

# Congreso Internacional de Logística Aeronáutica



## "Hacia Nuevos Escenarios Competitivos" MEMORIAS

Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana  
Bogotá, D.C. Colombia, Suramérica.

**Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana**

**Director**

CR. Eliot Gerardo Benavides González

**Subdirector General**

CR. Juan Carlos Hernández Guzmán

**Comandante Grupo Académico**

CR. Miguel Enrique Restrepo Cabrera

**Comandante Escuadrón de Educación Superior**

TC. Juan Carlos Hernández Deckers

**Director de Programas Maestría y Especialización en Logística Aeronáutica**

MY. Carlo Adrián Castro Barona

**Comandante Escuadrón de Investigación y**

**Director de Publicaciones**

CT. Germán Wedge Rodríguez Pirateque

**Coordinadora Editorial**

Mayden Yolima Solano Jiménez

-----  
**Memorias**

**Congreso Internacional Logística Aeronáutica**

**Compiladores**

Álvaro Fernando Moncada Niño, PhD.

Sandra Rocío Ordoñez Pedroza, M.Sc. (c).

**Editora**

Mayden Yolima Solano Jiménez

-----  
**Equipo técnico**

**Diseño de cubierta y páginas interiores**

Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana

**Comité Científico Congreso**

**Director de Proyecto**

Carlo Adrián Castro Barona, M.Sc.

**Coordinadores**

Álvaro Fernando Moncada Niño, PhD.

Sandra Rocío Ordoñez Pedroza, M.Sc. (c).

Tirso Rafael Forigua Hincapié, M.Sc.

**Autores**

Andrés Felipe Bello Zapata

Jacqueline Cadena Barrera

María Del Rosario Calle

Rodríguez

Mario Alejandro Cárdenas

Villota

Alfonso Cardozo Zuluaga

Silvia Liliana Ceballos Ramírez

Sebastián Ceballos Uribe

Alexandra Chávez Oviedo

David Enrique Cristancho

Toledo.

Wilmer Alejandro Díaz Rojas

Ricardo Hernández Castro

Carlos Arturo Hernández

Ramírez

Carlos Hoover Jiménez Ortiz

Omar Fabián Murcia Bernal

Juan Sebastián López Torres

Jeisson Leonardo Luján

Sabogal

Oberth Moncayo Castillo

Pedro Eduardo Parada Báez

Javier Leonardo Peña Duarte

Ariel Oswaldo Rodríguez

Garnica

Julio Ernesto Rodríguez

Pirateque

Pedro Andrés Rojas Forero

Diego Hernán Silva Martínez

Fabián Valencia Alvarado

María Carolina Vásquez Ruiz

**Colaboradores**

**Programas Logística Aeronáutica**

Maestría Logística

Aeronáutica Cohorte I y

Especialización en Logística

Aeronáutica Cohorte XVI,

EPFAC.

**Escuadrón de**

**Investigación EPFAC**

Germán Wedge Rodríguez

Pirateque; Erika Juliana

Estrada Villa.

**Entidades**

Corporación Industria

Aeronáutica. CIAC S.A.

Universidad Militar Nueva

Granada, Facultad de

Ingeniería Industrial.

**Información técnica**

Fecha del Congreso: agosto 09 y 10 del 2016. Bogotá, D.C. Colombia (Suramérica)

© Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, noviembre, 2016.

E-ISSN 2539-3251

Periodicidad bianual

*Sitio web*

<https://www.epfac.edu.co/memorias-3>

Colombia. A.A.110111

Teléfonos (057-1) 637 8927 – 6206518 Ext. 1700, 1719, 1722.

**Para mayores informes**

Correo electrónico:

cienciaypoderareo@gmail.com

Cra. 11 No. 102-50 Edificio ESDEGUE, Escuadrón de Investigaciones. Oficina 411. Bogotá D.C.,

Está permitida la reproducción total o parcial de los escritos aquí contenidos para uso personal o con fines académicos e investigativos, siempre y cuando se haga la respectiva cita o referencia a la ponencia, autor(es), y a la publicación de las Memorias del Congreso Internacional de Logística Aeronáutica, en su primera versión con la temática “Hacia nuevos escenarios competitivos”, organizado por la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana. Bogotá, Colombia (Suramérica). En caso de querer reproducir esta obra para otros fines, en cualquiera de sus formatos, deberá contar con el permiso escrito de la entidad editora.

Copyright (c) 2016. Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



## **Memorias**

### **I Congreso Internacional de Logística Aeronáutica**

**"Hacia Nuevos Escenarios Competitivos"**

**Vol. 1. Enero – Diciembre 2016 / pp. 247**

**Agosto 09 y 10 de 2016**

**Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana  
Bogotá, D.C., Colombia (Suramérica)**



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## Presentación

La logística ha tenido un desarrollo importantísimo a lo largo de la historia misma de la humanidad; es así como desde Carlo Magno, pasando por el Imperio Romano, el desembarco de Normandía, la operación Tormenta del Desierto (Castro, 2005, pp. 6-7), el caso *Dell* y *Wal-Mart* hasta el concepto de logística autónoma del avión JF-35, siempre se ha caracterizado por su papel esencial para la efectividad y competitividad de las organizaciones en el cumplimiento de los objetivos estratégicos y en función de los clientes.

En cuanto a la competitividad, según el último informe del Consejo Privado de Competitividad (2015), Colombia ocupa el lugar 61 entre 140 países analizados a nivel global. En igual sentido, nuestro país en América Latina se sitúa en el puesto número 5 dentro de los países más competitivos, por debajo de Chile, Panamá, Costa Rica y México.

Los factores que más impactan negativamente en el índice de desempeño logístico de Colombia son entre otros: calidad de la infraestructura, debilidad en el seguimiento y localización de mercancías, precios de envíos no competitivos, demoras en las entregas, elevados costos de importación y exportación, así como los procesos aduaneros tan demorados, Consejo Privado de Competitividad (2015).

En contraposición a lo anterior, según datos de la IATA (2015) el sector aeronáutico y particularmente el transporte aéreo, representó en 2014 a nivel mundial el 1% del PIB, el tamaño de la conectividad global es ahora de 16.161 ciudades, lo cual ha significado un importante estímulo para el comercio, el turismo y la inversión extranjera directa asociada a las cadenas de suministro globales. Aunado a ello, el sector del transporte aéreo genera aproximadamente 58 millones de empleos en todo el mundo, y alrededor de 621.000 millones de dólares en beneficios catalíticos a través del turismo (IATA, 2015).





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



La aviación marca una huella significativa en la economía Colombiana (IATA, 2011) produciendo un 0,7% del PIB Colombiano y 124.000 empleos equivalente al 0,7% de la fuerza laboral Colombiana. Incluyendo la contribución del sector a la industria del turismo, estas cifras se elevan al 1,7% del PIB Colombiano y 322,000 empleos, o el 1,9% de la fuerza laboral.

Frente a estas cifras, en esencial comprender la importancia de la logística y su aplicación al sector aeronáutico como un elemento catalizador de la competitividad y dinamizador de la economía. En tal sentido, la Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, mediante el Programa de Maestría en Logística Aeronáutica presenta el Primer Congreso Internacional de Logística Aeronáutica “Hacia Nuevos Escenarios Competitivos”, y cuyo objetivo principal es dar a conocer a la comunidad académica y empresarial, las tendencias globales de la logística y su impacto en el sector aeronáutico.

En el mismo tenor, se convocaron a empresarios, directores, responsables del área logística, asesores, coordinadores de programas y actividades de la cadena de abastecimiento, docentes, estudiantes y en general todas aquellas personas relacionadas con actividades gerenciales, administrativas y académicas, tanto del sector público, como privado, interesadas en fortalecer sus conocimientos en logística aeronáutica. Por lo cual, el Congreso presentó el panorama de la Logística Aeronáutica en Colombia, frente a nuevos escenarios, difundió la consolidación y desarrollo del Clúster Aeronáutico en Colombia, como catalizador del sector aeronáutico entorno a la competitividad. Además, se socializaron los avances y resultados de investigaciones en Logística Aeronáutica en Colombia, mediante los trabajos de los estudiantes de Especialización y Maestría.

En esta primera versión del Congreso Internacional de Logística, se contó con la presencia de conferencistas nacionales e internacionales; por ello se convocó al Señor General de la reserva activa de la Fuerza Aérea Colombiana Flavio Enrique Ulloa Echeverry, Gerente de la Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana con la ponencia la Logística y el *pos-acuerdo*, en cual, se ilustró sobre aspectos como la logística como base



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



del éxito organizacional, la colaboración con la base industrial (nacional e internacional), la capacidad de adaptación al cambio constante, las oportunidades en la cadena de suministros de la industria aeronáutica a nivel global y las características de la logística aeronáutica en el *pos-acuerdo*.

También, se dispuso de un espacio para ponentes egresados del programa de Especialización en Logística Aeronáutica. Sumado a ello, la Universidad Católica de Oriente, presentó la ponencia “Importancia de un patio de contenedores Puerto Seco en la Subregión del Altiplano del Oriente Antioqueño”, en la cual se ilustró sobre la importancia de un patio de contenedores – Puerto Seco en la Subregión del Altiplano del Oriente Antioqueño, como soporte a las operaciones de comercio exterior que se realizan en la zona.

La Agencia Nacional de Infraestructura-ANI-como entidad del Estado invitada al Congreso, presentó la ponencia “Una mirada al desarrollo aeroportuario de Colombia”, en la cual se ilustró sobre aspectos como los antecedentes del desarrollo de infraestructura en Colombia, los avances realizados y las proyecciones del sector aeroportuario en consonancia con los planes de desarrollo del Estado.

Para el cierre del primer día del Congreso, se llevó a cabo el conversatorio “La Logística Aeronáutica en Nuevos Escenarios Competitivos”, cuyo moderador fue el Señor General de la reserva activa de la Fuerza Aérea Flavio Enrique Ulloa Echeverry. También se contó con la participación ponentes internacionales como el Señor Coronel José Arturo Gómez Martínez, Director de Mantenimiento de Material de la Fuerza Aérea Mexicana, el Señor Coronel Jefferson Cesar Darolt, Agregado Aéreo de Brasil en Colombia, el Doctor Carlos Alberto Misas, Director de Operaciones de LATAM, y el Doctor Jairo Alexander Fierro Garzón Especialista en Derecho Aeronáutico y Espacial.

En este escenario, se abordaron temáticas como el papel de la logística en el desarrollo de las organizaciones, la importancia del Estado y la academia para el desarrollo del sector empresarial y productivo, la logística aeronáutica como catalizador del desarrollo



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



del país y del sector aeronáutico, los proyectos o desarrollos que se pueden realizar mediante la triada universidad-empresa-estado, para desarrollar el sector aeronáutico, el impacto de la logística aeronáutica en la competitividad del sector, las estrategias se deberían seguir como país para desarrollar y consolidar el sector aeronáutico, la evolución de la logística aeronáutica en cada país, y la proyección de la logística aeronáutica para potenciar el desarrollo del sector y del país.

Durante el segundo día del evento, se realizaron *tracks* de investigación por parte de los maestrantes en logística, con temas pertinentes como el Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas, el modelo de optimización para el registro y gestión de las remociones controladas en las aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana, el rediseño del procedimiento del pronóstico de material aeronáutico requerido para la elaboración del Programa Anual de Soporte Logístico (PASLO) en la FAC, el modelo predictivo para el planeamiento de repuestos aeronáuticos por manteniendo imprevisto para el caso C-208.

Además, se presentó un modelo para la reducción de recursos logísticos y técnicos en las inspecciones de 720 horas en los helicópteros UH-60 de la Fuerza Aérea Colombiana, modelo de útil aplicación en Colombia y el exterior, en las organizaciones que operan este tipo de aeronave.

El Señor Coronel José Antonio Martínez de la Fuerza Aérea de México, en el intermedio del segundo día del Congreso, realizó la ponencia “La visión de México sobre la Logística Aeronáutica Internacional, como detonante en el desarrollo mundial”. Posteriormente, el Doctor Hugo Fernando Tapia de Argentina, realizó su ponencia sobre Proyectos Logísticos: casos almacenes, escenario en el cual se ilustraron aspectos como los elementos estratégicos de la cadena de aprovisionamiento, las etapas de un proyecto, y la gestión de almacenes.

La conferencia de cierre, estuvo a cargo del Doctor Andrés Carlos Bolaños Riesen, Gerente Comercial de Carga de *United Airlines* en Panamá. En su ponencia titulada “Manejo





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



de Operaciones”, se explicitaron aspectos esenciales de la articulación entre la logística y las operaciones aéreas.

Para el cierre del Primer Congreso Internacional de Logística, se realizó el conversatorio sobre el Clúster Aeronáutico, cuyo moderador fue el Señor Mayor Carlo Adrián Castro Barona, Director de la Maestría en Logística Aeronáutica de la Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea; como ponentes invitados estuvieron el Doctor Leonardo De Jesús Mesa Palacios, Director Ejecutivo del Clúster Aeroespacial Colombiano, el Doctor Guillermo Ramos Jiménez, Gerente de Proyectos de Antares IAC, El Señor Teniente Coronel Diego Beltrán Giraldo, Director de la Sección de Certificación Aeronáutica de la Defensa, la Doctora Adíela Patricia Morales Ledesma, Directora del Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la Manufactura y Metalmecánica CINDETEMM, el Doctor Hugo Fernando Tapia, consultor empresarial perteneciente al Centro de Estudios y Aplicaciones Logísticas de la UNCUYO en Argentina, y el Doctor Andrés Bolaños Riesen, Gerente Comercial de Carga de *United Airlines*, Panamá.

Es de destacar que el programa de Logística Aeronáutica dentro de la macro línea de investigación “Logística Aeronáutica y de Servicios”, busca generar soluciones estratégicas en el estudio del sector logístico, mediante proyectos e investigaciones que involucren planeación, uso y movilización eficiente y eficaz de recursos con un enfoque global, integral y sostenible, para lo cual se están desarrollando cuatro proyectos:

Desarrollo de capacidades logísticas; diseño y gestión de cadenas circulares; riesgos en la cadena de aprovisionamiento; formación y desarrollo del clúster aeronáutico; todos ellos de gran impacto y proyección tanto académica como sectorial.

Finalmente, para los siguientes futuros eventos académicos se tienen retos importantes en temas como el desarrollo tecnológico y su papel en la logística, las amenazas transnacionales para el desarrollo de cadenas de aprovisionamiento, el impacto de las cadenas circulares en la logística, el desarrollo y la prospectiva de la logística aeronáutica



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



para el desarrollo del sector aeroespacial, entre otros. Por lo cual, se espera que en los próximos escenarios académicos, consolide a la EPFAC y el Programa de Logística Aeronáutica como el catalizador de educación e investigación de alto impacto, pertinencia y calidad para el sector aeronáutico.

**Mayor Carlo Adrián Castro Barona**

Director de Programas Maestría y Especialización en Logística Aeronáutica

\*\*\*

### **Referencias**

Castro Carlo, A. (2005). Fundamentos de Logística.

Consejo Primado de Competitividad. Escuela Militar de Aviación. Recuperado de

<http://compite.com.co/informe/informe-nacional-de-competitividad-2014-2015/>

Consultado el 1 de agosto de 2016.

IATA (2015). Recuperado de <http://www.iata.org/pressroom/pr/Documents/Spanish-PR-2015-03-03-01.pdf>, consultado el 1 de agosto de 2016.

IATA (2011). Recuperado de <https://www.iata.org/policy/Documents/Benefits-of-Aviation-Colombia-2011.pdf>, consultado el 1 de agosto de 2016.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



**TABLA DE CONTENIDO**

**PRESENTACIÓN**.....5

**CAPÍTULO I - Herramientas de gestión para la logística aeronáutica**

1.Rediseño del procedimiento del pronóstico de material aeronáutico requerido para la elaboración del Programa Anual de Soporte Logístico (PASLO) en la FAC. .... **16**

2.Reingeniería del proceso de compras para optimizar la gestión de aprovisionamiento en el sistema logístico de la logística aeronáutica de la FAC ..... **265**

3.Modelo de optimización, para el registro y gestión, de las “remociones controladas” en las aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana. .... **40**

4.Modelo predictivo para el planeamiento de los repuestos aeronáuticos por mantenimiento imprevisto: caso Caravan Fuerza Aérea Colombiana ..... **466**

5.Modelo para la reducción de tiempos logísticos en mantenimiento imprevisto de los helicópteros medianos Huey II artillados del CACOM-4, de la Fuerza Aérea Colombiana . **55**

6.Revisión modelos de pronósticos de series de tiempo y su factibilidad de aplicación en la FAC ..... **5959**

**CAPÍTULO II - Fortalecimiento de capacidades para la logística aeronáutica**

1.Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional ..... **721**

2.Modelo para la reducción de recursos logísticos y técnicos en las inspecciones de 720 horas en los helicópteros UH-60 de la Fuerza Aérea Colombiana..... **833**

3.Pertinencia del programa de mantenimiento del equipo, Schweizer de acuerdo a la confiabilidad y disponibilidad requerida para la Fuerza Aérea Colombiana - FAC..... **888**

4.Análisis del impacto de las inexistencias de material reparable para el alistamiento de aeronaves de las unidades CACOM-1, CACOM-2 y CACOM-6 de la Fuerza Aérea Colombiana. .... **9999**

5.Factibilidad de estandarización de flotas aeronáuticas-caso Fuerza Aérea Colombiana ..... **1044**

6.Propuesta de un modelo de estructura organizacional para los escuadrones de abastecimientos de los comandos aéreos de combate de la Fuerza Aérea Colombiana - FAC ..... **1077**



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



7. Análisis comparativo de los métodos de evaluación de las capacidades técnicas del personal de suboficiales que realiza el mantenimiento aeronáutico aplicable a la FAC.....**113**
8. Análisis del crecimiento del valor de los almacenes virtuales de la dirección de Comercio exterior. ....**1222**
9. Propuesta de procedimientos logísticos para mejorar los servicios del almacén aeronáutico de la CIAC S.A. .... **1277**
10. Análisis comparativo del cumplimiento de CIAC S.A. como fabricante de piezas frente al proceso estándar de certificación de partes pma por parte de las autoridades aeronáuticas Federal Aviation Administration (FAA) y la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil (UAEAC)..... **1311**
11. Propuesta de un procedimiento para la aprobación de modificaciones a las aeronaves de la aviación de Estado..... **137**

**CAPÍTULO III - Desarrollo del cluster aeronáutico colombiano**

1. Diagnóstico de la industria aeronáutica colombiana, evolución e impacto en el desarrollo nacional.....**14848**
2. Análisis de clúster aeronáuticos referentes para el desarrollo del clúster aeroespacial colombiano..... **1722**
3. Análisis de las capacidades de fabricación de partes aeronáuticas de los clúster aeronáuticos en Colombia..... **2011**

**CAPÍTULO IV- La logística en nuevos escenarios**

1. La Antártida un nuevo escenario logístico para Colombia.....**2122**
2. La alineación del sector aeronáutico militar colombiano con el sistema OTAN y su efecto sobre las operaciones.....**21919**
3. Logística inversa aplicada a los elementos aeronáuticos en proceso de baja y destino final de la Fuerza Aérea Colombiana.....**23333**
4. Importancia de un patio de contenedores - Puerto Seco en la Subregión del Antiplano del Oriente Antioqueño.....**242**

# CAPITULO I HERRAMIENTAS DE GESTIÓN PARA LA LOGÍSTICA AERONÁUTICA



**Congreso Internacional de  
Logística Aeronáutica**







ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## Introducción

La globalización de los mercados, demanda de las organizaciones diferenciarse de la competencia, para obtener ventajas competitivas, las cuales pueden ser obtenidas mediante el desarrollo de capacidades que agregan valor al producto o servicio. Es así, como la gestión de la cadena de suministro se ha convertido en un elemento clave para alcanzar la eficiencia, reducir el costo y mejorar la calidad en un entorno de competencia global.

La cadena de suministro permite el adecuado y eficiente flujo de los productos y el buen manejo de la información para la toma de decisiones y la elaboración de los planes para la empresa. Su gestión incluye tres dimensiones, la primera corresponde a la estratégica la cual permite alcanzar las ventajas competitivas y de su implicación competitiva, convertirlas en sostenibles en el tiempo. Por su parte, la segunda dimensión la táctica, está orientada a la visualización de las actividades que cruzan transversalmente la organización como flujos de procesos e información. Finalmente, la tercera dimensión, la operativa, soporta los movimientos de productos o materiales a través de la cadena, donde se materializa la estrategia y las decisiones tácticas.

Para su eficiente gestión, se hace necesario contar con herramientas que facilitan la visibilidad, aportando información acerca de los procesos y mejorando el intercambio de datos entre todos los miembros de la cadena.

En este capítulo se encontrarán seis trabajos de investigación, orientados a:

1. Mejoramiento en la cadena de suministro y sistemas/soportes logísticos en el sector logístico aeronáutico.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



2. Optimización de tiempos de entrega y disponibilidad de servicios a clientes internos y externos de los diferentes procesos productivos y de servicio.
3. Aplicación de métodos y prácticas para la racionalización de los costos y gastos en todos los procesos de la cadena de la logística aeronáutica.

Estas herramientas, técnicas y métodos apoyan la formulación, diseño, desarrollo e implementación de las dimensiones estratégicas, tácticas y operativas, contribuyendo a la generación de valor e impacto social.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



**1. REDISEÑO DEL PROCEDIMIENTO DEL PRONÓSTICO DE MATERIAL  
AERONÁUTICO REQUERIDO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA ANUAL  
DE SOPORTE LOGÍSTICO (PASLO) EN LA FAC.**

Diego Hernán Silva Martínez - Escuela de Postgrados FAC-Alumno MAELA I.

Datos de contacto: diego.silva@fac.mil.co +(57)3132458984

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios

Ejes Temáticos: Cadena de abastecimiento

### **Resumen**

El presente trabajo de investigación el cual se encuentra en proceso de desarrollo, propone la realización de un análisis del procedimiento actual que está realizando la Fuerza Aérea Colombiana, para la generación de los pronósticos de material aeronáutico requerido para el soporte de operación de las aeronaves, en cumplimiento al Programa Anual de Soporte Logístico (PASLO).

La metodología que actualmente están ejecutando los funcionarios pronosticadores de las Unidades Aéreas, no está obteniendo los resultados esperados en la administración del presupuesto asignado para el funcionamiento de la institución. Lo anterior se evidencia en el incremento histórico que han tenido los almacenes aeronáuticos, como resultado de la mala planeación realizada en el pronóstico generado (el material que se compró como consecuencia del pronóstico no tuvo rotación en el soporte de operación de las aeronaves).

### **Objetivo general**

Rediseñar la metodología del pronóstico de material aeronáutico requerido para la elaboración del Programa Anual de Soporte Logístico en la Fuerza Aérea Colombiana.

Para el desarrollo del objetivo general del trabajo de investigación, se realizará el cumplimiento de los presentes objetivos específicos:

- Identificar los problemas que está generando la ejecución del modelo de pronóstico de material que realiza la Fuerza Aérea Colombiana.
- Determinar las acciones de mejora en el modelo de pronósticos de material aeronáutico.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



- Proponer la modelación requerida para realizar el pronóstico de material aeronáutico durante la elaboración del Programa Anual de Soporte Logístico.

### Marco de referencia

Con el fin de garantizar su misión, la Fuerza Aérea Colombia (FAC), dentro de su Mapa Estratégico Institucional contiene el objetivo de *“desarrollar y mantener el sistema logístico”* (Fuerza Aérea Colombiana, 2011) de las 300 aeronaves que posee en su inventario aproximadamente. Es responsabilidad de la Jefatura de Operaciones Logísticas Aeronáuticas, proveer efectivamente el soporte logístico para el cumplimiento de la operación de estas aeronaves (Fuerza Aérea Colombiana, 2014), mediante la planeación de requerimientos de material basados en los movimientos de los almacenes de las unidades de la Fuerza Aérea Colombiana; la anterior planeación se realiza anualmente y son contratados con un año de anticipación, amparados bajo la ejecución del Programa Anual de Soporte Logístico (PASLO).

La Fuerza Aérea Colombiana mediante el PASLO desarrolla un procedimiento de estimación de material dentro del cual las secciones de Pronósticos de Inventario de los Grupos y Escuadrones Técnicos mediante una modelación matemática, realizan un pronóstico basado en la proyección de horas de vuelo contra movimientos de almacén en un lapso determinado. De acuerdo con el anterior procedimiento de pronóstico, el cual tiene como propósito mantener dentro del inventario de los almacenes aeronáuticos de los Escuadrones y Escuadrillas de Abastecimientos el stock adecuado de material que asegure el soporte de operación de las aeronaves.

El PASLO requiere de la ejecución de un modelo matemático, para determinar las necesidades de material, y se encuentra conformado por dos programas como se presenta a continuación:



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"

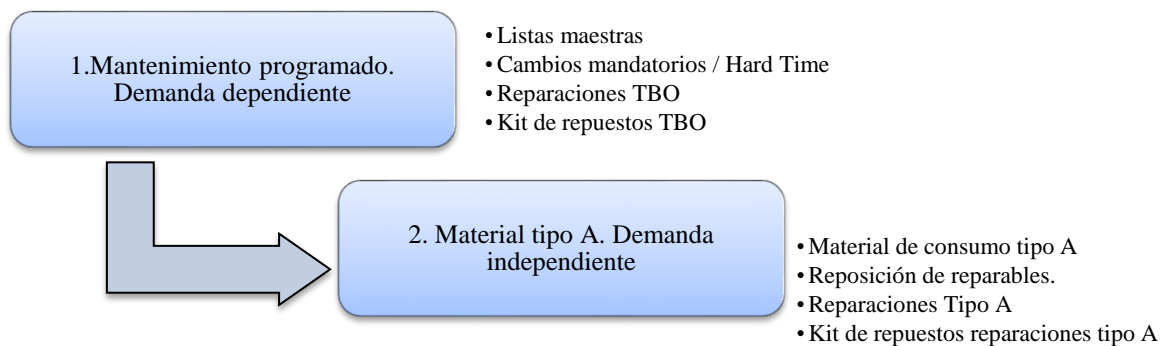
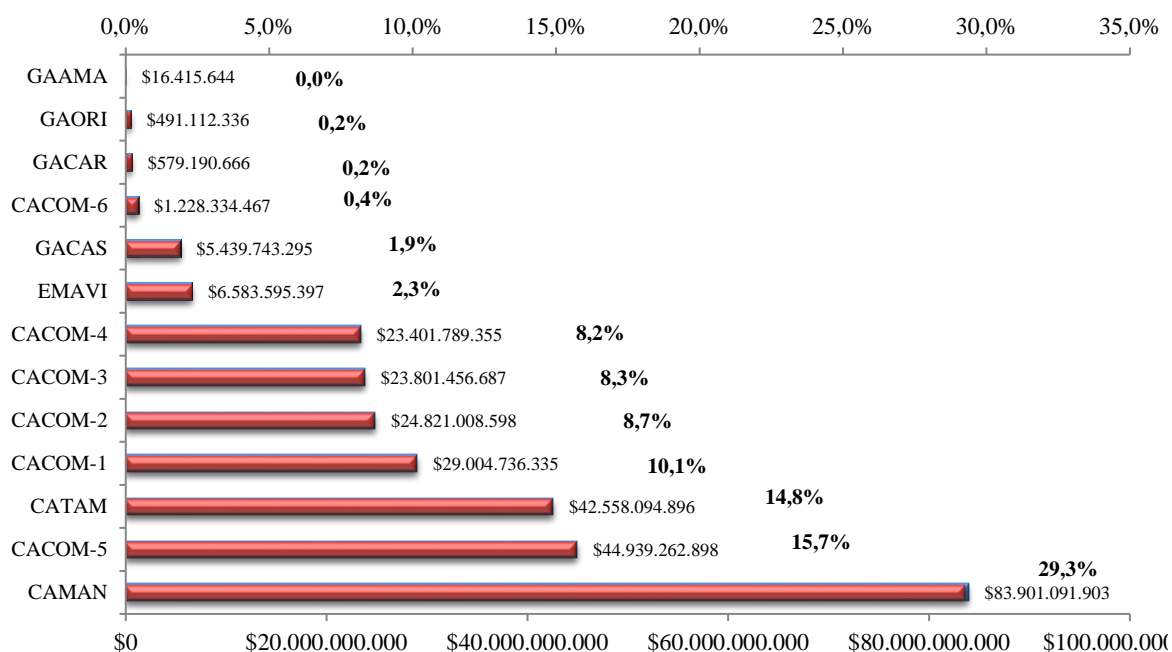


Figura 1. Programas del PASLO. Fuente: Autor.

A continuación se presenta el valor con que cuentan los almacenes aeronáuticos de la Fuerza Aérea Colombiana, como resultado de las adquisiciones de material aeronáutico con cargo a los Programas Anuales de Soporte Logístico y demás programas de adquisición de material, el cual en su totalidad a corte marzo de 2016 poseen un valor de \$286.765 millones de pesos distribuidos en valor y porcentaje del total en las Unidades de la siguiente manera:







ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Figura 2. Valores almacenes aeronáuticos. Fuente: Autor.

De los anteriores valores de inventario, solamente está siendo utilizado el 55,67% por parte de las aeronaves dentro del cumplimiento de su mantenimiento programado e imprevisto, generando una acumulación de material que en un mediano plazo, va a ser considerado dentro de la clasificación de "no rotación".

### Desarrollo de la ponencia

El modelo de pronóstico de material aeronáutico realizado por la Fuerza Aérea Colombiana para ejecutar el Programa Anual de Soporte Logístico (PASLO) requiere de ser modificado, teniendo en cuenta que el modelo en mención, no está siendo congruente con las necesidades reales de las aeronaves, las cuales pueden verse reflejados en los movimientos y rotación de los almacenes aeronáuticos.

El problema del presente trabajo de investigación se manifiesta a la hora de realizar los análisis de indicadores de valores de almacén disponibles para soporte de operación, los cuales como se observa en la figura 3. Valores almacenes aeronáuticos 2013-2015 , durante los últimos tres años, el comportamiento de los valores de los almacenes mantienen una tendencia al incremento, sin poder evidenciar una disminución por la utilización material aeronáutico que ingresa con cargo al Programa Anual de Soporte Logístico:

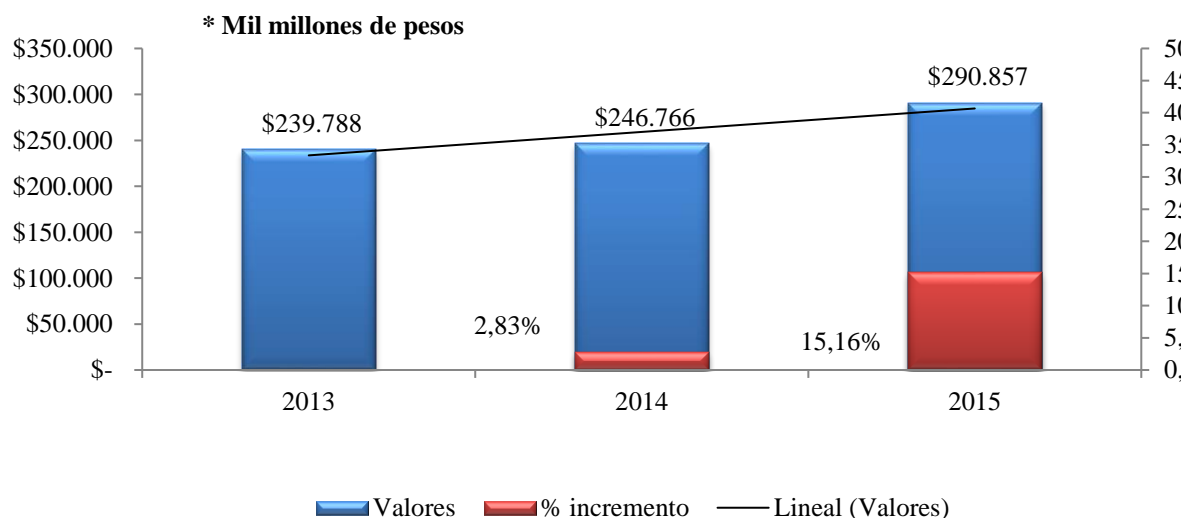


Figura 3. Valores almacenes aeronáuticos 2013-2015. Fuente: Autor



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



El factor más relevante que interviene en la orientación del problema, es la metodología del cálculo matemático generado al momento en el que se realiza el procedimiento del pronóstico de material, conllevando a que el pronosticador durante el proceso de la toma de decisión de realizar los requerimientos, sea inducido al error por problemas procedimentales. Las evidencias y pruebas que llevaron a plantear el presente trabajo de investigación son las siguientes:

Como resultado de la metodología que se realiza para la elaboración del pronóstico del material, el porcentaje de utilización de los elementos pertenecientes al Programa Anual de Soporte Logístico, ha obtenido el siguiente resultado durante los últimos tres años:

- Como se observa en la figura 4. % de consumo PASLO 2013-2015, El porcentaje de utilización de la adquisición del material pronosticado y contratado dentro del Programa Anual de Soporte Logístico, ha tenido una tendencia a la baja desde el 2013 en un 28%, incrementando el valor del inventario no utilizado en los almacenes aeronáuticos de la Fuerza Aérea Colombiana. Para el año 2013 quedo un remanente de 20%, para el 2014 un 26% y para el 2015 en 48% de material aeronáutico disponible:

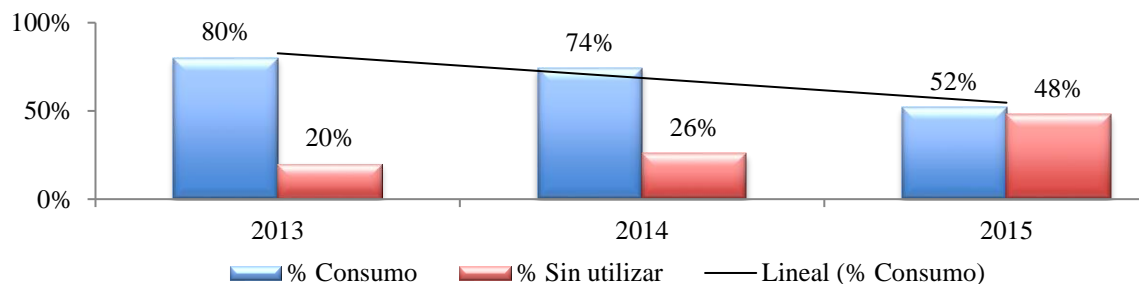


Figura 4. % de Consumo de PASLO 2013-2015. Fuente: Autor

- El anterior porcentaje no utilizado por las aeronaves durante los años analizados (2013-2015), tuvieron como consecuencia que a finalización del período del 2015, se haya totalizado \$83.982 mil millones de pesos en excedente de inventario, como consecuencia de una mala planeación:



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"

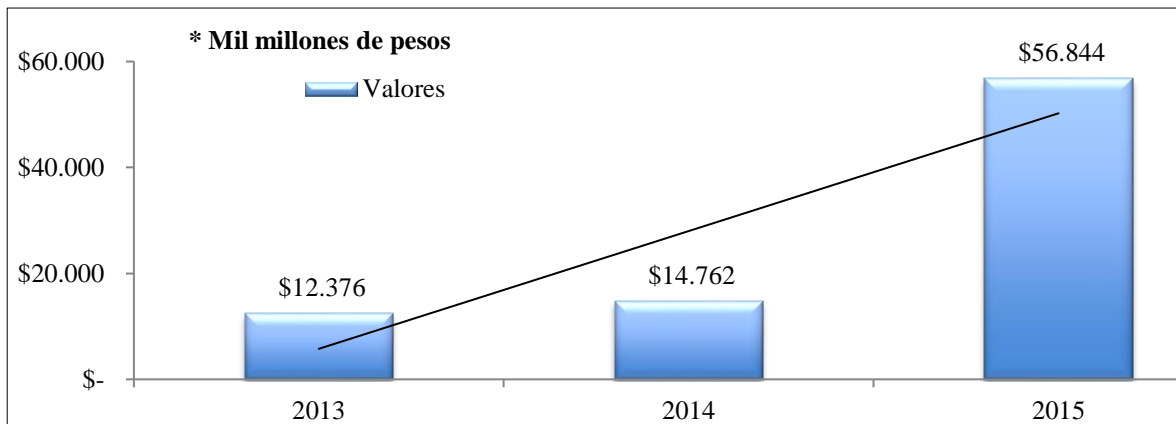


Figura 5. Valor no utilizado adquisiciones PASLO 2013-2015. Fuente: Autor

Teniendo en cuenta lo anterior, la pregunta problema del presente trabajo de investigación es: *¿cuál es la metodología de pronóstico de material aeronáutico requerida para elaborar el PASLO, que evite que los almacenes incrementen sus valores en inventario?*

La administración y la estadística, son las ciencias que se desarrollarán para sustentar el rediseño del procedimiento del pronóstico del PASLO. La administración como ciencia posee un conjunto de conocimientos organizados sistemáticamente que se basan en la acumulación de conocimiento de larga data y que tiene sus propios principios, para estudiar las organizaciones y las empresas, con el objetivo de comprender su funcionamiento, evolución, crecimiento y conducta. La estadística es utilizada para analizar las formas de procesar y analizar datos, esta interactúa con la administración mediante la utilización de pronósticos para la toma de decisiones, analizando evaluaciones históricas dirigidas a predecir sucesos al futuro, mediante la implementación de análisis estadísticos (Makridakis & Wheelwright, 1998).

### Diseño metodológico

El diseño metodológico que se realizara para desarrollar presente trabajo de investigación será el siguiente:

El enfoque de la investigación será cuantitativo, teniendo en cuenta que mediante el análisis del comportamiento de los pronósticos de material ya realizados, se establecerán sus errores y se propondrán los correctivos necesarios para mejorar el procedimiento. *“El enfoque cuantitativo usa la reelección de datos para probar hipótesis, con base en la*



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



*medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías*" (Hernández Sampieri, Collado, & Baptista Lucio, 2010). El tipo de investigación que se desarrollará en la presente investigación cuantitativa será la siguiente, la cual tiene como fuente los archivos de pronóstico de material realizados, más la información de ingresos y salidas de material del sistema de información de la Fuerza Aérea Colombiana (SAP):

Inicialmente se realizará un tipo de investigación exploratorio, con el objetivo de recopilar la información realizada de pronósticos de material durante los dos últimos años (Muestra poblacional para el desarrollo del trabajo de investigación). Lo anterior teniendo en cuenta que *"Los estudios exploratorios sirven para preparar el terreno y por lo común anteceden a investigaciones descriptivos, correlacionales o explicativos"* (Hernández Sampieri, Collado, & Baptista Lucio, 2010).

Con el objetivo de establecer e identificar los problemas que está generando la ejecución del modelo actual de pronóstico de material, que conllevan al incremento de los valores de inventario de los almacenes aeronáuticos, se realizará un tipo de investigación correlacional. *"Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular"* (Hernández Sampieri, Collado, & Baptista Lucio, 2010). Una vez realizada la identificación de los problemas generados por los pronósticos efectuados, se realizarán las modificaciones para actualizar el procedimiento de pronósticos y proponer la modelación estándar y actualizada en Excel mediante el tipo de investigación descriptivo. La investigación descriptiva busca *"especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis"* (Hernández Sampieri, Collado, & Baptista Lucio, 2010).

El establecimiento de las mejoras al procedimiento de pronósticos, se realizará teniendo en cuenta en la verificación de la manera en la que se están aplicando los presentes modelos estadísticos determinados en el procedimiento en mención:



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"

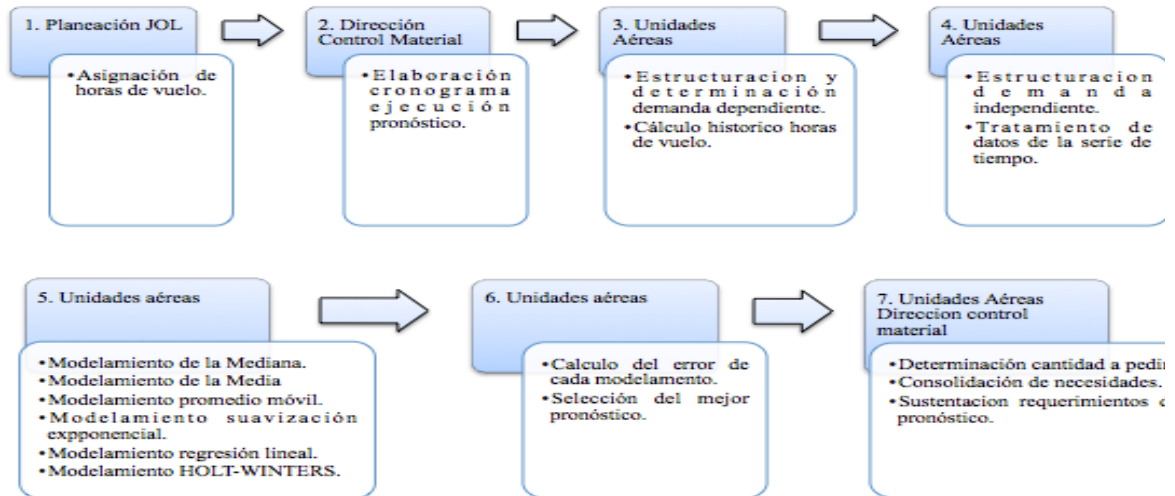


Figura 5. Actividades procedimiento pronóstico PASLO. Fuente: Autor.

### Estado actual del proyecto

Teniendo en cuenta que el presente trabajo de investigación en la actualidad se encuentra en proceso de desarrollo, se espera cumplir con el presente cronograma, con el objetivo de establecer las conclusiones y recomendaciones del mismo:





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



DESCRIPCION	Fecha propuesta	2015												2016												2017												
		ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sept-15	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sept-16	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sept-17	oct-17			
TRABAJO DE ESCRITORIO	1. Sustentación anteproyecto	10/12/15	X																																			
	2. Elaboración marco conceptual			X	X	X	X	X	X	X	X	X																										
	Entrega primer avance marco conceptual	25/07/16		X	X	X	X	X	X	X																												
	Revisión marco conceptual tutor	29/07/16								X																												
	Realización de correcciones del tutor	19/08/16									X																											
	Aprobación tutor marco conceptual	24/08/16										X																										
TRABAJO DE CAMPO	3. Cumplimiento objetivos específicos									X	X	X	X	X	X	X																						
	Recopilar información histórica y definir el período de análisis	16/09/16								X																												
	Validación de la información recopilada	30/09/16								X																												
	Identificación de las causas del incremento del almacén (Objetivo específico 1)	11/11/16									X	X																										
	Identificar oportunidades de modelos de pronósticos.	25/11/16										X																										
	Proponer el modelo a utilizar para la ejecución del pronóstico (Objetivo específico 2)	24/02/17											X	X	X																							
TRABAJO DE ESCRITORIO	Comparativo del nuevo modelo con los datos históricos para validación (Objetivo específico 3)	17/03/17																	X																			
	4. Redacción del borrador del documento del trabajo de investigación	28/04/17																									X											
	5. Revisión por parte del tutor	12/05/17																										X										
	6. Realización de correcciones del tutor.	19/05/17																										X										
	7. Entrega Final																												X	X	X	X	X					
	Aprobación documento final por parte del tutor	26/05/17																										X										
	Entrega documento final a jurados	31/07/17																											X									
	Conceptos jurados	30/08/17																												X								
Corrección conceptos jurados	15/09/16																														X							
Entrega trabajo final con visto bueno del tutor	10/10/17																																X					
8. Sustentación trabajo de Grado	15/11/17																																					
9. Tramite ante Escuela de Postgrados	10/12/17																																					

Figura 1. Cronograma trabajo de investigación. Fuente: Autor



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



## **Referencias**

Hernández Sampieri, R., Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). Metodología de la Investigación. Mexico D.F.: McGrawHill.

Makridakis, S., & Wheelwright, S. (1998). Métodos de pronósticos. México D.F.: Limusa Noriega Editores.

Fuerza Aérea Colombiana. (2011). Plan Estratégico Institucional 2011-2030. Bogotá, Colombia: EXPRECARD'S C.I. S.A.S.

Fuerza Aérea Colombiana. (2016). Seguimiento Gestión Dirección Control Material. Fuerza Aérea Colombiana. Bogotá: Dirección Control Material Aeronáutico.

Fuerza Aérea Colombiana. (2014). Presentación Plataforma Estratégica JOL. Bogotá.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



**2. REINGENIERÍA DEL PROCESO DE COMPRAS PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE  
APROVISIONAMIENTO EN EL SISTEMA LOGÍSTICO DE LA LOGÍSTICA  
AERONÁUTICA DE LA FAC**

Jacqueline Cadena Barrera - Escuela de Postgrados FAC-Alumno MAELA I

Datos de contacto: Jacca73@yahoo.com / Teléfono 3508516364

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios

Ejes Temáticos: Cadena de Abastecimiento.

**Resumen**

Teniendo en cuenta problemática actual que se presenta dentro del proceso de gestión de compras de la FAC, donde no existe una unidad de criterio, y tampoco procedimientos estandarizados donde se unifiquen las actividades de las áreas involucradas, este proyecto consiste en estructurar y optimizar la gestión de aprovisionamiento en el sistema logístico de la logística aeronáutica de la FAC, donde se identifiquen y organicen los procesos y procedimientos de forma adecuada, integrándolo como una sola área, con la finalidad de hacerlos más eficiente y mejorar el desempeño profesional del TH que interviene.

Así mismo, para la operatividad de varias etapas del proceso actual, se cuenta con la herramienta SAP, pero no se tiene completamente definida dentro del diseño implementado del proceso, actividades del módulo de compras como la creación de los códigos de material de los elementos adquiridos, lo cual genera demoras el ingreso de los elementos adquiridos al módulo de almacén, y por ende no permite realizar el pago de las obligaciones a los proveedores, así como la utilización de los elemento adquiridos.

El proyecto propuesto según las características y necesidades de la cadena de suministro de la logística aeronáutica permite establecer los procedimientos necesarios para garantizar la correcta organización y sincronización de los procedimientos logísticos que requiere la Institución en función de su objetivo principal, el desarrollo de las operaciones áreas, de donde surge la importancia de incorporación de las buenas prácticas para los procesos de gestión administrativa que pueden agilizar la manera de contratar bienes o servicios requeridos, así como la relación interna entre los recursos que intervienen en el proceso.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Objetivo general**

Optimizar la gestión de aprovisionamiento en el sistema logístico de la logística aeronáutica de la FAC de forma que se articulen las actividades y responsabilidades de cada área participante dentro del proceso de compras.

### **Marco de referencia**

Las ciencias de la administración son las ciencias dentro de las cuales se desarrolla este proyecto de investigación y están enmarcadas dentro de las ciencias aplicadas, las cuales se basan en realizar investigaciones científicas con la finalidad de realizar posibles aplicaciones prácticas de estos estudios.

Las ciencias de la administración cobijan diferentes disciplinas entre las cuales están la Logística, Reingeniería de procesos, la teoría de las organizaciones y la estrategia empresarial las cuales están alineadas con el presente proyecto.

### **Marco teórico**

Para incrementar la eficiencia en la gestión de aprovisionamiento de la Fuerza Aérea Colombiana se requiere hacer una estructuración al proceso de compras enmarcado bajo la gestión administrativa de la Organización, y aunque esta actividad suele estar bajo los lineamientos de las leyes y políticas de contratación de las entidades estatales, existen aspectos que requieren de mejora y pueden modificarse, para los cual es importante el aprovechamiento de los aspectos humanos y tecnológicos con los que cuenta la organización, ya que en ciertas etapas del proceso actual, algunas veces el origen de la problemática está en la implementación del proceso y no en el diseño del mismo.

De acuerdo a lo anterior, para la ejecución del presente proyecto, existe una metodología conocida como arquitectura empresarial que permite alinear los procesos, aplicaciones, datos y tecnologías con los objetivos de la organización, como afirma (Arango Serna, Londoño Salazar, & Zapata Cortes , 2010): “Básicamente, la AE es un acercamiento holístico para el manejo y gestión de una organización, la cual adopta una vista integral que cubre desde sus procesos de negocio, los sistemas de información, los datos e información y la infraestructura tecnológica”, y en el mismo artículo relacionan lo siguiente: “Una AE explica cómo todos los elementos de las tecnologías de la información en una organización, los procesos, los sistemas, la estructura organizacional y las personas se integran y trabajan de forma conjunta como un todo”.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Bajo el mismo concepto de AE, el estudio realizado por (Orantes, Gutierrez , & Lopez, 2009), relaciona los pilares básicos de la arquitectura empresarial, y profundiza su estudio en la arquitectura de procesos del negocio donde afirma los siguiente.

Lo importante es no dejar de lado que el negocio está en constante evolución y que para administrar y monitorear características relacionadas con la ejecución de procesos y actividades de negocio, habrá que analizar y rediseñar los Procesos de Negocio (PN), para lograr alcanzar actividades específicas y lograr un equilibrio humano-tecnología, definitivamente para alcanzar la arquitectura de procesos de negocio, la empresa tiene que implantar una metodología de rediseño y tener claras las actividades específicas que en su momento tiene que modificar por los cambios en los PN.

Es importante conocer el diagrama del proceso actual (AS-IS) para identificar las oportunidades de mejora, y generalmente los procesos no automatizados son difíciles de comprender por la complejidad de cómo están planteados, razón por la cual y orientados en la misma dirección, los autores del artículo relacionado anteriormente, definen la aplicación del BPM (Business Process Management, gestión de procesos de negocio), como “una metodología empresarial cuyo objetivo es mejorar la eficiencia a través de la gestión sistemática de los procesos de negocio, que se deben modelar, automatizar, integrar, monitorizar y optimizar de forma continua”, lo que confirma que con la utilización de un BPM se logra modelar la realidad del proceso de forma gráfica y automatizada, permitiendo identificar más fácilmente las actividades relacionadas así como los recursos que se tienen para cada actividad, al mismo tiempo que se podrán identificar algunos problemas presentes en el proceso actual que permitirán plantear oportunidades de mejora y posteriormente aplicar la reingeniería que se quiere lograr a través de este proyecto ya que va relacionado con la planificación del nuevo modelo del negocio.

Una vez se ha definido como rediseñar el proceso, es necesario realizar mediciones para analizar el desempeño del mismo, que evidencie que el modelo del proceso deseado (to-be) presenta mejoras en el desempeño de los indicadores evaluados en referencia al proceso actual, para lo cual se utilizan herramientas basadas en el Modelo de Referencia de las Operaciones de la Cadena de Suministro o en Inglés el SCOR MODEL (Supply Chain Operations Reference model), el cual permite integrar los procesos, los indicadores para medirlo, y la tecnología como lo argumenta (Calderon Lama & Lario Esteban, 2005):

El Modelo proporciona un marco único que une los Procesos de Negocio, los Indicadores de Gestión, las Mejores Prácticas y las Tecnologías en una estructura unificada para apoyar la comunicación entre los Socios de la Cadena de Suministro y



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



mejorar la eficacia de la Gestión de la Cadena de Suministro (GCS) y de las actividades de mejora de la Cadena de Suministro (CS) relacionadas.

Teniendo en cuenta que el objetivo del presente proyecto es articular las actividades desarrolladas en forma individual por los Departamentos involucrados dentro de la gestión de compras de la FAC, focalizado en unificar el proceso de gestión administrativa dentro de la FAC; se debe tener en cuenta que dichas actividades desarrolladas por las diferentes áreas involucradas en el proceso de compras hay que desarrollarlo bajo el concepto de la gestión de procesos, que de acuerdo a (Mallar , 2010): “La Gestión basada en los Procesos, surge como un enfoque que centra la atención sobre las actividades de la organización, para optimizarlas.”, lo que está relacionado con lo que se pretende hacer en el presente proyecto, de interrelacionar o alinear las actividades para conseguir una eficiencia organizacional y la optimización en el uso de recursos existentes.

La gestión de compras es una de las tareas más importantes dentro de la cadena de suministros, razón por la cual se deben definir unas buenas prácticas en el proceso de aprovisionamiento las cuales deben ser aplicadas por todas las unidades aéreas, contextualizando la definición de buenas prácticas son la forma óptima como una organización hace las cosas dentro de un proceso o procedimiento que demuestran su eficacia y por ello vale la pena ser aplicado por otras organizaciones que para este proyecto serán las Unidades Aéreas.

Así mismo bajo la metodología de trabajo en áreas administrativas conocida como Lean Office se buscara mejorar los procesos y reducir las ineficacias, ya que permite hacer más con los recursos que se tienen y se esfuerza por una gestión administrativa más eficiente.

Dentro de los cuatro elementos fundamentales que componen el modelo SCOR, se encuentran las mejores prácticas que al implementarlas servirán para incrementar el desempeño del proceso, lo cual establece que es necesario socializar las mejores prácticas de la Gestión del compras a las unidades aéreas, con el fin de que se incluyan dentro de las prácticas y procedimientos del proceso de gestión de aprovisionamiento, lo anterior es afirmado por (Salazar Sanabria & Lopez Bello, 2009):

El equipo de rediseño debe consultar las sugerencias de las mejores prácticas y considerar los cambios que se podrían hacer, como: nuevas prácticas de gestión, nuevas prácticas de empleados o uso de aplicaciones de software para automatizar una actividad o para apoyar a los empleados que realizan la actividad.





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### Marco conceptual

Actualmente la cadena de suministros de una empresa debe ser vista como un sistema, donde existan procesos que se interrelacionan entre sí, e integren dichos procesos, con la tecnología, la infraestructura y el personal para lograr los resultados esperados, en los diferentes procesos logísticos de la cadena de suministro, los cuales cubren desde el aprovisionamiento, el almacenamiento, la producción, el servicio al cliente, teniendo en cuenta que la función de toda organización de ser sostenible en el tiempo.

Una cadena de suministros según ( Young & Esqueda, 2005, pág. 63) es: "...una serie de entidades conectadas por medio de la relación comprador-vendedor, que se inicia con las materias primas básicas que son extraídas de la tierra o cosechadas hasta llegar al producto terminado en las manos del consumidor final.", en donde en efecto cualquier cadena de suministros cuenta con tres partes que son: el suministro, la fabricación y la distribución, en los cuales a su vez esta involucrados varios procesos entre ellos el aprovisionamiento, sobre el cual se espera optimizar y mejorar con este proyecto.

De tal manera que, el éxito de una organización depende de una buena gestión de la cadena de suministros que logre que la empresa perdure en el tiempo e implementar la integración de los diferentes actores dentro esta, por tal razón deberá de ser necesario redefinir su negocio y/o estrategia, que genere un valor agregado, asegurando la alineación entre la estrategia planteada, los procesos y los recursos o activos disponibles (procesos, recurso humano y tecnología), como lo afirma (Nickl, 2005, pág. 15): "...los "Supply Chain Manager" deben reducir las interfaces en la cadena de suministros, es decir, eliminar aquellos procesos que no otorgan valor agregado."

En razón a lo anterior, es importante considerar que dentro de la cadena de suministros existen aspectos como el proceso de la logística de aprovisionamiento o de compras, que se deben reestructurar si dentro del diagnóstico realizado se identifica esta necesidad, contemplándolo como un proceso en su totalidad, con varios actores que intervienen en él, pero con los mismos objetivos.

Teniendo en cuenta que en la Fuerza Aérea existe un proceso denominado gestión administrativa, el cual desarrolla la gestión de compras de la organización, se deben implementar metodologías como la aplicación de la arquitectura empresarial, en donde se debe en primera instancia evaluar el estado actual del proceso y luego determinar cómo su visión a largo plazo.

A partir de lo anterior, dentro de la metodología de arquitectura empresarial se deben afianzar algunos conceptos requeridos como base de conocimiento, para poder



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



desarrollar su implementación, los cuales fueron tomados de (Documento de Diseño y especificación del Marco de Referencia para la Arquitectura Empresarial para la Gestión de TI, a adoptar en las entidades del Sector Público, 2015, págs. 16-26)

Línea de base actual de Arquitectura Empresarial (As-Is): conjunto de resultados que representan la empresa existente, las prácticas actuales de negocios e infraestructura TO – BE o futuro de la Arquitectura Empresarial: Arquitectura deseada o que permite a futuro suplir todas las necesidades o requerimientos.

Modelo de Transición: conjunto de procesos y recursos necesarios para hacer el cambio de un estado actual de la AE de TI, a un estado deseado.

Mejora de procesos de negocio: metodología de cambio enfocada en un proceso de negocio, alcanzado mediante el análisis AS-IS y utilizando diagramas de flujo y otras herramientas, desarrolla un proceso racionalizado futuro, con el que pueda agregarse automatización, para dar lugar a un proceso que es mejor, más rápido y más barato. BPI apunta a reducciones en los costos de 10-40%, con riesgo moderado.

Arquitectura de Negocio: es un componente de la arquitectura empresarial en el que se define la misión, visión, servicios, estrategia, procesos, organización y regulación que debe cumplir la entidad, además de los flujos de información e información que se necesita para alcanzar sus objetivos misionales.

Arquitectura de Transición: es la arquitectura propuesta en cada una de las transiciones que se planean en las fases de implementación. Por medio de las arquitecturas de transición se implementa incrementalmente la estructura hasta alcanzar la arquitectura final.

Siguiendo con el diseño metodológico, que se propondrá para la ejecución del presente proyecto, se requiere la medición del desempeño del proceso bajo la infraestructura AS-IS y TO-BE, estableciendo y analizando indicadores que permita evaluar de manera eficiente el proceso, demostrando un mejoramiento en la gestión con el modelo que se propondrá, permitiendo la toma de decisiones.

Por lo tanto, se utilizara el modelo SCOR MODEL (Supply Chain Operations Reference model), para lograr la medición del proceso, el cual permite establecer los KPIS (Key Performance Indicators) que son según Sánchez (2008, pág. 37) “...una medida cuantificable de rendimiento o desempeño establecida para monitorizar y comunicar unos resultados determinados.”



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Así mismo, (Parmenter, 2007).citado por ( Zuluaga Mazo, Gomez Montoya, & Fernandez Henao, 2014) indica con respecto a los KPIS que :

...uno de los componentes críticos del SCOR son los indicadores de desempeño o KPI's (Key Performance Indicators) los cuales buscan medir el desempeño de la cadena de suministro en sus cuatro (4) niveles (Superior o proceso tipo, configuración, elementos e implementación) y a través de sus cinco (5) procesos básicos (planeación, aprovisionamiento, fabricación, entrega y retorno)

Seguidamente la organización debe mantener identificados, establecidos y definidos sus procesos de la gestión de compras, con el fin de revisarlos de forma periódica, que permitan realizar acciones de mejora al estudiar cuales son las eficiencias implementadas por otras organizaciones y escogiendo las más apropiadas como logren optimizar el proceso, y que generen como resultado las mejores prácticas para ser aplicadas dentro del proceso, lo que permitirá su mejoramiento continuo.

La mejores prácticas (best practices) según (Company, 2015) significa encontrar (y utilizar) las mejores formas de trabajar para alcanzar sus objetivos de negocio. Se trata de mantenerse al día con las formas en que operan las empresas de éxito (en su sector y otros) y la medición de sus formas de trabajar, comparando con las utilizadas por los líderes del mercado.

### **Marco legal**

Siendo la Fuerza Aérea Colombiana una entidad estatal, se rige bajo el marco normativo de la contratación pública en Colombia, la cual se encuentra regulada en la Constitución Nacional, en el régimen de contratación estatal (Leyes 80 de 1993 y ley 1150 de 2007) y en su decreto reglamentario 1082 de 2015, así como el Manual de Contratación del Ministerio de Defensa.

La FAC como entidad pública, , tiene la obligación legal de cumplir con la normativa anterior, dentro de la cual se encuentran enmarcadas las diferentes etapas de contratación, en las cuales se quiere realizar la reingeniería a la gestión de compras en la Institución, aunque bien es cierto que se debe regir bajo los parámetros de la Ley de contratación estatal en Colombia (que define tiempos mínimos de ejecución de los procesos contractuales de acuerdo a su modalidad), lo que se pretende en este proyecto es rediseñar de manera integral el proceso de compras orientado a la eficiencia administrativa.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Desarrollo de la ponencia**

Para presentar ponencias de proyectos concluidos, se debe evidenciar el problema, los objetivos, el desarrollo de la metodología, el marco referencial, los resultados y el análisis de los mismos.

Para presentar ponencia de investigaciones en desarrollo, se debe evidenciar como mínimo: el problema, los objetivos, el planteamiento de la metodología y el marco de referencia, a fin de presentar los postulados que dan el sustento teórico.

### **Problema**

Actualmente el proceso de gestión administrativa de la FAC, tiene falencias que generan demoras en la gestión de las adquisiciones lo cual retrasa la gestión de producción de la logística aeronáutica de la Fuerza, porque el proceso de adquisiciones donde participan diferentes áreas funcionales (Departamentos de Contratos, Departamento Financiero y Departamento de Planeación, Gerente del proyecto, comités estructuradores, evaluadores y supervisores) no se encuentra articulado de forma que defina las pautas que permitan la sincronización de todos los participantes involucrados en el proceso.

Así mismo, como Tics implementadas en la Institución, se encuentra el sistema SAP el cual es considerado como una herramienta ERP (Planificación de Recursos empresariales) que facilita la integración de la información, pero que en algunas etapas del proceso no se encuentra ajustado el proceso implementado con las necesidades reales y su respectiva operatividad, lo que genera también demoras en actividades del proceso como son los pagos a los proveedores y el ingreso del material adquirido a los almacenes.

¿Cómo se deben integrar de forma sistemática las actividades ejecutadas por las diferentes áreas funcionales del proceso de gestión administrativa que genere resultados positivos de eficiencia en la logística de aprovisionamiento de la FAC?

Es importante para el desarrollo del presente proyecto considerar la gobernanza en la arquitectura empresarial la cual establece las capacidades actuales de cada uno de los elementos o pilares con que se cuenta para desarrollar el nuevo modelo del proceso, y con este análisis se debe determinar la relación de forma más específica entre las entidades involucradas, los roles de los involucrados y la tecnología como el sistema SAP, para que el proceso sea más productivo en el desarrollo de cada una de las actividades que lo componen.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Con un proceso articulado entre el activo humano (sus habilidades, capacitación y conocimiento y activo de tecnología (recursos que se tienen), bajo una coordinación sistemática que se podría definir como el activo de relación (Alineación y trabajo en equipo) se logra el uso eficiente de los recursos dentro de la organización.

### **Objetivos específicos**

- Identificar la problemática actual que presenta el proceso de gestión administrativa a través de un diagnóstico basado en hechos cualitativos y cuantitativos.
- Definir las mejores prácticas dentro del proceso de gestión administrativa de la FAC.
- Diseñar la propuesta de estructuración de la gestión de aprovisionamiento articulando las actividades, el talento humano y los sistemas de información.
- Medir el desempeño de la Gestión del aprovisionamiento del diseño propuesto a través de la metodología SCOR.
- Proyectar la implementación de la estructuración propuesta a partir del concepto de Arquitectura Empresarial.

### **Metodología**

El enfoque a utilizar en el desarrollo del trabajo de investigación es el enfoque mixto, ya que se realizara la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, donde de forma más detallada se establece en el diseño metodológico para el desarrollo del proyecto.

El desarrollo de este proyecto se determina como enfoque mixto, ya que se utilizaran de manera integral, los enfoques cuantitativo y cualitativo, con el fin de lograr una perspectiva más amplia de la investigación al permitir una mejor búsqueda o exploración de los datos que aseguren una mayor confiabilidad en los resultados esperados, ya que se realizara primero un diagnóstico asertivo que confirme el planteamiento del problema con la recolección y análisis de datos fundamentada básicamente en un proceso inductivo (enfoque cualitativo) utilizando técnicas de recolección de datos como encuestas abiertas y revisión de documentos, y también se realizara la recolección de datos a través de



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



determinadas mediciones (enfoque cuantitativo), las cuales se transformaran en números para ser analizados a través de métodos estadísticos.

Precisamente para confirmar lo anterior , (Teddlie y Tashakkori, 2003; Creswell, 2005; Mertens, 2005); citado por (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2006, pág. 755) indica: “El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema”

A continuación se indicara el desarrollo del diseño metodológico para el proyecto planteado así:

### **Fase 1**

- Identificar la problemática actual que presenta el proceso de gestión administrativa a través de un diagnostico basado en hechos cualitativos y cuantitativos.

Teniendo en cuenta que aunque se conoce la problemática que actualmente se presenta al interior del proceso y se puede repasar en el ítem planteamiento del problema del presente anteproyecto, no existe un buen diagnóstico basado en hechos cualitativos y cuantitativos.

Por lo anterior se iniciara el trabajo de este proyecto realizando un análisis de causa-efecto como herramienta que represente la relación entre el problema y todas las posibles causas que lo ocasionan con el fin de clarificarlas en diversas causas que afectan los resultados del proceso y determinar las variables que permitan el desarrollo del diagnóstico utilizando técnicas e instrumentos de recolección de información (encuestas, estadísticas, medición de tiempos) que permitan establecer indicadores de medición que logren medir el proceso actual de forma cuantitativa.

De igual forma, apoyándose en revisión de archivos o documentos, discusión en grupos interdisciplinarios, evaluación de experiencias e interacción con los grupos actores del proceso, ya que es importante que se incluyan los actores directamente involucrados en el proceso, quienes son los que conocen más de cerca su problemática actual, y lo que se requiere mejorar, para desarrollar el segundo objetivo de esta fase, el diseño de la propuesta de estructuración de la gestión de aprovisionamiento en el sistema logístico de la FAC.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Fase 2**

- Definir las mejores prácticas dentro del proceso de gestión administrativa de la FAC.

Para desarrollar esta fase, se realizara un análisis de las lecciones aprendidas y actividades que a nivel individual realizan las Unidades Aéreas dentro del proceso de compras, y que pueden ser implementadas a nivel Institucional para lograr en todas las Unidades la eficiencia en el proceso a nivel institucional y no de manera individual.

Las buenas prácticas son fundamentales dentro del desarrollo de este proyecto ya que fijaran las pautas para diseñar la propuesta de estructuración, ya que pretenden generar una estandarización y mejora en los procedimientos y tareas que se verán reflejadas en el análisis de los indicadores que se establezcan para evaluar la eficiencia del nuevo proceso.

### **Fase 3**

- Diseñar la propuesta de estructuración de la gestión de aprovisionamiento articulando las actividades, el talento humano y los sistemas de información.

Se establecerá la Matriz de Roles y Responsabilidades con el fin de definir la participación de cada uno de los actores del proceso y definiendo roles que permitan visualizar de manera clara quien es Responsable de cumplir la tarea, Encargado de Ejecutar la tarea y Encargado de controlar la tarea.

Así mismo teniendo en cuenta la importancia de la Productividad en los Procesos Administrativos a través del concepto de lean office se implantara el Proceso de Mejora Continua en los Procesos Administrativos para la definición de la nueva propuesta de estructuración.

### **Fase 4**

- Medir el desempeño de la Gestión del aprovisionamiento del diseño propuesto a través de la metodología SCOR.

Para el desarrollo de esta fase se utilizara el modelo SCOR, con el cual se busca establecer los indicadores (KPIs), del proceso sobre los cuales se busca optimizar el desempeño del mismo logrando el resultado esperado en aumentar la eficiencia organizacional en la gestión de compras de la FAC.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### Fase 5

- Proyectar la implementación de la estructuración propuesta a partir del concepto de Arquitectura Empresarial.

En esta última fase se definirá la implementación de la estructuración propuesta a partir del estado actual, el plan de transición y el estado futuro desde la perspectiva de reducción de tiempo en los procesos, disminución de errores administrativos dentro de la etapa pre-contractual y contractual y aumento del nivel de satisfacción del talento humano que participa dentro del proceso.

En términos de arquitectura empresarial, la transformación del estado actual al estado deseado en una empresa o entidad, es un proceso continuo que al tener definida la propuesta de estructuración de la gestión de aprovisionamiento en el sistema logístico de la FAC, requiere la etapa de implementación el cual define el curso de acción a seguir para el cumplimiento de la segunda fase del presente proyecto, como por ejemplo socialización del nuevo modelo y mecanismos para hacerlo.

**Resultados:** El proyecto se encuentra en desarrollo.

**Análisis:** El proyecto se encuentra en desarrollo.

**Conclusiones** El proyecto se encuentra en desarrollo

### Referencias

- Anonimo. (2015). Documento de Diseño y especificacion del Marco de Referencia para la Arquitectura Empresarial para la Gestion de TI, a adopstar en las eentidades del Sector Publico. (Tecnocom, & Ministerio de las TIC , Productores) Obtenido de [http://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles-4211\\_sumen\\_del\\_diseno\\_y\\_especificacion\\_del\\_Marco\\_de\\_Referencia\\_de\\_la\\_Arquitectura\\_Empresarial\\_para\\_la\\_Gestion\\_TI\\_del\\_Estado.pdf](http://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles-4211_sumen_del_diseno_y_especificacion_del_Marco_de_Referencia_de_la_Arquitectura_Empresarial_para_la_Gestion_TI_del_Estado.pdf):  
[http://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles-4211\\_sumen\\_del\\_diseno\\_y\\_especificacion\\_del\\_Marco\\_de\\_Referencia\\_de\\_la\\_Arquitectura\\_Empresarial\\_para\\_la\\_Gestion\\_TI\\_del\\_Estado.pdf](http://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles-4211_sumen_del_diseno_y_especificacion_del_Marco_de_Referencia_de_la_Arquitectura_Empresarial_para_la_Gestion_TI_del_Estado.pdf)
- Arango Serna, M., Londoño Salazar, J., & Zapata Cortes, J. (2010). Arquitectura Empresarial-Una vision general. Revista de Ingenieria Universidad de Medellín, 103.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Calderon Lama, J., & Lario Esteban, F. (2005). Análisis del modelo SCOR para la Gestión de la Cadena de Suministro . IX Congreso de Ingeniería de Organización , (pág. 1)

Company, B. (2015). Blog Bit Company. Obtenido de <http://www.bitcompany.biz/beneficios-implementar-buenas-practicas/#.V0zJJ5HhDIU>

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la Investigacion (4° Edicion ed.). Mexico: Mac Graw Hill.

Mallar , M. (2010). LA GESTIÓN POR PROCESOS: UN ENFOQUE DE GESTIÓN EFICIENTE. Visión Futuro, 13(1). doi:1669-7634

Nickl, M. (2005). La evolución del concepto " Logística" al de "Cadena de suministro" y mas alla. Compras y Existencias, 15-19.

Orantes, S., Gutierrez , A., & Lopez, M. (2009). Arquitecturas empresariales: gestión de procesos de negocio vs. Arquitecturas orientadas a servicios ¿se relacionan? Tecnura, 13(25), 136-144. doi: 0123-921X

Salazar Sanabria, H., & Lopez Bello, C. (2009). Propuesta metodológica para la aplicación del modelo Supply Chain Operations Reference. Ciencia, Investigación, Academia y Desarrollo Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá - Colombia, 14(2), 34-41. Obtenido de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/2377/3258>

Sanchez Gomez, G. (2008). Cuantificación de Valor en la Cadena de Suministro Extendida.

Young, R., & Esqueda, P. (2005). Vulnerabilidades de la CS: Consideraciones para America Latina. Revista Latinoamericana de la administración, 63-78.

Zuluaga Mazo, A., Gomez Montoya, R., & Fernandez Henao, S. (2014). Indicadores logísticos en la cadena de suministro. Clio America, 8(15), 90-110.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



**3. MODELO DE OPTIMIZACIÓN, PARA EL REGISTRO Y GESTIÓN, DE LAS  
"REMOCIONES CONTROLADAS" EN LAS AERONAVES DE LA FUERZA AÉREA  
COLOMBIANA.**

Julio Ernesto Rodríguez Pirateque - Escuela de Postgrados FAC-Alumno MAELA I.

Datos de contacto: julio.rodriguezp@fac.mil.co, 3114016177

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios

Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión

**Resumen**

El proyecto presenta una investigación relacionada con el control de la canibalización tanto en la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), como otras organizaciones del sector aeronáutico militar y civil, evalúa el procedimiento existente en la FAC, analizando el concepto de los usuarios, identificando sus debilidades y oportunidades de mejora, para finalmente proponer un modelo de mejoramiento para implementar controles sistematizados que permitan una mejor gestión de dicho procedimiento, tanto para el control de las remociones, la disponibilidad de información confiable para la toma de decisiones y acelerar la respuesta logística para la solución de las demandas insatisfechas que motivan la canibalización.

**Objetivo general**

Modelar un sistema de gestión de las remociones controladas, articulando la cadena de abastecimientos para optimizar la planeación del mantenimiento programado y recuperativo.

**Marco de referencia**

El desarrollo de la investigación se va a enmarcar dentro de las ciencias fácticas, sociales, como lo es la administración y específicamente en la rama de la administración o logística aeronáutica, más específicamente en relación con el control del material para una adecuada planeación del mantenimiento y prevención de la canibalización.

En principio la investigación se enmarca de manera general bajo las teorías y principios de la administración de Frederick Taylor y Henry Fayol, en lo que respecta a la planeación, división del trabajo, unidad de dirección, subordinación del interés individual, centralización, cadena escalonada y orden, asimismo se consideran conceptos



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



importantes para el objeto del proyecto como lo son los sistemas de información, remociones controladas, desmantelamiento y canibalización.

Por último se hace referencia a los documentos doctrinarios existentes dentro de la FAC para abordar el tema de las remociones controladas como lo es el manual de mantenimiento y el mensaje técnico 875.

### **Desarrollo de la ponencia**

Para presentar ponencia de investigaciones en desarrollo, se debe evidenciar como mínimo: el problema, los objetivos, el planteamiento de la metodología y el marco de referencia, a fin de presentar los postulados que dan el sustento teórico.

### **Problema**

El procedimiento para el trámite y seguimiento de las remociones controladas resulta ineficiente e inefectivo, por cuanto la gestión de dichas remociones es lenta y de difícil trazabilidad (actualmente se lleva un cuadro de control desde el 16-dic-2011 a 06-oct-2015 donde hay 1.238 solicitudes de las cuales 508 no registran acción alguna), adicionalmente, los registros no permiten una adecuada visibilidad y reportes oportunos para la toma de decisiones y la prevención del fenómeno conocido en el sector aeronáutico mundial como “canibalización”, el cual silenciosamente afecta la planeación y ejecución del mantenimiento, así como el alistamiento de las aeronaves de la FAC.

### **Objetivos específicos**

1. Documentar la gestión de los años 2013-2015, al interior de la FAC en relación a las remociones controladas.
2. Realizar un análisis comparativo entre las prácticas vigentes al año 2015 en la FAC respecto a las remociones controladas y las prácticas empleadas por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (USAF) y SATENA en la última década.
3. Identificar las oportunidades de mejora en el procedimiento actual, encaminadas a prevenir de manera efectiva la “canibalización” y fortalecer la planeación fundamentada en datos y proyecciones que se obtienen de SAP.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



4. Diseñar nuevas transacciones en SAP y estructurar los ajustes requeridos a los procesos y procedimientos logísticos vigentes.

### **Metodología**

El paradigma investigativo según el objeto de la investigación, es de tipo mixto (cualitativo y cuantitativo), adelantando un estudio descriptivo, para lo cual se emplea el método de investigación de estudio de caso. Lo anterior toda vez que de acuerdo a (Tamayo, 2003), un estudio de caso permite comprender en profundidad el tema, igualmente facilita planear posteriormente investigaciones relacionadas o con un alcance mayor.

El estudio inicia con la recopilación de información de las vigencias 2013-2015, relacionada con el procedimiento, como lo son documentos doctrinarios e incluso registros que permitan evidenciar y determinar de manera clara las características del procedimiento, sus controles, actores y resultados. Para tal fin se cuenta con los registros de los últimos 3 años, los cuales están disponibles en el Centro de Comando y Control de Operaciones Logísticas (C3OL) el cual depende de la Dirección de Ingeniería y Mantenimiento (DIMAN) de JOL.

Por otra y con el fin de probar la hipótesis de que el sistema actual presenta múltiples oportunidades de mejora, respecto a su sencillez, rapidez y efectividad, se ha estructurado una encuesta cuyo objetivo es validar o desmentir la hipótesis mencionada, originalmente se estructuró una encuesta piloto la cual se sometió a pruebas piloto y finalmente se ajustó para aplicarla al 30% de la población estimada (100/300 personas), el modelo de encuesta aplicado puede verse en el apartado de anexos.

Por otra parte de forma paralela se contactó personal al interior de la USAF para obtener información respecto a las políticas de control y manejo de las canibalizaciones al interior de dicha organización, igualmente se entrevistó a personal de SATENA respecto al mismo tema.

Igualmente se realizarán entrevistas a los usuarios de DIPLO y DICMA para identificar el flujo del procedimiento, los controles actuales, las opiniones respecto al mismo y las recomendaciones propuestas por los mismos.

### **Conclusiones**

El proyecto actualmente se encuentra en la fase de recolección y procesamiento de datos, por lo tanto, aún no se han obtenido resultados concretos, sin embargo ha habido una muy buena receptividad por parte del personal de la FAC, igualmente se ha conseguido



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



la colaboración y apoyo de entidades externas, por lo tanto se puede concluir que el proyecto va por buen camino.

## Referencias

Constitución política de Colombia. (1991).

MTFAC 884 R1. (7 de Abril de 2008). *Procedimientos para el Mantenimiento Programado de las Aeronaves FAC*.

Manual de Mantenimiento, FAC 4-27 Público (Septiembre de 2011).

MTFAC 875 R4. (11 de Marzo de 2015). *Remoción controlada de partes, accesorios y equipo aeronáutico de una aeronave para ser instalados en otra aeronave al servicio de la Fuerza Aérea*.

Aeronáutica Civil. (21 de mayo de 2010). Trazabilidad de materiales, partes y componentes. *Circular Informativa(CI-5102-082-012), Rev. 1*.

Block, J., Ahmadi, A., Tyrberg, T., & Söderholm, P. (2014). Part-out-based spares provisioning management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 20(1), 76-95. doi:10.1108/JQME-09-2013-0060

Bueno, T. C. (2016). *Políticas de Comando FAC*. Bogotá D.C.

Enslin, W. (2004). Situational Cannibalization: A viable support alternative. *Logistics spectrum*, 29-34.

Kinnison, H. (2004). *Aviation Maintenance Management*. New York: McGraw-Hill.

Mathaisel, D. F. (2007). *Sustaining the Military Enterprise*. Boca Raton, FL: Auerbach Publications.

Piccoli, G. (2012). *Information systems for managers*. Danvers: John Wiley & Sons, Inc.

RAE. (21 de abril de 2016). Diccionario de la lengua española. Madrid, España. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=D9tCS6J>

Robbins, S. P. (2002). *Fundamentos de Administración*. México: Pearson Educación.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Rojas Soriano, R. (2002). *Investigación Social: Teoría y praxis* (11 ed.). México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

Sensagent Corporation. (21 de abril de 2016). *Enciclopedia en línea*. Obtenido de <http://diccionario.sensagent.com/desmantelamiento/es-es/>

Sreejesh, S., Mohapatra, S., & Anusree, M. R. (2014). *Business Research Methods: An applied orientation*. Dordrecht: Springer International Publishing Switzerland.

Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. Mexico D.F.: Editorial Limusa, S.A. de C.V.

Thomasz, S. (2012). Battlefield maintenance regulations in the allied combat operation. *Science & Military*, 11-15.

Triola, M., & Pineda Ayala, L. E. (2004). *Probabilidad y Estadística*. México: Pearson Education.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



**Anexos**

**Anexo 1. Modelo Encuesta**

Encuesta para evaluar el procedimiento actual para la  
**GESTIÓN DE LAS REMOCIONES CONTROLADAS**

Grado: \_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Cargo o Servicio que lo relacionan con el procedimiento:

\_\_\_\_\_

Se recomienda antes o durante el diligenciamiento de esta encuesta consultar el Mensaje Técnico 875. Por favor a continuación indique el No. de revisión del mensaje consultado \_\_\_\_\_

De 1 a 5 (siendo 5 totalmente de acuerdo y 1 totalmente en desacuerdo) por favor evalúe las siguientes características del procedimiento actual (considérelo de manera global incluyendo las tareas ejecutadas por todas las partes involucradas: ESABA, GRUTE, JOL, DIPLO, DICMA, etc).

- 1. El procedimiento es conocido: 5  4  3  2  1
- 2. El procedimiento es claro: 5  4  3  2  1
- 3. El procedimiento es sencillo: 5  4  3  2  1
- 4. El procedimiento es rápido: 5  4  3  2  1

El procedimiento se cumple exactamente como lo estipula el respectivo MT:

5  4  3  2  1

El procedimiento es efectivo (aporta al cumplimiento de la misión del GRUTE):

5  4  3  2  1

Los registros de las remociones son de fácil y rápida consulta:

5  4  3  2  1

Los registros son coincidentes entre la Unidad y otras partes involucradas JOL, DIPLO, DICMA, etc

5  4  3  2  1

Los registros y datos que suministra el procedimiento, aportan de manera efectiva a la toma de decisiones

5  4  3  2  1

Para aquellos puntos donde su evaluación fue entre 1 y 3 por favor a continuación mencione una propuesta de mejora por cada punto:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Muchas gracias



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



**4. MODELO PREDICTIVO PARA EL PLANEAMIENTO DE LOS REPUESTOS**  
**AERONÁUTICOS POR MANTENIMIENTO IMPREVISTO: CASO CARAVAN FUERZA**  
**AÉREA COLOMBIANA**

Pedro Andrés Rojas Forero - Escuela de Postgrados FAC-Estudiente MAELA I.  
Datos de contacto: pedroandresrojasforero@gmail.com; +57-3183442082  
Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios  
Ejes Temáticos: Cadena de Abastecimiento.

**Resumen**

En el Grupo Aéreo del Casanare, funciona la base logística del equipo C-208 Caravan, del cual dependen 17 aviones distribuidas a lo largo y ancho de Colombia, siendo una aeronave insignia en su confiabilidad y alistamiento, pero posee oportunidades de mejora en la manera que se realizan los pedidos, utilizando no solo la información sino el conocimiento adquirido a lo largo del tiempo que llevan las aeronaves en el país.

La adquisición de estas aeronaves fue en el año 1997, lo que significa una experiencia de 18 años, donde se han registrado fallas imprevistas de todo tipo.

La disminución anual de los recursos hace que sea necesaria una cuidadosa planeación de los repuestos, para evitar utilizar recursos de otras fuerzas que generan deudas internas.

La confiabilidad de las aeronaves se ha mantenido por encima del 90% en los últimos 3 años hasta el año 2014, en el 2015 por diferentes fallas mayores no previstas el alistamiento está sufriendo una baja de más del 30 %.

El alistamiento del equipo Caravan se ha visto afectado por la falta de soporte logístico en cuanto a fallas imprevistas o no programadas, durante más de 5 años y a lo largo y ancho de Colombia, siendo determinante una planeación más precisa para incrementar el alistamiento y la optimización de los recursos; de lo anterior se deriva la siguiente pregunta: ¿Cuál alternativa podría mejorar el planeamiento de fallas imprevistas en el equipo Caravan con base en los reportes históricos, permitiendo una mayor precisión en la compra de repuestos para suplir fallas imprevistas?.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### **Objetivo general**

Diseñar el modelo predictivo para el planeamiento de los repuestos por fallas no planeadas: caso Caravan fuerza aérea colombiana.

### **Marco de referencia**

La presente investigación se enmarca en las ciencias de las Matemática, Lógica y Ciencias Tecnológicas, tomando varias de sus disciplinas como la investigación operativa, la deductiva, ingeniería y tecnología aeronáutica respectivamente, entre otras de acuerdo a la clasificación de la organización de las naciones unidad para la educación, la ciencia y la cultura.

Se incorporan recientes aplicaciones y técnicas de las ciencias en la investigación de operaciones para la planeación de requerimientos de materiales (MRP), gestión de niveles de inventario y modelado de eventos sujetos a incertidumbre.

### **Desarrollo de la ponencia**

#### **Objetivos específicos**

- Identificar los factores principales que influyen en el mantenimiento imprevisto del avión C-208 Caravan en el CACOM-1.
- Establecer un rango de tiempo medio de necesidades en el alistamiento para los pedidos de repuestos imprevistos del avión C-208 Caravan en el CACOM-1.
- Incrementar la efectividad predictiva en el proceso de pedido de repuestos del avión C-208 Caravan en el CACOM-1.

#### **Metodología**

Investigación aplicada. Haciendo un híbrido a un estudio de caso específico a la aeronave C-208, y la forma iterativa del modelo en espiral para tecnología y ciencias de la información.





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### **Problema**

¿Cuál alternativa podría mejorar el planeamiento de fallas imprevistas en el equipo Caravan con base en los reportes históricos, que permita una mayor precisión en la compra de repuestos para suplir fallas imprevistas?

### **Marco teórico**

La presente investigación se basa en la gran teoría del Mantenimiento Predictivo, tomada como una política asociada a determinados parámetros físicos con una maquina al servicio, donde es medida y registrada intermitentemente o continuamente para obtener datos e información a través de fallas que pueden ser detectadas, y en el estado futuro de la maquina puede ser determinado como una función de la carga a aplicar al equipo o proceso, esto es una predicción de la vida remanente de una máquina. (Moya, 2013)

El gran apoyo para la consecución de la información es por medio de la Minería de Datos, la cual podríamos afirmar que es un intento de buscarle sentido a la explosión de la información que actualmente puede ser almacenada y un proceso de aplicación de algoritmos específicos para extraer patrones o modelos de los datos. (JoséC. Riquelme, 2006)

Aplicado a la aviación, es importante resaltar la evaluación de métodos de pronóstico por demanda en un modelo predictivo, quien forma la base del planeamiento de los niveles de inventario, respondiendo a la necesidad de un pronóstico a corto plazo con el más alto grado de precisión posible. Debido a los altos costos del mantenimiento de una aeronave se hace necesario la investigación de este tipo de pronósticos para analizar el comportamiento de los diferentes métodos enfrentando una demanda incierta y basado en los resultados de acuerdo a la precisión de los datos resultaría en un análisis estadístico para el desarrollo satisfactorio de un modelo predictivo. (Adel A. Ghobbart, 2003)

Un gran aporte lo hizo la lógica difusa en 1965 por Lofti A. Zadeh, profesor de la Universidad de California en Berkeley. Emerge como una herramienta esencial para el control de sistemas y procesos industriales complejos, así como también para sistema de diagnóstico, entretenimiento, electrónica y otros sistemas expertos. (Ramos, 2008)

Lo lógica difusa en comparación con la lógica convencional permite tratar información no exacta para realizar evaluaciones convencionales, diferente a la lógica tradicional que trata información definida y precisa. (Ramos, 2008)



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Marco conceptual**

Es necesario establecer que, para la mejora en la gestión del mantenimiento a nivel de la Fuerza Aérea Colombiana, es obligatorio tener en cuenta el mantenimiento imprevisto o no programado, debido a que en el Manual de Abastecimientos Aeronáuticos FAC 4.1.3-O MAABA 1ED 2009 contempla; El Mantenimiento Programado, Material Tipo A, CAMAN como Unidad Reparadora, Contratación a Terceros, Equipo Electrónico, y Mantenimiento Mayor. Por lo tanto, existe dentro del procedimiento del Programa Anual de Soporte Logístico (PASL) el siguiente aparte “Los pedidos de material aeronáutico deben preverse utilizando la experiencia, estadística de fallas recurrentes, consumos, salidas de almacenes, elementos de cambio mandatario, tipo de mantenimiento de la aeronave, etc.”, no un modelo ni una característica clara de este proceso.

El Manual de Mantenimiento Aeronáutico FAC 4.1.1-O MAMAE 2ED 2011, establece en; Capítulo 1 – GENERALIDADES DE MANTENIMIENTO, la aplicabilidad del mantenimiento imprevisto a productos aeronáuticos en la FAC y SATENA; los registros históricos, el procedimiento de las actividades de mantenimiento imprevisto; que el Centro de Operaciones Logísticas junto a la Subdirección de Confiabilidad Aeronáutica es quien dicta las normas y procedimientos para una acción efectiva en la corrección del mantenimiento imprevisto; el Análisis de Confiabilidad, numeral c, donde se identifica los eventos recurrentes del mantenimiento imprevisto y reporte de fallas críticas; el Elemento

Línea de Vuelo quien ejecuta el mantenimiento imprevisto, donde de no ser posible se remite a mantenimiento dicha tarea; las funciones de la Sección Planeación con respecto al mantenimiento aeronáutico. Siendo de esta manera importante establecer de una manera para explícita un modelo a seguir para la disminución de este tipo de mantenimiento enunciado, y realizar una planeación como preparación en caso de presentarse un evento inesperado.

Para la formulación de un modelo es necesario de acuerdo a IBM una función matemática que puede aprender la correlación entre un conjunto de variables de datos de entrada, normalmente empaquetadas en un registro, y una variable de respuesta o de destino. Inicialmente podemos recurrir a la estadística descriptiva y predictiva, para refinar la información con la aplicación de la minería de datos, para poder proyectar tendencias y comportamientos en el C-208B.

Developerworks de IBM aborda como introducción a la analítica, no solo la importancia de la misma analítica para poder conocer lo que ha pasado anteriormente y lo que podrá

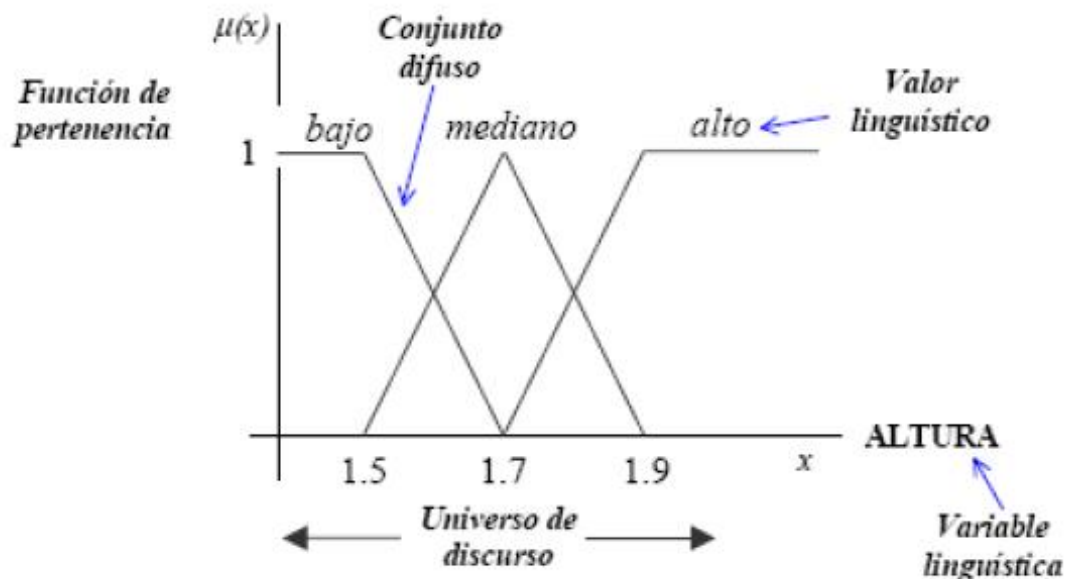


ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



pasar adelante en el tiempo, sino una teoría de Inteligencia Empresarial, para la toma de decisiones con base en la estadística.

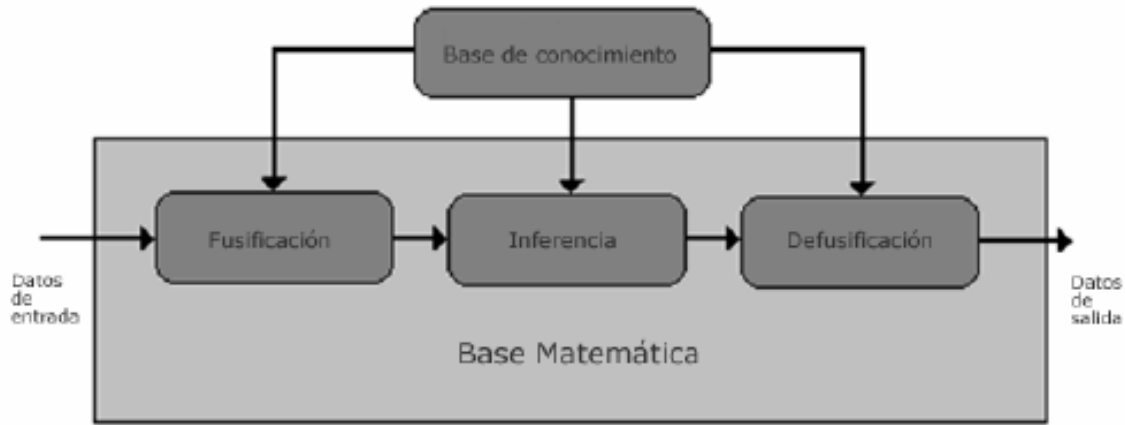
La aplicación de la lógica difusa aplica a sistemas complejos que no posean solución lineal o simple, donde no exista un modelo matemático preciso. Permite controlar variables desconocidas, de situaciones mayormente de la vida cotidiana; Un concepto clave es la teoría de conjuntos difusos que permite que un elemento pertenezca a más clases, siendo normalmente valores lingüísticos que están definidos por palabras, etiquetas o adjetivos. Creándose una función de pertenencia que toma valores entre 0 y 1 gradualmente. (Ramos, 2008)



La lógica difusa se aplica principalmente en sistemas de control difuso que utilizan expresiones ambiguas para formular reglas que controlen el sistema. Estos controles difusos dependen del conocimiento experto para generar la base de conocimientos que dará al sistema capacidad de tomar decisiones sobre ciertas acciones que se presentan en su funcionamiento sin necesidad de saber o adaptar el sistema al problema.



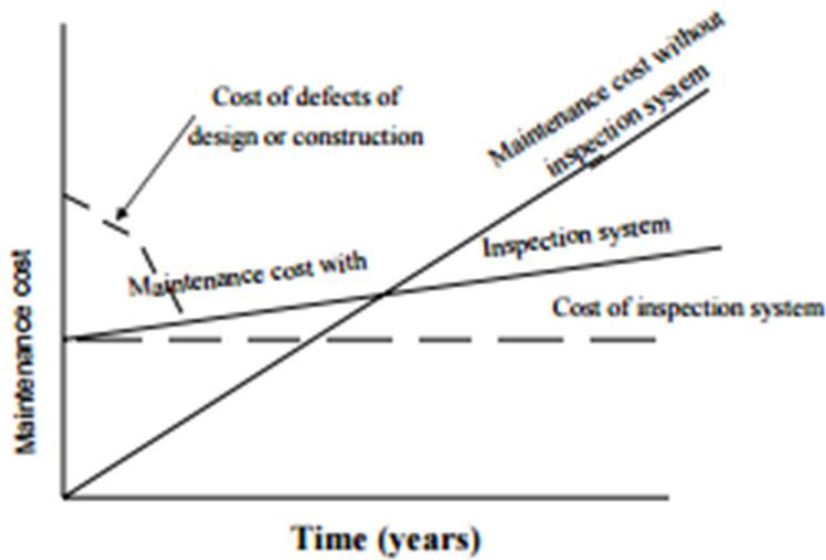
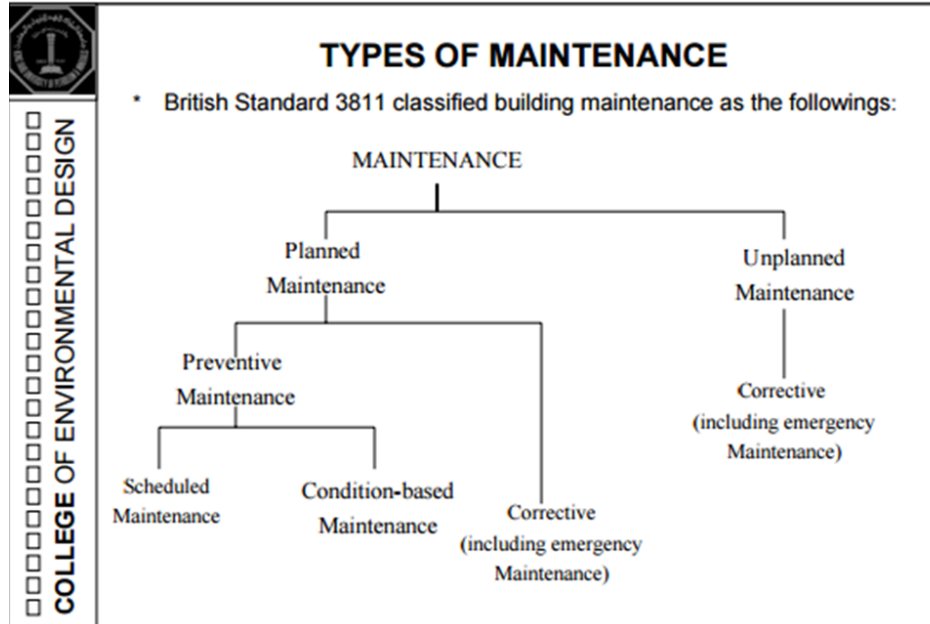
ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



La base del conocimiento que se ve en la parte superior está relacionada con la aplicación y los objetivos de control, definiendo las reglas lingüísticas para la toma de decisiones. El proceso descrito en la gráfica es un control difuso básico, donde con los datos de entrada se realiza la fusificación que convierte los valores reales en valores difusos, donde se asignan grados de pertenencia a cada variable de entrada con relación a los conjuntos definidos con las funciones de pertenencia definidas. (Ramos, 2008)

La inferencia relaciona los conjuntos de entrada y salida para definir las reglas que definirán el sistema o condiciones.

Y por último se realiza la defusificación de adecuar los valores difusos para el proceso de control, con ayuda de métodos matemáticos con el del centroide, promedio ponderado y membresía del medio máximo. (Ramos, 2008)



Cost relationship between planned and unplanned system  
(Source: Managing Building Maintenance)



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Resultados esperados**

Un modelo predictivo de toma de decisiones, con un tiempo estándar de diagnóstico, para los inventarios que afectan el mantenimiento imprevisto, optimizando el proceso de pedido.

El planeamiento convencional, conlleva a un excesivo aumento del stock en los almacenes.

El solo existir un modelo basado en métodos de pronóstico y predicción no es suficiente, si la parte estratégica, táctica y operacional no está convencida.

Es importante en la aplicación de cualquier modelo la administración de la resistencia al cambio.

El no identificar de manera óptima un método de pronóstico eficiente, incurre en mayores gastos de operación por aeronaves en tierra.

### **Acciones de mejora o Recomendaciones**

Es muy importante el establecimiento de criterios que permitan identificar las necesidades específicas para la toma de decisiones.

El uso de la lógica difusa puede incrementar la precisión del modelo, en una aplicación mayor dentro de un ERP.

La aplicabilidad del modelo permite el desarrollo o adaptación de más modelos específicos a las aeronaves.

### **Referencias**

Adel A. Ghobart, C. H. (2003). Evaluation of forecasting methods for intermittent parts demand in the field of aviation : a predictive model. Computers & Operations Research 30, 18.

FAC-4.1.1-0. (2011). Manual de Mantenimiento Aeronáutico FAC 4.1.1-0 MAMAE 2ED. Bogota D.C.: MAMAE.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



FAC-4.1.3-O. (2009). Manual de Abastecimientos Aeronáuticos FAC 4.1.3-O MAABA 1ED. Bogotá D.C.: MAABA 1ED.

José C. Riquelme, R. R. (2006). Minería de Datos: Conceptos y Tendencias. Inteligencia Artificial Vol. 10 No. 29, 8.

Llamazarez, J. C. (s.f.). ¿cómo funciona? : Tarjetas identificadoras sin contacto o sistemas RFID. Obtenido de Ecojoven.com: <http://www.ecojoven.com/dos/03/RFID.html>

Moya, M. C. (2013). PREDICTIVE MAINTENANCE IN SMALL AND MEDIUM. Dyna Management, 13.

RAC. (2015). Reglamento Aéreo Colombiano, Parte Cuarta. Bogotá: Aerocivil.

Space Distribución y almacenaje. (2016). SPACE. Obtenido de Tecnología SDA: <http://www.spacedistribucion.com/tecnologia.php>

Uhl, A., & Gollenia, L. A. (2014). Digital Enterprise Transformation. Surrey, England: Gower Publishing Limited

Ramos, O. R. (12 de junio de 2008). Simulación en simmechanics de un sistema de control difuso para el robot udlap. Cholula, Puebla, México.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



**5. MODELO PARA LA REDUCCION DE TIEMPOS LOGÍSTICOS EN MANTENIMIENTO IMPREVISTO DE LOS HELICÒPTEROS MEDIANOS HUEY II ARTILLADOS DEL CACOM-4, DE LA FUERZA AÈREA COLOMBIANA**

Juan Sebastián López Torres - Escuela de Postgrados FAC-Estudiente MAELA I.

Datos de contacto: jusebas11@hotmail.com / Teléfono 3159250038

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicio

Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión.

### **Resumen**

En el año de 1969 llegan a la base de Melgar Tolima los primeros helicópteros medianos UH-1H tipo utilitarios, los cuales desarrollan operaciones de transporte aéreo, control y apoyo aéreo cercano, entre otras misiones en todo el territorio colombiano. Los helicópteros UH-1H vienen siendo modernizados desde el año 2012 a la versión HUEY en el Comando Aéreo de Mantenimiento. Entre al año 2008 y 2009 llegan mediante el apoyo del gobierno de los Estados Unidos doce helicópteros medianos HUEY II a la Fuerza Aérea Colombiana a la base aérea de CACOM-4 ubicada en Melgar (Tolima), con el fin de desarrollar operaciones militares, por lo tanto ha sido necesario el desarrollo del soporte logístico y de mantenimiento para este tipo de helicópteros, que por su capacidad para el manejo de un sistema de armamento, se convierte en un helicóptero de combate militar, razón por la cual estas aeronaves se encuentran distribuidas en diferentes lugares del territorio Colombiano, demandando a unas prácticas de mantenimiento en el área de combate, que dificulta la gestión logística para el oportuno suministro y envío de repuestos, herramientas, suministros y personal técnico, desde el CACOM-4 a las áreas de combate donde se encuentran los HUEY II artillados.

### **Objetivo general**

Formular un modelo para la reducción de tiempos logísticos en mantenimiento imprevisto de los helicópteros medianos HUEY II artillados del CACOM-4 de la FAC.

### **Objetivos específicos**

1. Diagnosticar los procesos administrativos del mantenimiento imprevisto de los helicópteros medianos HUEY II artillados del CACOM-4, durante el año 2015.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



2. Analizar las variables, costos, tiempos de respuesta logísticos, limitaciones en recursos, que se generan durante el mantenimiento imprevisto de los helicópteros medianos HUEY II artillados del CACOM-4.
3. Formular estrategias que reduzcan los tiempos de mantenimiento imprevisto de los helicópteros medianos HUEY II artillados del CACOM-4.

### **Marco teórico**

En el desarrollo del trabajo se aplica la teoría del justo a tiempo que tuvo su origen en la empresa Toyota en Japón, el justo a tiempo (JAT), es una filosofía industrial que elimina todo lo que implique desperdicios en el proceso, con JAT se puede obtener un arma estratégica para las empresas que permitan a largo plazo tener procesos ágiles capaces de responder a los deseos del cliente mediante tres componentes básicos para eliminar desperdicios, primero equilibrio y sincronización en el proceso, segundo actitud de la empresas y tercero participación de los empleados (Hay, 2003); Con la aplicación de JAT en la logística aeronáutica de los helicópteros HUEY II artillados se optimizan los procesos desde la adquisición del material hasta la ejecución del mantenimiento no programado o imprevisto, mejorando los niveles de inventarios de acuerdo a la planeación de los materiales requeridos, mediante la investigación de operaciones se proporcionan soluciones viables en el proceso de transporte desde las unidades o desde el mismo proveedor a las ubicaciones de los helicóptero reduciendo tiempos de transporte y manejo del material en los almacenes del CACOM-4, optimizando el espacio locativo del almacén, de igual forma con la integración del modelo de flujos eficientes de transporte de material el proceso logístico se hace eficiente gracias a la identificación y control de las restricciones.

### **Desarrollo de la ponencia**

#### **Problema**

Desde la llegada de los helicópteros HUEY II y el tipo de misión asignada en el territorio Colombiano, el procedimiento de envío de apoyos logísticos a los lugares donde se encuentran los helicópteros no son tan claro debido a que no se aplica un procedimiento estándar que permita tomar decisiones, donde se tengan en cuenta las variables, lugar, tiempo, tipo de falla y recursos con los que se cuentan para reducir los costos logísticos, adicionalmente los tiempos de alistamiento de los helicópteros en términos del mantenimiento imprevisto se hacen más prolongados, Este procedimiento logístico alarga los tiempos de alistamiento de los helicópteros para su servicio de vuelo, lo anterior afecta el porcentaje de alistamiento en el parte de aeronaves de la Fuerza Aérea



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Colombiana, por lo anterior se formula la siguiente PREGUNATA ¿Cómo reducir los tiempos de mantenimiento imprevisto de los helicópteros HUEY II?.

### **Justificación**

Por medio del modelo propuesto para la reducción de tiempos logísticos en mantenimiento imprevisto de los helicópteros medianos HUEY II artillados del CACOM-4, se va a generar una herramienta que oriente la toma de decisiones, reduciendo los tiempos de mantenimiento y los costos ocultos, que se presentan durante la ejecución del proceso logístico. Sin embargo, aún en caso de no existir este modelo, la toma de decisiones seguirá siendo no planeada y lo que se busca es identificar los patrones de fallas más comunes o frecuentes, que permitan establecer que procedimientos se deben realizar en cada imprevisto que presenten los HUEY II artillados. Mediante la identificación de estos patrones, se puede pasar del mantenimiento imprevisto o no programado al mantenimiento programado, disminuyendo los tiempos de paralización de los helicópteros por factor logístico. Adicionalmente, con el desarrollo del modelo se minimiza los tiempos de transporte de material a los diferentes puntos geográficos donde se encuentren los helicópteros HUEY II artillados con novedades de mantenimiento, de tal forma, que se obtiene el máximo alistamiento en los helicópteros HUEY II artillados con el fin de desarrollar operaciones aéreas, llegando a lugares de difícil acceso, garantizando la seguridad y el desarrollo nacional.

### **Metodología**

Al aplicar la teoría del justo a tiempo se concibe un concepto que se deriva de esta teoría, *lean production* que es un concepto acuñado por el investigador John Krafcik (1988) y que ha venido evolucionando a lo largo del tiempo, en busca de la máxima eficiencia en las operaciones a un costo mínimo y con cero desperdicios en la industria aeronáutica, lean producción se comenzó aplicar a lo largo de la cadena de suministros en los procesos de servicio, mantenimiento, reparación, revisión y procesos de diseño-desarrollo de nuevos productos aeronáuticos, donde al aplicar este concepto en la cadena de suministros de los helicóptero HUEY II artillados, se genera el concepto de desperdicios o despilfarros en el proceso de logística aeronáutica y de los servicios, evidenciando pérdidas de tiempo a lo largo del proceso de apoyo logístico a los helicópteros en zonas de orden público. Con el fin de mejorar estas pérdidas de tiempo es necesario recurrir a la aplicación de la investigación de operaciones usando modelos de flujos eficientes de transporte, que permitan identificar las diferentes restricciones del modelo, como autonomía de vuelo, capacidad de carga interna y externa, consumo de combustible y distancia entre nodos, dentro del modelo como función objetivo se tiene minimizar los tiempos de transporte de material a los diferentes nodos donde se



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



encuentren los helicópteros HUEY II artillados con novedades de mantenimiento, la información requerida para el desarrollo del proyecto será tomada del sistema SAP, donde se tiene estadísticas de tiempo medio entre fallas, mantenimientos imprevistos, horas de vuelo de los helicópteros y consumos de combustible; Con la recolección y estructuración de la información se realizara el planteamiento heurístico del modelo de reducción de tiempos logísticos de mantenimiento imprevisto de los helicópteros HUEY II artillados del CACOM-4.

### Estado actual de la investigación

El estado actual de la investigación se encuentra en la fase de recolección de la información del sistema SAP, con el fin de generar un diagnóstico de los procesos administrativos del mantenimiento imprevisto de los helicópteros medianos HUEY II artillados del CACOM-4, durante el año 2015.

### Referencias

- Arranz, A. (30 de 04 de 15). Logística del futuro: aplicaciones con drones. *logisticamx*. Recuperado el 20 de 04 de 16, de <http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/72212-logistica-del-futuro-aplicaciones-drones>
- CHOPRA, S. y. (2088). *Administración de la cadena de suministro*. (Tercera edición ed.). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- Hay, E. J. (2003). *Justo a tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva*. (M. Cárdenas, Trad.) Bogota: Editorial Norma.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Martínez Jurado, P. J., & Moyano Fuentes, J. (2011). LEAN PRODUCTION Y GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EN LA INDUSTRIA AERONÁUTICA. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 137-157. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo>.
- Mora Garcia, L. A. (s.f.). *Diccionario de logística y SCM*. Medellin.
- Ozdamar, L. (09 de Junio de 2011). *Planning helicopter logistics in disaster relief*. doi:10.1007/s00291-011-0259-y
- Perez, T. I. (22 de Noviembre de 2007). *Gestiopolis*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de <http://www.gestiopolis.com/principios-en-el-manejo-de-la-cadena-de-suministros/>



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## 6. REVISIÓN MODELOS DE PRONÓSTICOS DE SERIES DE TIEMPO Y SU FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN EN LA FAC

María Del Rosario Calle Rodríguez - Comandante Escuadrón Abastecimientos Grupo Técnico-CACOM-2, Egresada Especialización Logística Aeronáutica EPFAC.

Datos de contacto: mariadelrosario.calle@gmail.com

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios.

Ejes Temáticos: Cadena de abastecimiento.

### Resumen

Las proyecciones o pronósticos se hacen indispensables en cualquier organización productiva, considerando que se constituyen en la base de la planeación a largo plazo en cualquier área funcional y por tanto en herramienta vital para la toma de decisiones de la gerencia. El arte de pronosticar pretende predecir la demanda de un producto o servicio de forma tal que el sistema productivo sea eficiente y responda a las necesidades en la cantidad, y en el momento específico. Esta ponencia presenta una revisión bibliográfica que aborda la actualidad en proyecciones de sectores industriales diversos señalando la factibilidad de su aplicación en la FAC. Posteriormente se trae a colación la particularidad del pronóstico en la Fuerza Aérea Colombiana, específicamente para la proyección de la demanda del soporte logístico aeronáutico de la flota del equipo Súper Tucano A-29 en el Comando Aéreo de Combate No. 2 y finalmente se pone de manifiesto las expectativas de la autora frente a la integración, en cuanto a pronóstico de inventarios, de la logística aeronáutica y la logística de los servicios.

### Objetivo general

Analizar casos de utilización de métodos de pronósticos en diversas áreas a nivel mundial y señalar la aplicabilidad en la Fuerza Aérea Colombiana.

### Marco de referencia

La dinámica económica exige que los líderes empresariales adopten herramientas formales, estadísticas y científicas, para establecer las decisiones que enmarcaran el rumbo de la organización. Es decir, la planeación y el empirismo se distancian hoy por hoy, dado los altos costos, así como la inminente aniquilación del mercado, que este





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



último conlleva. Por tanto permanecer preparado y con información robusta que permita una rápida adaptación a las fluctuaciones de sucesos económicos, sociales, naturales y demás, se constituye en factor de éxito organizacional; es en este escenario en el que el arte del pronóstico o de la predicción cobra su mayor relevancia en razón a que permitirá desde la actualidad prever comportamientos o hechos que posteriormente pueden ser incorporados al proceso de la planeación. En la mayoría de los casos la información que se pretende pronosticar, impacta y permea todas las áreas funcionales de la organización, a saber: mercadeo, presupuesto, disponibilidad de talento humano, compras, proveedores, distribución en planta, es decir, los resultados moldearán el futuro institucional. De igual manera es preciso mencionar que específicamente la gestión de materiales, en la cadena de suministros, encuentra en la herramienta de pronóstico, la materia prima o punto de partida para la totalidad del desarrollo de la información que ella implica.

Generar un pronóstico acertado garantiza la disminución de costos de adquisición, como se apreciará en el caso expuesto en la presente ponencia. La adecuada predicción del soporte logístico aeronáutico en la Fuerza Aérea Colombiana, permite el ahorro de recursos económicos, considerando que anualmente una flota de combate requiere repuestos y servicios de mantenimiento por un valor aproximado de US15 millones. Si se logra con antelación obtener un acercamiento a la tendencia de las fallas imprevistas, que implican la utilización de repuestos; así mismo es posible adquirir el material necesario, antes de producirse la falla, de forma tal que la cadena de suministros obtiene el tiempo necesario para optimizar los costos de éstos repuestos, implementando prácticas de aprovisionamiento como la economía de escala y en general mejores términos de negociación con proveedores. Situación que implica una repercusión en la dinámica económica nacional, puesto que los recursos finalmente que se destinan al Ministerio de Defensa podrían traspasarse a otros componentes sociales del ámbito nacional como salud, educación o infraestructura vial por ejemplo.

De igual manera un pronóstico de precisión en la FAC, genera un impacto positivo directamente en el alistamiento aeronáutico, en razón a que la disponibilidad del material en la cantidad y en la oportunidad requerida permite cumplir con los mantenimientos imprevistos, y así tener en línea las aeronaves que cumplirán con la misión encomendada a la FAC.

Los métodos de pronósticos se encuentran catalogados en métodos cualitativos y cuantitativos. Los cualitativos sugieren mayor subjetividad y generalmente se utilizan cuando no se dispone de datos históricos, asociados generalmente a procesos de innovación, por el contrario los cuantitativos se basan en datos históricos, de forma tal que el análisis y propósito principal consiste en la observancia de los hechos previos, con el fin de establecer un patrón de comportamiento futuro. Estos métodos cuantitativos a su vez se encuentran clasificados en series de tiempo y causales, la presente ponencia se



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



referirá a los primeros, las series de tiempo: Conjunto de datos numéricos que se obtienen en períodos regulares a través del tiempo. (Berenson Mark L, 1996).

### Desarrollo de la ponencia

**Documentación del tema de pronósticos mediante series de tiempo en diversos sectores industriales, de países como Argentina, Eslovenia, Italia y Grecia; señalando su aplicabilidad en la FAC.**

*Modelo bayesiano alternativo de pronóstico. Caso exportaciones argentinas.*

En Argentina dadas las crisis que han afectado su economía, que según (Lanteri, 2010) se produjeron por la liberación comercial y financiera generadas por el Gobierno Nacional en conjunto con la aplicación de un sistema de tipo de cambio fijo; reviste de importancia realizar pronósticos acertados de una de sus variables macroeconómicas, las exportaciones, cuya oscilación afecta considerablemente la balanza comercial.

Para el efecto, Lanteri (2010) propone los modelos de VAR (Valor del Riesgo) sin restricciones y de sistemas de VAR bayesianos (BVAR), En contraposición a que generalmente las variables macroeconómicas son formuladas y pronosticadas mediante ecuaciones estructurales simultáneas, los economistas asociados a la nueva macroeconomía clásica han criticado la forma de identificar estos modelos y su uso como herramientas de evaluación cuantitativa de las políticas económicas (Lucas R. , 1976) (Prescott, 1977) (Lucas y. S., 1979) en (Lanteri, 2010).

El modelo bayesiano propone utilizar un conjunto de supuestos a priori (prior) alrededor de los parámetros a ser estimados. Luego se revisaría este prior a partir de la evidencia de las series de tiempo de los datos (la hipótesis a priori sobre los parámetros podría ser confirmada por las observaciones). De esta forma, el objetivo de la propuesta bayesiana sería estimar los coeficientes del modelo, combinando la evidencia de los datos de la muestra con la información prior. Por ejemplo, podría sugerirse como prior que el primer coeficiente auto regresivo de un modelo AR (L) para una determinada variable es igual a la unidad y que todos los demás coeficientes son cero. Este prior sería consistente con la creencia de que la variable en cuestión sigue un camino aleatorio (random walk), o de que sus variaciones son completamente impredecibles. Luego la estimación bayesiana de los parámetros del AR (L) revisaría los valores prior a partir de la evidencia que muestran los datos. La información de los datos de la muestra puede resumirse en la función de verosimilitud muestral, la cual puede pensarse como la función de verosimilitud de la variable aleatoria, condicional al valor tomado por el parámetro. Los dos tipos de información (prior y muestral) se combinan en la función de verosimilitud posterior, o ponderación bayesiana, que representa la probabilidad del modelo



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



condicional a los datos observados. La estimación de los parámetros del VAR bajo este enfoque se conoce en la literatura como VAR bayesianos (BVAR). (Lanteri, 2010).

Cada ecuación del VAR puede expresarse de la siguiente manera, (Lanteri, 2010):  
 $Y_{i,t} = d_i + \sum_j \sum_s \phi_{ij,t-s} Y_{j,t-s} + e_{i,t}$

El método anteriormente descrito es de aplicabilidad en la FAC, considerando que las variables macroeconómicas se encuentran inmersas en la planeación de presupuestos de inversión y funcionamiento. Específicamente en la logística aeronáutica se requiere efectuar proyecciones de la Tasa de Cambio TRM del dólar americano, considerando que un alto porcentaje de las adquisiciones se efectúan en esta moneda a través de la Agencia de Compras, es una constante proyectar este valor para establecer las previsiones presupuestales, por ende los flujos de caja requeridos por el área funcional y la Fuerza. Actualmente estas inferencias se ciñen a las establecidas por el Banco de la República, que sin lugar a dudas se constituyen en un aporte valioso al proceso, sin embargo la elaboración del propio pronóstico sería interesante y enriquecedor.

*Pronóstico de la demanda de una marca de cerveza eslovena utilizando análisis de series de tiempo*

La demanda primaria de cerveza ha sido investigada ampliamente por (Bourgeois & Barnes, 1979), (Franke & Wilcox, 1987), (Leeflang & Van Dujin, 1982), (Franses, 1991) en (Bratina & Faganel, 2008) Los autores usan las siguientes variables exógenas: precios de la cerveza, temperatura exterior, gastos en publicidad y el índice de precios al consumidor.

De acuerdo con (Bourgeois & Barnes, 1979), en (Bratina & Faganel, 2008) la publicidad tiene un pequeño efecto en las ventas. La publicidad de bebidas alcohólicas está estrictamente regulada en la mayoría de los países de la Unión Europea, disminuyendo sus efectos en las ventas.

La utilización de series de tiempo en contraposición de la clásica regresión, que omite tendencias como lo aseguran (Bratina & Faganel, 2008), ha demostrado que aumenta la capacidad de pronóstico. Como resultado de su análisis se evidenció que la demanda de cerveza en el mercado de Eslovenia, es dependiente de la estacionalidad (fechas como año nuevo y temperatura exterior) y los precios promocionales. A pesar de ser una herramienta poderosa, el análisis de series de tiempo (Dekimpe & Hannsens, 1995) en (Bratina & Faganel, 2008), es raramente utilizado en investigación de mercados.

El Análisis de Auto regresión muestra estacionalidad semanal típica, así como la dependencia de la serie en las ventas del día anterior, que es de esperar. El intento de mostrar los efectos a largo plazo de las ventas promocionales falla, lo que confirma la



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



evidencia de otros empíricos estudios sobre estos efectos. Tradicionalmente, los efectos de una promoción de ventas se miden en un panel de hogares utilizando la teoría del comportamiento para evaluar los efectos de la comercialización, acciones sobre la elección de marca de los consumidores (Keane, 1997), (Seetharaman, 1999) en (Bratina & Faganel, 2008).

La mayoría de los modelos no muestran efectos a largo plazo de las promociones de ventas. Los modelos más nuevos (usando semanal, mensual, trimestral o datos anuales) y nuestro estudio (utilizando datos diarios) utiliza los datos de punto de venta en las tiendas en un marco de series de tiempo. Los datos diarios son particularmente útiles para estudiar la dinámica de las ventas y funciona cuando un factor que afecta cambia rápidamente. (Bratina & Faganel, 2008).

Es de resaltar que esta investigación fue adelantada con recolección de datos diarios utilizando dos grandes tiendas minoristas y mediante los modelos de series de tiempo de promedios móviles, Box Jenkins y Arima. Acercar estas evidencias a la FAC sería de gran aplicabilidad, toda vez que solo el hecho aquí demostrado de utilizar datos diarios, conduce a incrementar la certidumbre de las inferencias si las mismas se basan en por ejemplo, los movimientos diarios de almacenes, entradas y salidas que permitan proyectar la demanda de un reparable o un consumible; de igual forma la consolidación diaria de fallas asociadas a los requerimientos de materiales, también podría contribuir a obtener pronósticos acertados en la logística aeronáutica. *Evaluación del pronóstico efectuado por el sistema de pronósticos del océano mediterráneo*

Este artículo desarrollado en el Instituto Nacional de Geofísica y Vulcanología de Bologna Italia y la Universidad de Bologna en el curso de ciencias ambientales en Ravenna Italia, según (Tonani, Pinardi, Fratianni, & Dobricic, 2007) pretende evaluar la exactitud de la previsión oceánica producida por el Sistema de Pronóstico del Océano Mediterráneo. Cada semana este sistema genera diez días de pronóstico, efectuados los martes y lanzados los miércoles en la mañana con un retraso inferior a 24 horas. Esta estadística se lleva a cabo para la cuenca del Mediterráneo en dos productos: la temperatura media y la salinidad del océano a diferentes profundidades, entre los meses de agosto del 2005 a enero del 2006.

De acuerdo con (Murphy A. , 1993) en (Tonani, Pinardi, Fratianni, & Dobricic, 2007) la calidad del pronóstico se define como una función de la precisión que puede estimarse comparando las previsiones con las observaciones. Es decir el acercamiento que el pronóstico efectúa con respecto a los valores reales u observaciones dadas. En la medida que esta diferencia sea menor, se encuentran pronósticos más acertados, lo que para otros autores denominan cálculo del error residual.

La evaluación de previsión se da aquí en términos de valor eficaz (rms) valores cuadrados. La puntuación de la principal habilidad se calcula como la raíz cuadrada media de la diferencia entre pronóstico y análisis (FA) y el pronóstico y la persistencia (FP),



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



donde la persistencia se define como la media de los días del análisis correspondiente a las observaciones desde el primer día del pronóstico. Un segundo puntaje de habilidad (SSP) se define como la relación entre rms de FA y FP, dando el porcentaje de exactitud de la previsión con respecto a la persistencia. (Murphy A. , 1993) en (Tonani, Pinardi, Fratianni, & Dobricic, 2007). En la literatura es posible encontrar una amplia gama de posibles cálculos básicos, habilidades e índices para determinar la exactitud de un pronóstico sin embargo se optó por las más sencilla como lo menciona (Murphy A. , 1988) en (Tonani, Pinardi, Fratianni, & Dobricic, 2007).

La relevancia que genera para los inferencistas la verificación del artículo en mención, consiste en que trae a colación uno de los importantes retos, al cual deben enfrentarse, y es la determinación del modelo estadístico de pronóstico de mayor índice de confiabilidad para el tratamiento de los datos que tenga a cargo, no óptimo, puesto que una proyección es tan solo el acercamiento de un comportamiento futuro basado en datos previos. Establecer el modelo que mejor se adapte a la información que de antemano se tiene y que conduzca a un buen pronóstico de la misma, se obtiene de forma concreta y sencilla, según lo plantea (Tonani, Pinardi, Fratianni, & Dobricic, 2007) mediante la siguiente ecuación, la raíz cuadrada media de la diferencia entre la previsión y el análisis FA:

$$rms(t) = \sqrt{\frac{\sum_1^N (Xf(t) - Xa(t))^2}{N}}$$

Donde Xf (t) es la media diaria del campo de temperatura o la salinidad de las previsiones para el t días a una profundidad seleccionada, mientras que Xa (t) es la media diaria de la temperatura o la salinidad campo del análisis para el mismo día y profundidad. N es el número total de puntos océano a la profundidad seleccionada (Tonani, Pinardi, Fratianni, & Dobricic, 2007).

Es preciso aclarar que la utilización de esta fórmula puede darse, como lo proponen los autores del artículo, para evaluar la eficiencia de un pronóstico efectuado, en este caso por parte del Sistema de Pronósticos del Océano Mediterráneo, a posteriori, o para evaluar los resultados presentados por diferentes modelos de pronósticos, con el fin de compararlos, mediante la ecuación y seleccionar el conveniente para un grupo de datos.

Es esta segunda forma de utilización de la igualdad numérica presentada, la que representa para la Fuerza Aérea Colombiana la de mayor aplicabilidad, puesto que se requiere definir el modelo de mayor proximidad a la realidad, de una agrupación de datos específica. Es decir el soporte logístico aeronáutico de cualquier flota (cantidad de repuestos y servicios de mantenimiento), deberá pronosticarse considerándose no la globalidad de la flota, si no por el contrario con un análisis particular para cada componente. Así las cosas, por ejemplo, el modelado estadístico de la Hélice diferirá del correspondiente a un equipo de aviónica como lo es el BFI (Basic Flight Instrument), y esa





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



diferenciación es posible hallarla con el resultado de la ecuación n1, la cual indicará que el modelo de pronóstico de menor error para la hélice es uno y para el BFI es otro. Finalmente cada componente de la aeronave tendrá asignado un único modelo estadístico de pronóstico, que representa el de menor error frente al resto de modelos estadísticos.

*Método de estimación de costos para superestructuras de puentes mediante análisis de regresión.*

Este artículo adelantado por docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Nacional de Atenas en Grecia, presenta una propuesta de proyección de costos específicamente para la superestructura, es decir, el componente más costoso del puente, (Fragkakis, Lambropoulos, & Pantouvakis, 2010); Esto considerándose que las inferencias en costos se hacen necesarias a lo largo de todo el desarrollo de un proyecto, desde su diseño, viabilidad, determinación de recursos económicos, así como la verificación de factibilidad respecto a otras propuestas a desarrollar; por tanto se requiere de un método sencillo y de mínima inversión que genere estas predicciones y en especial para proyectos a gran escala como lo son los de infraestructura de transporte, que generalmente presentan sobrecostos, en un 50 y hasta 100% en muchos de los casos, (Skamris & Flyvbjerg, 1997) en (Fragkakis, Lambropoulos, & Pantouvakis, 2010).

En razón a que la superestructura representa un significativo impacto en el costo de construcción de un puente de hormigón moderno, (Konstantinidis & Maravas, 2003) en (Fragkakis, Lambropoulos, & Pantouvakis, 2010) su costo varía de 35% a 53% del costo total, de la construcción del puente, dependiendo del método de construcción utilizado y el sistema de diseño. El artículo sugiere según Fragkakis, Lambropoulos, & Pantouvakis (2010), utilizar el análisis de regresión RA por sus iniciales en inglés (Regression Analysis) el cual representa uno de los más utilizados métodos para la estimación de costos paramétricos durante las etapas tempranas del proyecto. Las principales ventajas de la AR se encuentran en la sencillez de su uso, el nivel de precisión proporcionado, y el uso parsimonioso de parámetros. Sus principales desventajas son el requisito para una forma matemática definida que mejor se ajuste a la disposición histórica de datos, la dificultad en la contabilización de un gran número de variables presentes en un proyecto de construcción, y los numerosos interacciones entre ellos (Hegazy & Ayed, 1998) en (Fragkakis, Lambropoulos, & Pantouvakis, 2010).

Los autores Fragkakis, Lambropoulos, & Pantouvakis (2010) utilizaron un enfoque en el análisis que incluye un prueba de hipótesis estadística para determinar el significado de cada variable independiente junto con la comprobación de la racionalidad de las relaciones de causa y efecto, de acuerdo a lo que así mismo ha sido establecido por





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



(Brubaker & McCuen, 1990) en (Fragkakis, Lambropoulos, & Pantouvakis, 2010). Considerando de igual manera la literatura que al respecto existe en la determinación de la apropiada aplicación del modelo de regresión lineal con una variable independiente y son tres supuestos básicos: el modelo debe corresponder a una distribución normal, tener un valor medio de cero, y tener una varianza constante (Gujarati, 1999) en (Fragkakis, Lambropoulos, & Pantouvakis, 2010).

El método de estimación de costos presentado en el artículo incluye unos datos de entrada, es decir parámetros básicos identificados durante el estudio preliminar de un puente de concreto. La regresión lineal se aplicó con el fin de estimar los costos de los de materiales. El rendimiento del modelo de estimación de material fue evaluado mediante validación durante 10 veces. El error de predicción del modelo se consideró aceptable para la viabilidad estimada. También se implementó un método de arranque en combinación con el análisis de regresión a fin de obtener la estimación de rangos en los cuales oscilarían los costos para la superestructura. Esta técnica de estimación probabilística se utilizó con el fin de reducir el nivel de incertidumbre inherente a la estimación (Fragkakis, Lambropoulos, & Pantouvakis, 2010).

La modelación sugerida en el artículo indicado es consecuente con los requerimientos de cálculo y proyección de costos necesarios en la Fuerza Aérea Colombiana, dado que en éstos se sustentan las erogaciones efectuadas por la Institución bajo los conceptos de funcionamiento e inversión y aún más en este último, en razón a que como ocurre en el artículo este tipo de costos no cuentan con la suficiente o total información histórica dificultando el desarrollo del ejercicio, es el caso que enfrenta la logística aeronáutica cuando se desea adquirir una flota de aeronaves o tan solo una de ellas, puesto que debe prever la destinación de recursos que soportaran su operación aérea, posterior a la compra, y es por ello que surgen opciones como atender las propuestas efectuadas por el proveedor en cuanto a material aeronáutico, hecho que no garantiza el consumo total de los bienes adquiridos, generando el incremento en el valor de los almacenes aeronáuticos de la FAC.

Por tanto, atender esta falencia con un método parsimonioso, el análisis de regresión lineal, como lo ha indicado el autor, para este tipo de inferencias es una oportunidad que se crea para la Institución, que puede continuar apoyándose en las bondades del método una vez más, toda vez que este análisis de regresión lineal viene implementándose como uno de los más atractivos por su efectividad y sencillez en las proyecciones requeridas del PASLO (Programa Anual de Soporte Logístico Operacional).

*Metodología de pronóstico desarrollado en cacom-2 fuerza aérea colombiana*

A cada uno de los números de parte de la aeronave se les debe realizar la inferencia estadística bajo seis modelos estadísticos, a saber: Media, Mediana aritmética, promedio móvil doble, Suavización Exponencial, Regresión Lineal por horas y por años y Holt Winters. Los resultados o inferencias obtenidas con cada uno de estos modelos serán



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



comparados mediante la medición de la magnitud del error, a fin de seleccionar el modelo que más se acerque a los datos originales, es decir cuyo error sea más próximo a cero. De igual forma se aplica el principio de la Parsimonia, el cual señala que debe utilizarse el modelo más sencillo que se ajuste de manera adecuada. (Hoyos Gomez, 2014)

La magnitud del error se calcula mediante la desviación absoluta media:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - Y_i)}{N}$$

Donde  $y_i$  corresponde a las observaciones reales de un ítem,  $Y_i$  el pronóstico o inferencia obtenido en cada uno de los modelos, y  $N$  la cantidad de datos totales analizados.

Y finalmente la cantidad a pedir de cada uno de los ítems se establece de la siguiente manera:

Cantidad a pedir:  $F_t - (A+B+C-D)$

Donde  $F_t$  corresponde al pronóstico seleccionado como el de menor error residual,  $A$ , es el inventario del almacén correspondiente al ítem evaluado,  $B$  inventario en trámite,  $C$  cantidad esperada a utilizar en la vigencia inmediatamente anterior a la vigencia pronosticada, esto considerándose que generalmente el pronóstico se efectúa durante una vigencia que aún no ha finalizado y  $D$  indica el stock de seguridad, que es la variación no explicada por el modelo. (Hoyos Gomez, 2014)

## Conclusiones

La observancia de los casos internacionales pone de manifiesto la utilización de modelos estadísticos similares o idénticos a los que se encuentran en implementación en CACOM-2 para efectuar el pronóstico de los materiales y servicios que se constituirán en el soporte logístico aeronáutico específicamente del equipo A-29, es decir esto se interpreta como una alta profesionalización de la Fuerza Aérea Colombiana, que ha transformado sus procesos y cálculos del empirismo a la sustentación estadística, con el fin garantizar un alistamiento aeronáutico y brindar una mejor utilización del presupuesto asignado

La propuesta metodológica del modelo de pronóstico para la flota A-29 en la Fuerza Aérea Colombiana, señalada es atractiva e innovadora en razón a que se efectúa un pronóstico individual para cada uno de los componentes de la flota y se selecciona parsimoniosamente el mejor. Esta modelación permitirá establecer y cuantificar los requerimientos de materiales aeronáuticos y reparaciones, que garantizarán el alistamiento de las aeronaves asignadas logísticamente al Comando Aéreo de Combate No. 2 y al Comando Aéreo de Combate No 3.

Así mismo permitirá obtener un mejor desempeño en la gestión de los recursos durante los periodos en los que se pretenda aplicar, generando rotación de inventarios,



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



dada por el incremento en el consumo respecto a vigencias anteriores y por ende visibilidad de inventarios.

### Recomendaciones

Como Recomendación se propone llevar a cabo la implementación de la metodología en la totalidad de las flotas de la Fuerza Aérea Colombiana, de igual manera en las demás Fuerzas que cuenten con flotas comunes a la FAC, y finalmente extrapolar y socializar el presente diseño a la Jefatura de Apoyo logístico, quien también requiere efectuar este tipo de inferencias y aún no cuenta con una estandarización de sus requerimientos en todas las Unidades, de igual forma considerando que la logística de los servicios también comprende un alto valor de asignación presupuestal y es propicio generar estrategias que conduzcan a la optimización de los recursos.

### Referencias

- Berenson Mark L, L. D. (1996). *Estadística Basica en administracion, conceptos y aplicaciones*. Naucalpan de Juarez : Prentice Hall.
- Bourgeois, J., & Barnes, J. (1979). Does Advertising Increase Alcohol Consumption? *Journal of Advertising Research*, 19-29.
- Bratina, D., & Faganel, A. (2008). Forecasting the Primary Demand for a Beer Brand Using Time Series Analysis. *Organizacija, Volume 41*, Number 3,.
- Brubaker, K., & McCuen, R. (1990). "Level of significance selection in engineering analysis. *Journal of Professional Issues in Engineering ASCE Vol. 116 No. 4,* 375-387.
- Dekimpe, M., & Hannsens, D. (1995). The Persistence of Marketing Effects on Sales. *Marketing Science*, 1-21.
- Fragkakis, N., Lambropoulos, S., & Pantouvakis, J. (2010). A cost estimate method for bridge superstructures using regression analysis and bootstrap. *Organization, technology and management in construction. An international journal*, 182-190.
- Franke, G., & Wilcox, G. (1987). Alcoholic Beverage Advertising & Its Impact on Model Selection. *Applied Mathematics & Computation 34 (November)*, 22-30.
- Franses, P. (1991). Primary Dem& for Beer in The Netherl&s: An Application of ARMAX Model Specification. *Journal of Market research 28*, 240-245.
- Gujarati, D. (1999). *Essentials of Econometrics*. New York: Irwin Mc Graw Hill.
- Hegazy, T., & Ayed, A. (1998). Neural network model for parametric cost estimation of highway projects. *Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 124 No.3*, 210-218



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



- Hoyos Gomez, F. (Mayo de 2014). Presentacion PASLO CACOM-2 2014. Apiay, Meta, Colombia.
- Keane, M. (1997). Modeling Heterogeneity & State Dependence in Consumer Choice Behaviour. *Journal of Bussiness & Economic Statistics*, 310-327.
- Konstantinidis, D., & Maravas, A. (2003). Egnatia Motorway concrete bridges statistics. *ASECAP Study and Information Days proceedings of the international conference in Portoroz Slovenia*, 92-109.
- Lanteri, L. (2010). *Economia Vol XXXIII, No. 66*
- Leeflang, & Van Duijn, J. (1982). The Use of Regional Data in Marketing Models: The Dem& for Beer in The Netherl&. *European Research 10*, (January): 29-40.
- Lucas, R. (1976). *Econometric Policy Evaluation: a critique*. New York: En Brunner K y A Meltzer.
- Lucas, y. S. (1979). *After Keynesian Macroeconomics*. Minneapolis: Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- Murphy, A. (1993). What is a good forecast? *Weather forecasting*, 281-293.
- Prescott, E. (1977). *Should Control Theory be usde for Economic Stabilization*. New York: Brunner, K y A Meltzer.
- Seetharaman, P. (1999). Investigating Household State Dependence Effects across categories. *Journal Of Market Research*, 488-500.
- Skamris, M., & Flyvbjerg, B. (1997). Inaccuracy of traffic forecasts and cost estimates on large transport projects. *Transport Policy, Vol. 4 No. 3*, 141-146.
- Tonani, M., Pinardi, N., Fratianni, C., & Dobricic, S. (2007). Forecast and analysis assessment through skill scores. *Oceans Science Discussions*, 189-212.



# CAPITULO II FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES PARA LA LOGISTICA AERONAUTICA



**Congreso Internacional de  
Logística Aeronáutica**





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



## **Introducción**

En el entorno de las organizaciones aeronáuticas así como en las organizaciones comerciales se reconoce que las inversiones en talento humano, equipos, herramientas, tecnología entre otros, generan la expectativa de desempeño superiores y ventajas competitivas; lo cual reside en conocer el ciclo de vida de las inversiones, e identificar las capacidades logísticas así como la importancia y sus alcances en el crecimiento de las empresas; “debido a los beneficios esperados por el incremento de la eficiencia (reducción del costo y del capital) y de la efectividad (servicio al cliente), mediante la comunicación y el procesamiento de la información (gestión de la información) en un contexto estratégico (creación de valor para el cliente), logran la supervivencia y la rentabilidad a largo plazo”. (Mihi, 2010, p. 96).

En esta perspectiva, la competitividad de una empresa hace referencia a su situación de superioridad o condiciones favorables que tiene frente a las demás, la cual se constituye a través de características o factores (recursos y capacidades) que la colocan en una posición relativa superior para competir, bien sea porque es la única que dispone de ese factor en el mercado o porque tiene la característica o factor desarrollada en niveles superiores (Hinterhuber, 2013; Foss, 2011; Guerras y Navas, 2015).

Así mismo, en el crecimiento y desarrollo de los entornos académicos para el sector logístico aeronáutico colombiano, la Escuela de Posgrado de la Fuerza Aérea Colombiana ofrece el Primer Congreso Internacional de Logística Aeronáutica y en uno de sus contextos desarrolla el capítulo denominado Fortalecimiento de Capacidades para la Logística Aeronáutica, en consonancia con el proyecto de la Línea de Investigación en referencia; el cual está orientado al desarrollo estratégico de capacidades logísticas, mediante propuestas metodológicas que buscan determinar el nivel de desarrollo o madurez de las capacidades Logísticas de la organización y cómo medir su contribución en el alcance y mantenimiento de la ventaja, permitiendo a la dirección de la empresa, ajustar y reconfigurar su dotación de Capacidades Logísticas, para responder oportuna y adecuadamente a los cambios del entorno (EPFAC, 2015; Plan Estratégico Línea de Investigación Logística Aeronáutica).

Los trabajos presentados en este capítulo corresponden a los avances de investigación de los estudiantes de los programas de la Especialización y Maestría en Logística Aeronáutica; quienes abordan temáticas alrededor de Rediseños y Mejoras en la Cadena de Suministro; Sistemas de Soporte y Gestión para el desempeño superior y la generación de ventaja competitiva; contribuyendo de esta manera, a la solución de





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



problemáticas y exigencias de la institución y el medio empresarial, mediante propuestas orientadas a la innovación y el desarrollo tecnológico.

**1. MODELO DE CONVERGENCIA E INTEGRACIÓN DE SERVICIOS DE  
TELECOMUNICACIONES DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA PARA APOYAR  
OPERACIONES COORDINADAS: CASO POLICÍA NACIONAL**

María Carolina Vásquez Ruiz - Escuela de Postgrados FAC-Alumno MAELA I.

**Datos de contacto:** maria.vasquez@fac.mil.co. PBX: 057-6-8398360 Ext 1600 / 1681

**Línea:** Logística Aeronáutica y de Servicios

**Ejes Temáticos:** Soporte y sistemas de gestión.

**Resumen**

El desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones aplicadas en los diferentes escenarios doctrinales de la Fuerza Aérea Colombiana, ha demostrado que la base fundamental para llegar al éxito de las operaciones militares son las comunicaciones. Y es precisamente esta área la que coadyuva en la toma de decisiones durante el comando y control de la maniobra militar. Este proyecto de investigación busca concebir un modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas, para este caso: Policía Nacional, que logre la constitución de una "Sistema de Telecomunicaciones Militares (STM)" (Fariñas, 2010, pág. 30) con entidades no militares. Y a su vez generar estándares logísticos de servicios para mitigar las zonas grises de comunicación en los teatros de operaciones, esto quiere decir, que las redes de telecomunicaciones y equipos tácticos empleados en el desarrollo de las operaciones coordinadas puedan transmitir y recibir órdenes del centro de operaciones en tiempo real, utilizando los mismos protocolos de servicio logístico de telecomunicaciones.

Esta investigación parte de las observaciones, retroalimentaciones y lecciones aprendidas realizadas por Grupos de Combate posterior a la operación coordinada, donde se evidencia cual parte del nivel del éxito operacional puede verse opacado en la falta de medios de telecomunicaciones comunes para efectuar comando y control en el teatro de operaciones, generando una alta desconfianza al comandante, para este estudio de caso se tomará de muestra las operaciones aéreas realizadas del 2014 al 2016.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Objetivo general**

Establecer los elementos para diseñar un modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas con la Policía Nacional.

### **Marco de referencia**

En primer lugar, con la Política de Defensa y Seguridad Democrática se fortaleció las Fuerzas Militares y Policía Nacional, con el fin reforzar y garantizar el Estado de Derecho en todo el territorio nacional. Política de estado, que genero el fortalecimiento de la doctrina operacional coordinada, con el fin:

Establece los principios, la organización y los procedimientos para desarrollar operaciones con otras entidades no militares, como la Policía Nacional, la Fiscalía, entre otras, las cuales buscan mediante la coordinación, cumplir una misión impuesta a favor de los intereses nacionales y de las instituciones del Estado (Fuerza Aérea Colombiana, 2013).

No obstante, el empleo significativo de esta doctrina coordinada, a puesto en evidencia falencias tecnológicas, la cuales si se subsanad adecuadamente mediante la propuesta de un modelo, donde se plantee directrices para el fortalecimiento de la compatibilidad tecnológica, integración y convergencia de las telecomunicaciones entre Fuerza Aérea Colombiana y Policía Nacional, muy seguramente la toma de decisiones será más asertiva y eficaz, para el comando, control y concertación del objetivo propuesto.

De tal manera, que este modelo permita vincular los lineamientos del Plan de Guerra Espada de Honor fase III, en las áreas estratégicas, áreas críticas y zonas grises, ya que como lo afirma el señor Mayor General Juan Carlos Salazar en su cátedra Colombia; “El trabajo conjunto, coordinado e inter-agencia es una necesidad para finalizar la guerra y llegar a la victoria militar”. Para tan fin se debe disponer de modelos de compatibilidad e integración tecnológica que permitan de medios de comunicaciones comunes para la planeación y ejecución de las operaciones.

### **Desarrollo de la ponencia**

#### **Planteamiento del problema**

La problemática de este proyecto radica en la discrepancia técnica de los equipos y/o sistemas de comunicaciones de cada una de las partes, por ejemplo, los radios pertenecientes a la red móvil digital de la FAC, la cual tiene diferente frecuencia de



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



operación de los equipos terminales de la Policía Nacional; generando esta incompatibilidad y diversidad tecnológica vacíos operacionales y vulneración de la información, ya que se utilizan medios de comunicaciones alternos susceptibles a ser interceptados por el enemigo, ya que carecen de software y hardware de encriptación, como es la utilización de la red de telefonía celular.

Con la implementación del Plan de Guerra – Espada de Honor III el cual se enfoca al Postconflicto se hace necesario formular un modelo que fortalezca la integración y convergencia de las telecomunicaciones a nivel de la Fuerza Aérea Colombiana con otras entidades no militares, para este caso en particular con la Policía Nacional. Ya que esta problemática, se evidencia en la incompatibilidad de los sistemas de telecomunicaciones y sus equipos terminales, generando tardanza en el cumplimiento de la misión. Caso de estudio que se realizara en la jurisdicción del CACOM-1 y se proyecta desarrollar este estudio de caso de las operaciones aéreas realizadas del 2014 al 2016.

#### Formulación del problema

¿Buscar los elementos y condiciones esenciales para diseñar un modelo de convergencia e integración tecnológica en el área de las telecomunicaciones que permita realizar operaciones coordinadas de manera exitosa entre la Fuerza Aérea Colombiana y la Policía Nacional?

#### Objetivos específicos

1. Presentar el historial de misiones realizadas entre la FAC y la Policía Nacional que hayan presentado problemática en la logística de los servicios de telecomunicaciones en un periodo del 2014 al 2016.
2. Documentar sobre los procesos logísticos de telecomunicaciones empleados por la Policía Nacional para desarrollo de su misión telecomunicaciones en un durante el año 2014 al 2016.
3. Evidenciar la importancia de la convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones ha generado en el desarrollo de otras Fuerzas Militares del Mundo.
4. Identificar las nuevas tendencias Mundiales para la convergencia e integración servicios de telecomunicaciones.
5. Especificar un modelo y/o estándar logístico para el servicio de telecomunicaciones, para mitigar las zonas grises de comunicación en los teatros de operaciones coordinadas practicados por FAC y Policía Nacional.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Diseño metodológico**

Para desarrollo de este proyecto de investigación se basa en un enfoque mixto. Para lo cual se aplicará un análisis de revisión en apoyo con el Grupo de Combate, sobre misiones y lecciones aprendidas en desarrollo de operaciones coordinadas con Policía Nacional.

Hay que mencionar, además que se efectuará investigación documental, para hacer una prospección de las redes de telecomunicaciones de la Policía Nacional para determinar la compatibilidad tecnológica con la red de la FAC. Llevar a cabo encuestas con preguntas abiertas, cerradas y de escala, que permitan diagnosticar en el área operativa que efectiva son las redes de telecomunicaciones al momento de lanzar una operación coordinada con la Policía Nacional. Con el fin de desarrollar las siguientes fases del proyecto de investigación:

1. Presentar el historial de misiones realizadas entre la FAC y la Policía Nacional que hayan presentado problemática en la logística de los servicios de telecomunicaciones en un periodo del 2014 al 2016.
2. Documentar sobre los procesos logísticos de telecomunicaciones empleados por la Policía Nacional para desarrollo de su misión telecomunicaciones en un durante el año 2014 al 2016.
3. Evidenciar la importancia de la convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones ha generado en el desarrollo de otras Fuerzas Militares del Mundo.
4. Identificar las nuevas tendencias Mundiales para la convergencia e integración servicios de telecomunicaciones.
5. Especificar un modelo y/o estándar logístico para el servicio de telecomunicaciones, para mitigar las zonas grises de comunicación en los teatros de operaciones coordinadas practicados por FAC y Policía Nacional.

### **Marco teórico y estado del arte**

Con el ánimo de encontrar ciencias y estudios que contribuyan a generar ideas innovadoras en el ámbito de la integración tecnológica, y analizando el estado del arte para este proyecto de investigación, el marco de referencia partirá desde el enfoque de las Tecnologías de la información y la comunicación, entrelazándose a su vez sinérgicamente con aéreas de conocimiento de la Administración, buscando establecer directrices para el fortalecimiento de la compatibilidad tecnológica, integración y convergencia de las telecomunicaciones entre Fuerza Aérea Colombiana y Policía Nacional de Colombia, esto con el fin de reforzar y garantizar el Estado de Derecho en



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



todo el territorio Nacional. Política de estado, que genera un fortalecimiento en la doctrina operacional coordinada, buscando:

Establece los principios, la organización y los procedimientos para desarrollar operaciones con otras entidades no militares, como la Policía Nacional, la Fiscalía, entre otras, las cuales buscan mediante la coordinación, cumplir una misión impuesta a favor de los intereses nacionales y de las instituciones del Estado (Fuerza Aérea Colombiana, 2013, pág. 51)

Más aún cuando dentro de los antecedentes de esta doctrina, se observa que estos teatros de operación, vienen desarrollando misiones contra el narcotráfico, minería ilegal, entre otras, las cuales han permitido “diezmar el actuar de grupos ilegales que afectan el orden interno y la integridad de los colombianos” (Oficina de Prensa Comando Aéreo de Combate No. 7, 2015). Así como, combatir la economía ilegal y criminal que ha generado la guerra desarrollada en territorios marginados donde se establecieron grupos ilegales a través de la minería criminal y las redes de extorsión, han derivado un enriquecimiento ilícito excesivo (Oficina de Prensa Comando Conjunto del Suroccidente, 2015).

Otra característica en el estado del arte para este proyecto de investigación busca focalizar e integrar de manera coordinada cuatro escenarios, Regulatorio-Administrativo, Operativo, Técnico y Talento Humano; los cuales serán fundamentales para determinar un modelo de convergencia e integración de servicios de entre la FAC y la PONAL.

El siguiente aspecto trata de la esencia de las telecomunicaciones. El nacimiento de las tecnologías de la información y la comunicación, parte de científicos como Michael Faraday, Joseph Henry, Samuel Morse y Graham Bell, quienes aportaron al mundo teorías e invenciones sobre fenómenos del electromagnetismo, contribuyendo con las bases fundamentales científicas, para realizar transmisiones de voz mediante medios físicos (cableado eléctrico), emergiendo tecnologías como el telégrafo en 1837.

Es así como, se crea una serie de conceptos y se comienza hablar de los principios de las telecomunicaciones o teoría de las telecomunicaciones los cuales se basan en el arquetipo transmisor, receptor y medio, cuyo objetivo es, la transferencia de la información. Para comprender mejor, se presenta el modelo planteado por Tomasi (2003) donde se describe de manera práctica este principio fundamental en las telecomunicaciones, como se observa en la Figura 1;

Las comunicaciones electrónicas son la transmisión, recepción y procesamiento de información entre dos o más lugares, mediante circuitos



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



electrónicos. La fuente original de información puede estar en forma analógica (continua), o en forma digital (discreta). Sin embargo, todas las formas de información se deben convertir a energía electromagnética antes de ser propagadas a través de un sistema electrónico de comunicaciones. (Tomasi, 2003, pág. 1)

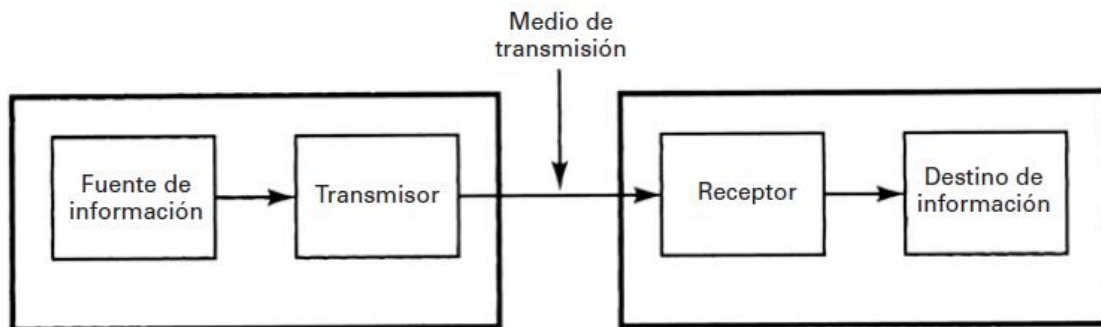


Figura 1. Modelo sistemas telecomunicaciones. Fuente: (Tomasi, 2003)

Si bien es cierto, los nuevos retos del mundo generaron la necesidad de crear transmisiones sin cables físicos, reto que en 1899 se logró, cuando se llevó a cabo entre Francia e Inglaterra de la primera transmisión telegráfica inalámbrica. Los sistemas de telecomunicaciones evolucionaron rápidamente, con la invención del transistor y posterior la ingeniería de los semiconductores, contribuyendo esta ciencias a la generación de tecnologías de transmisión más eficientes y de largo alcance, como la fibra óptica, segmentos satelitales, microondas, entre otros.

No obstante, el desarrollo de estas tecnologías ha originado nuevas propuestas, en las cuales se busca la integración o convergencia tecnológica, con la cual se aspira a establecer la interconexión entre los diferentes sistemas de telecomunicaciones, buscando como fin, un interoperabilidad y trabajo colaborativo entre sistemas de información, a nivel hardware y software, esto ha llevado a crear aéreas de conocimiento especializadas en el ámbito de las políticas de comunicaciones, convergencia, integración y compatibilidad tecnológica.

El centrar el estado del arte identificando otros trabajos de investigación, no resulta fácil, dado que encontrar modelos de integración tecnológica para sistemas telecomunicaciones a nivel militar, pero se puede hacer un símil con los resultados y experiencias obtenidas en trabajos de investigación en el ámbito comercial, como lo analiza Albana & Vallejo en su artículo Telecomunicaciones, Convergencia y Regulación, en el cual hace una investigación sobre desarrollo del sector de comunicaciones y su repercusión en la convergencia de los mercados y de la política hacia el sector de TIC, con el fin de identificar aspectos regulatorios sensibles, que propongan aspectos





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



regulatorios que aún no han sido tenidos en cuenta o abordados con profundidad (2010, pág. 166). Dentro de ese marco, se observa un análisis realizado en el mercado de las telecomunicaciones en el Ecuador, en el cual afirman que “la convergencia se puede aplicar en diferentes lugares de la red inclusive en su borde” (Pérez, Vela, & Gómez, 2007).

Como seguimiento al escenario técnico, se requiere analizar meticulosamente el modelo de interconexión de sistemas abiertos (Open Systems Interconnected - OSI) traducción al español, en adelante OSI; con la finalidad de llegar al detalle del desglose de este modelo en la capa física, enlace de datos, red, transporte, sesión, presentación y aplicación en cada una de las entidades participantes en este proyecto de investigación (FAC y PONAL). Vinculado al concepto de los demás escenarios, teorías como la de información, la cual según Valbuena de la Fuente (1997) citado por Vico (2011, pág. 84), tiene como “objetivo fundamental orientar y situar el conocimiento en torno a la comunicación, con una dirección concreta específica para investigar la información”. En cuanto a la teoría adopción y modelo de aceptación tecnológica (TAM), se enfoca en las predicciones de aceptación y uso de nuevas tecnologías, en la cual se evaluó un determinado comportamiento en la utilización de un sistema de información, basándose en dos variables: la utilidad percibida y la percepción del individuo sobre el uso del sistema de información (Gracia, Ariño, & Blanco, 2011). Todavía cabe señalar la teoría de recursos y capacidades, para apoyar el planteamiento del escenario operativo y de talento humano, en el cual se tomará la perspectiva de “un conjunto único de recursos tangibles o intangibles. Distinguiendo entre los recursos intangibles, los físicos y financieros. Y en los tangibles activos humanos y no humanos, caracterizándose este último en tecnológico y operativos (López, Martínez, & Riveros, 2004).

### **Marco conceptual**

Convergencia e integridad de los sistemas de telecomunicaciones:

En relación con el marco de conceptual para este proyecto de investigación, se hace pertinente dar a conocer el concepto convergencia e integridad de los sistemas de telecomunicaciones, se hace prescindible que esa tecnología tenga la posibilidad de ser actualizada a los nuevos lineamientos del mercado global, mediante la implementación de software y hardware que interconecten los sistemas de información actuales. Hay un concepto planteado por Dromi (2008) en el cual define “la convergencia tecnológica de dos maneras: una hace referencia a la capacidad de diferentes plataformas de red para transportar servicios o señales similares; la otra se centra en la posibilidad de recibir diversos servicios a través de un mismo dispositivo”.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



**Technology Cluster:**

“Conjunto de elementos percibidos por el usuario como interrelacionados y determinantes del grado de adopción de las diferentes tecnologías”. (Hernandez, Jiménez, & Martina, 2006)

**Comando y control:**

Es el ejercicio de autoridad y dirección de un Comandante sobre sus fuerzas asignadas para el cumplimiento de una misión. Incluye planear, dirigir, coordinar y controlar las fuerzas y operaciones en cumplimiento de los objetivos estratégicos, operacionales y tácticos (Fuerza Aérea Colombiana, 2013)

**Modelo de interconexión de sistemas abiertos:**

El modelo de referencia tiene también como finalidad identificar los campos en los que se requiere la elaboración y el perfeccionamiento de normas, así como proporcionar un marco común para mantener la coherencia de todas las normas conexas. El propósito de este modelo de referencia no es servir de especificación de realización, ni constituir la base para evaluar la conformidad de sistemas reales o proporcionar un nivel de detalle suficiente para definir con precisión los servicios y protocolos de la arquitectura de interconexión. En cambio, este modelo proporciona un marco conceptual y funcional que permite a los grupos internacionales de expertos trabajar eficaz e independientemente en la elaboración de normas para cada capa del modelo de referencia de OSI. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 1994).

**Conclusiones**

Actualmente, el proyecto de investigación se encuentra desarrollando las fases consolidación de marco teórico e inicio de la fase de metodología de la investigación, enfocándose en la elaboración de los instrumentos de medición y recolección de datos con la Policía Nacional.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**

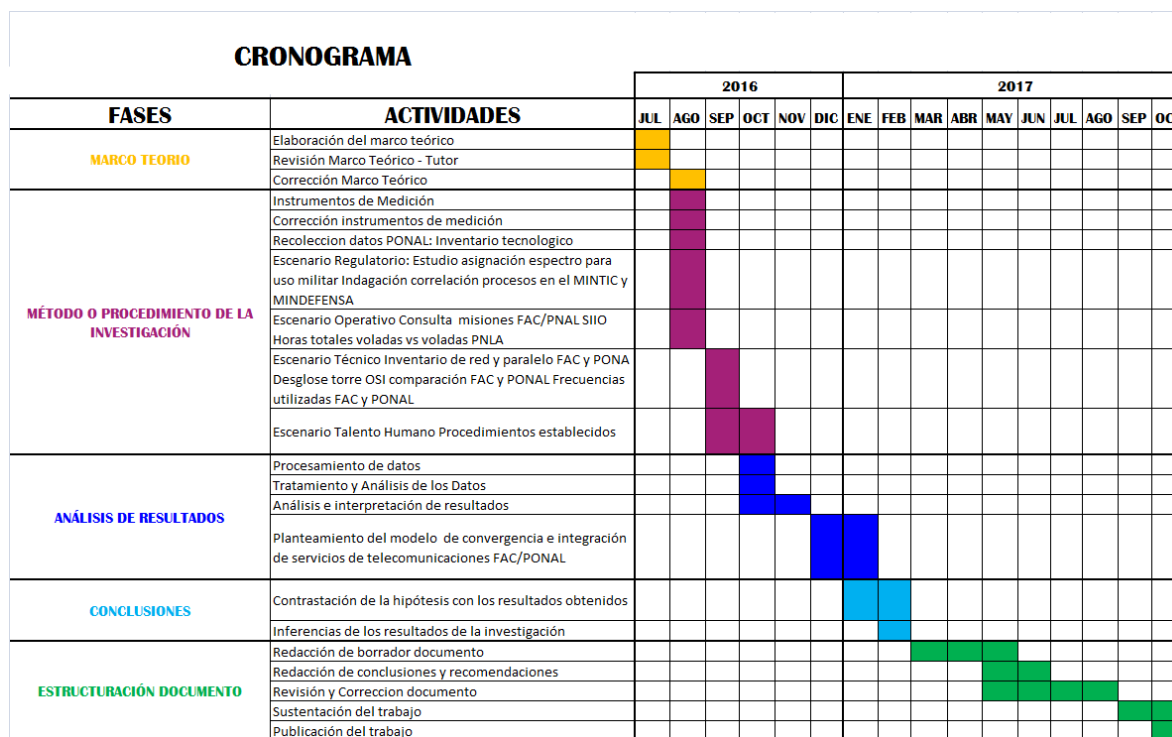


Figura 2. Cronograma fases y actividades proyecto investigación. Fuente: Autor

En cuanto al avance del proyecto, se puede afirmar que se consolidó el estado del arte y las teorías de referente, las cuales darán la directrices a través de las ciencias, para permitir una consolidación de elementos y condiciones esenciales para el diseño un modelo de convergencia e integración tecnológica, que permita utilizar redes de telecomunicaciones asociadas, con el fin de brindar una mejor toma de decisiones en el comando y control de las operaciones

	<b>Teoría</b>	<b>Autor</b>
1	Teoría De Las Telecomunicaciones	Tomasi, W. (2003). Sistemas de comunicacione electrónicas. Pearson educación.
2	Teoría de la información	VAIBUENA, Felicísimo. (1997): Teoría de la Información. Madrid, Noesis.
3	Teoría adopción - Modelo de aceptación tecnológica	DAVIS, F.D.; BAGOZZI, R.P. y WARSAW, P.R. (19 "User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models", Management Sciences,
4	Modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnected	Organización Internacional para la Normalizaci (ISO) 1984



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



5 Teoría de Recursos y Capacidades

Navas López, J., Almodóvar Martínez, P., & Huerta Riveros, P. (2004). La Diversificación desde la Teoría de Recursos y Capacidades. Cuadernos De Estudios Empresariales, (14), 87 - 104.

---

Hay que mencionar, además, que se logró tener un acercamiento con la Oficina de Telemática de la Policía Nacional, con el fin de recolectar los datos de análisis para determinar el inventario tecnológico y el paralelo del modelo OSI entre la FAC y PONAL. Sin embargo la consecución de esta información, no ha sido fácil para el desarrollo de la investigación, puesto que se depende de la disponibilidad del personal especializado en el área de estudio por parte de la Policía Nacional.

Por otro lado, se prevé realizar a corto plazo un acercamiento en con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, fin realizar una investigación sobre el escenario regulatorio de la TIC'S y lineamientos normativos que este ministerio tiene respecto al uso de espectro electromagnético por parte de la FF.MM; así como si existe un enlace de las FF. MM en este Ministerio para tratar temas relacionados con las TIC'S.

Se debe agregar que la concentración de los esfuerzos del proyecto de investigación en este momento se busca la focalización e integración de los cuatro escenarios claves, Regulatorio-Administrativo, Operativo, Técnico y Talento Humano; los cuales serán fundamentales para determinar un modelo de convergencia e integración de servicios de entre la FAC y la PONAL. Y se espera documentar sobre los procesos logísticos de telecomunicaciones empleados por la Policía Nacional para desarrollo de su misión. Y demostrar la importancia de la convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones, basados en casos de éxitos de otras Fuerzas Militares del Mundo. Identificando las nuevas tendencias Mundiales para la convergencia e integración servicios de telecomunicaciones.

### Referencias

- Aldana, A., & Vallejo, A. (2010). Telecommunications, Convergence and Regulation. *Revista de economía institucional*, 12 (23), 165-197.
- Dromi, R., Ramírez, F., Hernández, F., Carmenates, O., Jevey, A., Montagud, M., y otros. (2008). *Telecomunicaciones: interconexión y convergencia tecnológica*. e-libro, Corp.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2013). *Manual de Doctrina Básica Aérea y Espacial*. Bogotá D.C: Fuerza Aérea Colombiana.
- Gómez, J. (2013). *Administración Electrónica, CIS, TIC, TI y Otras Etiquetas de modernidad en el Ámbito del Ministerio de Defensa*. . Obtenido de



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



[http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs\\_marco/2013/DIEEEM16-2013\\_TIC\\_JGomezRueda.pdf](http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_marco/2013/DIEEEM16-2013_TIC_JGomezRueda.pdf)

- Gracia, D., Ariño, L., & Blanco, C. (2011). Adopción de servicios públicos online: un análisis a través de la integración de los modelos TAM y TPB1. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 20 (4), 41.
- Hernández, B., Jiménez, J., & Martina, M. (2006). *Adoption Of Technologies: An Analysis Of The Telecommunication Sector Adopción De Tecnologías: Un Análisis Del Sector De Telecomunicaciones*. Recuperado el 2015, de [http://www.marketing-trends-congress.com/sites/default/files/papers/2006/2006\\_fr\\_Hernandez%20Jimenez\\_Martin.pdf](http://www.marketing-trends-congress.com/sites/default/files/papers/2006/2006_fr_Hernandez%20Jimenez_Martin.pdf)
- López, J., Martínez, P., & Riveros, P. (2004). La diversificación desde la Teoría de Recursos y Capacidades. *Cuadernos de estudios empresariales* (14), 87-104.
- Oficina de Prensa Comando Aéreo de Combate No. 7. (09 de Octubre de 2015). *En operación coordinada con la Policía Nacional se logra la desarticulación de la banda delincuencia "Planeta Amarillo"*. Fuerza Aérea Colombiana. Obtenido de <https://www.fac.mil.co/en-operaci%C3%B3n-coordinada-con-la-polic%C3%ADa-nacional-se-logra-la-desarticulaci%C3%B3n-de-la-banda-0>.
- Oficina de Prensa Comando Conjunto del Suroccidente. (09 de Marzo de 2015). *Operación sin precedentes contra la minería criminal en Colombia, primera de esta naturaleza en el Sur occidente y pacífico colombiano*. Fuerza Aérea Colombiana. Recuperado el 2015, de <https://www.fac.mil.co/operaci%C3%B3n-sin-precedentes-contra-la-miner%C3%ADa-cri>
- Pérez, T., Vela, D., & Gómez, H. (2007). Análisis general de la convergencia tecnológica de las telecomunicaciones y su futuro en el Ecuador. *Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE)* (págs. 1-11). Repositorio Escuela Politécnica Nacional.
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas* (Cuarta edición. ed.). Pearson educación.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2004). *Principios y requisitos para la convergencia de sistemas fijos e IMT-2000 existentes*. UIT-T Q.1761. Obtenido de <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.1761/es>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (1994). *X.200: Tecnología de la información - Interconexión de sistemas abiertos - Modelo de referencia básico: El modelo básico*. Recuperado el 2016, de <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.200-199407-l/es>
- Valbuena de la Fuente, F. (1997). *Teoría general de la Información*. Noesis.
- Vico, E. (2011). La Teoría de la Información ante las nuevas tecnologías de la comunicación. *Cuadernos de Información y Comunicación*, 16.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



## **2. MODELO PARA LA REDUCCIÓN DE RECURSOS LOGÍSTICOS Y TÉCNICOS EN LAS INSPECCIONES DE 720 HORAS EN LOS HELICÓPTEROS UH-60 DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**

Alfonso Cardozo Zuluaga - Escuela de Postgrados FAC-Alumno MAELA I.

Datos de contacto: p8cardozo@hotmail.com móvil 300 619 9262

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios

Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión

### **Resumen**

Se presenta un modelo para la gestión integral del mantenimiento, para reducir los tiempos de ejecución de las inspecciones de 720 horas de los helicópteros UH-60 de la Fuerza Aérea Colombiana teniendo en consideración la característica de mejora continua en el tiempo, apoyados en las tecnologías de la información para lograr la integración y correcta gestión de la unidad de mantenimiento, haciendo énfasis en la gestión y optimización sostenida en el tiempo de procesos asociados a la planificación, programación y ejecución del mantenimiento. Adicionalmente, el modelo presentado complementa herramientas de apoyo para el desarrollo e implementación de las etapas, y características operacionales reales, las cuales podrían afectar el desempeño en las tareas mayores de estas inspecciones.

### **Objetivo general**

Realizar una propuesta para minimizar los recursos técnicos y logísticos en las tareas mayores de las inspecciones de 720 horas para los helicópteros UH-60 de la Fuerza Aérea Colombiana

### **Marco de referencia**

La investigación se desarrolla con referencia en las ciencias de la administración y la logística apoyadas en las matemáticas y la estadística, enfocadas al sector de la industria aeronáutica en la Fuerza Aérea Colombiana.

Una nueva forma de comportamiento administrativo aeronáutico propone mejoras radicales en la reinención de los procesos organizacionales orientados a la eficiencia.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



La transformación de los procesos en el mantenimiento aeronáutico se requiere para adquirir un escenario diferente de operaciones aéreas militares, las aplicaciones deben permitir la reducción de recursos logísticos y técnicos para ahorrar dinero y tiempo.

### **Desarrollo de la ponencia**

La ponencia se hará siguiendo las instrucciones del formato de power point.

El problema consiste en que las inspecciones de 720 horas de los helicópteros UH-60 de la Fuerza Aérea Colombiana no se están ejecutando en el tiempo planeado, hay diferentes factores que influyen en estas demoras y se investigara como minimizar los recursos técnicos y logísticos en las tareas de las inspecciones de 720 horas de los helicópteros UH 60 de la Fuerza Aérea Colombiana, con el fin de evitar sobrepasar la capacidad instalada del Grupo Técnico del CACOM-5.

### **Objetivo general**

Realizar una propuesta para minimizar los recursos técnicos y logísticos en las tareas mayores de las inspecciones de 720 horas para los helicópteros UH-60 de la Fuerza Aérea Colombiana

### **Objetivos específicos**

Identificar cuáles son los componentes mayores que demandan mayor cantidad de recursos en la ejecución del mantenimiento de acuerdo a los registros en SAP y los registros históricos firmados por los técnicos de mantenimiento.

Definir los recursos técnicos y logísticos a emplear para disminuir el mantenimiento programado de las inspecciones de 720 horas.

Integrar la herramienta tecnológica SAP con los diagramas de Gantt para el control de la producción e implementar tableros de inteligencia de negocios.

Diseñar una nueva hoja de ruta con las tareas y repuestos a instalar en las inspecciones de 720 horas con la supervisión de ingeniería y control calidad.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Para presentar ponencias de proyectos concluidos, se debe evidenciar el problema, los objetivos, el desarrollo de la metodología, el marco referencial, los resultados y el análisis de los mismos.

Para presentar ponencia de investigaciones en desarrollo, se debe evidenciar como mínimo: el problema, los objetivos, el planteamiento de la metodología y el marco de referencia, a fin de presentar los postulados que dan el sustento teórico.

### **Conclusiones**

En la actualidad la Fuerza Aérea Colombiana con su alto valor de los activos como son los helicópteros UH-60 y su envejecimiento indican que las necesidades de mantenimiento han ido aumentando durante los últimos años, por lo cual se sugiere al nivel estratégico, la selección de tareas y por ende la gestión global del mantenimiento en la organización se deba manejar de manera formal y responsable, dejando de lado la improvisación y aleatoriedades dentro de la ejecución.

Algunas herramientas de apoyo en las principales etapas del modelo, entregan soporte en la toma de decisiones lógicas de gestión y optimización de una manera real y continua en todos los procesos que tienen que ver con la planificación, programación y ejecución del mantenimiento, teniendo en cuenta el uso de la plataforma SAP para aumentar la eficiencia y/o eficacia de la gestión del mantenimiento.

En este ítem el autor debe presentar afirmaciones inferencias, deducciones o negaciones a partir de los resultados y el análisis de los mismos, exponiendo consecuencias lógicas, o presentando nuevos datos.

Las conclusiones no son un resumen de la investigación, sino afirmaciones basadas en el razonamiento y en las evidencias que se han presentado mediante el desarrollo de la investigación.

### **Recomendaciones**

El uso del SAP como herramienta para el apoyo y la gestión del mantenimiento, se justifica la necesidad de implantación de inteligencia de negocios con tableros electrónicos donde se pueda controlar el avance de una inspección y los factores que la



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



podrían demorar como faltantes de repuestos y así la gestión del mantenimiento tenga ventajas tales como:

- Disponibilidad de información para la toma de decisiones:
  - control de costos,
  - equipos críticos,
  - repuestos,
  - proveedores,
  - personal o
  - sobre cualquier otro parámetro relevante.
- Gestión de recursos, planificación y control de la ejecución del mantenimiento.

Las recomendaciones se realizan a partir de los resultados de investigación, por lo tanto son afirmaciones que sugieren mejorar métodos y acciones específicas del proceso desarrollado durante el transcurso de la investigación.

## Referencias

FAC (2010) *Reglamento de aeronavegabilidad Fuerza Aérea Colombiana FAC 4-101*. Bogotá D.C: Editorial Fuerza Aérea Colombiana.

Fuerza Aérea Colombiana, Jefatura de Operaciones Logísticas. (2011). *Manual de mantenimiento aeronáutico*. Bogotá D.C: Editorial Fuerza Aérea Colombiana.

Sikorsky. (2001). *Aircraft General Familiarization 2001*, Maintenance Student Guide.

Headquarters, department of the ARMY. (2005). *Torchbearer National Security Report*. Institute of Land Warfare Association of the United States Army. Government Printing Office.

Headquarters, department of the ARMY. (2014). *Operator's manual TM 1-1520-237-10*. Government Printing Office.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Headquarters, department of the ARMY. (2014). *Technical manual TM1-1520-237-23PMI Phased maintenance inspection checklist*. Government Printing Office.

Headquarters, department of the ARMY. (2014). *Technical manual TM1-1520-237-23-1, aviation unit and intermediate maintenance*. Government Printing Office.

Headquarters, department of the ARMY. (2014). *Technical manual TM1-1520-237-23-7, aviation unit and intermediate maintenance*. Government Printing Office.

Headquarters, department of the ARMY. (2014). *Technical manual TM1-1520-237-23-12, aviation unit and intermediate maintenance*. Government Printing Office



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### **3. PERTINENCIA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO, SCHWEIZER DE ACUERDO A LA CONFIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD REQUERIDA PARA LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA - FAC**

Wilmer Alejandro Díaz Rojas - Escuela de Postgrados FAC- Estudiante ELA XVI  
Datos de contacto: wadr06@gmail.com / Wilmer.diaz@fac.mil.co / 314 617 21 36  
Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios  
Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión.

#### **Resumen**

Las plataformas de inteligencia monomotor Schweizer de la Fuerza Aérea Colombiana presentaron bajos indicadores de disponibilidad, MTBF y confiabilidad en el periodo 2009-2013; a partir de Febrero de 2013 hasta el año 2016, las seis aeronaves fueron objeto de una modernización de los equipos de aviónica; gracias a estos trabajos, mencionados indicadores han mejorado de forma significativa, lo cual se evidencia en un mejor rendimiento de este equipo.

El objetivo de este artículo de revisión, es generar una propuesta con base a las mejores prácticas realizadas por la BOEING y la USAF, para que las Unidades logísticas del equipo Schweizer de la FAC, realicen sus propios ajustes según conveniencia, enfocada a mantener unas buenas condiciones de disponibilidad de la flota, con lo anterior se propondrá una actualización al programa de mantenimiento de mencionado equipo.

#### **Objetivo general**

Analizar la pertinencia del programa de mantenimiento del equipo Schweizer de la FAC en el 2016, para plantear un esquema de mejoramiento.

#### **Objetivos específicos:**

- Realizar un análisis del programa de mantenimiento vigente del equipo Schweizer de la FAC, para establecer las condiciones de su desarrollo como la problemática existente.
- Revisar los programas de mantenimiento de la Boeing y la USAF, para identificar posibles mejoras aplicables a los procesos de la FAC.
- Proponer un esquema de mejoramiento al programa de mantenimiento del equipo Schweizer, para obtener mejores indicadores de disponibilidad y confiabilidad.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### **Marco de referencia**

Para el desarrollo de este artículo, se realizará una investigación cualitativa a partir de fuentes primarias (informes de confiabilidad GRUTE-CACOM-2, Seminarios de mantenimiento dictados por la BOEING, y las Air Force Instruction 21-101 de la USAF), así como fuentes secundarias como una tesis de grado que trata de manera directa la problemática de las listas maestras en las inspecciones programadas del equipo Schweizer, y artículos académicos que apoyan la temática de interés, para el análisis del autor.

### **Marco teórico**

#### ***Disponibilidad***

La disponibilidad es un indicador clave de desempeño medido por las secciones de confiabilidad de la FAC de forma mensual, el cual evidencia el porcentaje de tiempo real en el que una aeronave o flota, se encuentra “disponible” para cumplir cualquier tipo de misión, sin importar que sea o no utilizada por la parte operativa; este indicador tiene en cuenta el tiempo utilizado para efectuar mantenimiento programado e imprevisto, lo cual hace que sea un indicador más cercano a la realidad, comparado con el indicador de “alistamiento”, el cual muestra el número de aeronaves que se encuentran listas en un día y se promedia de forma mensual. Este indicador de alistamiento de aeronaves, es el que más peso tiene para medir la gestión de los grupos técnicos de la Fuerza Aérea Colombiana, a través de las RAE (reunión de análisis estratégico).

En el ámbito mundial, determinar la disponibilidad de los sistemas militares aeronáuticos es la preocupación más importante para los planificadores tanto en el nivel táctico como el estratégico, teniendo en cuenta que esta disponibilidad puede afectar la eficacia de las mismas. Los sistemas aeronáuticos militares son complicados y calcular su disponibilidad puede llegar a ser sumamente difícil. (Upadhy, K. S., & Srinivasan, N. K., 2012).

#### ***MTBF***

El MTBF (Mean Time Between Failure) o en español tiempo medio entre fallas, es un indicador que se calcula dividiendo el número horas voladas, sobre el número de fallas ocurridas en un periodo de tiempo, generalmente este periodo es de un mes. Este indicador esta expresado en horas, ejemplo: una aeronave voló 4 horas y presento 2 fallas, lo que significa que el MTBF para este caso es de 2 horas, es decir que por cada 2 horas de vuelo la aeronave presento 1 falla. En resumen, entre mayor sea el valor del MTBF, mayor es el desempeño y la confiabilidad de un equipo.





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Como lo indica (Gehloff, 2015), el tiempo medio entre fallas puede ser muy informativo e impulsar algunos comportamientos específicos cuando se aplica correctamente. Sin embargo, cuando se aplica incorrectamente, resultará en la confusión y la frustración probablemente, al contar con un indicador que no dice nada.

### **RCM**

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) es mucho más que sólo otra manera de hacer mantenimiento. Es una manera de mirar el rendimiento de un sistema en relación con el impacto de las fallas y luego mitigar esos resultados intencionadamente, por medio de la detección, o un mantenimiento eficaz. El RCM es una herramienta que rediseña su estrategia de mantenimiento en conjunto, para mejorar el rendimiento del sistema. Aplicar el RCM, ayuda a enfocar la atención en los resultados. Un beneficio de esta técnica es que desarrolla los datos para justificar las reparaciones o las sustituciones. (Wheeler, 2007).

### **Marco conceptual**

#### ***Confiabilidad***

Se puede definir como la probabilidad de que un activo cumpla la misión para lo cual fue diseñado, en un tiempo determinado, bajo unas condiciones específicas, sin que presente una falla. (Ibáñez, 2016).

Este indicador se mide en la Fuerza Aérea Colombiana a través de la siguiente fórmula:

$$R (\text{reliability}) = e^{-\lambda t}$$

- Donde  $e$ , es el número exponencial que aparece en las calculadoras y en las fórmulas de Excel.
- $\lambda=1/\text{MTBF}$
- $t$  = Es la autonomía de la aeronave



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Marco legal**

- Manual de mantenimiento FAC.
- Manual de mantenimiento Schweizer.
- AFI 21 – 101
- Aging airplane scheduled maintenance requirements. Boeing fleet maintenance seminar.

Inicialmente se debe realizar un análisis del programa de mantenimiento, utilizado actualmente para los equipos Schweizer de la FAC, con revisión de registros históricos, entrevistas al personal de la sección ingeniería responsable del proceso, análisis de informes de confiabilidad y análisis de los indicadores claves de desempeño registrados para las aeronaves de este equipo.

Posteriormente se van a identificar las oportunidades de mejora de los programas de la FAC, respecto a los programas de confiabilidad aeronáutica del equipo Schweizer a través de la exploración documentaria, referenciada y general, que se realizará a otras instituciones del mismo tipo a nivel internacional; esto permitirá la documentación de mejores procesos y prácticas.

Finalmente se desarrollará una propuesta con base a esas mejores prácticas, para que la Unidad logística del equipo Schweizer de la FAC, realice sus propios ajustes según conveniencia, enfocada a mantener unas buenas condiciones de alistamiento de la flota, con lo anterior se propondrá una actualización al programa de mantenimiento de mencionado equipo.

### **Desarrollo de la ponencia**

Dentro de los objetivos de un programa de confiabilidad aeronáutica se encuentran: el establecimiento de estándares a través de indicadores claves de desempeño, evaluación del desempeño de las aeronaves, identificación de tendencias, toma de medidas correctivas, así como la supervisión continua del rendimiento de las aeronaves. Con los datos obtenidos, se puede asegurar la utilización óptima de las mismas, así como la reducción de los costos de mantenimiento. (Kulungian, 2012)

Los operadores que utilizan de forma adecuada un programa de confiabilidad aeronáutica, desarrollan diversas habilidades para identificar componentes con desempeño pobre o reducido, identificar fallas repetitivas, identificar procedimientos inadecuados de reparación en bancos, identificar deficiencias en los programas de



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



entrenamiento de los técnicos de mantenimiento, como lo expresa (Kulungian, 2012) en el seminario de confiabilidad en mantenimiento y análisis de costos dictado por la Boeing en Orange County CA.

El problema objeto de estudio del artículo de revisión, radica en que se debe establecer la pertinencia de los programas de mantenimiento del equipo Schweizer, teniendo en cuenta para el año 2016, cinco aeronaves han sido objeto de modernización de sus equipos de aviónica, cambiando de componentes análogos a digitales; de igual manera para el último trimestre del presente año, la sexta aeronave se encuentra en el mismo proceso.

Durante el desarrollo del artículo de revisión, se estableció que la Fuerza Aérea Colombiana ha implementado el programa de confiabilidad aeronáutica desde algo más de diez años, lo cual la hace partícipe de esta ciencia como mantenedor y operador de sus equipos de vuelo, de esta forma la FAC se encuentra a la vanguardia de la industria aeronáutica mundial.

A medida que la tecnología ha avanzado, diversas estrategias de mantenimiento se han desarrollado, incluyendo el mantenimiento basado por condición, el RCM (Wheeler, 2007) entre otros, por lo cual el principal reto que enfrentan las organizaciones de mantenimiento aeronáutico hoy en día, está en elegir la estrategia más eficiente y eficaz, para mejorar las capacidades operativas de forma continua, lo cual repercute también en la reducción de costos de mantenimiento.

Para analizar el desempeño de un equipo aeronáutico a través del tiempo, es indispensable extraer e interpretar información a través de los registros históricos de las mismas, para esto es indispensable conocer sobre la minería de datos, método ampliamente utilizado por las secciones confiabilidad de la FAC.

Inicialmente se debe identificar el objetivo principal del estudio a realizar y los datos requeridos para tal fin, posteriormente se extraen los datos desde el entorno que los contengan. Con frecuencia, los datos necesitarán ser pre - procesados, ya que puede provenir de varias fuentes o tienen diferentes formatos y niveles de jerarquía. Los modelos o patrones se obtienen de la aplicación de métodos establecidos, los cuales tienen que ser interpretados. (Liñán, L. C., & Pérez, Á.,Alejandro Juan, 2015).

#### **IMPORTANCIA DEL EQUIPO SCHWEIZER EN LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**

El SA2-37A/B es una aeronave diseñada para misiones de vigilancia especial de dos asientos, construida para la Agencia Central de Inteligencia con una capacidad de carga



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



de 231 kg y un tanque en una bahía del fuselaje de 70 pies cúbicos (2000 litros). Con 370 litros puede permanecer en operaciones durante un máximo de 12 horas; la cual llegó a la Fuerza Aérea Colombiana en el año de 1998, donde contó inicialmente con el apoyo técnico de personal de comisión americana para la realización de las inspecciones programadas, finalmente la FAC asume el mantenimiento de estas aeronaves con el programa de mantenimiento emitido por la casa fabricante (Vega, 2016).

Estas aeronaves, son una plataforma de inteligencia con prestaciones, autonomía, alcance, consumo de combustible y mantenibilidad únicas en la FAC. Todas estas características unidas, no se encuentran en ninguna de las demás plataformas de inteligencia de la Fuerza Aérea Colombiana.

Los beneficios que representa para el país contar con estas plataformas, es que son aeronaves con una gran versatilidad en las diferentes misiones de inteligencia que cumplen contra los diferentes grupos al margen de la ley, así como la ejecución del plan de vigilancia minero energética. De igual manera, como información de interés, el mercado mundial de sistemas de vigilancia a través de plataforma aeronáutica, estuvo calculado en unos \$127.13 millones de dólares para el año 2014, y se espera que crezca en 5.35 %, hasta llegar a los \$173.83 millones de dólares para el año 2020. (PR NESWIRE, 2015)

El no contar con un programa de mantenimiento adecuado para estas aeronaves trae graves perjuicios para la nación, ya que no se podría garantizar la disponibilidad de estas por demoras en las salidas de las inspecciones programadas, como consecuencias se pueden llegar a considerar las siguientes:

- No contar con información confiable y de primera mano para neutralizar acciones terroristas.
- No poder vigilar oleoductos, gasoductos y vías.
- No poder encontrar y neutralizar minas ilegales entre otros.

Teniendo en cuenta lo anterior, es pertinente establecer si el programa de mantenimiento del equipo utilizado hasta el año 2016 es el más adecuado, de esta forma, se puede garantizar la aeronavegabilidad continuada de estos equipos; entregando al país unas aeronaves disponibles, confiables y seguras para la defensa del espacio aéreo como la soberanía de la Nación

De acuerdo a la información suministrada por la sección confiabilidad del GRUTE-CACOM 2, se pudo evidenciar que aproximadamente el 16,75% de las fallas acumuladas y presentadas por el equipo SA2-37, correspondían a eventos con el sistema de navegación



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



ATA 34, lo cual generó una baja confiabilidad y disponibilidad de la flota durante ese periodo. (FAC-CACOM-2, SECOA GRUTE, 2016).

Estas fallas afectaron directamente equipos de aviónica análogos como: velocímetro, GPS, radar altímetro, brújula, horizontes, pantalla VM1000 (información miscelánea de motor), entre otros equipos.

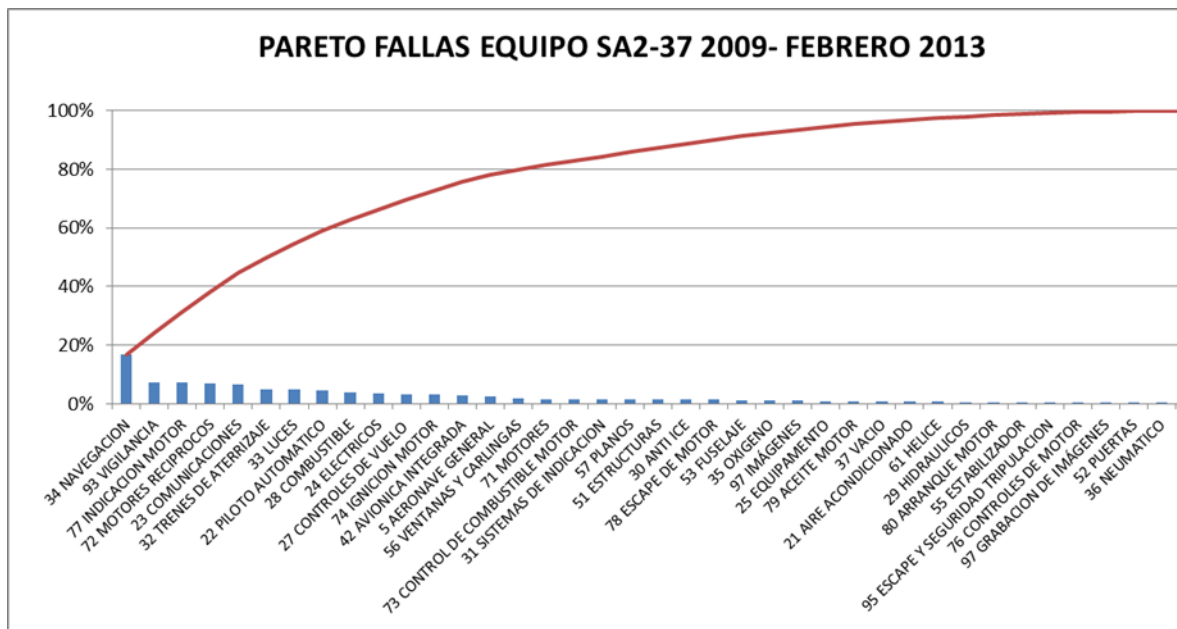


Figura 1. Gráfica Pareto fallas equipo SA2-37 2009-2013. Fuente SECOA GRUTE-CACOM-2 (2016).



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"

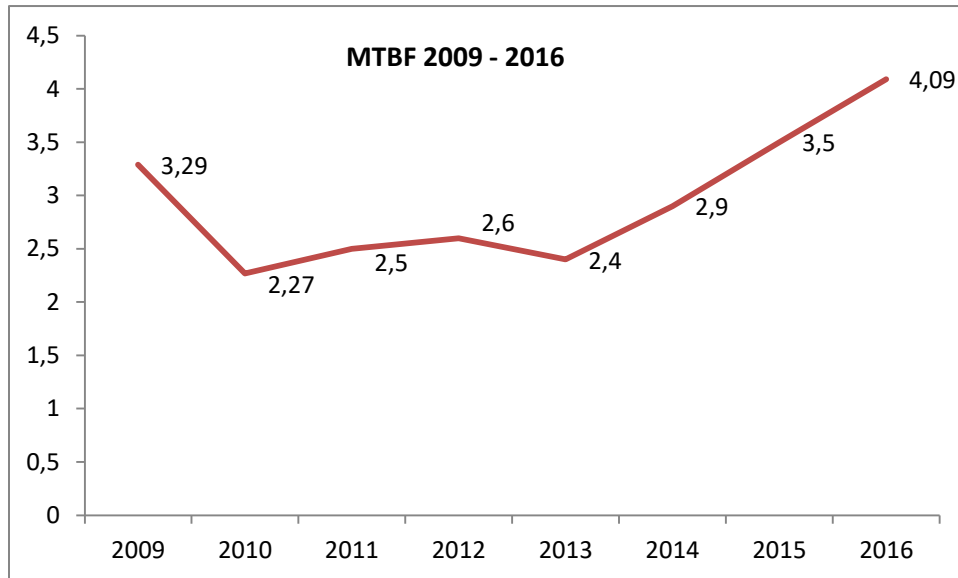


Figura 2 .Gráfica MTBF equipo SA2-37 2009-2016. Fuente SECOA GRUTE-CACOM-2 (2016).

Se observa que el desempeño del MTBF aumento exponencialmente a partir del año 2013, cuando se inició el proceso de modernización del equipo Schweizer.

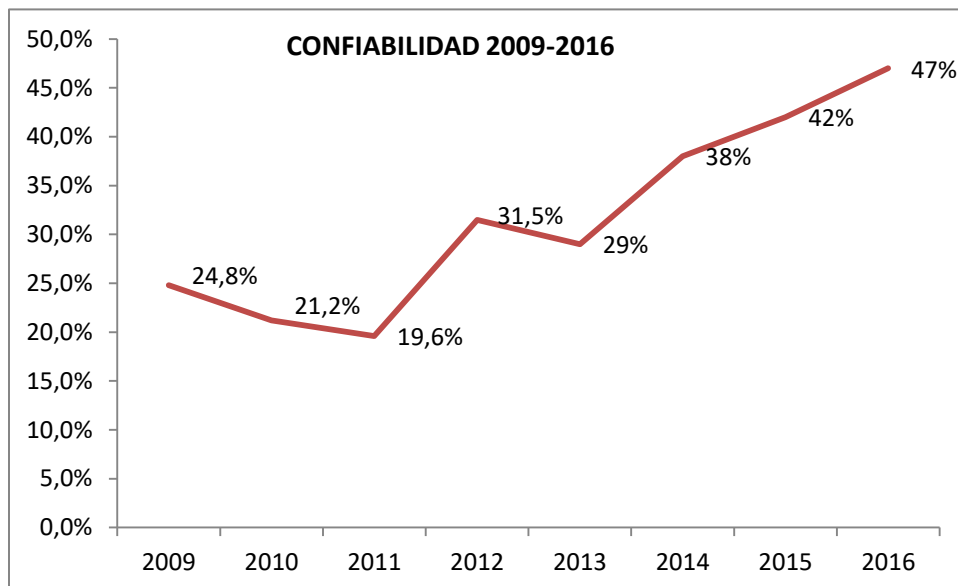


Figura 3. Gráfica Confiabilidad equipo SA2-37 2009-2016. Fuente SECOA GRUTE-CACOM-2 (2016).





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



La confiabilidad aumento exponencialmente a partir del año 2013, cuando se inició el proceso de modernización del equipo Schweizer.

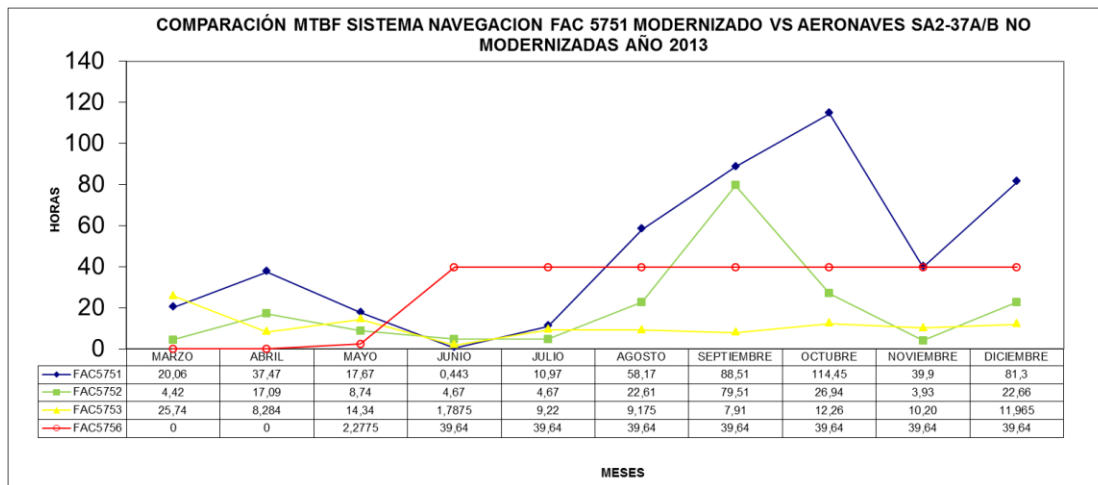


Figura 4. Gráfica Comparación MTBF FAC 5751 vs Aeronaves no modernizadas 2013.  
 Fuente SECOA GRUTE-CACOM-2 (2016).

Posterior a la modernización del FAC 5751 (primera aeronave modernizada), la sección confiabilidad del CACOM-2, realiza un análisis comparativo del MTBF en el sistema ATA 34 (Navegación), respecto a las otras aeronaves en su momento no modernizadas, evidenciando de esta manera el éxito de la actualización del sistema de aviónica del equipo, pues se aumentó hasta en 114,45 horas, el tiempo medio entre fallas de este sistema.

Con la anterior información, se puede evidenciar que gracias a la modernización, el equipo Schweizer es ahora más confiable, con un mayor índice de MTBF, y una mayor disponibilidad. Determinando así, que el programa de mantenimiento establecido para el año 2016, no se encuentra acorde con las condiciones de desempeño actual del mencionado equipo.

### Conclusiones

El documento a la fecha se encuentra en desarrollo.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## Referencias

Beuter, P., (Octubre, 2014) Scheduled Maintenance Program. Boeing. *Aging Airplane Scheduled Maintenance Requirements*. Seminario llevado a cabo en Seattle, Washington, Estados Unidos.

Fuerza Aérea Colombiana. (2016). Análisis de Pareto equipo Schweizer 2009-2016. Comando Aéreo de Combate No. 2. Grupo Técnico. Sección Confiabilidad

Fuerza Aérea Colombiana. (2016). Disponibilidad equipo Schweizer 2009-2016. Comando Aéreo de Combate No. 2. Grupo Técnico. Sección Confiabilidad

Fuerza Aérea Colombiana. (2016). MTBF equipo Schweizer 2009-2016. Comando Aéreo de Combate No. 2. Grupo Técnico. Sección Confiabilidad

Fuerza Aérea Colombiana. (2016). Cálculo indicador de confiabilidad. Comando Aéreo de Combate No. 2. Grupo Técnico. Sección Confiabilidad

Fuerza Aérea Colombiana. (2016). Confiabilidad equipo Schweizer 2009-2016. Comando Aéreo de Combate No. 2. Grupo Técnico. Sección Confiabilidad

Fuerza Aérea Colombiana. (2016). Cabina análoga y digital. Comando Aéreo de Combate No. 2. Grupo Técnico. Sección Ingeniería

Fuerza Aérea Colombiana. (2016). Registros Históricos equipo Schweizer. Comando Aéreo de Combate No. 2. Grupo Técnico. Sección Planeación

Fuerza Aérea Colombiana. (2016). Comparación MTBF FAC 5751 vs Aeronaves no modernizadas 2014. Comando Aéreo de Combate No. 2. Grupo Técnico. Sección Confiabilidad

Global commercial aircraft video surveillance systems (cockpit door surveillance systems, cabin surveillance system, ground maneuvering camera system, flight safety camera systems) market 2014-2020. (2015, Apr 20). PR Newswire Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1674173298?accountid=143348>

Gehloff, M. (2015). OEE vs. MTBF: Which is the right metric? *Plant Engineering*, 69(7), 14-15. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1720975109?accountid=143348>



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Ibáñez, B. (Junio, 2016). Concéptos Básicos Fiabilidad y Mantenibilidad. *Fiabilidad*. Materia dictada en la cohorte XVI de la Especialización de Logística Aeronáutica. EPFAC. Bogotá, Colombia.

Kumar, U., Galar, D., Parida, A., Stenström, C., & Berges, L. (2013). Maintenance performance metrics: A state-of-the-art review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 19(3), 233-277. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/JQME-05-2013-0029>

Kulungian, W., (Septiembre, 2012) Component Reliability. Boeing. *Maintenance Reliabilty & Cost Analisys Seminar*. Seminario llevado a cabo en Orange County, California, Estados Unidos.

Liñán, L. C., & Pérez, Á.,Alejandro Juan. (2015). Educational data mining and learning analytics: Differences, similarities, and time evolution/Minería de datos educativos y análisis de datos sobre aprendizaje: Diferencias, parecidos y evolución en el tiempo. *RUSC*, 12(3), 98-112. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1701132604?accountid=143348>

Upadhya, K. S., & Srinivasan, N. K. (2012). Availability estimation using simulation for military systems. *The International Journal of Quality & Reliability Management*, 29(8), 937-952. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/02656711211270360>

Vega, C. (2016). *Implementación de las lista maestras en el sistema SAP de las fases de mantenimiento programado de 50, 100 y 500 horas de la aeronave Schweizer*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

Wheeler, P. (2007). Reliability-centered maintenance. *Buildings*, 101(11), 38-40. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/210278954?accountid=143348>



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



#### **4. ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LAS INEXISTENCIAS DE MATERIAL REPARABLE PARA EL ALISTAMIENTO DE AERONAVES DE LAS UNIDADES CACOM-1, CACOM-2 Y CACOM-6 DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA.**

Mario Alejandro Cárdenas Villota - Escuela de Postgrados FAC- Estudiante ELA XVI

Datos de contacto: marioalejo123@hotmail.com cel. 316-369-2964

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios

Ejes Temáticos: Cadena de abastecimiento.

##### **Resumen**

El problema en los altos costos de almacenamiento en los almacenes se ha convertido en un punto clave para el control de los inventarios y la gestión de materiales, los cuales forman hoy en día un motivo de control para las empresas teniendo en cuenta que estos costos representan un gran valor para la administración. La dificultad central en el control de los costos de los almacenes para la FAC se basa en mantener el stock que permita disminuir los tiempos de la mayor disponibilidad de material y por lo tanto de los equipos para las operaciones que se necesita desarrollar.

Por lo anterior y buscando la optimización de los recursos existentes, se hace necesario determinar cuáles son los factores que más influyen en el momento de determinar los criterios para la planeación de compras encaminadas a reducir los costos de adquisición de material y reducir los valores de los almacenes sin impactar el alistamiento de las aeronaves.

##### **Objetivo general**

Determinar el impacto económico de las inexistencias de material reparable en el alistamiento de aeronaves de las unidades CACOM-1, CACOM-2 y CACOM-6 en la fuerza aérea colombiana para definir una propuesta de mejoramiento al proceso.

##### **Objetivos específicos**

Elaborar un diagnóstico del proceso de manejo de inventarios para establecer la problemática por las inexistencias de material reparable en el alistamiento de aeronaves de las unidades CACOM-1, CACOM-2 y CACOM-6, que permita establecer el perfil de las situaciones problema del proceso.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Caracterizar el proceso de manejo de inventarios de las unidades CACOM objeto del estudio, para hallar la causalidad de la problemática encontrada en el diagnóstico.

Explorar en el medio institucional y empresarial opciones de manejo de este tipo de material para generar una propuesta de mejora al proceso.

Presentar una propuesta de mejora sobre el proceso de manejo de inventarios de los materiales reparables para solucionar la situación actual de inexistencias.

### **Marco de referencia**

#### **Marco teórico**

La gran problemática se centra en la determinación de políticas de stock adecuadas lo que supone un análisis de la clasificación de stock, determinación de necesidades, estudios de costos versus el alistamiento de aeronaves.

Cabe resaltar que el proceso logístico de la adquisición de material es importante en si mismo como parte fundamental de la economía (adquisición, reparación, etc.). Por lo anterior es necesario centrar los esfuerzos para el desarrollo de las actividades correspondientes a la cadena de suministro la cual se ha definido generalmente como “el conjunto de recursos y enlaces que adicionan valor a un producto o servicio desde la fuente hasta quien lo consume, dentro de un canal en donde se mueve productos, información y dinero” (ACERO, 2008). Con el ánimo de generar un control en los costos y satisfacción de los requerimientos del mercado, las organizaciones deben sincronizar las operaciones logísticas como abastecimientos, producción y distribución, este sistema debe ser flexible y convertir el usuario en un socio de la organización esto sin dejar de lado que “El manejo de la cadena de suministro enfatiza las interacciones de la logística que tienen lugar entre las uncciones de marketing, logística y producción en una empresa, y las interacciones que se llevan a cabo entre las empresas independientes legalmente dentro del canal de flujo del producto” (BALLOU, 2004). Un punto importante para el éxito en la reducción de los costos de la operación es un buen pronóstico de los inventarios los cuales según (BALLOU, 2004) ‘son las acumulaciones de materias primas, provisiones componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa’.

Uno de los principales objetivos de la administración de los inventarios es poder asegurar que los materiales y suministros estén disponibles en el momento adecuado y en las cantidades que se requieren, sin embargo, mantener el material disponible genera unos costos de un 15% al 40% de su valor, por tal motivo se debe generar unas políticas claras



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



para administrar de manera adecuada los niveles de inventario adecuado. Para realizar una política para determinar los niveles de inventario se debe tener en cuenta: costos de adquisición, costos de manejo, costos por la no existencia y la gestión de la demanda la cual debe mantener un equilibrio en los requerimientos de los clientes frente a la capacidad de respuesta de nuestra organización, intentando establecer cuando y que adquirir con el fin de reducir el nivel de incertidumbre.

### **Marco conceptual**

Para el año 2016 no se cuenta con una metodología clara para evaluar los costos de los almacenes reparables de las unidades de la Fuerza Aérea frente al alistamiento de las aeronaves, con el que se permita determinar el valor e impacto de la no existencia de material reparable para la corrección de anotaciones de mantenimiento imprevisto. Para el presente estudio se utiliza como apoyo varias teorías que nos permiten conocer las relaciones entre las variables que se han podido identificar dentro del problema.

Durante los últimos tiempos la industria aeronáutica ha tenido un gran crecimiento, lo cual ha llevado a nuevos desafíos, lo cual ha requerido de la adaptación de los sistemas logísticos que lo componen, por lo anterior la determinación de una cadena de suministro robusta en la que intervengan varias áreas como compras, pronósticos de inventarios y almacenes entre otros permitirá mantener una operación sostenida con unos costos razonables. Hoy en día se puede apreciar que cada uno de las partes de la cadena de suministro o sistemas de apoyo (Kalenatic et al. 2009) realizan sus propias estrategias para cumplir con los resultados del sistema logístico originando los siguientes problemas descritos por Pujari: Sobrecostos por una mala coordinación entre fabricantes y proveedores o distribuidores ; un flujo de información deficiente ente sistemas de apoyo generando una disminución en los niveles de satisfacción del cliente; mala utilización de los recursos existentes en la cadena de suministro; la ausencia de coordinación que provoca la ejecución de tareas similares que se realiza en múltiples puntos a lo largo de la cadena de suministro; las funciones individuales de la cadena de suministro puede proporcionar una solución rápida a un problema temporal, pero no puede proporcionar una ventaja estratégica que viene con una visión a largo plazo.

Es muy importante tener en cuenta que cualquier tipo de aeronave está compuesta por una cantidad considerable de componentes, de los cuales ninguna organización esta en capacidad de mantener un stock de todos estos repuestos, por lo anterior las organizaciones han implementado diferentes estrategias del pronóstico de sus inventarios, con lo cual se busca identificar los elementos que más presentan fallas y mantenerlos almacenados lo cual nos generara un costo. Teniendo en cuenta lo anterior





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



podemos hablar que la organización deberá tener una gestión de sus inventarios con el fin de bajar los costos de almacenamiento y elevar los niveles de servicio teniendo en cuenta aspectos claves como consumo, demanda, tiempo de reposición y uno de los aspectos claves el costo de las inexistencias el cual (Horgren.C .2007) se puede definir como un precio oculto en relación a las pérdidas de ventas o el incumplimiento de contratos por la ventas no realizadas. Estos costos son algo complejos de determinar ya que una necesidad insatisfecha puede generar la pérdida de un cliente.

### **Marco legal**

Dentro del entorno legal en el que se desarrolla la actividad logística de la fuerza aérea colombiana hay que tener en cuenta lo que se establece en:

- manual de abastecimientos versión 1 parte cero capítulo 1 PUBLICACIÓN Y UTILIZACIÓN MANUAL DE ABASTECIMIENTOS AERONÁUTICOS .
- ley 80 de 1993 estatú general de contratación

Desarrollo de la Ponencia:

El problema se central de la presente ponencia se centra en poder determinar la existencia adecuada de material reparable para sostener la operaciond e las aeronaves de la fuerza aérea, esto sin incurrir en cosots inecesarios los cuales me generarar una variación positiva en el valor de los almacenes. El tipo de investigación a desarrolla es cuantitativa, lo anterior teniendo en cuenta el análisis que se realizara de los almacenes de reparables de las unidades CACOM-1, CACOM-2 y CACOM-6, lo que permitirá realizar una caracterización más profunda del objeto de estudio y analizar las diferentes variables con el fin de dar respuesta al problema planteado. Se realizará la recolección de información de fuentes primarias y secundarias. De acuerdo a la información obtenida se realizará una tabulación en Excel, de los valores de los diferentes almacenes reparables de las unidades CACOM-1, CACOM-2 y CACOM-6, con el fin de depurar y determinar las variables que inciden directamente en el desarrollo de la investigación.

**Conclusiones** PENDIENTE/ EN PROCESO

### **Referencias**

- Ballou, r. H. (2004). Logistica: administracion de la cadena logistica de suministros. Mexico: pearson.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



- Acero, m. (2008). La verdadera dimension de las cadenas de abastecimientos. Asesor en supplychain management grupo sincro.
- Kalenatic, D., González L., López C. y Arias L.El sistema de gestión de tecnología como parte del sistema logístico en la era del conocimiento. Cuadernos de Administración, Vol. 22, No 39: pp. 257286, 2009.
- Horgren.C (2007). Contabilidad de costos un enfoque genrencial. Mexico d.f. Pearson education



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## 5. FACTIBILIDAD DE ESTANDARIZACIÓN DE FLOTAS AERONÁUTICAS–CASO FUERZA AÉREA COLOMBIANA

Ariel Oswaldo Rodríguez Garnica - Estudiante ELA XVI.

Datos de contacto: oswaldovirtual@hotmail.com / oswaldo.rodriguez@fac.mil.co / 302 2832178

Línea: logística Aeronáutica y de servicios

Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión.

### Resumen

Se presenta inicialmente el título de la ponencia “Factibilidad de Estandarización de Flotas Aeronáuticas – Caso Fuerza Aérea Colombiana” y se introduce el tema explicando el Objetivo General y los Objetivos Específicos que se persiguen con la realización del trabajo, así como la metodología que se estableció para su cumplimiento; seguidamente se hace una corta y puntual descripción de la problemática identificada y la cual motiva el tema seleccionado y su desarrollo, soportando la necesidad del estudio en datos estadísticos susceptibles de mejora a través de las sugerencias y recomendaciones como parte final del trabajo en consideración.

### Objetivo general

- Presentar la importancia de la estandarización de las flotas aeronáuticas a través de la perspectiva, problemática y necesidades de la Fuerza Aérea Colombiana en pro de mejorar la disponibilidad de sus aeronaves para el cumplimiento de la misión institucional.

### Marco de referencia

La Fuerza Aérea Colombiana se encuentra ante condiciones variables para el cumplimiento de su misión, tales como el incremento imprevisto del precio del dólar en los años 2015-2016, un sistema de contratación del soporte logístico de sus aeronaves poco efectivo explicado por la difícil consecución de los repuestos de algunos equipos y sus costos elevados, prolongados tiempos de respuesta de los proveedores y un número considerable de flotas aeronáuticas; estos factores podrían representar un problema mayor a futuro sino se plantean cursos de acción para garantizar el cumplimiento de la misión enmarcada en las posibilidades reales de sostenimiento de las actuales flotas aeronáuticas, siendo su estandarización una alternativa interesante de analizar ya que representa un reto complejo desde el punto de vista logístico y operativo, sin dejar de



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



lado la misión Institucional y dando paso a conceptos de logística contemporánea, donde ser eficaz en el cumplimiento de la misión no es suficiente y no puede apartarse de la eficiencia traducida en el buen uso de los recursos asignados para su fin principal.

Adicionalmente, se deberán tener en cuenta aspectos importantes como la vida útil de algunas flotas, la conveniencia económica de su sostenimiento operativo y sí es posible garantizar su disponibilidad para el desarrollo de las operaciones aéreas.

Por otra parte, la Fuerza Aérea Colombiana ha iniciado (segundo trimestre de 2016), un periodo de transformación frente a un posible acuerdo de paz entre el Gobierno Nacional y el grupo de las FARC, lo cual plantea a corto, mediano y largo plazo nuevos escenarios operacionales y retos que deberán ser tenidos en cuenta para su proyección Institucional y la flota aeronáutica necesaria para su cumplimiento.

## **Desarrollo de la ponencia**

### **Objetivo principal**

- Establecer la factibilidad de estandarización de las flotas aeronáuticas en la Fuerza Aérea Colombiana.

### **Objetivos específicos**

- Analizar el comportamiento de las flotas aeronáuticas de la FAC, bajo los conceptos de confiabilidad aeronáutica y costo – beneficio (Alistamiento) para establecer sus condiciones actuales de acuerdo a la misión asignada.
- Identificar proyectos o procesos relacionados con la estandarización de flotas aeronáuticas para establecer semejanzas y conceptos útiles.
- Generar una propuesta de estandarización de las flotas aeronáuticas a través de recomendaciones enfocadas en la factibilidad del proceso para la Fuerza Aérea Colombiana.

### **Metodología**

- Recopilación y análisis de la información: Condición de las flotas aeronáuticas de la Fuerza Aérea Colombiana bajo los conceptos de confiabilidad y aeronavegabilidad, costo – beneficio de la operación (alistamiento y disponibilidad) y aporte al cumplimiento de la misión.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



- Identificación de casos de éxito que permitan establecer semejanzas, puntos de partida y posibles cursos de acción.
- Planteamiento de recomendaciones enfocadas en la factibilidad de estandarizar las flotas aeronáuticas de la Fuerza Aérea Colombiana y basadas en las problemáticas que ha afrontado la Fuerza Aérea Colombiana desde la perspectiva de la Logística Aeronáutica para mantener la operatividad de sus flotas y garantizar el cumplimiento de la Misión Institucional.

### **Problemática**

- La Fuerza Aérea Colombiana se encuentra ante condiciones variables para el cumplimiento de su misión, tales como el incremento imprevisto del precio del dólar en los años 2015-2016, un sistema de contratación del soporte logístico de sus aeronaves poco efectivo explicado por la difícil consecución de los repuestos de algunos equipos y sus costos elevados, prolongados tiempos de respuesta de los proveedores y un número considerable de flotas aeronáuticas.

### **Conclusiones**

Trabajo en desarrollo.

Referencias: Sin referencias por el autor



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



**6. PROPUESTA DE UN MODELO DE ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL PARA LOS  
ESCUADRONES DE ABASTECIMIENTOS DE LOS COMANDOS AÉREOS DE  
COMBATE DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA – FAC**

Pedro Eduardo Parada Báez - Escuela de Postgrados FAC-Estudiante MAELA I.

Datos de contacto: peterada78@hotmail.com / 310-555-5403

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios

Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión.

### **Resumen**

Los grupos y/o escuadrones técnicos están estructuralmente ordenados de acuerdo a el manual de mantenimiento, pero este no define como hacerlo de acuerdo al tipo de aeronave, si tiene asignación logística u operativa, por tal razón en los escuadrones, escuadrillas, secciones, talleres y elementos hay una inadecuada estructuración del personal, lo que conlleva a múltiples cargas administrativas y operacionales desde su planeación hasta la ejecución del mantenimiento.

De esta manera el Escuadrón de Abastecimientos de CACOM-5 en consecuencia a las falencias antes mencionadas, no están bien estructurados sus cargas laborales, lo que ha generado ausencia de personal en ciertos cargos críticos, los cuales representan gran importancia y un punto de referencia para el control fiscal / administrativo de los almacenes aeronáuticos.

### **Objetivo general**

Proponer un modelo de estructura organizacional para los escuadrones de abastecimientos, de los Comandos Aéreos de Combate de ala rotatoria de la FAC.

### **Marco de referencia**

Para el desarrollo del proyecto de investigación se busca identificar mediante las ciencias fácticas, sociales, como lo es la administración del personal y específicamente en la rama de la logística aeronáutica, en relación de las estructuras organizacionales y la





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



optimización del personal, midiendo las cargas en relación con la disponibilidad de personal asignado para ejercer estas funciones.

En el Comando Aéreo de Combate No.5, en procura de mantener el orden constitucional y las operaciones Aéreas, como política del Comandante del Grupo Técnico todo el personal de suboficiales tiene la obligación de volar y prestar una disponibilidad en las diferentes aeronaves del CACOM-5.

Por lo tanto el Escuadrón de Abastecimientos está comprendido actualmente en personal por (11) Once técnicos totales, (02) Dos están pendientes por definir su condición médica de vuelo, total disponible para volar (9) Nueve.

De este personal semanalmente el escuadrón coloca una cuota de (2) Dos tripulantes de vuelo, donde de acuerdo a la disponibilidad del Grupo Técnico en general pueden ser (3) Tres, donde no se tiene en cuenta los trabajos de cada Escuadrón y la criticidad de su cargo.

De este problema se desprende un problema económico donde el almacenista muchas veces prefiere salir a su comisión de vuelo que le genera viáticos así mismo como la acumulación de horas de vuelo para la pensión.

No se tienen identificados los cargos críticos en los escuadrones de abastecimientos y por parte de las direcciones / jefaturas no tiene conocimiento del riesgo e inasistencia en los puestos de trabajo.

Así mismo el reajuste de recursos presupuestales a nivel FAC, se traduce en una reducción de las horas de vuelo y recursos disponibles para mantener el alistamiento aeronáutico.

Esta situación que está viviendo el CACOM-5 permite evidenciar la necesidad de ajustar los Escuadrones de Abastecimientos donde se definan los cargos sensibles y se ajusten las prioridades; la función principal no es disminuir el personal que está trabajando es identificar los cargos críticos que no se pueden liderados por personal tripulante de vuelo y definir la proyección profesional del personal a temprana edad, evitando desmotivar e improvisar en los procedimientos de selección.

### **Desarrollo de la ponencia**

La ausencia de personal en algunos cargos sensibles es el principal problema en el manejo y control de los almacenes los cuales no deberían ser liderados por personal operativo



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



que se encuentre constantemente en comisión y vuelo, donde se evidencia una pérdida de tiempos enorme ya que no solo es la disponibilidad del dos personas a la semana, si no que por el contrario estas partidas se pueden alargar hasta 15 días sin mencionar los diferentes cursos de tripulantes, exámenes médicos y reentrenamientos para mantener la autonomía.

Por otro lado esta falta de estructura y definición de cargos críticos dentro del personal de oficiales y suboficiales en el Escuadrón de Abastecimientos de CACAOM-5 a llevado a:

- Problemas con el seguimiento y control del material aeronáutico:

Al enviar un material para su reparación o garantía (exterior o reparación local), es necesario realizarle un seguimiento diario donde la usencia del personal no permite la continuidad al de la información y retrasa la toma de decisiones.

- Fallas en la planeación y rotación del material dentro de los almacenes.

Al realizar la compra y adquisición de material aeronáutico se evidencia unas falencias en la mala planeación del material adquirido ya que muchas veces este material solicitado AOG, se queda en los inventarios generando gastos adicionales para las Jefaturas.

- Vencimiento de plazos y control administrativo.

Por el estricto control que se está ejerciendo a nivel central en los almacenes, se generan plazos y actividades de cumplimiento en cortos plazos, lo que genera un desgaste adicional para los almacenistas quienes, les toca administrar el tiempo con muchas otras actividades diarias.

- Falencias en las actividades de control diarias.

Los almacenistas dentro de sus funciones deben consolidar movimientos de entrada y salidas del almacén, estados diarios de propiedad planta y equipo, donde de acuerdo a la prioridad del momento les queda muy poco tiempo en el desarrollo de estas actividades.

- Mala estructuración de los PASL.

Al realizar el programa anual de soporte logístico, se deben incluir los repuestos e insumos que se van a utilizar en la próxima vigencia, esta actividad es muy representativa para el cumplimiento de los mantenimientos programados del año siguiente lo que



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



genera un desgaste administrativo extenso, al ser revisado por los comandantes y jefaturas, lo que genera más tiempos que los almacenistas y personal del escuadrón deben dedicar a esta actividad.

Esta tendencia va en aumento en razón a que el oficial y suboficial que es tripulante de vuelo genera un incremento en su salario y acumula horas de vuelo (meta 3000 horas) para su pensión de retiro, así como los viáticos que genera por las diferentes comisiones en el país y los diferentes cursos nacionales e internacionales que generan para mantener sus autonomías.

Esta razón principalmente aumenta la falta de disponibilidad en los Escuadrones de Abastecimientos como cargos críticos que no pueden ser asumidos simplemente con un reemplazo y un acta de entrega, ya que muchas veces estas comisiones son de orden público y no se puede planear y predecir con anticipación.

Todo esto lleva a confundir las decisiones administrativas, generando contratos que generen sobrecostos en pedidos AOG del material que no se necesita en FAC, lo cual lleva al problema de altos inventarios que no aportan a mejorar el alistamiento aeronáutico.

Así mismo no se genera una buena administración del personal por cumplir una cuota operativa de vuelo, perdiendo las habilidades y en actividades que no generan valor para la proyección del personal del escuadrón abastecimientos.

- ✓ Crecimiento del valor de los inventarios.

**Almacén Reparables**

2012 \$ 19.087.616.626,13  
2013 \$ 23.099.023.090,26  
2014 \$ 11.058.048.993,49  
2015 \$ 17.068.645.378,94

**Almacén Aeronáutico**

2012 \$ 25.291.468.770,58  
2013 \$ 32.351.585.027,11  
2014 \$ 35.855.054.004,74  
2015 \$ 44.046.392.415,99

La propuesta para mejorar estos problemas descritos anteriormente son:

1. Diagnosticar la situación actual del proceso de gestión del Escuadrón de Abastecimientos de los comandos aéreos de combate CACOM de ala rotatoria, para conocer la problemática existente en las operaciones de soporte.
2. Caracterizar la problemática encontrada para establecer los procesos de causación de la problemática hallada, que permitan proyectar mejoras en los procesos.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



3. Hacer un reconocimiento de las mejores prácticas y como inciden en los procesos de abastecimiento, en otro tipo de organizaciones en el manejo de almacenes e inventarios, para proyectar una propuesta de mejoramiento COMPLETA.
4. Elaborar la propuesta de un modelo para la estructura organizacional de los escuadrones de abastecimientos de los CACOM de ala rotatoria, que permita superar la problemática existente en los procesos de soporte.
5. Presentar un plan que permita la implementación del proceso de mejora para los escuadrones de abastecimientos de los comandos aéreos de combate de la fuerza aérea colombiana.

### **Conclusiones / resultados esperados**

Se espera obtener un modelo de optimización del personal que permita la proyección de carrera del suboficial en los escuadrones abastecimientos de ala rotatoria; que permita mediante la relación de las actividades a desarrollar se encuentre el personal suficiente para el cumplimiento de las tareas asignadas; generando un enfoque en los esfuerzos y pertenencia por la especialidad, donde las actividades diarias se pueden organizar y planear con la debida anticipación.

Se pretende observar los casos de éxito de diferentes fuerzas pero afines al realizado en CACOM-5, para poder realizar una comparación objetiva de la misma y tomar las mejores prácticas observadas.

### **Recomendaciones**

Se requiere estudiar el caso en estudio, en las diferentes unidades aéreas de la FAC, en relación a que cada una de ellas poseen variables y restricciones que pueden modificar el modelo y realizar un análisis para gestionar el cambio en cada uno de los escuadrones de abastecimientos, realizar entrevistas y encuestas con el personal más antiguo a menudo genera información sin confiabilidad para brindar para un buen análisis de la misma.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## Referencias

Robbins, Stephen P. (2009). Comportamiento Organizacional. Ed. Pearson. Mexico.

FAC (2011). Manual de Mantenimiento FAC4-27 Publico O MANTO. Bogotá: JOL-DIMAN.

Chiavenato, Idalberto. (2009). Comportamiento Organizacional. La dinámica del éxito en las organizaciones. Ed. McGraw Hill. Mexico.

Tamayo (2003). El proceso de la investigación científica (4ª edición). México D.F.: Editorial Limusa, S.A.

Porter Michael, (2002). *The Academy of Management Executive* Achieving Competitive Advantage.

Stephen R Covey, (2003) 8 Hábitos de la Gente altamente efectiva.

Richard L. Daft, (2010). Teoría y Diseño Organizacional (9ª edición).



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## **7. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS CAPACIDADES TÉCNICAS DEL PERSONAL DE SUBOFICIALES QUE REALIZA EL MANTENIMIENTO AERONÁUTICO APLICABLE A LA FAC.**

Ricardo Hernández Castro - Escuela de Postgrados FAC- Estudiante ELA XVI

Datos de contacto: hernandezcas@hotmail.com – 310 775 3028

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios

Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión.

### **Resumen**

En el presente trabajo se analizaron los procedimientos de evaluación de las capacidades técnicas que realiza la Fuerza Aérea Colombiana al igual que diferentes empresas del sector aeronáutico como es la CIAC S.A. y las aerolíneas Satena y Avianca.

Esta información fue adquirida por medio de entrevistas con los coordinadores técnicos de dichas empresas y tiene como finalidad proponer recomendaciones de mejora en los métodos de evaluación de capacidades técnicas del personal de suboficiales que realiza mantenimiento aeronáutico. Basado en un análisis comparativo entre la CIAC S.A., las aerolíneas nacionales Satena, Avianca y la FAC. El objetivo final es aumentar la eficiencia y profesionalismo en el trabajo, en cumplimiento a uno de los requisitos para los procesos de certificación aeronáutica aplicables a los talleres de reparaciones pertinentes.

### **Objetivo general**

Validar los métodos de evaluación de las capacidades técnicas del personal de suboficiales que realiza el mantenimiento aeronáutico y enunciar recomendaciones a la FAC

### **Objetivo específicos**

Explorar los métodos de evaluación de las capacidades técnicas del personal que realiza el mantenimiento aeronáutico a nivel CIAC S.A. y aerolíneas Avianca y Satena.

Describir el método de evaluación de capacidades técnicas que se realiza al personal de suboficiales técnicos en la FAC en 2016.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Elaborar un análisis comparativo de los métodos evaluativos de capacidades técnicas que realiza la CIAC S.A., las aerolíneas nacionales (Satena, Avianca) y la FAC.

Recomendar acciones para mejorar el método de evaluación de capacidades técnicas que se realiza al personal de suboficiales técnicos en la FAC en 2016.

### **Marco de referencia**

#### **Marco teórico**

El desarrollo del trabajo se puede realizar por medio de la elaboración de una matriz de coherencia o por benchmarking, teniendo en cuenta los conceptos de capital humano, competencias laborales y el proceso de evaluación de desempeño laboral de cada individuo.

La matriz de coherencia es una herramienta con la cual podemos realizar análisis de problemas, variables, entre otras cosas, permitiendo consolidar elementos claves del proceso investigativo.

"La matriz de coherencia, llamada también matriz de consistencia, es un instrumento en el cual se aprecia una concordancia, secuencia y coherencia lógica entre cada una de las partes principales de la investigación en forma horizontal y vertical. Es decir, nos permite observar la lógica interna de la investigación en proceso. La utilidad de la matriz de coherencia es inapreciable, puesto que sirve para evaluar las investigaciones antes de su inicio, durante su proceso de desarrollo o al término de la investigación. Entonces, lo puede utilizar el investigador, el asesor, el revisor, el jurado o cualquier persona interesada en la investigación". (FERNÁNDEZ, 2015)

Y el modelo de benchmarking es aquel en el que tomamos las mejores prácticas (información, ideas, etc.) de un sistema teniendo en cuenta que no se debe hacer copia sino mejorarlas y adaptarlas a nuestro proyecto. Es tomar lo que ya existe como referencia y mejorar resultados.

"Benchmarking es la búsqueda de las mejores prácticas de la industria que conducen a un desempeño excelente " (Camp, 1996)

Spendolini define al Benchmarking como "el proceso continuo y sistemático de evaluar los productos, servicios o procesos de las organizaciones que son reconocidas por ser



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



representativas de las mejores prácticas para efectos de mejora organizacional". (Martinez, 2016)

Teniendo claro los conceptos de matriz de coherencia y benchmarking analizaremos ahora que es capital humano, competencias laborales y evaluación de desempeño, puesto que estos conceptos son los pilares para el desarrollo del artículo.

Las personas en una organización son las que hacen posible su crecimiento y evolución, por tanto a través del conocimiento es que podemos alcanzar los objetivos deseados, ya sean de tipo económico, social, etc., de tal manera el capital humano es quien marca la diferencia en las instituciones.

“Dentro de los recursos intangibles de la empresa, sin duda, el Capital Humano constituye el recurso más estratégico, y también el más complejo de gestionar. El capital humano, esto es, el conjunto de habilidades, conocimientos y competencias de las personas que trabajan en la empresa, es una fuente incuestionable de ventajas competitivas a largo plazo”. (Maria A. López Cabarcos, 2005)

Y las competencias laborales son aquellas habilidades, destrezas con las que una persona aplica ciertos conocimientos en un entorno laboral.

Ampliando aún más el concepto de competencia otros autores observan que la competencia está clasificada en diferentes niveles “del saber”, que enmarcan aspectos de: conocimiento, experiencia, actitud, valores, comportamientos y habilidades conceptuales, técnicas y humanas, las cuales son aplicadas en una actividad de trabajo o situación.

Sagi – Vela, indica que una competencia es un: “Conjunto de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer), y actitudes (saber estar y querer hacer), que, aplicados en el desempeño de una determinada responsabilidad o aportación profesional, aseguran su buen logro”. (ICEL, 2011)

Al respecto, Mitrani, (1992), “establece que las competencias están agrupadas en: motivaciones, rasgos de personalidad, actitudes y valores, conocimientos, aptitudes y habilidades”. (Luis Sagi, 2004)

Las competencias se pueden categorizar desde varios enfoques, por ejemplo la capacidad para realizar tareas o como atributos personales o desde un enfoque holístico que incluye los dos anteriores. Y desde de algunos expertos:



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



“Ducci afirma que La competencia laboral es la construcción social de aprendizajes significativos y útiles para el desempeño productivo en una situación real de trabajo que se obtiene, no sólo a través de la instrucción, sino también –y en gran medida– mediante el aprendizaje por experiencia en situaciones concretas de trabajo.

Miranda: De un modo genérico se suele entender que la competencia laboral comprende las actitudes, los conocimientos y las destrezas que permiten desarrollar exitosamente un conjunto integrado de funciones y tareas de acuerdo a criterios de desempeño considerados idóneos en el medio laboral. Se identifican en situaciones reales de trabajo y se las describe agrupando las tareas productivas en áreas de competencia (funciones más o menos permanentes), especificando para cada una de las tareas los criterios de realización a través de los cuales se puede evaluar su ejecución como competente.” (Organization, 2012)

Todos los procesos buscan el cumplimiento de los objetivos, mejorar la efectividad, así como las competencias que se requieren que el personal desarrolle en la ejecución de su trabajo, por tanto es necesario realizar una evaluación de desempeño laboral (EDL) entendiéndose como “una herramienta de gestión que busca verificar, valorar y calificar el desempeño de un empleado, las funciones y responsabilidades, con condiciones previamente establecidas en la etapa de fijación de compromisos laborales y comportamentales”. (SIGEPRE, 2015)

### **Marco conceptual**

Para el análisis de los métodos de evaluación de las capacidades técnicas del personal de suboficiales que realiza el mantenimiento aeronáutico en la FAC se va a desarrollar por medio del método de benchmarking lo cual implica:

1. Determinar los aspectos que van a ser sometidos a benchmarking es decir los aspectos en donde se quiere mejorar.

El objeto de estudio es el modelo de evaluación que la Fuerza Aérea Colombiana tiene implementado para evaluar las habilidades o destrezas del personal que realiza el mantenimiento técnico específicamente los suboficiales de los Grupos Técnicos.

2. Seleccionar las empresas que se van a analizar

Se analizará la empresa CIAC S.A. y las aerolíneas nacionales Satena y Avianca.

3. Determinar la información que se va a recolectar



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



El objetivo de es buscar las mejores prácticas de cómo evalúan las capacidades técnicas en el personal que realiza el mantenimiento aeronáutico.

#### 4. Recolectar la información

La recolección de la información se hará por medio de entrevistas al encargado del área técnica en la CIAC S.A. y las aerolíneas nacionales Satena, Avianca.

#### 5. Analizar la información

Una vez que se ha recolectada la información se procede a analizarla comparando los aspectos de las empresas con los propios, identificando las mejoras y lo que se podrían aplicar en la FAC.

#### 6. Adaptar los mejores aspectos

Finalmente, una vez que se ha analizado la información se procede a tomar los mejores aspectos y a adaptarlos a la FAC agregándoles mejoras.

### **Marco legal**

Para el proyecto se utilizarán los siguientes manuales:

- Regulaciones Aeronáuticas de Colombia RAC, en su parte número 2, “personal aeronáutico”, en el cual se enuncian los tipos de entrenamiento y recurrencias para el personal técnico calificado. (Civil, Aeronatica, 2016)
- Manual de Instrucción y Entrenamiento Técnico establece los principios básicos y los conceptos fundamentales que orientan y unifican las políticas, normas y responsabilidades de la educación y el adiestramiento en el trabajo del personal de suboficiales y personal civil que labora en las áreas técnico-logísticas aeronáuticas de la Fuerza Aérea Colombiana. (Colombiana, Fuerza Aerea, 2004)
- Manual de Mantenimiento O-Manto FAC 4-27 (REV 1 marzo/2011) Parte Uno, en el cual enuncia la Gestión del Talento Humano. (FAC, 2011)
- Manual de Doctrina Básica Aérea y Espacial FAC, en su capítulo 5, “conceptos de doctrina”. (FAC, 2013)



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Desarrollo de la ponencia**

#### **DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LAS CAPACIDADES AL PERSONAL DE SUBOFICIALES TÉCNICOS EN LA FAC.**

#### **NORMAS DE ADIESTRAMIENTO TECNICO (FORMA FAC4-604T)**

La Fuerza Aérea Colombiana cuenta con un sistema para evaluar la capacidad técnica del personal de suboficiales que realiza mantenimiento aeronáutico llamado Normas de Adiestramiento Técnico (NAT), documento FAC4-604T en el que se “relaciona todas las tareas comunes en cada uno de los sistemas y equipos por especialidades técnicas; aplicables en las diferentes aeronaves que opera la Fuerza Aérea y deben estar archivadas en la forma FAC4-601T de cada persona, que reposa en cada uno de los talleres del Grute, el Jefe de Taller es la persona encargada de hacer los registros en cada NAT, y debe también inscribirlos en la forma FAC-4 605T (Cuadro control AET)” (Colombiana, Fuerza Aerea, 2004)

La NAT son una herramienta que nos permite conocer el grado de preparación de una persona y alertar sobre el bajo rendimiento del mismo, a través de la NAT se evidencia el alistamiento de un taller frente a otros.

Así mismo, en la NAT se observa las fechas de realización de los cursos o capacitación que ha realizado el técnico de mantenimiento, con el fin de tener un control sobre las habilidades adquiridas, calificado de acuerdo a un nivel de pericia.

Para adquirir un nivel de pericia se debe cumplir con los siguientes requisitos exigidos en la NAT:

- “1) Evaluación Inicial.
- 2) Conocimientos de la (Descripción Comprensiva de la Especialidad) DECOE.
- 3) Calificación de todas las tareas del nivel en código de habilidades.
- 4) Las firmas del adiestrador, inspector o jefe de Escuadrilla Técnica (ESTEC), deben estar al frente de cada tarea.
- 5) Las firmas del Adiestrador, inspector o jefe de ESTEC, deben estar registradas en la última hoja de la forma FAC 4-601T.” (Colombiana, Fuerza Aerea, 2004)



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



La parte encargada de administrar, supervisar y controlar el buen diligenciamiento de la NAT son los Grupos de Educación Aeronáutica de cada Unidad. Para todas las especialidades y áreas de desempeño del personal que labora en las áreas Técnico-logísticas deberá existir una NAT específica.

#### **CARPETA RECORD DE AET (FORMA FAC 4-601T)**

El record de AET es una carpeta (física) que contiene las formas FAC donde se encuentra la capacitación individual para el personal que labore en áreas Técnico-logísticas de la FAC.

En ésta podemos encontrar la Forma Control Profesional, Certificación Nivel de pericia, Normas de Adiestramiento Técnico NAT, Control Cursos Área Técnica (fotocopias diplomas cursos realizados).

Todo el personal que trabaja en el área técnica debe tener su carpeta o record de AET, la cual debe presentar cada trimestre en el Grupo de Educación Aeronáutica del Escuadrón Técnico para el respectivo seguimiento, control y recomendaciones.

#### **CONTROL PROFESIONAL (FORMA FAC 4-602T)**

Es la hoja de vida del personal que labora en las áreas Técnico-logísticas en donde se consigna toda la información relacionada con su carrera como técnico como es el nombre, grado, especialidad, fechas traslados, el nivel de pericia, cargos, entre otros.

#### **NIVEL DE PERICIA FAC 4-603T**

Esta calificación está determinada por un nivel de pericia con el fin de certificar el grado de conocimiento e idoneidad de esa persona en un área específica, se califica con los números impares 3, 5, 7, 9. Siendo el nivel 3 el más bajo correspondiente a conocimientos teórico prácticos básicos y el 9 corresponde a nivel inspector, experto en relaciones humanas, ética profesional y administración con una base fuerte en conocimientos de su especialidad.

“Cada nivel de pericia está dividido por un código de habilidad que es:

- Limitado (A): puede hacer las partes sencillas de la tarea, necesita ayuda para hacer la mayoría de dicha tarea.
- Parcialmente competente (B): puede hacer la mayoría de las partes de la tarea, necesita ayuda solo con las partes más difíciles.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



- Competente (C): puede hacer todas las partes de la tarea sin ayuda, solo se necesita revisar la tarea completa.
- Sumamente competente (D): Puede hacer la tarea precisa y rápidamente, puede enseñar a otros." (Colombiana, Fuerza Aerea, 2004)

Para pasar de un nivel de pericia a otro, el técnico debe haber terminado todas las tareas correspondientes al nivel con un código de habilidad D, certificado por un inspector.

### **SISTEMA DE ADIESTRAMIENTO EN EL TRABAJO (AET)**

En la Fuerza Aérea Colombiana se realiza un sistema de adiestramiento técnico (AET) con el fin capacitar el personal que labora en la parte Técnico-Logística, buscando aumentar la productividad, generar deseo de superación y perfeccionamiento en el personal y adicional saber el progreso y la eficiencia en la ejecución de los trabajos técnicos en mantenimiento, electrónica, abastecimiento, y comunicaciones aeronáuticas.

Con el AET se pretende mejorar los conocimientos, habilidades, destrezas del personal en su correspondiente especialidad, la metodología es teórico (formal) - práctica (informal), y todo el sistema tiene una planeación, orientación y una supervisión siendo los instructores y evaluadores las personas claves en el proceso.

El adiestramiento se puede realizar por el método de conferencias, interacción, demostración y ejecución. Los métodos de demostración y ejecución son en los que el instructor por medio de la ejecución de una tarea le enseña al adiestrado la manera de hacer el trabajo y en el método de ejecución se coloca en práctica lo que se le ha explicado teniendo en cuenta que se realiza en condiciones controladas.

El sistema de adiestramiento cuenta con dos métodos de evaluación que son por medio escrito (permite ver el progreso en cuanto a la adquisición de conceptos), y por medio práctico (evalúa la ejecución de la tarea), éste último ayuda a corregir las malas interpretaciones del manual de mantenimiento.

### **Conclusiones**

Proyecto en proceso de ejecución.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



**Recomendaciones** Proyecto en proceso de ejecución.

## Referencias

- Camp, R. C. (1996). *Benchmarking: la búsqueda de las mejores prácticas de la industria que conducen a un desempeño excelente*. Panorama.
- Civil, Aeronautica. (29 de 08 de 2016). [www.aerocivil.gov.co](http://www.aerocivil.gov.co). Obtenido de [http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Paginas/Inicio.aspx?&&p\\_SortBehavior=0&p\\_N\\_x00fa\\_mero\\_x0020\\_Orden=43%2e00000000000000&&PageFirstRow=1&&View={AFE9DD8A-2DF6-46BB-9713-08B5448B2F3E}](http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Paginas/Inicio.aspx?&&p_SortBehavior=0&p_N_x00fa_mero_x0020_Orden=43%2e00000000000000&&PageFirstRow=1&&View={AFE9DD8A-2DF6-46BB-9713-08B5448B2F3E})
- Colombiana, Fuerza Aerea. (2004). Manual de Instruccion y Entrenamineto Técnico FAC 3-3. Bogota D.C., Colombia: Fuerzas Militares.
- FAC. (01 de 03 de 2011). *Manual de Mantenimiento O-MANTO FAC 4-27*. Bogota D.C., Colombia: FAC.
- FAC. (10 de 01 de 2013). *Manual de Doctrina Básica Aerea y Espacial (MADBA)*. Bogota D.C., Colombia: FAC.
- FERNÁNDEZ, J. C. (2 de marzo de 2015). [wordpress.com](https://carrerafdezjc.wordpress.com/2015/03/02/tipos-de-investigacion-y-matriz-de-coherencia/). Obtenido de <https://carrerafdezjc.wordpress.com/2015/03/02/tipos-de-investigacion-y-matriz-de-coherencia/>
- ICEL, U. (2011). Un análisis conceptual sobre la gestión por competencias. *Razones Académicas*, 20.
- Luis Sagi, .. V. (2004). *Gestión por Competencias*. Madrid: ESIC.
- Maria A. López Cabarcos, A. G. (2005). *Capital Humano como fuente de ventajas competitivas*. Netbiblo.
- Martinez, M. B. (2016). *Escaparatismo y diseño de Espacios Comerciales*. Madrid, España: Paraninfo S.A.
- Mousalli K., G. M., & Calderon V., J. (2012). *Capital Humano: Elemento de diferenciación entre organizaciones*. Actualidad Contable Faces.
- Organization, I. L. (05 de 09 de 2012). [www.oitcinterfor.org](http://www.oitcinterfor.org). Obtenido de <http://www.oitcinterfor.org/en/p%C3%A1gina-libro/definiciones-algunos-expertos>
- Parra, R. A. (2007). *Desarrollo Histórico del Marketing*. U. Libre de Cali.
- SIGEPRE, (. S. (marzo de 2015). Guía para la evaluación el desempeño laboral. Bogota D.C., Colombia.
- th.usm.cl. (s.f.). [www.th.usm.cl](http://www.th.usm.cl). Obtenido de [www.th.usm.cl/wp-content/files\\_flutter/1253215645rrhh.pdf](http://www.th.usm.cl/wp-content/files_flutter/1253215645rrhh.pdf)



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## **8. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL VALOR DE LOS ALMACENES VIRTUALES DE LA DIRECCIÓN DE COMERCIO EXTERIOR.**

Fabián Valencia Alvarado - Escuela de Postgrados FAC- Estudiante ELA XVI.-

Datos de contacto: fabian.valencia@fac.mil.co ; favalvar@gmail.com - 3003848319

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios.

Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión

### **Resumen**

Se debe realizar el análisis del incremento de los almacenes virtuales de la Dirección de Comercio Exterior, ya que en la actualidad se tiene un inventario en estos almacenes desde el año 2011 al año 2015, y es de resaltar que el valor de estos almacenes debe permanecer en ceros y el material no debe estar en el sistema en un lapso no mayor a 30 días, este análisis se debe realizar para evitar que en las próximas vigencias en la gestión de la Dirección de Comercio Exterior no se sigan presentando estos saldos de material en el almacén virtual.

Al realizar este análisis se pueden identificar los factores que contribuyen al incremento del valor de los almacenes virtuales y así evitar fallas en la gestión de almacenes, ya que de no realizarse esta apreciación se puede continuar con estas fallas que finalmente pueden terminar en investigaciones, detrimento patrimonial con los bienes adquiridos por la Fuerza Aérea, este análisis pretende dar parámetros y puntos de control al proceso logístico en el área de importaciones de material que contribuyan a la no ocurrencia de los errores que han desencadenado la coyuntura actual en la Deposito Aduanero Habilitado para la Fuerza Aérea Colombiana.

### **Objetivo general**

Identificar las principales causas del incremento en el valor de los almacenes virtuales de la Dirección de Comercio Exterior de la Fuerza Aérea Colombiana.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### **Objetivos específicos**

Realizar la apreciación de la situación a enero de 2016 de los valores de los almacenes virtuales de la Dirección de Comercio Exterior.

Caracterizar los procesos de almacenes virtuales en los depósitos aduaneros de las Fuerzas Militares.

Analizar los factores que generan problemas en el proceso de gestión de los almacenes virtuales de la Dirección de Comercio Exterior.

### **Marco de referencia**

El análisis del incremento de valor de los almacenes virtuales de la Dirección de Comercio Exterior se encuentra enmarcado en:

En los orígenes se inicia en las teorías de la administración y las organizaciones que parten de los estudios filosóficos quienes dan los primeros lineamientos mediante teorías y la evolución de la administración.

De las teorías de la administración este documento se enfocará en las teorías de basadas en las personas en el desarrollo de las organizaciones, ya que se trata de realizar los cambios en la organización que permitan adaptarse a los cambios que estas deben de sufrir para poder continuar con su evolución y mantenerse a la vanguardia de la tecnología, tal como lo describe Leland Bradfor a principios de los años sesenta.

Basados en las teorías de desarrollo organizacional se destacan las siguientes premisas que aporta la teoría en mención, la ampliación y desarrollo de la administración posee su enfoque estructurado de tal manera que permite tener un panorama más amplio de la situación y el futuro de la organización, así mismo se destaca la pluralidad de las organizaciones en esta teoría teniendo en cuenta que son organizaciones dinámicas, complejas y donde el desarrollo tecnológico son herramientas fundamentales para la correcta gestión que se realiza.

Es destacar los métodos de ubicación de los almacenes descritos por Weber donde se describe cual es la ubicación optima de los almacenes con el fin de garantizar los menores costos desde un punto de origen a los centros de distribución y a los destinos finales del material, siendo estos los puntos más rentables por las ventajas competitivas que puedan llegar a tener y con ello afectando directamente los tiempos de las cadenas de abastecimiento de las organizaciones, conservando con ello su economía y agilidad. Es de reconocer que las teorías sobre los almacenes en tránsito son de vital importancia, teniendo en cuenta que aquí también se dan teorías generales donde se enfoca



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



principalmente en la satisfacción de un cliente por mantener los productos o servicios disponibles en el momento que el cliente lo requiera, evidenciándose principalmente en la reducción de los tiempos de transito de los materiales a destino.

Así mismo, se deben tener en cuenta las teorías para la gestión de almacenes donde se describen como mantener los stocks de material al mínimo, sin afectar con ello al cliente del producto pero de igual manera asegurando la disponibilidad de los mismos para lograr los objetivos propuestos por la organización. No se puede dejar de lado en las gestiones de almacenes el control preventivo de los almacenes e inventarios, enfocados principalmente en los puntos de control físicos como financieros con el fin de evitar las pérdidas de materiales o que simplemente no se les del trámite necesario para llegar a destino en la oportunidad requerida, este último está muy ligado a los controles establecidos bajo herramientas tecnológicas permitiendo con ello una mayor visibilidad de los mismo.

### **Marco conceptual**

En referencia a las teorías analizadas y estudiadas, hare uso/referencia en las teorías de administración y gestión de almacenes, como se citan a continuación:

Partiendo de los orígenes de las teorías de la administración, se pretende evidenciar la gestion del cambio que se debe realizar al interior de la organización por las falencias que se han presentado, partiendo de las teorías basadas en el manejo del personal, así como la evolución de la organización se hacer actor fundamental en todas las situaciones que se presentan en las compañías o empresas.

De la misma manera se deben fortalecer la estructura y la mejora en la infraestructura de las organizaciones tal como lo cita Leland Bradfor a pricipios de los años sesenta, donde estar a la vanguardia en los almacenes puede permitir una mejor comprensión y control del material que se encuentra al interior de los almacenes.

De igual manera se deben de tener en cuenta las teorías sobre las ubicaciones de los almacenes con el fin de poder esclarecer cual es la mejor opción a la hora de realizar las gestiones con las Unidades aéreas, presentando los mejores resultados en su ubicación, al reducir los tiempos de entregas de material, reducción de costos en la operación contribuyendo así con el mejoramiento y ajuste de la cadena logística.

Se debe complementar y engranar con el control de los almacenes e inventarios, así como los tiempos de permanencia del material dentro de las instalaciones de la Dirección de



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Comercio Exterior, ajustándose a la normatividad aduanera al cumplir con los tiempos precisos para poder con ello lograr la satisfacción del cliente.

Finalmente poder realizar las gestiones de almacenes necesarias con el fin de poder realizar los controles necesarios para poder cumplir con las mejores prácticas de mínimo inventario y máximo servicio de los clientes, favoreciendo con ello la reducción de costos y tiempos del material y poder así contribuir de manera efectiva al alistamiento de las aeronaves y equipos asociados de la Fuerza Aérea, cumpliendo de igual manera con los tiempos establecidos en la normatividad aduanera.

### **Marco legal**

- Decreto 1740 de 1994. Por el cual se dictan las normas relativas a las sociedades de comercialización internacional.
- Decreto 390 de 2016. Por el cual se establece la regulación aduanera.
- Manual de Bienes del MDN. (Manual de Procedimientos administrativos, para el manejo de bienes del MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL, 2012.
- Manual FAC 4-27 O-MANTO. Manual de Mantenimiento Aeronáutico.
- FAC-4.1.3-O MAABA. Manual de Abastecimientos Aeronáuticos.

### **Desarrollo de la ponencia**

Para el caso de la Dirección de Comercio Exterior, se ha nombrado como almacén virtual, basándose que la misión que cumple la Dirección es la de nacionalizar es la de nacionalizar el material para posterior realizar la distribución de este hacia las diferentes Unidades de la Fuerza Aérea, y como este es el primer punto de control donde llega el material del exterior, sumado que se requiere el cumplimiento de los tiempo de pago a los proveedores, se le asignó la función de dar ingreso al material a un almacén que se le dio el nombre de virtual ya que este no cumple con todas las condiciones necesarias para ser llevado almacén de acuerdo con el manual de bienes del Ministerio de Defensa Nacional.

Considerando la situación descrita anteriormente, durante el proceso de maduración de la idea del almacén virtual para la Dirección de Comercio Exterior, mediante el cual se pretende controlar el ingreso y salida del material desde o hacia el exterior, la situación especial para que esta situación se pudiera cumplir sin problema el material no tenía que permanecer por un lapso no mayor a treinta días, y con ello no se consideraría un almacén de tratamiento normal.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Este desarrollo continuo su estudio bajo la metodología diseñada.

### Conclusiones

En desarrollo.

### Recomendaciones

En desarrollo.

### Referencias

- <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestión-de-almacenes/>.
- <https://es.scribd.com/doc/58426489/Marco-Teorico-Todo-Sobre-Almacenes>.
- <ftp://ftp.espe.edu.ec/GuiasMED/MGP2P/PROCESOS/estudiantes/teoria/LA%20ADMINISTRACIÓN%20POR%20PROCESOS.pdf>.
- <http://e.se-todo.com/doc/6091/index.html?page=2>
- <http://acerca-de-logistica.jimdo.com/gestion-de-inventarios/>





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



**9. PROPUESTA DE PROCEDIMIENTOS LOGÍSTICOS PARA MEJORAR LOS SERVICIOS  
DEL ALMACÉN AERONÁUTICO DE LA CIAC S.A.**

Alexandra Chávez Oviedo - Escuela de Postgrados FAC- Estudiante ELA XVI.

Datos de contacto: alexandra.chavezo@hotmail.com, celular 3142589636

Oberth Adolfo Moncayo Castillo - Escuela de Postgrados FAC- Estudiante ELA XVI

Datos de contacto: oberthmc@hotmail.com, celular 3104611226

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios

Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión.

**Resumen**

Debido a los cambios en las normas y el crecimiento de la Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana CIAC S.A., la cual ha fomentado y gestionado proyectos en la industria aeronáutica, al mismo tiempo ha permitido crear estándares y nuevos regímenes que nos obliga a cumplirlas de conformidad a lo establecido en ellas con el fin de brindar el mejor servicio.

A raíz de lo anterior, se ha reflejado el incremento del flujo de inventarios que conlleva directamente al crecimiento de los almacenes aeronáuticos, por lo que se ha visto necesario para este caso, el desarrollo de procedimientos apropiados que logren alcanzar un alto nivel de eficiencia y servicio del almacén y de esta manera aportar eficazmente con los procesos de mantenimiento de esta compañía.

El trabajo que se adelanta como pasantía, permite tener contacto directo con los procesos del almacén de CIAC S.A. y poder evaluar tanto el alcance como la efectividad de los procedimientos de manejo y control que actualmente están en vigencia y que están plasmados en el manual del almacén de la Entidad.

El presente proyecto de pasantía se efectúa un trabajo de campo orientado a conocer los actuales procedimientos del almacén aeronáutico de la CIAC S.A. En el mismo, se hace un levantamiento de información con la cual se realiza posteriormente el diagnóstico de estado actual. Una vez se haya generado el diagnóstico, se realiza una comparación frente a la normativa aeronáutica y las prácticas estándar de almacenamiento, para identificar las oportunidades de mejora. Por último, los resultados de la investigación se presentan como un documento que contiene nuevos procedimientos aplicables para mejorar los servicios de almacén aeronáutico.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### **Objetivo general**

Entregar propuesta de procedimientos logísticos para mejorar los servicios del almacén aeronáutico de la CIAC S.A.

### **Objetivos específicos**

1. Realizar un diagnóstico del área de servicios del almacén aeronáutico.
2. Comparar los resultados del diagnóstico frente a la normatividad y estándares aplicables.
3. Plantear procedimientos de mejora para el área de servicios del almacén aeronáutico.

### **Marco de referencia**

El desarrollo de la propuesta de procedimientos logísticos para mejorar los servicios del almacén aeronáutico de la CIAC S.A., se encuentra enmarcado de la siguiente manera:

### **Marco teórico**

Los orígenes de las primeras ideas sobre administración y organización, son influenciadas por filósofos, científicos, que contribuyeron a la evolución del campo administrativo, mediante teorías.

Estas teorías administrativas prácticamente hacen referencia a cinco aspectos principales de las organizaciones, las cuales repercuten, en primer lugar a las tareas que realiza la organización, a la estructura orgánica que tiene, a las personas que trabajan en ella, al ambiente del trabajo y por último a la tecnología que utiliza.

Hemos enfocado para este proyecto la teoría administrativa del desarrollo organizacional, de Leland Bradford, este fue un movimiento que surge a principios de los 60 como consecuencia de un conjunto de ideas e investigaciones de carácter humano relacionista.

El origen de la Teoría del Desarrollo Organizacional se atribuye a un conjunto de razones, entre las que cabe destacar: la pluralidad de cambios que se suceden en el ámbito



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



organizacional. Esto significa que los ambientes son más dinámicos, las organizaciones más complejas, desarrollo y diversificación de la tecnología. Otra razón es el desarrollo y ampliación de la teoría administrativa, que asume un enfoque sistemático donde la complejidad y la interacción medioambiental cobran interés. Esta teoría tiene como objetivo introducir una nueva mentalidad, abierta, democrática y eminentemente participativa, orientada mucho más hacia la administración de personas que hacia la administración de bienes y técnicas.

Cabe resaltar que metodologías corporativas como la BPM (Business Process Management) que está enfocada a la disciplina de gestión, puede orientar a lograr resultados de mejoramiento de desempeño (eficiencia y eficacia) y la optimización de los procesos de negocio, a través de la gestión de los procesos que se deben diseñar, modelar, organizar, documentar y optimizar de forma continua y también en muchos casos la aplicación de la reingeniería, siempre teniendo como orientación y lineamiento la normatividad y los estándares de calidad que son indispensables para garantizar el buen desarrollo organizacional.

Basándonos en lo anterior esta teoría aplica para analizar cómo ha surgido los cambios que impulsan el crecimiento aeronáutico basados en normas y/o Reglamentaciones Aeronáuticas como el RAC y las normas FAR, las cuales ordenan los requisitos que un almacén aeronáutico debe cumplir para el correcto manejo de materiales que requieren ser almacenados y características de las instalaciones dispuestas para este fin.

### **Marco conceptual**

Nuestro marco conceptual se basa en la teoría del Desarrollo Organizacional, que principalmente denota un esfuerzo planeado, a través de toda la organización y dirigidos desde arriba, para incrementar la efectividad, ya garantizar la sostenibilidad de la organización, por medio de intervenciones planeadas en los procesos organizacionales, usando el conocimiento de la ciencia del comportamiento. (Richard Beckhard)

Los procedimientos que se están desarrollando para el mejoramiento del servicio del almacén aeronáutico de CIAC S.A., tienen como base el objetivo de la optimización e impulso de la efectividad dentro de la organización. Los nuevos procedimientos involucran la participación del todo el personal del almacén que de una u otra manera posee responsabilidad en las tareas y desempeño organizacional del Almacén Aeronáutico.

El trabajo y la estructura organizacional en la cual se trabaja usualmente pueden proveer un número de necesidades humanas muy importante: logro de metas, afirmación,



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



pertenencia a un grupo de trabajo, organización y alianzas, conduciendo todos a un sentido de utilidad, autoestima y potencial real para la creatividad, necesarios para el bienestar de la organización.

### **Marco legal**

UAEAC, (2016) Reglamentos Aeronáuticos Colombianos RAC

Federal Aviation Administration, (2012) Inventory Management Guide

CIAC S.A., (2016) Manual de Procedimientos de Inspección MPI

CIAC S.A., (2016) Manual de Manejo de Almacén.

### **Desarrollo de la Ponencia**

Pendiente / En proceso.

### **Conclusiones**

Proyecto en proceso.

### **Recomendaciones**

Proyecto en proceso.

### **Referencias**

UAEAC, (2016) Reglamentos Aeronáuticos Colombianos RAC

Federal Aviation Administration, (2012) Inventory Management Guide

CIAC S.A., (2016) Manual de Procedimientos de Inspección MPI

CIAC S.A., (2016) Manual de Manejo de Almacén.

<http://teoriasldj.blogspot.com.co/2012/05/teoria-del-desarrollo-organizacional.html>

<http://www.gestiopolis.com/teoria-desarrollo-organizacional/>

<ftp://ftp.espe.edu.ec/GuiasMED/MGP2P/PROCESOS/estudiantes/teoria/LA%20ADMINISTRACI%C3%93N%20POR%20PROCESOS.pdf>



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



**10. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CUMPLIMIENTO DE CIAC S.A COMO FABRICANTE DE PIEZAS FRENTE AL PROCESO ESTÁNDAR DE CERTIFICACIÓN DE PARTES PMA POR PARTE DE LAS AUTORIDADES AERONÁUTICAS FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA) Y LA UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL (UAEAC)**

David Enrique Cristancho Toledo – Estudiante ELA XVI  
Datos de contacto: cristanchotoledo@gmail.com; Cel: 3057120195  
Línea: Logística Aeronáutica y de Servicio  
Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión

### **Resumen**

Este artículo de revisión presenta un diagnóstico del proceso logístico del laboratorio de ingeniería y el área de Control Calidad de CIAC S.A, para la certificación de una parte PMA de una aeronave civil ante la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil a partir de una comparación entre la normativa de las autoridades aeronáuticas FAA y UAEAC frente a la certificación de una parte PMA.

### **Objetivo general**

Presentar un análisis comparativo del cumplimiento de CIAC S.A como fabricante de piezas frente al proceso estándar de certificación de Partes PMA por parte de las autoridades aeronáuticas Federal Aviation Administration (FAA) y la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil (UAEAC).

### **Objetivos específicos:**

1. Investigar el proceso de certificación de partes PMA frente a la normatividad vigente de las autoridades aeronáuticas FAA y UAEAC.
2. Llevar a cabo un cuadro comparativo del proceso logístico en la fabricación y certificación de partes PMA realizado actualmente por el Laboratorio de Ingeniería y la Oficina de Control Calidad de CIAC S.A frente al proceso de certificación exigido por la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



3. Diagnosticar el proceso logístico por medio de una lista de verificación para determinar el porcentaje del estado de progreso de certificación de partes PMA ante la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil.
4. Evidenciar por medio de recomendaciones para las áreas del Laboratorio de Ingeniería y Oficina de Control Calidad, aspectos a desarrollar para lograr la certificación de partes PMA hechas por CIAC S.A. ante la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil.

### **Marco de referencia**

El proceso de certificación de una parte PMA significa en gran medida optimizar los tiempos en que la aeronave puede quedar en tierra o retrasar su mantenimiento por una parte aeronáutica que puede ser construida en Colombia teniendo en cuenta algunas consideraciones, así mismo se podrá disminuir costos en la compra de esta parte. Con la intención de que CIAC S.A. pueda convertirse en una empresa que certifique la fabricación de partes PMA, conlleva a situar la empresa en un nivel distinguido en la industria aeronáutica y catalogarla como una empresa líder y de clase mundial certificada ante la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil para fabricar partes PMA.

De esa manera la fabricación de partes es una industria de desarrollo oportuno para la aviación en Colombia, debido a la gran cantidad de aeronaves de modelos antiguos, por consiguiente, los fabricantes consideran en sus líneas de producción, algunas partes que generan altos costos innecesarios, pero que para los operadores en Colombia son piezas importantes. De no hacerse este diagnóstico se corre el riesgo de perder una oportunidad en el mercado nacional para impulsar el desarrollo industrial de partes PMA para aeronaves que en nuestra región son de alta demanda.

### **Desarrollo de la ponencia**

Se realizará una revisión documental a nivel de la autoridad aeronáutica de Estados Unidos FAA (Federal Aviation Administration) y la Unidad Administrativa de Aeronáutica Civil UAEAC, sobre el tema de certificación de partes PMA, consultando reglamentos, normas, circulares, etc. Posterior se realizará un diagnóstico en el Laboratorio de Ingeniería de CIAC S.A. acerca de lo que hasta ahora se ha desarrollado entre el año 2000 y 2015 conforme a la fabricación de partes aeronáuticas y su procedimiento de fabricación, partiendo desde la necesidad del mantenimiento, hasta la obtención de la parte física con las características que se exigen por la autoridad aeronáutica de Colombia.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



En consecuencia, se cuantificará en porcentaje (%) a través de una lista de verificación que evalúa lo diagnosticado y lo exigido por la autoridad aeronáutica de Colombia, obteniendo el porcentaje global en el que se encuentra el proceso de fabricación hecho por CIAC S.A. mediante su laboratorio de ingeniería, frente al 100% de exigencias de la autoridad aeronáutica U.A.E.A.C, enfocado en la parte técnica según los criterios de evaluación y certificación para partes PMA. Ahora el proceso de certificación no solamente depende de la parte técnica, sino documental y de gestión ante la U.A.E.A.

A su vez se evaluará cualitativamente la Oficina de Control Calidad de CIAC S.A. mediante un cuadro comparativo, toda vez que es el área encargada de todas las comunicaciones y procesos ante la autoridad aeronáutica, es por eso que tendrá un papel fundamental a fin de lograr la certificación de fabricación de partes PMA.

Finalmente se propone evidenciar aspectos a desarrollar para lograr la certificación de partes PMA hechas por CIAC S.A. ante la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil.

### **Conclusiones**

El documento a la fecha se encuentra en desarrollo.

### **Recomendaciones**

El documento a la fecha se encuentra en desarrollo.

### **Referencias**

Unidad Administrativa Aeronáutica Civil. (2010). Directivas de Aeronavegabilidad. Circular Informativa CI-5103-082-08. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Cirdulares/Circulare sInformativas/CI-5103-082-008.pdf>

Unidad Administrativa Aeronáutica Civil. (2014). Procedimientos para la Aceptacion o Aprobación de Alteraciones / Reparaciones Mayores Partir de un Dato Tecnico. Circular Informativa CI-5102-082-015 V1. Recuperado de





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



<http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Cirdulares/Circulare sInformativas/CI-5102-082-015%20V1.pdf>

Unidad Administrativa Aeronáutica Civil. (2010). Detección y Reporte de Partes Sospechosas (SUP). Circular Informativa CI-5102-082-013. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Cirdulares/Circulare sInformativas/CI-5102-082-013.pdf>

Unidad Administrativa Aeronáutica Civil. (2010). Trazabilidad de Materiales, Partes y Componentes Aeronáuticos de Reemplazo. Circular Informativa CI-5102-082-012. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Cirdulares/Circulare sInformativas/CI-5102-082-012.pdf>

Unidad Administrativa Aeronáutica Civil. (1997). Guía de Inspectores Grupo de Certificación de Fabrica; Capítulo 5, Aprobación de Fabricación de Partes (PMA) M.R.A Numeral 9.3.5.

Unidad Administrativa Aeronáutica Civil. (2007). Capítulo XXVI, Procedimiento para la Aprobación de Partes, Intercambio y Préstamo de Partes.

Unidad Administrativa Aeronáutica Civil. (2016). Cerificacion de Aeronaves y Componentes de Aeronaves. Reglamento Aeronautico de Colombia. RAC 21. Recuperado de <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20ndice%20General/RAC%20%2021%20-%20Certificaci%C3%B3n%20de%20aeronaves%20y%20componentes%20de%20aeronaves.pdf>

Federal Aviation Administration. (2014). Application for Parts Manufacturer Approval Via Test and Computations or Identity. AC No. 21.303-4. [http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory\\_Circular/AC\\_21\\_303-4.pdf](http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_21_303-4.pdf)

Federal Aviation Administration. (2015). Certification Procedures for Products and Parts. 14 CFR Part 21, Parts Manufacturer Approvals. 14 CFR Part 21, Subpart K. 21.301 – 21-320. <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/14/part-21/subpart-K>

Modification And Replacement Parts Association. (2014). MARPA's Guidance Material for a PMA Continued Operational Safety (COS) System. Report No. MA-07-0316.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Modification And Replacement Parts Association. (2012). FAA Approval of Consumable Materials for Type Certificated Aircraft.

Pecht, Michael, ed. Parts Selection and Management. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2005. ProQuest ebrary. Web. 3 March 2016.

Global commercial aircraft PMA market to grow at a CAGR of 7.96% over the period 2015 - 2019; finds new report. (2015, Mar 10). *M2 Presswire* Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1661562976?accountid=143348>

Commercial aircraft PMA: Forecast and market analysis 2015-2019 - growing online aviation spare parts platforms. (2015, Nov 18). *M2 Presswire* Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1733932415?accountid=143348>

Global commercial aircraft PMA market - industry trends, market size, segments, growth prospects report. (2015, Nov 04). *M2 Presswire* Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1729280234?accountid=143348>

The commercial aircraft parts manufacturer approval (PMA) market 2013-2023. (2013, Mar 20). *PR Newswire* Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1317929121?accountid=143348>

Research and markets: Rising aircraft operating costs likely to increase PMA adoption. (2008, Mar 07). *M2 Presswire* Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/444515152?accountid=143348>

Global commercial aircraft PMA market - industry trends, market size, segments, growth prospects report. (2015, Nov 04). *M2 Presswire* Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1729280234?accountid=143348>

Global PMA part industry. (2016, Jan 11). *PR Newswire* Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1755646673?accountid=143348>

Donoghue, J. A. (2001). PMA and the big squeeze. *Air Transport World*, 38(11), 67-71. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/224314911?accountid=143348>

Goglia, J. (2012, 10). OEM or PMA parts - is there a difference? *Aircraft Maintenance Technology*, 23, 68. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1150205718?accountid=143348>

Chandler, C. (2013, 10). The complexity of PMA and STC approvals. *Aircraft Maintenance Technology*, 24, 10-15. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1478198848?accountid=143348>



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



- De, F. F., & De, F. F. (2006). *Airworthiness: An Introduction to Aircraft Certification*. Jordan Hill, GB: Butterworth-Heinemann. Retrieved from <http://www.ebrary.com>
- Ciminera, M. V. (2013). *Library of Flight : Aircraft Designers : A Grumman Historical Perspective*. Reston, VA, USA: American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA). Retrieved from <http://www.ebrary.com>
- Culliton, J. (2014). *AS9100C, AS9110, and AS9120 Handbook : Understanding Aviation, Space, and Defense Best Practices*. Milwaukee, WI, USA: ASQ Quality Press. Retrieved from <http://www.ebrary.com>
- Yu Dai, M; Cai, H X; Yu, T; (2014). Material Coding for Aircraft Manufacturing Industry. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 6() 183-191. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309430921009>



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## 11. PROPUESTA DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA APROBACIÓN DE MODIFICACIONES A LAS AERONAVES DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Carlos Arturo Hernández Ramírez - Escuela de Postgrados FAC – egresado ELA  
Datos de contacto: Email: carlos.hernandezr@fac.mil.co, Ofc: (0571) – 8209040 Ext 1625.  
Cel: (+57) 310823  
Línea: logística Aeronáutica  
Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión

### Resumen

A través del siguiente informe se describe la actividad realizada en la Investigación técnica, a fin de lograr una propuesta de un Procedimiento para la aprobación de Modificaciones a las Aeronaves de la Aviación de Estado.

### Objetivo general

Desarrollar una Propuesta de un Procedimiento para la Aprobación de Modificaciones en las Aeronaves de la Aviación de Estado.

### Objetivos específicos

1. Recopilar normativa existente en el ámbito civil y militar sobre el proceso de certificación de modificaciones mayores con el fin de que pueda ser utilizada como marco de referencia para los proyectos que desarrolla la aviación de estado.
2. Identificar los roles y responsabilidades de los actores involucrados en un proceso de certificación de una modificación en una aeronave de la aviación de estado.
3. Desarrollar un método de clasificación de una modificación mayor y menor, para poder determinar tanto el alcance, como la afectación a la aeronave y así poder tener claros los criterios de evaluación y certificación.
4. Clasificar el tipo de certificado a emitir de acuerdo con la autoridad que emitió el certificado de tipo original, y la titularidad del solicitante.
5. Desarrollar el contenido de un plan de certificación de una modificación mayor o menor en una aeronave, garantizando que se cumplan los requisitos de aeronavegabilidad.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



6. Establecer un método de matriz de certificación para una modificación mayor o menor, aplicando adecuadamente los medios de cumplimiento que sirvan para soportar el diseño.
7. Estructurar el contenido de un plan de ensayos en tierra o en vuelo, para generar las evidencias de los requisitos de acuerdo a la matriz de cumplimiento de la modificación.
8. Establecer un método de entrega de evidencias de cumplimiento del plan de certificación acordado.

### **Marco de referencia**

SECAD es la Sección de Certificación Aeronáutica de la Defensa, es el órgano técnico de JOL encargado de normalizar y certificar productos aeronáuticos, para el fomento y desarrollo de la industria aeronáutica a través de la integración de las capacidades de la Fuerza Aérea Colombiana y la Aeronáutica civil.

-PROCEDIMIENTO ANTERIOR:

- Orden de ingeniería de la FAC.

-Autoridades Civiles:

- ANAC: Manual de Procedimientos MPR-400 Certificado de Tipo Suplementario.
- FAA: FAR 21 Subpart D-E, Major Repair Alteration Job-Aid, AC21.101-1A Establishing the Certification Basis of Changed Aeronautical Products, Order 8110.48 How to Establish the Certification Basis for Changed Aeronautical Products
- EASA: EASA Part 21

-Autoridades Militares:

- INTA: Procedimiento para la aprobación de Modificaciones en aviones, motores y hélices.
- EDA: EMAR 21
- Department Of Defense United States: MIL-HDBK-516C

### **Desarrollo de la ponencia**

#### **Metodología**

Al tratarse de una investigación y desarrollo directo, sobre técnicas aeronáuticas a través de una metodología exploratoria en las normas y reglas reconocidas internacionalmente



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



en el ámbito civil y militar, se desarrolló una propuesta para el "Procedimiento de Aprobación a Modificaciones en las Aeronaves de la Aviación de Estado".

La investigación se fundamentó en un método correlacional con lo existente, luego de haber efectuado la parte exploratoria, por lo tanto, se adaptó a la necesidad y operatividad de la FAC como miembro de la aviación de estado, a través de un método explicativo fundamentado en lo anterior.

La metodología aplicada fue desarrollada de la siguiente manera:

- **Recopilación de normativa existente civil y militar:** Investigación exploratoria en portales y gestión sobre las normas Internacionales y nacionales de las principales autoridades aeronáuticas civiles y militares; para el caso civil, la base fundamental de lo escrito por FAA, ANAC y por EASA; y para el caso militar lo establecido por Department of Defense (DoD) de los Estados Unidos y por la European Defense Agency (EDA).
- **Identificación de los roles y responsabilidades de los actores involucrados en un Proceso de Certificación de una Modificación de una Aeronave de la FAC:** Luego de entender los procesos internacionales y el funcionamiento actual de la Fuerza Aérea Colombiana, se planteó en el procedimiento la asignación de responsabilidades y roles dentro del proceso, estableciendo un método correlacional entre lo existente y la operatividad de la FAC.
- **Desarrollo de un método de Clasificación en Mayor y Menor de una Modificación:** Se basó en el método para la clasificación de las modificaciones de la FAA, el cual verifica las afectaciones al Diseño de Tipo o al rendimiento de la aeronave por la alteración propuesta, teniendo en cuenta; parámetros estructurales, de propulsión, eléctricos, aerodinámicos, de control de vuelo, sistemas generales, y todo aquello que puedan tener un efecto considerable. (Anexo 1)
- **Proceso de desarrollo de un Plan de Certificación de una Modificación:** Se estableció anexo al procedimiento, el contenido de un plan de certificación, identificando las bases de certificación, identificación del Certificado de Tipo y estructura de un plan mismo.
- **Método de estructuración de una Matriz de Certificación con sus Medios de Cumplimiento:** A través de un método correlacional se estableció la técnica para realizar una matriz de cumplimiento, identificar un requisito y plantear los Means of Compliance (MOC) reconocidos y apropiados, basado en los estándares aeronáuticos.
- **Estructuración de un Plan de Ensayos en tierra o en vuelo:** De manera analítica, para el cumplimiento de los requisitos de la matriz, se estableció el formato del



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



contenido de un plan de ensayos, referente a la información que debe tener y el objetivo del mismo, basado en normativa existente y en la necesidad de la FAC.

- **Método de entrega de evidencias:** Un solicitante debe entregar la información y evidencias de sus ensayos y pruebas, mediante documentos y reportes técnicos, a través de formatos reconocidos que puedan ser aprobados.
- **Aprobación de una Modificación como una revisión o Suplemento al Certificado de Tipo:** Por medio del método explicativo y de acuerdo con la normativa existente en la FAC y al tipo de modificación, la autoridad debe emitir un Certificado Técnico de Modificación, un Suplemento o una enmienda al Certificado de Tipo original.
- **Afectaciones al Manual de Vuelo u otros Manuales de la Aeronave (Suplementos):** El proponente a una modificación debe evaluar las afectaciones a los Manuales de la Aeronave, desde el manual de vuelo, hasta el manual de partes, emitiendo los respectivos suplementos, que deberán ser aprobados por la autoridad competente, documentos conocidos como ICA's (Instructions of Continued Airworthiness).

### Fases o etapas del proyecto

Estando directamente alineados con los objetivos y el cronograma, se presentan las siguientes fases:

**Objetivo No. 1** Recopilar la normativa existente civil y militar

**Fase 1.** Etapa investigativa y de recopilación de información existente civil y militar en portales y documentación

**Fase 2.** Fase de comprensión y estudio de las normas internacionales, comprensión e interpretación.

**Objetivo No. 2** Identificación de los roles y responsabilidades de los actores involucrados en un proceso de certificación de una modificación de una aeronave de la FAC.

**Fase 1.** Identificación de situación actual en la FAC, roles y actores del proceso, de acuerdo a la normativa actual de la Fuerza Aérea Colombiana. (FAC, 2011)

**Objetivo No. 3** Desarrollar un método de Clasificación de Modificación en Mayor y Menor.

**Fase 1.** Significado de una modificación menor según EASA.





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



**Fase 2.** Adaptación de norma internacional civil y militar a la necesidad de la FAC, listado de Modificaciones Mayores en el INTA.

**Fase 3.** Implementación del Anexo 1 de las FAR43 para la clasificaciones de las modificaciones (FAA, 2012)

**Fase 4.** Aceptación de método de impacto de una modificación si genera un STC o tan solo un dato técnico según el Job Aid (FAA 1, 2014)

**Objetivo No. 4** Tipo de certificado a emitir

**Fase 1.** Determinar la autoridad que emitió el certificado de tipo original.

**Fase 2.** Determinar si el proponente es el poseedor del certificado de tipo original.

Para el cumplimiento de los **Objetivos No. 5, 6, 7 y 8** se desarrollaron las siguientes fases, ya que para el desarrollo de un Plan de Certificación se evidencio que es necesario que este contenga la matriz de cumplimiento, y el plan de ensayo que amerite, para evidenciar la aprobación de los requisitos establecidos:

**Fase 1.** Desarrollo de un Plan de Certificación de una Modificación.

**Fase 2.** Desarrollo de la propuesta del procedimiento, instructivos y formatos (Clasificación de modificación, plan de certificación, matriz de cumplimiento, plan de ensayos y entrega de evidencias del proceso), desarrollo basado en las normas analizadas. (INTA, 2006)

**Fase 3.** Análisis por procesos, relacionando los pasos a seguir entre las partes involucradas en el proyecto, que son; la Sección de Certificación Aeronáutica de la Defensa (SECAD), el solicitante y la FAC.

**Conclusiones**

- Después de analizar la normativa existente en la MMFAC y documentos técnicos relacionados, se evidencio que actualmente la Fuerza Aérea Colombiana cuenta con un método para la certificación de modificaciones mayores (Orden de Ingeniería), que podrá ser complementado con un procedimiento de clasificación y de establecimiento de las bases de certificación, que obligue al solicitante a pasar por un proceso detallado que fomente la seguridad en vuelo, o por el otro lado su propuesta de modificación haya sido aprobada por una autoridad



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



reconocida por al FAC, es así que se evidencia la necesidad de desarrollar e implementar el procedimiento desarrollado dentro de esta investigación.

- De acuerdo con la interpretación de las normas aeronáuticas civiles y militares, así como el análisis efectuado a la tendencia planteada entre la EDA y la EASA, es necesaria la estandarización de una aprobación de una modificación al Diseño de Tipo a una aeronave de la aviación de estado colombiano con mencionados estándares internacionales.
- Una solicitud para una modificación en una aeronave de la aviación de estado, actualmente no cuenta con un método apropiado de interacción con la autoridad aeronáutica para la aprobación y certificación de su propuesta, en la que se esclarezca su responsabilidad por la modificación, así como su obligatoriedad de someterse a un proceso de certificación.
- En la etapa precontractual del desarrollo de una modificación, no se contempla de manera clara en el anexo técnico los criterios de certificación para una modificación, razón por la cual, es necesario complementar dichos anexos con los requisitos y criterios de certificación establecidos entre la autoridad y el solicitante.
- En la actualidad no se generan enmiendas ni suplementos a las aeronaves de la Aviación de Estado por parte de la FAC, ya que la Fuerza no es la autoridad que emitió el Certificado de Tipo Original, sino a través de Ordenes de Ingeniería; para complementar este proceso de implementación de una modificación mayor, lo cual normalmente se realiza en las prácticas internacionales, es la revisión general del Diseño de Tipo, la autoridad que lo emitió y la afectación de los requisitos de certificación, a fin de generar el respectivo suplemento, revisión o enmienda al certificado original
- Es necesario realizar un plan de certificación que analice las bases de certificación del Certificado de Tipo original de la aeronave a modificar.
- Toda modificación debe contar con un Plan de Certificación avalado por una autoridad y los requisitos, enumerarse en una matriz con los respectivos medios de cumplimiento, a fin de realizar un proceso Aeronavegable equivalente a las pautas de otras autoridades aeronáuticas.
- Para demostrar el cumplimiento de los requisitos, el solicitante a obtener la certificación, debe presentar un plan de ensayos que luego de aprobarse por la autoridad permita fomentar la seguridad y aeronavegabilidad del proyecto.
- La intensión de una campaña de ensayos, es crear las evidencias que garanticen el cumplimiento de los requisitos establecidos en las bases de certificación de acuerdo a los estándares y velando siempre por la aeronavegabilidad.
- Las empresas, fabricantes o proponentes de una modificación no pueden certificar por si solos una modificación, ya que siempre deberá existir la validación



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



por parte de un tercero haciendo su rol como autoridad, a fin de promover que la propuesta sea segura y apta para volar.

- Es así como el SECAD, reviso el Reglamento de Aeronavegabilidad REAER, y emitió los lineamiento de Certificación Inicial de Productos Aeronáuticos a través de su FAC parte 21, equivalente a las normas civiles Title CFR 14 Par 21 de la FAA, EASA Par 21 y en el campo militar EMAR 21 de la EDA.

## **Referencias**

- Fuerza Aérea Colombiana (2011). Manual de Mantenimiento FAC4-27 Parte 7, Revisión Septiembre 2011: Fuerza Aérea Colombiana.
- Fuerza Aérea Colombiana (2010) Reglamento de Aeronavegabilidad de la Versión 0: Fuerza Aérea Colombiana
- Federal Aviation Administration 1 (2014) Major Repair Alteration Job-Aid Oct 2014 – FAA Flight Standards Service Aviation Maintenance Division AFS-300: Federal Aviation Administration
- Federal Aviation Administration 2 (2014) Order 8300-16 Major Repair and Alteration Data Approval, Federal Aviation Administration
- Federal Aviation Administration 3 (2014). Title 14 CFR FAA Part 21 Certification Procedures for Products And Parts - Subpart D Changes to Type Certificates y Subpart E Supplemental Type Certificates.: Federal Aviation Administration
- Federal Aviation Administration (2012). Title 14 CFR FAA Part 43 Maintenance, Preventive Maintenance, Rebuilding, And Alteration, Appendix A Major Alterations, Major Repairs, and Preventive Maintenance: Federal Aviation Administration
- Federal Aviation Administration (2013). AC 43-210 Standardized Procedures for Requesting Field Approval of Data, Major Alterations, and Repairs: Federal Aviation Administration
- Federal Aviation Administration (2012) AC 43.13-1 B / 2B Acceptable Methods, Techniques, and Practices – Aircraft Alterations: Federal Aviation Administration
- Federal Aviation Administration (2012) AC 43.9-1F Instructions for Completion of FAA Form 337: Federal Aviation Administration
- Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (2012). Reglamento Aeronáutico Colombiano Parte 9: Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil
- Ministerio de Defensa Español (2006). Procedimiento para la Aprobación de Modificaciones en Aeronaves, Motores y Hélices, Dirección General de Armamento y Material Ministerio de Defensa – Español: Instituto Nacional Técnico Aeroespacial (INTA)
- Agencia Nacional de Aviação Civil (2010). Manual de Procedimentos MPR-400 certificação suplementar de tipo: Agencia Nacional de Aviação Civil



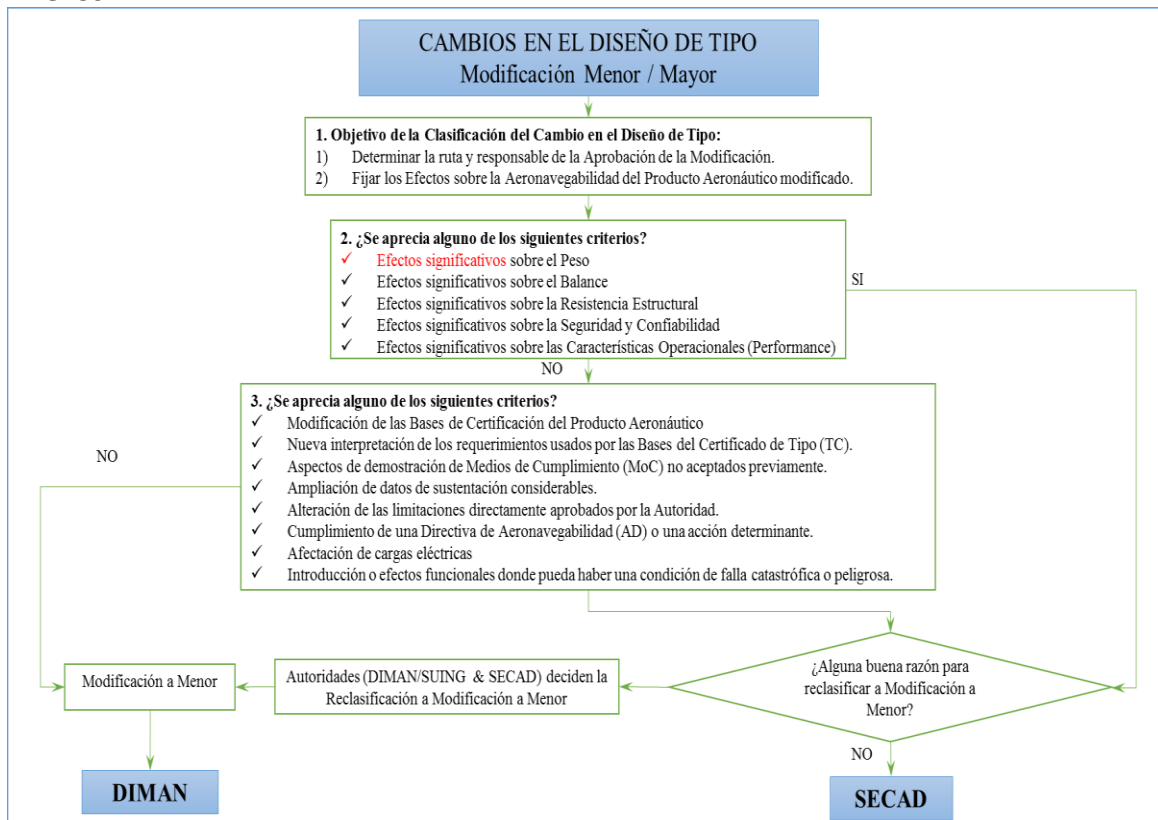
**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Department Of Defense United States (2014).MIL-HDBK-516C, Department Of Defense Handbook: Airworthiness Certification Criteria: Department of Defense United States .

EASA and EDA strengthen civil-military cooperation in aviation safety (2013, Junio 18). Bruselas: European Defense Agency [Recuperado 10 de Enero del 2015] Disponible en: [https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/2013-06-18%20Press%20release\\_EDA%20EASA%20cooperation%20agreement\\_final.pdf](https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/2013-06-18%20Press%20release_EDA%20EASA%20cooperation%20agreement_final.pdf)

**Anexos**





# CAPITULO III DESARROLLO DEL CLUSTER AERONAUTICO COLOMBIANO



**Congreso Internacional de  
Logística Aeronáutica**





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



## **Introducción**

Una aglomeración de industrias relacionadas, interconectadas y complementarias entre sí, en un mismo espacio geográfico, que aprovechan las externalidades que entre estas se generan para alcanzar mayores niveles de productividad, incremento en la innovación y creación de nuevas empresas en sectores relacionados, es conocido como un clúster. Las empresas participantes en ellos, alcanzan: (i) mayor productividad mediante la realización de esfuerzos conjuntos y el desarrollo de complementariedades en la ejecución de las actividades, (ii) incremento en la innovación, dado que alcanzan una mayor capacidad para percibir nuevas necesidades del cliente y el mercado (nuevos productos), así como la identificación y aplicación de nuevas tecnologías y procesos productivos, (iii) estímulo a creación de nuevas empresas al incentivar el emprendimiento, mediante la detección e identificación de oportunidades en la cadena y sus eslabones con otras industrias, que por sus características y complejidad son difíciles de imitar.

El clúster juega un papel clave en el estímulo de las economías regionales, mediante el fortalecimiento e integración de proveedores, clientes, universidades, centros de investigación y entidades gubernamentales cuya articulación en hace indispensable para alcanzar ventajas competitivas. Entendiendo la importancia estratégica de la aeronáutica en el desarrollo del país, la Fuerza Aérea Colombiana ha venido fomentando las iniciativas de clúster aeronáutico en diversas regiones, visualizando estos, como una asociación de entidades privadas y públicas, que acompañadas por la academia, buscan la transformación económica y social del sector, mediante el desarrollo de una industria de alta tecnología, orientado a convertirse en un actor de clase mundial en el mercado aeronáutico, a través del fortalecimiento de capacidades humanas, tecnológicas y de innovación, el desarrollo de capacidades en investigación y formación y la consolidación de capacidades de asociación y alianzas con socios estratégicos de la industria nacional y regional.

Actualmente las iniciativas en curso, presentan inmensas oportunidades para su desarrollo, tales como la caracterización de capacidades, consolidación de demanda, definición de portafolios de productos y establecimiento de gobernanzas, todas enmarcadas en adecuados procesos de planeación estratégica y respectivo alineamiento con el plan de desarrollo regional y nacional.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



La EPFAC en su compromiso con el medio empresarial, actualmente desarrolla un proyecto de investigación, en alianza con otras instituciones académicas, que busca la caracterización y desarrollo del clúster aeronáutico colombiano, basado en el fortalecimiento de las capacidades de gestión, tecnológicas y de innovación como elementos claves para el desarrollo de la competitividad y a través de este, formular las estrategias y componentes que permitirán su consolidación en el mediano plazo. En este capítulo, se presentan tres artículos de revisión en esa dirección, el primero de ellos, muestra un diagnóstico de la industria aeronáutica, como fundamento para la comprensión del estado actual de desarrollo de sus capacidades. El segundo, análisis referentes de clúster aeronáutico, analiza y consolida las capacidades desarrolladas por siete de los principales clústeres que han sido reconocidos por la academia y la industria, buscando establecer fortalezas y mejores prácticas, que eventualmente podrían considerarse en el diseño de la propuesta. Finalmente, el tercer trabajo, presenta una aproximación sobre el establecimiento de las capacidades de fabricación de partes, que actualmente tiene el clúster, mediante su valoración en las diferentes empresas que lo conforman.

De esta forma la EPFAC continúa con su compromiso y contribución al desarrollo de la investigación en las problemáticas de la logística, enmarcadas en un enfoque global, integral y sostenible, para la generación de ventajas competitivas e impacto social.





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## 1. DIAGNÓSTICO DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA COLOMBIANA, EVOLUCIÓN E IMPACTO EN EL DESARROLLO NACIONAL.

Omar Fabián Murcia Bernal - Ingeniero; Egresado Especialización Logística Aeronáutica EPFAC

**Datos de contacto:**

Correo Electrónico: omar.murcia@fac.mil.co / ofmb10@yahoo.com, 3143300502

**Línea:** Logística Aeronáutica y de Servicios.

**Ejes Temáticos:** Cadena de Abastecimiento

### Resumen

Análisis de la actividad aeronáutica en Colombia, basados en un conocimiento de la historia aeronáutica colombiana, como fundamento para entender la situación actual. Finaliza con el planteamiento de rutas a seguir, uso de normas y sistemas de gestión que ayuden a consolidar una sinergia de capacidades industriales en beneficio del sector aeronáutico nacional.

### Objetivo general

Diagnosticar el esquema funcional y organizacional de la Industria Aeronáutica Colombiana, partiendo de un contexto histórico general, que ayude a fortalecer los criterios estructurales que consolidaran la evolución del sector aeronáutico en Colombia y su impacto en el segmento productivo nacional como fuente de crecimiento del país.

### Marco de referencia

El mundo moderno exige a la industria aeronáutica mantener niveles de competitividad y seguridad enmarcados por un mercado globalizado, bajo el apremio comercial de fabricar, mantener y operar equipos aeronáuticos de gran capacidad y tecnología, con costos de estructuración y producción razonables dentro de su cadena de valor (Bales, Radnor, & Maull, 2004), sin dejar a un lado los niveles de seguridad y calidad en cada uno de los procesos, particularidades que sólo se pueden fundamentar en la aplicación adecuada de criterios normativos y de producción que mantengan la aeronavegabilidad de los desarrollos aeronáuticos desde su mismo Diseño, pasando por la Fabricación, la Operación y el Mantenimiento de los productos aeronáuticos generados.

En este campo, cada vez más controlado y regulado, como un claro ejemplo de la evolución en el siglo XX, se desarrollaron aeronaves con capacidad de volar a más altura, con mayor velocidad y de transportar un mayor número de pasajeros y carga, multiplicando de esta manera su uso, haciendo



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



necesario cada día la aplicación innovadora e intensiva del conocimiento, la ciencia y la tecnología como fuente de desarrollo y seguridad, en una sinergia de capacidades lideradas por un talento humano competitivo, de iniciativa y visión en el aprovechamiento de los recursos y capacidades potenciales del sector, relegando al máximo posible el error humano, generando valor en los proyectos desarrollados y consolidando los diferentes sectores como la base del crecimiento de la sociedad (Sanchez R., 2008).

La confiabilidad en los procesos y la entrega de productos y servicios se han convertido en un factor determinante para poder competir en cualquier sector industrial. Estos procesos involucran actividades de control en la seguridad, la calidad del producto y por ende la satisfacción del cliente final, lo que conlleva a la mejora en los plazos de entrega, el control de inventarios, el aumento en la productividad y la disminución de costos operativos, requiriendo de esta manera una mayor flexibilidad y adaptación a las necesidades reales del usuario, maximizando la capacidad del personal involucrado y la mejora en la gestión de los procesos productivos, marcando la diferencia y generando la oportunidad de mantenerse competitivo en el sector, desarrollando integraciones colaborativas entre clientes y proveedores a lo largo de la cadena de suministro (James-Moore & Gibbons, 1997).

La industria aeronáutica no ha sido ajena a esto. Durante los últimos tres años, este sector en Colombia ha iniciado una fase de reaprendizaje, reestructuración y fortalecimiento de sus bases de funcionamiento, principalmente enfocado a la generación de criterios regulatorios e infraestructuras bien definidas, que permitan proyectar y desarrollar las características potenciales del sector industrial a nivel nacional, enfocadas principalmente al desarrollo de productos propios, que fortalezcan la credibilidad y el reconocimiento del sector, necesarios para el crecimiento de una sociedad industrial competitiva desde sus diferentes frentes.

Entre sus participantes principales se pueden identificar a la academia, la industria y el Estado (UEE - Universidad-Empresa-Estado), con sus respectivos proveedores. Esta relación UEE despierta una serie de inquietudes en lo relacionado al fortalecimiento de sus funciones y responsabilidades con el objeto de generar una trascendencia real de su participación en el desarrollo aeronáutico de la nación (Gutiérrez Ossa, 2013).

La falta de criterios regulatorios adecuados para poder generar la integración de estos actores, partiendo de una posible falta de liderazgo por parte del Estado como autoridad máxima, hacen que el desarrollo de productos propios sea lento y desordenado. Desde sus inicios a finales de la segunda década del siglo XX, la actividad aeronáutica colombiana a enfocado sus esfuerzos a comprar, operar y mantener aeronaves, tanto civiles como militares, necesarias para realizar sus actividades diarias, relegando etapas iniciales, como lo son la del diseño y producción de productos aeronáuticos a organizaciones externas que controlan el sector a nivel mundial y de las cuales se sigue dependiendo en la actualidad.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Siguiendo lineamientos y características de organizaciones aeronáuticas consolidadas a nivel mundial y desde el punto de vista logístico, el presente documento expone y evalúa de manera general la historia y la situación actual de la industria aeronáutica colombiana, analizando de manera crítica sus fortalezas y debilidades, puntos sobre los cuales se puede trabajar para generar valor en función del crecimiento de una nación potencialmente competitiva en este sector.

Para el desarrollo del presente documento, el concepto “Producto Aeronáutico”, se entenderá como toda aeronave, motor o hélice de aeronave, involucrando también al material, componentes, accesorios o dispositivos aeronáuticos aprobados según una Orden Técnica Estándar (TSO) o Aprobación de Fabricación de Partes (PMA) (UAEAC, 2014).

## **Desarrollo de la ponencia**

### **Evolución de la Industria Aeronáutica Colombiana**

La industria aeronáutica a nivel mundial siempre se ha caracterizado por tener altos costos de inversión tanto de capital, personal, tiempo, infraestructura, doctrina y aplicación de tecnología, factores que se involucran desde el mismo momento de la planeación, el diseño, la fabricación, la operación y el mantenimiento de los productos desarrollados, presionados por cumplir con las expectativas y seguridad de cada segmento del mercado, buscando de alguna manera desarrollar productos personalizados para cada necesidad, sin dejar a un lado, su confiabilidad y eficiencia. El desarrollo integrado de estos productos a través de la asociación e integración del riesgo con la participación de diferentes organizaciones ha tomado mucha fuerza en el sector, con el firme objetivo de minimizar las inversiones individuales y los ciclos de desarrollo de los productos, resultando en la reducción de los plazos de comercialización y su riesgo, mejorando la competitividad y el posicionamiento en el mercado, filosofías que han sido utilizadas por organizaciones aeronáuticas reconocidas a nivel mundial (Marques, Di Serio, & Furtado, 2002).

La industria aeronáutica en Colombia comienza con la misma aparición de la aviación en el país con participantes tanto públicos como privados, principalmente en lo relacionado a la realización de operaciones aéreas. Colombia emprendió esta carrera aeronáutica mucho antes de 1920, con la exhibición de globos inflados con gas a finales del siglo XIX, sobre diferentes ciudades a lo largo y ancho del territorio nacional y algunos vuelos acrobáticos durante la segunda década del Siglo XX (Meriño D., s.f.), lo que ya empezaba a involucrar procesos logísticos para realizar operaciones seguras.

En este afán de desarrollo e industrialización y pasadas las guerras civiles de principio de siglo XX en Colombia, el 26 de septiembre de 1919 se creó en Medellín la Compañía Colombiana de Navegación Aérea (CCNA), siendo esta la primera organización de aviación comercial en Colombia. Además,



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



según el Decreto N° 1905 de 1979 firmado por el Señor Presidente de la época, el Dr. Julio Cesar Turbay Ayala, cada año en esta fecha, se conmemora en el "Día de la Aviación Civil Colombiana".

Sumado a este proceso de desarrollo aeronáutico en Colombia, el 05 de diciembre de 1919 nace en Barranquilla la Sociedad Colombo-Alemana de Transporte Aéreo (SCADTA), siendo esta la segunda aerolínea del mundo y la primera aerolínea en Latinoamérica para el sector comercial. Después de la Segunda Guerra Mundial, SCADTA se fusionó con la aerolínea regional colombiana SACO (Servicio Aéreo Colombiano), formando de esta manera la compañía AVIANCA (Aerovías Nacionales de Colombia) (SCADTA.co, 2014). En el ámbito militar, el 31 de diciembre de 1919 se crea la Aviación Militar Colombiana como 5ª Arma de Ejército Nacional y la creación de la Escuela Militar de Aviación, autorizando adicionalmente al poder ejecutivo, para reglamentar la aviación civil mediante la Ley 126, sancionada por el presidente de la República de aquel entonces, el Dr. Marco Fidel Suárez (Fuerza Área colombiana, 2014).

Con el fin de fortalecer y desarrollar la conciencia mundial sobre la importancia de la actividad aeronáutica y su impacto a nivel social y económico de los países alrededor del mundo, y en beneficio de la seguridad, la eficiencia y la regularidad del transporte aéreo internacional, la ONU (Organización de las Naciones Unidas) en 1997 proclamó oficialmente el 7 de diciembre como el Día Internacional de la Aviación Civil, siendo este día también la conmemoración de la creación de la OACI (Organización de la Aviación Civil Comercial) en 1944 (ONU, 1997).

Así mismo, el Estado Colombiano firmó el Convenio de Aviación Civil Internacional, instrumento que rige la aviación civil en el mundo, celebrado en la ciudad de Chicago (Estados Unidos) el 7 de diciembre de 1944 y mediante la Ley 12 de 1947 la República de Colombia aprobando su adhesión y ratificando este compromiso ante el Gobierno de los Estados Unidos de América el 31 de octubre de 1947, entrando en vigor para Colombia el 30 de noviembre de 1947 (Congreso de la República de Colombia, 1947), comprometiéndose de esta manera a seguir los lineamientos tanto de gestión como de aeronavegabilidad internacionalmente reconocidos y aceptados por los países firmantes a nivel mundial y en todos los frentes involucrados para el sector aeronáutico.

La industria aeronáutica Colombiana en su proceso de afianzar esta actividad en el país, involucrando diferentes sectores tanto públicos como privados, en los años 60 habló del florecimiento de la "aviación civil" para Colombia y posterior a la firma del Pacto Andino se generaron grandes posibilidades de exportación de aeronaves sencillas a los mercados de Chile, Perú, Venezuela y Bolivia, lo que le permitiría alcanzar cierto grado de liderazgo en la región, que en paralelo a los procesos de ensamblaje de motores, partes aeronáuticas y venta de aviones de "kits" que eran importados desde fábricas estadounidenses bajo la licencia y control de PIPER y CESSNA AIRCRAFT por parte de una empresa bogotana, la compañía Aero Industrial Colombiana SA (AICSA), se empezaba a convertir en el líder de la industria aeronáutica de la región. Sin embargo, mientras Colombia gestaba este proyecto y al mismo tiempo solucionaba problemas internos, los brasileiros



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



avanzaban hacia el diseño de aeronaves hechas en Brasil y adelantaban gestiones diplomáticas y comerciales ante Estados Unidos, para que las empresas de este país aceptaran sus diseños y desarrollos (Bello Aponte, 2009).

Brasil, con la Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (EMBRAER), fundada en 1969, se empieza a caracterizar por su iniciativa y su gestión decidida para mantener un crecimiento constante y consolidado a nivel mundial, considerándose hasta hoy como uno de los principales participantes del sector, lo que le ayudo a convertirse entre 1999 y 2001, en la mayor compañía exportadora del sector a nivel mundial, desarrollando oficinas y filiales en Australia, China, Francia, Singapur y los EE.UU (Brazil Defence and Security Report Q3 2009, 2009).

La producción brasilera está principalmente centrada en modelos de aeronaves comerciales, pero su línea militar no pierde importancia y logra mantener ventas sostenidas de sus principales equipos y participación en importantes proyectos, generando diferentes líneas de acción, como por ejemplo, su alianza con la compañía italiana ALENIA AERONAUTICA, para el diseño y la producción de aviones de ataque de superficie AMX (monoplaza) y el AMX-T (biplaza) (Brazil Defence and Security Report Q2 2010, 2010) (Cicalesí & Rivas, 2009), siendo ejemplo de desarrollo aeronáutico en la región.

Retomando la industria colombiana, uno de sus grandes alcances y talvez el más importante se presentó en la década de los años 90, cuando la empresa AERO-INDUSTRIAS LEAVER & CÍA logro desarrollar y certificar ante la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (UAEAC) un importante producto nacional que impactó en su momento de manera positiva el sector, pero que no tuvo el apoyo adecuado para abrir el camino evolutivo de la industria aeronáutica en Colombia. Se trató de El Gavilán G-358, desarrollado en los años 80 y volado su primer prototipo a principios de los 90. Después de algunos cambios en la estructura del fuselaje y alas, este producto aeronáutico fue registrado ante la UAEAC como el avión Modelo EL-1C bajo el Certificado Tipo No. A002-COL del 19 de junio 1998 (UAEAC, 1998). Esta Aeronave era del tipo utilitario, monoplano de ala alta, clasificado en Categoría Normal (Máximo Peso de Despegue - MTOW 4500 lb), de estructura metálica de sección cuadrada, con un motor recíproco Lycoming TIO-540-W2A de 350 CV (261 kW), con la potencia requerida para ser operado en Colombia. La Certificación de Tipo que fue otorgado por UAEAC, tramitada teniendo como base de certificación el Diseño Tipo Aprobado por el Certificado Tipo Americano Número A00002NY bajo FAR-23 (Enmienda 23-1 hasta 23-46) (FAA, 2008), teniendo en cuenta que para los años noventa, Colombia no contaba con una infraestructura, autoridad y criterios normativos adecuados para desarrollar procesos de calificación y certificación aeronáutica de sus productos a nivel nacional, siendo en la actualidad un punto clave que no se ha podido consolidar como apoyo para los productos propios.

Este producto aeronáutico, puede ser considerado hasta la fecha, año 2014, y teniendo en cuenta el contexto de la época, como el logro más importante en la historia de la industria aeronáutica colombiana, en lo relacionado a desarrollos hechos en Colombia, al obtener su Certificación de Tipo





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



(TC) americano otorgado por la FAA, sin olvidar el avance que tuvo el sector por los años 60. El Gavilán G-358, fue desarrollado por un recurso humano innovador y sediento de progreso de la época, pero del que se fabricaron pocas unidades, algunas de las cuales sirvieron a la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), pero que por diversos eventos de seguridad en su operación y la falta de soporte logístico, fue retirada del servicio de esta institución a mediados de la primera década del siglo XXI (Museo Aeroespacial FAC, 2013). Es así como su participación e impacto en el desarrollo aeronáutico nacional fue muy corto y de poco reconocimiento.

Adicionalmente, el Certificado de Tipo otorgado por el Departamento de Transporte de la FAA, en los Estados Unidos, fue revocado el 26 de marzo de 2008 (FAA, 2008), para lo cual, solo Certificados de Aeronavegabilidad Estándar emitidos y firmados por las respectivas Autoridades Aeronáuticas del país de operación antes de esta fecha, eran válidos y estas serían las únicas responsables por su operación y aeronavegabilidad, desligándose en cierto grado la FAA de su responsabilidad, ya que debido a la falta de soporte logístico y debilidad en el control y acatamiento de los Códigos de Regulación Federal (CFR) de los EE.UU., 14 CFR § 21.99 (a), se preveían condiciones inseguras para su continua operación y seguridad.

Como resultado de esto, la FAA ordenó que ningún Producto Gavilán G-358 podía ser exportado con un Certificado de Aeronavegabilidad y Exportación emitido por la FAA a partir de la fecha en mención, generando la pérdida de su reconocimiento y por ende la caída del sector aeronáutico en Colombia.

### **Crecimiento de la Industria Aeronáutica en Colombia**

Con un diagnóstico histórico que ha demostrado grandes vaivenes de Colombia en la región, la industria aeroespacial latinoamericana tiene actualmente un gran exponente a nivel mundial, EMBRAER y HELIBRAS, esta última filial local de la compañía europea EUROCOPTER, empresas consolidadas en el mercado como unas de las más importantes fábricas de aeronaves, siendo puntos de referencia para Colombia y la región. Adicionalmente, en Argentina, en medio de un proceso de cambios, se encuentra la Fábrica Argentina de Aviones "Brigadier San Martín" S.A. (FAdeA), en el Área de Material Córdoba (AMO) (Provincia de Córdoba), planta que está de nuevo en manos del Estado argentino tras varios años en poder de LOCKHEED MARTIN y actualmente dedicada a la producción de aeronaves y a la investigación aeroespacial, pero que pesar de la gran cantidad de proyectos, pocos han llegado a concretarse en los últimos tiempos ) (Cicalesí & Rivas, 2009). Las demás firmas dedicadas a la producción aeronáutica en América Latina carecen todavía de la infraestructura necesaria para el desarrollo de grandes proyectos, tanto de diseño propio, como bajo licencia. Esta situación puede cambiar a mediano plazo ya que se han iniciado programas en otros países, como es el caso de SEMAN en Perú y en Colombia el desarrollo de la alianza estratégica entre la Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC) y la Unión Temporal Aviación de Entrenamiento LANCAIR (Calima T-90) (Cicalesí & Rivas, 2009).





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Como se mencionó en un principio, la logística aeronáutica en Colombia, tanto para el sector civil como militar, ha estado enfocada principalmente a la compra, operación y mantenimiento de productos extranjeros, provenientes de fabricantes reconocidos a nivel mundial (BOEING, AIRBUS GROUP, EMBRAER, etc.), marginando de alguna manera la generación de proyectos de innovación y desarrollo de partes y componentes aeronáuticos propios, que permitan aprovechar y sumar la capacidad productiva del sector industrial y académico bajo el liderazgo del Estado Colombiano (Aldana & Gutierrez Ossa, 2013), en el fortalecimiento de mecanismos vinculantes que generen resultados importantes que puedan ser aplicados al futuro aeronáutico en Colombia. La inversión económica, delimitada con criterios normativos claros sumado a un alto grado de disciplina, constancia y creencia en sí mismo, soportaran la gestión de organizaciones públicas y privadas para el desarrollo de productos aeronáuticos propios, siendo las bases fundamentales para crecimiento del sector aeronáutico en Colombia y la industria en general.

En los últimos 10 años, han aparecido en el sector aeronáutico empresas que han direccionado esfuerzos adicionales al desarrollo de innovaciones, incluyendo aeronaves de baja capacidad, generando de alguna manera la necesidad de crecimiento del sector por parte del Estado, lo que ha jalonado la necesidad de desarrollar una doctrina y reglamentación apropiadas a la capacidad nacional, impulsando con esto su crecimiento. Entre estas industrias, encontramos a la Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC), domiciliada en Bogotá, que desde su nacimiento, mediante el Decreto No. 1064 del 09 de Mayo de 1956 (General Supremo Rojas Pinilla, 1956) y reestructurada mediante el Decreto No. 2352 del 03 de Diciembre de 1971 (Ministerio de Hacienda y Crédito Público - Ministerio de Defensa Nacional, 1971), ha tenido como objeto el organizar, construir, operar y explotar centros de reparación, mantenimiento y servicios de aviones, con la misión adicional de ensamblar y construir aeronaves, como motor de desarrollo de la Industria Aeronáutica Nacional.

Esta organización ha sido desde su fundación, una entidad autónoma, con patrimonio propio, pero bajo régimen de empresa comercial e industrial del Estado de economía mixta (pública y privada) que forma parte del holding colombiano del Grupo Social y Empresarial de la Defensa (GSED), ya que éste posee el 99.96% de sus acciones, siendo así uno de los principales participes en el sector industrial militar y civil, desarrollando convenios interinstitucionales e industriales que motivan el desarrollo aeronáutico del país, alcanzando con ello un alto grado de reconocimiento a nivel nacional e internacional (Decreto No. 2352, 1971).

Esta organización, dentro de sus proyectos más representativos y de mayor impacto a nivel nacional e internacional en la actualidad, retomó a partir del año 2008, el desarrollo de productos aeronáuticos propios Clase I, con el avión CALIMA T-90, teniendo como objetivo inicial la fabricación de 25 unidades de este modelo, el cual está equipado con un motor LYCOMING IO-390 o TNIO-390 de 210 HP en una estructura de materiales compuestos. El costo por unidad asciende a 50.000 dólares. Esta es una aeronave de entrenamiento básico, siendo el resultado de la alianza estratégica



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



entre la CIAC, LANCAIR International Inc. y Sud Air, esta última subsidiaria estadounidense de SUDAMIN A&D S.A., en la Unión Temporal CIAC y Avión de Entrenamiento LANCAIR (Cicalesí & Rivas, 2009).

Aunque el avión es ensamblado en Colombia, el diseño y la fabricación de algunos de sus componentes provienen de LANCAIR, una empresa fabricante estadounidense de aviones de kit con sede principal en Redmond, Oregón, lugar a donde se envió personal calificado de la FAC en el año 2008, para conocer de primera mano el proceso de producción de estas aeronaves, buscando transferir el conocimiento y la experiencia a la FAC, como su cliente principal.

Con el desarrollo del Equipo CALIMA T-90, la FAC, busca la renovación de su flota de aviones de entrenamiento, dentro de los cuales se encuentran BEEHCRAFT T-34 MENTOR y el CESSNA T-41 MESCALERO, diseñado este último inicialmente con propósitos de turismo como Modelo 172; juntos con más de cuarenta años en servicio activo de la institución (Revista Aeronáutica, 2008), con el objetivo adicional de generar valor a los procesos logísticos en los diferentes sectores, que a futuro generen autosostenimiento para el sector defensa y evolución de la industria aeronáutica a nivel nacional. Un factor fundamental en esta gestión, es la integración productiva interinstitucional de la CIAC y el Comando Aéreo de Mantenimiento (CAMAN) de la FAC, ambas reconocidas por la UAEAC como Talleres Aeronáuticos de Reparaciones (TAR) para el área de mantenimiento, pero que a través del proyecto PEGASO, han enfocado sus capacidades al área de la fabricación de partes como organizaciones líderes en el desarrollo de la Industria Aeronáutica Nacional.

Toda esta sinergia que lleva consigo el desarrollo de este y otros proyectos, como base para la investigación y la tecnificación en nuevos procesos, generan colaboración científica que no sólo traspasa las barreras entre disciplinas, sino también entre sectores productivos, donde resulta cada vez de mayor importancia la relación UEE, con inversión de recursos en beneficio de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CT&I), en búsqueda de oportunidades comerciales, que pueden aumentar los índices de competitividad que permitan no solo operar y mantener aeronaves, sino también diseñar y producir productos aeronáuticos propios, con el respectivo soporte logístico, técnico y legal que se debe desarrollar (Perianes R., Olmeda G., & De Moya A., 2010), que redundarán en el autosostenimiento, el crecimiento, el aprovechamiento de los recursos y capacidades a nivel nacional.

La CIAC, como organización que liderada por el Estado, sirve como referente y apoyo a otros sectores, implementando alianzas público-privadas entre organizaciones del orden nacional e internacional, haciendo participe de sus procesos al personal de la academia, arrastrando consigo la innovación, el desarrollo y la tecnificación de sus actividades y la de sus proveedores, desarrollando actividades de CT&I, en un compromiso con la excelencia empresarial, la cooperación y capacidad de compartir fines, dando gran valor a su gestión.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Como indican Ispizua & Rodriguez (2005), cualquier organización debe funcionar en un marco institucional y normativo que garantice el carácter sistemático y organizado del desarrollo, interpretándose como una metodología para optimizar los esfuerzos realizados en el área del CT&I, evitando así que se pierda el impulso de las partes interesadas, regularizando y controlando las actividades y los esfuerzos, motivada por una demanda implícita del sector, liderada por el Estado en búsqueda de ventajas competitivas y económicas que motiven esta actividad a nivel nacional, tareas que se deben realizar con mucho criterio.

Estas funciones de control y desarrollo de criterios serán entonces responsabilidad del Estado, ejerciendo como autoridad con funciones de direccionamiento y coordinación estratégica, mediante organismos que guíen y se responsabilicen en la consecución de este fin. Actualmente, existe la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (UAEAC) dependiente del Ministerio de Transportes, que direcciona la actividad aeronáutica de la aviación civil (Comercial y Privada). Por otra parte, está la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), dependiente del Ministerio de Defensa Nacional, responsable del sector de Aviación de Estado. Estas autoridades del orden estatal, son el eslabón fundamental para generar y direccionar el desarrollo industrial aeronáutico en Colombia.

Como menciona Gutiérrez Ossa (2013) y aplicado al sector aeronáutico, un factor fundamental en los procesos de crecimiento es la necesidad de canalizar los esfuerzos de UEE, generando valor a los procesos y apostando a proyectos de Ciencia, la Tecnología e Innovación (CT&I) como fuente de desarrollo de la nación, y esto se logra con autoridad y liderazgo adecuado.

### **Criterios para el desarrollo de la Industria Aeronáutica en Colombia**

Para que exista entonces un crecimiento adecuado y controlado del sector, es necesario establecer las condiciones para que se genere la sinergia adecuada entre las capacidades de UEE, que direccionen ideas innovadoras y de desarrollo nacional, evitando que los esfuerzos se generen sin fundamento y se derrumben fácilmente. No obstante, como indica Perfetti del Corral (2011), en las condiciones actuales de desarrollo en Colombia, es necesario reconocer el papel esencial de las Instituciones de Educación Superior (IES) en dicho proceso y por tanto, se requiere realizar los esfuerzos adicionales para crear y solidificar las fuentes de conocimiento, con la generación de recurso humano especializado para la CT&I en el sector, fortaleciendo económicamente las instituciones buscando la apropiación social de la ciencia y mejorando el tejido empresarial con un carácter innovador (Perfetti del Corral, 2011) (Gutierrez Ossa, 2013).

Como se indicó anteriormente, la autoridad y el liderazgo encaminan la consecución de objetivos reales. Como se mencionó anteriormente, el sector aeronáutico civil está siendo liderado en la actualidad por la UAEAC, adscrita al Ministerio de Transporte, reglamentada mediante Decreto No. 2171 de 1992 (Art. 67, Título V), como resultado de la fusión del Fondo Aeronáutico Nacional y el Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil (DAAC), siendo responsable de controlar la



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



actividad aeronáutica en el país, generando lineamientos y criterios normativos para el desarrollo, mantenimiento, operación y certificación de productos aeronáuticos propios y extranjeros (Ministerio de Transporte, 1992). En la actualidad, esta entidad pública se encuentra regida por el Decreto No. 260 del 28 de enero de 2004, con la ardua tarea de controlar y actualizar día a día su gestión de acuerdo a las exigencias del sector (UAEAC – RAC, 2014).

Por otro lado, la FAC es responsable de la Aviación de Estado, que mediante el Decreto No. 2937 del 05 de agosto de 2010, es designada como autoridad en este sector y responsable de coordinar ante la UAEAC el buen desarrollo de esta actividad a nivel nacional, constituyendo adicionalmente el Comité Interinstitucional de la Aviación de Estado, en pro del control y el desarrollo de la industria aeronáutica Colombiana (Ministerio de Transporte - Ministerio de Defensa Nacional, 2010). La ilustración No. 5 muestra de manera gráfica la estructuración general de las Autoridades Aeronáuticas de Aviación Civil (Comercial - Privada) y de Estado Colombia.

La UAEAC, organismo consolidado y de gran reconocimiento a nivel nacional e internacional, trabaja continuamente para alinear sus capacidades y criterios normativos a los requisitos de aeronavegabilidad que exige la autoridad máxima OACI y los emitidos por la Federal Aviation Administration (FAA) para el sector de la Aviación Civil Comercial y Privada (UAEAC, 2014). La FAC adicionalmente crea la Sección de Certificación Aeronáutica de la Defensa (SECAD) dependiente de la Jefatura de Operaciones Logísticas Aeronáuticas (JOL), con el propósito principal de impulsar el desarrollo nacional mediante la normalización, calificación y certificación de los Productos Aeronáuticos desarrollados, en pro del fomento y el crecimiento de la industria, buscando adicionalmente la integración de las capacidades de las autoridades antes mencionadas para alcanzar el autosostenimiento del sector defensa, buscando reglamentar los criterios normativos y desarrollar infraestructura, sobre las cuales se realicen las correspondientes actividades de experimentación, calificación y certificación de productos para verificar su grado de seguridad y aeronavegabilidad, proyectando esta capacidad para que pueda ser aprovechada por los diferentes sectores a nivel nacional e internacional. La ilustración No. 6 expone gráficamente los segmentos de la actividad aeronáutica a nivel nacional para ayudar a identificar los roles de cada una de las autoridades, Civil y Estatal en este sector.

Como en toda organización, para cumplir los objetivos propuestos, es necesario trabajar arduamente en el fortalecimiento de la estrategia, soportada en criterios normativos específicos ya reconocidos a nivel nacional e internacional, pero buscando su aplicación y adaptación adecuada a las necesidades del sector en Colombia. Dentro de estos criterios se encuentran entre otros los emitidos por la FAA en el continente americano liderados por los Estados Unidos (Code of Federal Regulations - FAA, 2014) y los desarrollados por la EASA (European Aviation Safety Agency) en el continente europeo (Unión Europea, 2003) (Unión Europea, 2012) como las doctrinas referentes más fuertes y trabajadas por las grandes industrias aeronáuticas a nivel mundial, como los son entre otras “Boeing Company” y “Airbus Group”. En la ilustración No. 7 se presenta un esquema general de



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



correspondencia y homologación de la estructura normativa de las principales autoridades, que fundamentan el buen funcionamiento e interrelación de sus actores (Autoridad, Fabricantes y Operadores) para satisfacer a sus usuarios y clientes finales. Se parte de la premisa de que existen documentos normativos aplicables a cada una de las fases de desarrollo del sector aeronáutico, siendo las principales la Aeronavegabilidad Inicial (producto aeronáutico nuevo - diseño y producción) y la Aeronavegabilidad Continuada para una correcta operación y mantenimiento del producto aeronáutico, siendo estos los criterios para calificar y certificar su seguridad establecidos en cada etapa de su ciclo de vida. Esta información es de fácil acceso para su consulta en respectivos portales de internet, siendo el factor que marca la diferencia, su adaptación y aplicación a las necesidades de cada organización para la ejecución de actividades en beneficio de la seguridad, la confiabilidad y la eficiencia del sector.

### **El camino a seguir en el desarrollo de la Industria Aeronáutica Colombiana**

El desarrollo de la Industria Aeronáutica Colombiana, tanto estatal como civil, se ha desarrollado enfocada principalmente a actividades logísticas de compra (o arrendamiento), operación y mantenimiento aeronáutico, que soportan exclusivamente las necesidades básicas para mantener disponibles las aeronaves, con partes y suministros fabricados por organizaciones externas al país, que basadas en su nivel de confianza y reconocimiento, proveen productos calificados y certificados aeronáuticamente. A su vez, estas actividades relegan la participación de la industria Colombiana, limitando su capacidad de generar valor a los procesos productivos, que enfocados al sector aeronáutico, podrían ser herramientas para generar autosostenimiento, credibilidad e impacto en el desarrollo competitivo del sector, que basados en una proyección investigativa, innovadora y tecnológica de desarrollo liderada por el Estado, serían una gran fuente de crecimiento a nivel nacional.

De acuerdo a cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, el sector manufacturero en el tercer trimestre del año 2013 presentó una variación negativa del 1,0% comparada con el mismo período del año 2012, a pesar de que se ha reconocido el gran potencial de sus diferentes segmentos, como lo son el de autopartes, metalmecánico, plásticos, cauchos, la refinería, entre otros (DANE, 2013), pero que debido a que no están siendo aprovechados y direccionados de forma adecuada hacia frentes que les permitan generar más valor a su gestión, pueden estar perdiendo oportunidades que en realidad desarrollen un impacto diferente en el sector productivo. Por ejemplo, el enfocar su capacidad hacia el sector aeronáutico, afrontando inicialmente retos en demanda interna de productos aeronáuticos, como fase inicial de aprendizaje y crecimiento, con desarrollos sencillos, que ejecutados con un adecuado criterio, pueden abrir las puertas del crecimiento económico, en un sector relativamente nuevo para Colombia, proyectándolo como eje central en el proceso de la internacionalización de la economía colombiana.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Todo esto, apoyado en proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación liderados por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS) como la locomotora del desarrollo del país en búsqueda de una industria robusta e innovadora en Colombia. El encaminar los esfuerzos a la consolidación de programas estratégicos en CT&I en los diferentes campos productivos fortalecerán el desarrollo nacional y la sinergia de sus actores permitirán enfrentar los diferentes retos en el proceso de cambio en una industria creciente. Según Gutiérrez Ossa (2013), “existen amenazas que pueden afectar y retrasar el desarrollo y la cultura investigativa, como la burocratización, el exceso de formalismo en los procesos, el análisis tecnocrático y la lentitud para tomar decisiones y administrar recursos”, más aun cuando los procesos son nuevos, como puede ocurrir en el sector aeronáutico en Colombia, lo cual debe ser manejado de manera crítica.

En el área del mantenimiento y la operación aeronáutica, el sector ha desarrollado sistemas de gestión enfocados al cumplimiento de las regulaciones impuestas por la UAEAC, exigiendo, controlando y certificando los requerimientos en pro de una operación segura, relegando de alguna manera el sector de los fabricantes aeronáuticos en Colombia. En la ilustración No. 8 se presenta de manera descriptiva un panorama general de los actores en la industria aeronáutica, que al final pueden confluir en puntos comunes.

En esta ilustración se identifican tres grandes actores en la estructura logística del sector aeronáutico: la autoridad, los fabricantes y los explotadores (operadores), estos últimos, identificados a nivel nacional en presencia de la autoridad, prevaleciendo sobre los fabricantes.

A nivel de fabricantes, estos se han preocupado por desarrollar y fabricar productos aeronáuticos que satisfacen necesidades puntuales para el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, que normalmente se realizan al interior de la organización y sin una producción en serie ni con el ánimo de comercializar, bajo criterios de mantenimiento, reparación y alteración de productos aeronáuticos aceptados, los cuales exigen esfuerzos de investigación y desarrollo limitados, que no exigen sistemas de gestión complejos para soportar los desarrollos propios.

El Estado como líder en el crecimiento de una nación, encargado del establecimiento de la ley y el orden, la definición de los derechos de propiedad, el establecimiento de un marco para modificar reglas, herramientas para dirimir disputas acerca de la interpretación de las reglas, condiciones para hacer cumplir los contratos y las reglas, proveer un sistema monetario, impulsar y promover la competencia de la nación, contrarrestando los monopolios naturales y las externalidades (Valdés & Freedman, 2013), sería la herramienta clave para el desarrollo y crecimiento del sector aeronáutico nacional, así como en cualquier otro que pueda estar involucrado.

Los criterios normativos impuestos por un Estado para el desarrollo del país con respecto a su entorno, ya sea de manera independiente o en alianzas internacionales en búsqueda de una economía competitiva, deben ser basados en el análisis de todas las variables como fundamento





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



para no llegar al fracaso como lo ocurrido en Europa (Damalssso & Bekerman, 2014), buscando los mayores beneficios en procesos de integración de carácter dinámico, que debidamente planeados, permiten generar entre los participantes cambios tecnológicos, efectos de aprendizaje y de especialización productiva que permitan fortalecer la competitividad en el sector. Estos criterios pueden ser derivados de regulaciones civiles y/o militares reconocidas internacionalmente, según el medio de aplicación, en una complementación que soporta de manera crítica la aeronavegabilidad de los productos aeronáuticos desarrollados, documentos en los que confluyen los conocimientos, experiencias e investigaciones que se realizan en la industria aeronáutica, que al final se convierten en requisitos normativos aplicados a los diferentes segmentos.

Adicionalmente, la participación del Estado como la autoridad máxima y responsable de establecer las normas claras para el correcto funcionamiento debe establecer políticas públicas de apoyo y financiación para el sector productivo de la nación enfocándolo al sector aeronáutico, ayudando a integrar a los diferentes sectores, con el lanzamiento de programas integrados que vayan desde la generación de iniciativas de desarrollo hasta su concreción como elementos claves en el crecimiento de un nuevo tejido productivo en el país y la región.

Teniendo como referente cercano a la Industria Aeronáutica Brasileira, el Estado lideró la participación de la banca pública y del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) en este frente de desarrollo. El BNDES jugó un rol fundamental en el apoyo a las inversiones y financiación de empresas privatizadas y sus proveedores locales en los años 90, particularmente en la reestructuración y expansión de empresas como EMBRAER y PETROBRAS, para explotar al máximo sus capacidades, siendo estos proyectos estratégicos e innovadores los que han marcado la diferencia en América Latina (Suzigan & Furtado, 2006). Pero esa evolución productiva de la industria manufacturera en este campo durante las últimas dos décadas en Brasil, con respecto a otros países de la región, está fundamentada principalmente en el contenido tecnológico alto y medio-alto aplicado a su industria productiva, el cual requirió de un financiamiento adecuado que permitiera soportar y no limitar el desarrollo de proyectos de mayor escala, los cuales tendrían plazos de retorno más prolongados (Damalssso & Bekerman, 2014), lo cual fue apoyado por el gobierno.

Según lo indicado por Damalssso & Bekerman (2014), en cuanto a la estrategia brasileira, el gobierno nacional exigió que los índices de nacionalización en los insumos utilizados por las terminales y los diferentes sectores industriales fueran prioridad para fortalecer el crecimiento productivo, que en este país fue de un mínimo del 60%, observados principalmente en el sector de telecomunicaciones, de petróleo y en el régimen automotriz. Al mismo tiempo la industria aeronáutica brasileira mostró una fuerte expansión asociada a las ganancias de productividad de EMBRAER y al fuerte apoyo financiero del BNDES, el cual sólo financiaba los proyectos estratégicos y las importaciones de bienes que no contaran con un similar nacional. Otra entidad estatal, la Agencia Especial de Financiamiento Industrial (FINAME), limitaba su función financiar exclusivamente la adquisición de maquinaria de fabricación brasileña.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Del mismo modo, el gobierno brasilero incrementó la asignación de recursos públicos a Innovación y Desarrollo (I&D) a un 0,59% del PBI en 2007, permitiendo al BNDES ampliar su espacio para financiar actividades de I&D y proyectos innovadores, permitiéndole al Estado brasilero participar minoritariamente y en forma temporal en el capital de empresas privadas con perfil innovador, autorizando su participación en Sociedades de Capital de Riesgo. Esta modalidad del Estado como socio en la empresa innovadora es una característica particular de Brasil que no se observa a este nivel en otros países de la región (Jiménez, 2007). Estos modelos podrían servir como referencia para Colombia, que analizados y aplicados adecuadamente buscaran promover la modernización y el aumento de la eficiencia de la estructura productiva del país y al mismo tiempo favorecer la producción local de bienes y servicios. Actualmente, Brasil es el único país latinoamericano que destina más del 1% de su PBI a actividades de I&D (Damalssó & Bekerman, 2014), lo que soporta los diferentes sectores. Colombia siguiendo modelos estratégicos exitosos en la relación Estado-Industria-Academia debe fortalecerse de manera crítica, fundamentando la participación de cada uno de estos actores, evitando la realización de actividades de manera aislada y aprovechando la capacidad productiva nacional, alineándola al sector aeronáutico.

Según Aldana & Gutierrez Ossa (2013), para tener verdaderas alianzas estratégicas de crecimiento entre la universidad y la industria, se hace indispensable que el Estado colombiano desarrolle una estructura adecuada a la actividad de Ciencia y Tecnología, que incorpore líneas de acción y objetivos claros, los cuales deben organizarse de manera flexible con miras de promover la ciencia y la interdisciplinariedad, al servicio de la sociedad y la solución de sus problemas (UNESCO, 2009). Para este fin, en Colombia existe el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), integrado por COLCIENCIAS, organismo central de fomento y desarrollo de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en Colombia, con el objetivo de formular las políticas, diseñar estrategias y programas de CT&I, para fortalecer y mejorar la relación con las empresas y la academia para generar impacto en el desarrollo productivo Colombiano, que contribuyan a la construcción conjunta e integrada de escenarios de desarrollo enfocados al contexto mundial, integrando los esfuerzos de los diversos sectores para impulsar estratégicamente el desarrollo del país (Ley 1286, 2009).

Adicionalmente, el desarrollo de “Clúster Logísticos y de conocimiento”, son herramientas y no el fin de una gestión productiva cuando existe un compromiso y políticas que apoyen el desarrollo de una nación. Estas deben ser liderada por el SNCTI como entidad del Estado, para el apoyo y crecimiento de los sectores, entre estos el aeronáutico, para lograr alcanzar índices de competitividad a nivel nacional, regional e internacional.

La aplicación de una dinámica productiva con conocimiento generado en las universidades a partir de las necesidades de la industria en el sector aeronáutico, liderada por el Estado con una doctrina clara en beneficio del desarrollo de la nación, serán factores definitivos para sustentar



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



estratégicamente el camino del desarrollo y el crecimiento, no solo del sector aeroespacial, sino también de todo lo que este campo involucra, en beneficio de una actividad aeronáutica segura y competitiva (Nieto 2007).

Estas herramientas, sumadas al firme compromiso del Estado en este sector y su participación en la generación de relaciones comerciales y alianzas estratégicas con otros países, mediante convenios y programas de relevancia aeronáutica, deben ser aprovechadas para apalancar el desarrollo y reconocimiento del sector aeroespacial colombiano, para soportar el crecimiento económico desde otra perspectiva, la aeronáutica.

### **Los Sistemas de Gestión en el Sector Aeronáutico**

Al igual que ocurre con otras industrias a nivel nacional e internacional, el sector aeroespacial está creado para servir a diversos clientes con diferentes necesidades. Sin embargo, con el objetivo de satisfacer las variadas necesidades de los clientes en cada segmento del mercado, los fabricantes se ven obligados a obtener múltiples certificaciones (AS9100, TS 16949, ISO 13485), manteniendo un Sistema de Gestión de Calidad (QMS) que gestione todas estas necesidades e integre el QMS con tecnologías básicas, que eviten cambios drásticos para cada segmento, teniendo en cuenta que los procesos de gestión de calidad y las necesidades de cada uno son muy similares para cada sector (Gordon, 2006).

Puede que el sector aeronáutico no requiera de normas específicas debido a que los productos básicos de un proceso productivo se centran en el cumplimiento de un conjunto de requisitos comunes, muchos de los cuales se podrían añadir o eliminar para satisfacer las necesidades del cliente (Gordon, 2006) en cumplimiento de los índices de calidad y seguridad requeridos. La primera norma desarrollada específicamente para la gestión de calidad para la industria aeroespacial, después de los requisitos exigidos por las FAR y CS, es la AS9100, la cual fue publicada en noviembre de 1999 por SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) y aceptada rápidamente por los principales fabricantes del sector aeroespacial, inicialmente como requisito de calificación de proveedores aeronáuticos, la cual fue fortalecida y desarrollada por la AAQG (Americas Aerospace Quality Group) hacia los frentes de diseño, fabricación y soporte de productos aeronáuticos. Esta filosofía actualmente es respaldada por la FAA, ya que respondió a preocupaciones planteadas por esta Autoridad, al enfocar su control hacia los proveedores aeronáuticos. Durante una reciente reunión de la IAQG (International Aerospace Quality Group), la División de la FAA AIR-200 encargada de la Producción y Certificación de la Aeronavegabilidad, hizo el reconocimiento a la SAE AS9100 como una norma de sistema de gestión de calidad integral para las industrias relacionadas con la aviación, al identificar que esta normativa contiene los elementos básicos de control requeridos por los Códigos de Regulación Federales (CFR) y por ende de las FAR (Federal Aviation Regulations) (Coppinger, 2001).



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Si bien, en la industria aeronáutica existen proveedores dedicados al desarrollo de productos originales (OEM - Original Equipment Manufacturer), también existe una gran cantidad de proveedores que son comunes a muchas industrias, en los diferentes sectores. Según Gordon (2006), lo que parece estar surgiendo dentro de la cadena de suministro en los sistemas de gestión del sector aeronáutico, es que las materias primas o productos desarrollados cumplen con los requerimientos específicos de productos utilizados por la industria en general al demostrar que cumplen con un adecuado SGC, es decir, los criterios son comunes a los diferentes sectores industriales que requieren mantener unos adecuados niveles de calidad y competitividad en sus productos, para los cuales, como se mencionó anteriormente, se puede adicionar o eliminar criterios dependiendo de la necesidad del cliente final y su SGC.

La Producción Ligera (manufactura esbelta) o “Lean Production” es otra filosofía que ha revolucionado los métodos de organización interna y externa de las empresas, que consiste en trabajar arduamente en la eliminación de todo tipo de residuo en el proceso de fabricación (Lean Production.com, 2013). Desde hace algunos años su implementación se está generalizando a numerosos sectores, entre ellos el aeronáutico (Sacristan Diaz, Garrido Vega, & Garcia Ortega, 2012), que sumado a un adecuado sistema de gestión aplicado a lo largo de toda la cadena de suministro, incluyendo servicios postventa (mantenimiento, reparación y revisión), buscan cumplir con los requisitos normativos y gestionar el ciclo total de vida del producto sin ningún tipo de exceso (Farris, Wittmann, & Hasty, 2005).

Como menciona Mathaisel & Comm (2000), esta filosofía se ha extendido a muchos procesos organizativos, especialmente en procesos de diseño y desarrollo de nuevos productos, fases que en la industria aeronáutica representan unas de las más importantes del sector, ya que desde estas se planea el ciclo total de vida del producto y sus costes totales, siendo estas las etapas básicas en cualquier sistema de gestión en una organización.

Sacristan Diaz, Garrido Vega, & Garcia Ortega (2012) señalan que grandes empresas con reconocimiento mundial como lo son BOEING y AIRBUS GROUP, líderes del sector aeronáutico, defensa y servicios relacionados a nivel mundial, han apostado en sus últimos proyectos a la implementación de sistemas de gestión soportados en la filosofía de “Lean Production”, extendiéndolos a lo largo de toda su cadena de suministro.

Un aspecto clave para la implementación de cualquier cambio en la gestión de una organización es definitivamente la motivación y el compromiso de la alta dirección (Sacristan Diaz, Garrido Vega, & Garcia Ortega, 2012). A la hora de implantar una filosofía, la logística y la gestión de las relaciones internas y externas de una organización se encuentran entre los factores más críticos, siendo necesario extender su aplicación a proveedores y clientes para conseguir así todos algún tipo de beneficio (Sanderlands, Alfalla Luque, & Otros, 1994, 2009). Se debe tener en cuenta que los productos desarrollados y mantenidos a nivel aeronáutico son tecnológicamente complejos y



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



requieren del concurso y participación de muchos frentes productivos con distintos tipos y grados de especialización (Sanz Marcos & Lopéz Fernandez, 2010).

Es necesario aclarar que el implementar un sistema de “Lean Production” no quiere decir que este sea un proceso infalible y perfecto y que adicionalmente sin importar la grandeza de las organizaciones, se debe tener en cuenta que su aplicación es un proceso complicado y son muchas las empresas que pueden fracasar en el intento, para lo cual se requiere de una gran inversión y compromiso de sus líderes y partes interesadas. Para esto es necesario que cada organización evalúe su situación teniendo en cuenta sus objetivos, su estrategia de negocio, su posición actual, factores culturales y cualquier otra variable de riesgo que pueda influir en la adopción de este tipo de sistema de gestión (Murman & Otros, 2002), permitiéndose conocer sus debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas en el mercado (Análisis DOFA) y así poder establecer el grado de aplicación.

Otra filosofía aplicada a los diferentes sectores, entre estos al aeronáutico, es la Gestión de la Cadena de Suministro y su respectiva cadena de valor usada en la industria manufacturera, la cual ha alcanzado un nivel de gestión en la que se externaliza gran parte de la producción de componentes (Prizinky, 2001) centrándose la empresa fabricante en su actividad principal o competencias centrales (Prahalad & Hamel, 1990), lo que ha llevado a alcanzar un nivel de dinamismo de las partes involucradas y el desarrollo de proveedores, evitando de esta manera la competitividad como organizaciones individuales, enfocando los esfuerzos a alcanzar competir como cadenas logísticas completas (Frohlich & Westbrook, 2001), generando valor desde el punto de vista integrador (Amit & Zott, 2001), buscando que las organizaciones alcancen el éxito no solo a nivel interno sino también externo a través de procesos de alineación entre empresas (Cagliano, Caniato, & Spina, 2006), convirtiéndose en herramientas de integración de sistemas productivos de tecnologías especializadas con acuerdos de compensación, eliminando así barreras y riesgos competitivos en la industria aeroespacial (Lopes, 2011), lo que se referencio anteriormente como Clúster Logísticos.

Sin importar el sistema de gestión implementado en el sector aeronáutico, este se debe caracterizar por su continuo proceso de mejoramiento, no solo enfocado a la organización interna sino también a sus dependientes externos (proveedores) (Shah & Ward, 2007) que generen procesos colaborativos entre las partes interesadas (Jones, Hines, & Rich, 1997), en búsqueda de la evolución y eficiencia en la cadena de suministro, claves para mantener niveles de competitividad y permanencia en el mercado (European Commission, 2001), fundamentada en una adecuada planeación que cubra todas las fases, desde el mismo diseño, pasando por la fabricación y el mantenimiento del producto, hasta su salida del servicio, con el objeto de determinar las áreas críticas y los factores de éxito en cada uno de los procesos y etapas relacionados.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



## **Conclusiones**

1. Cualquier organización debe funcionar en un marco institucional y normativo que garantice el carácter sistemático y organizado del desarrollo, soportado en un talento humano especializado y con autoridad, interpretándose como la metodología para optimizar los esfuerzos realizados en el área del CT&I para el sector, evitando así que se pierda el impulso de las partes interesadas, regularizando y controlando las actividades y los esfuerzos, motivada por una demanda implícita impulsada por el Estado, en búsqueda de ventajas competitivas y económicas que motiven el crecimiento a nivel nacional” (Murcia O., 2014).
2. El fortalecimiento de las relaciones entre el Estado, la industria y la universidad mediante lineamientos claros, generando Clúster logísticos y de conocimiento beneficiará de manera eficaz y eficiente el crecimiento del sector aeronáutico a nivel nacional.
3. El desarrollo de regulaciones y lineamientos claros liderados por las autoridades aeronáuticas, civiles o estatales, que comprendan la aplicación de planes industriales y de competitividad, la selección coherente y constante de los sectores, la disponibilidad de herramientas de control y financiamiento de proyectos productivos, el fomento de iniciativas de innovación, ciencia y tecnología y la adecuación de filosofías de gestión en el desarrollo de proyectos, tales como la Gestión en la Cadena de Suministro, la Producción Esbelta (Lean Production), u otro aplicable, son los temas en los que se deben canalizar los esfuerzos con el objeto de aprovechar las capacidades industriales a nivel nacional y evitar poner en riesgo los recursos de las partes involucradas.
4. La necesidad de enfocar el crecimiento económico a nivel nacional basado en el fortalecimiento de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación mediante el fomento de la investigación aplicada en la solución de problemas empresariales, con la transferencia de conocimiento para la modernización y la transformación industrial en Colombia, a partir del desarrollo de proyectos de CT&I en un marco consolidado de la relación UEE, generaran valor y cambios importantes en beneficio de la nación (SNCT, 2014).
5. Un eslabón fundamental en el desarrollo del sector aeronáutico colombiano es el Estado, el cual debe generar políticas económicas de sana competencia y antimonopolio que salvaguarden las condiciones de los mercados industriales de todos y cada uno de los participantes, como herramientas para evitar el fracaso (Viscusi, Vernon, & Harrington, 2003).
6. El reto al cual se enfrenta la industria aeronáutica nacional, es principalmente el de encontrar el medio para direccionar la estructura productiva en una integración comercial de diferentes sectores, que por correspondencia debería ser liderada por el Estado, responsable de establecer condiciones para la generación de empleo productivo, reduciendo la diversidad y controlando los recursos, como herramienta de desarrollo, crecimiento y autosostenimiento enfocados todo en un objetivo común, aprovechar la capacidad industrial colombiana.
7. El uso de sistemas de gestión basados en las diferentes filosofías de aseguramiento de calidad de productos o servicios aeronáuticos, deberán ser enfocados al reconocimiento de la buena gestión de una organización y no como el fin de esta, ya que día a día se presentaran más criterios que





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



condicionan la competitividad de la organización, los cuales si no se mantienen, pueden llevar al fracaso.

8. La aplicación de filosofías, tales como “Lean Producción”, entre otras, aplicadas a un naciente sector industrial aeronáutico en Colombia, será una buena forma de controlar la inversión de recursos en las que se debe buscar la integración de Proveedores y Clientes que al final lleven a generar procesos productivos confiables y competitivos.
9. La búsqueda de desarrollos tecnológicos que soporten el crecimiento de la industria aeroespacial, en proyectos de CT&I liderados por las entidades estatales, generaran la base de desarrollo de la industria en general, siempre y cuando los objetivos sean claros y se mantenga la disciplina y el compromiso por parte de todos los participantes.
10. En el campo aeronáutico de la aviación de Estado se presentan grandes oportunidades de inversión, crecimiento y desarrollo, no solo para el sector público sino también privado en todos los sectores industriales, teniendo la oportunidad de generar empleo e ideas innovadoras en el desarrollo de productos propios en beneficio del avance real del sector aeronáutico colombiano.

### Recomendaciones

- ✓ Disuadir la resistencia al cambio - Afrontar nuevos retos.
- ✓ Establecer objetivos claros.
- ✓ Modificaciones normativas y organizacionales.
- ✓ Desarrollo de regulaciones y lineamientos.
- ✓ Liderazgo por parte del Estado y Autoridades con doctrina clara.
- ✓ Evitar poner en riesgo los recursos de las partes involucradas.
- ✓ Fortalecimiento de las relaciones entre UEE.
- ✓ Generación de Clúster logísticos y de conocimiento.
- ✓ Aplicación de planes industriales y de competitividad.
- ✓ Selección coherente y constante de los sectores y proveedores.
- ✓ Aplicación de filosofías adecuadas de gestión (Autoridad, Clientes y Proveedores).
- ✓ Procesos de integración dinámica basados en la planeación.
- ✓ Fomentar CT&I a la solución de problemas empresariales reales.
- ✓ El Estado como eslabón fundamental para canalizar los esfuerzos y aprovechar las capacidades industriales.
- ✓ Integración, confianza y procesos colaborativos entre Proveedores y Clientes.
- ✓ *Referencia Artículo de Revisión: “Diagnóstico de la Industria Aeronáutica Colombiana, evolución e impacto en el desarrollo nacional” (DNDA-10-560-476).*



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## Referencias

- Abello, R., Dacunha, C., & Páez, J. (1999). Reflexiones sobre cooperación Universidad-Empresa-Estado. (U. d. Norte, Ed.) *Ingeniería & Desarrollo*, 151-166.
- Aldana, & Gutierrez Ossa, J. (2013). Ciencia, tecnología e innovación en la relación Universidad-Empresa-Estado (UEE) en Colombia. (U. M. Granada, Ed.) *Educación y Desarrollo Social*, 7(1), 7-18.
- Amit, R., & Zott, C. (2001). Value creation in e-business. *Strategic Management Journal*, 22(5/6), 493-520.
- ANDI. (2013). *Balance 2013 y Perspectivas 2014*. ANDI. Obtenido de [cee@andi.com.co](mailto:cee@andi.com.co)
- Bales, R., Radnor, Z., & Maull, R. (2004). "The development of supply chain management within the aerospace manufacturing sector. *Supply Chain Management*, 9(3), 250-255.
- Bello Aponte, G. (2009). El desarrollo de la Industria Aeronautica Colombiana, ¿utopía o probabilidad? *Revista ICARO*(1).
- Brazil Defense and Security. (2009). *Brazil Defence and Security Report Q3 2009*. Business Monitor International Ltd.
- Brazil Defense and Security. (2010). *Brazil Defence and Security Report Q2 2010*. Business Monitor International Ltd.
- Cagliano, R., Caniato, F., & Spina, G. (2006). The linkage between supply chain integration and manufacturing improvement programmes. *International Journal of Operations and Production Management*, 26(3), 282-299.
- Cicalesí, J., & Rivas, S. (2009). La industria Aeronáutica en Sudamerica. (M. P. Group, Ed.) *Tecnología Militar*, 31(2), 40-45.
- Code of Federal Regulations - FAA. (2014). *Federal Aviation Administration (FAA)*. U.S. Government. Washington: Federal Depository Library.
- Congreso de la República de Colombia. (1947). *Ley 12 de 1947*. CONGRESO DE REPUBLICA DE COLOMBIA. Bogotá: Diario Oficial No. 26.537 de 7 de noviembre de 1947.
- Congreso de la República de Colombia. (23 de Enero de 2009). *Ley 1286 de 2009*. Bogotá: Congreso de la República de Colombia.
- Coppinger, D. (Sept. de 2001). The new AS9100 lifts off. (C. B. Company, Ed.) 40(9), 56-59. Obtenido de <http://search.proquest.com/docview/235209111?accountid=143348>
- Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana. (2008). La CIAC en sus 50 años fortalece la Industria Aeronáutica Nacional. (F. A. Colombiana, Ed.) *Revista Aeronáutica*, 246.
- Damalso, G., & Bekerman, M. (2014). Políticas productivas y competitividad industrial. El caso de Argentina y Brasil. *Revista de Economía Política*, 34(1), 158-180.
- European Commision. (2001). *European Aeronautics: A vision for 2020*. European Commission. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Obtenido de [http://ec.europa.eu/research/growth/aeronautics2020/pdf/aeronautics2020\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/growth/aeronautics2020/pdf/aeronautics2020_en.pdf)



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



- Farris, M., Wittmann, C., & Hasty, R. (2005). Aftermarket support and the supply chain: Exemplars and implications from the aerospace industry. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 35(1), 6-19.
- Federal Aviation Administration - FAA. (2008). *Tipe Certification Data Sheet No. A00002NY*. Department of Transportation.
- Frohlich, M., & Westbook, R. (2001). Arcs of integration: an international study of supply chain strategies. *Journal of Operations Management*, 19(2), 185-200.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2006). III Feria Aeronáutica Internacional / F-AIR Colombia 2006 en Rionegro. *Revista Aeronáutica - Ed. 246*, 20-23.
- Fuerza Aérea Colombiana. (28 de 05 de 2014). <https://www.fac.mil.co/?idcategoria=1350>. Obtenido de <https://www.fac.mil.co/?idcategoria=1350>
- General Supremo Rojas Pinilla, G. (1956). *Decreto No. 1064 de 1956*. Bogotá: Diario Oficial.
- Gordon, D. (January de 2006). The Future of Quality Management Standards. *Quality Progress*, 39(1), 83-84. Obtenido de <http://search.proquest.com/docview/214763068?accountid=143348>
- Gutierrez Ossa, J. (2013). Ciencia, tecnología e innovación en la relación Universidad-Empresa-Estado (UEE) en Colombia. (U. M. Granada", Ed.) *Educación y Desarrollo Social*, 7(1), 7-18.
- Gutierrez Ossa, J. A. (2013). Ciencia, tecnología e innovación en la relación Universidad-Empresa-Estado (UEE) en Colombia. *Educación y Desarrollo Social*, 7(1), 7-18.
- IDEA Consultora Ltda. (2008). Estudio para mejorar la vinculación universidad-empresa y la transferencia de resultados de la investigación. *Innova Chile*, 537.
- Ispizua Aundiza, R., & Rodriguez Aparicio, C. J. (2005). *Certificación de I+D+i, una demanda del ámbito empresarial*. IX Congreso de Ingeniería de Organización Gijón, Estrategia, Competitividad e Innovación, Gijón.
- James-Moore, S., & Gibbons, A. (1997). Is lean manufacture universally relevant? An investigative methodology. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(9), 899-911.
- Jimenez, L. (2007). Capital de riesgo y mecanismos financieros de apoyo a la innovación en Brasil y Chile. *Cepal*(177).
- Jones, D., Hines, P., & Rich, N. (1997). Lean Logistics. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 27(4), 153-173.
- Lean Production.com*. (2013). Obtenido de <http://www.leanproduction.com/>
- Lemarchand, G. (2010). *Sistemas nacionales de Ciencia y Tecnología de América Latina y el Caribe*. Estudios y documentos de política científica de ALC, UNESCO, Montevideo.
- Lopes Guerra, J. (2011). Systems integration model in the aerospace industry: motivating factors. *Gest. Prod., São Carlos*, 18(2), 251-264.
- Marques, É., Di Serio, L., & Furtado, M. (2002). Product Development and risk partnership: A Case study. *RAE Eletrônica*, 1(1), 1-12. doi:[www.rae.com.br/eletronica](http://www.rae.com.br/eletronica)



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



- Martinez Jurado, P., & Moyano Fuentes, J. (2011). Lean Production y la Gestión de la Cadena de Suministro en la Industria Aeronáutica. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 17(1), 137-157.
- Mathaisel, D., & Comm, C. (2000). Developing, implementing and transferring lean quality initiatives from the aerospace industry to all industries. *Managing Service Quality*, 10(4), 248-256.
- McLachlin, R. (1997). Management initiatives and just-in-time manufacturing. *Journal of Operations Management*, 15(4), 271-292.
- Meriño D., E. (s.f.). *Aviacion Colombiana*. Obtenido de Aviacion colombiana: [http://themerinos.com/el\\_hangar\\_colombiano/aviacion\\_colombiana.htm](http://themerinos.com/el_hangar_colombiano/aviacion_colombiana.htm)
- Ministerio de Hacienda y Credito Publico - Ministerio de Defensa Nacional. (1971). *Decreto No. 2352 de 1971*. Cundinamarca. Bogotá: Diario Oficial.
- Ministerio de Transporte - Ministerio de Defensa Nacional. (2010). *Decreto No. 2937 de 2010*. Ministerio de Transporte - Ministerio de Defensa Nacional, Cundinamarca. Bogotá: Ministerio de Transporte - Ministerio de Defensa Nacional.
- Ministerio de Transporte. (1992). *Decreto No. 2171 de 1992*. Ministerio de Transportes, Cundinamarca. Bogotá: Ministerio de Transporte.
- Ministerio de Transporte. (2004). *Decreto No. 260 de 2004*. MInisterio de Trnasporte, Cundinamarca. Bogotá: MInisterio de Transporte.
- Modrak, V. &. (2014). Handbook of Research on Design and Management of Lean Production Systems. En *Hershey PA: Business Science Reference, an imprint of IGI Global*.
- Murman, E., & Otros. (2002). Lean enterprise value: Insights from MIT'S Lean Aerospace Initiative. *Business & Economics*.
- Museo Aeroespacial FAC. (30 de Agosto de 2013). *Museo Aeroespacial MAECO*. Obtenido de <https://www.fac.mil.co/?idcategoria=75528>
- Nieto, P. (2007). Los clúster del conocimiento una importante herramienta para la transformación productiva. (U. EAN, Ed.) *Revista EAN*, 5-26.
- ONU, A. (1997). *Resolución No. 51/36 de 1997*. Asamblea General de la Naciones Unidas. Nueva York: Naciones Unidas, Recueil des Traités. Obtenido de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/51/33>
- Perfetti del Corral, J. (4 de Marzo de 2011). ¿Institucionalidad para la innovación? *El Colombiano*.
- Perianes R., A., Olmeda G., C., & De Moya A., F. (2010). *Redes de colaboración científica. Análisis y visualización de patrones de coautoría*. Valencia, Tirant Lo Blanch: Universidad Carlos III de Madrid.
- Prahalad, C., & Hamel, G. (1990). The Core Competences of the Corporation. *Harvard Business Review*, 68(3), 79-91.
- Prizinky, D. (2001). Lincoln looks leaner in its manufacturing process. *Crain's Cleveland Business*, 22(18), 1-8.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



- R., C. L. (2008). Medicina Aeroespacial y Factores Humanos en Aviación. La importancia de un a aproximación Transdisciplinaria a la Salud. (U. M. Granada, Ed.) *Revista Med*, 2. doi:ISSN 1909-7700
- Revista Aeronáutica. (2008). 75 Años Escuela Militar de Aviación. *Revista Aeronáutica*.
- Sacristan Diaz, M., Garrido Vega, P., & Garcia Ortega, A. (2012). La implantación de "Lean Production" en los proveedores del sector aeronáutico: ¿dependencia o compromiso? *Universia Business Review*, 32-47.
- Sanchez R., L. (2008). Medicina Aeroespacial y Factores Humanos en Aviación: La importancia de una aproximación transdisciplinaria a la Salud. *Revista Med*, 16(2), 249-260. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-52562008000200014&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-52562008000200014&lng=en&nrm=iso)
- Sanderlands, E., Alfalla Luque, R., & Otros. (1994, 2009). Great expectations for lean suppliers. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24(3), 40-43.
- Sanz Marcos, P., & López Fernandez, P. (2010). *Análisis de la cadena de suministro del sector aeronáutico en 2010*. Seminario de Negocio Aeronáutico, Instituto Internacional San Telmo.
- SCADTA.co. (20 de 05 de 2014). SCADTA. Obtenido de <http://scadta.co/>
- Secades, J., & Carvajal, J. (2013). La industria aeronáutica militar en España. *Tecnología Militar*, 35(2), 18-22.
- Shah, R., & Ward, P. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785-805.
- Sim, K. L. (2012). Lean production systems: resistance, success and plateauing. En *Review of Business* (Vol. 1).
- Suarez, M., & Roa, J. (1919). *Ley No. 126 de 1919*. Bogotá: Presidencia de la Republica - Ministerio de Guerra.
- Suzigan, W., & Furtado, J. (2006). Política Industrial y Desarrollo. *Revista de la Cepal*, 89.
- Turbay Ayala, J. (1979). *Decreto No. 1905 de 1979*. Bogotá: Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil – DAAC.
- UAEAC, U. (1998). *Certificado de Tipo A002-Col*. UAEAC. Bogotá: Oficina de Control y Seguridad Aérea.
- UAEAC, U. (2014). *Reglamentos Aeronáuticos de Colombia*. Bogotá: Oficina de Transporte Aéreo - Grupo de Normas Aeronáuticas.
- UNESCO. (2009). La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo. *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior*, 1-9.
- Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, U. (2014). Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC). En U. Ministerio de Transporte, *Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)*.
- Unión Europea. (2003). *Reglamento (CE) No. 2042-2003*. Bruselas: Diario Oficial de la Unión Europea.
- Unión Europea. (2012). *Reglamento (UE) No. 748-2012*. Comisión Europea. Bruselas: Diario Oficial de la Unión Europea.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



- Valdés, V., & Freedman, M. (2013). Fallas del Mercado y del Gobierno en el Sector Aeronáutico Mexicano. *Revista de Economía Institucional*, 15(29), 253-283.
- Vanguardia.com, Galvis Ramirez y CIA S.A. (2014). <http://www.vanguardia.com>. Obtenido de <http://www.vanguardia.com>: <http://www.vanguardia.com/av¿ctualidad/colombia/24432/la-industria-colombiana-camina-hacia-la-recuperación-en-este-2014-anif>
- Viscusi, K., Vernon, J., & Harrington, J. (2003). Economics of regulation and antitrust,. MIT Press.
- Womack, J., Jones, D., & Ross, D. (1990). *The machine that changed the world: The story of Lean Production*. New York: MacMillan/Rawson Associates.





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## 2. ANÁLISIS DE CLÚSTER AERONÁUTICOS REFERENTES PARA EL DESARROLLO DEL CLÚSTER AEROESPACIAL COLOMBIANO

Andrés Felipe Bello Zapa - Estudiante, Especialización Logística Aeronáutica XVI EPFAC

Datos de contacto: andresfb88@gmail.com / Cel: 3104475871

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios.

Ejes Temáticos: Cadena de abastecimiento

### Resumen

El presente artículo de revisión, a través de una metodología analítica, realiza un análisis de 7 clústeres aeronáuticos internacionales referentes con el fin de evidenciar fortalezas y mejores prácticas se llevan a cabo y han sido fundamentales para lograr posicionar mencionados grupos empresariales entre los mejores a nivel mundial. A partir de dicho estudio, se determina cuáles de esas mejores prácticas podrían llegar a ser empleadas por parte del Clúster Aeroespacial Colombiano, considerando las capacidades adquiridas con los que cuenta actualmente mencionado complejo empresarial. De igual forma se realiza una descripción de la condición actual del Clúster Aeroespacial Colombiano, el cual es uno de las instituciones líderes a nivel nacional entre otras cosas, por los logros alcanzados en materia de crecimiento y desarrollo. Finalmente, se realiza un importante análisis del impacto que tiene el ámbito aeronáutico en la nación y que ventajas podríamos llegar a tener si se fortaleciera mencionado sector.

### Objetivo General

Realizar una contrastación de los clústeres aeronáuticos referentes a nivel mundial, para definir las mejores prácticas, que puedan ser aplicadas en el Clúster Aeroespacial Colombiano.

### Marco de referencia

#### Marco teórico

Considerando que el eje central del presente proyecto se realiza basado en el Clúster Aeroespacial Colombiano, se realiza un análisis del clúster de mantenimiento en Brasil, ya que presenta una condición muy similar, convirtiéndose en una senda referente para el progreso del clúster nacional (Cardoso Machado, 2013). El enfoque en el mantenimiento se realiza considerando que en dicho sector es en donde se encuentran la mayor parte de la industria de aviación nacional.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Otro importante caso ejemplar de progreso y desarrollo analizado en el presente artículo, hace referencia al Clúster Aeroespacial Mexicano, ya que en el presente artículo se realiza un análisis basado en la implementación de estrategias industriales que involucran la triple alianza (Gobierno-Academia-Industria, fomentando el trabajo mancomunado para el éxito del sector aeronáutico) (Obregón, 2014).

El sector aeronáutico actualmente se encuentra liderado por las dos principales industrias mundiales, representadas a través de Boeing y Airbus. Cada una de las empresas relacionadas se sustenta con una cantidad de clústeres considerable debido a la complejidad y el arduo esfuerzo que conlleva la producción de aeronaves a gran escala (Aguilera, 2010). Es por esto, que se ha incluido en el documento, un espacio para analizar el desarrollo de los Clústeres de Andalucía y Andalucía, resaltando una serie de iniciativas innovadoras que han hecho de las dos agrupaciones empresariales, grandes industrias con capacidad para soportar los enormes retos generados por parte de las productoras de aviones referentes a nivel mundial.

Ya habiendo realizado un análisis de las iniciativas implementadas en las diferentes áreas del mundo, se hace necesario evaluar cuál es la condición del sector aeroespacial a nivel nacional (Mesa, 2016). Es por este motivo que dentro del contenido se contempla relacionar cual es la condición del Clúster Aeroespacial Colombiano, y analizar cuál es el impacto de la industria aeronáutica en la nación.

### **Marco conceptual**

La tecnología y las herramientas con las que actualmente contamos, tales como el internet, han permitido unir el mundo tanto a nivel político, económico, social, comercial, etc. (Mona V. Makhija, 1997). La globalización ha generado diversas mutaciones en el desarrollo y crecimiento del sector industrial, al brindar nuevas expectativas a los clientes, lo cual los hace más exigentes a la hora de demandar un producto o servicio.

Con el fin de asumir y cumplir con los retos que la sociedad demanda cada día las empresas han abundado en múltiples estrategias e iniciativas comerciales y tecnológicas, que los ayuden a ser más competitivos. Durante mencionada carrera contra el tiempo y el dinero, muchas de las empresas se han encontrado con barreras que han impedido el crecimiento esperado en diferentes áreas como lo han sido el factor tecnológico, talento humano, económico, know-how, materia prima, entre otros.

La industria entonces cambio el enfoque e inicio la búsqueda de nuevas alternativas para alcanzar el nivel de competitividad que los clientes y la globalización estaba demandando. Fue allí donde se iniciaron las alianzas entre empresas, inicialmente para aspectos de know-how y apoyos ocasionales; pero con el tiempo, a medida que se fue adquiriendo confianza, mediante acuerdos de propiedad intelectual, se fue mejorando la sinergia de las pequeñas alianzas (Liu, 2009). Así mismo, esas pequeñas alianzas se convirtieron en grandes agrupaciones industriales tanto locales (nacionales), como externas (internacionales) y combinadas.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



La generación de agrupaciones empresariales fue un fenómeno fuertemente adoptado por la industria aeronáutica, considerando que es uno de los sectores a los que más se les ha demandado crecimiento y desarrollo por diversos motivos; desde el turismo, pasando por el sector espacial, comercial, industrial, militar, político, entre otros. Desde las grandes empresas (Boeing, Airbus), hasta los talleres aeronáuticos, iniciaron la formación de agrupaciones empresariales (clústeres aeronáuticos) tanto a nivel nacional, como a nivel internacional (Airbus, 2009). Lo anterior se refleja por ejemplo en la fabricación de un Airbus 320, el cual tiene una producción internacional, a través de la integración de diferentes empresas en 4 países (Francia, España, Alemania y Reino Unido).

El sector aeroespacial, desde sus inicios se ha caracterizado por ser un área que involucra los últimos avances tecnológicos para su normal funcionamiento, además de fomentar cada vez más, la implementación de iniciativas innovadoras tendientes a mejorar la eficiencia, eficiencia y efectividad del mundo aeronáutico (Kehayas, 2007). Para ello, es necesario que se desarrolle un trabajo mancomunado, ya que el sector industrial por sí solo no se encuentra en capacidad de cumplir con las exigencias del sector, independientemente del hecho de que se creen clústeres para tal fin.

Este es el motivo por el cual el sector aeronáutico requiere que la industria se alíe con el gobierno y la academia, en lo que comúnmente se conoce como la "Triple Alianza" (Obregón, 2014). El gobierno dentro de este engranaje juega un papel fundamental, ya que está en capacidad de generar políticas que favorezcan al sector, tales como tratados de libre comercio con países estratégicos, normatividades aduaneras favorables, acuerdos de cooperación internacional, reglamentaciones industriales, vías, aeropuertos, muelles, seguridad, ente otros.

Así mismo la academia tiene otro papel indispensable en este proceso ya que, a través de sus centros de investigación y laboratorios, está en capacidad de brindar apoyo a las industrias para diferentes aspectos como: caracterización de materiales, innovación de materiales, métodos de producción, etc (Mesa, 2016). Otro papel fundamental de la institución educativa es la de formar el talento humano que formará y liderará los procesos industriales; para ello es necesario la generación de programas que estén relacionados con el tema aeroespacial (Obregón, 2014).

#### **Desarrollo de la ponencia:**

##### **Desarrollo de Clústeres Internacionales**

En la presente sección se realiza la descripción de los clústeres internacionales referentes analizados durante el presente artículo, y de los cuales se extrajeron las mejores prácticas, para ser implementadas a nivel nacional. El criterio para la escogencia de los siguientes clústeres se basó en la aplicabilidad de las iniciativas que cada una de las agrupaciones empresariales implementa, considerando que no todas las mejores



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



prácticas son aplicables a la nación por motivos de recursos disponibles, capacidades tecnológicas, talento humano, entre otros.

**Desarrollo del Clúster de Andalucía:**

El desarrollo de los modelos de trabajo mancomunado ha sido un objetivo estratégico emergente para el desarrollo de los programas de investigación en todos los niveles. Un clúster generalmente parte del hecho de que una empresa empieza a presentar un progreso en el área industrial, lo cual viene de la mano con un crecimiento interno, que demanda la interacción con otras industrias relacionadas, con el fin de lograr satisfacer las nuevas necesidades de los clientes, los cuales de igual forma se van volviendo más complejos y exigentes (Aguilera, 2010). Estas nuevas interacciones con otras entidades vienen de la mano con nuevas oportunidades de negocio, a la vez que estimula el proceso de investigación y desarrollo, y abre las puertas para el ingreso de nuevos servicios y capacidades. El trabajo de cooperación industrial entre las empresas en el área de los procesos de producción, dentro de los que se destaca la logística, fabricación de módulos de fabricación, ensambles, distribución, ente otros; promueve la implementación de innovación en los procesos de innovación y aplicación de nuevas tecnologías.

El presente análisis realizado en el artículo *"Past, present and future of the Andalusian Aeronautical Cluster"* (Aguilera, 2010), desarrolla el origen de los Clústeres Aeronáuticos, el cuál como la mayoría de innovaciones a nivel mundial, nacieron de un problema, relacionado con la capacidad industrial de satisfacer las altas demanda de los clientes, y la variedad de procesos que comenzaron a verse involucrados en el desarrollo de un producto o servicio. De aquí se logra identificar como se iniciaron a crear las alianzas en las empresas, en un principio por motivos de competitividad empresarial, y con el tiempo se fueron uniendo de manera más organizacional y sistemática.

El presente Clúster se consideró como referente debido a que representa uno de los grupos industriales más productivos en el ámbito aeronáutico a nivel del continente europeo. La creación de la presente alianza empresarial se remonta a 1990, cuando un grupo de empresas en Andalucía deciden aliarse con el fin de fortalecer lo referente al marketing, constituyendo inicialmente una agrupación virtual, que a la vez permitía adquirir una mayor competencia a la hora de competir con grandes industrias multinacionales, considerando las limitaciones técnicas y financieras que presentaban las compañías integrantes de la agrupación por si solas. La agrupación rápidamente cumplió su meta de llegar a ser conocida a nivel mundial, al punto de que grandes industrias aeronáuticas como Boeing y Dornier comenzaron a contactarlos para adquirir sus servicios, llegando a demandar un 40% de la carga de trabajo de la agrupación de Andalucía (Aguilera, 2010).

Una vez realizado el lanzamiento de la agrupación empresarial, ocurrió una de los aspectos más fundamentales para el progreso de cualquier clúster, y es básicamente el apoyo del gubernamental a través de la implementación de metodologías que fomentan



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



el crecimiento del mercado nacional (PIMA, 2005). El estado regional de Andalucía estableció una iniciativa que aumentaba la competitividad de la sociedad industrial a nivel europeo, además de disponer de una infraestructura aeroportuaria localizada de manera estratégica con el fin de promover la comercialización y la ejecución de servicios aeroespaciales

De la mano de la colaboración gubernamental, entro en juego otro engranaje fundamental para el progreso de cualquier sistema complejo, y es la activa participación de la academia, pilar fundamental de la denominada triple alianza Gobierno - Industria – Universidad (Rosenfeld, 1997). En este aspecto fue la Universidad de Sevilla, la que impulso la investigación, innovación y desarrollo académico del clúster mediante la creación de un foro que atrajo profesionales de múltiples disciplinas heterogéneas relacionadas con el sector aeroespacial; lo cual promovió el comportamiento de conocimientos, experiencias y discusiones acerca del modo de implementar una industria aeronáutica en el sector, entre otros

Al final de estas reformas internas se logró establecer un clúster aeronáutico bien constituido, conformado por 39 entidades, con acuerdos de servicios externos (EADS-CASA y subcontratistas), instituciones de apoyo (Centros de investigación, universidades, gobierno) y alianzas estratégicas que permitieron lograr un incremento en la calidad de los servicios, además de aumento en las oportunidades de negocio (Africa Ariño, 1997). Es importante considerar que el motor principal que llevo el clúster a esa posición fue el apoyo recibido de parte de las entidades estatales, las cuales aún continúan brindando apoyo mediante la generación de programas nacionales que apuntan a la implementación continua de procesos de innovación y plataformas de información y comunicación, con el fin de expandir los horizontes del mundo de la aviación en la región.

### **Clúster de Mantenimiento Aeronáutico Brasil**

Considerando que Colombia se encuentra en la región de América Latina, vamos a trasladarnos ahora a nuestro continente, con el fin de analizar el modo de funcionamiento del clúster aeronáutico en Brasil, enfocado al sector del mantenimiento. La organización de las empresas que realizan tareas de mantenimiento, comienza con la formación de un clúster aeronáutico el cual se encuentra administrado por el gobierno a través de la Administración Nacional de Aviación Civil, la cual recibe las solicitudes de certificación de los diferentes talleres, a través de normas que estipulan inicialmente el hecho de definir el enfoque de servicios de mantenimiento que se planea ofrecer (ANAC, 2005). Es de resaltar que mencionado organismo estatal se encuentra debidamente constituido y cuenta con normativas claras orientadas a fortalecer el desarrollo de la industria aeroespacial, dentro de las que se destacan la Regulación de Aviación Civil de Brasil RBHA 145 (Regulation, 2005) y la regulación RBHA 135 (Reguation, 2003) las cuales establecen los criterios y requerimientos para la asignación de certificados de funcionamiento de los talleres aeronáuticos.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Cabe agregar que el liderazgo del gobierno en el proceso no termina ahí, ya que además de recibir la información, el ANAC realiza un análisis de las capacidades y campo de acción de cada una de las empresas certificadas (Cardoso Machado, 2013). Este análisis tiene como finalidad evitar que las empresas presten servicios para los cuales no se encuentran capacitados, además de generar una base de datos que permita facilitar la comercialización con clientes potenciales que requieran trabajos de mantenimiento tanto a nivel nacional como internacional.

Pattern	Class
Pattern C Maintenance, modifications and cells repair.	(C1) - Composite structure aircraft, with maximum approved takeoff weight up to 5670 kg (aircraft) or 2730 kg (Helicopters) per aircraft model.
	(C2)- Metal structure aircraft, with maximum approved takeoff weight up to 5670kg (aircraft) or 2730 kg (Helicopters) per aircraft model.
	(C3)- Composite structure aircraft, with maximum approved takeoff weight over 5670 kg (aircraft) or 2730 kg (Helicopters) per aircraft model.
	(C4)- Metal structure aircraft, with maximum approved takeoff weight over 5670kg (aircraft) or 2730 kg (Helicopters) per aircraft model.
Pattern D Maintenance, modifications and aircraft engines repair.	(D1) – Conventional engines with up to 400 H.P per model
	(D2) - Conventional engines with over 400 H.P per model.
	(D3) – Turbine engines, per model
Pattern E – Maintenance, modifications, and aircraft propellers and rotors repair.	(E1) - Wood propellers, metal or composite, fixed pitch, per model.
	(E2) – All other propellers, per model.
	(E3) – Helicopters rotors, per model.
Pattern F – Maintenance and aircraft equipment repair.	(F1) - Communications and navigation aircraft equipment, per model
	(F2) - Aircraft instruments, per instrument type.
	(F3) - Mechanical accessories, aircraft electrical and electronics, per accessory model.
Pattern H – Specialized services.	(H) - Single Class - Specific activities for the maintenance implementation that aeronautical authority upheld, per type service (e.g., nondestructive testing, floats, emergency equipment, rotor shovels, screen coating).

Figure 1 Clasificación de Certificación ANAC

El presente cuadro ilustra las 5 categorías y 14 subcategorías, que implementó el gobierno, a través del ANAC, para asignar a cada una de las empresas que aprueban el proceso de certificación y, que realizan labores de mantenimiento dentro de los diferentes clústeres aeronáuticos en la nación (Durand, 2008). De esta forma el gobierno como se mencionó anteriormente realiza un portafolio de servicios más específico y orientado a satisfacer las necesidades del cliente.

	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	H
C1	86	83	1	5	55	7	6	12	13	1	6	3	31	19
C2	83	279	6	75	115	9	127	19	42	15	44	37	123	77
C3	1	6	9	1	1	0	7	0	1	2	3	3	7	6
C4	5	75	1	209	13	0	139	6	22	10	59	53	153	129
D1	55	115	1	13	134	8	38	20	28	6	8	7	75	37
D2	7	9	0	0	8	10	1	1	2	0	1	0	1	0
D3	6	127	7	139	38	1	244	9	38	15	71	66	179	135
E1	12	19	0	6	20	1	9	30	29	1	3	2	25	17
E2	13	42	1	22	28	2	38	29	60	5	18	16	49	34
E3	1	15	2	10	6	0	15	1	5	15	8	8	12	9
F1	6	44	3	59	8	1	71	3	18	8	112	98	104	70
F2	3	37	3	53	7	0	66	2	16	8	98	100	100	62
F3	31	123	7	153	75	1	179	25	49	12	104	100	346	202
H	19	77	6	129	37	0	135	17	34	9	70	62	202	260

Figure 2 Matriz de Certificación Combinada





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	H
C1	1,000	0,965	0,012	0,058	0,640	0,081	0,070	0,140	0,151	0,012	0,070	0,035	0,360	0,221
C2	0,297	1,000	0,022	0,269	0,412	0,032	0,455	0,068	0,151	0,054	0,158	0,133	0,441	0,276
C3	0,111	0,667	1,000	0,111	0,111	0,000	0,778	0,000	0,111	0,222	0,333	0,333	0,778	0,667
C4	0,024	0,359	0,005	1,000	0,062	0,000	0,665	0,029	0,105	0,048	0,282	0,254	0,732	0,617
D1	0,410	0,858	0,007	0,097	1,000	0,060	0,284	0,149	0,209	0,045	0,060	0,052	0,560	0,276
D2	0,700	0,900	0,000	0,000	0,800	1,000	0,100	0,100	0,200	0,000	0,100	0,000	0,100	0,000
D3	0,025	0,520	0,029	0,570	0,156	0,004	1,000	0,037	0,156	0,061	0,291	0,270	0,734	0,553
E1	0,400	0,633	0,000	0,200	0,667	0,033	0,300	1,000	0,967	0,033	0,100	0,067	0,833	0,567
E2	0,217	0,700	0,017	0,367	0,467	0,033	0,633	0,483	1,000	0,083	0,300	0,287	0,817	0,567
E3	0,067	1,000	0,133	0,667	0,400	0,000	1,000	0,067	0,333	1,000	0,533	0,533	0,800	0,600
F1	0,054	0,393	0,027	0,527	0,071	0,009	0,634	0,027	0,161	0,071	1,000	0,875	0,929	0,625
F2	0,028	0,349	0,028	0,500	0,066	0,000	0,623	0,019	0,151	0,075	0,925	1,000	0,943	0,585
F3	0,090	0,355	0,020	0,442	0,217	0,003	0,517	0,072	0,142	0,035	0,301	0,289	1,000	0,584
H	0,073	0,298	0,023	0,496	0,142	0,000	0,519	0,065	0,131	0,035	0,269	0,238	0,777	1,000

Figure 3 Estandarización Matriz de Certificación Combinada

La figura 2 ilustran dos matrices de certificación elaborada por la ANAC, con el fin de definir el número de empresas máximo (Diagonal sombreada en la figura 1) según la clasificación de capacidades de mantenimiento ilustrada en la figura 1. Así mismo se logra evidenciar, basado en el número máximo de empresas según cada categoría, cuantas empresas presentan certificados mixtos (Con más de un tipo de certificación). Es importante considerar que el modelo matemático para la generación de la presente matriz se realiza basado en el hecho de que no deben existir superposición entre las empresas clasificadas (Philippe De Bruecker, 2015). Así mismo en la figura 3 se evidencia una relación de número de capacidades existentes en una escala de 0 a 1, en donde 1 represente el número máximo de empresas presente por categoría.

### Clúster Aeronáutico Mexicano

Siguiendo con el análisis de industrias aeronáuticas referentes a nivel mundial, quisiera tratar ahora el caso en lo referente al desarrollo del sector aeroespacial en México. El interés en citada industria se genera considerando que ha sido un sector potencial que ha presentado un crecimiento anual de 17,2%, cuenta actualmente con un total de 287 empresas y emplean a más de 32.600 profesionales de alto nivel; llegando a obtener un valor de 5.463 millones de dólares en el año 2013, solo en lo relacionado con el ámbito aeroespacial. (Obregón, 2014)



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"

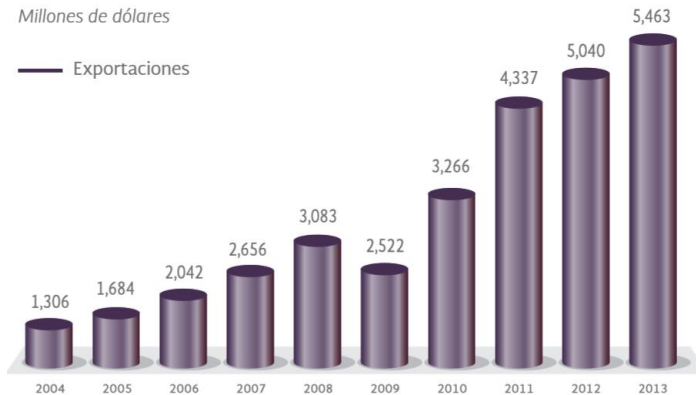


Figure 4 Exportaciones Aeroespaciales Mexicanas.

La industria aeroespacial mexicana tiene sus inicios, a partir de los años 50 y 90 mediante una serie de esfuerzos, sin éxito, ejecutados por entidades estatales no especializadas en el sector, las cuales realizaron experimentos poco efectivos, para establecer e ingresar a dicho mercado. Fue hasta el año 2010, a raíz de la creación de una entidad gubernamental, acreditada como la Agencia Espacial Mexicana (AEM, 2010), que tenía la exclusiva función de desarrollar el área de la aviación, mediante la integración de una infraestructura aeroespacial.

Como es conocido, México no desarrolla como tal industria propia aeronáutica, pero gracias al hecho de forjar su vocación como centro de manufactura, tener un alto grado de sofisticación tecnológica, alta calidad y competitividad en la mano de obra y un alto talento en las diferentes áreas de ingeniería; han permitido que empresas líderes internacionales como Bombardier, Grupo Safran, General Electric (GE), Honeywell y Eurocopter hayan encontrado en la nación, las condiciones para desarrollar centros de diseño e ingeniería (Ornelas, 2007)

Se preguntarán cuáles han sido los factores principales que han permitido que México llame la atención de los diferentes hemisferios globales para la producción industrial. Dentro de las razones más sobresaliente es de resaltar le hecho que el país cuente con: una alta riqueza y disponibilidad de talento humano profesional en áreas de ingeniería y áreas afines; un importante acompañamiento de autoridades civiles aeronáuticas que impulsan importantes acuerdos estratégicos con la FAA y otras instituciones aeronáuticas ; mano de obra para procesos de manufactura aeroespacial de alta calidad y bajo costo; tratados de exportación cómodos y seguros, que presentan a México como un destino atractivo en innovación y eficiencia operativa (Carrillo, 2005)

Ya constituida como una potencia mundial en lo referente al sector aeroespacial, los principales actores de la comunidad espacial, realiza reuniones periódicas con el fin de establecer estrategias que permitan direccionar las áreas de desarrollo y continuar



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



promoviendo el crecimiento de la industria aeronáutica en la nación (PROMEXICO, 2007). Las estrategias e hitos que salen de las reuniones definen el PVN (Plan de Vuelo Nacional), el cual estipula las metas estratégicas que se basan en un análisis de las tendencias globales en materia de: economía, ambiente, político-legal, social, gestión del tránsito aéreo, combustibles alternativos, motores y estructuras, sistemas, entre otros.



Figure 5. Hitos Estratégicos

Para garantizar los altos estándares de calidad de los que disfrutan los grupos industriales que conforman el ambiente aeroespacial mexicano, el gobierno cuenta con un instituto llamado "Sistema Nacional de Calidad" (CONACIT, 1970). Dicha entidad tiene la importante misión de realizar las gestiones necesarias para administrar la certificación, acreditación e implementación de mejores prácticas, que constituyen la base para la generación de empresas de alta calidad, para satisfacer el complejo mercado internacional.

Otra importante gestión desarrollada por el gobierno de Brasil y que dio gran autonomía a la nación para el progreso de la industria aeronáutica fue el "Acuerdo Bilateral de Seguridad Aérea (BASA) (Mexico, 2003). Dicho acuerdo representa un reconocimiento de parte de la FAA al Gobierno Mexicano, para la certificación de partes, componentes, sistemas aeronáuticos, e inclusive una aeronave completa, siempre y cuando se encuentra manufacturada y/o ensamblada en ese país. No conformes con mencionada certificación, actualmente el gobierno de encuentra tras la certificación para el desarrollo de procesos de mantenimiento y reparación (MRO), con el fin de alcanzar a intervenir el ciclo completo de una aeronave.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Figure 6 Ciclo de un Aeronave

La capacidad de certificaciones recibidas de parte de la FAA, no solo mejoró el proceso manufactura y producción industrial, sino que también promovió la implementación de normativas para la certificación que son reguladas a través de la intervención de los centros de investigación, realizando la importancia de la academia dentro del desarrollo aeronáuticos (Obregón, 2014). Es así como los clústeres han funcionado para articular el marco de cooperación entre las instituciones educativas, industrias y el estado.

Es de destacar de igual forma la iniciativa desarrollada por el gobierno mexicano, que se fundamenta en la creación de un grupo intersecretarial que se encarga de identificar posibilidades de atracción de inversión y comercio internacional en los diferentes tipos de mercados, haciendo énfasis en los referentes al sector de la defensa y alta tecnología (Secretaría, 2012). Esta incursión en el sector defensa se logró mediante el ingreso oficial al arreglo Wassenaar (2012), el cual contribuye a la seguridad y estabilidad mediante la generación de sistemas de control de importaciones, que dan credibilidad y confianza a otras naciones para comercializar material bélico en el mercado mexicano.

Así como el presente convenio, el cual es considerado como el de mayor impacto en la industria aeroespacial y de defensa, el gobierno mexicano ha gestionado el ingreso a otros convenios como los son: "Grupo de Suministradores Nucleares" (NSG, 2013). Mencionado convenio ha permitido operar en un ambiente de mayor seguridad, acompañado de un fortalecimiento de la plataforma industrial; también se destaca el convenio de "Grupo Australia" (Group, 2013), el cual fortaleció lo referente al comercio de sustancias químicas, agentes biológicos, entre otros.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Dentro de las estrategias claves implementadas por el gobierno mexicano con el fin de favorecer el progreso del sector aeroespacial se resaltan las políticas públicas y mecanismos de intervención relacionados a continuación:

-IMMEX: Permite la importación temporal de bienes destinados a la elaboración, transformación o reparación de mercancía de procedencia extranjera para su exportación sin cubrir el pago de impuestos por el ingreso al país (Economía, 2006)

-Draw Back: Permite, según el tipo de material importado, recuperar el importe del impuesto pagado por parte de la empresa (Aduanas, 2001)

Continuando con la implementación de mejores prácticas para hacer más atractivo el mercado local, el gobierno creó las denominadas ZEE (Zonas Económicas Especiales), las cuales ofrece incentivos a los inversionistas externos mediante altas expectativas económicas, exenciones fiscales, condiciones favorables de infraestructura, facilidades administrativas, mano de obra calificada, entre otros (González, 2014). No obstante, este sistema podría llegar a beneficiar de manera más directa al sector aeroespacial si se llegase a implementar sectores que sean exclusivos de mencionada industria, y que contengan políticas más enfocadas.

Además de las herramientas presentadas, el gobierno implementó medidas que permitieron realizar una simplificación arancelaria, un planteamiento de esquemas de excepción y la creación de fracciones arancelarias; que al ser implementadas llamaron la atención de compañías internacionales al evidenciar que el modelo de importación de México facilitaba la comercialización de productos y materia prima para los procesos de producción y manufactura (Obregón, 2014)

Otra estrategia clave desarrollada por el gobierno local que ha mejorado la comercialización a través de la confianza de otros países en el mercado mexicano está relacionada con las negociaciones Offset, las cuales fueron aprovechadas por el país para atraer nuevas tecnologías, promover el desarrollo industrial y comercial, y explotar la competitividad de los proyectos estratégicos nacionales (Nohora Eugenia, 2002)

Volviendo al tema central del presente proyecto basado en la triple alianza (Gobierno, academia, industria) mediante el trabajo mancomunado, se refleja en la gestión del gobierno mexicano para desarrollar complejos denominados "Centros Integrales de Servicio Aeronáutico", los cuales ofrecen un modelo de ecosistema que desarrolla la industria mediante ventajas en el mantenimiento, establecimiento de zonas comerciales preferenciales y formación de las diferentes áreas del sector aeroespacial (Obregón, 2014). A la mano con este ideal, se innovó mediante la creación de "Parques especializados", los cuales tienen como finalidad facilitar la transacciones y logística de las empresas que funcionen en su interior, a su vez que desarrollaron procedimientos estándar que están alineados con las condiciones definidas por los regímenes internacionales de control (Maldonado, 2009).

Otro importante proyecto, que está impulsando el gobierno Mexicano y que pretende generar un progreso en lo referente a la academia, hace referencia a la integración de las



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



diferentes instituciones educativas aeroespaciales (pilotos, tripulantes, personal de apoyo en tierra, ingenieros, técnicos especializados, aviónica, electrónica, inspectores, auditores, etc.) con el fin de crear un de entrenamiento que tenga como objetivo el desarrollo del talento humano, basado en la demanda que presente la nación (Obregón, 2014). Dicha demanda se debe realizar mediante un estudio que permita abarcar tanto los aspectos de necesidades de la industria aeroespacial, como la oferta educativa que presenta las diferentes instituciones académicas, con el fin de evidenciar que tanto la demanda como la oferta de personal sea la necesaria. A continuación, se ilustran gráficos de las estadísticas realizadas por la triple hélice (gobierno, academia, industria) con el fin de determinar el comportamiento del flujo de personal en México.



Figure 7 Pirámide de Demanda Educativa

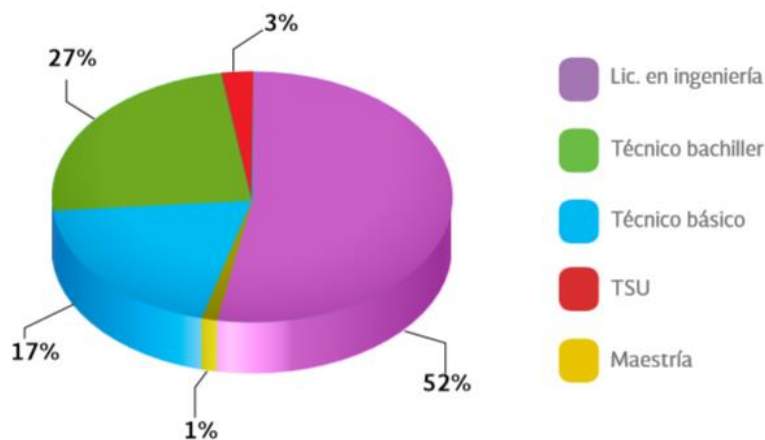


Figure 8 Oferta Educativa para la Industria Aeroespacial





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"

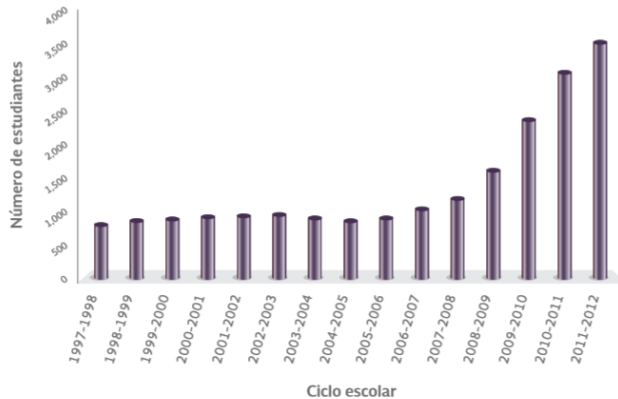


Figure 9 Inscripción en Ingeniería Aeronautica / Espacial

Actualmente el mundo ingenieril está realizando un gran esfuerzo con base en el cuidado del medio ambiente, y el sector aeroespacial no puede ser ajeno a tan importante campaña. El sector aeronáutico de México, como estrategia de alineación con las políticas globales de reducir la contaminación, se vinculó al AFRA (Asociación de Reciclaje de Flota de Aeronaves), la cual busca implementar modelos de producción que permitan reutilizar las piezas de las aeronaves, una vez cumplan su ciclo de vida útil (AFRA, 2005). De igual forma, la presente iniciativa tiene implicaciones en la reducción de costos de manufactura y consecución de material, para la producción de aviones.

Los esfuerzos que hasta el momento se han mencionado han tenido un enfoque nacional, sin embargo, otra metodología que se desarrolló, consistió en la implementación de estrategias regionales que tiene como propósito incentivar polos de competitividad e identificar industrias potenciales que pueden llegar a vincularse a los diferentes clústeres aeroespaciales. Como estrategia para incentivar la participación industrial a nivel regional, se da acceso a las empresas participantes a bases de datos extensas de proveedores, servicios especializados, fuentes de talento, conocimientos, tecnológicas, entre otros (Obregón, 2014). Es importante aclarar que a nivel regional también se implementó como medida principal la triple hélice (Gobierno, Academia, Industria)



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"

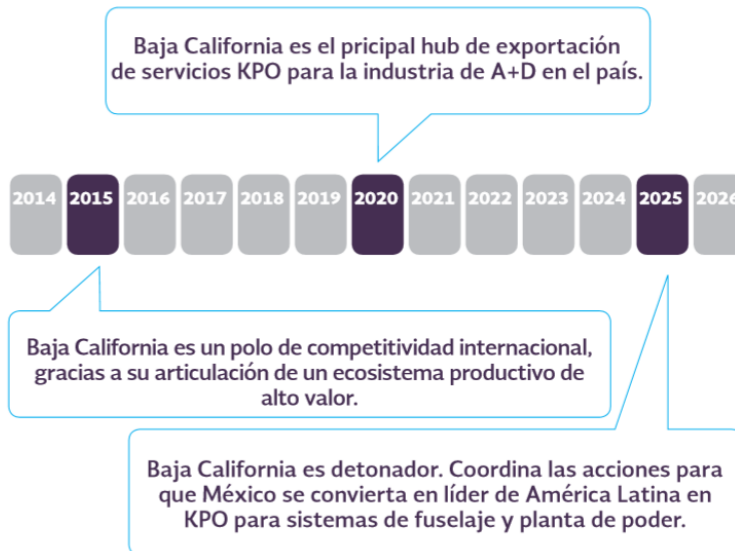


Figure 10 Hitos Estratégicos de una región mexicana (Baja California)

Ya habiéndose consolidado como una industria de apoyo considerable para empresas aeroespaciales, actualmente la industria aeronáutica mexicana tiene el reto de producir un prototipo generado en un 100% a partir de las capacidades adquiridas por cada uno de los clústeres (Obregón, 2014). Dicho hito, marcará un gran salto para la carrera aeroespacial que viene describiendo el país, al demostrar al mundo el gran conocimiento desarrollado por un país en desarrollo a través de la implementación de estrategias de crecimiento y mejoramiento de la calidad.

### Clúster Aeronáutico Andaluz

En el presente referente vamos a desarrollar el tema relacionado con la nueva era económica, denominada como la economía del conocimiento, ya que la información se está convirtiendo en un recurso indispensable para las grandes empresas (Otero, 2015). Lo anterior está enfocado en el Clúster Aeronáutico de Andaluz y, tiene como finalidad analizar el modo de flujo de información que presenta el sector, y analizar las implicaciones que tienen los límites geográficos en la transferencia de conocimiento. Para comprender la dinámica de la información es importante diferenciar los dos modos en los que se presenta, conocimiento tácito y conocimiento explícito (Otero, 2015). El conocimiento explícito tiene la facilidad de ser codificado, y por lo tanto presenta gran facilidad para su transferencia, sin importar la zona geográfica; mientras que el conocimiento tácito se encuentra incorporado en la industria a través de la rutinas y habilidades de los trabajadores, por lo tanto, se hace difícil intercambiar la información a grandes distancias.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



De igual forma es importante comprender los dos medios principales que existen en la industria para la adquisición de la información: La primera es denominada “Adquisición Voluntaria” y se obtiene mediante la creación de marcos de cooperación para la transferencia de conocimiento (know-how); o a través de “Adquisiciones No Voluntarias” generadas a raíz de las diferentes contrataciones/despidos que involucran un flujo de personal con conocimientos especializados, que son transmitidos de una empresa a otra (Otero, 2015). El método de transferencia “No Voluntario” es el menos común y se presenta en muy pocas circunstancias a través de: adquisición de conocimiento mediante ingeniería inversa, reuniones informales entre miembros de dos entidades, entre otros. Llevando el tema de la información al sector aeronáutico, es importante hacer hincapié en la diferencia que existe con las diferentes industrias, ya que la generación de clústeres en el ámbito general se debe en muchas ocasiones a la proximidad técnica, geografía empresarial, capacidad de la región; mientras que el sector aeroespacial la generación de clústeres se define a través de decisiones estratégicas gubernamentales, mezcladas con planes de desarrollo nacional (Otero, 2015). Este fenómeno se produce debido a que en esta área las demandas de los clientes se general a nivel global, la competitividad empresarial es internacional, y la fuente de insumos se gestiona de manera intercontinental.

Otra cualidad que presenta la industria aeroespacial hace referencia a su definida jerarquización, mediante la definición de roles y ordenación industrial entre las empresas participantes de los diferentes procesos de producción y mantenimiento (Otero, 2015). La organización piramidal presenta en su más alto a las CIF (Compañías Integradoras Finales), representadas por las principales firmas mundiales (Boeing, Airbus, Bombardier); En el segundo nivel se ubican los Tier 1, empresas más enfocadas al desarrollo de componentes mayores (propulsión, aviónica, comunicaciones, tren de aterrizaje); Por último se ubican los Tier 2 y 3, los cuales se encargan de realizar trabajos más especializados para las industrias potenciales.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Ilustración 1 (WestWorld, 2014)

Así como se ilustra en el esquema piramidal, el flujo de información es direccionado de las empresas multinacionales (CIF-OEM) hacia las micro compañías (Tier 2-3), fomentando las generaciones de vínculos de cooperación tecnológica, los cuales se desarrollan dentro de los procesos productivos. Cabe resaltar que las empresas que generan una mayor cantidad de conocimiento para el campo son las ubicadas en el CIF-OEM y el TIER 1, además de ser las que presentan mayor intervención en lo referente a I+D (Investigación y Desarrollo) (Otero, 2015). Ya que el sector aeroespacial tiene implicaciones en el poder militar, se genera un alto nivel de reserva en la difusión de la información a nivel pública, motivo por el cual no se suelen patentar, ni ser publicados en artículos de revisión, proyectos de innovación y/o de desarrollo.

Otro factor que afecta el flujo de la información en el sector aeroespacial es el referente a las distancias geográficas existentes entre las entidades participes de la transferencia de información, siendo evidente el hecho de que las externalidades de conocimiento son sensibles a las distancias geográficas. Por esta razón se hace más ágil y precisa la transferencia de información cuando se realiza de manera nacional, ya que la interacción y convivencia existentes entre las entidades locales es más efectiva y se ejecuta en un mismo entorno cultural.

#### Otros Clústeres Aeronáuticos:

En la presente sección se plantean una serie de estrategias implementadas por Clústeres Aeronáuticos internacionales referentes, que son de gran interés y pueden llegar a ser implementadas como mejores prácticas por parte del Clúster Aeroespacial Colombiano para su desarrollo.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Clúster AEROCENTRE, Francia**

Es importante identificar las fortalezas y debilidades que presenta las diferentes regiones, con el fin de enfocar los esfuerzos que se deben desarrollar a través del trabajo mancomunado de Empresa-Gobierno-Universidad. Por ejemplo, si se pretende desarrollar un clúster en Bucaramanga, se podría enfocar desde el punto de vista del calzado, y como referencia quisiera citar el caso del famoso Clúster francés de AEROCENTRE, el cual especializó su desarrollo y progreso al área de los interiores de cabinas de las aeronaves. Actualmente el AEROCENTRE está compuesta por 45 empresas, tiene con un total de 4.500 empleados y cuenta con 12 laboratorios de investigación, los cuales han permitido el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos de manufactura (Media, 2012). De igual forma el clúster hace parte de GIFAS (Groupement des Industries Françaises Aeronautiques et Spatiales), área del gobierno francés que promueve el desarrollo y crecimiento empresarial de la industria aeronáutica.

### **Clúster de UAV, Reino Unido**

De igual forma alineado con las alianzas de Gobierno – Universidad – Empresa, es importante que se creen alianzas con Aeropuertos, ya que contar con una infraestructura aeroportuaria promueve la comercialización y la prestación de los servicios. Muestra de ello es el caso del Clúster de UAV con mejores instalaciones en el Reino Unido, el cual ha presentado un gran desarrollo a raíz de la alianza generada con NAC (National Aeronautical Centre), ya que se ha podido dar a conocer con una cantidad de clientes potenciales tanto en la parte militar, como en la parte civil. El presente grupo empresarial al integrarse con el aeropuerto también se benefició al crear alianzas con HUBs de mantenimiento y overhaul de aeronaves, permitiendo compartir servicios tecnológicos, know how, clientes, entre otros. (Presswire, 2012)

### **Clúster Aeronáutico, Reino Unido**

Considerando los factores primordiales que pueden llegar a garantizar el éxito de un clúster aeronáutico, se resalta la ubicación que este debe tener. Según un estudio hecho en el Reino Unido, demostró que cuando una industria aeronáutica se encuentra localizada en un sector en donde operan empresas que laboran en un área a fin, se tiende a tener crecimiento productivo mayor y a tener un promedio de generación de patentes mayor al estándar, mientras cuando un clúster se encuentra establecido en un sector, donde se desarrollan productos no relacionados con la industria aeronáutica, se afecta el desarrollo del mismo. (BÖNTE, 2004)

Otro importante factor a considerar es la fuerza de cohesión que presente el clúster aeronáutico, el cual se mide mediante la eficiencia del flujo de información entre las instituciones integrantes, la competitividad empresarial y el nivel de demanda de parte de los clientes locales. La calidad del flujo de información entre las empresas integrantes



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



del clúster ha demostrado ser afectada cuando existe distanciamiento geográfico entre las empresas que conforman el grupo empresarial. (BÖNTE, 2004)

## **DESARROLLO AERONÁUTICO NACIONAL**

### **Clúster Aeronáutico Aeroespacial Colombiano**

En la presente sección se realizará un diagnóstico del Clúster Aeroespacial Colombiano, a través de una entrevista realizada con el señor Director Leonardo Mesa durante el desarrollo de la Feria de Capacidades realizada en el Comando Aéreo de Mantenimiento. La presente entrevista tiene como finalidad determinar cuál es el estado actual de la agrupación, que avances ha presentado y, analizar la viabilidad de implementar las mejores prácticas identificadas de los clústeres internacionales referentes.

El Clúster Aeronáutico Colombiano tiene la particularidad de ser una agrupación empresarial joven, con pocos años de haberse constituido, pero con la destacada cualidad de presentar un crecimiento empresarial ejemplar, evidenciado en el hecho de que a nivel nacional es el primer clúster aeronáutico que se encuentra debidamente legalizado, constituido y certificado por parte de la Aeronáutica (Mesa, 2016). El hecho de ser un clúster certificado entre otras ventajas le ha permitido tener una mayor apertura comercial con el mercado nacional, en especial con la Fuerza Aérea Colombiana, institución que ha sido pilar fundamental para el desarrollo aeroespacial de la industria privada Colombia.

El Clúster nació a partir del trabajo mancomunado de un grupo multidisciplinario que tuvo como participantes activos al Comando Aéreo de Combate No 5, un sector empresarial de la industria antioqueña y universidades del departamento (Mesa, 2016). Gracias al avance y desarrollo generado a partir de esta iniciativa, el sector aeroespacial comenzó a llamar la atención de empresas, entidades gubernamentales e instituciones educativas pertenecientes a otros departamentos. Actualmente el clúster aeronáutico se encuentra integrado por empresas de Antioquia, Costa Atlántica, Valle del Cauca y Risaralda, lo cual ha aumentado la diversidad de capacidades que ofrece el complejo industrial para satisfacer las diferentes necesidades de los clientes.

Es importante resaltar el impacto positivo que ha generado la participación política regional por intermedio de las Cámara de Comercio y otras instituciones de cada uno de los departamentos que conforman el Clúster, ya que han representado un puente fundamental para el crecimiento y desarrollo industrial, así como también un medio de conexión entre el clúster y las industrias, brindando información referente a áreas de especialidad y capacidades técnicas de cada una de las entidades que solicitan conformar mencionada agrupación (Mesa, 2016).

Una de las ventajas que ha representado estar constituidos como un clúster, es la fortaleza a nivel comercial que se alcanza al contar con una gran cantidad de capacidades industriales, producto del trabajo mancomunado de las empresas integrantes (Mesa,





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



2016). Esta cohesión ha permitido fortalecer la competitividad empresarial, hecho que se evidencia en la obtención de avales para la ejecución de proyectos en convocatorias realizadas por Colciencias, Impulsa, Ministerio de Defensa, entre otros.

La estrategia de trabajo desarrollada por el clúster, se basa en la clasificación industrial según las capacidades y tecnologías que presentan cada una de las entidades integrantes, de tal forma que se puedan orientar los diferentes proyectos aeronáuticos solicitados por los clientes (Mesa, 2016). El Clúster de igual forma, dentro de cada una de las áreas de desarrollo especializado que presentan las empresas, realiza una sub-especialización, con el fin de ofrecer servicios de mayor calidad y no redundar en los portafolios industriales ofrecidos.

Es importante resaltar que, aunque lleva poco tiempo de constituido el Clúster Aeroespacial Colombiano, desde un principio se ha puesto como meta, realizar gestiones a nivel gubernamental que fomentan cada día más la vinculación y el crecimiento empresarial. Una de las gestiones más importantes logradas bajo el apoyo del Ministerio de Industria y Turismo, fue la eliminación total del IVA (Impuesto al Valor Agregado) para los elementos aeronáuticos que sean importados, permitiendo tener una mayor competitividad a través de la posibilidad de ofrecer productos y servicios a costos más favorables para los clientes nacionales (Mesa, 2016).

Otra iniciativa de resaltar del Cluster Aeroespacial Colombiano hace referencia a la localización de las reuniones periódicas de las empresas integrantes, ya que tiene la particularidad de establecer como punto de encuentro las mismas sedes de cada una de las entidades integrantes (Mesa, 2016). Lo anterior ha permitido que las empresas conozcan a fondo la infraestructura, talento humano, tecnologías y capacidades de sus instituciones aliadas, logrando la generación de alianzas y acuerdos de servicios internos y, promoviendo el desarrollo empresarial local.

Cabe resaltar el papel protagónico que está realizando en Ministerio de Defensa para el desarrollo del sector aeronáutico en el país a través del programa PINES (Proyectos Estratégicos de Nivel Nacional), los cuales están enfocados a invertir presupuesto de la nación para realizar mejoras en desarrollo y tecnología con el fin de permitir una mayor participación en proyectos del sector defensa. Mencionado plan nacional se está implementando en la Armada Nacional y tiene como finalidad reducir de un 60% a solo un 10%, el rubro asignado a compañías extranjeras para la fabricación de buques para las Fuerzas Militares de Colombia, mediante el desarrollo de tecnologías y la adquisición de nuevas capacidades en las empresas locales (Mesa, 2016). Aplicado al sector aeronáutico el PINES tiene contemplado la sustitución de las importaciones, mediante el desarrollo de componentes de aviación un 40% más económicos y con una calidad igual o mejor a las ofrecidas por las industrias internacionales.

Pasando al sector académico el Clúster Colombiano, ha generado una serie de estrategias dirigidas a integrar a la Universidades mediante el empleo de los centros de investigación dentro de los análisis que requieran el uso de laboratorios y equipos especiales con los



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



que cuentan los diferentes institutos académicos (Mesa, 2016). Durante su nacimiento, el Clúster creó programas de vinculación con entidades educativas de alta calidad, como es el caso de la Universidad de Antioquia, ITM, EAFIT, Escuela de Ingenieros, entre otros. Una de las tareas principales que se ha asignado a los centros de investigación son los procesos de ingeniería inversa que se llevan a cabo para el proyecto de “Sustitución de Importaciones”, el cual ha requerido de equipos especiales para realizar pruebas de metalografía, espectrometría, análisis de dureza, NDI, entre otras.

Entrando en materia ahora de lo referente al sector industrial, dentro de la triple alianza, es importante resaltar el mega proyecto realizado por la compañía Avianca, la cual se encuentra construyendo un MRO (Maintenance Repair and Overhaul), el cual representará uno de los mayores saltos en cuando a avance en el sector aeronáutico considerando el gran mercado, desarrollo e innovación que trae consigo. Dentro del presente proyecto la empresa designó al Clúster Aeronáutico Colombiano la realización de plataformas para el desarrollo de trabajos de mantenimiento y reparación, mencionada muestra de confianza refleja la confianza depositada por la empresa a la industria de la aviación (Mesa, 2016). Dentro de los objetivos a desarrollar, enfocados a fomentar el crecimiento y el desarrollo de las empresas integrantes del clúster, se encuentra la gestión de alianzas estratégicas a nivel internacional con asociaciones líderes en el ámbito internacional. Prueba de ello es la reciente alianza generada entre el Clúster de Colombia y el Clúster Mexicano de Baja California, el cual presenta como principal cualidad, el hecho de ser el único clúster externo a los Estados Unidos, que tiene autorización de parte de la FAA para certificar elementos aeronáuticos (Mesa, 2016). El convenio realizado con la agrupación industrial mexicana, contemplando las políticas de acuerdos de confidencialidad y propiedad intelectual, está enfocado a realizar procesos de acompañamiento, transferencia tecnológica, desarrollo de negocios, entre otros.

Enfocando el tema de relaciones globales a futuro, es importante destacar el hecho de que el Clúster Aeronáutico de Colombia, se encuentra actualmente haciendo procesos de acercamiento con el Clúster Aeronáutico Español, con el fin de adquirir de igual forma capacidades de certificación de servicios en el continente europeo, el cual también cuenta con un alto modelo tecnológico que enriquecería enormemente las capacidades de la industria colombiana a través de acuerdos de servicio como los establecidos con el Clúster Mexicano (Mesa, 2016). Otro cliente potencial al cual se tiene la intención de abarcar con el fin de generar alianzas estratégicas es el Clúster de Brasil, el cual en la última década ha desarrollado pasos agigantados por intermedio de la empresa Embraer, la cual poco a poco se ha venido posicionando entre una de las industrias top a nivel mundial.

### **Participación del Sector Aeronáutico en Colombia**

El sector aeroespacial representa un pilar fundamental para la nación considerando que debido a su compleja topografía, es en algunos casos el único medio de transporte



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



disponible para conectar las regiones más apartadas, y según el OMT (Organización Mundial de Turismo) el transporte aéreo fue el medio más empleado, con un registro del 82%, seguido por el medio terrestre con 10% y por último el medio marítimo con un 8% (Figura 9). Muestra de ello es el hecho de que cada día más personas en el país hacen uso de mencionado medio de transporte, alcanzando un crecimiento constante de 8% en la cantidad de pasajeros, desde el 2002 hasta el 2010. En el ámbito económico se ha evidenciado un alto crecimiento desarrollado entre el 2003 y el 2009, presentando un crecimiento financiero de 4.1%, equivalente al aumento presentando por el país en el PIB. (Mauricio Olivera, 2011)

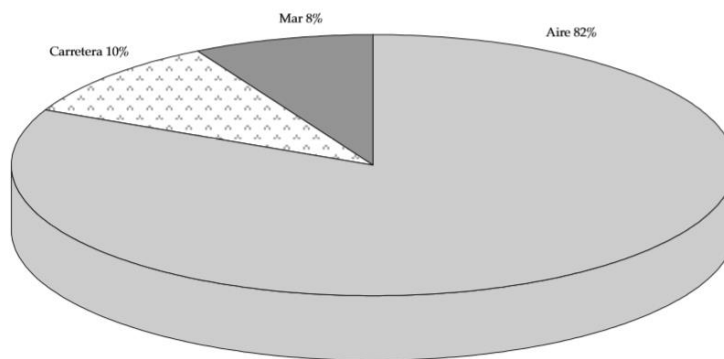
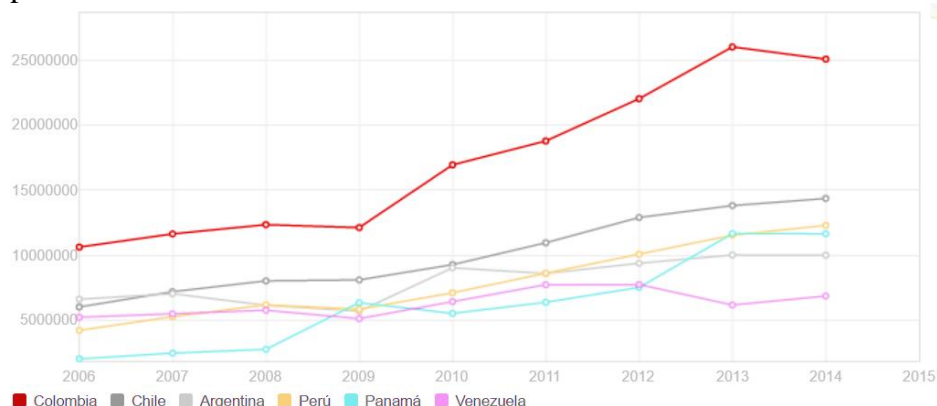


Figure 11. Distribución por medio de transporte usado.

Es importante reconocer que el gobierno colombiano ha generado iniciativas direccionadas a mejorar el sistema de transporte aéreo nacional, mediante la inversión en modernización de la infraestructura aeroportuaria, dar acceso al mercado a aerolíneas internacionales (Aerorepublica, LAN, ACES), celebración de acuerdos multilaterales (Acuerdos de Cielos Abiertos), implementación de concesiones aeroportuarias, modificación estructural de la aviación civil, pasando de ser un “Departamento Administrativo” a una “Unidad Administrativa Especial”, dependiente del Ministerio de Transporte. Aunque es necesario que el gobierno genere más iniciativas para desarrollar la aviación, estas gestiones han permitido dar un crecimiento considerable a la industria.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Figure 12. Pasajeros Transportados (Mundial, 2014)

Como se ilustra en la presente gráfica, la aviación colombiana ha presentado un alto posicionamiento dentro del sector latinoamericano, en lo referente al monto total de personas transportadas por año entre el 2006 y el 2015 (Mundial, 2014). Otro factor importante a analizar es el aumento que se ha presentado a nivel nacional en los últimos 8 años, respecto a la cantidad de pasajeros transportados, evidenciando un crecimiento del 100%, reflejando lo mencionado anteriormente respecto a la accesibilidad que ha presentado el transporte aéreo a toda la población tanto local como internacional. (Mauricio Olivera, 2011)

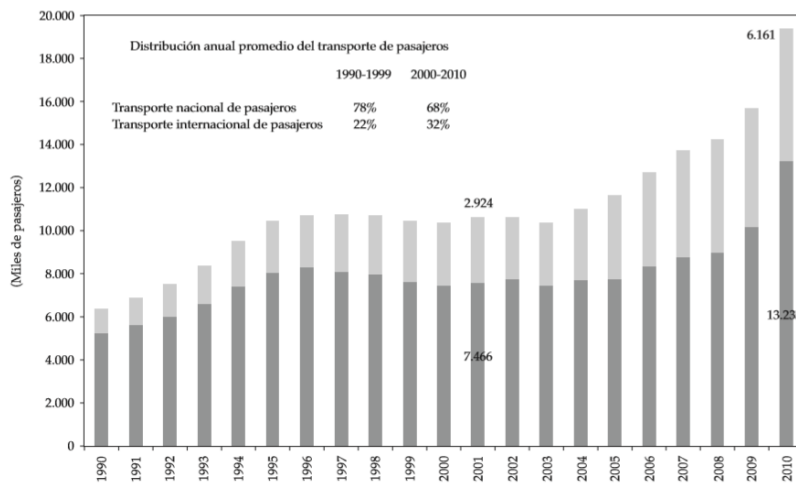


Figure 13 Evolución del transport de Pajajeros en Colombia

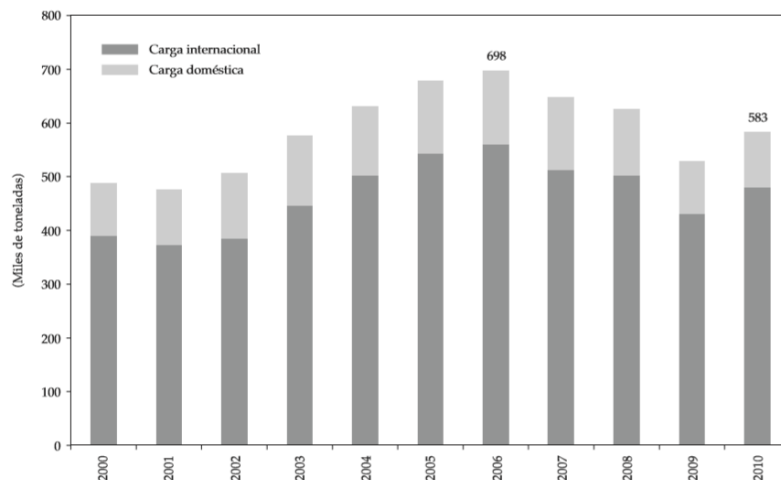


Figure 14. Evolución del tráfico aéreo de carga

Analizando el índice de transporte de pasajeros y carga desde un ámbito nacional, se logra identificar (Figura 10 y 11) el crecimiento que se ha venido generando a través de los años



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



en cuanto a la cantidad de pasajeros y toneladas transportadas, tanto a nivel nacional, como internacional (Mauricio Olivera, 2011). Dichos comportamientos son un claro reflejo del aumento considerable en la demanda que se ha venido presentando por parte de los diferentes sectores, evidenciando la necesidad que existe en redoblar esfuerzos con el fin de aumentar el desarrollo del sistema de transporte, y lograr satisfacer las necesidades de la sociedad.

Otro factor importante a considerar de las dos graficas analizadas es el alto crecimiento que ha tenido el transporte internacional, lo cual se traduce en una mejora en la economía nacional a través del turismo y la expansión industriales hacia mercados mundiales. Así mismo en el ámbito del transporte de carga, se evidencia una tendencia oscilatoria que refleja la necesidad de implementar estrategias que impulsen el crecimiento empresarial, para generar productos de calidad que llamen la atención de mercados internacionales.

Es importante resaltar de igual forma que la aviación es un mercado que genera efectos inducidos, directos e indirectos, en diferentes tipos de industrias relacionadas, trayendo consigo entre otros aspectos, beneficios económicos, los cuales se adquieren mediante la generación de contrataciones que involucran acuerdos de servicios que son vitales para la operación aérea (Mauricio Olivera, 2011). En el siguiente gráfico se ilustra los porcentajes de inversión financiera del sector aeroespacial en los diferentes tipos de entidades que la asisten.

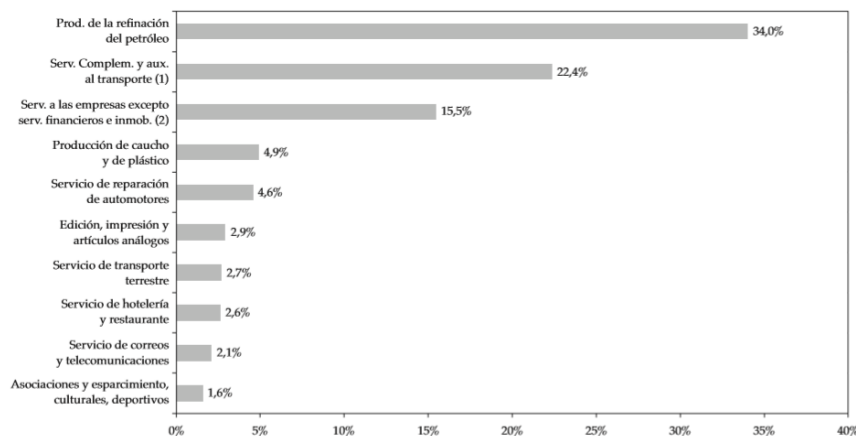


Figure 15. Compras intermedias del sector de servicios de transporte aéreo

Yendo más al aspecto cuantitativo, el DANE reportó en el año 2007 un consumo de 4.2 billones de pesos del sector aeronáutico en Colombia, en lo referente al efecto directo, que incluyen los recursos invertidos de parte del sector, más las negociaciones realizadas por parte de los proveedores (Mauricio Olivera, 2011). Así mismo la aviación genera 931 mil millones de pesos al sector trabajo, 1,5 billones al sector capital y paga impuestos por 77 mil millones de pesos.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"

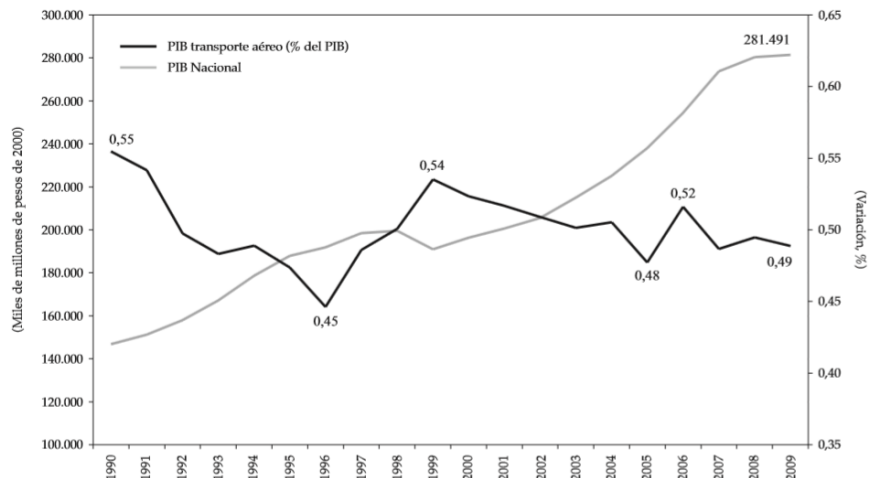


Figure 16 Participación del PIB de transporte aéreo en el PIB Nacional

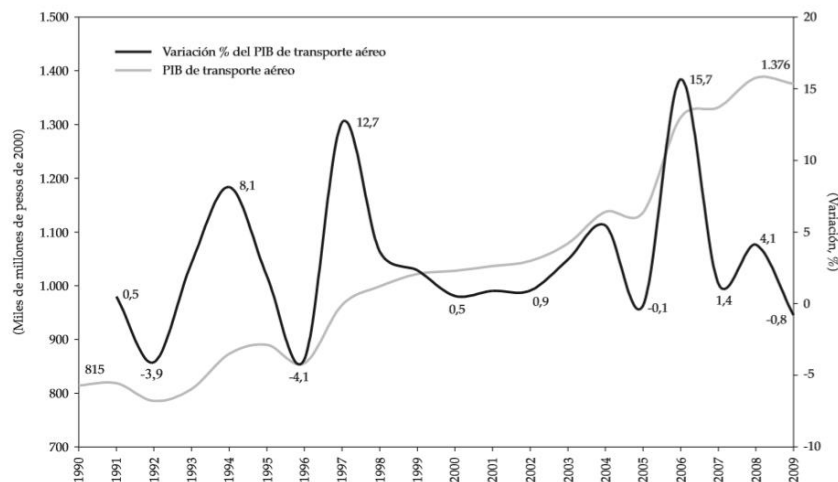


Figure 17. Evolución del PIB de transporte aéreo

En la figura 11 y 12, se logra identificar la participación que ha tenido el sector de la aviación en el PIB nacional, manteniéndose constante, con una variación de 0,1 entre el año 1990 y el 2009. Dicho indicador permite identificar que, aunque el sector aeronáutico no ha sido una de las prioridades a nivel nacional, se tiene un buen porcentaje de participación en el PIB de la nación; y por otro lado se logra evidenciar la constante evolución que ha venido presentando el sector en lo referente a la productividad financiera, describiendo un comportamiento creciente durante el lapso analizado (Mauricio Olivera, 2011). Es importante considerar que el hecho de aplicar las mejores prácticas relacionadas en el presente documento, puede llegar a aumentar el valor del PIB del área de la aviación y, por tanto, realizar un aporte más significativo a la nación.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Conclusiones**

Las conclusiones del presente artículo se encuentran basadas en las mejores prácticas extraídas del análisis desarrollado a los diferentes clústeres aeroespaciales relacionados en el documento, con el fin de considerar la viabilidad de ser implementadas y generar un crecimiento en dicho sector:

- Disponer de una infraestructura aeroportuaria localizada de manera estratégica con el fin de promover la comercialización y la ejecución de servicios aeroespaciales
- A través del apoyo de las instituciones educativas, se recomiendan generar espacios académicos mediante la generación de foros que impulsen la investigación, innovación y desarrollo académico del clúster. Lo anterior considerando que de esta forma se logra atraer profesionales de múltiples disciplinas heterogéneas relacionadas con el sector aeroespacial para generar espacios que permitan compartir con conocimientos, experiencias y discusiones acerca del modo de implementar una industria aeronáutica en la nación
- Es necesario que se cree un liderazgo del gobierno para determinar las capacidades y campos de acción de cada una de las empresas certificadas, de tal forma que se garantice que las empresas presten servicios para los cuales se encuentran capacitados, además de generar una base de datos que permita facilitar la comercialización con clientes potenciales que requieran trabajos de mantenimiento tanto a nivel nacional como internacional.
- Gestionar de parte del Gobierno Colombiano la creación de una entidad gubernamental que se encargue exclusivamente de desarrollar el sector aeroespacial aviación, considerando que la Aerocivil actualmente desarrolla múltiples roles que en muchos casos desvían su atención del objetivo de fomentar el crecimiento industrial en la nación.
- Es necesario que Colombia se convierta en un destino atractivo para la innovación y eficiencia operativa, lo anterior se logra mediante el aporte de la academia para crear una alta riqueza y disponibilidad de talento humano profesional en áreas de ingeniería y afines. Lo anterior debe apuntar a ofrecer mano de obra para procesos de manufactura aeroespacial de alta calidad y bajo costo
- La entidad gubernamental a cargo del desarrollo aeroespacial debe tener también la indispensable tarea de impulsar importantes acuerdos estratégicos con entidades internacionales, para promover tratados de exportación cómodos y seguros
- Como es sabido a nivel mundial el tema de la calidad es hoy un requisito indispensable para cualquier industria, y el sector aeroespacial colombiano no puede ser ajeno a esta tendencia, es por esto que se recomienda contar con un ente gubernamental que garantice altos estándares de calidad para grupos industriales que conforman el sector aeroespacial colombiano. Dicha entidad tiene la importante misión de realizar las gestiones necesarias para administrar la certificación, acreditación e implementación de



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



mejores prácticas, que constituyen la base para la generación de empresas de alta calidad, para satisfacer el complejo mercado internacional.

- Considerando que Colombia está ubicando en el continente americano, el gobierno debe abundar esfuerzos para generar un acuerdo bilateral que logre generar un reconocimiento de parte de la FAA para la certificación de partes, componentes, sistemas aeronáuticos, desarrollo de procesos de mantenimiento y reparación (MRO), entre otros.
- El Clúster Aeroespacial Colombiano viene realizando trabajos principalmente con la Fuerza Aérea Colombiana, ya que el sector defensa es bastante tentativo y ofrece proyectos interesantes de innovación y desarrollo. Sin embargo, si se desea abarcar mercados militares internacionales es necesario que el gobierno contribuya a la seguridad y estabilidad mediante la generación de sistemas de control de importaciones, que dan credibilidad y confianza a otras naciones para comercializar material bélico en el mercado colombiano
- Colombia ya viene generando negociaciones Offset, con diferentes proveedores a nivel mundial, sin embargo, se debe continuar fomentando dicho tipo de convenios ya que mejora la comercialización al atraer nuevas tecnologías, promover el desarrollo industrial y comercial, y explotar la competitividad de los proyectos estratégicos nacionales.
- La triple alianza tan mencionada en el presente artículo (Gobierno-Academia-Industria), deben trabajar de manera mancomunada en la creación de centros integrales que brinden servicios aeronáuticos mediante un modelo de ecosistema que desarrolle la industria mediante ventajas en el mantenimiento, establecimiento de zonas comerciales preferenciales y formación de las diferentes áreas del sector aeroespacial
- A la mano con este ideal de los centros integrales, se recomienda innovar mediante la creación de “Parques especializados”, que tengan como finalidad facilitar la transacciones y logística de las empresas que funcionen en su interior, a su vez que desarrollaron procedimientos estándar alineados con los regímenes internacionales de control.
- Alienado con las políticas internacionales del cuidado del medio ambiente el Cluster Aeroespacial debe general directrices que estimulen la implementación de modelos de producción que permitan reutilizar las piezas de las aeronaves, una vez cumplan su ciclo de vida útil. De igual forma, la presente iniciativa tiene implicaciones en la reducción de costos de manufactura y consecución de material, para temas de producción.
- Dentro de las estrategias claves que debe implementar el gobierno con el fin de favorecer el progreso del sector aeroespacial en materia de importación se recomienda gestionar la importación temporal de bienes destinados a la elaboración, transformación o reparación de mercancía de procedencia extranjera para su exportación sin cubrir el pago de impuestos por el ingreso al país; y que se realice una clasificación que según el



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



tipo de material importado, se tenga la opción por parte de la empresa, de recuperar el importe del impuesto pagado.

- Pasando al tema del sector arancelario y, teniendo como premisa llamar la atención de mercados internacionales, el gobierno debe implementar medidas que permitan realizar una simplificación arancelaria, un planteamiento de esquemas de excepción y la creación de fracciones arancelarias, de tal forma que se facilite la comercialización de productos y materia prima para los procesos de producción y manufactura
- Otra estrategia que puede atraer mercados globales, está relacionada con la generación de zonas económicas especiales, que ofrezcan incentivos a los inversionistas externos mediante altas expectativas económicas, exenciones fiscales, condiciones favorables de infraestructura, facilidades administrativas, mano de obra calificada, entre otros.
- El flujo de información existente en el interior del Clúster Aeroespacial Colombiano es un factor crítico, ya que de ello depende la agilidad y precisión con el cual se realiza la transferencia de datos entre las empresas participantes. La anterior observación se realiza considerando el crecimiento evidente que ha presentado el Clúster, ya que inicio sus primeros pasos en Antioquia y actualmente se encuentra constituido por empresas del Valle del Cauca y la Costa Atlántica. El Flujo de información también debe ser un tema de analizar al momento de realizar convenios con agrupaciones empresariales aeronáuticas internacionales.
- La Autoridad Aeronáutica Colombiana debe generar una base de datos de todas las empresas colombianas que ofrecen servicios aeronáuticos, tanto en materia de producción como en mantenimiento. Así mismo es importante que estipule un proceso de certificación que permita clasificar los servicios especializados que presta cada uno de las entidades oferentes, de tal forma que se tenga un portafolio definido de las capacidades nacionales.

### **Recomendaciones**

El presente artículo de revisión se encuentra en desarrollo, motivo por el cual aún se están desarrollando las recomendaciones.

### **Referencias**

- Aduanas, C. y. (2001). Programa de Comercio Exterior Drawback. Obtenido de Programa de Comercio Exterior Drawback: <http://www.comercioyaduanas.com.mx/comercioexterior/programas/66-programas/142-programa-drawback>
- AEM. (2010). Agencia Espacial Mexicana. Obtenido de Agencia Espacial Mexicana: <http://www.gob.mx/aem>



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Africa Ariño, M. A. (1997). Partner Selection and Trust Building in West European-Russian Joint Ventures: A Western Perspective. Taylor & Francis, Ltd.

Aguilera, C. M. (2010). PAST, PRESENT AND FUTURE OF THE ANDALUSIAN AERONAUTICAL CLUSTER . PAST, PRESENT AND FUTURE OF THE ANDALUSIAN AERONAUTICAL CLUSTER . España: NETWORK-CENTRIC COLLABORATION .

Albawaba. (10 de Marzo de 2015). Proquest. Obtenido de MENA Report: <http://search.proquest.com/docview/1662312126?accountid=143348>

ANAC. (2005). Agencia Nacional de Aviación Civil. Obtenido de Agencia Nacional de Aviación Civil: <http://www.anac.gov.br/>

BÖNTE, W. (2004). Innovation and Employment Growth in Industrial Clusters: Evidence from Aeronautical Firms in Germany. Economics of Business.

Cardoso Machado, M. (Julio de 2013). Independent Journal of Management & Production. Obtenido de Independent Journal of Management & Production: <http://search.proquest.com/docview/1505321583?accountid=143348>

Carrasco, O. V. (2009). SCIELO. Obtenido de SCIELO: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-89582009000100010](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582009000100010)

Carrillo, A. H. (2005). Diagnóstico de la industria aeroespacial en Baja California. Características productivas y requerimientos actuales y potenciales de capital humano. El Colegio de la Frontera Norte.

CONACIT. (1970). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Obtenido de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: <http://conacyt.gob.mx/>

Durand, J. M. (2008). AIRCRAFT MAINTENANCE ORGANIZATIONAL STRUCTURE CHANGES. AIR FORCE INSTITUTE OF TECHNOLOGY.

Economía, S. d. (2006). INDUSTRIA MANUFACTURERA, MAQUILADORA Y DE SERVICIO DE EXPORTACIÓN. Obtenido de IMMEX: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-y-comercio/instrumentos-de-comercio-exterior/immex>

GARCÍA, J. A. (2005). Monografias.com. Obtenido de Monografias.com: <http://www.monografias.com/trabajos29/clusters/clusters.shtml>

González, R. M. (2014). Es posible el éxito de las Zonas Económicas Especiales. Forbes.

Group, T. A. (2013). Mexico se une al grupo de Australia. Obtenido de The Australia Group: [http://www.australiagroup.net/es/mexico\\_ga.html](http://www.australiagroup.net/es/mexico_ga.html)

Kodali, G. A. (2008). Benchmarking the. Emerald Group Publishing Limited, 257 - 291.

Mauricio Olivera, P. C. (2011). EL IMPACTO DEL TRANSPORTE AÉREO EN LA ECONOMÍA COLOMBIANA Y LAS POLÍTICAS PÚBLICAS. Cuadernos FEDESARROLLO 34.

Media, N. (2012). AEROCENTRE. Obtenido de ProQuest Computing: <http://search.proquest.com/docview/926944023?accountid=143348>

Mesa, L. (Junio de 2016). Diagnóstico Clúster Aeroespacial Colombiano. (A. Bello, Entrevistador)



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Mexico, G. o. (2003). AGREEMENT BETWEEN THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES OF. Obtenido de AGREEMENT BETWEEN THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES OF. Mora, L. A. (2013). Universidad Mariana. Obtenido de Universidad Mariana: <http://www.umariana.edu.co/EditorialUnimar/art-revision.pdf>

Mundial, E. G. (2014). El Grupo del Banco Mundial. Obtenido de Banco Mundial: <http://datos.bancomundial.org/indicador/IS.AIR.PSGR/countries/CO-CL-AR-PE-PA-VE?display=graph>

NSG. (2013). Nuclear Suppliers Group. Obtenido de Nuclear Suppliers Group: <http://www.nuclearsuppliersgroup.org/es/>

Obregón, Á. (2014). INDUSTRIA AEROESPACIAL MEXICANA MAPA DE RUTA 2014 . Ciudad de Mexico: D.R. ©ProMéxico.

Ornelas, S. (2007). Sonora the largest aerospace cluster integrated in Mexico. Mexico's Aeronautical industry takes off. Mexico Now, 42 - 46.

Otero, J. (2015). Aplicación de un modelo de regresión a análisis de los conductos de transferencia tecnológica del cluster aeroespacial andaluz. Universidad de Sevilla.

Philippe De Bruecker, J. V. (2015). A model enhancement heuristic for building robust aircraft maintenance personnel rosters with stochastic constraints. European Journal of Operational Research.

PIMA. (2005). Programme for Innovation and Modernisation of Andalusia. Programme for Innovation and Modernisation of Andalusia. Obtenido de Programme for Innovation and Modernisation of Andalusia.

Presswire, M. (2012). Normans Media Ltd. Obtenido de Normans Media Ltd: <http://search.proquest.com/docview/1232215089?accountid=143348>

PROMEXICO. (2007). PROMEXICO Inversión y Comercio. Obtenido de PROMEXICO Inversión y Comercio: <http://www.promexico.gob.mx/es/mx/mapas-de-ruta>

Reguation, B. C. (2003). Brazilian Civil Aviation Regulation RBHA 135. Brasil.

Regulation, B. C. (2005). Brazilian Civil Aviation Regulation RBHA 145 . Brasil.

Rosenfeld, S. (1997). Bringing Business Clusters into the Mainstream of Economic Development, European Planning Studies. European Planning Studies , 3 - 23.

Secretaría, O. d. (2012). México ingresa al Arreglo de Wassenaar para bienes de uso dual. Lazos Comerciales.

WestWorld. (28 de Mayo de 2014). SlideShare. Obtenido de SlideShare: <http://www.slideshare.net/westworldconsulting/webinar-accessing-the-european-aerospace-market-and-supply-chain>



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### 3. ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES DE FABRICACIÓN DE PARTES AERONÁUTICAS DE LOS CLÚSTER AERONÁUTICOS EN COLOMBIA.

Javier Leonardo Peña Duarte - Estudiante, Maestría Logística Aeronáutica EPFAC

Datos de contacto: javierleonardo2007@gmail.com/ 3165328269

Línea: logística Aeronáutica y de Servicios.

Ejes Temáticos: Soporte y sistemas de gestión

#### Resumen

El presente artículo pretende realizar un análisis de capacidades de fabricación de partes aeronáuticas del clúster aeronáutico en Colombia, mediante la valoración de estas capacidades en diferentes empresas del sector aeroespacial, cuya finalidad es Generar recomendaciones y sugerencias que sirvan como base para generar sinergia entre universidad-empresa-estado, estimulando el desarrollo de la industria de fabricación de partes aeronáuticas. La de valoración de las capacidades de fabricación de partes aeronáuticas en los clústeres aeronáuticos nacionales se realizará mediante la elaboración de una encuesta que busca recoger información sobre las características de las empresas como son su estructura organizacional, capacidades, certificaciones, piezas fabricadas y mercados.

Por medio de la Jefatura de operaciones logísticas (Sección de Certificación Aeronáutica de la Defensa (SECAD)), se identificarán casos puntuales de éxito de fabricación de partes aeronáuticas certificadas por esta sección, en las cuales se utilizaron las capacidades actuales de los clúster constituidos en Colombia.

#### Objetivo general

Analizar las capacidades de fabricación de partes del clúster aeronáutico en Colombia.

- Identificar métodos de selección para la fabricación de partes aeronáuticas en los agentes constitutivos de un clúster.
- Valorar capacidades del clúster aeronáutico reconocidos en Colombia que presten servicios de fabricación de partes.
- Recopilar información específica de casos de éxito de fabricación de partes aeronáuticas en la industria aeronáutica colombiana.





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



- Generar recomendaciones y sugerencias que sirvan como base para generar sinergia entre universidad-empresa-estado, estimulando el desarrollo de la industria de fabricación de partes aeronáuticas.

## Marco de referencia

### Marco teórico

Existen diversos enfoques teóricos que nos permiten entender el funcionamiento del clúster entre los cuales vale la pena citar la teoría de la localización de W. Christaller (1935), la teoría de los distritos industriales de A. Weber (1909), La teoría de las industrias internas y externas de Marshall, la teoría de los polos industriales de F. Perroux (1955), la teoría de los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás de A. Hirschman (1981).

La teoría de la localización o de lugares centrales de W. Christaller plantea que los asentamientos no surgen de manera desordenada sobre un lugar sino que existe un principio que regula esas distribuciones, esta teoría se enfoca en cómo estos se concentran en ciertas aéreas llamados lugares centrales sin llegar a distribuirse de manera aleatoria, porque se ubican preferiblemente cerca de recursos naturales, mercados que pretender abastecer dándole a este enfoque una importancia relativa al costo de transporte en el costo final.

Por su parte Weber en su teoría de los distritos industriales supone que las industrias se localizan buscando disminuir sus costos de producción y distribución; este modelo abarca principalmente aspectos como minimizar los costos de transporte, sitios con costos laborales mínimos y como la localización de las industrias tiende a las aglomeraciones donde prevalecen aspectos de apoyo a la producción de servicios como asesorías e insumos no materiales como información.

Por su parte Marshall con la teoría de las industrias internas y externas amplía la propuesta de Weber al sostener que la aglomeración de empresas puede generar economías internas y externas, las cuales generan como tal una mayor productividad y competitividad.

Entendiendo como economía interna aquella inherente a la organización donde su eficiencia depende del buen uso de los recursos y la división del trabajo. La economía externa es aquella que depende del desarrollo del sector industrial en general.

La teoría de polos industriales desarrollada por Francois Perroux se sustenta en el hecho de que el crecimiento no aparece en todas partes y al mismo tiempo si no que se presenta



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



en unidades dominantes llamados polos o puntos de crecimiento específicos que se caracterizan por contar con un gran poderío económico, industrial o social, entendiendo como una unidad dominante a una empresa, una industria, una combinación de industrias, un grupo social, un país o un grupo de países las cuales ejercen un efecto de atracción sobre las demás unidades a su alrededor.

La teoría de los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás de Hirschman la cual hace énfasis en como las industrias pueden tener vínculos con muchas otras procuro mostrar cómo y cuándo la producción de un sector basta para satisfacer la escala mínima necesaria para hacer atractiva a la inversión en otro sector que abastece al primero (encadenamiento hacia atrás) o en un sector donde se procesan los productos del primero (encadenamiento hacia adelante)

Michael Porter “La ventaja competitiva de las naciones”. Según su modelo, un espacio innovador está conformado por aglomeraciones de empresas de diferentes sectores, donde la competitividad de cada firma depende de la de otras corporaciones del clúster y de una serie de factores que constituyen en conjunto la cadena de valor.

Aquí se exponen 4 aspectos que determinan las ventajas competitivas de las empresas “diamante de competitividad” estos aspectos crean las condiciones de ventaja competitiva para la formación y el desarrollo de los clusters.

### **Marco conceptual**

El contexto dentro del cual se encuentra inmerso este artículo de revisión el cual pretende analizar las capacidades de fabricación de partes de los clúster aeronáuticos en Colombia, es la obra clásica sobre los clústeres de Michael. Porter: “La ventaja competitiva de las naciones”. Según su modelo, un espacio innovador está conformado por aglomeraciones de empresas de diferentes sectores, donde la competitividad de cada firma depende de la de otras corporaciones del clúster y de una serie de factores que constituyen en conjunto la cadena de valor.

Para el desarrollo de este artículo de revisión se parte de la conceptualización que hace Porter sobre la competitividad y los 4 aspectos que determinan las ventajas competitivas de las empresas “diamante de competitividad”.

### **Diamante de competitividad**

Según el modelo de Porter existen cuatro aspectos que determinan las ventajas competitivas de las empresas.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Condiciones de los factores: factores de alta calidad y especializados que resultan necesarios para las empresas.

### **1. Condición de factores.**

Factores necesarios dentro de la empresa como son: Recursos humanos (disponibilidad de mano de obra cualificada), recursos de capital (financiación), infraestructuras físicas, infraestructura administrativa, infraestructura informativa, infraestructura de ciencia y tecnología, etc. Se trata, especialmente, de disponer de recursos humanos especializados y base científica.

### **2. Condiciones de demanda.**

La existencia de una demanda local sofisticada y exigente estimula a las empresas a mejorar, a innovar y a entrar en segmentos más avanzados.  
Demanda local inusual en segmentos especializados atendible nacional y globalmente.

### **3. Sectores afines y auxiliares.**

Con el acceso a proveedores locales capacitados, competitivos y a industrias del área relacionadas se podrá lograr la ventaja competitiva que permitirá materializar de forma ágil y preferente la innovación y el desarrollo del sector.

### **4. Estrategia, estructura y rivalidad de las empresas.**

La presencia de rivales fuertes es un estímulo poderoso para la creación y la persistencia de la ventaja competitiva. La rivalidad interior obliga a las empresas a innovar y mejorar. Según Porter, la concentración geográfica magnificaría la fuerza de la rivalidad interior y presionaría a las empresas para abordar los mercados mundiales.

Según el profesor de Harvard, Michael Porter: los clúster son concentraciones geográficas de empresas interconectadas, suministradores especializados, proveedores de servicios, empresas de sectores afines e instituciones conexas (por ejemplo, universidades, institutos de normalización, asociaciones comerciales) que compiten pero que también cooperan. En su carácter de masas críticas de inusual éxito competitivo en áreas de actividad determinadas, es una actividad característica de todas o casi todas las economías nacionales, regionales e incluso metropolitanas, en especial las de los países más avanzados. (1990)



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



El ser competitivo significa tener características especiales que nos hacen ser escogidos dentro de un grupo de empresas que se encuentran en un mismo mercado buscando ser los seleccionados. Es diferenciarnos por nuestra calidad, por nuestras habilidades, por nuestras cualidades, por la capacidad que tengamos de cautivar, de seducir, de atender y asombrar a nuestros clientes, sean internos o externos, con nuestros bienes y servicios, lo cual se traduciría en un generador de riquezas. (Michael Porter, "Ventajas Competitivas").

### **Marco legal**

En el caso específico de fabricación de partes aeronáuticas se requieren de procesos de clase mundial los cuales se encuentran normalizados y certificados como son tratamientos térmicos, procesos químicos, soldadura y pruebas no destructivas usando métodos validados por NADCAP, "National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program"): es cual el mayor programa cooperativo mundial que las compañías líderes designaron para administrar de manera consensada el manejo de los proc

La norma de calidad en la industria aeroespacial se basa en la ISO 9001:2000, esta cuenta con requisitos adicionales aeroespaciales específicos. AS9100 proporciona a los proveedores un sistema de calidad comprensible centrado en áreas que impactan directamente sobre la seguridad y fiabilidad del producto de esta esos especiales y productos para proveer una mejora continua dentro de las industrias Aeroespacial y Automotriz.

El consejo nacional de política económica y social. Documento CONPES 3527 DE 2008 POLÍTICA NACIONAL DE COMPETITIVIDAD Y PRODUCTIVIDAD; donde se establece dentro de uno de los pilares de este documento el desarrollo de sectores y clúster de clase mundial, industria tan especializada.

En el sector aeronáutico colombiano a través del Decreto No. 2937 del 05 de Agosto de 2010, decreta que la Fuerza Aérea Colombiana es la Autoridad Aeronáutica de la Aviación de Estado, responsable de coordinar ante la Autoridad Aeronáutica Civil Colombiana (UAEAC) el buen desarrollo de la actividad aeronáutica a nivel nacional, constituyendo el comité Interinstitucional de la Aviación de Estado, en pro del control y el desarrollo de la Industria Aeronáutica Colombiana, de esta manera se designa al SECAD (Sección de Certificación Aeronáutica de la Defensa) a Normalizar, Calificar y Certificar Productos Aeronáuticos, para el fomento y desarrollo de la industria aeronáutica a través de la integración de capacidades de la Fuerza Aérea Colombiana y la Aeronáutica Civil.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Desarrollo de la ponencia**

El presente proyecto de investigación cobra importancia, ya que busca a través de la identificación de capacidades en los clústeres aeronáuticos colombianos en cuanto a fabricación de partes aeronáuticas, generar sinergia entre universidad-empresa-estado, y una vez identificadas buscar a través de esta triada, mayor beneficio para el soporte logístico requerido en adquisición de partes en la industria aeronáutica.

Durante la revisión de información documental a través de bases de datos para extraer referencias bibliográficas que contengan criterios de selección para la escogencia de fabricación de partes en los clúster aeronáuticos, se verificaran referentes a nivel regional como los casos de éxito en las industrias aeroespaciales de Brasil y de México tomando como referencias sus mejores prácticas que han convertido a estas industrias en referentes de clase mundial.

Para valorar las capacidades de fabricación de partes aeronáuticas en los clúster aeronáuticos nacionales se realizaron visitas a empresas del sector aeronáutico que dentro de sus servicios fabriquen partes aeronáuticas; para contar con argumentos para la elaboración de una encuesta que busca recoger información sobre las características de estas empresas como son su estructura organizacional, capacidades, certificaciones, piezas fabricadas y mercado

En el desarrollo de la ponencia a la fecha se proyecta por medio de la Jefatura de operaciones logísticas (Sección de Certificación Aeronáutica de la Defensa (SECAD)), identificar casos puntuales de éxito de fabricación de partes aeronáuticas certificadas por esta sección, en las cuales se utilizaron las capacidades actuales de los cluster constituidos en Colombia.

### **Conclusiones**

El artículo a la fecha se encuentra en desarrollo.

### **Recomendaciones**

El artículo a la fecha se encuentra en desarrollo.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## Referencias

Aguilera, C. M., Guerrero, F., & Castañeda, A. (2006). Past, Present And Future Of The Andalusian Aeronautical Cluster. En Camarinba-Matos, L., Afsarmanesb, H., & Ollus, M. *Network-Centric Collaboration and Supporting Frameworks* (pp. 583-590). Springer US.

Alfonso-Gil, J., & Vazquez-Barquero, A. (2010). Networking and innovation: lessons from the aeronautical clusters of Madrid. *International Journal of Technology Management*, 50(3/4), 337-355.

Mitxco, J., Idígoras, I. M., & Vicente, M. A. (2004). Los clusters como fuente de competitividad: el caso de la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Cuadernos de gestión*, 4(1), 55-67.

Otero, J. L. (2014). Geografía de los procesos de innovación del clúster aeronáutico andaluz. geography of innovative activities in the andalusian aerospace cluster. *Revista de Estudios Andaluces*, (31), 127-156.

Salinas-García, R. (2013). Desarrollo industrial y formación profesional en la industria aeronáutica en Querétaro. *Revista de Educación y Desarrollo. Universidad de Guadalajara. Número XXIV Enero*, 5-14.

Giner, J. M., & Santa María, M. J. (2009) Distritos-clusters emergentes en España: nuevas aproximaciones metodológicas. Recuperado de: <http://www.reunionesdeestudiosregionales.org/valencia2009/htdocs/pdf/p87.pdf>

Otero, J. L., Cabrera, G. A. C., & Borrell, R. M. J. (2015). Aplicación de un modelo de regresión a análisis de los conductos de transferencia tecnológica del cluster aeroespacial andaluz. *Revista de estudios regionales*, (103), 189-220.

Fernandez, J. M., & Plaza, F. (2011). Retos espaciales de la política de clústeres productivos: El caso del sector aeroespacial en la Comunidad de Madrid. Recuperado [http://oa.upm.es/12552/1/INVE MEM 2011 106279.pdf](http://oa.upm.es/12552/1/INVE_MEM_2011_106279.pdf)

Secretaría, O. d. (2012). México ingresa al Arreglo de Wassenaar para bienes de uso dual. Lazos Comerciales.

Sacalet, M., Buenrostro, E., Stezano, F., Oliver, R., Abelenda, L., (2011) Evolución y complejidad en el desarrollo de encadenamientos productivos en México: los desafíos de





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



la construcción del cluster aeroespacial en Querétaro. Recuperado de <http://archivo.cepal.org/pdfs/2011/S1100084.pdf>

Terán, C., Eida Mac, Cornejo, R. E. Z., & López, L. R. (2013). La investigación sobre gestión del talento humano en la industria aeroespacial en México desde una perspectiva metodológica/human talent management research in Mexico aerospace industry-a methodological perspective. *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 6(7), 105-120. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1428806009?accountid=143348>



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA



# CAPITULO IV LA LOGISTICA EN NUEVOS ESCENARIOS



## Congreso Internacional de Logística Aeronáutica





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



## **Introducción**

En contexto de la logística actual, la versión simplista diría que en Colombia tenemos todo lo referente a la logística, hay operaciones, se tienen operaciones de comercio internacional, se participa en foros de la OMC – Organización Mundial de Comercio, y se tienen actividad al interior del país y desde el estado mismo a través del CONPES – Consejo Nacional de Política Económica y Social, pero la realidad se puede señalar como otra y es la necesidad de participación activa y de consenso de las diferentes estancias empresariales e institucionales del país. Muchos de nuestros “gremios” no dejan de ser instituciones domésticas, los grupos empresariales solo participan en el lobby al estado en busca de solucionar sus necesidades particulares y las empresas independientes no confluyen en los foros internacionales o los consideran innecesarios, dicho de otra manera, no están en línea con el desarrollo de la logística internacional, solo llegan los coletazos varios años después.

La logística cada día propende por un mejor desempeño en los escenarios que a cada país, empresa y persona le corresponde actuar, allí estamos quedándonos alejados de lo último en comportamientos de una disciplina del conocimiento cuya aplicación es amplia y concluyente al interior de las organizaciones como desde sus puertas hacia afuera.

Este capítulo pretende mostrar solo algunas de las formas de participación en el contexto logístico global en que Colombia participa y/ o debe participar, allí donde ya se tiene presencia, se debe profundizar el accionar y los recursos para no solo mantener esa presencia, sino también para crecer en participación y tomar de allí lo que ,mejor se pueda en beneficio de las personas, las empresas y el estado, y en los escenarios donde no se tiene ese mismo accionar; se vuelve un imponderable el acercar a nuestros actores logísticos; para obtener el ingreso, la participación y allegar el logro que le permita al país, superar esos márgenes de desidia y de bajo compromiso con unos nuevos niveles de logro y beneficio.

Hablar de temas tan lejanos como la opción de la Antártida, como escenario para un desempeño logístico representa para el país incursionar en nuevos enfoques de trabajo, de presupuesto, pero también de beneficio. Otros escenarios como la vinculación y participación del sector aeronáutico; negocio de dimensión global, generan la inquietud valida de nuestras capacidades domésticas frente al poderío de la industria aeronáutica mundial, pero allí hay que estar, allí hay que tener presencia y de buena calidad, en la guerra



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



como en lo comercial, este sector avanza de la mano de la tecnología a pasos muy grandes y su dinámica es impresionante, por eso las instituciones del estado deben estar allí con presencia más que participativa, se debe ser protagonista dada la necesidad de actualización y aplicación beneficiosa de tecnología, en un panorama de guerra o de posconflicto.

Para el caso de este capítulo, se alcanza a visualizar trabajos de conformación de proyectos de cambio, de generación de condiciones de trabajo de más alto nivel en pro del empresarios como de las instituciones gubernamentales, que en ambos casos, requieren de condiciones de trabajo adecuadas al desarrollo de sus actividades misionales, el estado en función del beneficio de los habitantes del país, departamento o región, como de la empresa privada hacia el logro de sus negocios que repercutan en beneficio del mismo estado como de la comunidad, con generación de empleo, pago de la carga tributaria, uso de medios materiales como de servicios de las comunidades que los reciben y generación de valor en diferentes formas.

También lo anterior, se nutre de lo internacional, ya no basta con tener relaciones comerciales o académicas con el exterior, es necesario dimensionar operaciones de tamaño global, de dimensionamiento "sin fronteras" en muchas variables, pero con gran generación de servicio y valor a los participantes y actores de los procesos logísticos. La industria aeronáutica, los análisis de los trabajos de México, como Argentina y Panamá, países cercanos a Colombia en muchos frentes del desempeño del comercio internacional, refleja un claro interés por dar opción y acceso a los asistentes a un evento internacional, de conocer de primera mano las estrategias, los criterios de aplicación, las mejores prácticas y los beneficios, como fuente de enriquecimiento de no solo conocimiento, sino de disertación en favor del logro de un país; tanto en su economía, en sus negocios, en su formación en logística, sino también en su visión a mediano y largo plazo de sus negocios y de su comportamiento institucional y empresarial.

Este capítulo presenta una serie agradecida de artículos sobre un foco claramente interesante en la logística, la vinculación de otros contextos diferentes al objeto tradicional de las operaciones logísticas de empresa, aquí hay vinculación de grandes empresas, de focos de actuación de diferentes países y estrategia para una nueva visión de la logística aeronáutica como herramienta de decisión y trabajo gerencial.





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## 1. LA ANTÁRTIDA UN NUEVO ESCENARIO LOGÍSTICO PARA COLOMBIA

Cesar Jiménez Lozano – Egresado Especialización Logística Aeronáutica, EPFAC

Datos de contacto: st.jimenez.fac@gmail.com, Celular 3182165954

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios.

Ejes Temáticos: Sistemas de transporte

### Resumen

El presente artículo es producto de la segunda expedición Antártica de la Fuerza Aérea Colombiana en el pasado mes de diciembre del año 2015, donde a través de la participación con un proyecto de la línea de energías renovables se dio luz verde a través de la Fuerza Aérea Colombiana y Comisión Colombiana del Océano como patrocinadores en un estudio de campo a la posible implementación de una turbina eólica para generación de electricidad con miras a la futura base de Colombia en el continente blanco de acuerdo a la agenda científica Antártica 2014-2035 del país, para efectos que se dé la implementación se realizan estudios de meteorología como velocidad del viento y temperatura entre los más relevantes para este trabajo así como se verifica de manera preliminar los consumos eléctricos de una base en la Antártida para ejemplo de ello la base de Marambio de la Fuerza Aérea Argentina los cuales fueron los anfitriones de este proyecto.

**Palabras claves:** Eólica, energía renovable, panel solar, aeroespacial, sostenibilidad, energía limpia.

### Objetivo general

Diseñar una turbina Eólica para uso en la Antártida a fin de ser implementada para el suministro de energía a la base temporal de la Republica de Colombia hacia el año 2025.

### Marco de referencia

La Antártida o Antártica es un continente situado en el hemisferio sur y rodeado por el Océano Glacial Antártico. Es el cuarto continente más extenso con 13.209.000 km<sup>2</sup>. Durante el invierno dobla su tamaño por la gran cantidad de hielo marino que se forma



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



en su periferia; más del 95% de la Antártica está cubierta de hielo, conteniendo cerca del 90% de toda el agua dulce del mundo. En efecto, debido a las condiciones extremas, especiales y únicas de la Antártida aún hay mucho por descubrir en términos de fenómenos climáticos, nuevas especies vivas, y recursos naturales, entre otros, que lo hacen tan interesante para la comunidad científica y los gobiernos. Así, desarrollar investigaciones en la Antártica resulta una gran oportunidad nacional para encontrar soluciones a problemas de salud pública, nutrición y generar soluciones para el agro y la industria, tanto a nivel de país, como para la humanidad.

Desde la adhesión de Colombia al Tratado Antártico (Ley 67 de 1988), la CCO ha trabajado en la planeación de los programas y proyectos de Colombia en el Continente Antártico, para lo cual creó el Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos - CTN AA, como insumo técnico para coordinar actividades logísticas y científicas, así como la estructuración de la Agenda Científica Antártica de Colombia 2014- 2035, según la labor asignada por el gobierno nacional (Decreto 1690, 1990).



Figura 1 NASA Armstrong Fact Sheet: Helios Prototype. Fuente: NASA. (2014). NASA Armstrong Fact Sheet: Helios Prototype. 2016, de NASA Sitio web:<https://www.nasa.gov/centers/armstrong/news/FactSheets/FS-068-DFRC.html>

De acuerdo con la necesidad de la energía eólica que es una de las formas de energía más antiguas usadas por la humanidad. Desde el principio de los tiempos, los hombres utilizaban los molinos de viento para moler cereales o bombear agua. Con la llegada de la electricidad, a finales del siglo XIX los primeros aerogeneradores se basaron en la forma y el funcionamiento de los molinos de viento. Sin embargo, hasta hace poco tiempo la generación de electricidad a través de aerogeneradores no ha jugado un gran papel. Con la primera crisis del petróleo en los años 70, sobre todo a partir de los movimientos contra la energía nuclear en los años 80 en Europa, se despertó el interés en energías renovables. Se buscaron nuevos caminos para explotar los recursos de la Tierra tanto ecológicamente como rentables económicamente. Los aerogeneradores de aquella época eran demasiado caros, y el elevado precio de la energía que se obtenía a través de los mismos era un argumento para estar en contra de su construcción. Debido a esto, los





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



gobiernos internacionales promovieron la energía eólica en forma de programas de investigación y de subvenciones, la mayoría de las mismas aportadas por los gobiernos regionales.

El método empleado para el presente estudio se deriva de los estudios de campo realizados con la Fuerza Aérea Argentina y su departamento de energías renovables, basados en las condiciones extremas y eficiencia eléctrica en el área a ser empleado el generador.

Los altos costes de generación de electricidad a partir del viento se redujeron considerablemente en 1981 al 50% con el desarrollo de un aerogenerador de 55 kW. Las organizaciones ecológicas consideran la energía eólica una de las fuentes de energía más económicas si incluimos los costes externos de generación de energía (por ejemplo, los daños del medio ambiente).

Los aerogeneradores modernos generan actualmente una parte importante de la energía electricidad mundial. Alemania, USA y España son los tres países con más energía eólica instalada del mundo.

Para el año 2015 la energía eólica es utilizada principalmente para producir electricidad mediante aerogeneradores, conectados a las grandes redes de distribución de energía eléctrica. Los parques eólicos construidos en tierra suponen una fuente de energía cada vez más barata, competitiva o incluso más barata en muchas regiones que otras fuentes de energía convencionales. Pequeñas instalaciones eólicas pueden, por ejemplo, proporcionar electricidad en regiones remotas y aisladas que no tienen acceso a la red eléctrica.

Colombia es un país que requiere explotar muchos campos tecnológicos como lo son las energías alternativas, las cuales en la actualidad marcan una tendencia por los beneficios al ecosistema y más aún la energía Eólica, lo que permite el desarrollo de conocimientos propios e industria en este campo, ya que comparados con el resto del mundo nos llevan demasiada ventaja en la implementación de este tipo de energía alternativa manejándola a muy grandes escalas en la industria y con muy excelentes resultados frente al medio ambiente y economía, resaltando países de Suramérica tales como Argentina país el cual está impulsando el desarrollo de esta energía mediante las organizaciones estatales como; ADI-NQN (agencia de desarrollo de inversiones del Neuquen ) y el INVAP( Investigaciones Aplicadas) .Es la hora de que Colombia desarrolle esta tecnología y la implemente, logrando con esto desarrollo y crecimiento industrial para el país aprovechando la ubicación geográfica de la Antártida ya que esta posee características de viento óptimas para el empleo de la energía Eólica debido a la concentración de los vientos fuertes que se reúnen allí como resultado final de su recorrido por los continentes así como la energía del sol.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### Desarrollo de la ponencia

La FAC presento en el 2015 un proyecto para el empleo de energía Eólica en la futura base de Colombia en la Antártida con el fin de generar desarrollo en la industria colombiana de este tipo de energía y cumplir con los tratados ambientales del continente blanco.

En el estudio de campo se analizaron las pérdidas de electricidad que tiene la base MARAMBIO y se pueden mejorar para la futura base Colombiana como lo son los consumos innecesarios de electricidad para descongelar las tuberías de aguas residuales.

El agua que se emplea para el consumo se extrae de una laguna mediante una bomba de agua que va conectada a un tanque y este es arrastrado por un tractor, el agua del lago es retenida por una barrera de tierra y se emplean unos tubos sellados con combustible en su parte interior, cuando el combustible se enfría en la parte superior este recorre hacia la parte inferior y mantiene congeladas las paredes del lago. En invierno se emplea gas para derretir nieve y emplear esta para el consumo incrementándose ya sea el consumo de gas o electricidad.

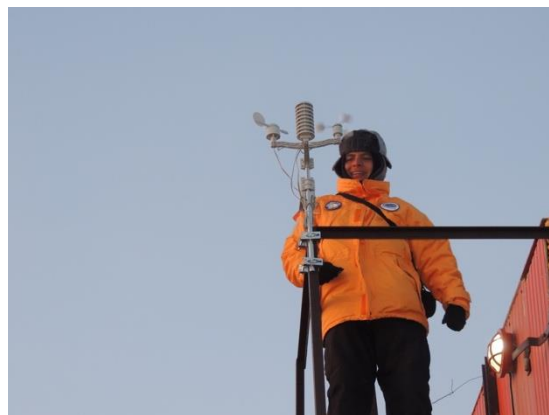


Figura 2. Estación Meteorológica Colombiana instalada en base MARAMBIO Fuerza Aérea Argentina. Fuente: TE.CESAR JIMENEZ LOZANO FAC.

Se realizó la verificación de la dotación eléctrica, para lo cual se emplean tres plantas marca CATERPILAR que produce cada una 410 KW y se emplean de manera alternada y sincronizada alimentadas por combustible GAS OIL o combustible antártico consumiéndose 50 litros de combustible por hora de operación para una dotación de 100 personas entre dotación y científicos.

Para la construcción de cualquier estructura esta se hace por encima de 1,20 metros ya que cuando hay ventiscas la nieve pasa a través de la estructura es decir por encima y por



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



debajo sin formar lo que se denomina sombra de nieve, además es muy importante resaltar que no se emplea concreto para fundir bases si no agua y tierra ya que la característica del suelo es permafrost es decir una mezcla de tierra con hielo la cual es blanda en el verano y en el invierno es tan dura que toca taladrar para abrir un agujero.

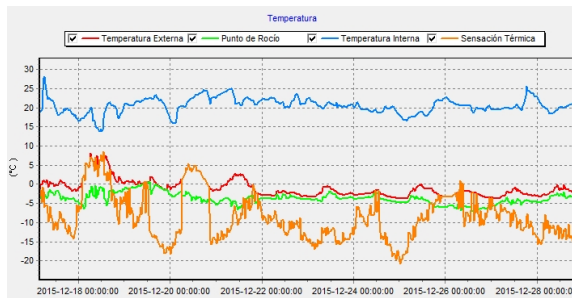


Figura 3. Grafica de Temperatura máx. -21°C y mínima 8°C sensación

térmica línea color naranja. Fuente: TE.CESAR JIMENEZ LOZANO FAC

Para la implementación de la turbina Eólica es muy favorable habiendo condiciones de viento con velocidades de 65Km/h, se obtuvo temperatura máxima de -21°C haciéndose necesario implementación de materiales aislantes para el hábitat antártico y disminuir consumos de electricidad para calefacción interna y de cañerías y lograr sobrevivir con energía alternativa.

### Logística del hábitat Antártico

En el estudio de campo se analizaron las pérdidas de electricidad que tiene la base MARAMBIO y se pueden mejorar para la futura base Colombiana como son los consumos innecesarios de electricidad para descongelar las cañerías de aguas negras, las cuales están aisladas con cajas de empaques tetra pack recubiertas con resistencias eléctricas, por el contrario se recomiendan usar cañerías aisladas con poliuretano para de esta manera no emplear electricidad sino un material aislante. Se emplea electricidad para calentar el tanque de aguas negras y de esta manera mantener vivas bacterias que descomponen esta agua, pero se puede emplear menos electricidad con un aislamiento en poliuretano alrededor del tanque y así optimizar el gasto de la misma.

El agua que se emplea para el consumo se extrae de una laguna mediante una bomba de agua que va conectada a un tanque y este es arrastrado por un tractor, el agua del lago es retenida por una barrera de tierra y se emplean unos tubos sellados con combustible en su parte interior, cuando el combustible se enfría en la parte superior este recorre hacia la parte inferior y mantiene congeladas las paredes del lago.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Figura 4. Sistema de barras enfriadoras para laguna. v Fuente: TE, JIMENEZ LOZANO CESAR FAC.

En invierno se emplea gas para derretir nieve y emplear esta para el consumo incrementándose ya sea el consumo de gas o electricidad.

Para la construcción de cualquier estructura esta se hace por encima de 1,20 metros ya que cuando hay ventiscas la nieve pasa a través de la estructura es decir por encima y por debajo sin formar lo que se denomina sombra de nieve, además es muy importante resaltar que no se emplea concreto para fundir bases si no agua y tierra ya que la característica del suelo es permafrost es decir una mezcla de tierra con hielo la cual es blanda en el verano y en el invierno es tan dura que toca taladrar para abrir un agujero.

### Conclusión

Es de gran importancia tener todos los detalles de consumos eléctricos antes descritos para la implementación de una base temporal y así poder optimizar el consumo eléctrico y lograr ser autosostenible con energías alternativas y así cuidar el medio ambiente Antártico y cumplir con los protocolos ambientales.

### Recomendaciones

- Optimizar consumo eléctrico, para la implementación del refugio antártico.
- Realizar un planeamiento preciso de logística de herramientas, equipos y víveres para lograr sobrevivir a una temporada deseada.
- Planear el desplazamiento del personal y carga desde Colombia minuciosamente.
- Tener preparada la logística alterna para alguna eventualidad energética o médica.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



- Tener la posibilidad de emplear una aeronave mediana tipo AC-47 para desplazamientos con personal de investigadores a otras bases, abastecimientos de víveres y eventualidades médicas de ser posible.

### Referencias

AMMONIT. (2016). Breve historia de la energía eólica. 2016, de ammonit sitio web: <http://www.ammonit.com/es/informacion-eolica/energia-eolica>.

NASA. (2014). Nasa armstrong fact sheet: helios prototype. 2016, de nasa sitio web: <https://www.nasa.gov/centers/armstrong/news/factsheets/fs-068-dfrc.html>.

SWANSON. (2009). Photovoltaics power up. 2008, de science 324 sitio web: [http://phys.iit.edu/~segre/phys100/science\\_2009\\_324\\_891.pdf](http://phys.iit.edu/~segre/phys100/science_2009_324_891.pdf).



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## 2. LA ALINEACIÓN DEL SECTOR AERONÁUTICO MILITAR COLOMBIANO CON EL SISTEMA OTAN Y SU EFECTO SOBRE LAS OPERACIONES

Jeisson Leonardo Luján Sabogal - Especialización en Logística Aeronáutica

Datos de contacto: jeisson.lujan@fac.mil.co

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios.

Ejes Temático: Soporte y sistemas de gestión

### Resumen

El desarrollo de operaciones aeronáuticas en el sector militar nacional son claves para el sostenimiento de la soberanía y consolidación de la paz. Sin embargo, con el fin de garantizar una adecuada ejecución y uso eficiente de los recursos, se requiere mejorar el nivel de interoperabilidad y estandarización entre los diferentes equipos que son empleados por la Fuerza Pública. En esta ponencia, se presentará el avance que en materia de estandarización viene adelantando el país con el sistema de catalogación de la OTAN y su implicación al interior del sector Defensa.

### Objetivo general

Analizar el efecto que se puede producir por la adopción del sistema de catalogación de la OTAN en la operación militar aeronáutica del país.

### Objetivos específicos

- Revisar los antecedentes de la estandarización en el sector defensa en Colombia.
- Analizar el contexto de estandarización de la OTAN.
- Revisar la interoperabilidad en las operaciones militares aéreas empleando el catálogo OTAN.

### Marco de referencia

Se presenta el avance de una investigación de tipo documental que describe el avance del sector militar aeronáutico colombiano en temas de estandarización desde el año 2.000 y en especial con la Organización del Tratado Atlántico Norte.

Para el desarrollo de esta ponencia, se analizaron los siguientes referentes:

- El impacto del Plan Colombia en la adquisición de bienes y servicios y su evolución.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



- Revisiones de expertos sobre temas OTAN – Colombia y casos de desarrollo industrial en países de la Alianza.
- Proyección y avance trabajo Grupo de Catalogación – MDN
- Aplicaciones a nivel logístico y concepto estratégico OTAN.

El Estado colombiano en su lucha por combatir la insurgencia (que incluso ha llevado a traspasar los límites fronterizos, Britto, 2009), erradicar el narcotráfico que ha persistido por más de dos décadas, Kenney (2002), Part four: The Americas (2001), mejorar la planeación de las adquisiciones y hacer un uso más eficiente de los recursos disponibles teniendo en cuenta los efectos que tiene la inversión que se realiza para el sector defensa (Grautoff & Chavarro, 2009) ha venido desarrollando desde la década del noventa esfuerzos por unificar la adquisición del material logístico necesario para desarrollar las operaciones militares. A nivel nacional, antes de 1.995 cada una de las Fuerzas venía creando especificaciones técnicas con las cuales definían sus características de calidad mínimas para cada elemento que necesitaban. Sin embargo, estas especificaciones eran demasiado amplias en su descripción de requisitos, lo cual permitía la posibilidad de realizar contrataciones con grados de incertidumbre altos por la calidad de los bienes o servicios que se podían recibir. Para este año, con miras a reducir estos riesgos asociados a la calidad, se tomó la decisión de crear en el Ministerio de Defensa el Grupo de Investigación y Normalización, el cual para el año 2.014 se ha convertido en la Subdirección de Normas Técnicas. Este grupo inició sus labores con la misión de normalizar aquellos elementos de intendencia y armamento que hacen parte de la operación normal de la tropa y con principios, entre otros, de asegurar mayores niveles de calidad y de esta manera mejorar la calidad de vida de los hombres que componen la Fuerza Pública al igual que garantizar una mejor inversión de los recursos asignados para la adquisición de los mismos.

Más adelante, en 1.998 con la entrada del apoyo del gobierno de Estados Unidos con el “Plan Colombia”, By, (2000) y Petras (2001), a pesar de la percepción de los países vecinos como por ejemplo Brasil (Martins, 2005), Ecuador y Perú (Mendel, 2001) y con el objetivo de combatir el narcotráfico, se promovió un cambio de enfoque en la organización militar y como consecuencia de ello se aumentó la adquisición de las necesidades basado en el empleo de las normas técnicas del Departamento de Defensa de EE.UU conocidas como normas MIL-STD dada la necesidad de acuerdo entre las partes para la recepción de elementos provenientes de ese país y en general de otros mercados a raíz de la apertura económica del país.

Con el uso de estas normas, se amplió el universo de elementos, logrando para el caso del sector aeronáutico contar con documentos técnicos para la adquisición de



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



armamento, combustible, componentes estructurales, sistemas de frenado y sus componentes, hélices, componentes para sistemas hidráulicos, anti congelamiento, presurización, equipo terrestre de apoyo, repuestos, accesorios, entre otros.

Así mismo, las recientes necesidades de ampliar y fortalecer la capacidad operativa, ha generado la adquisición de nuevas aeronaves como el C-295 (MENA Report, 2012), la adquisición de servicios programados y no programados para el sostenimiento de la flota de Black Hawk del Ejército, así como la ampliación del servicio en el país (Defense & Aerospace, 2012 y Roosevelt, 2012), Sistemas FLIR (Defense daily, 2009), entre otros. Es de resaltar que como lo señala Haddick (2010), Colombia opera la tercera flota de helicópteros más grande del mundo en atención a las condiciones geográficas montañosas y selváticas predominantes y la necesidad de desplegar la tropa en este ambiente.

Si bien con este catálogo de normas, las Fuerzas han tenido éxito para el desarrollo de su operación, también es cierto que el esfuerzo realizado necesita aumentar su alcance ya que en la actualidad no se tiene un sistema integrado de información y a nivel político los líderes civiles que trabajan para el sector requieren de fortalecer aún más su conocimiento sobre los asuntos de defensa (Pion-Berlin, (2005)). Sobre esta idea, y con el fin de lograr este objetivo, se creó en el Ministerio de Defensa el Grupo de Sinergia Logística con los preceptos de implementar y mantener en un sistema integrado de información, los procesos logísticos, financieros y de mantenimiento del sector defensa (Fuerzas Militares y Policía Nacional), utilizando una plataforma informática común, con el propósito de maximizar los resultados operacionales.

Posterior a la creación de este grupo, se tomó igualmente la decisión de crear mediante el Decreto 4890 de 2.011 la Dirección Logística del Ministerio de Defensa, con la idea que esta dependencia sea la cabeza para la implementación de las directrices, políticas y lineamientos que en materia de logística deben seguir las Fuerzas con el fin de mantener una misma alineación y mejorar el intercambio de información entre las Fuerzas, empleando el sistema de información SAP, (Gutierrez & Casas, 2010). Quiere decir esto que con esta decisión se busca corregir el hecho que cada una de las Fuerzas viniera tomando sus decisiones logísticas sin tener en cuenta un principio de unidad. Esto se puede apreciar con la plataforma de comunicaciones de las Fuerzas Militares y la de la Policía Nacional. Al tenerse diferentes plataformas se presentaban casos en los cuales por falta de comunicación en el área de combate se presentaban bajas en las tropas por fuego amigo ya que al no contar con comunicaciones estandarizadas no se tenía claridad de quién se encontraba en cuál punto, lo que dejaba sin otra opción a quién se encontraba del otro lado de atacar, produciéndose muertes por esta causa.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Por otra parte, la participación de la Fuerza Aérea en ejercicios militares tales como Red Flag (Ybarra, 2012, Waters, 2012), Cruzex Flight o Maple Flag, entre otros, es una muestra de cómo la necesidad de contar con una aviación preparada para desarrollar operaciones a nivel regional conlleva a retos en el interior para garantizar una plena interoperabilidad con aviaciones de otros países. Es allí donde se empiezan a ver los efectos de no contar con un catálogo común de elementos para la operación aérea lo que hace tener que adquirir elementos que probablemente se tienen, pero por su mala clasificación en un sistema de información no pueden hacerse visibles, o que en otro caso, se tienen pero por no encontrarse denominados con una nomenclatura estándar, no pueden ser adquiridos.

Esto es parte de ese reto que tiene el sector para armonizar sus elementos logísticos. Se debe pensar que ante la finalización de conflicto interno, se debe lograr el nivel de alistamiento necesario para el desarrollo de operaciones aéreas con países de la región ante eventuales tensiones o enfrentamientos. Las Fuerzas disponen del personal y recursos técnicos para dar respuesta a esta necesidad. La mayor dificultad se centra en la generación de cambios culturales al interior de la organización y es allí donde el compartir una visión de una Organización multinacional como la OTAN puede colaborar para dar ese salto.

Dentro de ese cambio cultural, se puede apreciar el crecimiento que ha tenido la investigación académica en el tema de Logística en Defensa. De acuerdo con Yoho & Tatham (2013), en su análisis plantean en un ejercicio realizado sobre la búsqueda de Revistas indexadas con cuatro o más artículos relacionados con las palabras clave *defense logistics*, *military logistics* o *defence logistics* desde 1.952 a 2.010, arrojando los siguientes datos que se presentan en la tabla 1. El ejercicio arrojó resultados de 276 artículos relacionados distribuidos en las revistas especializadas de la tabla en ese período.

Tabla 1. Número de artículos relacionados en revistas indexadas con el tema *Defense Logistics* o similares de 1.952 a 2.010.

Journal name	Number of articles
<i>Air Force Journal of Logistics</i>	65
<i>Management Science</i>	15
<i>Military Medicine</i>	14
<i>Parameters</i>	11
<i>International Journal of Physical Distribution &amp; Logistics Management</i>	10
<i>Journal of Business Logistics</i>	10
<i>Journal of the Operational Research Society</i>	9
<i>Public Administration Review</i>	8
<i>Journal of Public Procurement</i>	7
<i>Journal of Government Financial Management</i>	7
<i>National Contract Management Journal</i>	5
<i>IIE Transactions</i>	4
<i>Interfaces</i>	4
<i>Operations Research</i>	4
<i>The Journal of Military History</i>	4



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Fuente: Yoho & Tatham (2013).

### Desarrollo de la ponencia

#### LA OTAN Y COLOMBIA

Mientras el país viene históricamente cambiando su enfoque para realizar las adquisiciones con el uso de herramientas tecnológicas (Manufacturing Close-up, 2014) y ha iniciado un nuevo proceso de armonización para facilitar las mismas para la Defensa; desde Bruselas, Bélgica, sede principal de la OTAN, se ha venido desarrollando un nuevo marco para la logística, el cual es planteado por Korecki & Málek, (2008), en las siguientes líneas:

“El Siglo XXI definió nuevos retos hacia los requerimientos militares en logística con una lógica OTAN integrada, ágil, desplegable, proactiva, global, maniobrable, precisa, coherente y de distribución integral.

No hay opción; las Fuerzas de hoy deben constantemente volverse más inteligentes, rápidas y mejorar su sostenibilidad y movilidad global. Esta ha sido una razón de la transformación de la Alianza”. (Trad. Autor).

Este enfoque planteado y que ha sido afianzado a través del uso de la estandarización como mecanismo para promover la interoperabilidad, (NATO Standardisation Conference, 2008) es lo que se ha sumado al enfoque estratégico de la OTAN a partir del año 2.010 (Ian, 2011) para el despliegue logístico global.

Aunque es cierto que como lo plantea Ramírez (2010), dentro de sus conclusiones, indicando que el concepto estratégico tiene algunas limitantes que necesitan ser abordadas tales como analizar los límites de crecimiento de las operaciones de la Organización en el mundo, evitar la duplicidad en la asignación de roles o determinar de manera más precisa el tipo de amenaza que se va a enfrentar, o Argumosa (2010) en sus consideraciones sobre el futuro de la organización, es también importante destacar que la visión de la logística OTAN vista como integral, precisa, ágil y oportuna debe ser lo que prime con el ánimo de hacer el esfuerzo militar sostenible en el tiempo, lo cual no debe ser sólo la política de esta Organización sino la de Colombia también.

Como evidencia del concepto logístico mencionado anteriormente y que se relaciona en el manual de logística de la Organización (NATO, 2012) está lo planteado por Colom (2014) en sus líneas introductorias hacia la gestión integral de crisis quien manifiesta:



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



“Hoy en día es difícil hallar una sola operación de asistencia humanitaria, gestión de crisis, estabilización posconflicto o construcción nacional que no se desarrolle en un marco multinacional, en la que no participen numerosas agencias u organizaciones o no requiera emplear abundantes herramientas de tipo político, diplomático, económico, humanitario, policial o militar.”

En concordancia con estas ideas se encuentra la problemática del país en un momento en el que las políticas de crecimiento y la necesidad de hacer más eficientes las adquisiciones y las operaciones militares colombianas, convergen en un momento clave para la transformación del panorama con miras al post-conflicto. De allí la importancia de ampliar el alcance en términos de estandarización, pasando de adquirir elementos con especificaciones técnicas en el caso del sector militar aeronáutico con esquemas de identificación como los National Stock Number (NSN) de los Estados Unidos, a uno más amplio como los NATO Stock Number (NSN) empleados por 28 Naciones miembro y 36 Naciones No-OTAN apadrinadas.

El uso de estos NSN ha sido clave para entender la visión que tienen los Estados Unidos acerca del reto que se han propuesto para el siglo XXI y que Moseley (2005, p 199) lo plantea de la siguiente forma:

“Estamos trabajando en la integración de nuestras operaciones para llevar todos esos sistemas y personal con nuestros aliados conjuntos y co-aliados en la batalla por el espacio. Esto involucra múltiples niveles de integración; integración en el componente aéreo; integración a través de la comunidad conjunta e integración con nuestros aliados y amigos” (Trad. Autor).

Se aprecia como la importancia del despliegue conjunto y la integración multinivel es clave para plantear esta meta ambiciosa. Aunque en el caso colombiano se tiene una brecha en este aspecto, es positivo resaltar el avance que se ha iniciado con el compromiso desde el más alto nivel, Tase (2013). Para tal fin, y con base en los datos obtenidos del Grupo de Catalogación del Ministerio de Defensa Nacional, se presentarán unos datos relacionados con la Catalogación OTAN y su alcance a nivel nacional:

En términos de dimensión de la labor realizada por el comité AC/135, quién es el encargado de la catalogación para la OTAN y de acuerdo con las cifras emitidas por la Dirección General de Armamento y Material Española se tiene consolidado para el año 2.013 un catálogo con más de 17 millones de artículos de abastecimiento militar, 2.4 millones de empresas u organismos inscritos y 100 millones de transacciones realizadas empleando este sistema (Ver Figura 1).



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Con esas cifras se puede apreciar como la misión de ese comité, quien por definición es el encargado de ser la referencia global para la identificación de material, y la llave que permite sostener a la OTAN en la interoperabilidad multinacional y armonización de los sistemas logísticos, se ha venido desarrollando a través del tiempo con el aumento de nuevos actores o países. Es decir, cada vez más Estados ven como la suma de esfuerzos de varias naciones para mejorar sus industrias locales, contar con artículos de mejor nivel a un menor costo de desarrollo, o empleando elementos que son de común aceptación por otros países, resulta clave para invertir sus recursos apropiadamente y para su crecimiento en el escenario internacional.

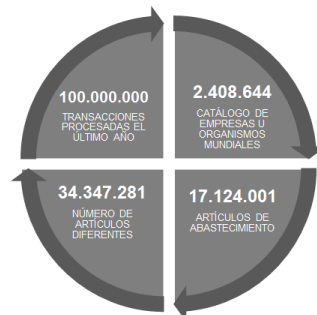


Figura 1. Cifras globales sistema Catalogación OTAN. Fuente: Presentación Sistema OTAN Catalogación, Dir. General Armamento y Material de España (2.014).

En cuanto a los niveles de estandarización que este comité ha definido según su nivel de catalogación y que se encuentran contemplados en el manual de codificación NATO ACod-P1 se tiene lo siguiente:

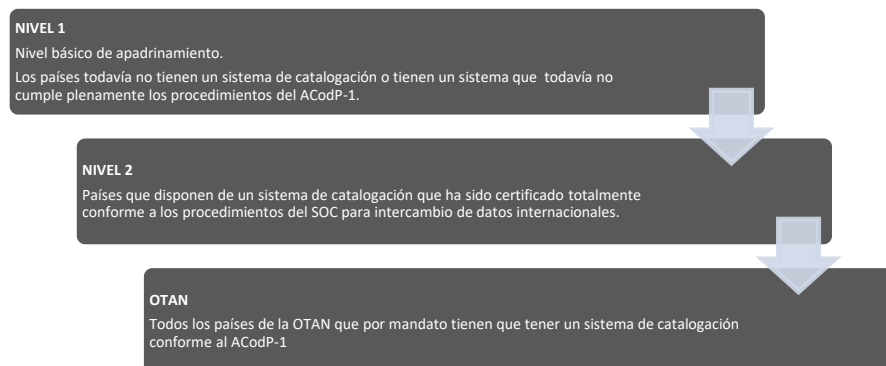


Figura 2. Sistema OTAN de Catalogación (SOC). Niveles de catalogación. Fuente: Manual OTAN ACod-P1

De acuerdo con la ilustración anterior, Colombia en la actualidad se encuentra en el nivel 1. Es decir, se encuentra en el proceso de alineación con los mandatos del ACod-P1. En





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



materia organizacional, al país se le ha asignado el código YC-80 y el primer código que suscribió al sistema fue para la chaqueta de cuero de la Fuerza Aérea Colombiana. Sobre este aspecto, Colombia requiere alcanzar el siguiente nivel, el cual será el máximo al que podrá llegar, ya que no puede optar por ser nación miembro de la OTAN. A 2.012, solamente Brasil y Australia son las únicas naciones del mundo nivel 2. En América Latina, Argentina y Chile tienen nivel 1 de codificación, sumándose Colombia a este grupo.

Pero antes de continuar hacia otros temas, es preciso establecer una terminología sobre la cual se basa la catalogación OTAN. En primer lugar, la catalogación está definida como el sistema fundamental por el que se establece un único lenguaje de abastecimiento para identificar, clasificar, numerar, registrar las fuentes de producción y mantener el fichero de artículos de abastecimiento para proveer una herramienta de gestión logística.

En el caso de esta organización, la define como el conjunto de actividades y procedimientos que permiten la identificación, clasificación y numeración de los Artículos de Abastecimiento de los países OTAN, teniendo como fin el establecimiento de un lenguaje único, sobre el concepto “un artículo-un número”. Así mismo, incluye el mantenimiento de los ficheros y el suministro de los datos de actualización a todos los países registrados como usuarios de los respectivos artículos.

Por otra parte, el número de catálogo OTAN es aquel asignado por una Oficina Nacional de Catalogación (ONC) a una identificación aprobada de un artículo. Para el caso colombiano, la ONC es el Grupo de Catalogación del Ministerio de Defensa.

En materia aeronáutica en Colombia, gracias a la tradición de adquisición con los códigos de identificación de los Estados Unidos y que éste hace parte de las naciones miembro de la OTAN aportando al catálogo cerca de 900.000 artículos de abastecimiento, solamente en el caso de los elementos extranjeros adquiridos por España (Ver gráfico 3), los productos aeronáuticos están armonizados con sus números de identificación, lo que representa a Colombia facilidades desde el inicio para las adquisiciones con otras naciones de esta Organización de este tipo de material.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



NOC's DE ORIGEN NACIONAL	
ESPAÑA	ARTÍCULOS DE ABASTECIMIENTO
	206.028
Nº de referencias: 302.306	
NOC's de ORIGEN EXTRANJERO	
PAÍS	ARTÍCULOS DE ABASTECIMIENTO
EE. UU.	897.079
FRANCIA	186.494
ALEMANIA	118.248
REINO UNIDO	75.278
ITALIA	64.394
CANADÁ	13.240
PAÍSES BAJOS	7.851
NORUEGA	5.859
RESTO	10.373
<b>TOTAL</b>	<b>1.379.666</b>
Nº de referencias: 4.766.396	

Figura 3. Catálogo Español de artículos de abastecimiento. Fuente: Presentación Sistema OTAN Catalogación, Dir. General Armamento y Material de España (2.014).

Derivado del sistema de catalogación NATO (NCS, por sus siglas en inglés), se desarrolló un sistema estándar (Business Editors, 2001) que simplifica el comercio electrónico con especificaciones técnicas de productos actualizables en tiempo real y que pueden ser consultadas en múltiples aplicaciones electrónicas establecido por la Electronic Commerce Code Management Association (ECCMA). Esto constituye otra ventaja para el país en el momento de la realización de adquisiciones en el mercado internacional porque le permitirá tener información detallada de los artículos y su disponibilidad desde cualquier medio de consulta electrónico.

Pero adicional a esta oportunidad, se presenta otro ejemplo de cómo el trabajo con base en preceptos de interoperabilidad y mediante el uso de comunicaciones y sistemas de información avanzados, puede desarrollar la industria de un país y posicionarla como una industria reconocida en el escenario mundial; este es el caso de Turquía como lo describe Ackerman (2010). Su desarrollo realizado con su industria local le ha permitido introducir productos militares en áreas clave como plataformas navales, terrestres y sistemas de comando y control. Desde esta perspectiva, las empresas relacionadas con el sector defensa colombiano podrán ser actores importantes en el desarrollo de productos de abastecimiento exportables a los países que manejan el catálogo. Es necesaria la intervención de la industria en este aspecto con el fin de evitar los efectos que sufrió durante la época de los noventa como efecto de la desindustrialización causada por no encontrarse preparada para recibir la apertura económica de ese momento, Gil & Lemus (2012, p 15).



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



Continuando con la línea de oportunidades que se presentan como beneficio adicional no sólo para el sector aeronáutico militar del país, sino en general para el sector defensa, está el hecho que al realizar una pronta migración al catálogo codificado, se puede transformar la forma de las adquisiciones llevándolas a un nivel de contratación de la logística basado en desempeño (Glas, Hofmann & Eßig, 2013). De acuerdo con los autores y haciendo una breve explicación de sus ideas, este tipo de logística basada en desempeño básicamente busca satisfacer la necesidad de una Fuerza y pagar únicamente por el desempeño que se busca para lograr el objetivo o lo que se denomina “misión exitosa / cumplida”. Como se evidencia, el factor clave en este tipo de filosofía no es el de asegurar tener inventarios, repuestos o servicios, por el contrario busca desarrollar proveedores que garanticen no solamente la disponibilidad de estos elementos sino que el factor de desempeño buscado consistirá en asegurar la disponibilidad en cualquier momento de los sistemas, subsistemas o suministros cuando sea requerido y reconociendo a este proveedor un valor agregado por permitir tener el alistamiento operacional o conducir la operación de manera exitosa. La perspectiva entonces cambia porque el proveedor será quien deba asegurar los medios necesarios para garantizar la necesidad de desempeño del contratante y éste por su parte podrá centrar sus esfuerzos en la planeación de las operaciones.

Como se puede inferir del párrafo anterior, este nivel de conceptualización de la logística es clave para la organización militar. Por ello, es necesario comprender sobre el alcance del esquema del catálogo en cuanto a las opciones que le brinda el sector para facilitar la estandarización de productos. Estos se pueden apreciar en el gráfico 4, el cual es tomado de la presentación realizada por la Subdirección de Normas Técnicas en el mes de Abril de 2.014 en su labor de difusión hacia las Fuerzas y quién es en la actualidad la encargada a través de su Grupo de Catalogación:





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Figura 4. Alcance Sistema OTAN Catalogación. Fuente: Presentación Subdirección Normas Técnicas Ministerio de Defensa (2.014).

De esta ilustración se evidencia que el universo de catalogación permite atacar siete elementos claves de la logística tales como son compras, inventarios, repuestos, mantenimiento, transporte, configuración y baja y liquidación. Este tipo de alcance le permitirá al sector defensa, mejorar ampliamente sus niveles de alistamiento al tiempo que al ser llevado en una forma adecuada, por ejemplo, involucrando el uso de ciencias “duras” como la investigación de operaciones y el modelado computacional con ciencias “blandas” como la economía (Martin, Syntetos, Parodi, Polychronakis, & Pintelon, 2010) permite el desarrollo de operaciones con niveles de precisión logísticos más elevados al disponer de información actualizada a nivel de todo el sector y con la característica fundamental de interoperabilidad.

#### INTEROPERABILIDAD EN LAS OPERACIONES MILITARES

Al hacer referencia a la interoperabilidad, se puede evidenciar que la OTAN ha sido históricamente pionera en esta área emitiendo estándares para la unificación de los artículos de abastecimiento empleados por la tropa o también en trabajos en la rama de ingeniería (Knellinger, 2008). Como lo plantean Waal & Buys (2007) y luego ejemplarizado por Kenyon, (2008) con una aplicación estándar XML empleada por diferentes naciones para generar escenarios comunes de operación marina, terrestre y aérea, la interoperabilidad resulta del grado de adaptabilidad de la configuración de un sistema con los parámetros de desempeño (en este caso, estándares). O como lo plantea Van (2013), en la definición atribuida por la OTAN estableciéndola como “la habilidad para operar en sinergia en la ejecución de las tareas asignadas” (p 50).

Esto en el contexto de operación militar se puede ejemplarizar con el siguiente esquema propuesto por Smal, (2012) acerca de los pasos necesarios en el nivel de mantenimiento de la organización para esta labor, con propósitos de interoperabilidad:

- Doctrina militar de mantenimiento para equipos y sistemas de armamento (Reparación rápida del elemento para retornarlo de esa forma al área de combate).
- Mejora en los procedimientos de evacuación de equipos afectados en batalla. (Equipos que requieren una mayor cantidad de reparaciones pero que requieren ser devueltos en un período de tiempo corto).
- Definición de organizaciones de mantenimiento (Permite el desarrollo de asistencia mutua para equipo común de las diferentes naciones).



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



- Operaciones de mantenimiento (Maximizar el potencial de la asistencia mutua de las Fuerzas).
- Estándares de mantenimiento (Desarrollo de requerimientos de estandarización necesarios para equipos genéricos)

En este esquema se puede evidenciar como una organización militar que desarrolla operaciones con preceptos de interoperabilidad, no solamente está adquiriendo una capacidad de tipo operativo, sino que a su vez está mejorando en otros aspectos como su planeación estratégica, el uso de sus instalaciones para efectuar mantenimiento (que conlleva a entrenamiento y capacitación para el personal) o despliegue estratégico oportuno, vistos como unas aplicaciones de la logística militar (Pomazalová, Korecki, & Dvorák (2010)).

Con miras al futuro cercano y después de las operaciones y lecciones aprendidas en Afganistán (Aubout, 2009), por parte de la OTAN se busca la mejora del dominio del espacio de batalla a través de sistemas aéreos no tripulados (Southcott, 2011), estándares para la operación de éstos (Wall, 2002) o su evolución a través del aumento de su flota (Seffers, 2012). Igualmente se propone la adopción de una doctrina conjunta en temas del espacio para los miembros de la alianza en este tema que involucra defensa y apoyo conjunto del espacio (Single, 2010)

Lo anterior, aplicado al contexto militar colombiano se proyecta en la capacidad de ejecutar operaciones remotamente tripuladas (Thomas, 2006) y de la iniciativa de la Fuerza Aérea por mejorar su capacidad del dominio del espacio a través del lanzamiento de satélites. Para estas actividades se encuentra la Corporación de Alta Tecnología, Guevara, 2012 apoyando el desarrollo de este tipo de proyectos.

Igualmente, la entrada del sistema de catalogación de la OTAN debe facilitar los trabajos que se están haciendo para la modernización de los Tucanos, la fabricación de las aeronaves de entrenamiento T-90 como parte de la proyección de la Fuerza, Trimble, (2012).

### **Avances grupo catalogación defensa**

Teniendo en cuenta el trabajo desarrollado por el Grupo de Catalogación del Ministerio de Defensa desde su creación en 2014, a corte julio de 2016 se presenta el reporte oficial presentado por esta Dependencia sobre el avance en catalogación con códigos OTAN, así:



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



ESPECIALIDAD	2015	2016	TOTAL
Munición (cartucho, proyectil, bomba).	4		4
Transporte Naval ( lanchas).	2		2
Comunicaciones (baterías, pilas, fuentes de alimentación).	20	1	21
Sanidad (medicamentos).	43	5	48
Alimentos (raciones y café).	25		25
Intendencia (uniformes, protección individual, menaje, banderas, lencería, ropa interior).	316	745	1061
<b>TOTAL</b>	<b>410</b>	<b>751</b>	<b>1161</b>

A esto se le debe sumar un alta de usuario de 10.600 artículos de fabricación Internacional que se han homologado para su uso por parte de las Fuerzas.

### **Conclusiones y Recomendaciones**

Es conveniente dar continuidad al esfuerzo del Gobierno para mejorar el nivel de las adquisiciones del sector defensa mediante el proyecto de catalogación, en atención a la estandarización que esta brinda y la apertura que ofrece hacia la adquisición de bienes y servicios con principios de interoperabilidad y universalidad, elementos clave para el desarrollo de operaciones con otras naciones.

El sistema de catalogación permite a las Fuerzas cambiar el enfoque en cuanto al nivel de requerimientos que son deseados para el desarrollo de sus operaciones. Propone un cambio cultural donde el concepto estratégico de la logística busca pasar de tener niveles de inventarios, repuestos o servicios en las unidades a un enfoque donde lo esencial debe ser el desarrollo de operaciones exitosas/cumplidas y que sean los contratistas los encargados de buscar los medios para que las Fuerzas se centren en la planeación adecuada de las operaciones.

Colombia en su deseo de alinearse con la organización OTAN debe continuar su trabajo con la ventaja que varios de los elementos que se emplean en la parte aeronáutica al ser adquiridos mayormente con códigos NSN de los Estados Unidos están homologados por





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



la OTAN, lo cual reduce su extensión en tiempo para completar el catálogo en este aspecto. Se esperaría que con el trabajo desarrollado por el Grupo de Catalogación del Ministerio de Defensa, Colombia pueda convertirse en un país OTAN nivel 2 en los próximos 2 a 3 años. Es decir, un país totalmente conforme a los procedimientos del SOC para intercambio de datos internacionales.

Como efecto del desarrollo de un trabajo de armonización con un sistema internacional de catalogación, se derivan amplias posibilidades al país para mejorar su nivel de calidad, facilitar desarrollo de procesos tecnológicos mediante *joint ventures* con otras naciones al tener plataformas estandarizadas, generar economías de escala, adquirir bienes y servicios con otros países, lo cual le permite ser competitivo y contar con un mercado más amplio, lo que favorece la sostenibilidad de la empresa militar en el tiempo al disminuir la dependencia con ciertos países y por otra parte facilita la administración de los recursos



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### **3. LOGÍSTICA INVERSA APLICADA A LOS ELEMENTOS AERONÁUTICOS EN PROCESO DE BAJA Y DESTINO FINAL DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**

Carlos Hoover Jiménez Ortiz - Egresado Especialización Logística Aeronáutica EPFAC

Datos de contacto: [cjimenezortiz@hotmail.com](mailto:cjimenezortiz@hotmail.com) Teléfono: 3007280875

Línea: Logística Aeronáutica y de Servicios

Ejes Temáticos: Cadena de abastecimiento

#### **Resumen**

El presente documento establece un análisis a los postulados que componen la logística inversa aplicada para el destino final de los elementos aeronáuticos dados de baja, en beneficio de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) y el desarrollo de la Industria Aeronáutica Colombiana.

La información contenida en el presente escrito proviene de la recopilación bibliográfica acerca de administración, cadena logística, logística inversa, manejo de residuos y estudio de materiales; del análisis de inventarios de los materiales dados de baja de la FAC; del estudio de las capacidades de realizar tareas de reciclados y reproceso del Comando Aéreo de Transporte Militar (CATAM) y del análisis de los materiales y posibles usos de los elementos aeronáuticos.

La investigación permite plantear una propuesta donde los recursos percibidos a través de la destinación final de los materiales aeronáuticos sean reinvertidos en el fortalecimiento de las capacidades de la Industria Aeronáutica Colombiana y a su vez disminuir el impacto ambiental que la destrucción o chatarrización de estos elementos produce.

#### **Objetivo general**

Presentar una propuesta de logística inversa para el destino final del material aeronáutico dado de baja que le permita a la Fuerza Aérea Colombiana aprovechar los recursos y fortalecer el desarrollo de la Industria Aeronáutica Nacional.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Objetivos específicos**

1. Establecer los diferentes procesos de la logística inversa en los cuales se puede aplicar la destinación final del material aeronáutico dado de baja para el aprovechamiento del mismo.
2. Identificar los materiales que se pueden extraer de los elementos aeronáuticos dados de baja que puedan ser reutilizados o reciclados.
3. Identificar los diferentes usos que se le pueden dar a los elementos aeronáuticos dados de baja, de acuerdo a su composición, dentro de los diferentes procesos aeronáuticos que se desarrollan en la Industria Aeronáutica Nacional.
4. Identificar las capacidades con las que cuenta el Comando Aéreo de Transporte Militar para recuperar, reciclar o reutilizar el material aeronáutico dado de baja para darle un uso en aprovechamiento de la Fuerza Aérea Colombiana.

### **Marco de referencia**

#### **Antecedentes**

Estrategias para la administración y mantenimiento de activos aeronáuticos al final de su vida útil. Investigación elaborada con el fin de conocer las estrategias implementadas en la administración y mantenimiento de activos aeronáuticos al final de su vida útil, por la Fuerza Aérea Colombiana específicamente dentro de la Escuela Militar de Aviación (EMAVI).

Echeverry y Corredor (2010) señalan que los activos aeronáuticos que se aproximan al final de su vida útil, en ocasiones se encuentran sin soporte directo de los fabricantes originales, bien sea por desaparición de la compañía o por fusiones; como consecuencia los componentes deben ser modificados o reparados buscando continuidad en la operación, por lo tanto dichas tareas se soportan en procesos de ingeniería inversa.

Actualmente EMAVI cuenta con secciones de ingeniería que soportan los procesos de logística inversa, desarrollando documentos conocidos como ordenes de ingeniería que establecen los pasos, procesos y personas que debe intervenir para lograr dar continuidad a la operación de los activos aeronáuticos; todo esto bajo la dirección de ingenieros capacitados en diferentes áreas de conocimiento.

Finalmente concluyen que dichas estrategias, permiten sostener la operación segura de las aeronaves, contribuyendo a la generación de doctrina sobre los problemas en la administración y en la logística empresarial (Echeverry y Corredor, 2010).



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## Marco teórico conceptual

### Logística inversa

Es un conjunto de mecanismos que gestionan el retorno de bienes a la cadena de abastecimiento después de la venta, tiene ventajas como la reducción de costos por reutilización, la responsabilidad ambiental, la protección a la salud y al medio ambiente. La logística inversa tiene cinco objetivos fundamentales, establecidos como procesos:

Proceso de adquisición. Referido a la consecución de proveedores, administración, control y compra de materias primas, envases, empaques, etiquetas y embalajes bio-amigables.

Proceso de reutilización de materiales. Proceso mediante el cual se realiza una gestión empresarial enfocada a la innovación y a la reingeniería para reutilizar el material sobrante e incluir el uso de materia prima a partir de materiales reciclados.

Proceso de reciclado. Donde se desarrollan política encaminadas a utilizar y preferir materiales reciclados o reciclables en la fabricación de nuevos productos.

Proceso de sustitución de insumos. La investigación en el área de los materiales compuestos, genera un gran espectro en la sustitución de materias primas que provean mejores propiedades a un costo económico y ecológico inferior.

Proceso de destinación final de residuos. En este proceso se estudia la tasa de materiales sobrantes, el costo del manejo de los residuos y la logística necesaria para su destinación final.

### Ingeniería de los materiales

A la hora de desarrollar un proyecto de producción deben conocerse y seleccionarse los materiales que se piensan incorporar en el diseño, incluyendo si los materiales pueden ser transformados de manera consistente en un producto, con las tolerancias dimensionales correctas y si pueden mantener la forma correcta durante el uso; si el material es compatible con otras partes de un ensamble y puede fácilmente unirse a ellas; por otro lado, considerar que pueda reciclarse fácilmente y observar si el material o su fabricación puede causar problemas ecológicos. Finalmente, si puede convertirse de manera económica en un componente útil Askeland, (1998, P.3).

Tipos de materiales. Los materiales según su composición se encuentran clasificados en cinco grupos: metales, cerámicos, polímeros, semiconductores y materiales compuestos. Cada conjunto posee propiedades de origen que definen su uso; así mismo una vez culminada la vida útil de un elemento, estas características distintivas definen su re-uso y/o destinación final.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## **Desarrollo de la Ponencia**

### **Metodología**

La metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo se compone de las siguientes fases metodológicas:

#### **Primera Fase**

Recolección de información sobre los procesos de la logística inversa aplicables a la destinación final del material aeronáutico dado de baja con el fin de darle un nuevo uso.

#### **Segunda Fase**

Análisis de los inventarios de materiales dados de baja del Comando Aéreo de Transporte Militar en los años 2010 al 2014. 5

Identificación de los materiales que componen los elementos dados de baja, caracterizando aquellos que se pueden extraer para ser reutilizados o reciclados.

#### **Tercera fase**

Entrevistas: consultas a expertos en análisis de materiales, con el fin de establecer los usos comerciales de los diferentes elementos aeronáuticos dados de baja para así determinar los diferentes usos que se le pueden dar a los elementos aeronáuticos dados de baja, de acuerdo a su composición.

#### **Cuarta fase**

Entrevistas: consultas a personal de mantenimiento del Comando Aéreo de Transporte Militar, con el fin de establecer las capacidades técnicas que tiene la unidad para la modificación y re-uso de los elementos aeronáuticos dados de baja.

### **Técnicas de recolección de información**

#### **Documental**

Se realizó la revisión del formato para el material susceptible de bajas, el cual permitió identificar los aspectos fundamentales de la logística inversa y su aplicación dentro de la institución. Los documentos examinados se refieren a los inventarios de los años 2010 al 2014, de elementos dados de baja dentro de la fuerza Aérea Colombiana, específicamente en el Comando Aéreo de Transporte Militar.

Así mismo se recolectó información referente a logística, logística inversa, residuos sólidos, ingeniería de materiales, responsabilidad social y desarrollo sostenible en diferentes textos teóricos investigados, y se analizaron antecedentes de investigaciones afines al tema, dentro de la Fuerza Aérea, en Colombia y a nivel global.

Otros documentos analizados corresponden a los manuales de procedimientos en la baja de materiales y las políticas estratégicas de la institución para la disposición final de los elementos dados de baja.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### **Entrevistas**

Se aplicaron dos formatos de entrevistas con preguntas abiertas a personal seleccionado por sus conocimientos en el tema en el Comando Aéreo de Transporte Militar y en Comando Aéreo de Mantenimiento, con el fin de aportar valiosas opiniones en relación a las capacidades técnicas que poseen las diferentes unidades de la Fuerza Aérea Colombiana, para realizar tareas de reingeniería, y acerca de la clasificación de materiales presentes en los elementos dados de baja.

### **Análisis de la información**

#### **Material de Consumo**

Se pudo apreciar que el equipo que da de baja más elementos de consumo es el C-130 Hércules aportando 470 ítems, con un porcentaje de participación del 20% de los elementos de baja.

Las categorías que producen menos bajas son las de químicos, mangueras y radios, todos ellos elementos con una vida útil superior a los 10 años; y las categorías cuyos ítems provienen de múltiples aeronaves son los conectores y los sistemas electrónicos.

Según la información del material susceptible de bajas de DICMA, la mayoría de los materiales de consumo que son desechados son abrazaderas metálicas de la categoría de conectores, discos de rotor de la categoría de sistemas mecánicos, los termocuples de la categoría de sensores, los dispositivos GPS de la categoría de sistemas electrónicos, las pilas, las baterías y las máscaras de oxígeno.

#### **Material reparable**

Se pudo determinar que los motores son los elementos que menos se dan de baja en el almacén de reparables, seguidos de los cilindros hidráulicos y las luces.

Según la información del material susceptible de bajas, la mayoría de los materiales del almacén de reparables que son desechados son antenas de la categoría de sistemas electrónicos, controles de la categoría de sensores y los indicadores de la categoría de instrumentos.

El resultado de la investigación realizada sobre logística inversa permite vislumbrar el potencial que tiene este tipo de prácticas sobre una organización, tomando como punto de partida los elementos dados de baja por la Fuerza Aérea Colombiana; a estudiar los materiales que los componen y el tipo de uso secundario que pueden ofrecer; todo esto bajo la consideración crítica y objetiva de un grupo de técnicos jefes de taller e ingenieros de materiales.





**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Según los hallazgos se proponen establecer un centro de acopio y distribución del material de baja; se realiza un análisis de decisión de localización mediante la cualificación de factores, estableciéndose los posibles lugares donde se podría ubicar el almacén con el fin de centralizar las operaciones de logística inversa de la Fuerza Aérea Colombiana. Se considera la base de CATAM por su alto tráfico de operaciones logísticas y la base de CAMAN por ser una unidad generadora de gran cantidad de elementos aeronáuticos en desuso.

<b>Factores</b>	<b>Peso</b>	<b>CATAM</b>	<b>CAMAN</b>
Accesibilidad	20	12	8
Espacio de construcción	15	5	10
Costos construcción	10	5	5
Impacto social	5	2.5	2.5
Efectividad	30	10	20
Uso de talleres	20	8	12
Total	100	42.5	57.5

Fuente: Autor

Se determina que la ubicación del centro de acopio y distribución del material dado de baja es la unidad militar de CAMAN, principalmente por el uso que se le puede dar a los materiales desde los talleres de mantenimiento existentes en la unidad y considerando que el taller de láminas ya realiza prácticas de reutilización de materiales; por su fácil acceso a la ciudad de Bogotá y el espacio para realizar construcciones.

Para el desarrollo del centro de acopio y distribución del material de baja, según la cantidad de materiales a almacenar y estableciendo las necesidades que una nueva oficina o departamento requiere para su normal funcionamiento, se hace necesario contar con la siguiente planta, equipo y mano de obra:

- Espacio para el almacén.
- Mobiliario de oficina.
- Equipos de cómputo.
- Montacarga.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



- Almacenista con manejo de SAP en gestión de materiales.

Se propone un desarrollo metodológico dentro del centro de acopio, donde se llevarán a cabo diferentes procesos de logística inversa, que a su vez estarán compuestos por pasos y estos pasos por actividades.

El reciclaje de metales puede ser llevado a cabo dentro de las unidades, o centralizado hacia CAMAN donde actualmente utilizan el proceso de fundición para reutilizar los metales de baja, los demás procesos de reciclaje deben ser llevados a cabo en plantas especializadas para el tratamiento de estos materiales.

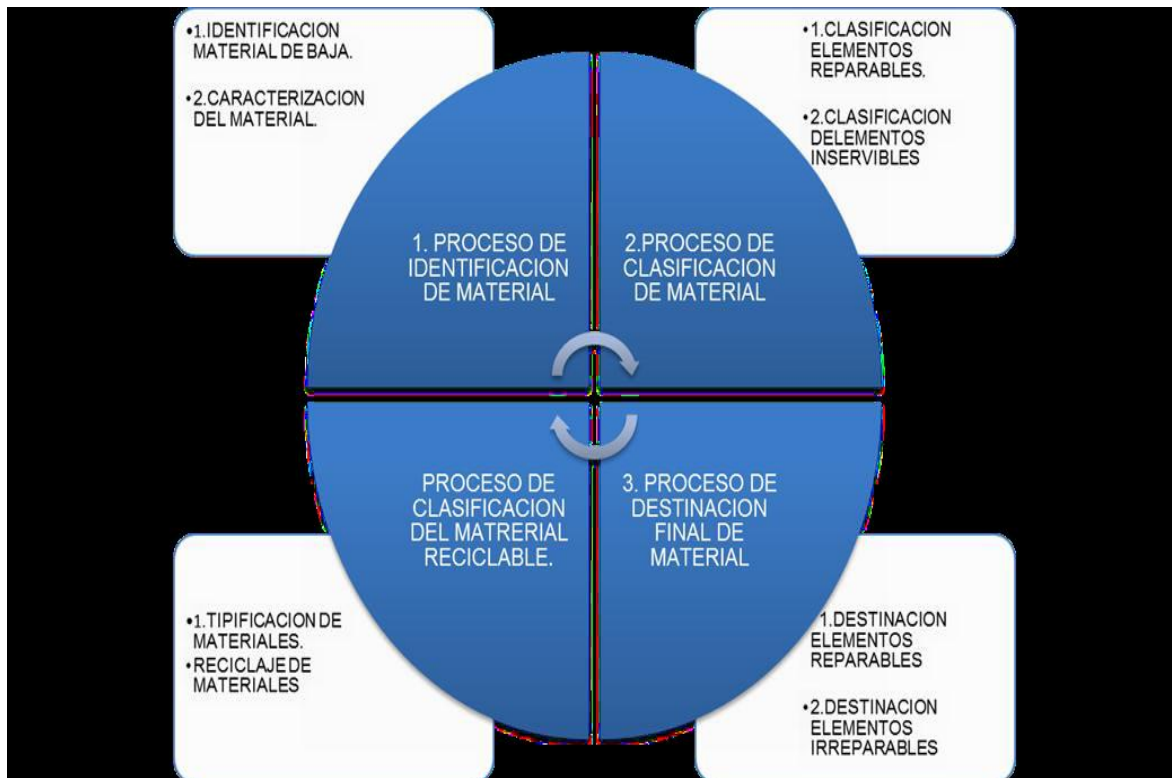
#### **Especificaciones de planta, equipo y capital humano**

**Capital humano.** Debe cumplir con el perfil requerido, con unos requisitos de tiempo en la institución y capacitación y acorde a las funciones descritas para el cumplimiento del cargo asignado.

**Recursos técnicos.** El centro de acopio planteado en la propuesta se establece en inmediaciones del Comando Aéreo de Mantenimiento de la Fuerza Aérea Colombiana, para ser administrado por cuatro almacenistas militares capacitados para la selección y clasificación en el re-uso o reciclaje de materiales aeronáuticos dados de baja.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



**Capacitación.** Se plantea utilizar el capital humano de la institución para mantener un control desde el principio en el establecimiento del centro de acopio.

Para esto se requiere capacitar el personal de almacenistas en dos áreas específicas aparte de sus habilidades básicas para ejercer el cargo; manejo del módulo SAP de gestión de materiales y capacitación en ingeniería de materiales.

### **Conclusiones**

El desarrollo de este proyecto de investigación permitió establecer una propuesta de logística inversa aplicable a todas las unidades de la Fuerza Aérea Colombiana; en la cual se propone un centro de acopio y distribución del material de baja, donde apoyados en una metodología se da un uso a los elementos diferente a la destrucción, proceso utilizado en la actualidad, reduciendo de esta manera el impacto que ejerce sobre el medio ambiente la destinación final de los materiales de baja y los costos en adquisición de repuestos.

El estudio de la ingeniería de materiales y el análisis de la información para elementos sensibles de baja de CATAM permitió identificar y clasificar los materiales que se



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



pueden extraer de los elementos aeronáuticos dados de baja, estableciendo según sus materias primas, su capacidad para ser reutilizados o reciclados.

A través de la información recopilada se pudieron establecer los diferentes procesos de la logística inversa en los cuales se puede aplicar la destinación final del material aeronáutico dado de baja logrando un impacto positivo en el medio ambiente a través del reciclaje y en la sociedad al brindar un desarrollo sostenible, reduciendo los costos en la compra de repuestos y en los tiempos de retorno de las aeronaves al no tener que esperar la importación de repuestos.

### **Recomendaciones**

Se recomienda a CATAM que la información recolectada sea tenida en cuenta para mejorar los aspectos de logística inversa que pueden llegar a influir en la disminución en la compra de repuestos y el tiempo de retorno de las aeronaves, implementando alguna de las soluciones que se encuentran en este proyecto.

Siendo el metal el material que más da de baja la institución y teniendo el registro histórico de que CAMAN reutiliza este elemento; es totalmente factible que todas las unidades de la Fuerza Aérea Colombiana puedan incluir este proceso de logística inversa dentro de sus opciones para la destinación final de los repuestos en desuso.

### **Referencias**

Askeland, Donald R. (1998). Ciencia e ingeniería de los materiales. S.L.: Thompson. COLOMBIA. FUERZA AEREA COLOMBIANA. (2012). Formato para el material susceptible de bajas. Bogotá: Escuadrón Abastecimientos Aeronáuticos.

DICMA (2012). Formato para material susceptible a baja 2012. Bogotá: Comando Aéreo de Transporte Militar – GRUTE.

Echeverri, Luis E., Corredor, Carlos. (2010). Estrategias para la administración y mantenimiento de activos aeronáuticos al final de su vida útil. Escuela Militar de Aviación. Santiago de Cali: Fuerza Aérea Colombiana.

Modelos de Gestión Logística. (2009). UMNG. Programa de administración de empresas-

Asignatura de logística. Bogotá: Facultad de ciencias económicas.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



#### **4. IMPORTANCIA DE UN PATIO DE CONTENEDORES – PUERTO SECO EN LA SUBREGION DEL ALTIPLANO DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO**

Nombres y Apellidos: Sebastián Ceballos Uribe – Silvia Liliana Ceballos Ramírez  
Filiación institucional del autor: Universidad Católica de Oriente- Grupo de Investigación FACEA.

Datos de contacto: Correo electrónico y teléfono

Sebastián Ceballos Uribe – scebалlos@uco.edu.co – 3006175257

Silvia Liliana Ceballos Ramírez – lcebалlos@uco.edu.co – 3113846734

Línea: logística Aeronáutica

Ejes Temáticos: Sistemas de transporte

##### **Resumen**

En este ítem, con una extensión de máximo de 20 renglones, 230, palabras se debe presentar de manera general cómo se desarrolla la ponencia temáticamente. El Oriente Antioqueño ofrece una serie de actividades productivas, las cuales están inmersas en un contexto de ventajas comparativas como los recursos naturales, especialmente el agua; la ubicación geográfica para desarrollar actividades agrícolas, pecuarias, agroindustriales, industriales, de servicios; adicionalmente posee un potencial turístico de gran importancia y le apunta a las exportaciones como uno de los renglones a fortalecer, para ello se han establecido proyectos como la ampliación del aeropuerto internacional que pretende influenciar fuertemente la balanza hacia los mercados internacionales. Frente al dinamismo de la región en el movimiento de carga y los sobrecostos que se generan al recoger el contenedor en Caldas, surge la pregunta es factible contar con un patio de contenedores y un puerto seco en el Oriente Antioqueño – Subregión: altiplano? La investigación fue mixta, con elementos cualitativos y cuantitativos y de tipo concluyente, el método de investigación analítico. El estudio muestra la necesidad que tiene la región de contar con un patio de contenedores o puerto seco, que permita disminuir costos y tiempos en el proceso de traslado y ser más eficientes en las operaciones de comercio Exterior.



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL**  
**PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA**  
**"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



### **Objetivo general**

Indicar cuál es el objetivo general de la ponencia. Es importante tener en cuenta que este inicia con un verbo en infinitivo.

Presentar la importancia de un Patio de Contenedores – Puerto Seco en la Subregión del Altiplano del Oriente Antioqueño, que soporte las operaciones de Comercio Exterior que se realizan en la zona.

Los puertos por donde salen las importaciones de la región son: Cartagena (40%), Buenaventura (41%), Santa Marta (5%) y Barranquilla y Turbo en un 3% respectivamente. Los puertos preferidos para la salida de mercancías son: Cartagena (49%), Buenaventura (36%), Santa Marta (10%), seguidos por Barranquilla (2%) y Turbo (1%).

Las entregas del contenedor vacío lo hacen los encuestados en un 35% en Patio de Contenedores de Colombia, seguido por CCL (8%) y Simaritima (8%) y en un 28% lo devuelven a puerto.

Las principales dificultades que encuentran en el uso y devolución de contenedores son el costo (32%), tiempo (30%), horarios de los patios de contenedores (18%), negociación de la naviera (8%), contaminación (6%), la distancia (1%) y disponibilidad del patio (1%). En cuanto a las vías de acceso a los municipios del altiplano, para un 52% de los encuestados las consideran excelentes, buenas en un 29%, regular en un 11%, pésima en un 6% y deficientes en un 2%.

Los entrevistados consideran en un 68% que la apertura de un patio de contenedores en esta región permitiría optimizar costos, un 63% consideran que la apertura permitirá reducir el tiempo de operaciones, un 62% en cuanto a la eficiencia de las operaciones, y para un 60% de los encuestados LES facilitaría la negociación del transporte terrestre y con la naviera. Los servicios que debe ofrecer el patio de contenedores en la región deben ser la revisión (43%), limpieza (42%), desodorización (8%) y en con un 1% respectivamente spreader, certificado BASC, procesos de trazabilidad, registro fotográficos, buen estado y agilidad en la entrega del contenedor y, los servicios adicionales que se requiere en un proceso de entrega son: cargue de la mercancía (15%), reparación de paredes, operaciones de traslado (14%), puertas y techos (14%), descargue de mercancías (13%), reparación de pisos (11%), cargue y descargue de mercancías mecanizado (7%), operación de desaduanamiento (5%) y cargue y descargue manual (3%).





ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



## Conclusiones

En este ítem el autor debe presentar afirmaciones inferencias, deducciones o negaciones a partir de los resultados y el análisis de los mismos, exponiendo consecuencias lógicas, o presentando nuevos datos. Las conclusiones no son un resumen de la investigación, sino afirmaciones basadas en el razonamiento y en las evidencias que se han presentado mediante el desarrollo de la investigación.

En la investigación se encontró que los patios de contenedores que se encuentran en el departamento de Antioquia, vienen presentando saturación, que las zonas de almacenamiento son pocas y los horarios de atención de ellos van en detrimento del servicio que se requiere.

El estudio muestra la necesidad que tiene la región de contar con un patio de contenedores o puerto seco, que permita disminuir costos y tiempos en el proceso de traslado y ser más eficientes en las operaciones de comercio Exterior.

Teniendo en cuenta los costos de movilización, tiempos de entrega o recepción de los contenedores del departamento de Antioquia o en puertos, es favorable el montaje de un patio en un lugar del altiplano que presente cercanía a las bodegas, complejos industriales, aeropuerto y zona franca.



ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"



### Recomendaciones

Las recomendaciones se realizan a partir de los resultados de investigación, por lo tanto son afirmaciones que sugieren mejorar métodos y acciones específicas del proceso desarrollado durante el transcurso de la investigación.

De acuerdo a estudios encontrados para medir la eficiencia técnica de los terminales en Perú y Chile, donde se involucraron 14 terminales portuarias en el periodo 2004-2010, se destaca que la ineficiencia operativa de en estos lugares es por la tasa a granel y el índice de contenedorización, la tasa de ocupación, es decir, cuando la capacidad no utilizada de las terminales disminuye los niveles de eficiencia. Es de anotar que cuando las terminales son operadas por empresas privadas los niveles de eficiencia mejoran (Chang, 2010), lo anterior se considera como elemento clave para el montaje de un patio de Contenedores en la Región.

El servicio de mantenimiento oportuno y los altos niveles de calidad en el servicio, son esenciales para el ingreso al mercado.

Se deben ofrecer un horario más extenso, para empezar a marcar diferenciadores con los del país.

El elemento clave en el montaje de un patio de Contenedores en la región del altiplano es la gestión del gerente de dicho lugar, que motive vía precios y servicios que se ofrecerían para que las empresas que demandan el servicio cambien de proveedor.

### Referencias

Cámara de Comercio del oriente Antioqueño (2013). Análisis comercial, Empresarial y regional (ACER). Recuperado Febrero de 2014, de [http:// www.ccoa.org.co](http://www.ccoa.org.co).

DANE (2014). Proyecciones de Poblacion. Recuperado el 18 de Mayo de 2014, de <https://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>.

Escobar, G. D. (2008). Puertos para el Siglo XXI en Colombia. *III Simposio Nacional Construyendo Nación*. Manizales.

González, A., Sotelo, I., & González, L. (2012). *Universidad de la Sabana*. Recuperado el 17 de Abril de 2014, de [http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/6371/3/ANDREA%20LILIANA%20GONZALEZ%20VARGAS%20\(T\)%201%20FINAL.pdf](http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/6371/3/ANDREA%20LILIANA%20GONZALEZ%20VARGAS%20(T)%201%20FINAL.pdf)



**ESCUELA DE POSTGRADOS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
CAPITÁN JOSE EDMUNDO SANDOVAL  
PROGRAMAS EN LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
I CONGRESO INTERNACIONAL DE LOGÍSTICA AERONÁUTICA  
"HACIA NUEVOS ESCENARIOS COMPETITIVOS"**



Ohlgisser (M), 2005. Análisis de viabilidad del proyecto de creación de un Patio de Contenedores en Mosquera, Cundinamarca. Recuperado de:  
<http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/6762/125579.pdf?sequence=1>.

Romero, O., Becerra, M., Herrera, M., & Trujillo, J. (Septiembre de 2011). *Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario*. Recuperado el 17 de Abril de 2014, de [http://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/9-Dinamicas/058\\_1701714058/](http://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/9-Dinamicas/058_1701714058/)

TECNOPARQUE (2013). Centro de la Innovación, la Agroindustria y el Turismo, recuperado el 23 de Mayo de 2014, de <http://tecnoparque.sena.edu.co/lineas/biotecnologia/Paginas/default.aspx>.





# ESCUELA DE POSTGRADOS

FUERZA AÉREA COLOMBIANA



[www.epfac.edu.co](http://www.epfac.edu.co)

**Contáctenos:**

Dirección: Carrera 11 No. 102-50 Edificio Escuela Superior de Guerra  
Horario de atención: De Lunes a Viernes de 07:30 a 16:30 horas  
6206518 Ext. 1700  
Bogotá - Colombia.

