



UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ  
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS, MAESTRIAS Y DOCTORADOS

**“INTEGRAR A LA AEROLÍNEA AM AL PROGRAMA TURBULENCE AWARE DE  
IATA”**

Proyecto final de graduación presentado como requisito para optar por el título de  
MÁSTER EN GERENCIA DE PROYECTOS en la Universidad Latina de Panamá

Aitshel Moreno  
C.I. 8-951-1626

Profesor :  
Ing. Magda Panaitescu

Panamá, República de Panamá  
2025

## Declaración Jurada



## UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Aitshel Moreno con cédula de identidad personal número, 8-951-1626 estudiante graduando del programa/carrera de MÁSTER EN GERENCIA DE PROYECTOS declaro bajo la gravedad del juramento que el material que aparece en este trabajo de graduación, en la opción: Proyecto Final, es de mi producción intelectual, en razón de lo cual exoneró a la Universidad Latina de Panamá de cualquier responsabilidad relacionada a este aspecto.

Para que conste firmo la presente declaración el día 20 del mes de octubre del año 2025.

Firma del estudiante:

A handwritten signature in black ink that reads "Aitshel Moreno" written over a horizontal line.

Cédula: 8-951-1626

**Índice General**

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN.....	1
---------------------------------	---

1.1	Antecedentes Y Descripción Del Proyecto.....	1
1.2	Planteamiento Del Problema .....	2
1.3	Justificación Del Proyecto.....	3
1.4	Objetivo.....	4
1.5	Alcance, Proyección Y Límite Del Proyecto .....	5
1.6	Impacto, Beneficios Y/O Resultados Esperados .....	6
1.7	Perfil Del Proyecto .....	7
1.8	Estructura De Desglose De Trabajo Y Matriz De Interesados .....	9
1.9	Matriz De Interesados.....	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....		11
2.1	Bases Teóricas .....	11
2.2	Normas Y Estándares Aplicables .....	13
2.3	Regulaciones Relevantes .....	14
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.....		14
3.1	Enfoque Metodológico Del Proyecto.....	14
3.2	Fundamentos Normativos Y Estándares De Dirección De Proyectos .....	15
3.3	Principios Del Estándar Para La Dirección De Proyectos (PMI, 2020) .....	15
3.4	Aplicación De La Metodología Del PMI (PMBOK 7) .....	16
CAPÍTULO 4: PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO.....		17
4.1	Descripción Del Plan De Gestión.....	17
4.2	Cronograma De Actividades .....	18
4.3	Presupuesto.....	19
4.4	Matriz Y Mapa De Riesgos .....	21
4.5	Matriz De Comunicación.....	23
4.6	Plan De Calidad Del Proyecto .....	24
4.7	Informes De Seguimiento .....	25
GLOSARIO DEL PROYECTO.....		29
CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES.....		30
BIBLIOGRAFÍA .....		31

**Índice de Tablas**

Tabla 1 Matriz De Interesados .....	10
Tabla 2 Cronograma De Actividades.....	19
Tabla 3 Presupuesto Del Proyecto .....	21
Tabla 4 Matriz De Riesgos .....	22
Tabla 5 Matriz De Comunicación .....	24
Tabla 6 Desglose De Trabajo.....	28
Tabla 7 Diagrama de Gantt .....	28

**Índice de Ilustraciones**

Ilustración 1 Beneficios Del Programa de Turbulence Aware. (Herrera, 2024) .....	7
Ilustración 2 Vuelo De Delta Airlines Después De Sufrir Fuertes Turbulencias (Mundo, 2025) .....	11
Ilustración 3Vuelo De Singapore Airlines Después De Sufrir Fuertes Turbulencias (Maughan, 2025) .....	12
Ilustración 4 Mapa de Riesgos .....	23

## **CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN**

### **1.1 Antecedentes Y Descripción Del Proyecto**

En la industria aérea actual, las turbulencias continúan siendo uno de los principales factores de riesgo operativo y una de las causas más frecuentes de incidentes no fatales, así como de costos imprevistos para las aerolíneas. Existen múltiples herramientas para evaluar las turbulencias, sensores a bordo, radar meteorológico, satélites, modelos numéricos e informes de Pilotos (PIREPs), principalmente para los pilotos, despachadores y controladores de tráfico aéreo.

Las tres causas de turbulencias más comunes son debido a montañas, por corrientes de chorros y tormentas. (Donahue, 2025). La turbulencia convectiva es causada por el calentamiento desigual de la superficie de la tierra, que hace que el aire en contacto con la superficie se caliente a diferentes velocidades; y, por lo tanto, que suba a diferentes velocidades distorsionando el patrón de flujo del viento a altitudes más altas y generando un movimiento caótico. La turbulencia convectiva suele estar relacionada con el mal tiempo, como las tormentas eléctricas. Las montañas causan turbulencias a medida que el viento trata de fluir alrededor y a través de ellas. Cuando el viento sopla por encima, puede crear ondas de aire conocidas como ondas de gravedad. Estas se propagan desde sus puntos de origen como ondulaciones en un estanque. La turbulencia inducida por las montañas puede encontrarse a más de 20.000 pies sobre un rango de 12.000 pies. (Golding, 2002)

Hoy en día los procedimientos estándar que se utilizan para evaluar y manejar las turbulencias durante el vuelo consisten en la monitorización continua de la información que se recibe de los sensores y de los radares, las comunicaciones regulares entre el controlador aéreo y otros pilotos, la lectura de informes meteorológicos y la toma de decisiones en tiempo real basada en la información recopilada. (StudySmarter, 2024)

A pesar de todas estas herramientas y procedimientos tradicionales, aunque son efectivas la información recopilada sigue siendo limitada, debido a la fragmentación de los datos (procedentes de diversas fuentes), las inconsistencias en el nivel y la calidad de la información disponible y la imprecisión de la ubicación y la subjetividad de las observaciones.

Actualmente no existe una escala estandarizada capaz de arrojar una evaluación precisa y objetiva sobre la severidad de una turbulencia. Por ejemplo, para determinar la severidad de una turbulencia, el piloto solo puede informar si es ligera, moderada o severa, una forma muy imprecisa que se puede interpretar de forma subjetiva según sea el tamaño del avión o la experiencia del piloto.

Frente a este reto, las compañías aéreas le han pedido a la IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo) que consolide datos globales de EDR. Estos datos no suelen compartirse entre aerolíneas y su recolección y difusión es necesario para mitigar las consecuencias de las turbulencias. La IATA ha

desarrollado el programa **Turbulence Aware**, una plataforma digital colaborativa que recolecta procesa y distribuye datos de turbulencia generados en tiempo real por aeronaves en vuelo. Esta herramienta mejora significativamente la conciencia situacional de las tripulaciones y centros de operaciones, permitiendo una gestión más proactiva y segura del riesgo meteorológico.

Los informes que proceden de los aviones y se integran en la plataforma se anonimizan para proteger la identidad de las aerolíneas que participan en el programa. Al tratarse de un programa abierto, todas las aerolíneas pueden participar y adaptar los resultados a sus propias plataformas e intereses. (Birmania, 2020)

Este proyecto tiene como objetivo integrar a la aerolínea AM al programa de Turbulence Aware de IATA, adoptando un enfoque estructurado que tome como referencia la experiencia de implementación en aerolíneas similares. La propuesta contempla:

- Diagnóstico y análisis técnico de la infraestructura actual de la aerolínea para evaluar su compatibilidad con los requisitos de IATA.
- Alianzas con proveedores tecnológicos (OEMs o integradores certificados) para adaptar los sistemas de aviónica o software de análisis de datos.
- Capacitación del personal clave (tripulación, despachadores, ingenieros de operaciones y meteorología).
- Ajustes a manuales operacionales y procedimientos estándar de despacho y planificación de vuelo.
- Gestión contractual y administrativa con IATA para el ingreso formal al programa.

Con esta integración, buscamos que la aerolínea AM fortalezca su enfoque en seguridad operacional, eficiencia de vuelo y alineación con estándares internacionales, en concordancia con el compromiso de mejorar continuamente su servicio y operaciones en el contexto de una aviación más digital y resiliente.

## **1.2 Planteamiento Del Problema**

Uno de los principales desafíos que enfrentan las operaciones aéreas es la gestión efectiva de la turbulencia, a medida que aumenten el tráfico aéreo, el resultado será un número cada vez mayor de encuentros con turbulencias que puede tener consecuencias significativas si no se maneja adecuadamente.

Si bien los vuelos transoceánicos son los más afectados por turbulencias fuertes debido a los escasos datos y herramientas en la región del atlántico norte, y los vuelos transcontinentales, en su mayoría el tipo de operación que mantiene la aerolínea AM, se benefician de una densa red de estaciones meteorológicas en tierra, así como de pistas aéreas muy transitadas para proporcionar información no podemos pensar que las turbulencias no afectarán nuestras operaciones.

Las turbulencias durante los viajes aéreos han aumentado conforme el cambio climático ha ido subiendo la temperatura del planeta, asegura un grupo de investigadores.

Científicos de la Universidad de Reading, en Reino Unido, estudiaron estas perturbaciones atmosféricas en cielos despejados, que son más difíciles de evitar para los pilotos, y descubrieron que las turbulencias severas aumentaron un 55% entre 1979 y 2020 en una ruta muy transitada en el Atlántico Norte.

Los académicos atribuyeron el incremento a los cambios en la velocidad del viento a gran altura. Eso se debe a que el aire es más cálido causa de las emisiones de carbono. (Molloy, 2023)

Paul Williams, un científico atmosférico de la Universidad de Reading en el Reino Unido, ha estimado que para 2050 a 2080, los cambios en la corriente de chorro del cambio climático se duplicarán en América del Norte, el Pacífico Norte y Europa. (Donahue, 2025).

No debemos olvidar que nuestra aerolínea opera a 2 destinos que se consideran las regiones con mayor turbulencia en el mundo, el Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez, en Santiago de Chile y el Aeropuerto Internacional El Plumerillo en Mendoza, Argentina.

En América del Norte, específicamente en la región de las Montañas Rocosas se generan condiciones turbulencias. Denver, y Salt Lake City registran niveles significativos de turbulencia. (Tomadin, 2025)

Se han identificado han razones que contribuyen a la necesidad de modernizar la estrategia de gestión de turbulencia:

- Costos operacionales crecientes asociados a desvíos no planificados, daños menores en cabina, revisiones técnicas adicionales y compensaciones a pasajeros.
- Necesidad de cumplir con estándares internacionales y alinearse con iniciativas de digitalización y análisis de datos en tiempo real promovidas por organismos como la IATA y la OACI.
- Compromiso institucional con la mejora continua, la innovación tecnológica y la gestión proactiva del riesgo operacional.

### **1.3 Justificación Del Proyecto**

En el entorno de la aviación comercial, la mejora continua de los estándares de seguridad operacional, eficiencia de vuelo y satisfacción del cliente es una prioridad crítica para cualquier aerolínea que aspire a mantener una posición de liderazgo. Uno de los desafíos persistentes en este contexto es la gestión de la turbulencia en vuelo, un fenómeno meteorológico que genera costos directos e indirectos, además de un impacto negativo en la experiencia del pasajero.

Mediante el programa Turbulence Aware desarrollado por la IATA, se ofrece una solución colaborativa basada en el intercambio de datos en tiempo real entre aerolíneas, con el fin de mejorar la precisión en la detección y predicción de zonas

de turbulencia. Este sistema permite tomar decisiones operacionales más informadas y reducir los riesgos asociados a condiciones meteorológicas inestables.

La decisión de integrar a la aerolínea AM al programa Turbulence Aware responde a múltiples factores estratégicos:

- Mejora de la seguridad operacional: permite a pilotos y despachadores tomar decisiones más proactivas, reduciendo la exposición a turbulencias moderadas o severas.
- Reducción de costos operacionales: menor desgaste de componentes estructurales, menos desvíos por condiciones inesperadas, y menor probabilidad de lesiones a bordo.
- Eficiencia en la gestión del combustible: al optimizar rutas en tiempo real evitando zonas de inestabilidad atmosférica, se contribuye a la sostenibilidad y eficiencia.
- Alineación con estándares internacionales: fortalece el cumplimiento de recomendaciones de la IATA y la OACI en cuanto a modernización de operaciones y gestión de riesgos.
- Impacto positivo en la experiencia del pasajero: reduce episodios de incomodidad o incidentes durante el vuelo, mejorando la percepción de seguridad y calidad del servicio.
- Fortalecimiento de la reputación corporativa: demuestra el compromiso de la aerolínea con la innovación, la seguridad y la adopción de mejores prácticas globales.

La integración a Turbulence Aware también está se puede considerar como un proyecto en sintonía con los planes estratégicos de digitalización y transformación operacional que la compañía ha priorizado para los próximos años.

De acuerdo con Willie Wals, director general de IATA “La calidad de estos datos mejora con cada nueva aerolínea que se une a la plataforma. Por eso es importante que las aerolíneas se animen a utilizar Turbulence Aware. Como siempre, la clave para mejorar la seguridad aérea es trabajar juntos, y esperamos dar la bienvenida a más aerolíneas en el nuevo año que comienza”. (Leñam, 2024)

#### **1.4 Objetivo**

Integrar a la aerolínea AM al programa Turbulence Aware de IATA mediante la implementación progresiva del sistema en la flota Boeing 737, la capacitación del personal clave y la habilitación operativa en el centro de control, con el fin de mejorar la seguridad operacional, la eficiencia del vuelo y la toma de decisiones meteorológicas en tiempo real, dentro de un horizonte de ejecución de 9 meses.

- Integrar al menos el 70% de la flota Boeing 737 MAX y 737-800 al sistema Turbulence Aware en un periodo no mayor a 9 meses, incluyendo instalación de software, configuración de conectividad y validación operativa en vuelo.
- Capacitar al 100% del personal de despacho, operaciones y OCC relevante en el uso del sistema Turbulence Aware, antes de la entrada en operación oficial (go-live), asegurando comprensión de los nuevos procesos y procedimientos.

- Implementar el sistema de recolección, análisis y visualización de datos de turbulencia en el Centro de Control de Operaciones (OCC) antes de enero de 2026, asegurando su integración con los flujos actuales de planificación y monitoreo de vuelos.
- Actualizar la documentación técnica y operativa, incluyendo los Manuales de Operaciones (OM), procedimientos estándar (SOPs) y políticas de despacho, para reflejar el uso del sistema Turbulence Aware en operaciones regulares.
- Establecer e implementar un conjunto de KPIs operativos que permitan medir el impacto del programa en seguridad, puntualidad, desvíos evitados, eficiencia de combustible y experiencia del pasajero.
- Formalizar el acuerdo de participación con IATA, incluyendo cláusulas de confidencialidad de datos, intercambio de información, cumplimiento técnico y alineación con normativa internacional vigente.

### **1.5 Alcance, Proyección Y Límite Del Proyecto**

El proyecto contempla la implementación integral del programa Turbulence Aware de IATA en la aerolínea AM, con un enfoque inicial en la flota Boeing 737 MAX y 737-800. El alcance incluye la integración tecnológica entre los sistemas embarcados de las aeronaves y la plataforma de IATA, lo que implica la instalación o activación de sensores y software especializados que permitan la recolección automática de datos de turbulencia en tiempo real. Además, se desarrollará e instalará un sistema de visualización y análisis de datos en el Centro de Control de Operaciones (OCC), garantizando su compatibilidad con las herramientas actuales de monitoreo y planificación de vuelos.

El proyecto también considera el diseño e implementación de un plan de formación para el personal clave, asegurando que el 100% de los despachadores, pilotos y personal de operaciones estén debidamente capacitados y certificados antes de la entrada en producción del sistema. Como parte fundamental del proceso de validación, se realizarán vuelos de prueba con aeronaves seleccionadas y tripulaciones entrenadas, con el objetivo de verificar el funcionamiento técnico y operativo del sistema en condiciones reales. Finalmente, el proyecto incluye la coordinación directa con IATA para cumplir con los requisitos técnicos, normativos y contractuales exigidos, así como la actualización de la documentación operativa y los manuales pertinentes para reflejar el uso del sistema Turbulence Aware como parte de los procedimientos estándar de la aerolínea.

Este proyecto no contempla la integración del sistema Turbulence Aware en flotas diferentes a las aeronaves Boeing 737 MAX y 737-800 durante esta fase inicial. Tampoco incluye el desarrollo o modificación de hardware propio o nuevo; se utilizarán únicamente soluciones tecnológicas certificadas y provistas por fabricantes o proveedores aprobados por IATA. Asimismo, quedan fuera del alcance las actividades relacionadas con la comercialización, exportación o uso externo de los datos recolectados, excepto en el marco del acuerdo establecido con IATA.

No se considera, en esta etapa, la implementación de modificaciones estructurales en los sistemas existentes de planificación de vuelos, ni la adquisición de nuevos sistemas de gestión de vuelo (FMS). También se excluye la integración con proveedores meteorológicos externos que no estén aprobados por IATA, así como cualquier colaboración o modificación en la infraestructura de control de tráfico aéreo (ATC) o en aeropuertos. Estas áreas podrán evaluarse para futuras fases del programa, pero no forman parte del alcance definido para este proyecto.

### **1.6 Impacto, Beneficios Y/O Resultados Esperados**

Uno de los principales impactos esperados con la implementación del sistema Turbulence Aware es la mejora significativa en la toma de decisiones operativas en tiempo real. Al contar con datos precisos y actualizados de turbulencia, tanto los pilotos como el personal del Centro de Control de Operaciones (OCC) podrán anticipar condiciones meteorológicas adversas y ajustar las rutas de vuelo o niveles de altitud de forma proactiva. Este proyecto también representa un paso clave en la modernización tecnológica de la aerolínea, contribuyendo al proceso de digitalización y alineación con los estándares globales de gestión operacional promovidos por IATA y la OACI. Además, se fortalecerá la cultura organizacional orientada a la seguridad mediante el uso de herramientas de monitoreo predictivo, lo que añade una capa adicional de prevención dentro del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS) de la compañía.

También se espera una reducción considerable en los costos operacionales derivados de desvíos no planificados, daños estructurales menores, inspecciones adicionales o compensaciones por incidentes relacionados con turbulencias. La disponibilidad de información precisa permitirá que las rutas de vuelo sean más eficientes, disminuyendo el consumo de combustible y reduciendo la huella de carbono, en concordancia con las metas de sostenibilidad del sector. Asimismo, el sistema contribuirá a una mejora perceptible en la experiencia del pasajero, al reducir la exposición a eventos de turbulencia severa, lo cual impacta positivamente en los índices de satisfacción y confianza en la aerolínea.

El proyecto debe lograr que al menos el 70% de la flota Boeing 737 MAX y 737-800 esté equipada, operativa y conectada al sistema Turbulence Aware, generando y compartiendo datos en tiempo real. El sistema de visualización y monitoreo deberá estar completamente implementado en el Centro de Control de Operaciones antes de enero de 2026, permitiendo su uso continuo en la planificación y ejecución de vuelos. Otro resultado clave será la capacitación completa del personal de despacho, pilotos y operaciones, asegurando que el 100% del equipo relevante esté entrenado en el uso efectivo de la herramienta antes del inicio formal de operaciones. Asimismo, el proyecto debe alcanzar el cumplimiento de todos los requisitos técnicos y normativos establecidos por IATA, obteniendo así la aceptación formal de la integración al programa. A nivel operativo, se espera también el diseño e implementación de indicadores clave de desempeño (KPIs) que permitan medir y monitorear mejoras en seguridad, puntualidad, eficiencia de combustible y eventos de turbulencia mitigados.

La integración al programa Turbulence Aware posicionará a la aerolínea como un referente regional en innovación operacional y gestión basada en datos. Esta implementación también prepara a la organización para futuras fases de expansión tecnológica, como la incorporación de análisis predictivos, inteligencia artificial o integración con otros sistemas meteorológicos avanzados. Al participar activamente en un sistema colaborativo global, la aerolínea contribuye al fortalecimiento del ecosistema de aviación segura y eficiente, consolidando además su reputación institucional ante pasajeros, autoridades regulatorias y socios internacionales.

A nivel global los beneficios que ofrece el programa desde el punto de vista de la IATA son los siguientes:



Ilustración 1 Beneficios Del Programa de Turbulence Aware. (Herrera, 2024)

## 1.7 Perfil Del Proyecto

<b>Título</b>	<b>Integrar la aerolínea AM al programa Turbulence Aware de IATA</b>
<b>Promoción</b>	<b>Maestría en Gerencia de Proyectos</b>
<b>Responsable</b>	AITSHEL MORENO

<b>Objetivo del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar al menos el 70% de la flota 737 MAX y 737-800 al sistema en los próximos 9 meses.</li> <li>• Entrenar al 100% del personal de despacho y operaciones relevantes antes del go-live.</li> <li>• Implementar el sistema de recolección de datos y visualización en el centro de operaciones para enero 2026.</li> </ul>
<b>Alcance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración tecnológica con el sistema Turbulence Aware.</li> <li>• Instalación (o activación) de sensores y software en aeronaves seleccionadas.</li> <li>• Capacitación a personal de operaciones, despacho y pilotos.</li> <li>• Coordinación y cumplimiento con los requisitos de IATA.</li> <li>• Validación en vuelos de prueba (pilotos de implementación).</li> </ul>

<b>Especificaciones del producto o servicio</b>	<p>Estas especificaciones definen cómo debe operar el sistema, qué debe incluir, cómo interactuará con los sistemas actuales, y cómo será utilizado por los distintos usuarios (pilotos, despacho, operaciones).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recepción de datos de turbulencia en tiempo real</li> <li>- Transmisión automática desde aeronaves</li> <li>- Visualización en centro de operaciones</li> </ul>
<b>Alternativas de Desarrollo</b>	<p>Sistema propio de monitoreo de turbulencia. Desarrollar internamente un sistema basado en datos propios y simulaciones meteorológicas.</p>
<b>Justificación</b>	<p>Mejorar la eficiencia operativa, la seguridad de vuelo y la experiencia del pasajero mediante la integración al sistema IATA Turbulence Aware, que permitirá a Copa acceder a datos en tiempo real sobre turbulencia a nivel global.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de desvíos por turbulencia no prevista.</li> <li>• Mejora en la planificación de rutas y consumo de combustible.</li> <li>• Reducción de incidentes con pasajeros o tripulación debido a turbulencia severa.</li> <li>• Refuerzo de la imagen de Copa como aerolínea segura, eficiente e innovadora.</li> <li>• Reducir un 10% los desvíos por turbulencia en el primer año tras implementación.</li> </ul>
<b>Factibilidad técnica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compatibilidad con flota: Los Boeing 737-800 y MAX de Copa ya cuentan con sensores necesarios; es técnicamente factible integrarlos.</li> <li>• Conectividad de datos: La infraestructura actual (ACARS, VHF, Wi-Fi Satcom) es adecuada para la transmisión.</li> <li>• Interoperabilidad con sistemas: OCC Requiere integración vía API, pero es viable con plataformas actuales (AIMS, Jeppesen, LIDO).</li> <li>• Capacitación de personal: La curva de aprendizaje es baja, con soporte directo de IATA</li> <li>• Infraestructura TI: Requiere asegurar servidores seguros y ancho de banda adecuado, pero está dentro de las capacidades actuales.</li> </ul>
<b>Otros estudios pertinentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de ROI / beneficio económico: Estimar ahorros por reducción de desvíos, combustible y eventos de turbulencia.</li> <li>• Análisis de riesgos operacionales: Identificar impactos potenciales por fallos en transmisión o errores de interpretación.</li> <li>• Estudio legal y regulatorio: Revisión del marco legal de transmisión de datos aeronáuticos con autoridades panameñas y extranjeras.</li> </ul>
<b>Fases del Proyecto y/o Entregables</b>	<p>Fase 1 Inicio Del Proyecto Fase 2 Planificación Fase 4 Adquisiciones y Preparaciones Técnicas Fase 5 Capacitación y Validación Fase 6 Cierre del Proyecto</p>

<b>Riesgos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de compatibilidad con algunos modelos de aeronaves.</li> <li>• Retrasos en aprobación por parte de autoridades locales (AAC, DGAC).</li> <li>• Resistencia operativa al cambio por parte de pilotos.</li> <li>• Interrupciones tecnológicas en fase piloto.</li> </ul>
<b>Recomendaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar con una flota piloto (por ejemplo, 5 aviones 737 MAX), para mitigar riesgos y validar el sistema en contexto real.</li> <li>• Establecer una célula de coordinación entre Tecnología, OCC, Operaciones, Mantenimiento e IATA.</li> <li>• Incluir indicadores de éxito claros desde el inicio, como reducción de desvíos, mejora en la puntualidad, y disminución de incidentes relacionados a turbulencia.</li> <li>• Documentar y reportar resultados a IATA y dirección ejecutiva como parte de una estrategia más amplia de innovación y seguridad operacional.</li> </ul>

<b>Fecha de inicio prevista</b>	Abril 2026	<b>Duración</b>	6 meses
<b>Fecha límite del pago</b>			

<b>Presupuesto mínimo previsto</b>	\$400,000	<b>Máximo</b>	
------------------------------------	-----------	---------------	--

### 1.8 Estructura De Desglose De Trabajo Y Matriz De Interesados

La propuesta para esta EDT es de 6 niveles, orientada a entregables (deliverables), lo cual facilita la planificación, el control y la gestión de los paquetes de trabajo:

- 1 Inicio del Proyecto
  - 1.1 Reunión de lanzamiento (Kick-off)
  - 1.2 Designación del equipo de proyecto
  - 1.3 Definición preliminar de alcance y objetivos
- 2 Planificación
  - 2.1 Elaboración del plan de gestión del proyecto
  - 2.2 Desarrollo de planes subsidiarios (alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos, comunicaciones)
- 3 Adquisiciones y Preparación Técnica
  - 3.1 Coordinación con IATA para requisitos técnicos
  - 3.2 Adquisición de sensores y licencias de software
  - 3.3 Configuración preliminar en laboratorio de pruebas
- 4 Implementación Técnica
  - 4.1 Instalación de equipos y software en aeronaves
  - 4.2 Integración del sistema con el Centro de Operaciones
  - 4.3 Pruebas de conectividad y transmisión de datos
- 5 Capacitación y Validación
  - 5.1 Capacitación a personal de despacho y operaciones
  - 5.2 Capacitación a pilotos
  - 5.3 Vuelos de prueba y validación final con IATA
- 6 Cierre del Proyecto
  - 6.1 Revisión de entregables y métricas de desempeño
  - 6.2 Elaboración de informe final y lecciones aprendidas

## 1.9 Matriz De Interesados

La matriz de interesados permite identificar, clasificar y analizar a todas las partes involucradas o afectadas por la integración de la aerolínea al programa Turbulence Aware de IATA. En esta matriz se detalla el nivel de influencia, interés y poder de cada actor clave, lo que facilita diseñar estrategias de comunicación y participación específicas para cada grupo. Su inclusión asegura que el proyecto mantenga una alineación constante con las expectativas de los stakeholders, minimice riesgos derivados de la falta de compromiso y garantice un proceso de implementación transparente y exitoso.

Interesado	Rol / Involucramiento	Nivel de Influencia	Nivel de Interés	Estrategia de Gestión
Dirección General/Alta Gerencia de aerolínea	Aprobación, financiación y patrocinador del proyecto	Alto	Alto	Involucramiento activo, informes ejecutivos periódicos
Dirección de Operaciones	Dueño del proceso operativo, toma decisiones. Dirección de ejecución y coordinación operacional.	Alto	Alto	Participación directa en planificación y validación
IATA	Organismo regulador, proveedor del sistema	Alto	Alto	Coordinación constante, validación de cumplimiento
Tripulación de Vuelo (Pilotos)	Usuarios finales de la información de turbulencia	Medio	Alto-Medio	Capacitación, retroalimentación práctica
Despachadores OCC	/ Uso de datos para planificación de rutas	Medio	Alto	Formación específica, sesiones de prueba
Departamento de Tecnología (TI)	de Integración técnica de sistemas y datos, además de la integración del software y hardware	Alto	Medio	Reuniones técnicas semanales; reportes de avance en integración
Mantenimiento Ingeniería	/ Validación de instalación en aeronaves y soporte de sensores y sistemas	Medio	Medio	Plan de instalación detallado; comunicación continua de requerimientos. Supervisión técnica, coordinación en hangar
Autoridad Aeronáutica (CAA)	Aprobación normativa, supervisión de seguridad	Alto	Alto	Gestión regulatoria y documentación técnica
Pasajeros (Clientes)	Beneficiarios indirectos (comodidad y seguridad)	Bajo	Bajo	Comunicación en campañas corporativas y reportes de RSE
Finanzas Presupuesto	/ Asignación y control de recursos financieros	Medio	Medio	Reportes financieros de avance y ROI
Medios de comunicación	de Difusión de logros y avances del proyecto	Bajo	Medio	Comunicación controlada y estratégica desde el área de prensa

**Tabla 1 Matriz De Interesados**

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

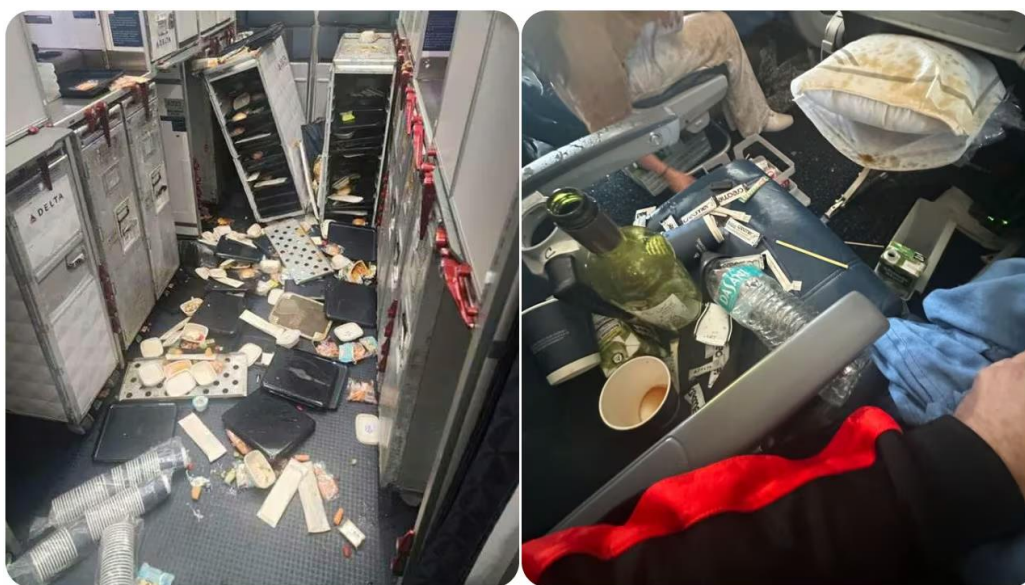
### 2.1 Bases Teóricas

La turbulencia atmosférica representa uno de los desafíos más importantes para la aviación comercial moderna. Según Sharman y Pearson (2017), la turbulencia en aire claro (Clear Air Turbulence, CAT) ha sido históricamente una causa significativa de incidentes relacionados con la seguridad de vuelo, especialmente en rutas de altitud crucero donde no es visible ni detectable por radares convencionales. En este contexto, la necesidad de herramientas que permitan anticiparse a estos eventos se ha vuelto crítica.

Es poco probable que ocurran fatalidades durante una turbulencia aérea, sin embargo, siempre se presentan pasajeros y miembros de las tripulaciones con algún nivel de lesiones que deben atenderse en un centro hospitalario. Entre 2009 y 2024, 207 personas resultaron heridas lo suficientemente graves durante la turbulencia como para requerir el tratamiento hospitalario durante al menos dos días, según la NTSB. La mayoría de ellos eran azafatas, que tienen más probabilidades de estar fuera de sus asientos durante un vuelo. (Castro, 2025)

A continuación, se presentan una serie de eventos que han ocurrido entre el 2024 y el 2025, publicado por la revista en línea “La Velez”:

El 31 de julio del 2025, un vuelo de Delta desde Salt Lake City hacia Ámsterdam dejó 25 pasajeros heridos por una fuerte turbulencia que vivieron en el vuelo. La aeronave tuvo descensos y ascensos con movimientos bruscos, lo que generó un aterrizaje de emergencia en Minneapolis. Luego, los pasajeros heridos fueron trasladados al hospital.



**Ilustración 2 Vuelo De Delta Airlines Después De Sufrir Fuertes Turbulencias (Mundo, 2025)**

En junio de este año, cinco personas fueron llevadas a un hospital de Carolina del Norte para su evaluación después de un vuelo de American Airlines desde Miami golpeó la turbulencia en su camino al Aeropuerto Internacional Raleigh-Durham. El avión aterrizó con seguridad.

A principios de ese mes, las tormentas severas en el sur de Alemania obligaron a un vuelo de Ryanair a hacer un aterrizaje de emergencia después de que la violenta turbulencia lesionó nueve personas, dijo la policía alemana. El vuelo viajaba de Berlín a Milán con 179 pasajeros y seis miembros de la tripulación. Ocho pasajeros y un miembro de la tripulación resultaron heridos.

En marzo, un vuelo de United Airlines desde San Francisco a Singapur experimentó severa turbulencia sobre Filipinas. El avión transportaba a 174 pasajeros y 14 miembros de la tripulación. Cinco personas resultaron heridas y el avión aterrizó con seguridad en Singapur.

Varios vuelos fueron desviados a Waco, Texas, el 3 de marzo, debido a la turbulencia. Cinco personas resultaron heridas a bordo de un avión de United Express volando desde Springfield, Missouri, a Houston.

El año pasado, las autoridades italianas iniciaron una investigación después de que dos azafatas EasyJet resultaron heridas cuando su vuelo desde Corfú al aeropuerto Gatwick de Londres fue golpeado por turbulencia. El piloto hizo un aterrizaje no programado en Roma.

En mayo de 2024, un hombre británico de 73 años murió y docenas de personas resultaron heridas a bordo de un vuelo de Singapore Airlines que golpeó turbulencias severas. Su muerte estaba bajo investigación. Las autoridades dijeron que pudo haber tenido un ataque cardíaco.



**Ilustración 3Vuelo De Singapore Airlines Después De Sufrir Fuertes Turbulencias (Maughan, 2025)**

En respuesta a estas situaciones, la IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo) desarrolló el programa Turbulence Aware. Un sistema colaborativo de datos que recoge analiza y distribuye información en tiempo real sobre turbulencia detectada por sensores instalados en aeronaves participantes (IATA, 2021). La innovación del sistema reside en su arquitectura de red basada en datos anonimizados, que mejora significativamente la conciencia situacional de los centros de operaciones y las tripulaciones, lo que permite una mejor planificación táctica y mayor confort y seguridad para los pasajeros.

También cabe mencionar otras alternativas que se están llevando a cabo de forma paralela para minimizar las incidencias causadas por turbulencias. Turbulence Solution, es una empresa austriaca, ha desarrollado los denominados “flaplets”: pequeñas extensiones que se añaden a los alerones de las alas de los aviones. Estos dispositivos ajustan su ángulo en tiempo real para contrarrestar las alteraciones en el flujo de aire detectadas por sensores en el borde de ataque del ala, emulando el modo en que las aves estabilizan su vuelo a través de pequeños movimientos de sus plumas. Según datos de la compañía, los flaplets pueden reducir la carga de turbulencia hasta en un 80% en aviones ligeros, y se prevé que la tecnología pueda escalarse para aeronaves comerciales de mayor tamaño.

Otra línea de avance se centra en el uso de inteligencia artificial (IA) y sistemas avanzados de detección para anticipar y reaccionar ante situaciones de turbulencia. Investigadores como Ricardo Vinuesa del KTH de Estocolmo han probado sistemas en los que la IA controla “chorros sintéticos” de aire sobre alas simuladas, optimizando el flujo y reduciendo la turbulencia gracias a algoritmos de aprendizaje profundo. A diferencia de los métodos tradicionales, la IA permite simular numéricamente el comportamiento del aire a partir de mediciones directas en tiempo real. (Rosen, 2025)

Autores como Nolan (2019) catalogan este tipo de desarrollos dentro de la llamada “aviación inteligente” (smart aviation), caracterizada por la aplicación de tecnologías emergentes como big data, inteligencia artificial y conectividad para optimizar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad del transporte aéreo. Además, sistemas como Turbulence Aware se alinean con la estrategia de gestión de riesgos operacionales sugerida por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), basada en datos reales y predictivos para apoyar la toma de decisiones en tiempo real (ICAO, 2018).

## **2.2 Normas Y Estándares Aplicables**

La ejecución de este proyecto se enmarca en diversos marcos normativos y técnicos internacionales, entre los cuales destacan:

El Manual de Gestión de la Seguridad Operacional (Doc 9859) de la OACI, el cual promueve el uso de datos operacionales para la identificación proactiva de riesgos. La incorporación de información sobre turbulencia en tiempo real puede integrarse al Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS) de la aerolínea, mejorando su capacidad de prevención.

La documentación técnica de IATA para el sistema Turbulence Aware, que incluye estándares de integración, requerimientos de conectividad de datos, especificaciones de software, interfaces API y lineamientos de privacidad y ciberseguridad.

Las normas de certificación de equipos aeronáuticos, como RTCA DO-160 y DO-178C, que regulan el diseño, prueba y certificación de hardware/software en cabina de vuelo.

Además, en cuanto a la adopción organizacional de nuevas tecnologías, se puede considerar el modelo de cambio propuesto por Kotter (2012), que plantea una secuencia estructurada para generar aceptación, compromiso y sostenibilidad de iniciativas transformadoras dentro de las empresas.

### **2.3 Regulaciones Relevantes**

En el ámbito panameño, este proyecto debe alinearse con las disposiciones de la Autoridad Aeronáutica Civil de Panamá (AAC), particularmente con las Regulaciones Aeronáuticas Panameñas (RAP). Las partes más relevantes para este proyecto incluyen:

RAP Parte 121: que regula la operación de transporte aéreo comercial y establece responsabilidades de seguridad operacional.

RAP Parte 145: que regula la certificación de organizaciones de mantenimiento, involucradas en la instalación de hardware o modificaciones estructurales en las aeronaves.

Toda integración tecnológica que impacte la aeronavegabilidad o la operación debe ser validada mediante procedimientos internos y contar con aprobación de la AAC, en coordinación con el fabricante de la aeronave (Boeing, en este caso), especialmente si involucra modificaciones en sistemas de datos de vuelo.

A nivel internacional, se consideran también las normativas de la OACI, como el Anexo 6 (Operación de Aeronaves), el Anexo 8 (Aeronavegabilidad) y el Anexo 19 (Seguridad Operacional). Estas regulaciones apoyan la implementación de herramientas tecnológicas que refuercen la conciencia situacional y la mitigación de riesgos durante el vuelo. En casos en que el equipo provenga de fabricantes certificados por la FAA (Estados Unidos) o la EASA (Europa), es necesario asegurar la compatibilidad con las autoridades locales.

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA**

### **3.1 Enfoque Metodológico Del Proyecto**

El presente proyecto, orientado a la integración de la aerolínea bandera X al programa *Turbulence Aware* de la IATA, se desarrolla bajo un enfoque metodológico

aplicado, proyectivo y sistemático. Se considera proyectivo porque busca resolver un problema identificado —la necesidad de mejorar la gestión de turbulencias mediante la adopción de tecnología de datos en tiempo real— y aplicado porque utiliza metodologías reconocidas a nivel internacional para la gestión de proyectos complejos.

Dada la naturaleza tecnológica y operativa del proyecto, se adopta un enfoque híbrido que combina procesos predictivos (planificación, instalación, integración regulatoria) con elementos iterativos para las fases de prueba, validación técnica y capacitación. Esto permite mantener una estructura sólida, pero flexible ante cambios operativos y tecnológicos.

### **3.2 Fundamentos Normativos Y Estándares De Dirección De Proyectos**

Este proyecto se rige por las directrices y buenas prácticas propuestas por el Project Management Institute (PMI) en su estándar actualizado para la dirección de proyectos (2020) y en la Guía del PMBOK® Séptima Edición (2021). Este marco abandona el enfoque basado exclusivamente en procesos para dar paso a un sistema centrado en principios, resultados y dominios de desempeño, aplicable a cualquier metodología (predictiva, ágil o híbrida).

Asimismo, el proyecto se apoya en las siguientes normativas y guías técnicas complementarias:

- ISO 21500:2021 – Directrices para la gestión de proyectos.
- ISO 31000:2018 – Directrices para la gestión de riesgos.
- IATA Turbulence Aware Implementation Guidance – Documentación técnica y operativa del programa.
- ICAO Annex 19 y Doc 9859 – Normas sobre sistemas de gestión de seguridad operacional (SMS).
- Reglamentos aeronáuticos panameños – Aplicables a modificaciones en sistemas aeronáuticos y gestión de datos.

### **3.3 Principios Del Estándar Para La Dirección De Proyectos (PMI, 2020)**

El proyecto se gestionará respetando los 12 principios del estándar del PMI, que funcionan como lineamientos conductuales y organizativos para la dirección de proyectos:

1. Ser un líder diligente, respetuoso y cuidadoso: El director del proyecto actuará con responsabilidad ética, fomentando un liderazgo colaborativo.
2. Crear un entorno colaborativo para el equipo: Se promoverá la participación activa y empoderamiento de los actores técnicos y operacionales.
3. Involucrar eficazmente a los interesados: A través de una gestión estratégica y adaptativa de las partes interesadas, se garantizará la aceptación y sostenibilidad del proyecto.
4. Centrarse en el valor: Toda decisión se alinearán con el valor que aporta el sistema a la operación de la aerolínea y a la experiencia del pasajero.
5. Reconocer, evaluar y responder a los cambios del sistema: El entorno aeronáutico y regulatorio es dinámico, por lo que se mantendrá una

- evaluación continua de las condiciones externas.
6. Demostrar comportamiento holístico del sistema: La solución no se ve como una implementación aislada, sino como parte del ecosistema digital-operacional de la aerolínea.
  7. Adoptar la adaptabilidad y resiliencia: Se prevé el uso de iteraciones técnicas, gestión de riesgos y ajustes continuos ante imprevistos.
  8. Desarrollar y mantener la calidad: A través de la planificación, auditoría y mejora continua, se buscará el cumplimiento de los estándares técnicos y regulatorios.
  9. Navegar la complejidad: El proyecto implicará la coordinación entre múltiples sistemas, departamentos y regulaciones, lo cual será gestionado mediante estructuras de gobernanza claras.
  10. Optimizar las respuestas a los riesgos: Se aplicará un proceso proactivo y cíclico de identificación, evaluación, mitigación y monitoreo de riesgos.
  11. Adoptar la adaptabilidad: Se ajustará la estrategia del proyecto en función de los datos obtenidos durante las pruebas o la retroalimentación de los usuarios.
  12. Permitir el cambio para lograr los resultados futuros: El proyecto será un catalizador de transformación hacia una cultura organizacional más basada en datos, tecnología y resiliencia operativa.

### **3.4 Aplicación De La Metodología Del PMI (PMBOK 7)**

#### **a) Ciclo de Vida del Proyecto**

Se estructurará el proyecto en las siguientes fases:

1. Inicio: Identificación del problema, elaboración del acta de constitución y análisis preliminar de interesados.
2. Planificación: Definición del alcance, desarrollo de la EDT, planificación de recursos, riesgos, cronograma, calidad y comunicaciones.
3. Ejecución: Instalación de sensores y software, integración con sistemas operativos, formación del personal y validación inicial.
4. Monitoreo y Control: Supervisión del avance del cronograma, cumplimiento técnico, respuesta a desviaciones y riesgos emergentes.
5. Cierre: Validación de resultados, aceptación formal, entrega del proyecto, documentación y lecciones aprendidas.

#### **b) Dominios de Desempeño**

La metodología PMI organiza el trabajo del proyecto en 8 dominios de desempeño, que serán adaptados a este caso:

- Interesados: Identificación, análisis y gestión continua de IATA, autoridades aeronáuticas, proveedores, técnicos y usuarios finales.
- Equipo: Conformación y liderazgo de un equipo técnico-operacional con competencias específicas para cada fase.
- Ciclo de vida y planificación: Estructura híbrida, donde las etapas de integración técnica siguen un enfoque predictivo y las validaciones y capacitación se adaptan según resultados.
- Desempeño de entrega: Enfoque en cumplir con los entregables establecidos (ej. sensores operativos, tablero visual en OCC, manuales actualizados).

- Medición del desempeño: KPIs como aeronaves integradas, tiempo medio de respuesta ante turbulencia, y reducción de incidentes asociados.
- Incertidumbre: Gestión activa de riesgos tecnológicos, operativos, climáticos y regulatorios.
- Desempeño del proyecto: Evaluación de cumplimiento de objetivos técnicos, impacto operacional y percepción del usuario interno.
- Entorno del sistema: Análisis del contexto institucional y de industria para asegurar alineación con estrategias a largo plazo.

### c) Herramientas y Técnicas Aplicadas

- EDT/WBS: Estructuración jerárquica de las actividades del proyecto.
- Matriz de interesados: Priorización según influencia e interés.
- Cronograma con Gantt: Control visual del avance.
- Matriz de riesgos: Evaluación por impacto y probabilidad.
- Gestión de la calidad: Inspecciones, auditorías y checklists técnicos.
- Control de cambios: Mecanismo formal para documentar, analizar y aprobar modificaciones.

## CAPÍTULO 4: PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO.

### 4.1 Descripción Del Plan De Gestión

El Plan de Gestión del Proyecto es el documento rector que define el enfoque, procesos, herramientas y técnicas que se utilizarán para planificar, ejecutar, monitorear, controlar y cerrar el proyecto de integración de la aerolínea al programa IATA Turbulence Aware. Su propósito es asegurar que los objetivos establecidos se cumplan dentro del plazo, presupuesto y estándares de calidad previstos, maximizando el valor para la organización y garantizando el cumplimiento de requisitos técnicos y regulatorios.

Este plan se desarrolla siguiendo las directrices del Project Management Institute (PMI) y los principios establecidos en la Séptima Edición del PMBOK® Guide (2020), así como las regulaciones aeronáuticas locales e internacionales aplicables.

En su contenido, el Plan de Gestión integra los siguientes componentes clave:

1. Cronograma de actividades  
Presenta la secuencia de tareas, hitos y entregables, estableciendo las fechas de inicio y fin, así como la ruta crítica del proyecto. Este cronograma servirá como línea base para medir el avance y planificar los recursos.
2. Presupuesto del proyecto  
Derivado del cronograma, consolida los costos estimados de cada actividad y entregable, incluyendo adquisición de hardware, licencias, capacitación, pruebas y recursos humanos. Servirá como referencia para el control de gastos.
3. Matriz de interesados  
Identifica a las partes interesadas internas y externas, evaluando su nivel de influencia, interés y poder, con el fin de planificar estrategias de gestión de

- expectativas y comunicación efectiva.
4. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)  
Organiza el proyecto en paquetes de trabajo manejables que faciliten la asignación de responsabilidades, la estimación de recursos y el control de entregables.
  5. Matriz y mapa de riesgos  
Documenta los riesgos identificados, su probabilidad e impacto, así como las estrategias de respuesta y planes de contingencia. Incluye un mapa visual para facilitar el seguimiento.
  6. Matriz de comunicación  
Define los canales, formatos, frecuencia y responsables de la comunicación entre el equipo del proyecto, la dirección de la aerolínea, IATA y otros interesados.
  7. Plan de calidad  
Establece los estándares y procedimientos que garantizarán que los entregables cumplan con los requisitos acordados, incluyendo revisiones técnicas, validaciones en vuelo y auditorías internas.
  8. Informes de seguimiento  
Comprende herramientas de control como el diagrama de Gantt de seguimiento y reportes periódicos de avance, desempeño y desviaciones, con acciones correctivas cuando sea necesario.

Este documento será de carácter dinámico, actualizándose conforme evolucionen las circunstancias del proyecto y se incorporen hallazgos técnicos o cambios regulatorios. Su correcta aplicación permitirá asegurar que la integración tecnológica y operativa con el sistema Turbulence Aware se realice de manera ordenada, eficiente y con el menor impacto posible en las operaciones normales de la aerolínea.

## 4.2 Cronograma De Actividades

El cronograma de actividades para la integración de la aerolínea al programa IATA Turbulence Aware está diseñado bajo una lógica secuencial que contempla las fases de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y cierre, en alineación con la metodología PMI. Las duraciones se han estimado considerando la complejidad técnica del proyecto, la disponibilidad de recursos y los requisitos de la IATA.

Fase / Actividad	Duración estimada	Fecha de inicio	Fecha de finalización
<b>Fase 1 – Inicio del Proyecto</b>			
Reunión de lanzamiento y aprobación inicial	1 día	01/04/2026	01/04/2026
Identificación preliminar de interesados	9 días	02/04/2026	14/04/2026
<b>Fase 2 – Planificación</b>			
Desarrollo del plan de gestión del proyecto y	10 días	15/04/2026	28/04/2026

Desarrollo de planes subsidiarios (alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos, comunicaciones)	10 días	29/04/2026	12/05/2026
<b>Fase 3 – Adquisiciones y Preparación Técnica</b>			
Coordinación con IATA para requisitos técnicos	5 días	13/05/2026	19/05/2026
Adquisición de sensores y licencias de software	15 días	20/05/2026	09/06/2026
Configuración preliminar en laboratorio de pruebas	10 días	10/06/2026	23/06/2026
<b>Fase 4 – Implementación Técnica</b>			
Instalación de equipos y software en aeronaves	20 días	24/06/2026	21/07/2026
Integración del sistema con el Centro de Operaciones	10 días	22/07/2026	04/08/2026
Pruebas de conectividad y transmisión de datos	10 días	05/08/2026	18/08/2026
<b>Fase 5 – Capacitación y Validación</b>			
Capacitación a personal de despacho y operaciones	5 días	19/08/2026	25/08/2026
Capacitación a pilotos	5 días	26/08/2026	01/09/2026
Vuelos de prueba y validación final con IATA	5 días	02/09/2026	08/09/2026
<b>Fase 6 – Cierre</b>			
Revisión de entregables y métricas de desempeño	5 días	09/09/2026	15/09/2026
Elaboración de informe final y lecciones aprendidas	5 días	16/09/2026	22/09/2026

**Tabla 2 Cronograma De Actividades**

Este cronograma es la línea base temporal del proyecto y será monitoreado periódicamente. Cualquier desviación significativa deberá ser documentada y aprobada por el Comité de Dirección.

### 4.3 Presupuesto

Para desarrollar este presupuesto se va a partir desde el cronograma en la sección anterior y asignar costos estimados por actividad, incluyendo:

- Recursos humanos (horas-hombre de personal de proyecto, técnicos, pilotos, instructores, etc.)
- Equipos y software (sensores, licencias, configuración)

- Servicios (entrenamientos, soporte IATA, certificaciones)
- Costos indirectos (logística, viáticos, comunicación, imprevistos)

Nº	Actividad / Entregable	Descripción de costos	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
<b>1. Inicio del Proyecto</b>					
1.1	Reunión de lanzamiento	Sala, materiales, coffee break	1	B/.500.00	B/.500.00
1.2	Designación de equipo	Tiempo de personal administrativo (10 h x \$50/h)	10 h	B/.50.00	B/.500.00
1.3	Definición preliminar de alcance	Horas consultor PM senior (20 h x \$80/h)	20 h	B/.80.00	B/.1,600.00
<b>2. Planificación</b>					
2.1	Plan de gestión del proyecto	Consultor PM senior (40 h x \$80/h)	40 h	B/.80.00	B/.3,200.00
2.2	Planes subsidiarios	Especialistas técnicos (60 h x \$70/h)	60 h	B/.70.00	B/.4,200.00
<b>3. Adquisiciones y Preparación Técnica</b>					
3.1	Coordinación técnica con IATA	Tarifas de servicio IATA	1	B/.5,000.00	B/.5,000.00
3.2	Adquisición de sensores y licencias	Sensores x aeronave (25 aviones x \$8,000) + licencias anuales (\$20,000)	1 lote	-	B/.220,000.00
3.3	Configuración laboratorio pruebas	Equipos, técnicos, software	1	B/.15,000.00	B/.15,000.00
<b>4. Implementación Técnica</b>					
4.1	Instalación en aeronaves	Mano de obra técnica (25 aviones x 20 h x \$60/h)	500 h	B/.60.00	B/.30,000.00
4.2	Integración centro de operaciones	Servidores, redes, mano de obra	1	B/.12,000.00	B/.12,000.00
4.3	Pruebas de conectividad	Técnicos (10 h x \$70/h)	10 h	B/.70.00	B/.700.00
<b>5. Capacitación y Validación</b>					

5.1	Capacitación despacho y operaciones	30 personas x \$200 (incluye manuales)	30	B/.200.00	B/.6,000.00
5.2	Capacitación pilotos	200 pilotos x \$250 (incluye simulador)	200	B/.250.00	B/.50,000.00
5.3	Vuelos de prueba	Horas vuelo + combustible (3 vuelos x \$5,000)	3	B/.5,000.00	B/.15,000.00
<b>6. Cierre del Proyecto</b>					
6.1	Revisión de entregables	PM + equipo técnico (40 h x \$70/h)	40 h	B/.70.00	B/.2,800.00
6.2	Informe final y lecciones aprendidas	PM (20 h x \$80/h)	20 h	B/.80.00	B/.1,600.00
<b>Costos indirectos e imprevistos (10%)</b>		Sobre subtotal	-	-	B/.36,010.00
<b>TOTAL</b>					<b>USD 396,110</b>

Tabla 3 Presupuesto Del Proyecto

#### 4.4 Matriz Y Mapa De Riesgos

En la matriz de riesgos se identifican, clasifican y evalúan los riesgos más relevantes considerando su probabilidad de ocurrencia y el nivel de impacto en los objetivos del proyecto. Esta matriz permite priorizar aquellos riesgos de mayor criticidad, definir planes de respuesta específicos y asignar responsables de su mitigación.

ID	Riesgo	Tipo	Probabilidad (1-5)	Impacto (1-5)	Nivel de Riesgo (P×I)	Estrategia de Respuesta	Responsable
R1	Retrasos en la instalación del software o sensores	Técnico	3	4	12	Mitigar: plan de contingencia con proveedores	Jefe de Proyecto
R2	Fallas en la integración con sistemas existentes	Técnico	2	5	10	Mitigar: pruebas previas y soporte de IATA	Equipo TI
R3	Resistencia al cambio por parte de pilotos o despachadores	Organizacional	4	3	12	Mitigar: programa de gestión del cambio	Gerente de Operaciones
R4	Retrasos en la aprobación regulatoria	Legal	3	5	15	Transferir: involucrar autoridad desde inicio	Gerente Legal
R5	Incremento de costos por problemas	Económico	3	4	12	Mitigar: contrato con cláusulas de penalidad	Compras

logísticos						
R6	Fallas de transmisión de datos en vuelo	Técnico	2	5	10	Mitigar: redundancia en canales de datos Equipo TI
R7	Baja disponibilidad de aeronaves para instalación	Operativo	3	3	9	Mitigar: programación en mantenimientos Mantenimiento
R8	Cambios en políticas de IATA o requisitos técnicos	Externo	2	4	8	Aceptar: revisión periódica del marco técnico Jefe de Proyecto
R9	Eventos meteorológicos extremos que afecten vuelos de prueba	Externo	2	3	6	Aceptar: reprogramación flexible Gerente Operaciones
R10	Fuga de datos o problemas de ciberseguridad	Seguridad	2	5	10	Mitigar: protocolos de ciberseguridad TI / Seguridad

**Tabla 4 Matriz De Riesgos**

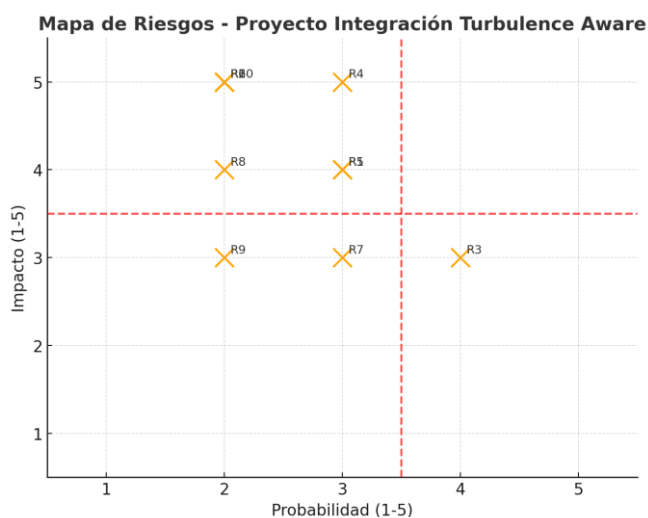
Escala:

Probabilidad: 1 (muy baja) – 5 (muy alta)

Impacto: 1 (muy bajo) – 5 (muy alto)

Nivel de riesgo: bajo (<6), medio (6–12), alto (>12)

El mapa de riesgos complementa a la matriz al representar de forma gráfica la ubicación de cada riesgo según su probabilidad e impacto, lo que facilita su interpretación y comunicación dentro del equipo de proyecto y ante la alta dirección. A través de este recurso visual, es posible identificar rápidamente los riesgos de mayor severidad y priorizar las acciones correctivas o preventivas necesarias para mantener el control del proyecto. Además, el mapa refuerza la cultura de gestión de riesgos al permitir un monitoreo constante y actualizado, fomentando la toma de decisiones informada y la preparación ante posibles escenarios adversos durante la ejecución del proyecto.



**Ilustración 4 Mapa de Riesgos**

#### 4.5 Matriz De Comunicación

La matriz de comunicación permite establecer de manera estructurada cómo fluirá la información entre los diferentes interesados en la integración de la aerolínea al programa Turbulence Aware de IATA. En ella se definen los canales, la frecuencia, el formato y los responsables de la comunicación, asegurando que cada stakeholder reciba la información adecuada en el momento oportuno. Esta herramienta garantiza la transparencia del proyecto, facilita la coordinación entre las áreas técnicas y operativas, y contribuye a reducir riesgos asociados a malentendidos o a la falta de alineación.

Interesado Grupo	Información Requerida	Formato Medio	Frecuencia	Responsable del Envío	Método de Seguimiento
Alta Gerencia	Avances generales, hitos, riesgos críticos	Informe ejecutivo (PDF)	Mensual	Director del Proyecto	Reunión de seguimiento
Gerencia de Operaciones	Estado de integración, incidencias	Reporte detallado (Excel)	Semanal	PM / Jefe de Operaciones	Reunión operativa
IATA	Cumplimiento técnico, datos de integración	Reporte técnico (plantilla IATA)	Mensual	Gerente del Proyecto	Confirmación por email
Autoridad Aeronáutica	Cumplimiento regulatorio y de seguridad	Documento oficial (PDF)	Según requerimiento	Gerente de Cumplimiento	Acuse de recibo
Pilotos	Cambios en procedimientos y uso de sistemas	Manual / boletín digital	Quincenal	Jefe de Capacitación	Sesiones Q&A

Despachadores	Instrucciones de operación y monitoreo	de Boletín y Reuniones breves	+ Semanal	Supervisor de Despacho	de Lista de asistencia	de
Departamento IT	Requerimientos técnicos y actualizaciones	Ticket y Reunión técnica	/ Según necesidad	Coordinador IT	Seguimiento en sistema	en
Mantenimiento	Plan de instalación y ajustes aeronaves	de y Plan técnico en (Excel/PDF)	Semanal	Jefe de Mantenimiento	Checklist cumplimiento	de
Pasajeros	Comunicación sobre mejoras en seguridad	Publicación en web y redes	/ Antes de implementación	Marketing	Métricas de alcance	de
Medios de comunicación	Notas de prensa y comunicados oficiales	Comunicado oficial	Al anunciar hitos	Dir. Comunicación	Registro de publicaciones	de

**Tabla 5 Matriz De Comunicación**

## 4.6 Plan De Calidad Del Proyecto

### Objetivo del Plan de Calidad

Garantizar que la integración de la aerolínea al programa IATA Turbulence Aware cumpla con los estándares técnicos, operativos y regulatorios requeridos, asegurando que el sistema funcione de forma confiable, precisa y segura para mejorar la gestión de turbulencias y la seguridad operacional.

### 1. Normas y Estándares Aplicables

- PMBOK® Guide – 7ª edición (PMI, 2020): Principios y dominios de desempeño en la dirección de proyectos.
- Normas IATA para Turbulence Aware: Guías técnicas de instalación, integración y transmisión de datos.
- Regulaciones aeronáuticas nacionales (Panamá – AAC) y normas internacionales (ICAO Annex 6 y Annex 8).
- Estándares ISO 9001:2015 de gestión de calidad para procesos operativos y de soporte.

### 2. Criterios de Calidad del Proyecto

- Integración Tecnológica: El 100% de los sistemas instalados deben cumplir con las especificaciones técnicas de IATA y conectarse sin errores al sistema central.
- Instalaciones en Aeronaves: Cada avión debe pasar una validación técnica y operativa antes de su certificación para operar con Turbulence Aware.
- Capacitación: El 100% del personal clave (pilotos, despacho, mantenimiento, operaciones) debe aprobar evaluaciones prácticas y teóricas.
- Pruebas de Funcionamiento: Cada fase de prueba debe registrar un mínimo del 95% de transmisión de datos exitosa sin pérdida o errores críticos.

### 3. Procesos de Aseguramiento de Calidad

- Revisiones de avance en reuniones semanales de seguimiento.
- Auditorías internas en cada hito del cronograma para verificar cumplimiento técnico.
- Validaciones cruzadas con la IATA antes del go-live.
- Control de documentación en repositorio central con trazabilidad de versiones.

#### 4. Procesos de Control de Calidad

- Inspecciones técnicas en aeronaves y sistemas antes de entrega.
- Validaciones de software y hardware por parte del equipo de IT y mantenimiento.
- Pruebas de vuelo controladas antes de la puesta en marcha general.
- Corrección inmediata de no conformidades documentadas en informes CAPA (Corrective and Preventive Actions).

#### 5. Responsables de Calidad

- Director del Proyecto: Supervisión global y comunicación de resultados de calidad a la alta gerencia.
- Jefe de Mantenimiento: Control de calidad en aeronaves y certificación técnica.
- Jefe de IT: Validación y pruebas del sistema de transmisión y visualización de datos.
- Jefe de Capacitación: Evaluación y certificación del personal entrenado.

#### 4.7 Informes De Seguimiento

Para los **informes de seguimiento** del proyecto se propone estructurarlos en dos niveles:

1. **Herramientas de control (internas)**: Gantt de seguimiento, semáforos de avance, control de presupuesto.
2. **Informes formales (para la junta y stakeholders)**: informes ejecutivos periódicos, lecciones aprendidas y cierre.

#### Informes de Seguimiento del Proyecto

##### 1. Informe de Avance Mensual

Se emitirá un reporte mensual al Comité de Dirección del Proyecto con la siguiente estructura:

- Resumen Ejecutivo: estado general, logros del mes, hitos alcanzados.
- Avance del Cronograma: porcentaje completado vs. planificado.
- Estado del Presupuesto: ejecución financiera vs. presupuesto aprobado.
- Principales Riesgos y Mitigaciones: actualización de la matriz de riesgos.
- Incidencias y Acciones Correctivas: problemas ocurridos y soluciones aplicadas.
- Próximos Pasos: actividades clave del mes siguiente.

##### 2. Reporte de Hitos

Cada vez que se alcance un hito importante (ejemplo: finalización de integración

tecnológica, capacitación completada, Go-Live del sistema), se emitirá un informe de hito con:

- Fecha de cumplimiento.
- Evidencia documental.
- Impacto sobre la línea base del proyecto.
- Validación de cumplimiento de objetivos parciales.

### 3. Informe Ejecutivo Trimestral

Dirigido a la Alta Dirección y Junta Directiva, contendrá un resumen consolidado de:

- Progreso acumulado.
- Beneficios alcanzados hasta la fecha.
- Riesgos estratégicos.
- Recomendaciones de continuidad y ajustes.

### 4. Informe Final de Proyecto

Al cierre, se presentará un informe con:

- Cumplimiento de objetivos iniciales.
- Comparación entre cronograma y real.
- Comparación entre presupuesto y ejecución real.
- Lecciones aprendidas.
- Recomendaciones para futuros proyectos de innovación tecnológica.

### 5. Gantt de Seguimiento

El cronograma del proyecto será monitoreado mediante un diagrama de Gantt dinámico, en el cual se reflejarán los avances reales frente a las fechas planificadas. Cada actividad tendrá un indicador de estatus en semáforo:

- Verde: actividad en curso o finalizada según lo planificado.
- Amarillo: actividad con retraso menor al 10% del tiempo establecido.
- Rojo: actividad con retraso mayor al 10% o con riesgo de incumplimiento.

Esto permitirá detectar desviaciones a tiempo y aplicar medidas correctivas.

De esta manera, el plan de informes asegura tanto el control operativo diario como la transparencia hacia la alta dirección.

## **Cronograma y Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)**

El cronograma del proyecto fue elaborado siguiendo la metodología del PMI y posteriormente desarrollado en la herramienta Microsoft Project como se puede mostrar en la Tabla 6, lo que permitió estructurar las actividades en un diagrama de Gantt con fechas específicas y relaciones de precedencia entre las tareas. La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) se organizó en seis fases principales: inicio, planificación, adquisiciones y preparación técnica, implementación técnica, capacitación y validación, y cierre del proyecto. Cada fase se desglosa en actividades detalladas que permiten un control más preciso sobre los entregables, los plazos y los responsables de ejecución.

El cronograma resultante establece como fecha de inicio del proyecto el 1 de abril de 2026, con una duración aproximada de seis meses, lo que asegura que los hitos clave como la integración tecnológica con el sistema Turbulence Aware, la capacitación del personal operativo y la validación final con IATA se completen antes de culminar el año. La programación también facilita la identificación de la ruta crítica y de los puntos de control necesarios para realizar un seguimiento efectivo.

La representación gráfica en el diagrama de Gantt en la Tabla 7 permite visualizar de manera clara la secuencia de actividades y la interdependencia entre ellas, brindando una herramienta de gestión esencial para la toma de decisiones estratégicas durante la ejecución. Con ello, se garantiza que el proyecto mantenga un enfoque alineado con los objetivos planteados, reduciendo riesgos de retrasos y asegurando una integración exitosa de la aerolínea en el programa IATA Turbulence Aware.

		Modo de	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1			1	1 Inicio del Proyecto	10 días	mié 04/01/26	mar 04/14/26	
2			1.1	1.1 Reunión de lanzamiento (Kick-off)	1 día	mié 04/01/26	mié 04/01/26	
3			1.2	1.2 Designación del equipo de proyecto	3 días	jue 04/02/26	lun 04/06/26	2
4			1.3	1.3 Definición preliminar de alcance y objetivos	6 días	mar 04/07/26	mar 04/14/26	3
5			2	2 Planificación	20 días	mié 04/15/26	mar 05/12/26	4
6			2.1	2.1 Elaboración del plan de gestión del proyecto	10 días	mié 04/15/26	mar 04/28/26	4
7			2.2	2.2 Desarrollo de planes subsidiarios (alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos, comunicaciones)	10 días	mié 04/29/26	mar 05/12/26	6
8			3	3 Adquisiciones y Preparación Técnica	30 días	mié 05/13/26	mar 06/23/26	7
9			3.1	3.1 Coordinación con IATA para requisitos técnicos	5 días	mié 05/13/26	mar 05/19/26	7
10			3.2	3.2 Adquisición de sensores y licencias de software	15 días	mié 05/20/26	mar 06/09/26	9
11			3.3	3.3 Configuración preliminar en laboratorio de pruebas	10 días	mié 06/10/26	mar 06/23/26	10
12			4	4 Implementación Técnica	40 días	mié 06/24/26	mar 08/18/26	11
13			4.1	4.1 Instalación de equipos y software en aeronaves	20 días	mié 06/24/26	mar 07/21/26	11
14			4.2	4.2 Integración del sistema con el Centro de Operaciones	10 días	mié 07/22/26	mar 08/04/26	13
15			4.3	4.3 Pruebas de conectividad y transmisión de datos	10 días	mié 08/05/26	mar 08/18/26	14
16			5	5 Capacitación y Validación	15 días	mié 08/19/26	mar 09/08/26	15
17			5.1	5.1 Capacitación a personal de despacho y operaciones	5 días	mié 08/19/26	mar 08/25/26	15
18			5.2	5.2 Capacitación a pilotos	5 días	mié 08/26/26	mar 09/01/26	17
19			5.3	5.3 Vuelos de prueba y validación final con IATA	5 días	mié 09/02/26	mar 09/08/26	18
20			6	6 Cierre del Proyecto	10 días	mié 09/09/26	mar 09/22/26	19
21			6.1	6.1 Revisión de entregables y métricas de desempeño	5 días	mié 09/09/26	mar 09/15/26	19
22			6.2	6.2 Elaboración de informe final y lecciones aprendidas	5 días	mié 09/16/26	mar 09/22/26	21

Tabla 6 Desglose De Trabajo

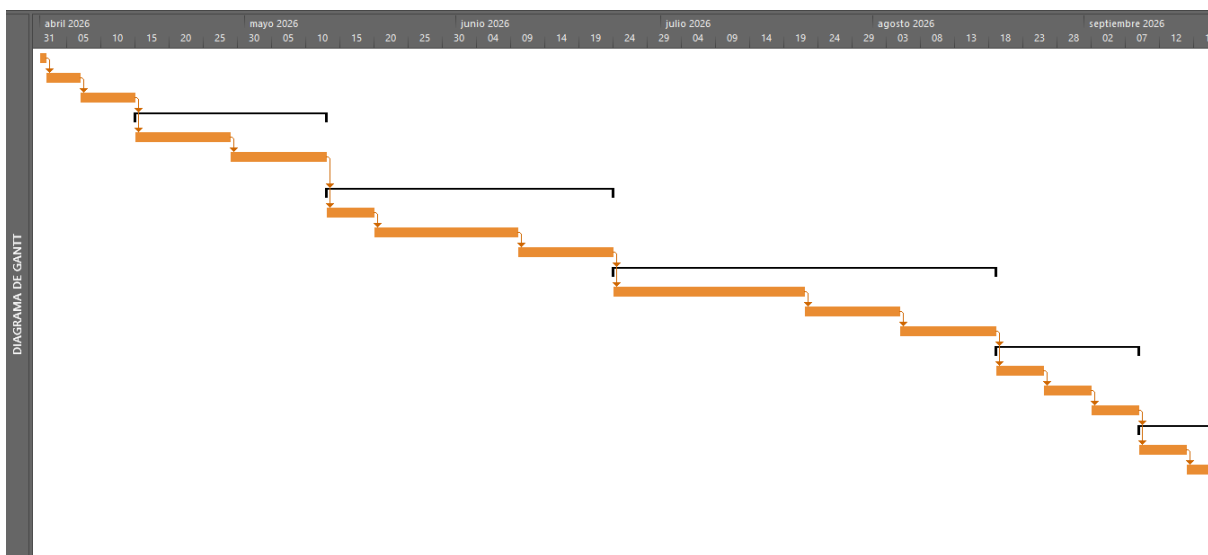


Tabla 7 Diagrama de Gantt

## **GLOSARIO DEL PROYECTO**

### **1. Turbulence Aware (TA)**

Programa de la IATA que permite recopilar y compartir en tiempo real datos sobre turbulencia provenientes de sensores de aeronaves, para mejorar la seguridad y eficiencia de los vuelos.

### **2. Flight Dispatch (Despacho de Vuelo)**

Área operativa encargada de la planificación y seguimiento de vuelos, garantizando que cumplan con normas de seguridad, meteorología y regulaciones aeronáuticas.

### **3. Operational Control Center (OCC)**

Centro de control de operaciones de una aerolínea, donde se monitorean y gestionan vuelos en tiempo real. En este proyecto, es donde se integrará la visualización del sistema Turbulence Aware.

### **4. Boeing 737 MAX / 737-800**

Tipos de aeronaves comerciales de fuselaje estrecho de la flota de la aerolínea, que serán priorizadas para la instalación del sistema de captura de datos de turbulencia.

### **5. IATA (International Air Transport Association)**

Asociación internacional de aerolíneas que promueve la seguridad, eficiencia y sostenibilidad en la aviación. Responsable del desarrollo del programa Turbulence Aware.

### **6. Safety Management System (SMS)**

Sistema de gestión de seguridad operacional obligatorio para aerolíneas, que integra procedimientos, responsabilidades y prácticas de seguridad en las operaciones aéreas.

### **7. Baseline (Línea Base del Proyecto)**

Conjunto aprobado de alcance, cronograma y presupuesto que sirve como referencia para medir el desempeño del proyecto en la gestión PMI.

### **8. Stakeholders (Interesados)**

Personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o verse afectados por el proyecto. En este caso, incluyen a IATA, tripulación, OCC, pasajeros y autoridades reguladoras.

### **9. Work Breakdown Structure (WBS / Estructura de Desglose del Trabajo)**

Herramienta de planificación del PMI que descompone el proyecto en entregables y actividades más pequeñas y manejables.

### **10. Risk Register (Matriz de Riesgos)**

Documento que identifica, analiza y da seguimiento a los riesgos del proyecto, incluyendo probabilidad, impacto y planes de mitigación.

### 11. Quality Assurance (Aseguramiento de la Calidad)

Proceso orientado a garantizar que los entregables del proyecto cumplan con los estándares de calidad establecidos, tanto técnicos como de gestión.

### 12. Lessons Learned (Lecciones Aprendidas)

Registro de experiencias positivas y negativas obtenidas durante la ejecución del proyecto, que sirven como referencia para futuros proyectos de la organización.

## **CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES**

La integración de la aerolínea al programa Turbulence Aware de IATA representa una oportunidad estratégica para fortalecer la seguridad operacional y optimizar la eficiencia de los vuelos. A lo largo del análisis, se evidenció que este proyecto no solo tiene un impacto directo en la gestión del riesgo aeronáutico al proporcionar datos en tiempo real sobre turbulencia, sino que también refuerza la reputación de la aerolínea como referente en innovación tecnológica dentro del sector aéreo. Desde el punto de vista técnico, la aplicación en flotas clave como el Boeing 737 MAX y 737-800 asegura un efecto inmediato en las operaciones, alineado con estándares globales de seguridad aérea.

Desde la perspectiva de gestión de proyectos, la aplicación de la metodología PMI y sus principios permitió estructurar el proyecto con claridad en cuanto a objetivos, alcance, cronograma, presupuesto, riesgos y gestión de interesados. Esto garantiza no solo un control adecuado durante la ejecución, sino también la posibilidad de generar valor sostenible para la organización. El uso de herramientas como la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), la matriz de riesgos y los planes de comunicación y calidad, contribuye a minimizar la incertidumbre y a maximizar la alineación con las expectativas de la alta dirección y los stakeholders clave.

Finalmente, se recomienda que la aerolínea mantenga un sistema de seguimiento y control continuo posterior a la implementación, asegurando que el programa se integre de manera efectiva en la operación diaria. Asimismo, es aconsejable reforzar los procesos de capacitación continua y fomentar una cultura organizacional orientada a la seguridad basada en datos, lo cual permitirá aprovechar al máximo la información recopilada por Turbulence Aware. En términos académicos, este trabajo demuestra la importancia de aplicar metodologías estandarizadas de gestión de proyectos como el PMI para abordar iniciativas complejas en la aviación, asegurando que los resultados no solo respondan a las exigencias del entorno actual, sino que también aporten una base sólida para futuras innovaciones en la industria.

## BIBLIOGRAFÍA

Birmania. (2020, 3 febrero). La IATA prepara la solución para las turbulencias aéreas - Boletín Informativo del Turismo. *Boletín Informativo del Turismo*. <https://viajesboletin.com/categorias/principales/de-interes/59165-la-iata-prepara-la-solucion-para-las-turbulencias-aereas/>

Castro, A. (2025, 31 julio). *Aurora Castro*. <https://www.lavelez.com.ar/technology/que-es-la-turbulencia-en-el-vuelo-y-cuando-se-vuelve-peligroso-para-los-pasajeros-y-las-tripulaciones/161844/>

Donahue, M. Z. (2025, 16 julio). What causes turbulence, and what can you do if it happens to you? *Travel*. <https://www.nationalgeographic.com/travel/article/what-is-turbulence-explained>

Golding, W. (2002). Turbulence and Its Impact on Commercial Aviation. *The Journal Of Aviation/Aerospace Education And Research*. <https://doi.org/10.15394/jaaer.2002.1301>

Herrera, B. (2024, 18 diciembre). IATA Turbulence Aware: más datos, más seguridad en los cielos &#045; Informe Aéreo. *Informe Aéreo*. <https://informeaereo.com/iata-turbulence-aware-mas-datos-mas-seguridad-en-los-cielos/>

*IATA turbulence aware*. (s. f.). <https://www.iata.org/https://go.updates.iata.org/turbulenceaware/business-aviation>

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. (2018). *Safety Management Manual* (Fourth Edition). [https://www.ulc.gov.pl/\\_download/bezpieczenstow\\_lotow/Przepisy/icao/Doc\\_9859\\_-\\_Safety\\_Management\\_Manual\\_4th\\_edition\\_2018.pdf](https://www.ulc.gov.pl/_download/bezpieczenstow_lotow/Przepisy/icao/Doc_9859_-_Safety_Management_Manual_4th_edition_2018.pdf)

Kotter, J. P. (2007). Leading Change: Why transformation efforts fail. En *Harvard Business Review*. <https://irp-cdn.multiscreensite.com/6e5efd05/files/uploaded/Leading%20Change.pdf>

Leñam, C. (2024, 10 diciembre). *La plataforma Turbulence Aware de IATA se amplía con la participación de más aerolíneas e integradores de datos*. ALNNEWS. <https://aerolatinnews.com/destacado/la-plataforma-turbulence-aware-de-iata-se-amplia-con-la-participacion-de-mas-aerolineas-e-integradores-de-datos/>

Maughan, P. (2025, 28 julio). *Cómo está cambiando la aviación para hacer frente a las crecientes turbulencias en los vuelos*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/articles/ckgj9y558jqo>

Molloy, M. (2023, 13 junio). *¿Miedo a volar? Un estudio asegura que las turbulencias se han hecho más frecuentes y explica por qué*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-65896009>

Mundo, R. (2025, 1 agosto). Pánico en pleno vuelo de EE. UU.: el aterrador incidente que dejó a decenas de pasajeros hospitalizados. *Semana.com Últimas Noticias de Colombia y el Mundo*. <https://www.semana.com/mundo/noticias-estados-unidos/articulo/panico-en-pleno-vuelo-de-ee-uu-el-aterrador-incidente-que-dejo-a-decenas-de-pasajeros-hospitalizados/202541/>

Nolan. (2014). *Fundamentals of air traffic control*. <https://www.amazon.com/Fundamentals-Air-Traffic-Control-Nolan/dp/8131523845>

Rosen, N. (2025, 29 julio). La aviación adopta inteligencia artificial y sensores avanzados para enfrentar el incremento de turbulencias severas. *Infobae*. <https://www.infobae.com/america/ciencia-america/2025/07/29/la-aviacion-adopta-inteligencia-artificial-y-sensores-avanzados-para-enfrentar-el-incremento-de-turbulencias-severas/>

Sharman, R., & Pearson, J. (2017). Clear-air turbulence: Research for aviation safety. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 98(12), 2543–2550.

StudySmarter. (2024, 8 agosto). *Evaluación de turbulencia: métodos & causas* | StudySmarter. StudySmarter ES. <https://www.studysmarter.es/resumenes/ingenieria/aviacion/evaluacion-de-turbulencia/>

Tomadin, F. G. (2025, 16 febrero). El vuelo más turbulento del mundo está en Sudamérica y dura menos de una hora. *Infobae*. <https://www.infobae.com/america/2025/02/16/el-vuelo-mas-turbulento-del-mundo-esta-en-sudamerica-y-dura-menos-de-una-hora/>

*Turbulence aware.* (s. f.). <https://www.iata.org/en/services/data/safety/turbulence-platform/>

Carta de revisión del profesor de español

Panamá, 22 de agosto de 2025

Señores:

UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMA

E. S. D.

Estimados Señores:

La (El) suscrita (o) notifica (o) haber revisado por solicitud del estudiante

Aitshel Moreno con cédula de identidad personal número 9-951-1626

proyecto final de graduación titulado "

"Integrar a la aerolínea AM al programa Turbulence Aware de IATA"

y a su vez doy fe que el documento cumple satisfactoriamente con todos los

requisitos formales de ortografía y de redacción exigidos por el idioma español,

Atentamente,

Marta E. Díaz S.

Firma del profesor de Español