



Propuesta de un sistema de gestión de seguridad para la aviación militar considerando las nuevas tecnologías

Pazmiño Nevárez, Carlos Xavier y Vallejo Orbe, Fernando Patricio

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Maestría en Defensa y Seguridad

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Magíster en Defensa y Seguridad, mención Estrategia Militar

CrnI Molina Vizuite Nelson Raúl, Msc

20 de octubre de 2021

Informe de originalidad

NOMBRE DEL CURSO

Revisión Tesis

NOMBRE DEL ALUMNO

FERNANDO PATRICIO VALLEJO ORBE

NOMBRE DEL ARCHIVO

FERNANDO PATRICIO VALLEJO ORBE - PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD PARA LA AVIACIÓN MILITAR CONSIDERANDO LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

SE HA CREADO EL INFORME

26 oct 2021

Resumen

Fragmentos marcados	0	0 %
Fragmentos citados o entrecomillados	0	0 %

Firma:



Firmado electrónicamente por:

**NELSON RAUL
MOLINA
VIZUETE**

.....

Crnl. de EM Molina Vizquete Nelson Raúl, Msc

C.C.: 1708006844



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**Propuesta de un sistema de gestión de seguridad para la aviación militar considerando las nuevas tecnologías**” fue realizado por los señores **Pazmiño Nevárez, Carlos Xavier y Vallejo Orbe, Fernando Patricio** el mismo que ha sido revisado y analizado en su totalidad, por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 20 de octubre de 2021

Firma:



.....
Crnl. de EM Molina Vizquete Nelson Raúl, Msc

C.C.: 1708006844



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Pazmiño Nevárez, Carlos Xavier y Vallejo Orbe, Fernando Patricio**, con cédulas de ciudadanía n° 1308640547 y 0602733958, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Propuesta de un sistema de gestión de seguridad para la aviación militar considerando las nuevas tecnologías”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 20 de octubre de 2021

Firma (s)



.....
Pazmiño Nevárez, Carlos Xavier

C.I. 1308640547

.....
Vallejo Orbe, Fernando Patricio

C.I. 0602733958



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros, **Pazmiño Nevárez, Carlos Xavier y Vallejo Orbe, Fernando Patricio**, con cédulas de ciudadanía n° 1308640547 y 0602733958, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación “**Propuesta de un sistema de gestión de seguridad para la aviación militar considerando las nuevas tecnologías**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 20 de octubre de 2021

Firma (s)



Firmado digitalmente por:
CARLOS XAVIER
PAZMIÑO NEVAREZ



Firmado digitalmente por:
FERNANDO
PATRICIO
VALLEJO ORBE

.....
Pazmiño Nevárez, Carlos Xavier

C.I. 1308640547

.....
Vallejo Orbe, Fernando Patricio

C.I. 0602733958

Índice

CERTIFICACIÓN	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	5
Resumen.....	11
Abstract	12
Capítulo I: El Problema de Investigación	13
Planteamiento del Problema	13
Formulación del Problema.....	14
<i>Hecho Científico</i>	14
<i>Evidencia</i>	14
<i>Posibles causas</i>	14
Problema de investigación.....	15
Sub problemas o Preguntas de Investigación.....	15
Objetivos	16
<i>General</i>	16
<i>Específicos</i>	16
Justificación e Importancia	16
Capítulo II: Marco Teórico	18
Antecedentes (Estado del Arte).....	18
Fundamentación Legal	21
Fundamentación Teórica	23
Hipótesis	26
Variables de Investigación.....	27
Operacionalización de Variables	27
<i>Variable Independiente</i>	27

<i>Variable Dependiente</i>	27
Capítulo III: Marco Metodológico.....	29
Enfoque de la investigación.....	29
Tipos de investigación	29
Población	30
Muestra	30
Instrumentos de Investigación.....	30
<i>Variable Dependiente</i>	30
Variable Independiente.....	31
Métodos de investigación.	31
Técnicas de recolección de datos	32
Instrumentos de recolección de datos.....	32
La encuesta.....	32
Técnicas para el análisis e interpretación de datos.....	33
Análisis e interpretación de resultados.....	33
Presentación de resultados	33
Discusión de los resultados.....	43
Capítulo IV: Marco Administrativo	44
Cronograma	44
Presupuesto.....	44
Introducción.....	46
Marco teórico en la implementación del FDM.....	47
FDM como parte del SMS	48
Organización del Departamento de FDM.....	49
Flujo del proceso de FDM dentro de una organización de aviación.....	50
Conformación del equipo de trabajo	51

Proceso de Análisis de Datos de Vuelo	52
Implementación del Sistema de FDM en la Aviación del Ejército	57
<i>Fase I Evaluación</i>	58
Análisis Técnico por Aeronave	58
<i>Fase II Implementación Técnica</i>	64
Software	64
Capacitación	65
Parámetros de medición	68
<i>Fase III Implementación Operativa</i>	73
Gestión de seguridad integrada	75
Lineamientos del Proceso	76
Descripción de los Subprocesos	77
a) Subproceso de Análisis de Datos de Vuelo	77
ANÁLISIS DE LOS DATOS DE VUELO	77
b) Controles del Subproceso de Análisis de Datos de Vuelo	78
c) Diagrama de flujo del subproceso de Programa de análisis de datos de vuelo	78
d) Detalle de actividades del subproceso de Análisis de Datos de Vuelo	79
Conclusiones.....	82
Recomendaciones	83
Glosario de términos.....	84
Definiciones.....	85
Definiciones Conceptuales	87
Referencias	91
Encuesta	94

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Matriz de variables</i>	28
Tabla 2 <i>Cronograma de Actividades</i>	44
Tabla 3 <i>Presupuesto Requerido Para elaboración del PIC (tesis únicamente)</i>	44
Tabla 4 <i>Requerimientos CESSNA 172S Y T206H</i>	59
Tabla 5 <i>Requerimientos BEEHCRAFT</i>	59
Tabla 6 <i>Requerimientos CASA 212</i>	60
Tabla 7 <i>Requerimientos M28</i>	61
Tabla 8 <i>Requerimientos CASA 235</i>	61
Tabla 9 <i>Requerimiento FENNEC</i>	62
Tabla 10 <i>Requerimientos LAMA</i>	62
Tabla 11 <i>Requerimientos SUPER PUMA</i>	63
Tabla 12 <i>Requerimientos para infraestructura</i>	64
Tabla 13 <i>Sílabo curso de FDM</i>	66
Tabla 14 <i>Límites mantenimiento</i>	72

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Factor que influye en el ineficaz control de las operaciones de vuelo y mantenimiento.....</i>	34
Figura 2 <i>Principales problemas que existen en el sistema de gestión de seguridad en la Aviación del Ejército.....</i>	35
Figura 3 <i>Anomalías encontradas en la operación de vuelo y mantenimiento.....</i>	36
Figura 4 <i>La importancia de contar con un sistema de monitoreo de datos de vuelo.....</i>	38
Figura 5 <i>Herramienta tecnológica para detectar o predecir anomalías en los procedimientos de vuelo y mantenimiento.....</i>	39
Figura 6 <i>Adecuada materialización del sistema.....</i>	40
Figura 7 <i>Metas del monitoreo de datos de vuelo.....</i>	42
Figura 8 <i>Esquema de análisis de datos.....</i>	47
Figura 9 <i>Del SMS al SMS más FDM.....</i>	49
Figura 10 <i>Del SMS al SMS más FDM.....</i>	50
Figura 11 <i>Del SMS al SMS más FDM.....</i>	51
Figura 12 <i>Esquema de análisis de datos.....</i>	56
Figura 13 <i>Programa de ajuste de datos.....</i>	68
Figura 14 <i>Ejemplo FDM Casa 235.....</i>	70
Figura 15 <i>Operación del FDM.....</i>	73
Figura 16 <i>Diagrama de flujo.....</i>	78

Resumen

El objetivo principal de la seguridad de vuelo, además de salvaguardar vidas, es conocer las causas de un posible incidente o accidente aéreo, que permitirá mitigar los riesgos a través de la verificación de procedimientos y entrenamiento de las tripulaciones para evitar nuevos eventos. Con el avance de la tecnología alrededor del mundo de la aviación, se han desarrollado diversos métodos de análisis de accidentes, de manera que han permitido cambiar del tradicional sistema reactivo, al método predictivo, el cual permite visualizar lo que puede ocurrir en un futuro si no se cambia por ejemplo: métodos de entrenamiento de tripulaciones, sistemas de navegación, métodos de mantenimiento, corrección de errores y omisiones en procedimientos de vuelo y más, los cuales mediante sistemas de grabación en vuelo permiten realizar el control y seguimiento de todos los factores que se ven inmiscuidos en una operación de vuelo y mantenimiento. El presente trabajo de investigación propone adoptar un sistema integral de análisis de datos de vuelo (FDM siglas en ingles), cuyo objetivo es proporcionar al sistema de gestión de seguridad operacional la capacidad de monitorear continuamente la operación de las aeronaves para compararla con los estándares operacionales para cada aeronave y misión de vuelo (SOP's), detectando posibles áreas de riesgo, determinar tendencias (método predictivo), detectar y cuantificar desviaciones de los SOP's, de las políticas y de las limitaciones en cuanto a operación (método predictivo).

Palabras clave

- **SEGURIDAD DE VUELO**
- **MITIGAR**
- **RIESGOS**
- **REACTIVO**
- **ERRORES**

Abstract

The main objective of flight safety, in addition to safeguarding lives, is to know the causes of a possible incident or air accident, which will mitigate risks through the verification of procedures and training of crews to avoid new events. With the advancement of technology around the world of aviation, various accident analysis methods have been developed, in such a way that they have made it possible to change from the traditional reactive system to the predictive method, which allows visualizing what may happen in the future if it is not changed, for example: crew training methods, navigation systems, maintenance methods, correction of errors and omissions in flight procedures and more, which through in-flight recording systems allow control and monitoring of all the factors that are involved in a flight and maintenance operation. This research work proposes to adopt a comprehensive flight data analysis system (FDM), whose objective is to provide the operational safety management system with the ability to continuously monitor the operation of aircraft to compare it with the operational standards for each aircraft and flight mission (SOP's), detecting possible risk areas, determining trends (predictive method), detecting and quantifying deviations from SOPs, policies and limitations regarding operation (predictive method).

Keywords

- **FLIGHT SAFETY**
- **TO MITIGATE**
- **RISKS**
- **REAGENT**
- **MISTAKES**

Capítulo I: El Problema de Investigación

Planteamiento del Problema

La seguridad operacional es el estado, en que el riesgo o las lesiones a las personas o daños a los bienes se reducen y se mantiene en un nivel aceptable, o por debajo del mismo, por medio de procesos continuos de identificación de peligros y gestión de riesgos.

Un sistema de seguridad es un conjunto integrado de procedimientos que nos ayudan a detectar con anticipación el cometimiento de un error, sea este humano, de procedimiento o una violación a las normas establecidas en una organización.

La gestión de la seguridad es operacionalizar un sistema que nos permita administrar sistemáticamente las actividades cotidianas que se desarrollan dentro de una organización, en donde se considera a la seguridad operacional como un factor indispensable para detectar, prevenir y predecir un posible cometimiento de errores y/o violaciones a los procesos de seguridad.

En este sentido podemos indicar que dentro de Fuerzas Armadas existe al momento un Plan de Gestión Integrada 2020 (15, 2020) que se sustenta en la seguridad operacional, sin embargo, aún no se ha desarrollado un programa como tal que nos permita anticiparse a los eventos no deseados y que afecten a las personas, los medios y su medio ambiente.

En la Aviación del Ejército existen regulaciones que norman el cumplimiento de las operaciones que realizan las aeronaves, sin embargo estas regulaciones en ocasiones son transgredidas¹ para a posterior ser investigadas a fin de determinar las causas y posibles soluciones , sin embargo la administración con carácter preventivo no ha sido sistematizado, por tal motivo es de suma importancia contar con una modernización en

¹ De acuerdo a informes de situación de peligro, informes de indisciplinas de vuelo proporcionados por el DESIS de la 15 BAE hasta el 2019

estos sistemas que permitan la mejora de la seguridad aérea mediante la detección predictiva a fin de minimizar el cometimiento de infracciones que puedan conducir a un accidente con sus consecuentes pérdidas humanas y materiales.

Es así que se ha detectado que no se dispone de un sistema de gestión de la seguridad enfocado a la prevención o predicción de posibles cometimientos de infracciones a las regulaciones existentes en la Aviación del Ejército.

Formulación del Problema

Hecho Científico

Falta de un sistema de gestión de seguridad en la prevención de accidentes (reactivo) en la aviación.

Evidencia

- Todos los planes en la actualidad son de carácter reactivo
- No existe un sistema de gestión de la seguridad
- No se logran obtener datos en forma oportuna, que permitan predecir posibles errores, omisiones o indisciplinas de vuelo y mantenimiento.
- No se da cumplimiento a normativas de seguridad establecidas en los procedimientos operativos normales

Posibles causas

- Ineficaz control de las operaciones aéreas (mantenimiento, operación y seguimiento).
- Falta de sistematización en el control de las operaciones.
- Incumplimiento a las disposiciones de seguridad emitidas por el DESIS² y el DIRSIS³.

² DESIS: Departamento del Sistema Integrado de Seguridad.

³ DIRSIS: Dirección Del Sistema Integrado de Seguridad.

- Errores, omisiones e indisciplina.

Problema de investigación

Para formular el problema, es necesario se considere la causa y el efecto que generan este tipo de eventos, siendo así:

- **Causa:** La falta de sistematización en el control de las operaciones, que permita reducir los efectos negativos en la operación de un sistema de aviación.
- **Efecto:** Errores recurrentes, omisión de procedimientos, indisciplina de vuelo y de mantenimiento las cuales no se detectan a tiempo y pueden conducir a un accidente.

De esta manera podemos determinar que, para nuestro tema de investigación, el problema que se ha detectado es el siguiente:

¿Cómo afecta el ineficaz control de las operaciones aéreas dentro del sistema de gestión de la seguridad que permita reducir los efectos negativos por error, omisión o indisciplina en la aviación?

Sub problemas o Preguntas de Investigación

Para la formulación de los sub problemas, de igual manera consideramos, las posibles causas y efectos que no son de gran magnitud, pero que influye en el problema:

- La carencia de personal con conocimientos técnicos en el ámbito de sistemas de gestión de la seguridad operacional, incide en la falta de procedimientos sistematizados de predicción de incidentes o accidentes.
- La falta de un software que permita descargar los datos de vuelo de las aeronaves.

- Falta de procedimientos para la administración tanto del personal como de los equipos para detectar posibles errores y/o violaciones a las normas establecidas.

Objetivos

General

Analizar cómo afecta el ineficaz control de las operaciones aéreas dentro del sistema de gestión de la seguridad que permita reducir los efectos negativos por error, omisión o indisciplina en la aviación, mediante la implementación de nuevas tecnologías que permitan predecir un posible accidente.

Específicos

- Identificar los problemas que se generan ante el ineficaz control de las operaciones aéreas a partir del análisis de los datos estadísticos de accidentes en la Aviación del Ejército.
- Determinar los problemas existentes en el manejo del sistema de gestión de seguridad, mediante el análisis del cometimiento de infracciones, reportes de vuelo, reportes de mantenimiento e informes de situación de peligro
- Implementar herramientas tecnológicas de carácter preventivo para la detección de posibles accidentes.

Justificación e Importancia

La seguridad operacional es considerada como el resultado de la gestión de procesos desarrollados al interior de una organización, cuyo principal objetivo es mantener el control del riesgo operacional como consecuencia a los peligros en el contexto de las misiones que cumple la unidad.

El empleo de herramientas informáticas permite obtener en tiempo real datos que sirven para el análisis predictivo de sucesos que aún están por ocurrir, determinan-

do causales, posibles errores, omisiones o indisciplinas que conduzcan a un hecho lamentable.

Es así que, estas herramientas son indispensables para una correcta gestión de la seguridad, ya que son el nexo entre las disposiciones y normativas que emiten los departamentos de seguridad y las unidades que ejecutan las operaciones en todos sus campos: operativo, de mantenimiento y hasta en la gestión administrativa en el área de aviación como por ejemplo la adquisición de partes y componentes para las aeronaves, entrenamiento y capacitación de su personal.

La importancia primordial de la existencia en sí de la seguridad, es la reducción de incidentes y accidentes, evitando pérdidas humanas y materiales que traen consecuencias irreparables tanto sociales como económicas para cualquier organización.

Capítulo II: Marco Teórico

Antecedentes (Estado del Arte)

El sueño de volar del ser humano comenzó con la observación de pájaros volando por el firmamento. Sin embargo, durante milenios, el progreso se vio retrasado por los intentos de diseñar máquinas que emularan el batir de las alas de un pájaro. Las generaciones de experimentadores y soñadores que centraron su atención en los ornitópteros⁴ no contribuyeron en nada sustancial a la solución final de los problemas que bloqueaban la ruta del vuelo mecánico.

Así, la historia de la invención del avión comienza en los siglos XVI, XVII y XVIII, con la primera investigación seria en aerodinámica: el estudio de las fuerzas que operan sobre un cuerpo sólido (por ejemplo, un ala cuando está sumergida en una corriente de aire). Leonardo da Vinci y Galileo Galilei en Italia, Christian Huygens en los Países Bajos e Isaac Newton en Inglaterra contribuyeron a comprender la relación entre la resistencia (resistencia) y factores como el área de superficie de un objeto expuesto a la corriente y la densidad de un fluido. Los matemáticos suizos Daniel Bernoulli y Leonhard Euler y el ingeniero británico John Smeaton explicaron la relación entre la presión y la velocidad y proporcionaron información que permitió a una generación posterior de ingenieros calcular las fuerzas aerodinámicas (Boilt, 2018).

George Cayley, un baronet inglés, cerró la brecha entre la teoría física, la investigación en ingeniería y el antiguo sueño de volar. Recopiló datos aerodinámicos críticos de valor en el diseño de aeronaves aladas, utilizando instrumentos desarrollados en el siglo XVIII para la investigación de balística. Cayley también fue un pionero en el diseño de aeronaves, y explicó que una máquina voladora exitosa tendría sistemas separados para propulsión y control.

⁴ Máquinas en las que el batir de alas generaban tanto sustentación como propulsión

Sin embargo, dos años de experimentar con planeadores demostraron la necesidad de prestar mucha más atención al diseño de las alas. A partir de noviembre de 1901, los hermanos Wright utilizaron un túnel de viento de su propio diseño para recopilar información que les permitió calcular los valores de sustentación y resistencia para una serie completa de perfiles aerodinámicos en varios ángulos de ataque y medir el rendimiento de las alas con diferentes relaciones de aspecto, formas de punta y otras características de diseño. Esa información culminó en el planeador Wright de 1902, una máquina revolucionaria cuyo diseño de alas permitió a los hermanos Wright dar los pasos finales para la invención del avión (Historia del primer avión , 12).

Luego de la primera Guerra Mundial, nace un sistema primitivo de aviación, debido a que, se inició con el transporte de carga, misiones de combate y demás factores que determinaron la necesidad de utilizar medios aéreos para ejecutar varias tareas que ahorraron tiempo y flexibilizaron toda actividad tanto en el transporte de carga como de pasajeros.

La Segunda Guerra Mundial se cataloga como el inicio formal para el desarrollo técnico de la aviación. Se estableció un sistema más eficiente de transporte de pasajeros, armamento, abastecimientos y demás mercancías que dieron rapidez a las operaciones militares.

La Aviación Civil se desarrolló a la par de este segundo conflicto mundial, siendo así, que comenzó a comercializar la aviación. Pero había muchos obstáculos, tanto políticos, técnicos y operativos para poner orden a esta nueva forma de transporte, y fue necesario que se establezcan normativas y se le de legalidad para coordinar rutas, procedimientos y procesos de mantenimiento que de alguna manera ponga en orden a la aviación civil.

En diciembre de 1944, el Gobierno de los Estados Unidos extendió una invitación a 55 Estados, para asistir a la primera conferencia de Aviación Civil Internacional

en Chicago. Estos delegados se reunieron en un momento difícil de la historia humana debido a que el mundo se encontraba en guerra.

A esta reunión se la conoce como la "Convención de Chicago", este acuerdo histórico sentó las bases para los estándares y procedimientos para la navegación aérea pacífica global. Estableció como su objetivo principal el desarrollo de la aviación civil internacional, sobre la base de la "igualdad de oportunidades y operar de manera sólida y económica" (ICAO, ICAO INTERNATIONAL, 2019). Sin embargo, en esta conferencia no incluye como parte de la organización a la aviación militar.

Es aquí que nace la organización Internacional de Aviación, la cual es la encargada de controlar todos los aspectos relacionados con el mundo de la aviación, desde cómo operar, como realizar operaciones de mantenimiento, licencias para personal técnico y tripulación, organizaciones de mantenimiento, reglamentos del aire y Gestión de la Seguridad.

De la mano con la creación de la aviación, nacieron de igual manera los accidentes, fruto de errores humanos como primera hipótesis, luego se culpó a los procedimientos y finalmente a la organización. Es así que se crean teorías de seguridad en donde el ser humano es el principal recurso a proteger, se implementaron entrenamientos, capacitaciones, administración de vuelo, pero los accidentes seguían ocurriendo y en forma más acelerada.

Luego de varias investigaciones, se determina que el hombre se ve influenciado por los procedimientos y disposiciones de la organización, en donde la operación de la aeronave para cubrir diferentes rutas y obtener réditos económicos o cumplimiento de las misiones, prima sobre una operación segura.

Es aquí cuando se implementa el concepto de seguridad operacional, el cual busca mitigar proactivamente riesgos, antes de que resulten en accidentes o incidentes, a través de la implementación del sistema de gestión de la seguridad operacional

(SMS⁵), el cual desde un enfoque de organización tiene como objetivo principal minimizar los riesgos en forma preventiva, a través de recursos informáticos y procesos en todo el entorno (Operación, Mantenimiento y Entrenamiento) en donde opera la aviación.

Producto de varios análisis sobre los efectos del hombre, las decisiones que toma, el entrenamiento de pilotos y técnicos, el ocultamiento de errores, las condiciones meteorológicas y demás factores que conducen hacia un accidente, se determina que es necesario que las organizaciones de aviación cuenten con un método de predicción de accidentes que les permita tomar acciones mucho antes que ocurra un accidente de consecuencias fatales.

Es así que, con el avance de la tecnología, y gracias a la necesidad de controlar las operaciones aéreas y detectar posibles fallos producto de muchas investigaciones de accidentes de aviación con resultados catastróficos, se crean dispositivos en donde se graban datos de vuelo mediante sensores en diferentes componentes de las aeronaves, los cuales graban datos en tiempo real de la operación que realiza la aeronave. Siendo esto el pilar fundamental para detectar los errores que cometen las tripulaciones al ejecutar una operación de vuelo y los factores externos que influyen o contribuyen a la ocurrencia de un accidente.

Fundamentación Legal

La presente investigación, sustenta su legalidad en la normativa vigente en los procedimientos de certificación de las aeronaves al momento de obtener sus certificados de aeronavegabilidad, en vista que es este instrumento de validación el que permite determinar si las aeronaves cumplen con los requisitos mínimos de seguridad para establecer si cumplen o no con su certificado tipo para el cual fueron diseñadas (X, 2019).

⁵ SMS.- Safety Management System (siglas en Inglés)

Además, se cuenta con los procedimientos establecidos para las certificaciones de las tripulaciones en los diferentes tipos de aeronaves con las que cuenta la Aviación del Ejército para los chequeos de pro eficiencia de operación en vuelo y los exámenes teóricos que se realizan en forma semestral (Ejército, 2018).

Los Procedimientos Operativos Normales de la Aviación del Ejército, en los cuales se norma las actividades que deben cumplirse para las diferentes operaciones que son certificadas, tanto las tripulaciones como las aeronaves, así como las actividades antes, durante y después de una operación de vuelo (Ejército, 2019).

Los diferentes manuales de operación y mantenimiento con que cuentan las aeronaves, en los cuales se describe en forma detallada todos los procedimientos que se ejecutan para para su operación.

- Manual general de mantenimiento de la F.T (MGM), edición julio 2013.
- Manual de clasificación de tareas por especialidades de la Aviación del Ejército.
- Anexo 7 de la OACI (Marcas de nacionalidad y matrícula de aeronaves).
- Anexo 8 de la OACI (Aeronavegabilidad).
- Anexo 10 Vol. III de la OACI (telecomunicaciones aeronáuticas).
- Programa recomendado de mantenimiento (P.R.E), Manual de Servicio Master (MSM), Sección de Limitaciones de Aeronavegabilidad (ALS).
- Manuales de operación de las aeronaves de la Brigada de Aviación del Ejército.

Cabe indicar que, en el ámbito de la aviación militar, no existe un organismo que regule en forma legal la operación, existen normas comunes que se deben cumplir, sin embargo, no atañen al campo de la Aviación del Ejército.

Fundamentación Teórica

La gestión de riesgos de la seguridad operacional, es el enfoque integrado para identificar y gestionar la seguridad-riesgo en el entorno operativo y definir e implementar cambios que puedan afectar al sistema de seguridad, garantizando al mismo tiempo que se minimizan los riesgos de seguridad derivados de factores humanos.

La Seguridad Operacional es responsable del desarrollo de normas, prácticas recomendadas, procedimientos, sistemas de detección de anomalías y material de orientación relacionados con la operación, certificación y aeronavegabilidad de aeronaves incluido el diseño de procedimientos de instrumentos, la concesión de licencias y capacitación del personal y el transporte seguro de mercancías peligrosas. Además, es responsable del programa de seguridad de vuelo y factores humanos, el programa de vuelo controlado al terreno, el programa de instrucción aeronáutica y las actividades relacionadas con la implementación y operación de un "Sistema de gestión de la seguridad en los Estados contratantes y la OACI y los aspectos de seguridad operacional de globalización del transporte aéreo y seguridad de la aviación" (OACI, SMS, 2013)

El sistema de Gestión de la seguridad (SMS) es un sistema que sirve para garantizar la operación segura de las operaciones, mediante una gestión de riesgos de seguridad operacional eficaz (ANAC, 2012).

La palabra "Gestión" proviene del latín *gestio*. Este término hace la referencia a la administración de recursos, sea dentro de una institución estatal o privada, para alcanzar los objetivos propuestos; y la palabra "Implementar" permite expresar la acción de poner en práctica, medidas y métodos, entre otros, para concretar alguna actividad, plan, o misión (ANAC, 2012).

Este sistema está diseñado para mejorar continuamente la seguridad operacional mediante la identificación de peligros, la recopilación y el análisis de datos y la eva-

luación continua de los riesgos de la seguridad operacional busca contener o mitigar proactivamente los riesgos antes de que produzcan accidentes e incidentes de aviación.

Es un sistema proporcional a las obligaciones y metas de seguridad operacional de la organización. El SMS es necesario para que una organización de aviación identifique peligros y gestione los riesgos encontrados durante la entrega de sus productos o servicios (ANAC, 2012).

Un SMS es como una caja de herramientas, que contiene los implementos que necesita una organización de aviación para poder minimizar los riesgos de accidentes y las consecuencias de los peligros que debe enfrentar durante la ejecución de las operaciones. En muchos casos, la propia organización genera los riesgos durante la ejecución de las operaciones. Es importante reconocer que un SMS en sí no es ni una herramienta ni un proceso (DGAC, 2012).

El concepto de registrador de datos de vuelo (FDR) se deriva de la década de 1960. Los investigadores a menudo se frustraban en sus esfuerzos por determinar la causa raíz de un accidente aéreo, y era común que la causa subyacente de un incidente dado seguía siendo indeterminado.

Los registros de datos de vuelo han jugado parte de este hito al proporcionar datos sobre modos de falla de aeronaves y proporcionar puntos de enseñanza para la formación de pilotos para condiciones peligrosas.

El propósito original del FDR era para realizar una investigación post-incidente. Sin embargo, las aerolíneas ahora están viendo los beneficios de actuar de manera proactiva en lugar de reactiva, accediendo y revisando los datos de cada vuelo, los operadores de aeronaves ahora pueden monitorear rutinariamente las tendencias del motor que pueden indicar la necesidad de mantenimiento del motor, controla las señales de error del piloto (complacencia), o incluso medir el efecto de nuevas políticas y ver su impacto en el número de eventos de riesgo presentados.

Este proceso de monitoreo de datos de vuelo no es obligatorio para todos los tipos de aeronaves, muchos operadores lo están adoptando para mejorar sus resultados finales (es decir, mantenimiento preventivo puede ser mucho menos costoso) o para proporcionar una indicación de seguridad más confiable.

Algunas empresas en el ámbito civil han adoptado en forma obligatoria esta herramienta de carácter preventivo, esto ha logrado reducir significativamente sus costos de operación y aún más importante han reducido los reportes en vuelo y la tasa de siniestralidad.

El Programa de monitoreo de datos de vuelo ha contribuido eficientemente a incrementar los estándares de seguridad durante las operaciones de vuelo, mejorando significativamente en varios aspectos tales como (SKYBRARI, 2019):

- Aporta datos para ayudar en la prevención de incidentes y accidentes. Menos accidentes de vuelo no solo reducen las pérdidas materiales y los costos de seguros, sino que también mantienen alta la confianza de los usuarios.
- Percepción mejorada de las operaciones de vuelo: proporcionando los medios para identificar los riesgos potenciales y modificar los programas de formación de pilotos.
- Eficiencia en el consumo de combustible: FDM brinda la capacidad de identificar y hacer ajustes a los procedimientos operativos de la empresa o aeronaves específicas con tasas de consumo de combustible inusualmente altas.
- Reducción del mantenimiento y las reparaciones innecesarias: los datos FDM se pueden utilizar para ayudar a reducir la necesidad de mantenimiento no programado, lo que resulta en menores costos de mantenimiento y mayor disponibilidad de aeronaves.
- Mejores condiciones de tierra y aeropuertos: en ciertos casos, las aerolíneas pueden usar los datos capturados de su programa FDM para respaldar los

cambios solicitados en el control del tráfico aéreo y los procedimientos del aeropuerto.

- Número reducido de mensajes: los datos no críticos (por ejemplo, informes de despegue, informes de crucero estable) que se envían a través de mensajes, se pueden adquirir, registrar y transmitir a través del equipo de monitoreo de datos de vuelo.
- Menor dependencia de los registradores de datos de vuelo: los datos de seguimiento de vuelo se pueden transmitir automáticamente a través de Internet y analizarse sin demora.
- Cumplimiento de las restricciones de ruido: el monitoreo de datos de vuelo ayuda a las aerolíneas a demostrar el cumplimiento de las restricciones de ruido en términos de poder verificar o negar una infracción real y evitar incurrir en multas.
- Supervisión mejorada de la exposición a la radiación cósmica de la tripulación de vuelo: la supervisión de los datos de vuelo puede ayudar a rastrear la exposición a la radiación
- Los programas de monitoreo de datos de vuelo (FDM) brindan una herramienta poderosa para la identificación proactiva de peligros.

Por tanto, esta investigación se proyecta a la implementación de un sistema predictivo que nos permita reducir la ocurrencia de accidentes aeronáuticos por causa de errores, omisiones o violaciones durante la ejecución de diferentes actividades de vuelo que no sean reportadas en las bitácoras de vuelo y no se haga conocer a la autoridad competente por medio de informes o partes orales o escritos.

Hipótesis

La falta de un sistema que permita el análisis de datos de una aeronave en un tiempo determinado que nos permita predecir el comportamiento de la misma, hace que

sea difícil determinar con exactitud una indisciplina de vuelo durante la ejecución de las operaciones en las aeronaves de la Brigada de Aviación del Ejército No 15 "PAQUIS-HA", afectando a la gestión de la seguridad en la operación y procedimientos de mantenimiento de las aeronaves.

Variables de Investigación

La incompleta información respecto a la operación de las aeronaves, afecta en cómo se puede predecir un futuro accidente.

Operacionalización de Variables

Variable Independiente

Para la ejecución de nuestro estudio consideramos que los reportes presentados en vuelo y los hallazgos durante las inspecciones de las aeronaves son la variable independiente.

Variable Dependiente

Para la ejecución de nuestro estudio y considerando sus diversos resultados hemos determinado que, la ineficacia en la predicción de los acontecimientos descubiertos como indisciplina de vuelo y las inspecciones de certificación de las aeronaves, es la variable dependiente.

Tabla 1*Matriz de variables*

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA VALORATIVA
<u>Variable Independiente</u> Reportes y hallazgos de Mantenimiento	Recurso humano Recursos técnicos	Numero de reportes y hallazgos escritos / Total de reportes encontrados durante la inspección	Ítems de inspección de control de calidad	Porcentaje de no conformidades durante inspecciones de certificación Chequeos de pro eficiencia de las tripulaciones
<u>Variable Dependiente</u> Ineficacia en la predicción de los acontecimientos descubiertos como indisciplina de vuelo y las inspecciones	Recurso humano Recursos técnicos	Aeronaves con reportes / para el número total de la flota	Formato de inspecciones de mantenimiento	Porcentaje de cumplimiento de ítems.

Nota. Esta tabla contiene los datos de la variable independiente y dependiente.

Capítulo III: Marco Metodológico

Enfoque de la investigación

El enfoque para la presente investigación será de carácter mixto, de naturaleza cualitativa-cuantitativa, es decir, con mayor carga cualitativa en base al manejo de información de diversas fuentes bibliográficas que permitan desarrollar el marco teórico para obtener un estudio amplio del presente problema en torno a determinar lineamientos estratégicos en base a la aplicación del arte y diseño operacional en la gestión de riesgos.

Bajo este enfoque, los instrumentos para la recolección de información guardarán reciprocidad tanto con los indicadores de las variables, así como, con los instrumentos para este efecto.

Esta investigación tiene la finalidad de determinar la necesidad de la implementación de un sistema que nos permita predecir posibles errores u omisiones que puedan ocurrir durante la ejecución de una operación de vuelo o mantenimiento.

En este capítulo se analizará el diseño de la presente investigación, así como la población y muestra con la que se llevó a cabo este estudio. Por otra parte, se detallará las variables dependientes e independientes de la investigación como el instrumento de investigación que se utilizó. Y finalmente se presentará como se realizó el análisis de los datos recopilados.

Tipos de investigación

El tipo de investigación que se empleará para el presente trabajo, será descriptivo, en base a las siguientes consideraciones:

Descriptivo

Con este estudio, se procederá a complementar los fundamentos teóricos, cabe señalar que los objetivos que se buscan alcanzar se fundamentarán en datos estadísticos tomados de organizaciones de aviación internacional (ICAO, Aviación Civil

Internacional, 2015), que ayuden a establecer la interrelación de las variables en estudio a través de una comprensión en el cual se describe de manera científica la efectividad de la herramienta tecnológica planteada.

Población

Los actores que intervienen en la presente investigación están relacionados con las tripulaciones y personal técnico que conforman la Brigada de Aviación del Ejército, entre los que figuran los siguientes:

- Oficiales pilotos de las aeronaves de la Brigada Aérea.
- Oficiales de mantenimiento.
- Oficiales técnicos en seguridad aérea.
- Ingenieros de vuelo.
- Inspectores de Aeronavegabilidad.
- Supervisores en mantenimiento y especialistas de tercera clase.
- Técnicos en seguridad aérea.

Muestra

La aplicación del muestreo en la presente investigación será de tipo no probabilístico, a través de una muestra por cuotas, a fin de seleccionar a los participantes en base a los niveles de conocimiento y pericia.

Complementariamente se estratificarán las muestras para estudiar las variables de interés con un mayor detalle, para coadyuvar al logro de los objetivos particulares debido a la naturaleza de la investigación propuesta.

Instrumentos de Investigación

Variable Dependiente

La variable dependiente según Buendía, Colás & Hernández (2001), es el factor que el investigador observa o mide para determinar el efecto de la variable independien-

te o también llamado variable causa. (Métodos de Investigación en Psicopedagogía, 2001). Por tal razón la variable dependiente del estudio es:

- Ineficacia en la predicción de los acontecimientos descubiertos como indisciplina de vuelo y las inspecciones.

Variable Independiente

La variable independiente según Buendía, Colás & Hernández (2001) es la variable que el investigador mide, manipula o selecciona para determinar su relación con el fenómeno o los diferentes fenómenos observados. (Métodos de Investigación en Psicopedagogía, 2001). Por tal razón la variable independiente del estudio es:

- Reportes y hallazgos de mantenimiento.

Métodos de investigación.

El método aplicado en la presente investigación fue el método analítico, se enfocó al análisis de la necesidad de un sistema que permita la predicción de errores o violaciones, que permitieron establecer las posibles causas, su naturaleza y los efectos, a través de la indagación y la particularidad del mismo. Para ello fue imprescindible conocer aspectos esenciales, a través del estudio de la dinámica, el comportamiento y la interrelación entre las partes, para así lograr definir una teoría del porque ocurren anomalías en la operación y mantenimiento al interior de la aviación y los posibles cursos de acción que se deberían tomar para atacar en forma directa estas posibles deficiencias mediante un método predictivo.

Al mismo tiempo, los métodos aplicados en la presente investigación fueron basados en criterios de profesionales en el campo de la Aviación del Ejército entre los cuales destacan pilotos y técnicos en mantenimiento, conocedores de las deficiencias y capacidades de la organización.

Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos cuantitativos se la realizó principalmente a través del test de investigación (encuesta). Fue cuidadosamente diseñada, para alcanzar criterios de confiabilidad, validez y objetividad y fueron contestadas por personal de oficiales y tropa pertenecientes a la 15 B.A.E.⁶ con basto conocimiento en el ámbito aeronáutico, quienes por su grado de experiencia y pericia constituyeron una muestra representativa de la población objeto de estudio.

Debido a la emergencia sanitaria por el COVID-19 las encuestas fueron realizadas en la extensión de Google Forms y enviadas por medios digitales (WhatsApp), las mismas que fueron llenadas a través del internet, lo que permitió acceder con mayor facilidad y rapidez al personal encuestado.

Instrumentos de recolección de datos.

Como fuente de información primaria se empleó un formulario para encuesta (Google Forms), el mismo que fue aplicado a personal de oficiales y tropa, técnicos-especialistas del arma de Aviación del Ejército, lo que permitió recoger la opinión de los sujetos de la población y muestra, sobre la factibilidad de implementación de un sistema de predicción que permita mejorar la seguridad de las operaciones y el mantenimiento.

La encuesta

Se utilizó un formulario realizado con la extensión de Google Forms y con la previa aprobación del director de tesis, misma que constaba de preguntas cerradas y abiertas, con opciones de respuesta previamente delimitadas en relación con la factibilidad de implementar un sistema de predicción que permita mejorar la seguridad de las operaciones y el mantenimiento, estas permitieron analizar la aplicabilidad de la propuesta y codificar con mayor rapidez las respuestas.

⁶ Brigada de Aviación del Ejército No 15

Asimismo, las preguntas abiertas facilitaron extraer el sentir de los encuestados en cuanto a los inconvenientes encontrados por la falta de un sistema predictivo. (Ver Anexo "A" formato de la encuesta aplicada a la muestra).

Técnicas para el análisis e interpretación de datos

Para el análisis de datos utilizamos las herramientas del método inductivo a través técnicas de análisis de estadística inferencial que permitieron obtener información de la población objeto de estudio a partir de una muestra significativa y cuidadosamente seleccionada.

Mediante el estudio de los datos obtenidos sobre una muestra a partir de las encuestas realizadas, se logró inferir aspectos relevantes de toda la población relacionados a la implementación de un sistema de predicción que permita mejorar la seguridad de las operaciones y el mantenimiento. Por lo tanto, se consideró que la muestra seleccionada es muy significativa, con un alto grado de confianza para su estudio, además se aplicaron conocimientos de estadística inferencial, probabilidad y matemáticas (valores y porcentajes).

Análisis e interpretación de resultados

Una vez aplicado el Test de investigación para la recolección de datos, se procedió a realizar el análisis de los mismos. Se presentó la información obtenida por la extensión de Google Forms, así como las respectivas gráficas de pastel en el programa Excel versión 2016, para una mejor comprensión.

Presentación de resultados

Los resultados obtenidos han sido el producto de la aplicación de los instrumentos a la muestra seleccionada, se presentan en cuadros estadísticos (gráficos tipo pastel), que permiten ilustrar los hechos estudiados, atendiendo a las características de estos.

En este apartado se presentarán los resultados obtenidos del cuestionario de investigación realizado en Google Forms, aplicado al personal de la 15 B.A.E que trabaja en las áreas de operaciones de vuelo, seguridad y supervisión de mantenimiento. Cabe recalcar que de una muestra de 364 del personal militar se perdieron 20 personas debido a que se encontraban cumpliendo funciones fuera de la Unidad, es decir que, con la muestra que se trabajó fue de 344 personas o el 94.51% del total de la muestra seleccionada.

A continuación, se detalla el análisis cuantitativo y cualitativo de los datos validados en el Test de Investigación:

Figura 1

Factor que influye en el ineficaz control de las operaciones de vuelo y mantenimiento



En la Figura 1 se observa que el 31% del personal de la Brigada de Aviación del Ejército que trabaja en las áreas de seguridad, mantenimiento y técnicos, desconocen de los sistemas de prevención de anomalías, que sirven para mejorar el control en la predicción de la seguridad y mantenimiento, el 25% del personal manifiesta la falta de programas de monitoreo al performance y la condición de los sistemas de las aeronaves.

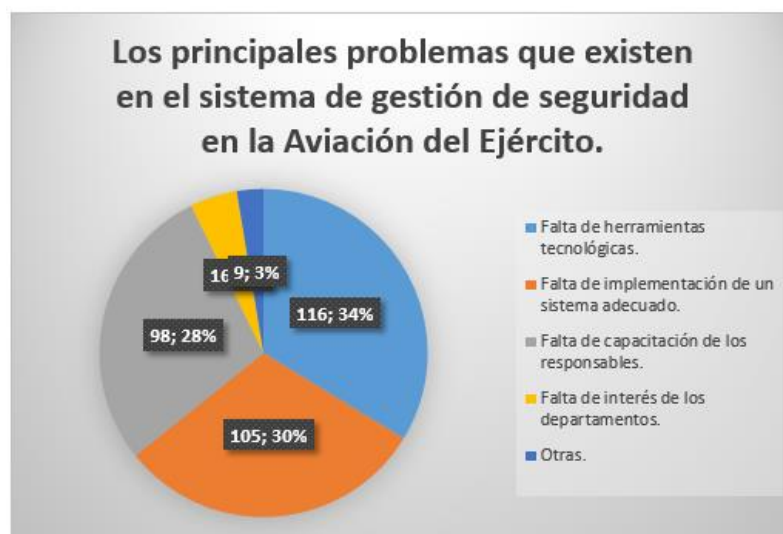
ves, el 22% del personal asegura que existe una escasez de programas de que aseguren de una manera especializada la calidad en las operaciones de vuelo (FOCUA), el 18% del personal expresa que hay una falta de análisis en datos estadísticos en los accidentes de vuelo, finalmente el 4% del personal encuestado ha respondido otras opciones que servirán para moldear la investigación y sustentar la tesis planteada.

Análisis

Con un 31% de resultados a la opción de desconocimiento de un sistema de prevención de anomalías, se puede concluir que es importante capacitar al personal, actualizar conocimientos en forma permanente e implementar modernos sistemas que permitan detectar a tiempo una anomalías que se presenten en la operación y mantenimiento, de manera que se evite a tiempo accidentes y se presenten las recomendaciones basados en análisis estadísticos que permitan compara los hechos pasados que puedan presentarse en un futuro.

Figura 2

Principales problemas que existen en el sistema de gestión de seguridad en la Aviación del Ejército



En la Figura 2 se observa que el 34% del personal de la Brigada de Aviación del Ejército que trabaja en las áreas de seguridad, mantenimiento y técnicos, manifiesta que existe una falta de herramientas tecnológicas, el 30% del personal expresa que existe una ausencia en la implementación de un sistema adecuado para la prevención de accidentes, el 28% del personal asegura que existe una escasez en la capacitación de los responsables en nuevas tecnologías, el 5% del personal expresa que hay una falta de interés de los departamentos, finalmente el 3% del personal encuestado ha respondido otras opciones que servirán para moldear la investigación y sustentar la tesis planteada.

Análisis

De esta pregunta podemos deducir que es de suma importancia implementar herramientas tecnológicas que permitan un adecuado control de los procedimientos que se realizan en todo ámbito de la operación y mantenimiento de las aeronaves, recordemos que la tecnología avanza en forma permanente y alrededor de 3 años esta se vuelve obsoleta, por tal razón la importancia de mantener herramienta de última tecnología para cumplir con los objetivos propuestos.

Figura 3

Anomalías encontradas en la operación de vuelo y mantenimiento



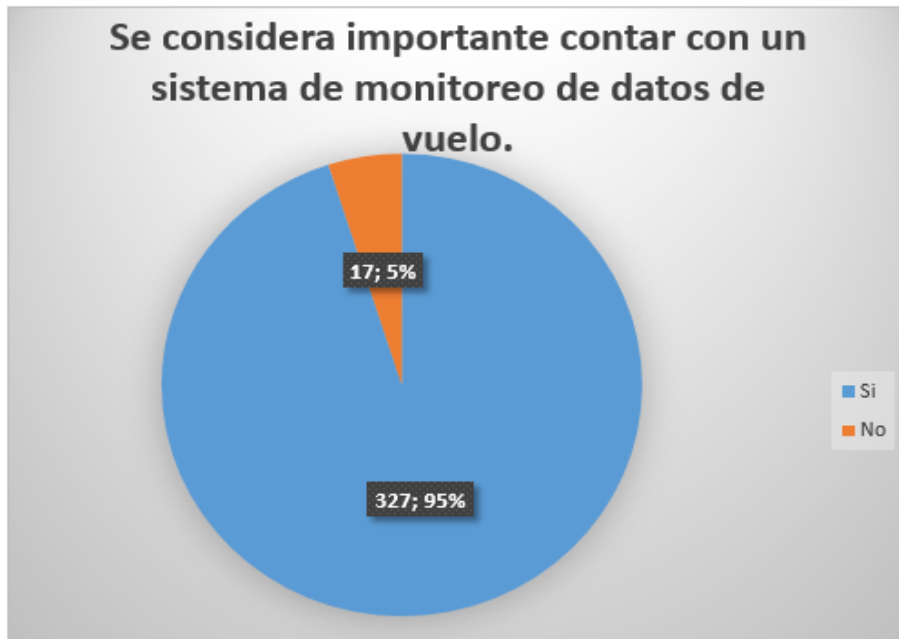
En la Figura 3 se observa que el 61% del personal de la Brigada de Aviación del Ejército que trabaja en las áreas de seguridad, mantenimiento y técnicos, manifiesta que la mayor parte de las situaciones inseguras que se presentan durante las operaciones de vuelo y mantenimiento son reportadas mediante el Informe de Situación de Peligro (ISP), el 27% del personal expresa que las situaciones inseguras son dadas a conocer mediante los reportes de vuelo, el 7% del personal asegura que las situaciones inseguras son notificadas a partir de la recolección de los datos de vuelo, el 4% del personal expresa que las situaciones inseguras son presentadas mediante el informe de tripulaciones, finalmente el 1% del personal encuestado ha respondido otras opciones que servirán para moldear la investigación y sustentar la tesis planteada.

Análisis

Según esta pregunta podemos deducir que el medio más importante para reportar una anomalía es el informe de situación de peligro, pero como podemos ver todos los métodos reportados son de carácter preventivo, mas no predictivo, a más de que este sistema de ISP no contribuye en gran medida a la solución de un problema, en vista de la burocracia y la falta de importancia que ha este se le toma atención. Esto sumado a la falta de cultura del reporte lo convierte en un sistema caduco que merece ser revisado a profundidad para poder deducir como operacionalizarlo y mejorarlo mediante otro tipo de acciones más modernas y eficientes.

Figura 4

La importancia de contar con un sistema de monitoreo de datos de vuelo



En la Figura 4 se observa que el 95% del personal de la Brigada de Aviación del Ejército que trabaja en las áreas de seguridad, mantenimiento y técnicos, manifiesta que es importante contar con un sistema de monitoreo de datos de vuelo mientras que tan solo el 5% del personal asegura que no es relevante contar con un sistema que monitoree los datos de vuelo.

Análisis

Es casi unánime la respuesta en todas las áreas consultadas de que es vital contar un sistema de monitoreo de datos de vuelo en donde se registren las operaciones que se efectúan en las aeronaves de la Brigada Aérea, esto permitirá contar con información casi en tiempo real para determinar posibles anomalías en la operación de las mismas y poder predecir un futuro accidente.

Figura 5

Herramienta tecnológica para detectar o predecir anomalías en los procedimientos de vuelo y mantenimiento



En la Figura 5 se observa que el 58% del personal de la Brigada de Aviación del Ejército que trabaja en las áreas de seguridad, mantenimiento y técnicos, manifiesta que se debería implementar un sistema de recolección de análisis de vuelo (equipamiento, organización, auditorías de cumplimiento) para predecir y detectar anomalías en los procedimientos de vuelo y mantenimiento, el 29% del personal expresa que se debería implementar ISP electrónicos, el 5% del personal asegura que se debe instaurar un Sistema (FOCUA), el 4% (12 personas) del personal expresa que hay poner en práctica el SMS (Safety Management System), finalmente el 4% (14 personas) del personal

encuestado ha respondido otras opciones que servirán para moldear la investigación y sustentar la tesis planteada.

Análisis

La respuesta efectuada por los encuestados comparten el criterio de solución de la presente investigación, se requiere de un sistema que permita obtener de primera mano información para determinar cómo operan los sistemas en un lapso de tiempo corto, lo cual permite determinar si los procedimientos que ejecutan los pilotos es estandarizado o si los sistemas mecánicos funcionan de la forma para lo cual fueron diseñados, es así que con esta respuesta se daría luz verde para continuar con la investigación orientando los esfuerzos a lo que se determina en el planteamiento inicial.

Figura 6

Adecuada materialización del sistema



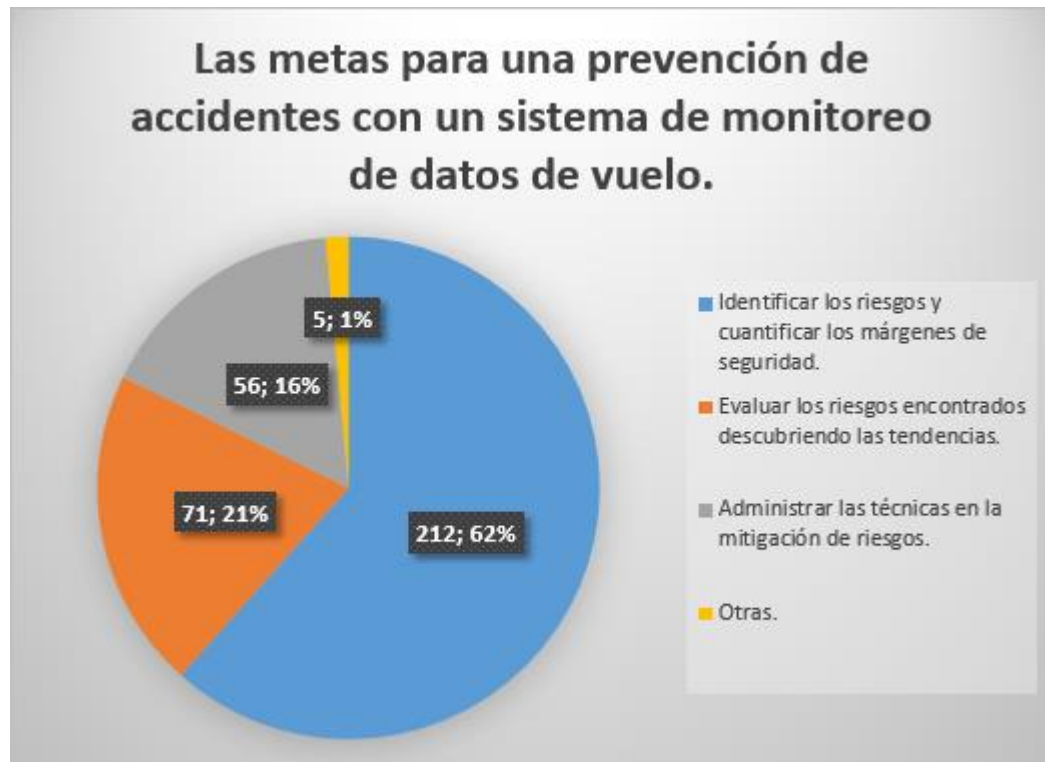
En la Figura 6 se observa que el 44% del personal de la Brigada de Aviación del Ejército que trabaja en las áreas de seguridad, mantenimiento y técnicos, manifiesta que se debería materializar este departamento en seguridad, el 24% del personal expresa que se lo debería materializar en aeronavegabilidad, el 23% del personal asegura que se lo debería materializar en operaciones, el 4% del personal expresa que se lo debe materializar en CEMAE (Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército), finalmente el 5% del personal encuestado ha respondido otras opciones que servirán para moldear la investigación y sustentar la tesis planteada.

Análisis

El lugar para materializar esta futura propuesta sería definitivamente en el área de seguridad, por tal razón se debe crear el procedimiento adecuado para que administrativamente y operativamente funcione esta investigación de la mano con los procesos de seguridad ya implementados en la Brigada Aérea, de esta manera la resistencia al cambio común en un proceso de evolución no tendrá mayor impacto en su adaptación.

Figura 7

Metas del monitoreo de datos de vuelo



En la Figura 7 se observa que el 62% del personal de la Brigada de Aviación del Ejército que trabaja en las áreas de seguridad, mantenimiento y técnicos, manifiesta que gracias al sistema de monitoreo de datos de vuelo se podría identificar los riesgos y cuantificar los márgenes de seguridad, el 21% del personal expresa que se conseguiría evaluar los riesgos encontrados descubriendo las tendencias, el 16% del personal asegura que se lograría administrar las técnicas en la mitigación de riesgos, finalmente el 1% del personal encuestado ha respondido otras opciones que servirán para moldear la investigación y sustentar la tesis planteada.

Discusión de los resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos por medio de los instrumentos aplicados, se logró inferir que es factible la implementación de una herramienta tecnológica para detectar o predecir anomalías en los procedimientos de vuelo y mantenimiento, debido a que, a criterio de los encuestados, esta herramienta tecnológica es inexistente. Además, con su implementación será posible mejorar los estándares de seguridad tanto en las operaciones como en el mantenimiento, es decir, la presente investigación es factible y relevante para su realización.

En cuanto a los inconvenientes detectados, se puede determinar que existe una mínima diferencia en cuanto a donde se debería materializar este sistema, por lo que es necesario indicar que los tres departamentos en los cuales se ha manifestado en su mayoría el personal encuestado es seguridad, aeronavegabilidad y operaciones, en ese orden.

Finalmente, se logró obtener valiosas ideas y recomendaciones de personal de oficiales y tropa con un vasto conocimiento y experiencia, que deberán ser analizadas y tomadas en cuenta a la hora de implementar un sistema de predicción que permita mejorar la seguridad de las operaciones y el mantenimiento en la Aviación del Ejército ecuatoriano.

Después de haber realizado la presente investigación, con su parte teórica, metodológica y las pruebas estadísticas, se ve que es necesario realizar una herramienta tecnológica para detectar o predecir anomalías en los procedimientos de vuelo y mantenimiento que ayude a disminuir los niveles de riesgo en las operaciones dentro de la Aviación del Ejército ecuatoriano.

Capítulo IV: Marco Administrativo

Cronograma

Tabla 2

Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES	12-nov-21	8-ENE-021	25 al 28 -ENE-021	11-FEB-021	12-Feb al 16 -MAR-021	17-MAR-021	22-ABR-021	30-ABR-021	7-MAY-021	27-MAY-021
Entrega de temas aprobados a los alumnos										
Recopilación de datos										
Presentación del informe del primer avance Capítulo I y II										
Aplicación, tabulación y análisis de encuestas										
Presentación del informe del segundo avance capítulo III y IV										
Desarrollo del producto de solución										
Presentación informe tercer avance Capítulo V										
Presentación del borrador del PIC										
Entrega del PIC										
Exposición y defensa del PIC										
Entrega Oficial del PIC										

Presupuesto

Tabla 3

Presupuesto Requerido Para elaboración del PIC (tesis únicamente)

DESCRIPCIÓN	ITEM	COSTO	TOTAL
a. Equipos:			
Computador portátil	1	500	500
b. Materiales			
Hojas de papel bond	1	5	5
Útiles de escritorio	1	30	30
c. Servicios Técnicos			
Impresiones	1	30	30
d. Misceláneos			
Transporte	1	100	100
TOTAL:			665

El financiamiento para la parte de investigación, elaboración de la propuesta y producto entregable en la AGE⁷, será con fondos propios por parte del personal de estudiantes que realizan la investigación.

Para la aplicación práctica de la propuesta, una vez sea aprobada, será de acuerdo al presupuesto de la Brigada de Aviación del Ejército No 15 "PAQUISHA". Para lo cual es de suma importancia contar con el apoyo presupuestario para dar inicio a la adquisición del equipamiento de las aeronaves, instalación, capacitación del personal y desarrollo continuo del Departamento de Análisis de Datos de Vuelo.

⁷ AGE Academia de Guerra del Ejército

CAPÍTULO V

Introducción

El Programa de Monitoreo de Datos de Vuelo ayuda a identificar, cuantificar, evaluar y abordar operaciones normales y otras que involucren riesgos. Puede utilizarse eficazmente para respaldar una variedad de tareas de seguridad operacional y de aeronavegabilidad.

Muchas organizaciones de aviación tienen como denominador común las mismas dificultades para adaptar sus procesos, definir o afinar un software y sistematización de una organización desde los productores de aeronaves hasta los usuarios finales; es así que la presente propuesta proporcionara la información y pautas para implementar, promover, establecer o mejorar el programa de FDM⁸.

Un programa de monitoreo de datos de vuelo es: Un programa proactivo y no punitivo para recopilar y analizar datos registrados durante vuelos de rutina para mejorar el rendimiento de la tripulación de vuelo, procedimientos operativos, entrenamiento de vuelo, procedimientos de control de tráfico aéreo, servicios de navegación aérea y mantenimiento de aeronaves.

Es importante mencionar que el programa de FDM, no es una herramienta muy útil para ver el panorama completo de muchas situaciones en diferentes tiempos, debido a la cantidad de datos que se deben reducir para llegar a una suposición, sin embargo, es muy útil al momento de analizar eventos en detalle de operaciones en un periodo de tiempo corto. Esto requiere de una constante evaluación de todos los procedimientos que se ejecutan al interior de una organización.

Dependiendo del contexto de empleo (Relacionado geográficamente o al interior de una organización), dicho programa puede tener un nombre y acrónimo:

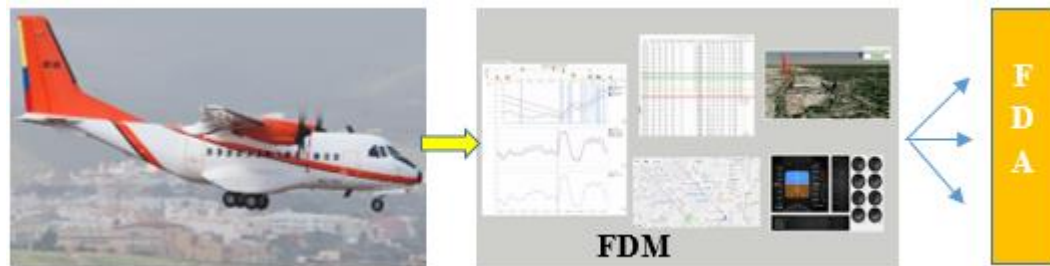
- Análisis de datos de vuelo (programa): FDA o FDAP

⁸ FDM: Flight Data Monitoring (Monitoreo de datos de vuelo)

- Programa de monitoreo de datos de vuelo: FDMP
- Gestión de calidad de las operaciones de vuelo: FOQA

Figura 8

Esquema de análisis FDM



En la Figura 8, se verifica las etapas del proceso en donde actúa el FDM, describiendo números en masa de las diferentes acciones que ejecuta una aeronave, dando como resultado estadísticas de la evolución de parámetros de vuelo; en cambio el FDA (Análisis de datos de vuelo), describe la investigación detallada de un evento (Investigación de ocurrencia única, investigación detallada, investigación práctica de vuelo).

Marco teórico en la implementación del FDM

El monitoreo de datos de vuelo recopila y analiza los parámetros operativos de la aeronave que se registran durante la operación y mantenimiento utilizando una "Quick Access Recorder⁹ (QAR).

El QAR normalmente puede registrar una gran cantidad de parámetros de vuelo de aeronaves que debe ser descargado descargan periódicamente cuando la aeronave llega a su destino o a su lugar en donde realiza su mantenimiento. Los datos resultantes se almacenan en una gran base de datos y posterior son analizados para verificar si

⁹ QAR.- grabador de acceso rápido

existió una anomalía en cualquier fase del vuelo que excedan los umbrales definidos en el manual de operaciones de la aeronave.

FDM como parte del SMS

El principio del SMS en una organización de aviación es (OACI, SMS, 2013):

- Recopilar datos de sucesos
- Identificar peligros
- Evaluar los riesgos (combinando la probabilidad de ocurrencia y las posibles consecuencias de cada peligro)
- Identificar y poner en práctica medidas de mitigación
- Monitorear la eficiencia de la mitigación.

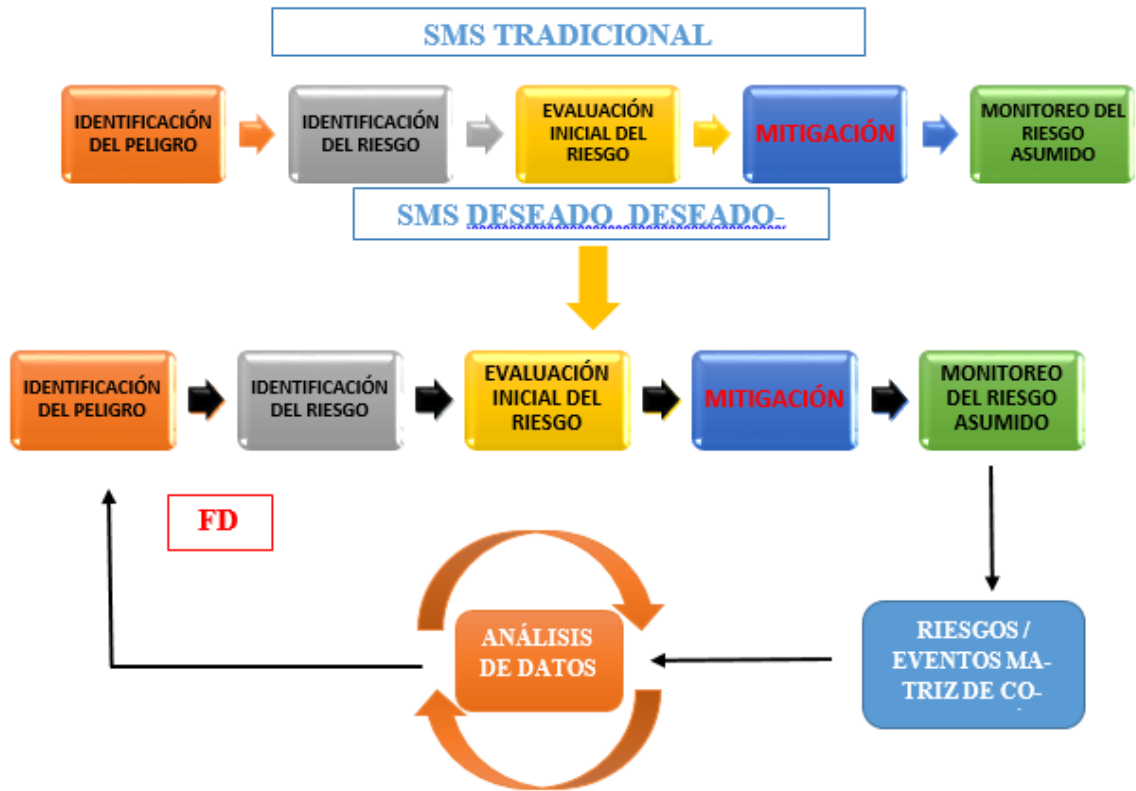
FDM proporciona la capacidad de analizar una amplia gama de parámetros e identificar los factores contribuyentes que ayudará a evaluar y comprender las causas fundamentales de los incidentes en servicio, en complemento a la tripulación de vuelo informes o entrevistas.

Dado que FDM recopila los datos de la flota completa, el análisis se proporciona en forma semanal. El informe permite analizar un evento en un contexto general en lugar de centrarse en ese único evento en particular.

El objetivo de configurar un proceso FDM en una organización de aviación es pasar de un modo puramente reactivo (incidente análisis basado en informes de la tripulación de vuelo) a un modo más proactivo (identificación temprana de eventos no deseados e implementación de medidas de mitigación).

Figura 9

Del SMS al SMS + FDM



Organización del Departamento de FDM

El puesto en donde se ubica generalmente el departamento de análisis de datos de vuelo dentro de una organización es en Seguridad de vuelo, este debe tener la relevancia e importancia que tan delicada función le corresponde.

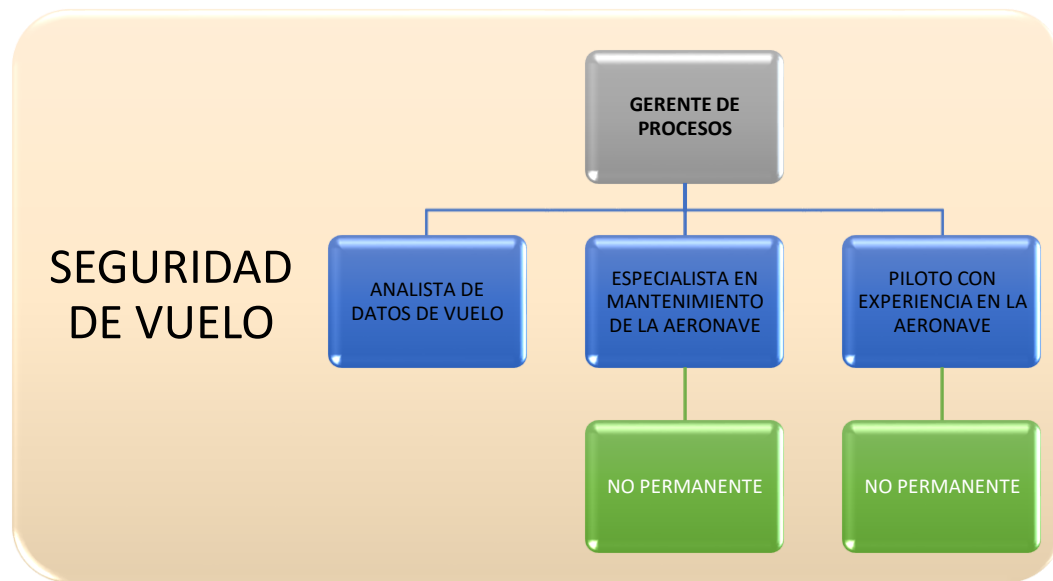
Este departamento estará conformado por personal capacitado en el área de análisis de datos de vuelo con capacidad de interpretación de datos numéricos y liderados por un gerente de procesos. El personal requerido para la conformación del equipo de FDM mínimo será:

- Un Gerente de procesos de FDM, con capacidad de recomendación directa.
- Un analista de datos de vuelo por tipo de aeronave.

- Un piloto con experiencia en la aeronave (No permanente).
- Un especialista en mantenimiento general de la aeronave (No permanente).

Figura 10

DEL SMS AL SMS+FDM



Flujo del proceso de FDM dentro de una organización de aviación

Los elementos clave del proceso FDM son:

- Identificar peligros o factores de riesgo
- Determinar la gravedad (probabilidad de ocurrencia / nivel de consecuencias)
- Definición de un plan de mitigación, que puede incluir:
 - Envío de información estandarizada de procedimientos a las tripulaciones de vuelo.
 - Adaptación de SOP para cada aeronave mitigando el evento.

- Actualización de conocimientos a las tripulaciones y personal de mantenimiento.
- Evaluar la eficiencia de estas acciones.

Figura 11

DEL SMS AL SMS+FDM



Conformación del equipo de trabajo

Se debe considerar para el análisis de la anomalía, diferentes equipos de trabajo como, por ejemplo:

- Seguridad con operaciones de vuelo.
- Ingeniería con mantenimiento.
- Financieros con logísticos.
- Demás equipos de trabajo que se consideren adecuados para la solución del problema.

Todos estos liderados por el equipo de FDM quien guiara el análisis de los aspectos técnicos encontrados por cada evento anómalo. La solución será en consenso con todo el equipo de trabajo y puesto a consideración de la máxima autoridad de la organización.

Proceso de Análisis de Datos de Vuelo

Recolección de Datos

La forma más adecuada de recuperar datos es obtener la tarjeta de memoria de los equipos FDR y CVR. Esta debe ser manipulada únicamente por el ingeniero de vuelo de la aeronave y entregada en la sección de FDM de cada unidad o base de la aeronave con la precaución de que cada vez que una tarjeta es tomada de una aeronave, debe ser reemplazada por otra. Es recomendable no utilizar más de dos varias tarjetas codificadas por aeronave para garantizar un proceso sin problemas.

Según el espacio de almacenamiento disponible en las tarjetas y la velocidad de grabación de la aeronave, se determinará la frecuencia con la que deben recuperarse los datos para lo cual se recomienda:

- Una vez por semana.
- Cada vez que se ejecute un vuelo en donde se haya involucrado una operación riesgosa
- Cada vez que se haya reportado una anomalía en la operación o mantenimiento.

Procesamiento de Datos

Los datos son procesados por un software para cada aeronave que proporciona una serie numérica de información del periodo de operación de la aeronave, este periodo depende de la capacidad de memoria de grabación.

Los análisis de datos de vuelo, reducen la información hasta obtener el periodo de vuelo requerido para ser estudiado, en este punto es primordial obtener la relevancia

y coherencia de la información para garantizar que la información obtenida corresponda a la requerida.

Los eventos no deseados que se deben limpiar son generalmente recurrentes y pueden deberse a varios factores tales como: umbrales inapropiados o definición de eventos en circunstancias no grabadas adecuadamente o una base de datos del terreno inexacta (advertencias “indebidas” del GPWS). Los eventos deben limpiarse para garantizar una buena calidad de la base de datos, se debe identificar su causa raíz y corregirla cuando sea posible, ya sea configurando el software de manera diferente o contactando al fabricante del equipo para la asesoría técnica adecuada y resolver el origen del problema.

La calidad de la base de datos se puede evaluar mediante la tasa de recuperación y el índice de calidad de la siguiente manera:

- La tasa de recuperación es la relación entre el número de vuelos procesados por el software FDM y el número de vuelos realmente operados (procedentes de otra fuente).
- El índice de calidad es la relación entre el número de vuelos debidamente analizados sobre el número de vuelos procesados.

Calidad de la base de datos

$$QDV = \frac{\# FPFDM}{\# TF}$$

QDV= Calidad datos de vuelo

FPFDM= número de vuelos procesados por el FDM

TF= Total de vuelos realizados

Índice de calidad

$$IQ = \frac{RAF}{\# PF}$$

IQ= Índice de calidad

RAF= total real de vuelos analizados

PF= Total de vuelos procesados

Filtración de Datos

Los eventos de vuelo deben filtrarse, eliminando vuelos en circunstancias específicas (por ejemplo, vuelos de larga duración) o aterrizajes tardíos en una pista cuyo umbral se movió debido a trabajos en curso como lo indica un NOTAM o por un evento aislado fuera de la operación normal de la aeronave, como desvíos a aeropuertos alternos por condiciones meteorológicas adversas, desvíos por orden de la organización, entre otros.

Es importante que el analista de datos de vuelo entregue la información más importante y relevante, en el periodo de tiempo adecuado a fin de que el estudio de la operación sea lo más objetiva. De igual manera estos datos filtrados deben ser guardados en otro archivo de manera que en caso de requerir mayor profundidad de análisis, al encontrar una anomalía en la operación o el mantenimiento de la aeronave, sirvan de base de datos para obtener mejores conclusiones.

Análisis de los Datos de Vuelo

El análisis es la parte más importante del proceso FDM. La forma más sencilla de hacerlo es monitorear las tasas de ocurrencia y tendencias de los distintos eventos configurados en el software. Por lo general, una alta tasa de ocurrencia de un evento debe ser investigado.

Analizar una tendencia de la tasa de ocurrencia durante un período de tiempo largo (> 6 meses) requiere el conocimiento de cualquier cambio en la organización que puede impactar esta tasa (cambios en SOP, cambio en rutas o aeropuertos, cambio en los datos de IFR, etc).

El análisis consiste en poner aquellos números o tasas de ocurrencia en perspectiva para tomar las mejores decisiones en la solución de anomalías en la operación o mantenimiento de las aeronaves. En síntesis, el equipo de FDM proporciona a la or-

ganización (especialmente al proceso SMS) el material validado en el que se basará o modificará la estrategia operativa, de seguridad y mantenimiento de la organización.

Enfoque Estadístico

Los métodos estadísticos son procedimientos para manejar datos cuantitativos y cualitativos mediante técnicas de recolección, recuento, presentación, descripción y análisis. Los métodos estadísticos permiten comprobar hipótesis o establecer relaciones de causalidad en un determinado fenómeno (Centro de Investigación de matemáticas , 1999)

La base fundamental de un programa FDM es proporcionar datos de una gran cantidad de vuelos durante un período de tiempo significativo (generalmente, al menos un año). Un enfoque estadístico de estos datos permite monitorear las tendencias de ocurrencia de eventos y por lo tanto identifica los peligros o está pendiente de su evolución.

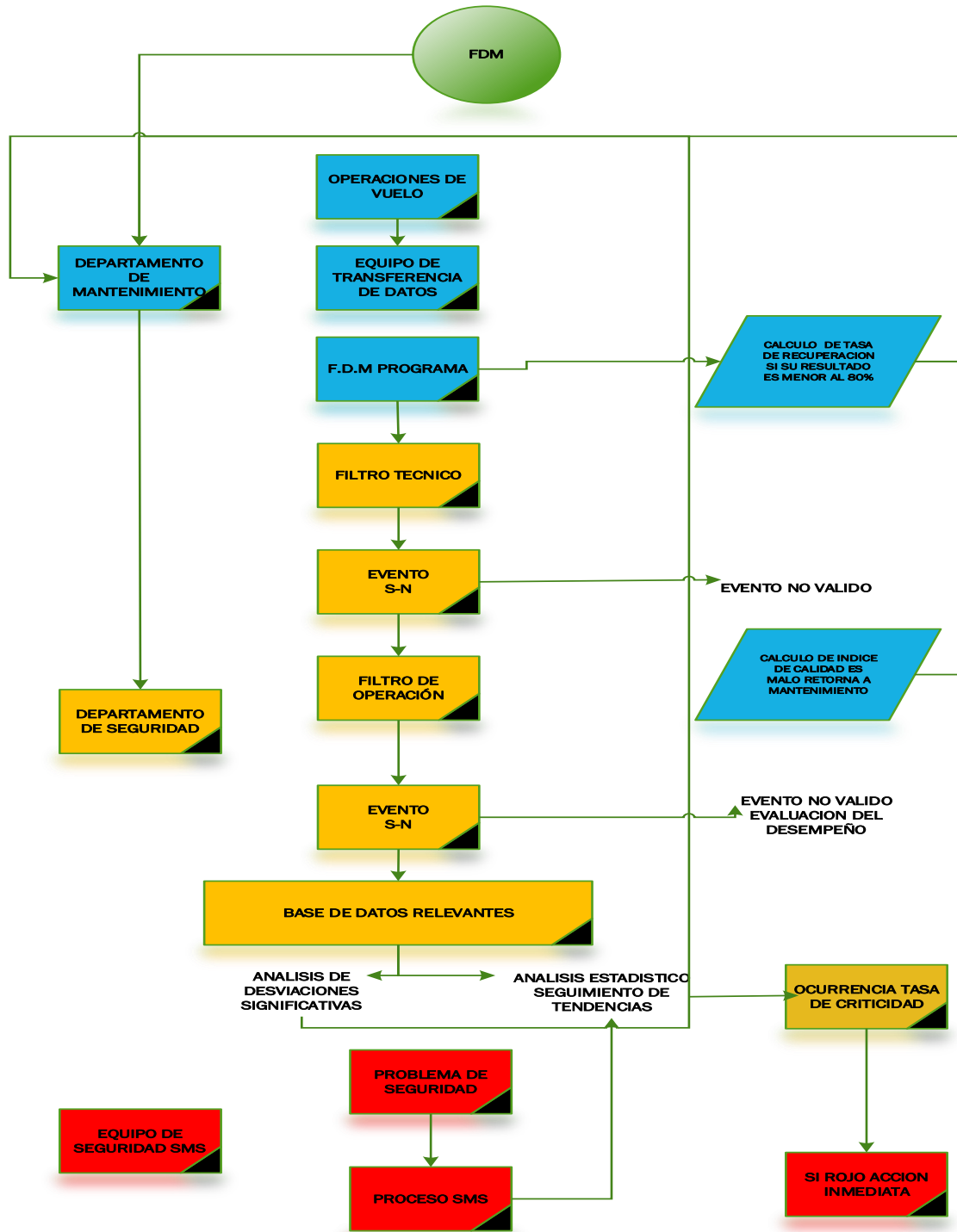
De forma regular, el equipo de FDM entregará informes estadísticos con datos sistemáticos como, por ejemplo: los 10 principales eventos, los 10 principales eventos rojos, los 10 principales eventos en cada aeropuerto, las principales tendencias de eventos, etc. Al producir estos informes en un formato estándar será posible monitorear la evolución de cualquier situación anómala que requiera una atención especial.

La base de datos estadística permitirá de igual manera predecir futuros eventos que se producirán con el tiempo, gracias a la lógica que todo accidente se repite en el futuro, esto debido a que se descuidan procesos, se alivianan restricciones o simplemente la organización cambia de directivos.

Sin embargo, al contar con esta base de datos estadística, el gerente recién llegado podrá verificar y dar seguimiento en forma más eficiente, recomendando la implementación de controles extras y deteniendo en cualquier punto de la cadena de eventos un potencial accidente. En la página siguiente se detalla el esquema del análisis de datos.

Figura 12

Esquema de Análisis de Datos



Implementación del Sistema de FDM en la Aviación del Ejército

Como parte del proceso en el mejoramiento continuo y el establecimiento de altos estándares de operación y seguridad, se ha realizado esta investigación para proponer la adopción de un sistema de monitoreo de datos de vuelo que nos permitirá incrementar los estándares de seguridad operacional en las unidades de la 15 B.A.E. “PAQUISHA”, de esta manera evitar y/o reducir la ocurrencia de accidentes aéreos tanto en la operación como en el mantenimiento de las aeronaves de la Aviación del Ejército.

El alcance que tendrá la siguiente investigación, involucra en forma directa a los Departamentos de Operaciones, Seguridad, Logística, Aeronavegabilidad, Grupos Aéreos y CEMAE, los cuales, como parte de sus procesos, deben incluir esta propuesta (Ya operacionalizada), dentro del manual de Gestión de la Calidad que rige los procesos que maneja la Brigada de Aviación del Ejército y sus Unidades.

Para la implementación del FDM en la Brigada de Aviación del Ejército, se requiere tener la capacidad técnica de las aeronaves, la capacitación del personal de mantenimiento para realizar las descargas de datos, la infraestructura adecuada para poder materializar el lugar de trabajo, el proceso y los procedimientos para el funcionamiento adecuado del sistema. El programa de FDM tendrá un carácter no punitivo y será utilizado principalmente para mejorar la seguridad predictiva de la Brigada.

La implementación del sistema se planificará en tres fases:

- Fase I Evaluación
- Fase II Implementación Técnica
- Fase III Implementación Operativa

Fase I Evaluación

Durante la investigación se logró recopilar datos técnicos de las capacidades de los sistemas de grabación de datos de vuelo de las aeronaves de la Brigada aérea que pueden al momento permitir la implementación del programa FDM y las aeronaves que requieren la instalación de equipo de grabación de datos de vuelo.

Análisis Técnico por Aeronave

Para este estudio técnico se conformó un equipo de técnicos de las aeronaves por especialidad (por cada tipo de aeronave que al 2021 posee la Brigada de Aviación del Ejército), logrando realizar análisis desde el equipo en sí, manuales y novedades de equipos que han sido desinstalados o que se encuentran almacenados sin el correcto uso o buen manejo en su abastecimiento.

Se encontraron equipos que al momento funcionan correctamente, sin embargo, no existe el nexo entre la aeronave y una dependencia que analice dichos datos, en vista que no se posee ciertos enlaces para decodificar los datos en un ordenador ni tampoco el personal posee la capacitación para interpretar los datos arrojados por el sistema.

A continuación, se indicará el resultado de la investigación técnica:

1) Cessna 172S y T206H

Las aeronaves cuentan con un sistema GARMIN 1000, mismo que incorpora un sistema FLIGHT DATA LOGGING (FDL) para almacenar datos de vuelo y motor, pudiendo ser visualizados los datos a través de la plataforma GOOGLE EARTH. Para materializar la descarga se requiere:

Tabla 4*REQUERIMIENTOS CESSNA 172S Y T206H*

Ord	Descripción	Cantidad.	Novedad
1	Computador pc portátil para instalación de software.	1	Adquirir
2	Sd memory card de 16 gb	14	02 tarjetas por aeronave
3	Lector de tarjetas de memoria	1	Adquirir
4	Adquisición e instalación de software	1	Subscripción

2)Beechcraft

La aeronave posee un FA2100 Solid-State Cockpit Voice Recorder (SSCVR), equipamiento que permite obtener grabaciones del CVR, sin embargo, no posee un sistema de grabación de datos de vuelo por lo tanto requiere:

Tabla 5*REQUERIMIENTOS BEECHCRAFT*

ORD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Nº DE PARTE
1	ORDENADOR PORTÁTIL DUBOOK	1	Z14I
2	CASE LAPTOP	1	PE837A
3	CABLE-NETWORK GRAY 350MHZ CROSSOVER	1	N82E16812117808
4	DUKANE ULTRASONIC TEST SET	1	42A12/1
5	DUKAKE BEACON TESTER	1	TS200
6	BARFIELD RVSM TESTERS - DPS1000	1	101-01175

3) Casa C212-400

Posee un sistema de grabación de datos de los motores, no posee grabación de datos de vuelo ni grabador de voz en cabina, adicional requiere una modernización de los sistemas de comunicaciones complementando con los siguientes requerimientos:

Tabla 6

REQUERIMIENTOS CASA 212

ORD	DESCRIPCIÓN	Nº DE PARTE	MANUAL	NOVEDAD
1	MODERNIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN	REALIZAR EL ESTUDIO DE APLICABILIDAD	CAP 31-31-03	ADQUIRIR
2	UNIDAD DE DESCARGA PORTÁTIL	REALIZAR EL ESTUDIO DE APLICABILIDAD	CAP 31-31-06	ALMACÉN DE ABASTECIMIENTO PENDIENTE REVISIÓN
3	UNIDAD DE PRUEBA /TRANSCRIPCIÓN AUTOMATIZADA	REALIZAR EL ESTUDIO DE APLICABILIDAD	CAP 31-31-05	ADQUIRIR

4) Cessna Citation

La aeronave únicamente dispone de un sistema de CVR, por lo cual es necesario la adquisición de un equipo compatible para grabación de datos de vuelo con su respectivo estudio de ingeniería.

En esta aeronave se recomienda no se instale equipos y se adquiera otra aeronave que cumpla con las mismas misiones de fotografía aérea y transporte VIP, debido a que la inversión para equiparla con equipos de FDM representa un alto costo y no justifica su equipamiento ya que sus horas de servicio se encuentra en los límites de tiempo de vida útil.

5) PZL M-28

La aeronave posee un sistema de grabación de datos de vuelo y grabador de voz en la cabina. Adicional requiere:

Tabla 7

REQUERIMIENTOS M28

ORD	DESCRIPCION	Nº DE PARTE	NOVEDAD
6) C a	DEVICE OF DECODING OF THE SSFDR REC- ORDS	HHDLU	INTERCAMBIABLE CON EL N/P. ATM-KD3
2 s a	CABLE DE DATOS	N/A	PARA DESCARGAR DA- TOS

235-300 y serie 200

Posee en grabador de datos de vuelo 980 4700 017 FDRS, así como también un sistema de CVR en funcionamiento, para complementar el sistema requiere:

Tabla 8

REQUERIMIENTOS CASA 235

ORD	DESCRIPCIÓN	Nº DE PAR- TE	DOCUMENTO	NOVEDAD
1	UNIDAD DE ANÁLISIS PORTÁTIL	17TES0010	CAP 31-31-03	ADQUIRIR
2	UNIDAD DE DESCARGA PORTÁTIL	964-0446-001	CAP 31-31-06	ALMACÉN DE ABASTECIMIENTO PENDIENTE REVISIÓN
3	UNIDAD DE PRUEBA /TRANSCRIPCIÓN AUTOMATIZADA	964-0434-041	CAP 31-31-05	ADQUIRIR

7) Helicóptero Fennec AS 550 C3

En los helicópteros FENNEC se cuenta con los siguientes equipos de grabación de datos de vuelo:

- VEMD (Vehicle Engine Multifunction Display) en el cual se graban datos del motor y de la aeronave.
- EDR (Engine Data Recorder) donde se graban datos del motor.

Tabla 9

REQUERIMIENTO FENNEC

ORD	DESCRIPCIÓN	Nº DE PARTE	NOVEDAD
1	SOFTWARE ANCT-DUT	703 ^a 97-6729-06	GRATIS EN TURBOMECA

8) Lama

Los helicópteros Lama no poseen sistemas de grabación de datos de ningún tipo, por tal razón se propone adquirir los siguientes ítems:

Tabla 10

REQUERIMIENTOS LAMA

ORD	DESCRIPCIÓN	No DE PARTE	LINK
1	DISPLAY VEMD NESIS III PANTALLA TACTIL EIS TXI	B35000EA01	https://www.siminnovations.com/hardware/product/55-vehicle-and-engine-monitoring-display-vemd https://www.kanardia.eu/product/nesis/ https://buy.garmin.com/en-US/US/p/690884/pn/TXi-00EIS-24
2	CAMARA Y SD CARD	153070-000016	https://www.appareo.com/
3	Cámara de cabina en	RV-CAM-HD29	http://www.aviaexpo.com/

	miniatura		
4	Ultra 30 Aviation In-cockpit Bundle	010-01529-30	https://buy.garmin.com/en-US/US/p/577075

9) Súper Puma

El sistema de grabación de datos original de la aeronave fue retirado en vista que existía un conflicto con otro sistema durante la modernización, sin embargo, en los helicópteros con equipados con Garmin 500 es factible la colocación de un grabador de datos y adicional la implementación de los siguientes componentes:

Tabla 11

REQUERIMIENTOS SUPER PUMA

ORD	DESCRIPCIÓN	No DE PARTE	LINK
1	CÁMARA Y SD CARD	153070-000016	https://www.appareo.com/
2	Cámara de cabina en miniatura	RV-CAM-HD29	http://www.aviaexpo.com/
3	Ultra 30 Aviation In-cockpit Bundle	010-01529-30	https://buy.garmin.com/en-US/US/p/577075

10) Helicópteros MI-171E

La flota de helicópteros MI-171 y MI-171E disponen de AIRCRAFT RECORDER P/N П-503Б que es un sistema (CVR); tanto el FDR como el CVR están en condiciones operables. Únicamente se requiere la llave de acceso al sistema y el software para adquisición de datos en el computador.

De igual manera se pudo verificar la necesidad en cuanto a la infraestructura para poder materializar las secciones de FDA en las unidades y el departamento de FDM en la Brigada Aérea con los siguientes requerimientos:

Tabla 12*REQUERIMIENTOS PARA INFRAESTRUCTURA*

ORD	DESCRIPCIÓN	CANT	CARACTERÍSTICAS
1	ESCRITORIOS	4	METÁLICA
2	SILLAS	4	TIPO EJECUTIVO
3	PIZARRÓN DE TIZA LIQUIDA	4	2 X 3 MTRS.
4	CUADROS INFORMATIVOS	4	1 X 2 MTRS.
5	ARCHIVADORES	4	ANAQUELES
6	IMPRESORA	4	TINTA CONTINUA HP
7	COMPUTADORA PORTÁTIL	4	QUE SOPORTE CÓDIGOS HEXADECIMALES 41-02-02
8	COMPUTADORA DE ESCRITORIO	4	CON EL PROGRAMA PARA LEER DATOS DESCARGADOS DEL SSFDR
9	CABLE DE DESCARGA	4	ADAPTABLE AL HARDWARE DEL EQUIPO SOLICITADO
10	REGULADOR DE VOLTAJE	4	110 VOLTIOS

Fase II Implementación Técnica**Software**

En esta fase se realizarán los proyectos de adquisición de los equipos de acuerdo a las cotizaciones que, a la fecha de la implementación, estén acorde al presupuesto asignado para el proyecto.

Para el análisis de datos es importante contar con un software para el complemento en mantenimiento que posea características de tipo Engine Condition Trend Monitoring¹⁰ (ECTM) en donde se deben cargar datos complementarios que ayudaran a

¹⁰ ECTM.- Monitoreo de las actuaciones del motor

establecer una operación normal y estandarizada de acuerdo a las performances de las aeronaves, los datos deben contener los siguientes requerimientos:

- Horas de salida, horas de llegada.
- Carga, combustible consumido y agregado
- Control de componentes consumibles, rotables, motores, trenes, herramientas y equipos externos.
- Manejo de procesos de requisición, cotización, orden de compra, ingreso al almacén, inspecciones programadas, despacho, instalación en la aeronave, envío a reparación, préstamo, descarte y exchange.
- Documentos de las aeronaves: certificados de aeronavegabilidad, matrícula, licencias de radio, homologación acústica y segura.
- Documentos de tripulaciones y mecánicos: cursos, licencias, certificados médicos, simuladores.
- Publicaciones técnicas.
- Notificaciones de vencimiento directas de aeronavegabilidad.

Se recomienda la adquisición de un sistema de gestión aeronáutica de mantenimiento, ingeniería, logística y operaciones aéreas. Adaptada a los requerimientos actuales de la industria aeronáutica con adaptación a aplicaciones móviles para el mejor control de la operación aeronáutica a todo nivel. Este software puede ser un sistema SOMA, GOAV entre otros muchos en el mercado.

Capacitación

Es de suma importancia que el personal que trabaje en el área de FDM, a más de su entrenamiento en el manejo del software y la interpretación de datos, tenga una capacitación integral en varios aspectos relacionados a la seguridad, así como también,

la normativa legal en materia de aviación para su correcta aplicación dentro de la Aviación del Ejército.

Para una adecuada implementación, configuración y ejecución de un programa FDM / FDA se debe estudiar el marco actual de la OACI¹¹. En este aspecto se detalla a continuación los sílabos que deben incluir la capacitación del personal de FDM con respecto a lo que indica las regulaciones de aviación civil internacional (TÉCNICAS, 2014):

Tabla 13

SILABO CURSO DE FDM

SILABO DEL CURSO DE FDM	
MODULO	TEMA
01	Introducción a FDA
02	Marcos Regulatorios OACI
03	Los principios y el proceso de un programa FDM
04	Selección de objetivos, eventos y parámetros
05	Herramientas de análisis y recuperación de datos
06	Validación y evaluación de datos
07	Uso de estadísticas / Elaboración de informes
08	Acción correctiva
09	Investigación de incidentes y proyectos especiales
10	SMS y FDM / FDA
11	Gestión de bases de datos
12	Comentarios a las tripulaciones
13	Asuntos legales relacionados con FDM / FDA
14	Demostración del software FDM (sujeto a disponibilidad)
15	Beneficios operativos, de ingeniería y financieros de un programa FDM / FDA
16	Ejercicios de Operacionalización

¹¹ Organización de Aviación Civil Internacional

Al finalizar la capacitación, los analistas de datos de vuelo tendrán la capacidad de identificar diferentes parámetros de vuelo y mantenimiento, complementando la seguridad en la operación de la flota a través del monitoreo de las aeronaves, con la finalidad de asegurar el cumplimiento de los requisitos reglamentarios y minimizar el riesgo operacional.

Los analistas de datos de vuelo deberán proporcionar la siguiente información mínima como parte de los productos resultantes del análisis de datos:

- Interpretaciones estadísticas precisas del historial de FDA.
- Informes detallados de lectura y análisis de data de vuelo.
- Visualización gráfica y tabular del comportamiento de las diferentes aeronaves y operaciones.
- Seguimiento de tendencias de seguridad aérea.
- Cumplimiento de las regulaciones internas de seguridad, así como de aeronavegabilidad.
- Información valiosa que puede ser usada como retroalimentación en la mejora de la técnica de vuelo y mantenimiento.

Se recomienda que para esta capacitación se considere técnicos nivel 3, con preferencia que cuenten con el curso de inspectores de aeronavegabilidad, los cuales poseen una amplia experiencia en los sistemas de las aeronaves, funcionamiento del mantenimiento y conocimiento de los procesos de aeronavegabilidad.

Se requiere la capacitación de al menos 4 técnicos por modelo de aeronave, para interpretar los datos que se obtengan de los equipos de grabación de datos de vuelo, los mismos que entregaran datos filtrados de la operación que se requiere analizar.

Se requiere de igual manera capacitar al menos a 3 pilotos por aeronave, que al igual que los técnicos, analizarán las maniobras que efectuaron en una determinada operación.

Parámetros de medición

Los parámetros de medición son procesos mediante los cuales la organización modifica las lógicas o los umbrales de uno o varios eventos, operacionalizándolos para mantener los estándares de seguridad que busca alcanzar la Aviación del Ejército. En el gráfico 7 podemos sintetizar la parametrización de los datos:

Figura 13

Programa de ajustes de datos



La organización puede ajustar estos umbrales de eventos para que sean más relevantes, probando la detección de anomalías en la operación. Esta se puede ejecutar, manipulando de manera realista datos normales para simular un evento, reduciendo el evento a límites tales que el vuelo normal desencadenará eventos más aceptables. Reproduciendo a datos históricos, estadísticos conocidos que contendrán incidentes que serán de utilidad para predecir futuras anomalías en cualquier operación de vuelo (siempre y cuando se registren estadísticas en otras operaciones). También es impor-

tante identificar problemas como "eventos falsos" generados por el programa. Todo esto para obtener datos fiables que nos ayuden a predecir la ocurrencia de situaciones que puedan conducir a un accidente. (AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, 2010)

Básicamente los parámetros de medición se realizarán empleando las limitaciones descritas en los manuales de operación, sumado las operaciones que no constan en el manual (SOP) y el nivel de seguridad deseado para el funcionamiento de las aeronaves en diferentes operaciones de vuelo.

Una vez obtenido el software y la capacitación del personal, se debe operacionalizar los límites operacionales en vuelo de cada maniobra que debe ejecutar una aeronave. Estos vienen ya detallados en los manuales de operación y en sus respectivos SOP¹² operacionalizados para cada maniobra específica que no conste en su manual de vuelo.

Para determinar los parámetros de medición en la operación de las aeronaves, de acuerdo a la tabla 11, se deben establecer cuatro valores: normales, de precaución, de alerta y de peligro y se diferenciarán por cuatro colores, los cuales servirán como un semáforo que indicara cuando una operación se encuentra fuera de los parámetros normales de vuelo. (DIRECCION GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL, 2014)

OPERACIÓN NORMAL	LIMITE BAJO PRECAUCIÓN	LÍMITE MEDIO ALERTA	LIMITE SUPERIOR PELIGRO
-------------------------	-------------------------------	----------------------------	--------------------------------

A continuación, se realizará un modelo de cómo se debe elaborar una tabla de monitoreo de datos de vuelo para una operación normal u operación requerida por la organización:

¹² SOP.- Procedimientos estandarizados de operación

Figura 14

Ejemplo FDM Casa 235

TABLA DE EJEMPLO PARA EL AVIÓN CASA 235							
EVENTO	MONITOREO		CRITERIO DE MEDICIÓN	EVENTOS MEDIBLES			
	EM-PIEZA	TER-MINA		NOR-MAL	PRE-CAUCIÓN	ALER-TA	PE-LI-GR-O
RODAJE							
Velocidad en línea recta	Rompe la inercia	Final de rodaje	GS ≥	15 Kt	30 kt	40 kt	50 kt
Velocidad en viraje			HDG ≥ 4° S	10 Kt	15 kt	18 kt	21 kt
Potencia aplicada			Max TQ operación	10 %	15% TQ x 15 Seg	20% TQ x 15 Seg	25% TQ x 15 Seg
DESPEGUE							
Abortar el despegue	Abortar dentro de 3 segundos	Abortar dentro de 10 segundos	IAS ≥	Kt ≤ V1	80 Kt	90 Kt	100 Kt
Cambio de rumbo en carrera de despegue	Toda la fase de despegue		HGD	0°	3° x seg	4° x seg	5° x seg
Aceleración lateral	Toda la fase de despegue		LAT G	0.3 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g
CRUCERO							
Baja IAS en crucero	Inicio de vuelo crucero	Fin de vuelo crucero	IAS	IAS según FL	10 Kt	20 Kt	30 Kt
Baja IAS en condiciones	Inicio de vuelo	Fin de vuelo	IAS + ICE	IAS según	5 kt	10 Kt	20 Kt

de hielo	lo cru- cero	crucero	COND	FL			
Mantenición del nivel de vuelo	Toda la fase de crucero		S ALTI- TID	0 de varia- ción	150 ft	200 ft	250 ft

Cada evento medible, de acuerdo a su nivel de efecto, tiene diferentes acciones a tomar, por ejemplo, en parámetros de precaución se ejecutarán acciones informativas con un entrenamiento básico; un parámetro de alerta será la capacitación inmediata, acciones de mantenimiento de revisión de sistemas de la aeronave y la aplicación de un chequeo operacional de las tripulaciones o personal de mantenimiento. En cambio, en la detección de un peligro, se procede a la suspensión total de la tripulación hasta determinar las causas de esta desviación anormal, posterior una capacitación más rigurosa y un chequeo operacional, de igual manera la revisión, si es el caso, del componente afectado en la aeronave cuando se haya excedido el límite operacional de funcionamiento por ejemplo en un motor.

La responsabilidad de las acciones a tomar, deben ser creadas mediante políticas de prevención entre los departamentos de Operaciones, Seguridad, Mantenimiento y aprobadas por la máxima autoridad de la organización.

Para el mantenimiento, se establecerán únicamente dos parámetros de medición: cumple o no cumple de igual manera con colores de semaforización y se verifican generalmente durante las inspecciones de aeronavegabilidad:



Tabla 14

Límites mantenimiento

EJEMPLO AJUSTE RPM MOTOR			
VERIFICADOR	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIÓN
Frenado de tornillo gobernador			
Señalización de tornillos			
Superficie libre de suciedades			

En el mantenimiento es de suma importancia contar con datos estadísticos que permitan orientar a los inspectores de aeronavegabilidad a verificar las fallas de mantenimiento más comunes que ocurren durante una inspección, sea esta en la manipulación de piezas, empleo de herramientas adecuadas, orden y limpieza. Aquí se verifica la utilidad de contar con este sistema de FDM el cual proporciona estos datos para orientar en una inspección y prevenir la ocurrencia de fallas debido a un mal procedimiento en mantenimiento. (SOMA, 2020)

Para la creación de los valores referenciales para las operaciones normales y especiales, es necesario conformar equipos de trabajo con especialistas en la operación de la aeronave y técnicos por cada tipo de aeronave. Este trabajo será complementario al trabajo de investigación elaborado, en vista que se requiere personal capacitado y exclusivo para desarrollar en forma eficientes las maniobras y datos técnicos requeridos por tipo de aeronaves.

Fase III Implementación Operativa

Una vez que se hayan ejecutado las fases previas, es importante la implementación operativa, siendo esta la forma en cómo va a funcionar dentro de la organización el FDM.

De acuerdo a las encuestas realizadas en la fase de investigación y posterior análisis, se logró determinar que la dependencia más adecuada para anclar el funcionamiento del programa FDM es dentro del departamento de seguridad de la Brigada de Aviación del Ejército.

Siendo así es necesario crear el proceso adecuado para ejecutar en forma eficiente las actividades que involucran realizar el monitoreo de la flota de aeronaves de la organización, por tal motivo se propone el siguiente proceso enmarcado desde su inicio en procesos gerenciales definidos por el Ejército.

En el caso específico en estudio, el Programa de datos de Vuelo tendrá su punto de anclaje en el proceso de "Gestión de la Seguridad Integrada" según el mapa de procesos a continuación:

Figura 15

Operación del FDM



A continuación, se propone la creación del siguiente proceso para el "Monitoreo de Datos de vuelo, el cual estará materializado como una sección dentro del departamento de Seguridad integrada de la Brigada de Aviación del Ejército y permitirá realizar la predicción de posibles anomalías tanto en la operación como en el mantenimiento de las aeronaves de la Institución, siendo así:

Gestión de seguridad integrada

Proceso:	GESTIÓN DE LA SEGURIDAD INTEGRADA
Código del Proceso:	G.S.I
Descripción:	<p>PROPÓSITO:</p> <p>Recoger y analizar datos registrados durante las operaciones de vuelo y mantenimiento para mejorar la actuación de la tripulación de vuelo, personal de técnicos, procedimientos operacionales, instrucción de vuelo, procedimientos de control de tránsito aéreo, servicios de navegación aérea o el mantenimiento y el diseño de aeronaves.</p> <p>DISPARADOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solicitud de monitoreo de datos de vuelo <p>ENTRADAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instructivos / Directivas • Matrices • Informes • Reportes • Directivas de Aeronavegabilidad <p>SUBPROCESOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Programa de Monitoreo de datos de vuelo
Productos/Servicios del Proceso:	<ul style="list-style-type: none"> • Estadística de datos de vuelo
Tipo de Proceso:	Adjetivo de apoyo
Responsable del Proceso:	Jefe de Seguridad Integrada
Tipo de cliente:	Brigada, Grupos, Subunidades.
Marco Legal:	

	<ul style="list-style-type: none">• OACI• RDAC 121.900• LAR 91.865• LAR 91 Apéndice L• Directiva de Monitoreo de Datos de vuelo
--	---

Lineamientos del Proceso

- a) Se realizará la capacitación del personal que ingrese a trabajar como inspector de análisis de datos de vuelo.
- b) Se capacitará a los pilotos estandarizadores en los procedimientos correctos de operación de las aeronaves para que transmitan sus conocimientos a las demás tripulaciones.
- c) Se contará con un lugar físico que permita realizar el trabajo en forma adecuada dentro de los estándares de calidad que exige la presente actividad.
- d) Se deberá realizar la recopilación de los datos de vuelo de una forma eficiente.
- e) Se realizará la interpretación de los datos empleando personal técnico y capacitado en interpretación de datos numéricos.
- f) Se contará con equipamiento y software acorde a las nuevas tecnologías y altamente compatibles con diferentes medios computacionales y de fácil operación.
- g) Se dispondrá del presupuesto suficiente para dar soporte técnico, actualizaciones del sistema y mantenimiento de los equipos.

Descripción de los Subprocesos

a) Subproceso de Análisis de Datos de Vuelo

Subproceso	PROGRAMA DE MONITOREO DE DATOS DE VUELO			
Código	G.S.I 4			
Descripción.	<p>PROPÓSITO</p> <p>Recoger y analizar datos registrados durante los vuelos ordinarios para mejorar la actuación de la tripulación de vuelo, los procedimientos operacionales, la instrucción de vuelo, y el mantenimiento de las aeronaves.</p> <p>DISPARADOR</p> <ul style="list-style-type: none"> Datos de vuelo 			
Proveedor	Entrada	Actividades	Productos	Cliente
15 B.A.E	Memorándum disponiendo que se realice la planificación de recolección de datos de vuelo de las aeronaves	<p>PLANIFICAR LA RECOLECCIÓN DE DATOS DE VUELO DE LAS AERONAVES.</p> <p>ANÁLISIS DE DATOS DE VUELO</p>	<ul style="list-style-type: none"> INFORMES DE EVENTOS ANÓMALOS ACCIONES CORRECTIVAS ESTADÍSTICAS DE ANÁLISIS DE DATOS DE VUELO 	G.S.I
Unidades de la 15 B.A.E	Oficio remitiendo datos de vuelo de las unidades	RECOLECTAR LOS DATOS DE VUELO	INFORME EN DONDE CONSTE LA REDUCCIÓN DE DATOS DE VUELO DE AERONAVES	G.S.I
DESI	Informes de datos de vuelo	ANÁLISIS DE LOS DATOS DE VUELO	<ul style="list-style-type: none"> INFORMES DE NOVEDADES DE RIESGOS RECOMENDACIONES DE ACCIONES CORRECTIVAS ARCHIVO DE ESTADÍSTICAS 	G.S.I
DESI	No conformi-	ELABORAR	PLAN DE ACCIÓN UNA	Unidades

	dades en los datos de vuelo	PLAN DE ACCIÓN	VEZ APROBADO POR LA MÁXIMA AUTORIDAD	de la 15 B.A.E
Responsable del Subproceso	Jefe de la Gestión Integrada de Seguridad			

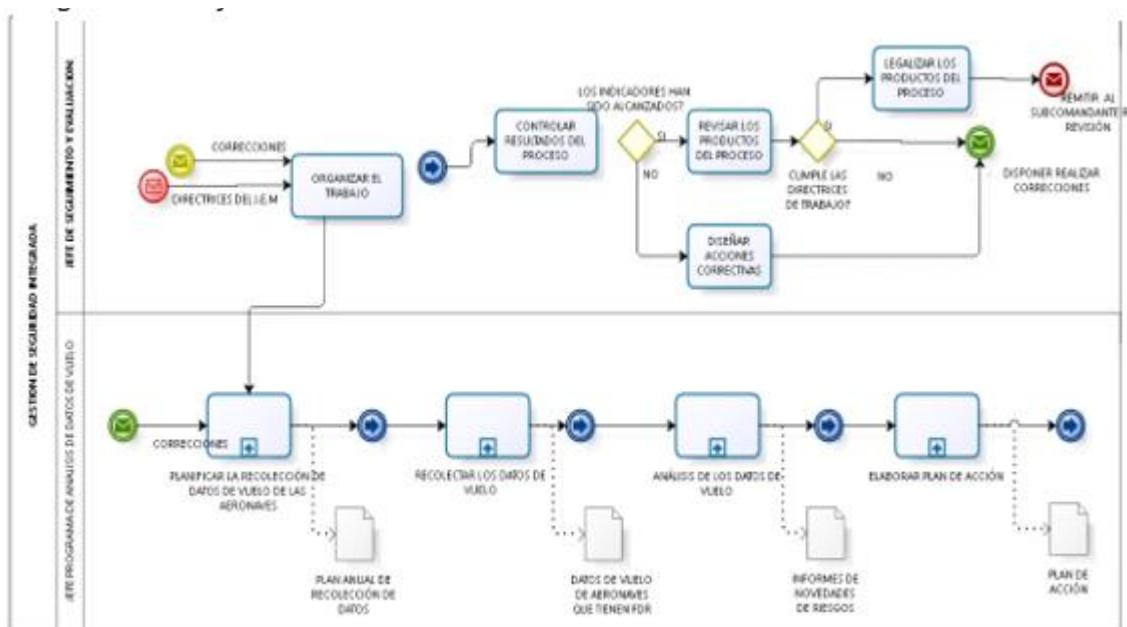
b) Controles del Subproceso de Análisis de Datos de Vuelo

- OACI
- RDAC 121.900
- LAR 91.865
- LAR 91 Apéndice L (TÉCNICAS, 2014)

c) Diagrama de flujo del subproceso de Programa de análisis de datos de vuelo

Figura 16

Diagrama de flujo



Detalle de actividades del subproceso de Análisis de Datos de Vuelo

a. Planificar la recolección de Datos de Vuelo

Código de actividad	Ord.	Tareas	Productos
G.I.S 4.1	1	Designar un equipo de trabajo para estructurar la planificación anual de recolección de datos de vuelo	Memorándum
	2	Estructurar el plan de recolección de datos de vuelo	Plan
	3	Remitir el plan para legalización y aprobación	Oficio
	4	Difundir el plan a las unidades para su cumplimiento	Oficio

b. Recolectar Datos de Vuelo

Código de actividad	Ord.	Tareas	Productos
G.I.S 4.2	1	Designar un Inspector responsable por unidad para que remita los Datos de Vuelo, de cada unidad	Memorándum
	2	Receptar los datos de vuelo en forma mensual	Oficio
	3	Crear y actualizar la base de datos	Base de Datos

c. Analizar los Datos de Vuelo

Código de actividad	Ord.	Tareas	Productos
G.S.I 4.3	1	Receptar la información actualizada	
	2	Comparar estándares de datos de vuelo	Estándares
	3	Generar alertas	Dato Técnico
	4	Realizar el informe de las novedades	Informe

		encontradas en los análisis de Datos	
	5	Remitir el informe de las novedades encontradas a las unidades	Oficio

d. Elaborar Plan de Acción

Código de actividad	Ord.	Tareas	Productos
G.S.I 4.4	1	Disponer a las unidades realizar acciones correctivas	Memorándum
	2	Designar comité de seguridad operacional para dar posibles soluciones a las novedades encontradas	Memorándum
	3	Elaborar el plan de acción.	Plan de Acción
	4	Realizar el seguimiento del cumplimiento del plan acción.	Matriz de seguimiento
	5	Elaborar circular de alerta técnica	Circular de alerta técnica
	6	Difundir a las unidades	Memorándum

Indicadores de gestión del proceso de seguridad integrada

Subproceso	N°	Tipo	Nombre Indicador	Definición	Fórmula de cálculo	Unidad de medida	Responsable de medición	Fuente de la medición.	Frecuencia
Programa de monitoreo de datos de vuelo	8	R	Porcentaje de alertas solucionadas de los datos de vuelo	Permite medir el número de alertas en los datos de vuelo	Alertas en los datos de vuelo solucionadas / alertas en los datos encontrada	%	Jefe de SIS	V0 Circular de alerta técnica. V1 dato técnico de las alertas en los datos de vuelo	Cada dos meses (6 al año)

Conclusiones

- a) La investigación fue realizada para mejorar la detección de posibles accidentes dentro de la Aviación del Ejército, mediante la implementación de un sistema de predicción que permita tomar datos de vuelo y de mantenimiento, así como también comparación con estadísticas que permitan reducir la ocurrencia de anomalías durante la operación de las aeronaves.
- b) El programa de FDM va dirigido a varios departamentos que deben funcionar coordinadamente para detectar o predecir la ocurrencia de un accidente, estos departamentos son: Operaciones, Seguridad y Mantenimiento.
- c) Se debe crear una dependencia a nivel Brigada Aérea que administre el FDM, analice y tome decisiones con respecto a las anomalías encontradas y estará conformado por secciones de FDA en los Grupos Aéreos.
- d) Se requiere la adquisición de software y hardware para las aeronaves a fin de complementar los sistemas ya existentes y contar con un programa integral de análisis de datos de vuelo.
- e) Se requiere la implementación administrativa suficiente para que el programa de FDM funcione con eficiencia.
- f) Se requiere la capacitación del personal en forma integral para que trabaje dentro de este departamento, esta preparación será de vital importancia para el funcionamiento adecuado del programa FDM.
- g) El programa de FDM permitirá contar con un sistema de predicción de accidentes, mediante el análisis de datos de vuelo y estadísticas que ayudaran a cortar la cadena de eventos.

- h)** El programa de FDM permitirá evidenciar una reducción sustancial en las anomalías y de esta manera la disminución de los accidentes, siempre y cuando el sistema funcione en forma eficiente.
- i)** Se presenta adicional un proceso para implementar las actividades que se realizan como FDM al interior de la organización, el mismo que estará dentro del departamento de seguridad de vuelo.

Recomendaciones

- a)** Se recomienda se ponga a consideración la presente investigación para su implementación al interior de la Brigada de Aviación del Ejército, la cual propone implementar un sistema de predicción de accidentes, que permita reducir considerablemente las anomalías en la operación de aeronaves y procesos de mantenimientos de la cadena de errores que conducen a potenciales accidentes.
- b)** Se recomienda se dé la prioridad a la presente investigación para su implementación, ya que contribuirá en forma inmediata a la reducción de accidentes tanto en tierra como en vuelo de las aeronaves de la Aviación del Ejército, permitiendo de esta manera un ahorro sustancial en costos por accidentes y también permitirá mantener un porcentaje adecuado de operatividad de los medios aéreos.
- c)** Se recomienda la asignación de recursos, previo a los análisis presupuestales respectivos para la adquisición de software y hardware así como también la capacitación del personal para el correcto funcionamiento del programa FDM, y así reducir el índice de mantenimientos no planificados producto de una mala operación que no puede ser detectado a simple vista y no son reportados en las bitácoras de vuelo.

Glosario de términos

ACMS: Aircraft Condition Monitoring System

AFDAU: Auxiliary Flight Data Acquisition Unit

APM: Aircraft Performance Monitoring

ASR: Aviation Safety Report

BAE: Brigada de Aviación del Ejército

CEMAE: Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército

CRM: Crew Resource Management

CVR: Cockpit Voice Recorder

CT: Certificado Tipo

DFDR: Digital Flight Data Recorder

ECTM: Engine Condition Trend Monitoring

EDR: Engine Data Recorder

FDA: Flight Data Analysis

FDAU: Flight Data Acquisition Unit

FDEP: Flight Data Entry Panel

FDM: Flight Data Monitoring

FDR: Flight Data Recorder

FOQA: Flight Operational Quality Assurance

GPWS: Global Position Wide System

IFR: Instruments Flight Rules

OS: Oficial de seguridad

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

LOSA: Line Operation Safety Audit

MPC: Multi Purpose Computer

MRM: Maintenance Resource Management

NOTAM: Notice To Airmen

QAR: Quick Access Recorder

VEMD: Vehicle Engine Multifunction Display

SMS: Safety Management System

SOP: Procedimientos operativos estandarizados

SSCVR: Solid State Cockpit Voice Recorder

Definiciones

Aeronavegabilidad: Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura, de tal manera que: cumpla con su Certificado Tipo (CT). Exista la seguridad o integridad física, incluyendo sus partes, componentes y subsistemas, su capacidad de ejecución y sus características de empleo. La aeronave lleve una operación efectiva en cuanto al uso (corrosión, rotura, pérdida de fluidos, etc.).

Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Certificado tipo (C.T): Es el certificado otorgado por la Autoridad Aeronáutica del Estado de diseño para un producto aeronáutico, cuando se ha determinado el cumplimiento de todas las condiciones de aeronavegabilidad y operaciones establecidas para tal producto.

Ingeniería aeronáutica: Ciencia que estudia el funcionamiento de los fluidos sobre una superficie aerodinámica, sus sistemas, estructura y controles que permiten el vuelo de una aeronave se sustente en el aire.

Inspector: Personal capacitado para realizar auditoria de mantenimiento de aviación.

Personal técnico de mantenimiento: Personal capacitado para realizar intervenciones, reparaciones o reemplazo en componentes aeronáuticos.

Potencial de productos aeronáuticos: Límites de operación en tiempo calendario o en horas de funcionamiento de una aeronave.

Productos aeronáuticos: Elementos fabricados para ser empleados en aeronaves clasificados en productos clase I aeronaves, clase II componentes aeronáuticos mayores, clase III ferretería de aviación.

Reglas de vuelo: Existen dos tipos para vuelo visual y vuelo comandado por instrumentos.

Reporte de aeronaves: Deficiencia detectada en el funcionamiento de uno o varios sistemas de una aeronave.

Software: Es un conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en una computadora o controlador sistemático.

Tolerancia: Límite admisible luego de alcanzar el tiempo de funcionamiento permitido o caducidad del tiempo calendario.

Directiva de Aeronavegabilidad: Documento emitido por la autoridad aeronáutica, en donde se dispone la ejecución de trabajos de mantenimiento mandatorios para un tipo de aeronave específica.

Evento: Suceso o condición en la que se miden (valores de) parámetros de vuelo predeterminados. La detección de eventos es el enfoque tradicional de FDM que busca desviaciones del Manual de vuelo de la aeronave, límites, procedimientos operativos estándar y buena habilidad para el vuelo.

QAR (Grabadora de acceso rápido): Copia del FDR (Grabadora de datos de vuelo) en una grabadora no resistente a choques que tiene la especificidad de ser fácil de descargar.

Peligro: Una condición que previsiblemente podría causar o contribuir a un accidente.

Riesgo: La combinación de probabilidad y gravedad del peligro.

Reactivo (pasado): Respuesta a eventos que ya han sucedido.

Proactivo (Presente): Identificación de condiciones peligrosas mediante el análisis de las operaciones de las aerolíneas.

Predictivo (futuro): Análisis de los procesos y el entorno de los sistemas para identificar el potencial / futuro problema.

Seguridad operacional: Engloba los procesos y sistemas destinados a reducir el número de accidentes e incidentes derivados de la operación

Definiciones Conceptuales

Componentes específicos: Principales elementos que intervienen o que forman parte del peligro (DGAC, 2012).

Consecuencia: Resultado potencial de un peligro (DGAC, 2012).

Defensas: Recursos para proteger de los riesgos que las organizaciones que realizan actividades productivas generan y deben controlar (tecnología, entrenamiento y reglamentos) (DGAC, 2012).

Estrategia reactiva: La identificación de peligros se basa en los análisis de los informes de las investigaciones de incidentes y sucesos, así como la observación de las tendencias (DGAC, 2012).

Estrategia proactiva: Basada en el análisis de reportes obligatorios y voluntarios, auditorías y encuestas de seguridad operacional. Identifica los riesgos de seguridad existentes en el sistema antes de que falle (DGAC, 2012).

Estrategia predictiva: Basada en un sistema de reporte confidencial, análisis de los datos y vigilancia de operaciones normales. La gestión de la seguridad se optimi-

za saliendo a buscar los problemas y no esperando que se produzcan. Búsqueda agresiva de la información de diferentes fuentes que pueden revelar riesgos emergentes a la seguridad (DGAC, 2012).

Gestión de riesgo: Término genérico que engloba dos actividades distintas: identificación de peligros y evaluación y mitigación de riesgos de seguridad operacional (DGAC, 2012).

Mitigación: Medidas que eliminan el peligro potencial o que reducen la probabilidad o severidad del riesgo (DGAC, 2012).

Peligro: Condición u efecto que potencialmente puede causar lesiones al personal, daños a los equipos o estructuras, pérdida de material, o reducción de la habilidad de desempeñar una función determinada (DGAC, 2012).

Plan de implantación: Consiste en uno o más documentos, que detallan las medidas que han de adoptarse, con la intención de explicar cómo la organización pondrá en práctica el SMS sobre la base de requisitos nacionales e internacionales (DGAC, 2012).

Riesgo: La evaluación de las consecuencias de un peligro, expresado en términos de probabilidad y severidad, tomando como referencia la peor condición previsible en términos operacionales (DGAC, 2012).

Seguridad operacional: Es el estado en el que el riesgo de lesiones a las personas o daños a los bienes se reduce y se mantiene en un nivel aceptable, por debajo del mismo, por medio de un proceso continuo de identificación de peligros y gestión de riesgos (DGAC, 2012).

Severidad: Los posibles efectos de un evento o condición insegura, tomando como referencia la peor condición previsible (DGAC, 2012).

Sistema de Gestión de Seguridad: Enfoque sistemático para la gestión de la seguridad operacional, que incluye la estructura orgánica, líneas de responsabilidad, políticas y procedimientos necesarios (DGAC, 2012).

Aeronavegabilidad: Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura, de tal manera que: cumpla con su Certificado Tipo (CT). Exista la seguridad o integridad física, incluyendo sus partes, componentes y subsistemas, su capacidad de ejecución y sus características de empleo. La aeronave lleve una operación efectiva en cuanto al uso (corrosión, rotura, pérdida de fluidos, etc.). (OACI, AERONAVEGABILIDAD, 2005)

Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Certificado tipo (C.T): Es el certificado otorgado por la Autoridad Aeronáutica del Estado de diseño para un producto aeronáutico, cuando se ha determinado el cumplimiento de todas las condiciones de aeronavegabilidad y operaciones establecidas para tal producto. (ICAO, ICAO INTERNATIONAL, 2019)

Circular de asesoramiento: Recomendaciones emitidas por la casa fabricante y supervisada por la autoridad aeronáutica del país dueño del certificado tipo, en donde se explican procedimientos para mejorar la aplicación de ítems de inspección para mantenimiento. (OACI, AERONAVEGABILIDAD, 2005)

Errores: Acción u omisión, por parte de un miembro del personal de operaciones, que da lugar a desviaciones de las intenciones o expectativas de organización o de un miembro del personal de operaciones. (ANAC, 2012)

Ingeniería aeronáutica: Ciencia que estudia el funcionamiento de los fluidos sobre una superficie aerodinámica, sus sistemas, estructura y controles que permiten el vuelo de una aeronave se sustente en el aire. (ICAO, ICAO INTERNATIONAL, 2019)

Inspector: Personal capacitado para realizar auditoria de mantenimiento de aviación. (B.A.E, 2019)

Monitoreo de datos de vuelo: Ayuda al operador a identificar, cuantificar, evaluar y abordar riesgos. Se puede utilizar eficazmente para respaldar una variedad de tareas de seguridad operacional y de aeronavegabilidad.

Personal técnico de mantenimiento: Personal capacitado para realizar intervenciones, reparaciones o reemplazo en componentes aeronáuticos. (B.A.E, 2019)

Potencial de productos aeronáuticos: Limites de operación en tiempo calendario o en horas de funcionamiento de una aeronave. (Aviación, 2005)

Productos aeronáuticos: Elementos fabricados para ser empleados en aeronaves clasificados en productos clase I aeronaves, clase II componentes aeronáuticos mayores, clase III ferretería de aviación. (B.A.E, 2019)

Reglas de vuelo: Existen dos tipos para vuelo visual y vuelo comandado por instrumentos. (ICAO, ICAO INTERNATIONAL, 2019)

Reporte de aeronaves: Deficiencia detectada en el funcionamiento de uno o varios sistemas de una aeronave. (B.A.E, 2019)

Software: Es un conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en una computadora o controlador sistemático.

Tolerancia: Limite admisible luego de alcanzar el tiempo de funcionamiento permitido o caducidad del tiempo calendario.

Directiva de Aeronavegabilidad: Documento emitido por la autoridad aeronáutica, en donde se dispone la ejecución de trabajos de mantenimiento mandatorios para un tipo de aeronave específica. (B.A.E, 2019)

Referencias

- 15, B. d. (ENERO de 2020). GESTIÓN DE SEGURIDAD INTEGRAL. SANGOLQUI, ECUADOR: 15 BAE.
- ANAC. (03 de Mayo de 2012). SMS. *Manual de SMS* . Buenos Aires, Argentina.
- Argentinas, F. A. (2019). *Estado Mayor Conjunto*. Obtenido de <http://www.fuerzas-armadas.mil.ar/Dependencias-DIGAMC.aspx>
- AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL. (4 de JULIO de 2010). OPERACION DE AERONAVES . *NORMAS Y METODOS RECOMENDADOS INTERNACIONALES* .
- Aviación, d. E. (2005). Manual General de Mantenimiento. *mantenimiento de aeronaves de la Aviación del Ejército*. Quito.
- B.A.E, 1. (ENERO de 2019). INSTRUCTIVO DE AERONAVEGABILIDAD. *CONCEPTOS*. LA BALBINA, PICHINCHA, ECUADOR: 15 B.A.E.
- Boilt. (enero de 2018). *History of aviation*. Obtenido de <https://www.britannica.com/technology/history-of-flight>
- Buendía, L., & Colás, P. y. (2001). *Métodos de Investigación en Psicopedagogía*. Obtenido de https://www.ugr.es/~ugr_unt/Material%20M%F3dulo%201/variables.pdf
- Centro de Investigación de matemáticas . (1999). *mat,20*. Mexico: cj.
- Convención de Chicago (Estados Unidos, Chicago, convención de Aviación Civil 1944).
- DGAC. (18 de Octubre de 2012). *Dirección de Navegación Aérea* . Obtenido de http://www.sms-atc.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/Manual-de-SMS_-29.jul_.13_safe.pdf
- DIRECCION GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL. (28 de MARZO de 2014). *REGULACIONES TÉCNICAS. REQUISITOS DE OPERACIÓN: OPERACIONES*

DOMESTICAS E INTERNACIONALES REGULARES Y NO REGULARES.

QUITO, PICHINCHA, ECUADOR.

Ejercito, A. d. (2018). *Manual de estandarización de la AE*. Sangolqui: IGM.

Ejército, A. d. (2019). *Procedimientos Operativos Normales*. Sangolqui: IGM.

ICAO. (2015 de Enero de 2015). *Aviación Civil Internacional*. Obtenido de

<https://www.icao.int/SAM/Documents/2015->

[FDA/3.3%20LATAM%20Colzani%20FDA-Seminar.pdf](https://www.icao.int/SAM/Documents/2015-FDA/3.3%20LATAM%20Colzani%20FDA-Seminar.pdf)

ICAO. (2019). *ICAO INTERNATIONAL*. Obtenido de <https://www.icao.int/about->

[icao/History/Pages/default.aspx](https://www.icao.int/about-icao/History/Pages/default.aspx)

J, Y. (12 de abril de 12). *Historia del primer avión* . Obtenido de <https://www>

[.bbvaopenmind.com/tecnologia/visionarios/los-hermanos](https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/visionarios/los-hermanos)

Lavell, A. (2001). *Centro Regional de Información sobre Desastres para América Latina*

y el Caribe CRID. Obtenido de

<http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc15036/doc15036-contenido.pdf>

Lengua, R. A. (2019). *RAE*. Obtenido de <https://www.rae.es/>

OACI. (2005). *AERONAVEGABILIDAD*. OACI.

OACI. (2013). *SMS*. Montreal, CANADA: Apéndice 1 - SMS & OACI Doc. 9859.

Sampieri, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico DC: Mc Graw Hill.

Segura, C. (2016). Obtenido de Operacionalización de Variables:

<https://www.youtube.com/watch?v=DowwgFEr1dk>

SKYBRARI. (6 de Febrero de 2019). *FLIGHT SAFETY*. Obtenido de

[https://skybrary.aero/index.php/Flight_Data_Monitoring_\(FDM\)#:~:text=Providing](https://skybrary.aero/index.php/Flight_Data_Monitoring_(FDM)#:~:text=Providing)

[%20data%20to%20help%20in,modify%20pilot%20training%20programs%20acc](https://skybrary.aero/index.php/Flight_Data_Monitoring_(FDM)#:~:text=Providing%20data%20to%20help%20in,modify%20pilot%20training%20programs%20acc)

[ordingly.](https://skybrary.aero/index.php/Flight_Data_Monitoring_(FDM)#:~:text=Providing%20data%20to%20help%20in,modify%20pilot%20training%20programs%20acc)

SOMA. (2 de agosto de 2020). El COVID 19 acelera la transformación digital. Caracas ,
Bogota, Colombia .

Tanner, J. (2014). *National Technical Reports Library NTRL*. Obtenido de
<https://ntrl.ntis.gov/NTRL/dashboard/searchResults/titleDetail/ADA328149.xhtml>

TÉCNICAS, O. R. (2014). *PARTE 147 ENTRENAMIENTO*. OACI.

X, P. (1 de abril de 2019). Procedimientos de Certificación de aeronavegabilidad.
Sangolqui, Pichincha , Ecuador .

Encuesta