. <https://aertecsolutions.com/2023/10/26/inteligencia-artificial-en-aeronautica/>
- AVIACIÓNDIGITAL. (23 de marzo de 2023). Impacto de la Inteligencia Artificial en Aviación. La AI se reafirma como un factor decisivo para consolidar la creciente demanda de pilotos muy cualificados. *Aviación Digital*. <https://aviaciondigital.com/impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-aviacion/>
- Grant, J. (2018) *La Calidad Total Aplicada a la Gerencia de Operaciones del Aeropuerto Internacional de Tocumen, S.A.* [Tesis de maestría, Universidad de Panamá] Repositorio Centroamericano SIIDCA-CSUCA. <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUP1657>
- Iglesias-R., E., García-Zaballos, A., Puig-Gabarró, P. y Benzaqué, I. (2020). *Inteligencia artificial, Gran oportunidad del siglo XXI*. Documento de reflexión y propuesta de actuación. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Naudé, W. y Dimitri, N. (2020). The race for artificial general intelligence: implications for public policy. *AI & Society* 35, 367-379.
- Monge, M. (2019). Aeropuertos Inteligentes: *La aceptación de la tecnología por parte de los pasajeros*. [Tesis doctoral inédita]. Universidad Rey Juan Carlos.
- OACI Anexo14. (2018). Normas y métodos recomendados internacionales. *Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Aeródromos*. Volumen I Diseño y operaciones de aeródromos. Séptima edición, Julio de 2018. Organización de Aviación Civil Internacional. OACI.
- Rodríguez, A. (2019) *Uncertainty management and performance Optimization in airport operations using probabilistic Reasoning and reinforcement learning techniques*. [Tesis doctoral inédita]. Universidad de Valencia.
- Sampieri H., Fernández, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V
- Thaichon, P., Quach, S. (2023) *Artificial Intelligence for Marketing Management*. Routledge 4 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon14 4RN.
- Turing, A. (octubre, 1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind, New Series*, 59(236). <https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://phil415.pbworks.com/f/TuringComputing.pdf>
- Universidad Europea. (15 de julio de 2022). Empresa y Tecnología. *¿Qué es la Industria 4.0?* Universidad Europea. <https://universidadeuropea.com/blog/que-es-industria-40/>