



ESCUELA DE  
POSTGRADOS  
DE LA FAC

"EDUCACIÓN Y LIDERAZGO, EL CAMINO A LAS ESTRELLAS"



Centro de Estudios Aeronáuticos  
Institución Universitaria



# VI COLOQUIO DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA

## MAESTRÍA EN SEGURIDAD OPERACIONAL MAESO

Se darán a conocer los resultados de proyectos de investigación de la Maestría en Seguridad Operacional a la comunidad aeronáutica y en general en modalidad de presentación dinámica de investigación en un evento académico virtual.



**Escuela de Postgrados  
Fuerza Aérea Colombiana**

Maestría en Seguridad Operacional  
Grupo de Investigación CELSO

Comandante Grupo Académico  
TC. Andrés Felipe Maya Pineda

Director de Programa  
MY. Catalina Gómez Cadavid

**Memorias VI Coloquio de Investigación Formativa**  
Maestría en Seguridad Operacional

### **Comité Organizador**

MY. Catalina Gómez Cadavid  
Bryan Felipe Ramírez Segura  
Erika Juliana Estrada Villa  
Andrea Zamira Cárdenas Antolínez  
Ivonne Johana Quesada Pérez

### **Comité Académico y Revisor**

Ivonne Johana Quesada Pérez  
Angélica María Palacios Martínez  
María Alejandra Corzo Zamora  
Bryan Felipe Ramírez Segura  
Erika Juliana Estrada Villa

### **Diagramación**

Aldemar Zambrano Torres

### **Información Técnica**

Publicación Producto de Investigación  
Grupo de investigación CELSO: Cultura, educación y liderazgo en Seguridad Operacional  
COL0198845  
Sexta Edición, abril 2023.  
ISSN 2711-1075  
Periodicidad anual, publicación digital  
[www.epfac.edu.co/es/eventos-academicos/seguridad-operacional](http://www.epfac.edu.co/es/eventos-academicos/seguridad-operacional)  
Bogotá, Colombia 2023

©2023, Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana

Los autores son responsables de la información presentada y contenida en los resúmenes.

La información de este documento no puede ser reproducida, almacenada o transmitida de manera alguna, ni por ningún medio, ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico de grabación o fotocopia sin permiso del autor y/o Editor.

## **VI Coloquio de Investigación Formativa MAESO**

### **Objetivo General**

Dar a conocer los resultados de proyectos de investigación de la Maestría en Seguridad Operacional a la comunidad aeronáutica y en general en modalidad de presentación dinámica de investigación en un evento académico.

### **Finalidades**

- Presentar a los participantes y evaluadores los avances de los proyectos de investigación que se encuentran realizando los estudiantes de cuarto semestre de la Cohorte VIII de la Maestría en Seguridad Operacional.
- Proponer a los expositores un análisis objetivo y de acciones de mejora con el ánimo de fortalecer su trabajo de grado.
- Socializar los avances de la investigación del programa de Maestría ante un comité científico y comunidad académica.
- Fortalecer el proceso de investigación formativa de los estudiantes de la sexta cohorte de la Maestría.

### **Presentación de Ponencias**

1. Entrenamiento por Competencias en los pilotos del equipo SR-50 560 basado en evidence based training.
2. Identificación de la Seguridad Operacional Durante el Uso de mezclas con biocombustibles en motores aeronáuticos
3. Caracterización de los reportes de seguridad Operacional de la FAC desde 2019-2021.
4. Manual para el fortalecimiento del aprendizaje basado en competencias de la instrucción primaria de alumnos de ala fija de la FAC
5. Contribución de los Helicópteros en el proceso de extinción de incendios forestales.

## **Editorial**

La Academia en el nivel de Maestría tiene un gran reto para los estudiantes, que es el enfrentarse a un trabajo de grado que demuestra las competencias investigativas alrededor de un problema científico humanístico o tecnológico, en este caso en el área de Seguridad Operacional que cada vez es más exigente en generar resultados que ayuden a mitigar la ocurrencia de Accidentes Aéreos, por lo que en búsqueda del mejoramiento continuo y la profesionalización de nuestros estudiantes, la Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea en la Maestría de Seguridad Operacional viene desarrollando con éxito una serie de Coloquios donde los Estudiantes presentan ante pares de la comunidad académica y aeronáutica los resultados encontrados en sus investigaciones, confrontándolos ante una mirada crítica que ayuda a fortalecerlas con recomendaciones por parte de expertos, mejorando aspectos metodológicos y temáticos, los cuales aun cuentan con un periodo de tiempo para aplicar lo recomendado.

Durante todo el proceso académico, es el trabajo de grado el encargado de integrar las habilidades y técnicas metodológicas de investigación, así como la aplicación de los conocimientos que integran el currículo de la maestría, de acuerdo a lo visto durante los cuatro semestres, y al final se sustenta ante un Jurado como requisito para graduarse, pero con este coloquio se busca principalmente dos objetivos, por medio de habilidades oratorias enfrentarse a una comunidad académica que ayude a perfeccionar los resultados alcanzados hasta ahora, así como mostrar públicamente resultados académicos que pueden ser de utilidad en el ámbito aeronáutico, buscando que el área académica trascienda en la práctica, por lo que se publican estas memorias para que puedan ser consultadas por estudiantes, profesores, investigadores y profesionales del ámbito aeronáutico.

Esta actividad se desarrolló en convenio con pares evaluadores del Centro de Estudios Aeronáuticos - CEA, ayudando a dinamizar la Red de Investigación en Seguridad Operacional RISOR, interactuando con profesionales de la Aeronáutica Civil, la Fuerza Aérea Colombiana entre otros.

MY. Catalina Gómez Cadavid  
**Jefe de Programa Maestría en Seguridad Operacional MAESO**

## Resultados preliminares de una Propuesta de una Matriz de Evaluación y Desarrollo por competencias en pilotos de la Fuerza Aérea Colombiana

Katerine Andrade Gordillo  
Maestrante en Seguridad Operacional  
Colombia

**Katerine Andrade Gordillo:** Psicóloga egresada de la Universidad el Bosque, Especialista en Psicología Clínica y Magíster en Psicología de la Universidad San Buenaventura de Cali, Jefe Departamento de Comportamiento Humano del Comando Aéreo de Combate No. 3 en la Fuerza Aérea Colombiana. Maestrante de Seguridad Operacional de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana.

**Correo electrónico institucional:** [katerine.andrade@fac.mil.co](mailto:katerine.andrade@fac.mil.co)

### Línea de investigación:

Gestión de la Seguridad Operacional \_\_\_\_\_

Investigación de Accidentes \_\_\_\_\_

Factores Humanos   X  

El factor humano ha sido el factor causal y contribuyente más significativo de los accidentes e incidentes en el ámbito aéreo, responsable de entre el 70 y 80% de los eventos, se hace prioritario focalizar esfuerzos para fortalecer la gestión de amenazas y el error humano para lograr una operación segura. Al igual que la aviación comercial, la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) ha tenido gran incidencia del factor humano en accidentes graves e incidentes que implican el error o la violación de los operadores. Es en este sentido que se hace necesaria la intervención desde la seguridad operacional y las defensas como una forma de minimizar dicho error. De esta forma, el entrenamiento como una de las defensas propuestas para fortalecer la seguridad operacional en el ambiente aeronáutico, es una de las claves para la prevención de dichos accidentes por factor humano. Esta formación, puede llevarse a cabo a través de la propuesta del desarrollo de competencias, y una de las conceptualizaciones más estructuradas es la realizada por la OACI, a través de la recolección y análisis de datos recolectados en aviación, se propone un manual para el desarrollo de la instrucción basada en competencias, definidas como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes para llevar a cabo una labor bajo un estándar específico (Casas, 2021; Flin, et al., 2003; Flin, O'Connor & Crichton, 2008; OACI, 2013; Ramírez & Rodríguez, 2021; Thomas, 2018).

El objetivo de este paper es presentar los avances relacionados con la investigación de la propuesta de la matriz de evaluación y desarrollo por competencias para los pilotos de la FAC, basado en el proceso de entrenamiento basado en datos comprobados. Para tal fin, se propone una adaptación de las matrices propuestas por la OACI (2013) y un diseño de los escenarios simulados para aplicar dicha matriz. La matriz está compuesta por una serie de maniobras que debe ejecutar

cada participante, así como su descripción y el desempeño esperado. La validación de los instrumentos se realizó a través de un panel de expertos.

Es así como la metodología propuesta es con un enfoque mixto, con el objetivo de fortalecer el estudio con aspectos tanto cuantitativos como cualitativos, siendo este último el predominio del método (Corbetta, 2003; Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). La muestra está conformada por 8 pilotos y copilotos con autonomía vigente del equipo SR-560, con un promedio de 240 horas de vuelo y con voluntad de participar en el estudio.

El proceso de investigación se ha propuesto a través de tres fases, en las cuales se realiza una primera aplicación con uno de los escenarios para obtener un pre test, la segunda incluye un desarrollo de competencias compuesta por dos sesiones, donde se realiza una instrucción de las maniobras, en caso de ser necesario y, una tercera fase con una evaluación de las competencias, para obtener un pos test. Cada misión inicia con una descripción de la misma, donde se exponen los objetivos, el desarrollo de la fase y un feedback en relación a la ejecución de las maniobras.

Dentro de los resultados que se han recolectado, se ha podido observar que las misiones se han desarrollado en un total de 88 horas con un promedio por participante de 8,8 horas. Las sesiones incluyen 40 maniobras calificables en las cuales el instructor asigna una nota al desempeño del participante. En la misión pre test, se evidencia un 60% de maniobras dentro de parámetros de seguridad, siendo el 26% la puntuación siguiente y el más bajo con un 7% de maniobras. Respecto a las sesiones de desarrollo de competencias, el 73% de las maniobras se desarrolla con el estándar de seguridad. Y los resultados de la última fase, la cual fue evaluativa, se encontró que el 99% de las maniobras se desarrolló dentro de los parámetros de seguridad.

Es así como, a través de los resultados, se evidencia que al aumentar las sesiones de instrucción, el desempeño de los participantes mejora en tanto se aumenta la calificación de las maniobras dentro de los estándares de seguridad. Así como se observa, un mejor desempeño en los pilotos con más experiencia.

Las conclusiones parciales del proceso investigativo demuestran la facilidad, bajo costo e importancia de la instrucción desarrollada en simuladores, con el objetivo de fortalecer los procesos de seguridad operacional en la aviación. De igual forma, se puede establecer que la fase de adaptación de las matrices fue exitosa, pues ha demostrado que se puede tanto brindar instrucción con base en las maniobras para desarrollar competencias, como realizar una verificación de cumplimiento de los procedimientos. El presente proyecto puede ser aplicado a diferentes equipos de la Fuerza Aérea Colombiana, como a otros equipos de aviación civil, realizando el proceso de adaptación de las matrices, con el objetivo de fortalecer la seguridad operacional y disminuir los incidentes por factor humano.

**Palabras clave:** Competencias, Entrenamiento Basado en Datos Comprobados, EBT, Error Humano.

## **Abstract**

The human factor has been the most significant causal factor and contributor to aircraft accidents and incidents, responsible from 70 and 80% of the events. It is a priority to focus efforts to strengthen threat management and human error to achieve a safe operation. Also, training as one of the defenses to

strengthen operational safety in the aeronautical environment, is one of the keys to preventing accidents due to the human factor. This training can be carried out through the competencies development approach, and one of the most structured conceptualizations is the work from the ICAO, through the compilation and analysis of aviation data, a manual is proposed for the development of the competency-based instruction, defined as the set of knowledge, skills and attitudes to make a task under a specific standard (Casas, 2021; Flin, et al., 2003; Flin, O'Connor & Crichton, 2008 ; ICAO, 2013; Ramírez & Rodríguez, 2021; Thomas, 2018).

The objective of this paper is to present the progress from the investigation about the proposal of the evaluation and development matrix by competencies for the FAC pilots, based on the training process based on evidence. For this purpose, an adaptation of the matrices proposed by ICAO (2013) and a design of the simulated scenarios to apply the matrix are proposed. The matrix is made up of a group of maneuvers that the participant must execute, as well as their description and expected performance. The validation of the instruments was carried out through a panel of experts.

The research process has been proposed through three phases, the first one is an application with one of the scenarios to obtain a pre-test, the second one includes a development of competencies made up in two sessions, with a training instruction of the maneuvers, if necessary, and a third phase with an evaluation of the competencies, to obtain a post-test. Each mission begins with a description of the same, with the objectives, the development of the phase and a feedback in relation to the execution of the maneuvers.

Within the results that have been collected, it has been observed that the missions have been developed in a total of 88 hours with an average per participant of 8.8 hours. The sessions include 40 qualifying maneuvers which the instructor assigns a grade to the participant's performance. In the pre-test mission, 60% of maneuvers were performed with safety parameters, 26% with the next score and lowest score was assigned for 7% of maneuvers. As well as, the competencies development sessions, 73% of the maneuvers are performed with the safety standard. And the results of the last phase, that was evaluative, found that 99% of the maneuvers were performed within the safety parameters.

This is how, through the results, it is evident that by increasing the instruction sessions, the performance of the participants improves, as the qualification of the maneuvers within the safety standards increases. As can be seen, a better performance in pilots with more experience.

The partial conclusions of the investigative process demonstrate the ease, low cost and importance of the instruction developed in simulators, with the objective of strengthening the aviation safety processes. In the same way, it can be established that the adaptation phase of the matrices was successful, since it has shown that it is possible to provide instruction based on the maneuvers to develop competencies, as well as to verify compliance with the procedures. This project can be applied to different aircraft teams of the Colombian Air Force, as well as to other aircraft pilots from civil aviation, carrying out the process of adapting the matrices, with the aim of strengthening operational safety and reducing incidents due to the human factor.

**Keywords:** Competencies, Evidence Based Training, EBT, Human Error.

## Referencias bibliográficas

- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación (Tercera Edición)*. Colombia: Prentice Hill.
- Casas, A. (2021). *Propuesta de competencias no técnicas en pilotos militares de la Fuerza Aérea Colombiana*. [Tesis de grado para optar al título de Magister en Seguridad Operacional, Escuela de Posgrados Fuerza Aérea Colombiana].



- Corbetta, P. (2003). *Metodología y técnicas de investigación social*. México: Mc Graw Hill.
- Escobar-Pérez, J. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, (6) 27-36.
- Flin, R., Martin, L., Goeters, K., Hörmann, H., Amalberti, R., Valot, C. & Nijhuis, H. (2003). Development of the NOTECHS (non-technical skills) system for assessing pilots' CRM skills. *Human Factors and Aerospace Safety* (2) 3, 95-117.
- Flin, R., O'Connor, P. & Crichton, M., (2008). *Safety at the sharp end. A guide to Non-Technical Skills*. Estados Unidos: CRC Press.
- Hernández, R., Collado, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (Sexta Edición)*. México: Mc Graw Hill.
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill.
- Organización De Aviación Civil Internacional (2013). Documento 9995 AN/497. *Manual de Instrucción basada en datos comprobados*. Primera edición. [https://caisatech.net/uploads/XXI\\_1.1\\_OACI\\_H51\\_G196\\_9995\\_R0\\_2013.pdf](https://caisatech.net/uploads/XXI_1.1_OACI_H51_G196_9995_R0_2013.pdf)
- Ramírez, B. & Rodríguez, C. (2021). *Inventario de competencias clave para los pilotos de la Fuerza Aérea Colombiana*. Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana.
- Ramírez, B., Rodríguez, C. & Maestre, L. (2021). *Modelo de entrenamiento basado en la evidencia para el desarrollo de competencias en los pilotos de la Fuerza Aérea Colombiana*. Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana.
- Thomas, M. (2018). *Training and assessing Non-Technical Skills. A practical guide*. Estados Unidos: CRC Press.

## **Resultados Preliminares Respecto a la Seguridad Operacional Requeridos en Pruebas Operacionales con Biocombustibles en Bancos de Pruebas para Motores J60 y PT6A 61A**

Edwin Helbert Ariza Bonilla  
Maestría en Seguridad Operacional  
Colombia

**Edwin Helbert Ariza Bonilla:** Ingeniero Aeronáutico de la Universidad Los Libertadores, Especialista en Finanzas y Administración de la Universidad Militar Nueva Granada y Especialista en Seguros de la Universidad Externado de Colombia, Inspector de Seguridad Operacional de la Aeronáutica Civil de Colombia (AEROCIVIL).

**Correo electrónico institucional:** [edwin.ariza@aerocivil.gov.co](mailto:edwin.ariza@aerocivil.gov.co)

**Línea de investigación:**  
**Gestión de la Seguridad Operacional X**  
**Investigación de Accidentes \_\_**  
**Factores Humanos \_**

En concordancia con el punto de vista de seguridad operacional de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), y en relación a la gestión de seguridad operacional efectuadas por la AEROCIVIL y la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), se determinó como aplicable la actividad relacionada con las pruebas operacionales que se realizan con biocombustibles en motores jet y turbohélice, en este sentido, la gestión de seguridad operacional cobra importancia a fin de identificar los peligros y gestionar los riesgos asociados a las pruebas operacionales, aplicado a los tres ejes de análisis, los cuales son: técnicos, humanos y organizacionales.

De acuerdo con los objetivos específicos planteados en el proyecto de maestría como investigación aplicada, titulada “*Identificación de la seguridad operacional durante el uso de mezclas con biocombustibles en motores aeronáuticos*” (Ariza, 2023), se hizo necesario establecer una base razonable, suficiente y adecuada que fundamente la mitigación de riesgos sobre las acciones o condiciones inseguras que se pudieran presentar durante las pruebas operacionales con biocombustibles en motores aeronáuticos, para este caso, el motor J69 con el banco de pruebas AMT-37-20 y para el motor PT6A - 61A, con el banco de pruebas AMT-37-21, ambos ubicados geográficamente en la base aérea del Comando de Mantenimiento en el municipio de Madrid, Cundinamarca.

Es así, como el programa de gestión de seguridad operacional mediante la metodología predictiva, promueva la cultura de seguridad operacional durante las pruebas con mezclas a partir de biocombustibles. Para lo cual, se diseñaron dos instrumentos que permitieron la recolección de los datos *in situ*, con el fin de establecer una correlación entre el cumplimiento de los objetivos requeridos, las metodologías aplicables y los resultados obtenidos, así:

Se diagnosticó el estado actual de la gestión de seguridad operacional durante el uso de biocombustibles en motores aeronáuticos, bajo la metodología cualitativa a través de un diario de campo, como modelo concurrente (Hernández y Mendoza, 2018), y en donde los resultados obtenidos, permitieron que la caracterización realizada determinara el estado actual de la gestión de seguridad

operacional durante las pruebas operacionales para los tres ejes analizados (técnicos, humanos y organizacional).

Acto seguido se identificaron los peligros y se gestionaron los riesgos asociados a cada una de las mezclas con biocombustibles utilizadas durante las pruebas en banco para motores turborreactores y turbohélices, bajo la metodología cualitativa a través de un diario de campo que permitió establecer las fuentes requeridas como lo son reportes MOR, reportes voluntarios, reportes de fallas en procedimientos, para un manejo de datos, basados en la severidad y probabilidad, para desarrollar una gestión en tecnología, normativa y entrenamiento.

En consecuencia, se elaboraron procedimientos asociados al programa de gestión de la seguridad operacional para pruebas en banco con mezclas de biocombustibles en motores aeronáuticos turborreactores y turbohélices, los resultados obtenidos, permitieron establecer el alcance del sistema de gestión de seguridad operacional, responsabilidades sobre seguridad operacional, los procedimientos de control de documentos, un plan de respuesta de emergencias y una vigilancia del rendimiento de la seguridad operacional, el anterior planteamiento para efectuar una reducción y control de los riesgos a un nivel aceptable.

Establecer el nivel aceptable de seguridad operacional, mediante la recopilación de datos y consolidación de estadísticas sobre el comportamiento de los motores J69 y PT6, durante las pruebas efectuadas con las tres mezclas de biomasa, bajo la metodología cuantitativa a través del instrumento de medición titulado “reporte de ensayos de investigación y desarrollo”, como modelo concurrente. (Hernández-Sampieri, R& Mendoza, C (2018), y en donde los resultados obtenidos, desarrollan un análisis estadístico de brechas entre los resultados obtenidos durante las pruebas operacionales y los deseado (datos establecidos por el manual del motor J69), y de esta manera evidenciar la adecuada operación interna del motor.

El análisis efectuado para el cumplimiento según lo descrito por la sección 219.005 (5) del RAC 219, como funciones de gestión de la seguridad operacional y que sirven de apoyo directo a la operación segura de las aeronaves y sus componentes, aplicables durante la operación de los motores J69 y PT6, con las mezclas de biocombustibles para la estructuración de un modelo de gestión de seguridad operacional en el sector aeronáutico.

De lo anterior, los hallazgos sugieren que el entorno debe garantizar la eficacia de los controles de riesgo y la conciencia de los peligros emergentes, usando la información de manera efectiva que permita el ajuste y las modificaciones necesarias para reducir el riesgo, y generando respuesta al problema planteado bajo la metodología FINER (Factible, Interesante, Novedosa, Ética y Relevante) para la pregunta ***¿Cómo elaborar un programa que gestione la seguridad operacional identificando los peligros y gestionando los riesgos durante las pruebas operacionales con mezclas de biocombustible en los motores J69 y PT6?***

Por añadidura, se demuestra la pertinencia de la investigación, ya que su impacto en seguridad operacional se debe al reconocimiento de que, dicha seguridad se logra de manera adecuada analizando y controlando los riesgos de acuerdo con los lineamientos establecidos en las disposiciones normativas y texto de orientación como iniciativa de la OACI y sus estados contratantes para promover un enfoque global para la implementación de los sistemas de seguridad operacional.

## Preliminary Results Regarding Operational Safety Required in Operational Tests with Biofuels in Test Benches for J60 and PT6A 61A Engines.

Edwin Helbert Ariza Bonilla  
Master in Operational Safety  
Colombia

Edwin Helbert Ariza Bonilla: Aeronautical Engineer from Los Libertadores University, Specialist in Finance and Administration from the Nueva Granada Military University and Insurance Specialist from the Externado University of Colombia, Operational Safety Inspector of the Civil Aeronautics of Colombia (AEROCIVIL).

Institutional email: [edwin.ariza@aerocivil.gov.co](mailto:edwin.ariza@aerocivil.gov.co)

### Line of research:

Operational Safety Management  **X**  
Accident investigation  \_\_\_  
Human factors  \_

In accordance with the operational safety point of view of the International Civil Aviation Organization (ICAO), and in relation to the operational safety management carried out by AEROCIVIL and the Colombian Air Force (FAC), the related activity was determined as applicable. With the operational tests that are carried out with biofuels in jet and turboprop engines, in this sense, operational safety management becomes important to identify the dangers and manage the risks associated with the operational tests, applied to the three axes of analysis, which are: technical, human, and organizational.

In accordance with the specific objectives set out in the master's project as applied research, entitled "Identification of operational safety during the use of mixtures with biofuels in aeronautical engines" (Ariza, 2023), it became necessary to establish a reasonable, sufficient and that bases risk mitigation on unsafe actions or conditions that could arise during operational tests with biofuels in aeronautical engines, in this case, the J69 engine with the AMT-37-20 test bench and for the PT6A engine - 61A, with the AMT-37-21 test bench, both geographically located at the Maintenance Command air base in the municipality of Madrid, Cundinamarca.

This is how the operational safety management program through the predictive methodology promotes the culture of operational safety during tests with mixtures from biofuels. For which, two instruments were designed that allowed the collection of data in situ, to establish a correlation between the fulfillment of the required objectives, the applicable methodologies and the results obtained, as follows:

The current state of operational safety management during the use of biofuels in aeronautical engines was diagnosed, under the qualitative methodology through a field diary, as a concurrent model (Hernández and Mendoza, 2018), and where the results obtained, allowed the characterization carried out to determine the current state of safety management during the operational tests for the three axes analyzed (technical, human, and organizational).

Immediately afterwards, the dangers were identified, and the risks associated with each of the mixtures with biofuels used during the bench tests for turbojet and turboprop engines were managed, under the qualitative methodology through a field diary that allowed the sources to be established. required such as MOR reports, voluntary reports, reports of failures in procedures, for data management, based on severity and probability, to develop management in technology, regulations, and training.

Consequently, procedures associated with the safety management program for bench tests with biofuel mixtures in turbojet and turboprop aeronautical engines were developed. The results obtained allowed establishing the scope of the safety management system, responsibilities for safety, document control procedures, an emergency response plan and safety performance monitoring, the above approach to effect risk reduction and control to an acceptable level.

Establish the acceptable level of operational safety, by collecting data and consolidating statistics on the behavior of the J69 and PT6 engines, during the tests carried out with the three biomass mixtures, under the quantitative methodology through the measurement instrument titled "research and development test report", as a concurrent model. (Hernández-Sampieri, R& Mendoza, C (2018), and where the results obtained develop a statistical analysis of gaps between the results obtained during the operational tests and the desired ones (data established by the J69 engine manual), and of in this way, evidence the proper internal operation of the motor.

The analysis carried out for compliance with what is described in section 219.005 (5) of RAC 219, such as safety management functions that serve as direct support to the safe operation of aircraft and their components, applicable during engine operation. J69 and PT6, with the mixtures of biofuels for the structuring of a management model of operational safety in the aeronautical sector.

From the above, the findings suggest that the environment needs to ensure the effectiveness of risk controls and awareness of emerging hazards, using the information effectively to enable necessary adjustments and modifications to reduce risk and generate a response. to risk. problem posed under the FINER methodology. (Feasible, Interesting, Novel, Ethical and Relevant) for the question How to develop a program that manages operational safety through hazard identification and risk management during operational tests with biofuel blends in J69 and PT6 engines?

In addition, the relevance of the investigation is demonstrated, since its impact on operational safety is due to the recognition that said safety is adequately achieved by analyzing and controlling the risks in accordance with the guidelines established in the regulatory provisions and guidance text as an initiative of ICAO and its contracting states to promote a global approach to the implementation of security systems.

## Referencias Bibliográficas

Ariza, E. (2023) *Identificación de la seguridad operacional durante el uso de mezclas con biocombustibles en motores aeronáuticos* [Tesis de maestría]. Maestría en Seguridad Operacional Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana.

OACI. (2016) *Plan global OACI para la seguridad operacional de la aviación*.

R. Hernandez-Sampieri and C. Mendoza Torres. (2018) *Metodología de la Investigación Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas*. McGRAW-HILL Interamericana editores, Ciudad de México.

*Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. (2016) RAC 219 Gestion de Seguridad Operacional.*

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil – AEROCIVIL. (2020). *Reglamentos Aeronáuticos de Colombia. RAC 1. Cuestiones Preliminares, Disposiciones Iniciales, Definiciones y Abreviaturas.*

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil – AEROCIVIL. (2019). *Programa Estatal para la Gestion de Autoridad en Seguridad Operacional PEGASO.*

Muhammad. A., Hessam J. (2022). *A step change towards sustainable aviation fuel from sewage sludge.*

Mendes. N., Mano A. (2022) *Risk management in aviation maintenance: A systematic literature review.*

## Resultados Preliminares de la Clasificación Reportes de Seguridad de la Fuerza Aérea Colombiana del 2018-2021

Cindy Catalina Burgos Zambrano  
Maestría en Seguridad Operacional  
Colombia

**Cindy Catalina Burgos Zambrano:** Especialista en Alta Gerencia, Especialista en Investigación de Sucesos de Seguridad Operacional en el Comando Aéreo de Combate No.7, Fuerza Aérea Colombiana.

Estudiante Maestría en Seguridad Operacional

**Correo electrónico institucional:** [cindy.burgos@fac.mil.co](mailto:cindy.burgos@fac.mil.co)

### Línea de investigación:

Gestión de la Seguridad Operacional

Investigación de Accidentes

Factores Humanos

De acuerdo a la Organización de Aviación Civil (OACI), en el manual de gestión de seguridad operacional Documento 9859, las organizaciones de aviación deben tener un sistema de gestión de seguridad operacional más conocido como SMS – por sus siglas en inglés, el cual contiene cuatro pilares (OACI, 2018), el tercero de estos corresponde a la gestión de riesgos, que busca la oportuna identificación de peligros, uno de los métodos establecidos en el SMS concierne a los reportes de seguridad operacional, los cuales son informados por los empleados; esta información se deben recopilar, analizar e incorporar en el sistemas de recopilación y procesamiento de datos sobre seguridad operacional (SDCPS) establecido en el Anexo 19 (OACI,2016).

Para facilitar la recopilación y procesamientos de los datos, la OACI estableció la taxonomía ADREP (Accident/ Incident Data Reporting System), la cual permite categorizar, clasificar, distribuir, ordenar y agrupar la información de los sucesos de seguridad, así mismo estableció un estándar a nivel mundial que generó una armonización de la información (Stojić, 2015); si se analiza un dato de manera individual puede no llegar a representar un peligro, consecuentemente los datos deben ser analizados a gran escala con el fin de identificar información crítica y conocer tendencias para la organización (Dekkers y Laursen, 2007).

Entendiendo lo anterior, la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) cuenta con un sistema de gestión de seguridad operacional, con el cual cumple los estándares de la OACI; en este establece una política de seguridad operacional, ordenando a todos los integrantes de la Institución reportar los errores al sistema de gestión de seguridad de la Institución (Plan Estratégico de Seguridad Operacional - FAC, 2019). Por otra parte, en el Manual de Gestión de Seguridad Operacional de la FAC, se informa a todos los integrantes de la institución que los reportes que pueden informar son los voluntarios (SRV) y los obligatorios (MOR), los cuales se explican a continuación: los SRV como lo dice su nombre son reportes voluntarios con los cuales los empleados informan a la Institución los diferentes peligros que ellos consideran, pueden llegar a materializarse, estos hacen parte del sistema predictivo de identificación de peligros, por otro lado, los reportes MOR son obligatorios, ya que son errores que el personal comete, se encuentran establecidos en un listado específico y hacen parte del proceso reactivo de identificación de peligros (FAC, 2020).

Entonces, teniendo en cuenta que la FAC también tiene la necesidad de almacenar y procesar la información, anteriormente la Institución contaba con el sistema de gestión de seguridad (SIGSO), en el cual desde el año 2013 hasta el 2021, se recibieron un total de 7039 reportes de seguridad, sin embargo, los reportes MOR obtenidos del SIGSO no se encontraban clasificados de acuerdo a la taxonomía ADREP, no contenían información relevante que permitiera el análisis de datos con el fin de conocer tendencias y la información pertinente para la toma de decisiones de la FAC.

Consecuentemente se hizo necesario la clasificación de los datos desde el 2019 hasta el 2021, procesando un total de 2614 reportes de seguridad, categorizándolos en: MOR o SRV, unidad de gestión, ubicación del reporte, 1 de las 35 clasificaciones de taxonomía ADREP y 1 de los 351 ítems de esta misma categoría. Es decir, se reclasificaron un total de 18298 datos.

Al procesar esta información se evidenció que muchos de los SRV se encontraban mal categorizados ya que inicialmente correspondían a 1071 (41%) MOR, 1362 (52%) SRV y 170 (7%) SST, una vez procesados los datos quedo re categorizado en 1853 (71%) MOR, 591 (23%) SRV y 181 (6%) SST, de igual manera se analizaron puntualmente los reportes MOR, identificando que de acuerdo a la taxonomía ADREP la mayor cantidad de reportes se encontraron en la categoría de procedimientos (PROC) con 399, seguidos por otros (OTHER) con 241, Aeronaves remotamente tripuladas (RPAS) con 221, aeródromo (ADRM) con 208, fallas de sistemas diferentes a motores (SCF\_NP) con 164, alistamiento de aves (BIRD) con 107 y otras categorías con una población no tan representativa, por otra parte, se logró conocer que de los 1853 reporte MOR, 1236 (67%) fueron informados por los pilotos, 237 (13%) pilotos de RPA, 138 (7%) observadores, 133 (7%) personal de mantenimiento, 133 (5%) controladores aéreos y ETTA 16 (1%) operarios de equipo.

Por lo anteriormente expuesto en los resultados preliminares de la clasificación de los reportes de la FAC, se puede concluir que al reprocesar los datos se evidenció que algunos de los reportes de seguridad operacional almacenados en el SIGSO, presentaban errores en la categorización entre SRV y MOR acorde a la taxonomía ADREP de la OACI, la cual indica un listado de reportes MOR, que al analizar la información dejo en evidencia que alguno de los SRV informados por los empleados de la Institución debían haberse reportado como MOR.

Por último, los datos obtenidos de la investigación se consolidarán a través de y una herramienta del office 365 denominada power bi, la cual se encuentra avalada por la FAC, con el fin último de permitir una mejor comprensión y visualización de la información, la cual quedara de fácil consulta y acceso para la Inspección General de la y a todas las oficinas de seguridad operacional de la FAC ubicadas a lo largo y ancho del país contribuyendo así al cumplimiento del cuarto pilar del SMS, la promoción y comunicación de la información de seguridad operacional.

**Palabras clave:** Taxonomía ADREP, reportes de seguridad, MOR, SRV,

## **Abstract**

According to the Civil Aviation Organization (ICAO), in the safety management manual Document 9859, aviation organizations must have a safety management system better known as SMS, which contains four pillars (ICAO, 2018), the third of these corresponds to risk management, which



seeks the timely identification of hazards, one of the methods established in the SMS concerns operational safety reports, which are reported by employees ; This information must be collected, analyzed and incorporated into the safety data collection and processing systems (SDCPS) established in Annex 19 (ICAO, 2016).

To facilitate the collection and processing of data, ICAO established the ADREP (Accident/Incident Data Reporting System) taxonomy, which allows categorizing, classifying, distributing, ordering and grouping information on safety events, likewise established a standard at a global level that generated a harmonization of information (Stojić, 2015); if a piece of data is analyzed individually, it may not represent a danger, consequently the data must be analyzed on a large scale in order to identify critical information and learn about trends for the organization (Dekkers and Laursen, 2007).

Understanding that, the Colombian Air Force (FAC) has an operational safety management system, with which it complies with ICAO standards; In this, it establishes an operational security policy, ordering all the members of the Institution to report errors to the Institution's security management system (Strategic Operational Security Plan - FAC, 2019). On the other hand, in the FAC Operational Safety Management Manual, all members of the institution are informed that the reports they can report are voluntary (SRV) and mandatory (MOR), which are explained below. : SRVs, as their name says, are voluntary reports with which employees inform the Institution of the different hazards that they consider may materialize, these are part of the predictive hazard identification system, on the other hand, MOR reports They are mandatory, since they are errors that the personnel commits, they are established in a specific list and they are part of the reactive process of hazard identification (FAC, 2020)

For that reason the FAC need to store and process the information, previously the Institution had the security management system (SIGSO), in which from 2013 to 2021, a total of 7039 security reports, however, the MOR reports obtained from the SIGSO were not classified according to the ADREP taxonomy, they did not contain relevant information that would allow data analysis in order to know trends and relevant information for decision making of the FAC.

Consequently, it became necessary to classify the data from 2019 to 2021, processing a total of 2,614 security reports, categorizing them into: MOR or SRV, management unit, location of the report, 1 of the 35 ADREP taxonomy classifications, and 1 of the 351 items in this same category. That is, a total of 18,298 data items were reclassified.

When processing this information, it was evidenced that many of the SRVs were miscategorized since initially they corresponded to 1,071 (41%) MOR, 1,362 (52%) SRV, and 170 (7%) SST. Once the data was processed, it was recategorized at 1,853. (71%) MOR, 591 (23%) SRV and 181 (6%) SST, in the same way the MOR reports were analyzed promptly, identifying that according to the ADREP taxonomy the largest number of reports were found in the category of procedures (PROC) with 399, followed by others (OTHER) with 241, Remotely Manned Aircraft (RPAS) with 221, aerodrome (ADRM) with 208, system failures other than engines (SCF\_NP) with 164, bird enlistment (BIRD) with 107 and other categories with a not so representative population, on the other hand, it was possible to know that of the 1853 MOR reports, 1236 (67%) were informed by the pilots, 237 (13%) RPA pilots, 138 (7%) observers, 133 (7%) maintenance personnel, 133 (5%) air traffic controllers and ETTA 16 (1%) equipment operators.

Based on the above in the preliminary results of the classification of the FAC reports, it can be concluded that when reprocessing the data it was evidenced that some of the safety reports stored in the SIGSO had errors in the categorization between SRV and MOR. according to the ICAO ADREP taxonomy, which indicates a list of MOR reports, which, when analyzing the information, revealed that some of the SRVs reported by the Institution's employees should have been reported as MOR.

Finally, the data obtained from the investigation will be consolidated through an office 365 tool called power bi, which is endorsed by the FAC, with the ultimate goal of allowing a better understanding and visualization of the information, which It will be easily consulted and accessible to the General Inspectorate of the FAC and to all the operational safety offices of the FAC located throughout the country, thus contributing to compliance with the fourth pillar of the SMS, the promotion and communication of operational safety information.

**Keywords:** ADREP taxonomy, safety reports, MOR, SRV,

### Referencias Bibliograficas

- Dekker, S., & Laursen, T. (Septiembre de 2007). From punitive action to confidential reporting: A longitudinal study of organizational learning. *Patient Safety & Quality Healthcare*, 50-56. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/285719041\\_From\\_punitive\\_action\\_to\\_confidential\\_reporting\\_A\\_longitudinal\\_study\\_of\\_organizational\\_learning](https://www.researchgate.net/publication/285719041_From_punitive_action_to_confidential_reporting_A_longitudinal_study_of_organizational_learning)
- Fuerza Aérea Colombiana. (2020). *MAGSO- Manual-FAC-10.2-R-Público* (Segunda ed.). Bogotá: Fuerza Aérea Colombiana.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2019). *Plan Estratégico de Seguridad Operacional P.E.S.O. 2020-2042*. Bogotá: Fuerza Aérea Colombiana.
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2018). *Doc 9859. Manual de Gestión de Seguridad Operacional* (Cuarta ed.). Montreal: OACI. Obtenido de [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/9859\\_cons\\_es\\_2.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/9859_cons_es_2.pdf)
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2016). *Anexo 19* (Segunda ed.). Montreal: Organización de Aviación Civil Internacional. Obtenido de [https://www.icao.int/SAM/Documents/2017-SSP-BOL/Anexo19\\_2daEdition\\_es.pdf](https://www.icao.int/SAM/Documents/2017-SSP-BOL/Anexo19_2daEdition_es.pdf)
- Stojčić, S., Vittek, P., Plos, V., & Lališ, A. (2015). Taxonomies and their role in the aviation Safety Management Systems. *eXclusive e-JOURNAL*, (1).

## **Propuesta preliminar de una guía para el aprendizaje efectivo en alumnos de vuelo primario de la Escuela Militar de Aviación con base en el desarrollo de competencias**

Julieth Paola Jaime Palencia  
Maestría en Seguridad Operacional  
Colombia

**Julieth Paola Jaime Palencia**, Jefe Departamento de Comportamiento Humano EMAVI. Psicóloga egresada Universidad Católica de Colombia, Jefe Departamento de Comportamiento Humano EMAVI. Correo electrónico institucional: [julieth.jaime@fac.mil.co](mailto:julieth.jaime@fac.mil.co) Código ORCID <https://orcid.org/0009-0004-8876-5784>

### **Línea de investigación:**

Gestión de la Seguridad Operacional \_\_\_\_\_

Investigación de Accidentes \_\_\_\_\_

Factores Humanos   X  

La Fuerza Aérea Colombiana dentro de la Estrategia para el Desarrollo Aéreo y Espacial EDAES (2020), tiene como premisa el fortalecimiento de su talento humano así con la seguridad operacional transversal a las operaciones de todo tipo que se desarrollan; de acuerdo con lo anterior y haciendo mención específica en la seguridad operacional, ésta se encuentra inmersa y transversal a todo tipo de actividad aeronáutica, en este caso a la actividad de vuelo y específicamente al proceso de instrucción y entrenamiento de vuelo primario, siendo este proceso el de especial interés en este documento.

Consecuentemente a partir de los informes de fiabilidad de la FAC se observa que en los sucesos de seguridad operacional, el factor humano ocupa el 13% de la causa total de los mismos. Así mismo en los factores causales de los incidentes por Factor Humano, se identifica que las competencias relacionadas con liderazgo, conciencia situacional y toma de decisiones ocupan altos porcentajes en la injerencia del comportamiento de las tripulaciones siendo estas las de mayor necesidad de gestión en la institución. Inspección General Fuerza Aérea Colombiana IGEFA (2021).

De igual manera se observa que en la Escuela Militar de Aviación EMAVI, en los últimos años se han presentado 3 accidentes con un saldo de 2 fatalidades y 3 pérdidas totales de aeronaves en la cual se involucraron tripulaciones en instrucción cuyo factor causal fue el factor humano.

Ahondando más específicamente se tiene en cuenta que en la EMAVI se forman todos los cadetes del programa de ciencias militares aeronáuticas PCMAE, es decir aquellos que están proyectados para ser los futuros pilotos EMAVI (2019), específicamente un grupo de alumnos desarrolla su instrucción primaria en el equipo T90 y un grupo en el equipo C172S en el Comando Aéreo de Transporte N° 1; por lo anterior se pudo verificar que el porcentaje de eliminación correspondió a un 30%, entre los alumnos de vuelo formados entre los años 2016 a 2021, GRUEV (2022), en los cuales persiste que las principales causas se asocian a las dificultades en el proceso de aprendizaje y adaptación al vuelo y el desarrollo de las competencias. Por lo anterior el presente trabajo se orienta a resolver la pregunta ¿Qué tipo de guía reglamentada tienen los alumnos de ala fija en su fase de instrucción primaria, que fomente su aprendizaje y desarrollo de competencias?

Para dar respuesta al problema planteado, se trazó una ruta de acción cuyo primer objetivo consistió en identificar las reglamentaciones, manuales, escritos y comunicaciones oficiales al interior de la institución, acerca del entrenamiento en Factores Humanos a través de la metodología del estado del arte, encontrándose 11 reglamentaciones FAC con injerencia en factor humano, pero ninguna

enfocada al entrenamiento; por otro lado una aproximación al Factor Humano en la FAC en tesis de grado sin embargo éstas no tiene aplicabilidad actual en el proceso de instrucción primaria enfocada en los alumnos. Como segundo objetivo, se indagaron en las carpetas físicas de vuelo de 107 alumnos primarios y se empleó un instrumento de consolidación de datos los cuales se aproximaron a 2950 misiones de vuelo en los diferentes equipos y turnos de vuelo entre los años 2020 y 2022 que fueron incluidos en el instrumento de consolidación. Como tercer objetivo, se analizaron los 2950 datos recolectados encontrándose que del 100% de las misiones voladas el 14% responden a misiones insatisfactorias es decir un aproximado de 450 misiones, siendo las misiones de pre chequeo y chequeos en las fases de pre solo, transición y progreso, las de mayor susceptibilidad de pérdida. Lo anterior quiere decir que este porcentaje de misiones perdidas representan un aproximado de 600 millones de pesos horas maquina invertidos de manera adicional, teniendo en cuenta el precio de mantenimiento y combustible de aviación actual que se aproxima al 1'400.000 por hora en promedio en las aeronaves de instrucción primaria actuales en la FAC de acuerdo con la Subdirección de Adquisiciones de la FAC SUADA (2023).

Ahora bien, es importante mencionar la teoría de spencer y spencer (1993) la cual considera que las competencias requieren ser desarrolladas en actividades donde se requiere efectividad en las tareas siendo el conocimiento, la actitud y las habilidades los factores que se requieren para ser consideradas como tal. Lora H. (2020). Dentro de la esfera del conocimiento, es decir, el saber, se considera importante tomar en cuenta lo planteado por Kolb D. (1993) respecto al aprendizaje a partir de la experiencia. Lo anterior permite tener una claridad conceptual ya que se consolida como la base para responder a la necesidad planteada acerca de diseñar una guía para los alumnos que se encuentran en su fase de vuelo primaria, que permita comprender el proceso de aprendizaje, el comportamiento y una guía para el entrenamiento; así pues, esta guía permitirá al alumno entrenarse en tierra y/o escenarios simulados con base en los resultados obtenidos en el segundo objetivo de la presente investigación en donde se espera un desarrollo de competencias en su fase de pre solo y progreso, enfocándose en las misiones con mayor índice de pérdida como lo son la misión EPP7, EPP12, EPT 7 ( MINEV, 2020) cuyas tareas se centran en procedimiento en vuelo y maniobras con mayor pericia de acuerdo al Programa de Instrucción y Entrenamiento PIE ( 2023).

Finamente se espera con el presente proyecto impactar a nivel institucional en cuanto al entrenamiento tal como lo menciona Reason (1990) citado por Wise J., Hopkin D., y Garland D. (2010) es una de las barreras en la prevención del accidente y dar cumplimiento al objetivo estratégico de mantener un talento humano a través de la gestión del conocimiento y la formación, capacitándose así a las nuevas tripulaciones, mayormente preparadas para la toma de decisiones con base en la filosofía Airmanship, definida por la FAC, IGEFA ( 2023).

**Palabras clave:** Formación, Factor humano, aprendizaje, entrenamiento, competencia.

**Preliminary proposal of a guide for effective learning in primary flight students of the Military Aviation School based on the development of competencies.**

Julieth Paola Jaime Palencia  
Master in Operational Safety  
Colombia

**Julieth Paola Jaime Palencia**, Head of the Department of Human Behavior EMAVI. Psychologist graduated from Universidad Católica de Colombia, Head of the Department of Human Behavior EMAVI. Institutional email: [julieth.jaime@fac.mil.co](mailto:julieth.jaime@fac.mil.co) ORCID Code <https://orcid.org/0009-0004-8876-5784>

**Line of research:**

Safety Management \_\_\_\_\_  
Accident Investigation \_\_\_\_\_  
Human Factors   X  

The Fuerza Aérea Colombiana within the Strategy for Air and Space Development EDAES (2020), has as its premise the strengthening of its human talent as well as the operational safety transversal to the operations of all types that are developed; In accordance with the above and making specific mention in Operational Safety, it is immersed and transversal to all types of aeronautical activity, in this case to the flight activity and specifically to the process of instruction and training of primary flight, this process being of special interest in this document.

Consequently, from the reliability reports of the FAC it is observed that in operational safety events, the human factor occupies 13% of the total cause of them. Likewise, in the causal factors of incidents by Human Factor, it is identified that the competencies related to leadership, situational awareness and decision making occupy high percentages in the interference of the behavior of the crews, these being the of greater need for management in the institution. Inspection General Fuerza Aérea Colombia IGEFA (2021).

Similarly, it is observed that in the Escuela Militar de Aviación EMAVI, in the last few years there have been 3 accidents with a balance of 2 fatalities and 3 total losses of aircraft in which crews were involved in instruction whose causal factor was the human factor.

Delving deeper specifically, it is taken into account that in the EMAVI all the cadets of the PCMAE aeronautical military science program are trained, that is, those who are projected to be the future EMAVI pilots (2019), specifically a group of students develops their primary instruction in the T90 team and a group in the C172S team in the Comando Aéreo de Combate No. 1; therefore, it was possible to verify that the percentage of elimination corresponded to 30%, among flight students trained between 2016 and 2021, GRUEV (2022), in which it persists that the main causes are associated with difficulties in the process of learning and adaptation to flight and the development of flight competences. Therefore, this work is aimed at solving the question: What kind of regulated guide do students have in their primary school, which encourages their learning and development of skills?

To respond to the problem posed, a route of action was drawn up whose first objective was to identify the regulations, manuals, writings and official communications within the institution, about training in Human Factors through the methodology of the state of the art, finding 11 FAC regulations with human factor interference, but none focused on training; on the other hand an approximation to the Human Factor in the FAC in thesis of degree however these do not have applicability current in the

process of primary instruction focused on the students. As a second objective, the physical flight folders of 107 primary students were investigated and a data consolidation instrument was used, which approached 2950 flight missions in the different teams and flight shifts between 2020 and 2022 that were included in the consolidation instrument. As a third objective, the 2950 data collected were analyzed, finding that of the 100% of the missions flown, 14% respond to unsatisfactory missions, that is, a approximately 450 missions, with the pre-check and check missions in the pre solo, transition and progress phases, being the ones with the greatest susceptibility to loss. This means that this percentage of lost missions represents an approximate of 600 million pesos' machine hours invested additionally, taking into account the current aviation maintenance and fuel price that approaches 1.400,000 per hour in the aeronavis of current primary instruction in the FAC according to the Procurement Subdirector a the of the FAC SUADA (2023).

Now, it is important to mention the theory of Spencer and Spencer (1993) which considers that competencies need to be developed in activities where effectiveness is required in tasks being knowledge, attitude and skills the factors that are required to be considered as such. Lora H. (2020). Within the sphere of knowledge, that is, knowledge, it is considered important to take into account what Kolb D. (1993) has stated regarding learning from experience. This allows to have a conceptual clarity since it is consolidated as the basis to respond to the need raised about designing a guide for students who are in their primary flight phase, which allows to understand the learning process, behavior and a guide for training; Thus, this guide will allow the student to train on land and / or simulated scenarios based on the results obtained in the second objective of this research where a development of competences is expected in its phase of presolo and progress, focusing on the mission is with greater rate of loss as they are the missionor n EPP7, EPP12, EPT 7 ( MINEV, 2020) whose tasks focus on flight procedure and maneuvers with greater expertise according to the PIE Instruction and Training Program (2023).

It is finally expected with the present project to impact at the institutional level in terms of training as mentioned by Reason (1990) cited by Wise J., Hopkin D., and Garland D. (2010) is one of the barriers in the prevention of the accident and to comply with the objective it is a logical to maintain a human talent through the management of knowledge and training, thus training the new tribulations, more prepared for the making of decisions based on the Airmanship philosophy, defined by the FAC, IGEFA (2023).

**Keywords:** Training, Human factor, learning, training, competence.

## Bibliografic references

Fuerza Aérea Colombiana, (2020), *Estrategia para el Desarrollo Aéreo y Espacial EDAES*.  
Extraído de [https://suiteve.fac.mil.co/suiteve/doc/searchers?soa=3&mdl=doc&\\_sveVrs=965620230130&&mis=doc-E-8](https://suiteve.fac.mil.co/suiteve/doc/searchers?soa=3&mdl=doc&_sveVrs=965620230130&&mis=doc-E-8) el 21/11/2022.

Fuerza Aérea Colombiana, (2021), *Informe de fiabilidad operacional Fuerza Aérea Colombiana 2021*. Documento socializado por hermes.fac.mil.co

Escuela Militar de Aviación, (2019), *Documento maestro condiciones de calidad para renovación del registro calificado del programa ciencias militares aeronáuticas*.

Fuerza Aérea Colombiana, (2023), *Manual de instrucción y entrenamiento de vuelo MINEV*. Decimo séptima edición. Extraído de Grupo de Instrucción y entrenamiento de vuelos EMAVI.

Grupo de Instrucción y entrenamiento de vuelo GRUEV ( 2022). *Porcentaje de eliminacion de alumnos de vuelo 2016-2021*. Extraído de sección planeación GRUEV.

Fuerza Aérea Colombiana , Subdireccion de adquisiciones (2023). *Información costos combustible y mantenimiento de equipo C172S y T90*. Extraido por outlook el 17 de marzo de 2023.

Lora H. (2020). *La gestión por competencias como estrategia para el mejoramiento de la eficiencia y eficacia organizacional* . Revista saber, ciencia y libertad. Vol 15 No 1. Pp 83-94.

Fuerza Aérea Colombia, IGEFA (2022). *Capitulo 3 PREVAC : Programa AIRMANSHIP para la FAC, prevención de accidentes por Factores Humanos* .

Fuerza Aérea Colombiana, (2023) *programa de instrucción y entrenamiento de vuelo PIE* , duodecima edición.

Wise J., Hopkin D., y Garland D. (2010) . *Handbook of Aviation Human Factors* . Second edition. Ed. CRC Press.

## Tendencias en la operación de Helicópteros en la extinción de incendios forestales

José Luis Oliveros Gómez  
Maestría en Seguridad Operacional  
Colombia

**MY(RA) José Luis Oliveros Gómez:** Administrador Aeronáutico de la Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez”, Piloto de Helicópteros, Maestrante en curso de la Maestría en Seguridad Operacional en la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea

**Correo electrónico institucional:** jose.oliveros@epfac.edu.co

### Línea de investigación:

Gestión de la Seguridad Operacional \_\_\_\_X\_\_\_\_

Investigación de Accidentes \_\_\_\_\_

Factores Humanos \_\_\_\_\_

### Contribución de los helicópteros en el proceso de extinción de incendios forestales

El presente Artículo de Revisión tiene como objetivo, dimensionar cuál es la contribución de las aeronaves de ala rotatoria en el proceso de extinción de incendios forestales, a través de una revisión de la literatura a nivel Internacional empleando la metodología PRISMA, que permita identificar la utilidad de este medio de transporte para hacer frente a este fenómeno, adicionalmente está orientado a determinar los peligros a los cuales se encuentran expuestas tripulaciones y aeronaves en el desarrollo de las operaciones dentro del engranaje que contempla el control y mitigación de este fenómeno.

El Calentamiento global y el Cambio Climático afectan la Biodiversidad en el planeta tierra, lo que representa una amenaza para el ser humano. Los incendios forestales agravan este escenario ([Ballew, 2020](#)).

Debido a esta situación, corresponde a los Gobiernos de los Países afectados por este tipo de fenómeno, realizar esfuerzos orientados a brindar una respuesta de manera adecuada y oportuna. Según lo publicado por el Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas, la inversión por parte de Estados Unidos para cubrir lo relacionado con planificación, prevención, respuesta y recuperación, es de aproximadamente 347.000 millones de dólares anuales ([United Nations Environment Programme, 2022](#)).

Cifras como estas, representan una importante carga económica para el presupuesto de un País y demandan que las actividades desarrolladas sean eficientes, con el fin de aprovechar al máximo los recursos con los que se cuenta.

Dentro de los medios con que algunos Países disponen se encuentra la Aviación, la cual, es una importante herramienta empleada para hacer frente a esta situación. Las aeronaves de ala rotatoria sirven de soporte para las distintas actividades que desarrolla el ser humano, en el caso de los incendios forestales toma bastante relevancia su empleo para el control y mitigación de este fenómeno, teniendo en cuenta que, según sus características y gracias a su versatilidad, permiten el desarrollo de múltiples tareas, ([Rotaru y Todorov 2018](#)).

Sin embargo, los costos de operación pueden llegar a ser bastante elevados dependiendo de la magnitud del incendio y el tiempo requerido para su extinción. En consecuencia, se requiere realizar



una revisión de la literatura con el fin de relacionar la manera, en que diferentes Países emplean los helicópteros para el desarrollo de actividades en la extinción de incendios forestales y de esta forma determinar la relevancia de su empleo en esta actividad.

Para la elaboración de esta revisión de la literatura, se empleó la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses) la cuál a través de una lista de verificación que cuenta con 27 ítems, permite abarcar completamente la estructura de un artículo de revisión. Adicionalmente proporciona la descripción para el empleo de herramientas, que permite estructurar la estrategia de búsqueda de la literatura desarrollando un proceso de identificación, selección, evaluación y síntesis de la literatura existente y de esta manera garantizar la fiabilidad de hallazgos y la idoneidad del trabajo (Page, 2021).

En la elaboración de este Artículo de revisión, se emplean las herramientas dispuestas en la plataforma virtual Ambiente Virtual de Aprendizaje de la Fuerza Pública AVAFP, suministrada por la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, haciendo uso de las bases de datos Proquest, Science Direct y Google Academic y se realiza un proceso de búsqueda de la literatura existente relacionada con la extinción de incendios forestales, por medio de las palabras clave seleccionadas, las cuales son sometidas a revisión mediante el Tesauro de la National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Posteriormente se realizó la selección y evaluación de los artículos teniendo en cuenta los criterios de inclusión como el idioma en que se encuentran publicados eligiendo el inglés y el español, adicionalmente el año de publicación que no exceda 5 años, se emplea el gestor bibliográfico Refworks para la organización de los artículos seleccionados como apropiados para ser incluidos en la revisión.

Finalmente se realiza un meta análisis, que permite sintetizar la información cualitativa previamente obtenida, para analizarla mediante datos cuantitativos y en la cual, a través de una Matriz de revisión, se tienen en cuenta características de los artículos con la finalidad de integrar la información relevante encontrada en los artículos seleccionados (Botella y Zamora, 2017)

Este artículo de revisión busca entregar como producto al lector, un documento que le permita dimensionar las capacidades de los helicópteros, en todo el proceso que comprende la extinción de incendios forestales, las cuales no se encuentran limitadas exclusivamente a la realización de descargas de agua y agentes extintores sobre las áreas afectadas.

Las aeronaves de ala rotatoria son un elemento importante en el engranaje para el control de este fenómeno, permitiendo desarrollar misiones como la observación aérea, el transporte de personal y abastecimientos, la extracción de heridos, evacuación de personas en estado de vulnerabilidad entre otras utilidades que puede ofrecer, en un momento en el cual es primordial para la Humanidad, desarrollar acciones orientadas a la preservación del medio ambiente.

**Palabras clave:** Extinción de incendios, helicóptero, incendios forestales, riesgos operacionales.

## Abstract

## **Contribution of helicopters in the process of extinction of forest fires**

The objective of this Review Article is to measure the contribution of rotary-wing aircraft in the process of extinction of forest fires, through a review of the literature at an international level using the PRISMA methodology, which allows identifying the utility of this means of transport to face this phenomenon, additionally it is oriented to determine the hazards to which crews and aircraft are exposed in the development of operations within the gear that contemplates the control and mitigation of this phenomenon.

Global Warming and Climate Change Affect Biodiversity on planet earth, which represents a threat to humans. Forest fires aggravate the scenario (Ballew, 2020).

Due to this situation, it is up to the Governments of the Countries affected by this type of phenomenon, to make efforts aimed at providing an adequate and timely response. According to what was published by the United Nations Environment Program, the investment by the United States to cover matters related to planning, prevention, response and recovery, is approximately 347,000 million dollars per year (United Nations Environment Program, 2022).

Figures like these represent a significant economic burden for a Country's budget and demand that the activities carried out be efficient, in order to make the most of the resources available.

Among the resources available, Aviation is an important tool used to deal with this situation. Rotary wing aircraft serve as support for the different activities carried out by human beings. In the case of forest fires, their use is quite relevant for the control and mitigation of this phenomenon, taking into account that, according to their characteristics and thanks to its versatility allows the development of multiple tasks (Rotaru and Todorov 2018).

However, operating costs can be quite high depending on the magnitude of the fire and the time required for its extinction. Consequently, it is necessary to carry out a review of the literature in order to relate the way in which different countries use helicopters for the development of activities in the extinction of forest fires and in this way determine the relevance of their use in this activity.

For the elaboration of this review of the literature, the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyzes) methodology was used, which through a checklist that has 27 items, allows to fully cover the structure of a research article. Additionally, it provides the description for the use of tools, which allows structuring the literature search strategy by developing a process of identification, selection, evaluation and synthesis of the existing literature and in this way guarantee the reliability of the findings and the suitability of the work (Page, 2021).

In the elaboration of this Review Article, the tools provided in the virtual platform Virtual Learning Environment of the Public Force AVAFP, provided by the Graduate School of the Colombian Air Force, are used, making use of the Proquest, Science Direct and Google Academic and a search process is carried out for the existing literature related to forest firefighting, through the selected keywords, which are submitted for review through the Thesaurus of the National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Subsequently, the selection and evaluation of the articles was carried out taking into account the inclusion criteria such as the language in which they are published, choosing English and Spanish, additionally the year of publication that does not exceed 5 years, the Refworks bibliographic manager is used to the organization of the articles selected as appropriate to be included in the review.

Finally, a meta-analysis is carried out, which allows the qualitative information previously obtained to be synthesized, to be analyzed using quantitative data and in which, through a Review Matrix, the characteristics of the articles are taken into account in order to integrate the relevant information found. in the selected articles (Botella and Zamora, 2017)

This review article seeks to deliver as a product to the reader, a document that allows him to measure the capacities of helicopters, in the entire process that includes the extinction of forest fires, which are not limited exclusively to carrying out water discharges and extinguishing agents on the affected areas.

Rotary-wing aircraft are an important element in the gear to control this phenomenon, allowing the development of missions such as aerial observation, the transport of personnel and supplies, the extraction of the wounded, the evacuation of people in a state of vulnerability, among other utilities that can offer, at a time when actions aimed at preserving the environment must be developed.

**Keywords:** Firefighting, Helicopter, Wildfire, Operational risks.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson,

A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Moher, D. (2021).

Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española De Cardiología (English Edition)*, 74(9), 790-799. 10.1016/j.rec.2021.07.010

Rotaru, C., & Todorov, M. (2018). Helicopter flight physics. *Flight Physics-Models, Techniques and Technologies*, 10, 1948.

United Nations Environment Programme (2022). *Spreading like Wildfire – The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires*

Botella, J., & Zamora, Á. (2017). El meta-análisis: una metodología para la investigación en educación. *Educación XXI: revista de la Facultad de Educación*, 20(2), 17-38.