Comercio,
Industria y Turismo

Entregable 1.3

Informe de análisis de modelos de negocios basados en tecnologías digitales

PARTICIPA EN:

www.colombiaproductiva.com/**territorioscluster**

Recibe: Cristian Ramírez Sepúlveda
Profesional 1 de Competitividad
28/03/2025

EJECUTADO POR:

OPERADO POR:

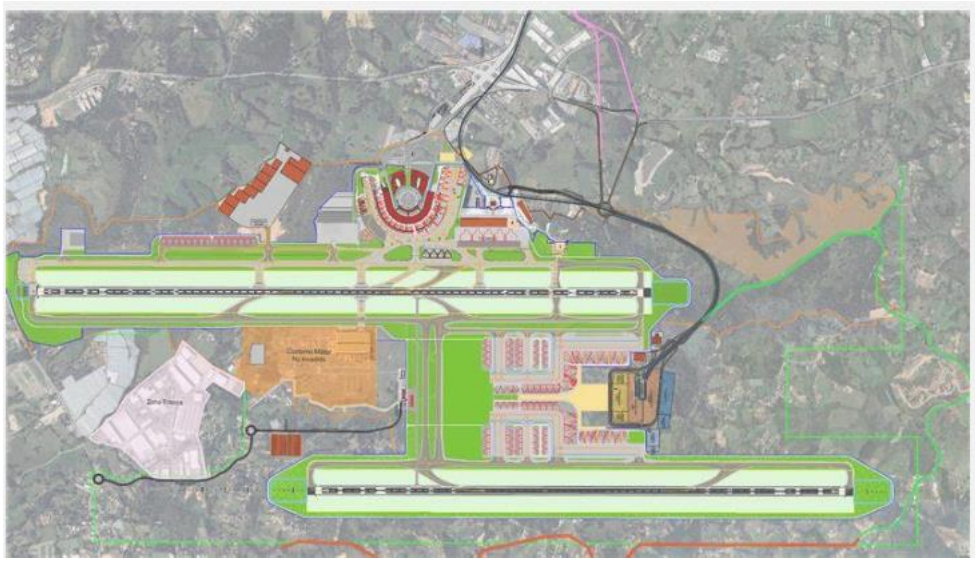
ESTRATEGIA:

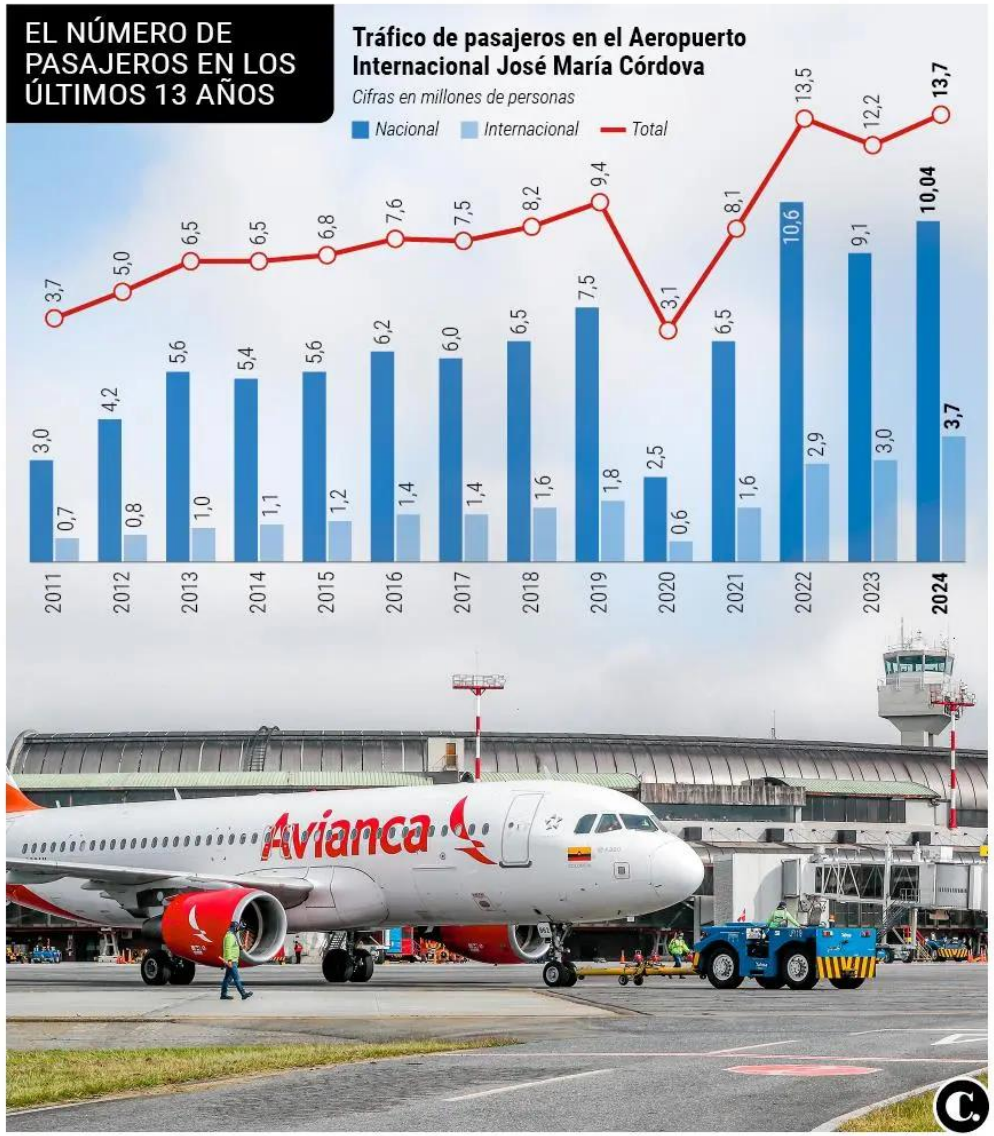
Comercio, Industria y Turismo

Situación actual del sector aeroespacial civil en software - Colombia

- En Colombia La industria aeroespacial civil tiene un perfil emergente, pero con fundamentos sólidos para su desarrollo.
- El país cuenta con una larga tradición en aviación civil debido a su geografía, con una topografía compleja y extensas regiones apartadas.
- Colombia es uno de los mercados de aviación de más rápido crecimiento en Latinoamérica, en la última década ha experimentado tasas de crecimiento de pasajeros de dos dígitos, posicionándose entre los tres países de la región con mayor aumento de tráfico aéreo.
- Airbus proyecta a Bogotá como uno de los nueve ***"megaciudades de la aviación"*** en Latinoamérica en un futuro cercano, reflejando la creciente demanda de transporte aéreo.

Comercio,
Industria y Turismo





Fuente: Airplan. Foto: Juan Antonio Sánchez. Infografía: EL COLOMBIANO © 2025. Daniel Carmona

EJECUTADO POR:

Colombia Productiva

OPERADO POR:

Clúster Tecnológico

Cámara de Comercio Oriente Antioqueño

CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA:

Territorios Clúster

Comercio, Industria y Turismo

Situación actual del sector aeroespacial civil en software - Colombia

Colombia no fabrica aviones comerciales propios, por lo que su cadena de valor aeroespacial civil se concentra en **operaciones, mantenimiento y servicios** asociados a la aviación.

El país ha desarrollado una importante capacidad en el segmento **MRO (Mantenimiento, Reparación y Overhaul)** de aeronaves. Existe un número considerable de empresas dedicadas al mantenimiento aeronáutico tanto civil como militar, capaces ya de realizar reparaciones mayores de aeronaves dentro del país.

Avianca Technical y CIAC (Corporación de la Industria Aeronáutica de Colombia) lideran la industria de mantenimiento local, habiendo obtenido certificaciones internacionales y atendiendo flotas propias y de terceros.

Comercio, Industria y Turismo

Situación actual del sector aeroespacial civil en software - Colombia

El *software* juega un rol como facilitador interno: por ejemplo, **Avianca ha invertido en herramientas de gestión de mantenimiento asistido por computador** (software AMOS) y recientemente en plataformas de **mantenimiento predictivo en alianza con Lufthansa** (AVIATAR) para digitalizar su control de mantenimiento.

Esta adopción le permitirá **recibir datos en tiempo real del estado de sus Airbus durante el vuelo, integrándolos en la planificación de mantenimiento para hacerla más fluida.** Así, aunque gran parte del software utilizado (AVIATAR, AMOS) proviene de proveedores globales**, las empresas colombianas del sector están incorporando *mejores prácticas digitales mundiales* en sus operaciones**.

Ver: Contrata-avianca-lufthansa-technik-para-mantenimiento-digital

Comercio, Industria y Turismo

Situación actual del sector aeroespacial civil en software - Colombia

En el ámbito de **fabricación y tecnología local**, Colombia está en estado **incipiente**.

- Se ha formado el **Clúster Aeroespacial Colombiano (CAESCOL)**, una iniciativa público-privada liderada por la Fuerza Aérea Colombiana a través del Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial (CETAD)
- Uno de los logros ha sido la construcción del avión de entrenamiento ligero **T-90 Calima** por CIAC, que involucró transferencia de tecnología y uso de software especializado de diseño y simulación (CAD, CAE) localmente
- CIAC ofrece servicios de ingeniería que incluyen diseño asistido por software, modelamiento 3D, análisis por elementos finitos y procesos de certificación.

El desarrollo de **software aeroespacial civil específico en Colombia** es limitado, pero creciente. La mayoría de las soluciones han sido adaptaciones o implementaciones de sistemas internacionales (sistemas de reserva de vuelos, gestión aeroportuaria, etc.), aunque empiezan a surgir empresas locales de software aplicadas al sector.

Comercio, Industria y Turismo

Situación actual del sector aeroespacial civil en software - Colombia

AVIATEK
energy • aviation • engineering

Empresa bogotana que integra servicios especializados para aviación y aeropuertos. Aunque principalmente consultora, cuenta con soluciones de simulación, calibración de equipos, etc.

https://www.aviatek.co/es/aviamet-2/#aviacion

AEROBRIEF
The Aeronautical Briefing Co.

Creadora de una plataforma tipo app para monitoreo de vuelos, brinda a operadores información en tiempo real y analítica sobre vuelos (posiblemente orientada a aviación general o pequeños operadores nacionales).

https://www.aerobrief.co/

NEEDZAIO

Cuenta con el producto F2RT Gestión inteligente del mantenimiento aeronáutico. Una herramienta diseñada para la gestión y mantenimiento de aeronaves, que permite decisiones de seguridad en tiempo real con módulos especializados y visuales.

https://f2rt.com/public / https://www.needzaio.com/

Comercio, Industria y Turismo

Oportunidades: MRO

- Colombia aspira a consolidarse como **Hub de mantenimiento y servicios aeronáuticos** en Latinoamérica.
- La creciente flota de aviones en la región (América Latina tendrá uno de los mayores crecimientos de tráfico en el mundo) demanda instalaciones MRO competitivas.
- Aumento de la demanda de implementación de sistemas de **gestión de mantenimiento de clase mundial** en talleres colombianos, utilización de herramientas de realidad aumentada para asistencia remota de expertos internacionales, y plataformas para atraer clientes globales mediante eficiencia y calidad digital.

Comercio, Industria y Turismo

Oportunidades: Software

- Existe la oportunidad de desarrollar una **industria de software aeronáutico local exportable** apalancando la fuerte industria de software/TI de Colombia.
- El país es reconocido en la región por su talento en desarrollo de software, por lo que puede crear soluciones particulares (***aplicaciones de logística aeroportuaria, sistemas de entrenamiento basados en VR en español, etc.***) y exportarlas a mercados vecinos.
- Iniciativas como *el Cluster de Tecnología y* centros de innovación (Ruta N en Medellín, Hubs en Bogotá) podrían incubar startups orientadas a aviación.
- Colombia podría proveer *software* o servicios remotos (análisis de datos de vuelos) a clientes internacionales, diversificando su papel en la cadena de valor global.

Comercio, Industria y Turismo

Oportunidades: Navegación aérea

- La modernización del espacio aéreo colombiano (implementación de nuevos radares, ADS-B, sistemas de gestión de tráfico aérea más automatizados) requerirá software avanzado.
- Empresas locales en asociación con multinacionales podrían participar en el desarrollo o adaptación de estos sistemas, desde aplicaciones móviles para controladores hasta algoritmos de flujo de tráfico optimizado para Aerocivil
- El auge de drones civiles en el país (para topografía, seguridad, entrega de mercancías a poblaciones remotas) abre nichos para plataformas nacionales de gestión de drones, geovallados virtuales, entre otros.

Comercio, Industria y Turismo

Oportunidades: Satelital y espacial civil

- Aprovechamiento de satélites para fines civiles (comunicaciones, observación de la tierra en agricultura, gestión de desastres).
- Colombia lanzó en 2018 su primer nanosatélite de desarrollo propio (FACSAT-1, aunque de uso militar) y tiene proyectos académicos en curso. Esto supone oportunidad para las empresas de software locales en el desarrollo de **aplicaciones que utilicen datos satelitales** (monitoreo ambiental con imágenes) o en brindar soporte al eventual crecimiento de infraestructura espacial.
- La reciente creación de la Agencia Espacial de Colombia (Fundación privada sin fines de lucro) también puede impulsar proyectos donde el software sea protagonista (simulación de misiones, procesamiento de datos espaciales, etc.).

Comercio,
Industria y Turismo

Tendencias globales en el uso de software aeroespacial civil

El sector aeroespacial civil está experimentando una **digitalización acelerada** impulsada por tecnologías emergentes.

EJECUTADO POR:
Colombia Productiva

OPERADO POR:
Clúster Tecnológico
Cámara de Comercio Oriente Antioqueño
CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA:
Territorios Clúster

Comercio,
Industria y Turismo

Hacer la aviación civil más inteligente, eficiente y segura en todos sus ámbitos, desde el diseño hasta la operación y el mantenimiento.

- Inteligencia artificial y Aprendizaje Automático
- Big Data y la Internet de las Cosas (IoT)
- Automatización y Autonomía
- Ciberseguridad y confiabilidad del software

Comercio,
Industria y Turismo

Inteligencia artificial y aprendizaje automático

Estas técnicas optimizan desde la planificación de vuelos hasta el mantenimiento y los servicios al pasajero.

Está siendo ampliamente usado en hacer el **mantenimiento predictivo** más eficaz, **optimización de rutas** de vuelo y **experiencias personalizadas** al pasajero, elevando la eficiencia operativa y la seguridad de vuelo. Así mismo, se ha avanzado en la integración de **simuladores impulsados por IA**, mejorando considerablemente el entrenamiento de pilotos.

Comercio, Industria y Turismo

Big data y el Internet de las cosas (IoT)

*Los aviones modernos generan **terabytes de datos por vuelo** (motores, sistemas, sensores).*

Las mejores capacidades de conectividad y cómputo en la nube hacen posible recopilar y transmitir en tiempo real estos grandes volúmenes de datos para su análisis. Esto conlleva *mejoras significativas en la **seguridad y operaciones***, al permitir detectar anomalías o necesidades de mantenimiento antes de que se vuelvan críticas.

=> *data lake* para centralizar y analizar información de flotas completas

Comercio, Industria y Turismo

Automatización y Autonomía

Existen progresos notables en **aeronaves no tripuladas y sistemas avanzados de ayuda a la conducción.**

- Los **drones** y vehículos aéreos no tripulados se emplean cada vez más en tareas civiles (inspección de infraestructura, entregas, vigilancia), requiriendo sistemas de gestión de tráfico aéreo automatizados.
- Se están desarrollando aeronaves eléctricas de despegue y aterrizaje vertical (**eVTOL**) para movilidad urbana, apuntando a operarlas comercialmente en los próximos años.

Image credit: Lilium

Prototipo de aeronave eléctrica de despegue vertical (eVTOL) desarrollado por Lilium. La introducción de aeronaves “urban air mobility” totalmente eléctricas y con alto contenido de software refleja la tendencia hacia la autonomía y nuevos modelos de transporte aéreo

Comercio, Industria y Turismo

Automatización y Autonomía

Automatización de procesos en tierra

- Gestión autónoma de equipajes
- Logística

Realidad aumentada (AR)

- Para el entrenamiento de pilotos y técnicos en entornos simulados seguros

Realidad virtual (VR)

- Permite a los mecánicos visualizar instrucciones de reparación superpuestas al equipo real.

Comercio,
Industria y Turismo

Ciberseguridad y confiabilidad del software

A medida que los aviones están más conectados (*puertas de enlace WiFi, comunicaciones satelitales, actualizaciones remotas*), aumentan los esfuerzos por proteger estos sistemas de intrusiones.

=> Plataformas que integran **blockchain e IA para gestión segura del tráfico no tripulado**

Comercio, Industria y Turismo

Diseño y fabricación

Software de ingeniería o IA de diseño generativo, integración de IA en flujos de ingeniería.

Navegación/ATC

Gestión de tráfico autónomo, optimización de secuencias de aterrizaje

Formación

Simuladores, e-learning

Servicios aeroportuarios

Sistemas de gestión aeroportuaria, biometría para embarque, etc.

Operaciones de vuelo

Optimización de rutas, gestión de tráfico, experiencia del pasajero

Mantenimiento

Plataformas predictivas, gemelos digitales de motores

En este ecosistema digital, conviven startups ágiles y empresas consolidadas que lideran la innovación del software aeroespacial civil.

EJECUTADO POR: Colombia Productiva

OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER DEVELOPMENT

ESTRATEGIA: Territorios Clúster

Comercio,
Industria y Turismo

Los **modelos de monetización** varían acorde al tipo de solución:

- Soluciones digitales modernas tienden a **SaaS o suscripciones anuales.**
- Soluciones tradicionales aún usan **licencias perpetuas** o ventas de paquetes (software de navegación o simulación instalado in-situ).
- Combinación de venta de software con **servicios asociados** (soporte, consultoría, personalizaciones).

*El software pasó de ser un soporte interno a un **producto en sí mismo** dentro de la cadena de valor aeroespacial, generando ingresos y ventajas competitivas para sus desarrolladores.*

Comercio,
Industria y Turismo

Desafíos de la industria y respuestas tecnológicas

La industria aeroespacial civil enfrenta varios desafíos estructurales, y las empresas están respondiendo mediante soluciones tecnológicas innovadoras a lo largo de la cadena de valor.

Comercio,
Industria y Turismo

- Mantenimiento y ciclo de vida de aeronaves
- Eficiencia, costos y sostenibilidad
- Talento
- Integración de datos y colaboración en cadena
- Ciberseguridad y confiabilidad

Comercio, Industria y Turismo

Mantenimiento y ciclo de vida de aeronaves

Desafíos:

Presión por **mantener aeronaves en servicio por más tiempo:** el repunte de la demanda de vuelos ha sido rápido, pero persisten cuellos de botella en la fabricación de nuevos aviones por problemas en la cadena de suministro y calidad de proveedores. Esto se refleja en Aerolíneas con flotas envejecidas cuyo **tiempo fuera de servicio debe minimizarse.**

Respuesta:

Mantenimiento predictivo y digital integrando IA y analítica, las compañías están transformando las prácticas de mantenimiento, reparación y revisión (MRO) y la digitalización permite planificar mejor las inspecciones, optimizar inventarios de partes y programar intervenciones en los momentos óptimos. Los **algoritmos predictivos** analizan datos históricos de fallas y condición de componentes para anticipar qué piezas requerirán recambio y cuándo, evitando fallos sorpresivos.

Comercio, Industria y Turismo

Datos

- Requiere recopilar enormes cantidades de datos de sensores y vuelos antes de poder analizarlos con eficacia, además de inversión en sistemas y capacitación.

Alianzas

- Las empresas han respondido formando alianzas y desplegando proyectos piloto en áreas específicas (motor X o sistema Y) para validar retornos antes de escalarlos

Despliegue

- Los resultados positivos – ahorros en costos por evitar mantenimientos no necesarios, menor inventario ocioso de repuestos, menos demoras por averías – están impulsando la adopción amplia. Así, la tecnología (IA, Big Data) está transformando el desafío de envejecimiento de flotas y limitaciones de suministro en una oportunidad para optimizar el ciclo de vida con mantenimiento inteligente.

Comercio, Industria y Turismo

Integración de datos y colaboración en la cadena

DESAFIOS:

Uno de los retos es la fragmentación de datos entre distintos actores (fabricantes, aerolíneas, proveedores de componentes, aeropuertos) y conlleva un desafío asociado en **la propiedad y seguridad de los datos.**

RESPUESTA:

Una plataforma colaborativa con un ecosistema que comparte datos en un “lago” común en la nube, permitiendo refinar modelos predictivos y obtener insights que antes no eran posibles.

Además, permitir que cada cliente mantenga la propiedad de sus datos identificables, usando solo datos agregados para desarrollar las analíticas, con políticas de Gobernanza de datos y ciberseguridad (encriptación, controles de acceso) son cruciales para vencer la barrera cultural y lograr la colaboración.

El resultado es una cadena de valor más integrada: proveedores y aerolíneas pueden alinear mejor oferta y demanda de repuestos, planificar mantenimientos junto con el fabricante y evitar interrupciones. También surgen nuevos servicios gracias a esta integración, como tableros en tiempo real que consolidan datos de vuelo, mantenimiento y operaciones para la toma de decisiones rápidas.

Comercio, Industria y Turismo

Talento

DESAFIOS:

La industria enfrenta una **escasez de talento especializado.** Hay déficit tanto de pilotos (por el crecimiento del tráfico aéreo) como de ingenieros y técnicos con habilidades digitales. Un estudio de Deloitte indicó que en 2024 más de 67% de las empresas manufactureras (incluyendo aeroespaciales) identificaron la atracción y retención de personal cualificado como su principal desafío de negocio.

RESPUESTA:

Se espera que las compañías aborden este problema apoyándose precisamente en tecnologías digitales como IA para complementar estrategias de talento.

- Simuladores de realidad virtual, entrenamiento con asistentes de IA que evalúan el desempeño, y plataformas e-learning interactivas.
- **IA generativa** y sistemas expertos para capturar conocimiento de veteranos antes de que se jubilen, convirtiéndolo en bases de conocimiento accesibles.
- **Realidad aumentada,** ayudando a técnicos menos experimentados, guiándolos paso a paso en procedimientos de mantenimiento complejos

Comercio, Industria y Turismo

Eficiencia, costos y sostenibilidad

DESAFIOS:

Las aerolíneas operan con márgenes estrechos y están sometidas a variaciones de costos (combustible, tasa de cambio) así como a presiones ambientales para reducir emisiones. Un desafío permanente es **mejorar la eficiencia operacional** y reducir el consumo de combustible y huella de carbono.

RESPUESTA:

Herramientas de **optimización de rutas y desempeño de vuelo** permiten recortar 3-5% el combustible por vuelo mediante recomendaciones basadas en datos masivos.

Los sistemas de gestión de tráfico aéreo más inteligentes coordinan secuencias de despegue/aterrizaje y rutas óptimas en tiempo real, se evita esperas innecesarias en el aire, ahorrando combustible y minimizando demoras.

En tierra, los aeropuertos aplican analítica en operaciones (asignación dinámica de puertas de embarque, optimización de flujo de pasajeros con modelos digitales) para mejorar la puntualidad.

Las aerolíneas están adoptando sistemas tipo **Flight Operations Quality Assurance (FOQA)** potenciados con big data para identificar ineficiencias operativas.

Comercio, Industria y Turismo

Ciberseguridad y confiabilidad

DESAFIOS:

A medida que aumenta la dependencia en software para funciones críticas (aviónica, control de vuelo, comunicaciones) y que los aviones están más conectados externamente, la **exposición a riesgos cibernéticos** se ha vuelto un desafío latente. Un ataque o falla de software puede comprometer la seguridad.

RESPUESTA:

- Rigurosos procesos de certificación de software (p. ej. normativas DO-178C) implementando capas adicionales de seguridad informática.
- **Ciberseguridad desde el diseño** ("security by design"), por ejemplo, en sistemas de entretenimiento a bordo para que no sirvan de puerta de entrada a sistemas críticos.
- El sector está aprendiendo de la industria TI: se aplican actualizaciones OTA (over-the-air) seguras, encriptación fuerte de enlaces satelitales, sistemas de detección de intrusos en redes de avión, etc.

Comercio,
Industria y Turismo

Por cada desafío – técnico, económico o humano – la industria aeroespacial civil está encontrando en la transformación digital una respuesta.

La cadena de valor se está volviendo más resiliente y eficiente gracias al software:

- Se disminuyen los costos operativos,
- se incrementa la seguridad,
- se agiliza la producción y
- se forma mejor al talento.

Aún quedan retos por afrontar (por ejemplo, armonizar regulaciones para la incorporación de IA en sistemas críticos, o garantizar que la digitalización llegue también a aerolíneas y países más pequeños).

El software es ahora un pilar central de la propuesta de valor aeroespacial.

Comercio,
Industria y Turismo

Modelos de negocio de soluciones tecnológicas de última generación en el sector aeroespacial

El **software** es ahora un pilar central de la propuesta de valor aeroespacial.

EJECUTADO POR:
Colombia Productiva

OPERADO POR:
Clúster Tecnológico
Cámara de Comercio Oriente Antioqueño
CLUSTER | DEVELOPMENT

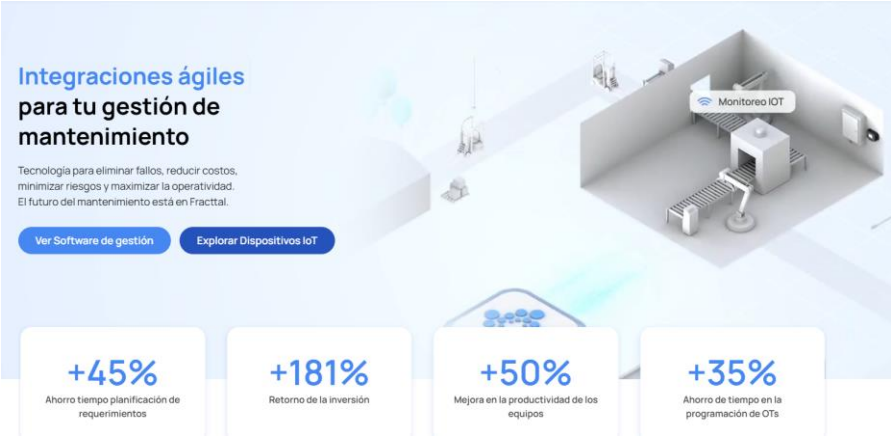
ESTRATEGIA:
Territorios Clúster

Comercio, Industria y Turismo

Mantenimiento predictivo con IA e IoT

Fracttal (startup fundada en Chile) y otras empresas similares como **Tractian** (Brasil) en mantenimiento industrial comienzan a consolidarse como proveedores. También encontramos gigantes como **General Electric (GE)** y **Airbus** con plataformas de analítica de mantenimiento (Airbus *Skywise*).

fracttal



https://www.fracttal.com/es/

PROBLEMA (R1)

Aerolíneas, aeropuertos y empresas de mantenimiento carecen de sistemas adecuados para gestionar el mantenimiento preventivo de sus activos físicos, lo que deriva en fallas inesperadas, altos costos y riesgos de seguridad.

SOLUCIÓN

Plataforma de mantenimiento predictivo en la nube (CMMS) potenciada por IA e IoT. Digitaliza la gestión de activos y analiza datos en tiempo real para programar mantenimientos basados en condición y no solo en intervalos fijos.

PROPUESTA DE VALOR

Reduce en más de 25% las fallas de los activos y recorta al menos 15% los costos de mantenimiento, a la vez que incrementa hasta 50% la productividad de los equipos. Extiende la vida útil de los componentes (~20%) y mejora la seguridad al prevenir accidentes mediante monitoreo del estado de los activos.

SEGMENTOS

Aerolíneas, aeropuertos, talleres de mantenimiento y proveedores MRO que buscan optimizar el mantenimiento de aviones, vehículos de apoyo terrestre e infraestructura crítica.

CANALES

Modelo B2B mediante ventas directas de software SaaS y a través de integradores locales.

RECURSOS

Plataforma cloud con analítica Big Data, algoritmos de Machine Learning para pronóstico de fallas, sensores IoT instalados en equipos (motores, sistemas hidráulicos, vehículos),
Ingenieros de mantenimiento y científicos de datos.

MÉTRICAS

Reducción del tiempo fuera de servicio (*uptime* mejorado en ~9-10%), disminución de costos de reparación de emergencia, porcentaje de fallas prevenidas vs. fallas totales, ahorro en horas de mantenimiento, mejora en índices de seguridad (reducción de incidentes operativos). El ROI se mide en ahorros por evitar averías y en la mejora de la puntualidad operativa de la flota.

EJECUTADO POR: Colombia Productiva

OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA: Territorios Clúster

Comercio, Industria y Turismo

Plataforma Big Data para aerolíneas

En el mercado emergen startups como Predikto (adquirida por Siemens) que aplicaron analítica predictiva a transporte, aunque Skywise destaca por su amplia adopción en aerolíneas globales. Boing también participa con su solución BOEING Analytx

AIRBUS

https://aircraft.airbus.com/en/services/enhance/skywise-data-platform/skywise-core-x

PROBLEMA (R2)

Las aerolíneas enfrentan mantenimientos no programados que generan retrasos y altos costos. Tradicionalmente, los datos de salud de las aeronaves estaban dispersos, impidiendo anticipar fallas de componentes antes de que causen inmovilizaciones inesperadas de aviones.

SOLUCIÓN

Plataforma de Big Data e inteligencia artificial que agrega los datos de sensores de las aeronaves y operaciones de vuelo. Aplica modelos predictivos de mantenimiento para detectar patrones anómalos y emitir alertas tempranas de fallas en motores y sistemas

PROPUESTA DE VALOR

Anticipar y planificar el mantenimiento no programado, reduciendo significativamente eventos inesperados. Mejorar la eficiencia operativa al aumentar la disponibilidad de la flota y optimizar el uso de cada avión.

SEGMENTOS

- Aerolíneas (-Airbus)
- MRO independientes

CANALES

Contratos de suscripción/licenciamiento por avión.
Acuerdos directos con las aerolíneas para implementar.

RECURSOS

Infraestructura de computación en la nube, algoritmos de machine learning entrenados con datos históricos de aviones, bases de datos de mantenimiento y manuales de ingeniería. Personal de data scientists e ingenieros aeronáuticos con los equipos técnicos de la aerolínea para interpretar las alertas.

MÉTRICAS

Número de alertas predictivas generadas vs. fallas reales ocurridas (tasa de acierto del modelo), reducción del tiempo en tierra no planificado de aviones, aumento del intervalo promedio entre averías, disminución de retrasos y cancelaciones por motivos técnicos, y ahorro en costos operativos (reducción de inventario de repuestos, etc).

EJECUTADO POR: Colombia Productiva

OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA: Territorios Clúster

Comercio, Industria y Turismo

Ciberseguridad gestionada para aerolíneas e IA para ciberseguridad en aeropuertos

- **IBM Security Services** es el proveedor de LATAM Airlines.
- **Thales** ofrece soluciones de seguridad para aviones y sistemas ATC.
- **Darktrace** provee la tecnología central al Aeropuerto El Dorado, la integración la realizó **Sofistic** (empresa de ciberseguridad en LATAM).
- **Cisco SecureX** o **Palo Alto XSIAM** con analítica avanzada

IBM

https://www.ibm.com/services/security

DARKTRACE

https://www.darktrace.com/

EJECUTADO POR: Colombia Productiva

OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER DEVELOPMENT

ESTRATEGIA: Territorios Clúster

PROBLEMA (R3)

Las aerolíneas manejan datos masivos de pasajeros (pasaportes, tarjetas de crédito) y operan redes complejas que incluyen sistemas de reserva, gestión de vuelos y comunicaciones aeronáuticas. Esto las vuelve un blanco atractivo para ciberataques que podrían robar datos sensibles o incluso interrumpir operaciones de vuelo.

SOLUCIÓN

Creación de un Centro de Operaciones de Seguridad (SOC) dedicado, con capacidades de ciberdefensa proactiva (monitoreo 24/7 de redes, detección de intrusos) y ciberinteligencia para anticipar amenazas, utilizando herramientas avanzadas (análisis de comportamiento con IA) para identificar actividades anómalas en los sistemas en tiempo real.

PROPUESTA DE VALOR

Protección robusta de los sistemas críticos, reduciendo el riesgo de filtración de datos personales y de interrupciones operativas graves, obteniendo visibilidad completa de amenazas y tiempos de respuesta rápidos ante incidentes, fortaleciendo la continuidad del negocio.

SEGMENTOS

- Aerolíneas que necesiten mejorar su postura de seguridad sin construir toda la capacidad internamente.
- Grupos aeroportuarios o proveedores de servicios de navegación aérea que buscan tercerizar seguridad a expertos.

CANALES

Contratos de servicios gestionados de seguridad (Managed Security Services)
Proyectos de consultoría e integración

RECURSOS

Plataformas de IA para detección de amenazas, herramientas de monitoreo de red, firewalls de nueva generación, sistemas de autenticación multifactor para acceso interno.
Personal: analistas de SOC, expertos en amenazas…

MÉTRICAS

Número de incidentes de seguridad detectados y neutralizados por mes, tiempo de respuesta a incidentes (MTTR) inferior a cierto umbral (<2 horas para incidentes críticos), reducción en intentos de intrusión exitosos, cumplimiento de estándares (PCI-DSS para datos de pago, regulaciones aeronáuticas), y el 0% de interrupciones de vuelos por eventos cibernéticos.

EJECUTADO POR: Colombia Productiva
OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER | DEVELOPMENT
ESTRATEGIA: Territorios Clúster

PROBLEMA (R4)

Los aeropuertos modernos son infraestructuras críticas interconectadas (sistemas de control de tráfico, pantallas de información, redes de comunicaciones tierra-aire, CCTV, etc.) cuya interrupción por ataque cibernético puede colapsar la operación aérea

SOLUCIÓN

Creación de un servicio centralizado de ciberseguridad. Monitorear el tráfico de la red de todos los sistemas del aeropuerto – desde las computadoras administrativas hasta sensores de campo – aprendiendo el comportamiento “normal” para identificar anormalidades. Prioriza alertas usando algoritmos de IA. Refuerzo de protección de endpoints con soluciones como CrowdStrike (antivirus de nueva generación con IA) y SOC 24/7.

PROPUESTA DE VALOR

Visibilidad completa y en tiempo real de las amenazas en la red aeroportuaria.
Cero interrupciones en operaciones aeroportuarias por causas cibernéticas.

SEGMENTOS

- Aeropuertos que busquen proteger sus sistemas críticos (TI y TO) de ataques.
- Proveedores de servicios de navegación aérea y grandes infraestructuras aeronáuticas (radar, comunicaciones) que requieren seguridad reforzada.

CANALES

Suscripción al software de IA + servicio continuo de monitoreo y soporte. Contrato de servicios gestionados

RECURSOS

Análisis de tráfico con aprendizaje automático no supervisado, sensores desplegados en la red del aeropuerto, un SOC con analistas que supervisan las alertas las 24 horas, herramientas de respuesta automatizada y soluciones complementarias (CrowdStrike para endpoints, segurización de plataformas cloud como Microsoft 365).

MÉTRICAS

Porcentaje de reducción de incidentes, tiempo de detección y respuesta a amenazas, número de alertas críticas atendidas vs. ignoradas, nivel de cobertura de activos monitoreados (100% de la red del aeropuerto), y cumplimiento de normas de seguridad aeronáutica.

EJECUTADO POR: Colombia Productiva

OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA: Territorios Clúster

Comercio, Industria y Turismo

Gestión digital del tráfico aéreo – ATM

Thales (compañía francesa líder en ATM) junto a Sopra Steria ofrecen OpenSky. Otras empresas maduras en ATM digital: Indra (España) con su suite Air Automation, y Leonardo. En cuanto a startups, el ATM es un campo dominado por grandes por requisitos de certificación; sin embargo, algunas nuevas empresas trabajan en segmentos como torres digitales remotas (Searidge Technologies) que pueden integrarse a plataformas abiertas como OpenSky.

THALES

https://www.thalesgroup.com/en

sopra steria

https://www.soprasteria.com/

PROBLEMA (R5)

Los sistemas de gestión de tráfico aéreo (ATM) tradicionales en la región suelen ser propietarios y poco flexibles, lo que dificulta escalar capacidad ante el crecimiento continuo del tráfico y la aparición de nuevos usuarios del espacio aéreo (drones, vuelos suborbitales). Además, se exige mayor seguridad cibernética e interoperabilidad entre sistemas nacionales

SOLUCIÓN

Plataforma ATM de arquitectura abierta y segura que digitaliza la gestión del tráfico aéreo. Combina herramientas de planificación de vuelos, gestión de flujo, comunicaciones y vigilancia en un entorno integrado. Permite incorporar módulos de IA para optimizar secuencias de aterrizajes, despegues e interfaces estándares para conectar con sistemas de otros proveedores. acompañada de servicios de migración y soporte para los proveedores de navegación aérea (ANSP).

PROPUESTA DE VALOR

Moderniza la gestión del espacio aéreo haciendo el sistema más resiliente, interoperable y ciberseguro, facilitando rutas más directas y eficientes en combustible y aumentando la capacidad del espacio aéreo sin construir nueva infraestructura física, gracias a mejores herramientas de secuenciamiento y separación de aeronaves.

SEGMENTOS

- Proveedores estatales o privados de control de tránsito aéreo.
- Organizaciones regionales que busquen interoperabilidad (redes subregionales de gestión de vuelos).

CANALES

Contratos gubernamentales de adquisición de sistemas ATM

RECURSOS

Computación en la nube privadas/híbridas para procesar datos de radar, ADS-B, planes de vuelo en tiempo real; interfaces API abiertas (gestión meteorológica, datos de drones); ciberseguridad incorporada tierra-aire, algoritmos de gestión de trayectorias 4D. Ingenieros de tráfico aéreo, desarrolladores de software y expertos en regulación.

MÉTRICAS

Capacidad aumentada (más vuelos manejados por hora en un espacio aéreo dado), reducción de demoras en ruta y esperas en aeropuertos gracias a mejor gestión de flujo, grado de cumplimiento con estándares internacionales (OACI) y mejoras en indicadores de seguridad (menos conflictos de tránsito, alertas resueltas). Asimismo, reducción de costos de mantenimiento del sistema ATM al pasar a una plataforma abierta con actualizaciones más sencillas.

EJECUTADO POR: Colombia Productiva

OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA: Territorios Clúster

Comercio, Industria y Turismo

Gestión de tráfico para drones con IA y blockchain

SkyGrid (creada en 2018 como Joint Venture de Boeing y la startup de IA SparkCognition), se distingue por su arquitectura con Blockchain e Inteligencia Artificial integrada, posicionándose como plataforma de nueva generación para la gestión autónoma del espacio aéreo.
En el ámbito UTM destacan también AirMap (ahora parte de DroneUp) y Altitude Angel.

SKYGRID

https://www.skygrid.com/

PROBLEMA (R6)

La proliferación de drones y futuras aeronaves autónomas plantea el desafío de integrarlos de manera segura en el espacio aéreo junto con la aviación tradicional. Es necesario evitar colisiones, gestionar rutas dinámicas y autorizar operaciones (entregas, taxis aéreos, inspecciones) en entornos urbanos congestionados. Los métodos convencionales de control aéreo no escalan para manejar millones de vehículos no tripulados potenciales.

SOLUCIÓN

Plataforma de Unmanned Traffic Management (UTM) que funciona como un “sistema operativo aéreo” para drones. Usa IA para planificar rutas de vuelo óptimas en 4D (x,y,z + tiempo) evitando riesgos en tiempo real (considera tráfico aéreo, clima, geocercas), mientras que blockchain registra de forma inmutable la identidad y datos de cada dron, garantizando trazabilidad y seguridad en las comunicaciones. Permitiendo operaciones autónomas a gran escala con drones comerciales y manteniendo separación segura de otros usuarios del espacio aéreo.

PROPUESTA DE VALOR

Integrar aeronaves no tripuladas en el espacio aéreo global de forma segura e inteligente

SEGMENTOS

- Autoridades de aviación civil y proveedores de navegación aérea.
- Operadores de drones comerciales que se conectarán a esta plataforma para obtener autorizaciones de vuelo automatizadas.

CANALES

Plataforma tecnológica B2B2G

RECURSOS

Inteligencia artificial para análisis de tráfico y generación de rutas 3D, tecnología blockchain para registrar datos de vuelo y autorizaciones de forma distribuida y segura, integración con fuentes de datos en tiempo real (clima, estatus de espacio aéreo), e nfraestructura cloud escalable.
Ingenieros de software, expertos en regulación aérea e ingenieros de datos

MÉTRICAS

Número de operaciones de drones gestionadas por día sin incidentes, tiempo de procesamiento para aprobar un plan de vuelo de dron (de horas manualmente a segundos con IA), cumplimiento de estándares UTM de OACI, reducción de incursiones o conflictos entre drones y aviación tripulada, habilitar x vuelos de reparto de paquetes diarios en una ciudad sin violaciones de zonas restringidas ni accidentes.

EJECUTADO POR: Colombia Productiva

OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA: Territorios Clúster

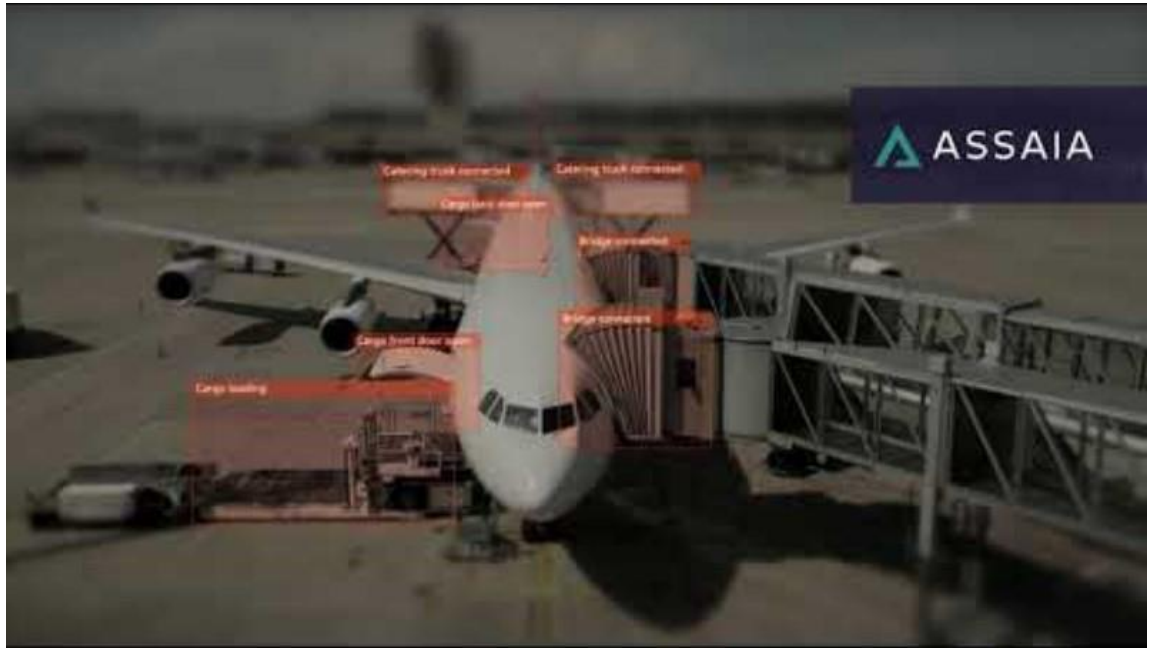
Comercio, Industria y Turismo

Monitoreo con IA de las operaciones en plataforma

Assaia International AG (startup) es la proveedora de Assaia ApronAI. Compite con soluciones como IntellAct (startup israelí similar, visión AI para aeropuertos) que reportó potencial de reducir 50% los tiempos de espera con video-análisis en tiempo real. Gigantes como Honeywell o SITA también exploran análisis de video en plataforma, pero Assaia se destaca por su enfoque especializado y casos de éxito en aeropuertos de EE.UU. y Europa.

ASSAIA

https://www.assaia.com/solutions/apron-ai



PROBLEMA (R7)

En aeropuertos concurridos, las operaciones en la puerta de embarque (desembarque de pasajeros, carga de equipaje, reabastecimiento, inspección, etc.) son propensas a demoras por falta de visibilidad y coordinación. Tradicionalmente, el seguimiento de estas actividades dependía de reportes manuales y ojo humano, con margen de error y sin datos en tiempo real, lo que lleva a ineficiencias operativas.

SOLUCIÓN

Sistema de visión artificial con IA que monitoriza en tiempo real todas las actividades de *turnaround* de un avión. Mediante cámaras estratégicamente ubicadas en la plataforma observa eventos como la llegada de camiones de combustible, conexión de pasarela, carga de catering, etc., y los interpreta con algoritmos de deep learning. Proporciona a la operadora del aeropuerto y a la aerolínea un "timeline" en vivo del estado de cada vuelo en tierra, prediciendo a qué hora estará listo el avión para despegar Y situaciones inseguras o desviaciones para alertar de inmediato.

PROPUESTA DE VALOR

Brindar visibilidad total y predictiva de las operaciones en la puerta, permitiendo optimizar los procesos y reducir retrasos, con el cual se puede lograr hasta 3 operaciones adicionales por día por puerta, aumentando la capacidad del aeropuerto sin infraestructura extra.

SEGMENTOS

- Operadores aeroportuarios y centros de control de operaciones de aerolíneas.
- Aerolíneas hub-and-spoke.
- Empresas de asistencia en tierra (ground handlers) que quieran cumplir SLAs estrictos.

CANALES

Solución B2B directamente a aeropuertos y aerolíneas, SaaS.

RECURSOS

Cámaras de alta resolución alrededor de las posiciones de estacionamiento, conectividad de datos robusta (wired o 5G) para enviar streaming, algoritmos de visión por computadora entrenados para reconocer acciones específicas, infraestructura cloud para análisis en tiempo real, e integración con sistemas aeroportuarios (AODB, A-CDM).

MÉTRICAS

Minutos promedio de demora en salida ahorrados por vuelo, porcentaje de aumento de On-Time Performance de las aerolíneas usuarias, reducción de incidentes de seguridad en rampa, uso más eficiente de recursos (equipos y personal en puerta) medido en tasa de utilización. Minutos de menos en tierra ahorra X dólares en costos operativos y mejora de puntualidad y reducción de compensaciones por retrasos.

EJECUTADO POR: Colombia Productiva

OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA: Territorios Clúster

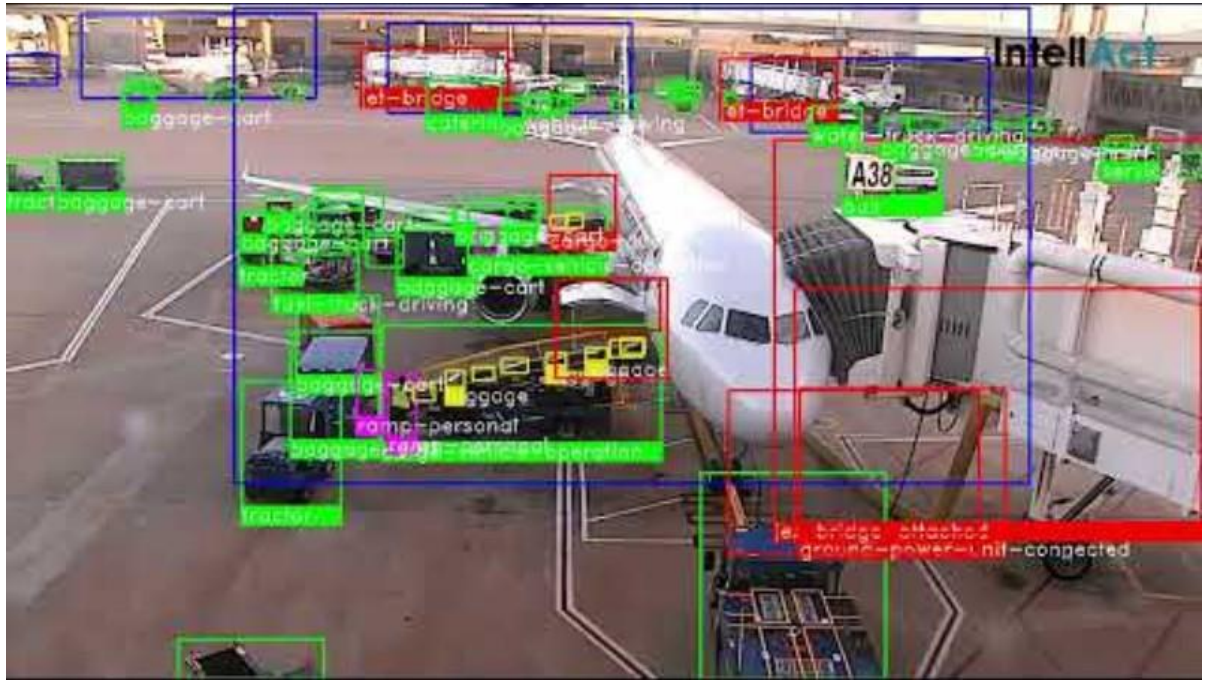
Comercio,
Industria y Turismo

Optimización AI de operaciones aeroportuarias en tiempo real

IntellAct (startup fundada en 2017 en Israel) es el proveedor y compite directamente con Assaia. Gigantes de tecnología como Hitachi han desarrollado soluciones de video analytics para aeropuertos, pero IntellAct se especializa en retrasos de vuelos. Su enfoque en IA para coordinación aeropuerto-aerolínea es pionero, lo que le ha ganado atención en la industria y pruebas en aeropuertos de Oriente Medio y Europa.

IntellAct

https://www.intell-act.com/



EJECUTADO POR:

Colombia Productiva

OPERADO POR:

Clúster Tecnológico

Cámara de Comercio Oriente Antioqueño

CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA:

Territorios Clúster

PROBLEMA (R8)

Los retrasos en vuelos representan un enorme costo global. Gran parte de esas demoras se originan en la gestión ineficiente de operaciones terrestres y cuellos de botella no detectados a tiempo en aeropuertos. Las dependencias manuales impiden reaccionar con rapidez para evitar que una demora local se traduzca en retraso del vuelo.

SOLUCIÓN

Middleware de IA y análisis de video para optimizar operaciones tanto en aeropuertos como en aerolíneas, a través de una plataforma que integra las cámaras de seguridad existentes (despliega el software sobre la infraestructura de CCTV existente) en la terminal y la pista, analizando en tiempo real todo lo que ocurre alrededor de los aviones. Mediante visión artificial, detecta cuellos de botella y genera alertas automáticas a los equipos de tierra para que actúen. También elimina la necesidad de reportes manuales, registrando automáticamente hitos como inicio/fin de embarque, cierre de puertas, etc.

PROPUESTA DE VALOR

Eliminación de informes manuales y errores humanos, liberando al personal para actuar en lugar de solo reportar; aportando vuelos más puntuales, menores costos por demoras y mejor experiencia para el pasajero.

SEGMENTOS

- Aeropuertos que busquen implementar aeropuertos inteligentes;
- Aerolíneas con hubs importantes que quieran supervisar sus procesos en distintas escalas;
- Aeropuertos más pequeños que deseen maximizar eficiencia con recursos limitados.

CANALES

Plataforma B2B mediante contratos directos con aeropuertos o a través de integradores de sistemas aeroportuarios.

RECURSOS

Software de análisis de video con IA integrado a sistemas de CCTV, algoritmos entrenados con miles de horas de videos de operaciones aeroportuarias, dashboards en tiempo real para el centro de control del aeropuerto, Big Data histórico para identificar patrones repetitivos. El equipo humano incluye expertos en aprendizaje profundo y en gestión aeroportuaria que calibran el sistema a las condiciones de cada aeropuerto cliente.

MÉTRICAS

Reducción porcentual de minutos de demora por vuelo, disminución en la variabilidad de los tiempos de giro de aeronaves, tasa de puntualidad antes/después, cantidad de alertas generadas que previnieron retrasos (p.ej., situaciones corregidas antes de impactar la hora de salida), ahorro por evitar demoras (cada minuto de retraso ahorrado equivale a X dólares ahorrados en combustible extra, conexiones perdidas, compensaciones, etc.).

EJECUTADO POR: Colombia Productiva

OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA: Territorios Clúster

Comercio, Industria y Turismo

Inspección automatizada de aeronaves con drones

Donecle (startup fundada en 2015 en Toulouse) lidera este nicho. Colabora con Air France-KLM y Dassault Aviation. Otras empresas han desarrollado soluciones similares: por ejemplo, EasyJet probó drones de Blue Bear Systems en sus inspecciones, y Airbus tiene proyectos de drones de inspección en sus líneas de montaje. Sin embargo, Donecle es pionera con sistema llave en mano de dron + software, ya desplegado en aerolíneas comerciales.

DONECLE

https://www.donecle.com/

PROBLEMA (R9)

Las inspecciones visuales de los aviones requeridas antes de cada vuelo y tras eventos como impacto de rayo o granizo suelen ser lentas y laboriosas. Un equipo humano tarda varias horas en revisar toda la superficie de un avión grande, usando grúas o andamios para alcanzar zonas altas. Esto genera tiempos de inmovilización prolongados y expone a técnicos a trabajos en altura y condiciones difíciles.

SOLUCIÓN

Sistema de drones autónomos equipados con cámaras de alta resolución y algoritmos de visión e inteligencia artificial para inspeccionar automáticamente el fuselaje de aeronaves, siguiendo una ruta preprogramada alrededor del avión (guiados por láseres de posicionamiento en lugar de GPS) y toman imágenes detalladas de todas las superficies, y luego un software analiza estas imágenes mediante machine learning, detectando corrosión, abolladuras, grietas o impactos en la pintura. El resultado es un informe digital señalando posibles daños, que un inspector calificado valida a posteriori. Toda la información se almacena en una plataforma que facilita la trazabilidad de los hallazgos a lo largo del tiempo.

PROPUESTA DE VALOR

Acelera radicalmente el proceso de inspección – hasta 10 veces más rápido que los métodos manuales tradicionales - reduciendo significativamente el downtime del avión.

SEGMENTOS

- Aerolíneas y empresas de MRO que realizan mantenimiento pesado o de línea.
- Fabricantes de aviones o militares (que inspeccionan flotas regularmente) son clientes potenciales.

CANALES

- Venta directa a aerolíneas/MROs.
- Proyectos piloto, seguido de la venta de unidades de dron y la licencia de su software.
- Capacitación y soporte para integrar el sistema en el proceso de mantenimiento del cliente

RECURSOS

Drones autónomos especializados (con láser, cámaras HD), algoritmos de visión computacional y ML entrenados con miles de imágenes de aviones dañados e intactos, una plataforma cloud (Iris) para procesar imágenes y generar reportes, y la integración con sistemas de mantenimiento existentes.

MÉTRICAS

Tiempo promedio de inspección antes y después, número de hallazgos detectados automáticamente vs. hallazgos manuales (medida de precisión), reducción de horas-hombre por inspección, y mejora en disponibilidad de la aeronave (indicador de cuánto se reducen retrasos/cancelaciones por inspecciones prolongadas). ROI en términos de ahorro por evitar retrasos de vuelos tras rayos o daños, al poder certificar más rápido el avión como apto.

EJECUTADO POR: Colombia Productiva

OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA: Territorios Clúster

Comercio, Industria y Turismo

Realidad Aumentada en MRO

En este campo destacan soluciones de Scope AR (Plataforma WorkLink), Taqtile, Upskill (ahora Scope AR) y la propia Microsoft con HoloLens apps. Ejemplos: Japan Airlines utiliza HoloLens para entrenar mecánicos en motores virtuales. En Latinoamérica, empresas como Aviation Training Consulting y Aviation Group están empezando a incorporar HoloLens en formación aeronáutica. La combinación hardware+software+servicios compone la solución RA en MRO que cada vez más compañías adoptan.

https://learn.microsoft.com/en-us/hololens/

PROBLEMA (R10)

Los técnicos de mantenimiento aeronáutico a menudo deben consultar voluminosos manuales técnicos o solicitar asistencia de ingenieros expertos cuando realizan reparaciones complejas, lo que causa demorar y genera errores de interpretación. La capacitación práctica en sistemas aeronáuticos avanzados es costosa y limitada por la disponibilidad de aeronaves o componentes reales. En Latinoamérica, donde puede haber menos expertos in-situ la falta de soporte inmediato puede prolongar la inmovilización del avión.

SOLUCIÓN

El uso de gafas de Realidad Mixta permite a los técnicos ver información digital sobrepuesta al mundo real durante las tareas de mantenimiento. La solución consiste en software AR que proyecta hologramas: el técnico, al mirar una parte del avión con las gafas, puede "ver a través" de paneles mostrando cableados ocultos, rutas de tuberías o ubicación de componentes internos. También pueden visualizar diagramas 3D, checklist de procedimientos paso a paso, o incluso recibir asistencia remota – un ingeniero experto puede ver lo que el técnico ve a través de la cámara y dibujar indicaciones en su campo de visión.

PROPUESTA DE VALOR

Acelerar las reparaciones y reducir errores, al dar al técnico la información precisa en el momento preciso.
La RA en MRO promete ahorros de tiempo y costo, mejor calidad (menos retrabajos) y mayor seguridad al reducir la manipulación errónea de partes.

SEGMENTOS

- Talleres de mantenimiento (tanto de aerolíneas grandes como MRO independientes).
- Aerolíneas regionales que no siempre tienen un ingeniero especialista en cada estación remota.

CANALES

- Empresas de ingeniería locales pueden desarrollar contenido AR (hologramas de modelos de motores, etc.) adaptado a la flota del cliente.
- A través de proveedores de soluciones AR industriales.

RECURSOS

Gafas de Realidad Mixta de última generación, software de visualización 3D con los modelos CAD de las aeronaves y sistemas, conectividad de banda ancha para soporte remoto (WiFi o 5G en el hangar), integración de la documentación digital (manuales de mantenimiento, boletines de servicio) en formatos interactivos. Desarrolladores de contenido 3D, especialistas en procesos de MRO que diseñan los flujos de trabajo en RA

MÉTRICAS

Reducción del tiempo de ejecución de ciertas tareas de mantenimiento con RA vs sin RA, tasa de errores o retrabajos disminuida, tiempo de capacitación de nuevos técnicos reducido (y evaluaciones de retención de conocimiento mejoradas). También se puede medir la disponibilidad incrementada de ingenieros (un experto remoto atiende n casos por semana vía RA en vez de desplazarse).

EJECUTADO POR: Colombia Productiva
OPERADO POR: Clúster Tecnológico · Cámara de Comercio Oriente Antioqueño · CLUSTER | DEVELOPMENT
ESTRATEGIA: Territorios Clúster

Comercio,
Industria y Turismo

COD	PROBLEMATICA	PLATAFORMA DE CRECIMIENTO
R1	Aerolíneas, aeropuertos y empresas de mantenimiento carecen de sistemas adecuados para gestionar el mantenimiento preventivo de sus activos físicos, lo que deriva en fallas inesperadas, altos costos y riesgos de seguridad.	Mantenimiento predictivo con **IA e IoT**
R2	Las aerolíneas enfrentan mantenimientos no programados que generan retrasos y altos costos. Tradicionalmente, los datos de salud de las aeronaves estaban dispersos, impidiendo anticipar fallas de componentes antes de que causen inmovilizaciones inesperadas de aviones.	Plataforma **Big Data** para aerolíneas
R3	Las aerolíneas manejan datos masivos de pasajeros (pasaportes, tarjetas de crédito) y operan redes complejas que incluyen sistemas de reserva, gestión de vuelos y comunicaciones aeronáuticas. Esto las vuelve un blanco atractivo para ciberataques que podrían robar datos sensibles o incluso interrumpir operaciones de vuelo	**Ciberseguridad** gestionada para aerolíneas
R4	Los aeropuertos modernos son infraestructuras críticas interconectadas (sistemas de control de tráfico, pantallas de información, redes de comunicaciones tierra-aire, CCTV, etc.) cuya interrupción por ataque cibernético puede colapsar la operación aérea.	**IA** para **ciberseguridad** en aeropuertos
R5	Los sistemas de gestión de tráfico aéreo (ATM) tradicionales en la región suelen ser propietarios y poco flexibles, lo que dificulta escalar capacidad ante el crecimiento continuo del tráfico y la aparición de nuevos usuarios del espacio aéreo (drones, vuelos suborbitales). Además, se exige mayor seguridad cibernética e interoperabilidad entre sistemas nacionales	**Gestión digital del tráfico aéreo – ATM**

Comercio,
Industria y Turismo

COD	PROBLEMATICA	PLATAFORMA DE CRECIMIENTO
R6	Integración de drones y futuras aeronaves autónomas de manera segura en el espacio aéreo junto con la aviación tradicional	Gestión de tráfico para drones con **IA y Blockchain**
R7	En aeropuertos concurridos, las operaciones en la puerta de embarque (desembarque de pasajeros, carga de equipaje, reabastecimiento, inspección, etc.) son propensas a demoras por falta de visibilidad y coordinación.	**Monitoreo con IA** de las operaciones en plataforma
R8	Gestión ineficiente de operaciones terrestres y cuellos de botella no detectados a tiempo en aeropuertos.	**Optimización AI** de operaciones aeroportuarias en tiempo real
R9	Las inspecciones visuales de los aviones requeridas antes de cada vuelo y tras eventos como impacto de rayo o granizo suelen ser lentas y laboriosas	Inspección automatizada de aeronaves con **drones**
R10	Bajo acceso a recursos de conocimiento y expertos que retrasan la movilización del avión.	**Realidad Aumentada** en MRO

Comercio, Industria y Turismo

Evidencias del taller de co-creación

EJECUTADO POR: Colombia Productiva

OPERADO POR: Clúster Tecnológico | Cámara de Comercio Oriente Antioqueño | CLUSTER DEVELOPMENT

ESTRATEGIA: Territorios Clúster

Comercio, Industria y Turismo

Anexo: Referencias

- Airbus. (n.d.). *Airbus in Latin America*. Retrieved from https://www.airbus.com
- Boeing. (n.d.). *Boeing: Commercial*. Retrieved from https://www.boeing.com/commercial/
- Clúster Aeroespacial Colombiano (CAESCOL). (n.d.). *Sobre Nosotros*. Retrieved from https://www.caescol.com
- Delta Air Lines. (2022). *Innovations in Airline Operations*. Retrieved from https://www.delta.com
- GE Aviation. (n.d.). *Systems and Technologies*. Retrieved from https://www.geaviation.com
- OpenAirlines. (n.d.). *SkyBreathe: The Fuel Efficiency Solution*. Retrieved from https://www.openairlines.com
- Rolls-Royce. (n.d.). *IntelligentEngine Vision*. Retrieved from https://www.rolls-royce.com
- SAAB. (n.d.). *Remote Tower Services*. Retrieved from https://www.saab.com
- Universidad Nacional de Colombia. (2022). *Research on Aerospace Materials and Technologies*. Bogotá, Colombia.
- Gobierno de Colombia, Ministerio de Defensa. (2022). *Regulations and Certifications for the Aerospace Industry*. Bogotá, Colombia.

Comercio, Industria y Turismo

Anexo: Referencias

- Embraer. (n.d.). *Embraer and the Latin American Market*. Retrieved from https://www.embraer.com
- International Air Transport Association (IATA). (2020). *The Impact of COVID-19 on the Aviation Industry*. Retrieved from https://www.iata.org
- Society of Automotive Engineers (SAE). (2021). *Aerospace Material Specifications*. Retrieved from https://www.sae.org
- Aeronautical Repair Station Association (ARSA). (2020). *Maintenance, Repair, and Overhaul Industry Outlook*. Retrieved from http://www.arsa.org
- Honeywell Aerospace. (n.d.). *Aviation Innovations*. Retrieved from https://aerospace.honeywell.com
- Pratt & Whitney. (2021). *Future of Jet Engine Design*. Retrieved from https://www.prattwhitney.com
- MIT AeroAstro. (2019). *Future of Aerospace Engineering*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- European Aviation Safety Agency (EASA). (2021). *Certification Standards for Aircraft*. Retrieved from https://www.easa.europa.eu
- Colombian Aerospace Association. (2021). *Annual Report on Aerospace Activities in Colombia*.

Comercio, Industria y Turismo

Anexo: Referencias

- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2020). *Advancements in Aviation Safety and Operations*. Retrieved from https://www.icao.int
- Aviation Week. (2021). *Technological Trends in Aerospace*. Retrieved from http://aviationweek.com
- McKinsey & Company. (2019). *Digital Transformation in Aerospace and Defense*. Retrieved from https://www.mckinsey.com
- Journal of Aerospace Technology and Management. (2020). *Innovations in Aerospace Engineering*.
- Lockheed Martin. (2021). *Advancements in Military Aerospace Technology*. Retrieved from https://www.lockheedmartin.com
- NASA. (2020). *Research on Next-Generation Aerospace Technologies*. Retrieved from https://www.nasa.gov

Comercio, Industria y Turismo

Anexo: Referencias

- Aviation Environmental Protection. (2021). *Sustainable Practices in the Aviation Industry*. Retrieved from https://www.environmental-aviation.org
- Smith, J. (2018). *The Economics of Aerospace and Defense*. In *Economics and Industry Development* (pp. 145-165). London: Routledge.
- Carter, L., & Mueller, H. (2021). *Big Data and AI in Aircraft Maintenance*. Journal of Aviation Management, 12(3), 234-249.
- Thomson Reuters. (2022). *Regulatory Impacts on the Aerospace Sector*. Retrieved from https://www.thomsonreuters.com
- KPMG. (2020). *Global Aerospace and Defense Outlook*. Retrieved from https://home.kpmg/xx/en/home/industries/aerospace-defense.html

Comercio,
Industria y Turismo

PARTICIPA EN:

www.colombiaproductiva.com/**territorioscluster**

EJECUTADO POR:

Colombia Productiva

OPERADO POR:

Clúster Tecnológico

Cámara de Comercio Oriente Antioqueño

CLUSTER | DEVELOPMENT

ESTRATEGIA:

Territorios Clúster