

# Tecno Esufa

Revista de Tecnología Aeroespacial  
Volumen 8 - Junio de 2008

Es una publicación académica, científica y tecnológica de la Escuela de Suboficiales Cf. Andrés María D. Díaz de la Fuerza Aérea Colombiana, cuyo propósito se fundamenta en la divulgación de artículos resultado del proceso de investigación formativa aplicada, de investigación tecnológica de la institución y de las investigaciones de las instituciones involucradas y especializadas en el campo aeronáutico militar y civil.

## DERECHOS RESERVADOS

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorizaciones del Consejo Editorial.

La publicación y la institución no es responsable legal de los conceptos expresados en los artículos, ya que solo expresan la opinión de los respectivos autores y no genera la acusación de honorarios.

Nos reservamos el derecho a publicar los artículos seleccionados por el Comité Evaluador.

Idioma: Español

Publicación: Semestral

Número de ejemplares: 500

ISSN: 1900-4303

Publicación: Sin ánimo de lucro

Distribución: Interna

## NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

- El artículo debe ser un trabajo inédito y responder a un proceso de investigación en ciencia y tecnología aeronáutica.
- El formato a utilizar es letra Arial 11 en columna doble máxima 5.0 páginas, con fotografías digitales de alta resolución si la incluye.
- El artículo debe relacionar el nombre, cargo y especificidad del gestor del proyecto y autor.
- El artículo debe llevar un resumen en inglés y en español con sus palabras clave.
- Los artículos deben ser enviados en el primer y tercer trimestre de cada año, en medio impreso, magnético o vía Internet.

### Información y correspondencia

Enviar los artículos a: cuadrón de investigación  
Escuela de Suboficiales Cf. Andrés M. D. Díaz  
Cra. 3 No. 2-92 Sur - Madrid Cundinamarca  
www.esufa.edu.co  
e\_mail: investigacion academico@gmail.com

## COMITÉ DE ARBITRAJE

**FRANCIA CABRERA CASTRO**

Magíster en Física, estudiante Doctorado

**OLGA ESPERANZA TERREROS CARRILLO**

Magíster en Educación

**FLOR ESPERANZA HERNÁNDEZ DE SANTOS**

Magíster en Educación

**MARIELA RODRÍGUEZ ACOSTA**

Magíster en Educación

**ST. GERSON RICARDO JAIMES PARADA**

Candidato a magíster en tecnologías de la información aplicadas a la educación

**ALICIA DEL PILAR MARTÍNEZ**

Psicóloga, especialista docencia universitaria y alta gerencia

## COMITÉ DE EVALUACIÓN

**TS. GUILLERMO BERNAL**

Jefe Tecnología Mantenimiento Aeronáutico

**TS. JUAN ALFONSO PIÑEROS**

Jefe Tecnología Comunicaciones y Tránsito Aéreo

**TR. OMAR MORALES CUETO**

Jefe Tecnología Electrónica Aeronáutica

**TR. JORGE PUENTES FAJARDO**

Jefe Tecnología Seguridad Aeroportuaria

**TR. OSCAR MOLINA**

Jefe Tecnología Abastecimiento Aeronáuticos

**EJ. WILLIAM PINILLA**

Piloto Administrador Educativo, Esp. Docencia

**EJ. FERNANDO CORTÉS**

Licenciado Matemáticas, Especialista Docencia Universitaria, Esp. Didáctica de la Matemática

**TJ (R) JAIRO RUIZ BARACALDO**

Técnico en Mantenimiento Aeronáutico, Esp. Motores

**TO. CARLOS ESCOBAR**

Economista, Especialista en Logística

## ESPAÑOL - INGLÉS

**EA1. NEYDA LÓPEZ AREVALO**

Licenciada en lenguas Esp. Docencia Universitaria

**TO. NELSON GUZMÁN**

Licenciado en Idiomas, esp. Docencia Universitaria



## EDITOR:

CR. Fabio Baquero Valdés  
Director de la Escuela de Suboficiales

## COMITÉ EDITORIAL

CR. FABIO BAQUERO VALDÉS  
DIRECTOR ESCUELA DE SUBOFICIALES

CR. JULIAN FORERO SOTO  
SUBDIRECTOR DE LA ESCUELA  
DE SUBOFICIALES

TC. MIGUEL ANGEL CABRERA ALBORNOZ  
COMANDANTE GRUPO ACADÉMICO

ST. NELSON ENRIQUE GOMEZ REINA  
COMANDANTE ESCUADRÓN INVESTIGACIÓN

EJ. FRANCIA MARÍA CABRERA CASTRO  
JEFE DE INVESTIGACIÓN  
DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

OD. 18. ALICIA DEL PILAR MARTINEZ LOBO  
JEFE DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA

## DIRECCIÓN:

Escuela de Suboficiales  
CT. Andres Maria Diaz  
Cra. 5 – No 2- 92 Sur  
Medellín – Cundinamarca / Colombia  
Teléfono: 0510201109  
Escuadrón Investigación  
E-mail: investigación academico@gmail.com  
Website: www.esufa.edu.co

Diseño y diagramación  
Diego Alejandro Uribe S.

Corrección de Estilo  
Luis Homando Barrera Rojas

Impresión  
EDITORIA PUBLICAFICAS LTDA.  
Pbx. 201 21 78

# Indice

## EDITORIAL

Coronel Fabio Baquero Valdés  
Director Escuela de Suboficiales FAC ..... 3

## INSTITUCIONALES

Excellencia en la Calidad Educativa  
ST. Zanur Valderrama Ivelte ..... 4

Formación en el Ser, para un Mundo Globalizado  
Olga Teneros Camilo .MGT. .... 7

## CIENCIA Y TECNOLOGÍA AERONÁUTICA

Herramienta BCDG-079 Extractora de los componentes del  
Hub de los Helicópteros BELL 212 y HUEY LI CACOW 4  
DS. Beltrán Yepes Greyn E. - DS. Cedeñal Ruiz Ivan A.  
DS. Daza González José D. - DS. Gil Reyes Elkin F ..... 10

Estudio de Implementación de Barreras de Mitigación  
de Ruido para torre de control  
DS. Pachón López John Jairo - DS. Rodríguez Jiménez  
Roniyer A. - DS. Rodríguez Lura Edgar Alexander ..... 19

Diseño de un Centro Logístico para el comando aéreo  
de transporte militar CATAM  
BR Garrido Floyd Carlos Alberto - DS. Bocanegra Peña Mau-  
ricio - DS. Vázquez Alvarez John Edison ..... 29

Implementación de un banco de prueba para indicado-  
res y probetas del sistemas de combustible del AC-47T  
SBR. Burbano Guzmán Jhon Alberto - SBR. Trujillo Corral  
Carlos Andrés - DS. Arce Castañeda Héctor Fabio ..... 41

PROYECTOS DE GRADO CURSO 79 / 2007 ..... 50

## EDUCACIÓN AERONÁUTICA

Especialización Tecnológica en Calidad Aeronáutica  
Alfonso Ray Mora ..... 58

## HISTORIA AERONÁUTICA

Historia y personajes  
TS. Carlos Roberto Hurtado Hurtado  
TS. Juan Alfonso Piñeros Calderón  
TS. Pinio Marquez Aponte ..... 60

## Presentación

La sociedad del conocimiento global del siglo XXI exige en el ser humano para su competencia, valores y principios con los cuales al integrarse socialmente, logra mirarse y reflexionar estableciendo un ejercicio para la administración, necesidad y desarrollo de la educación militar hacia una búsqueda de la excelencia y la calidad.

Asegurar la calidad e integrarla a los procesos tecnológicos aeronáuticos es uno de los procesos misionales con los cuales la Escuela de Suboficiales establecerá un liderazgo a corto plazo. Los procesos inician con la transformación del individuo en el reconocimiento y afianzamiento de sus valores, en la integralidad y pertinencia con las funciones que se cumplen en la sociedad. La calidad permite la transformación de la sociedad y del conocimiento no sólo en una función utilitaria sino en la búsqueda de alternativas para la creación, el análisis y producción del conocimiento y su integración al bien de la sociedad.

En esta edición de la revista se presenta "el aseguramiento de la calidad tecnológica aeronáutica", fundamentada en el capital más valioso, el conocimiento humano, sus valores culturales y sociales.

*ST. GÓMEZ REINA NELSON  
EJ. FRANCIA CABRERA  
8D.16. ALICIA DEL PILAR MARTÍNEZ*





## “Aseguramiento de la Calidad Educativa Aeronáutica”

*“No se concibe un militar sin la cultura de la calidad. Por eso todos los programas académicos y procesos militares tendrán que ser evaluados a través del sistema de acreditación y de certificación nacional e internacional, como un medio de asegurar la calidad en todo el quehacer institucional”*

*General FREDDY PADILLA DE LEÓN  
Comandante General de las Fuerzas Militares*

Nuestra nación atraviesa un proceso de transformación social, desarrollo económico y nuevas tendencias políticas; a su vez fija una posición frente a las recientes posturas en la región. Sin embargo, un concepto claro que forma parte de este cambio es la profesionalización de las Fuerzas Armadas, proyecto que impone el fortalecimiento de su sistema educativo auspiciado por Ministerio de la Defensa Nacional y liderado por el alto mando de las FF.AA. con objetivos claros, que buscan afianzar la legitimidad institucional.

La Fuerza Aérea Colombiana, protagonista en este proceso y consciente de que su pilar fundamental es el Talento Humano, ha plasmado en su plan estratégico institucional políticas claras encaminadas a la transformación educativa del ser humano, a través de la integración de los núcleos militares y de conocimiento específico soportadas en programas académicos acreditados tendientes a incentivar la investigación y desarrollo tecnológico aeronáutico.

Este desafío es complejo pero no imposible y exige en cada uno de sus miembros compromiso y un esfuerzo sistémico que permita asegurar la calidad en la educación aeronáutica de nuestros hombres y mujeres, aportando mejora continua a nuestros programas académicos, desarrollando proyectos innovadores e incrementando los niveles de competencia en la docencia militar, condiciones esenciales para el reconocimiento nacional e internacional de los entes de acreditación.

La invitación está abierta y no la podemos desaprovechar puesto que la sociedad del futuro nos impone una transformación en nuestro sistema de educación, con principios y valores para legitimar el actuar de los miembros de las FF.AA. quienes, fortalecidos con procesos de investigación científica y tecnológica, generaremos crecimiento y desarrollo social.

Es necesario reflexionar sobre la responsabilidad que tenemos los directivos y docentes para motivar e incentivar a nuestros jóvenes alumnos en su crecimiento como personas y en su conocimiento profesional, para que logren alcanzar los niveles de preparación y madurez que requiere nuestra institución en el propósito misional de contribuir al desarrollo sostenible de nuestra grandiosa Colombia, tal como lo concibe nuestro Comandante General.



*Coronel Fabio Baquero Valdés  
Director Escuela Militar de Suboficiales*



# Institucionales

## “Excelencia en la Calidad Educativa” Excellence in the Educative Quality Process

Fecha de recepción: Abril 17/2008  
Fecha de evaluación: Mayo 30/2008  
Fecha de aprobación: Junio 1/2008

ST. Zaror Valderrama Ivette

### ABSTRACT

*It is mandatory to have a projection in the Colombian competitiveness for the 21st century, looking for a constant economical system, procuring the continuous innovation, diminution of poorness and illiteracy. It is required from the country and institutions, specially the educative ones a high commitment of active participation and responsibility working with responsibility. The competitiveness should be planned and developed in a continuous quality cycle.*

### KEY WORDS

*Academic excellence, educational quality, standards, quality indicators, institutional accreditation.*

### RESUMEN

Por la proyección de competitividad colombiana para el siglo XXI, en búsqueda de una economía sostenible, en procura continua de la innovación y la reducción de la pobreza y el analfabetismo exige del país y de sus instituciones especialmente las educativas un alto compromiso de participación activa y una responsabilidad en su hacer con calidad. La competitividad debe ser planeada y desarrollada en un ciclo continuo de calidad que establezca parámetros, modelos, patrones y estándares exigibles; la evaluación permanente de la competencia exigirá en los estudiantes la retroalimentación de los hechos y el planteamiento de medidas de mejoramiento o ajustes al proceso lo cual demarcará el liderazgo de la institución.

### PALABRAS CLAVES

Excelencia académica, calidad educativa, patrones, estándares, indicadores de calidad, acreditación institucional.

En el 2032 Colombia será uno de los tres países más competitivos en América Latina y tendrá un elevado nivel de ingreso por persona equivalente al de un país de ingresos medios altos, a través de una economía exportadora de bienes y servicios de alto valor agregado e innovación, con un ambiente de negocios que mantiene la inversión local y extranjera, propicie la convergencia regional, mejore las oportunidades de empleo formal, eleve la calidad de vida y reduzca sustancialmente los niveles de pobreza<sup>1</sup>.

Lo anterior es la meta trazada por el gobierno en materia de desarrollo económico. Una proyección lo suficientemente ambiciosa, pero que a la vez exige de las instituciones educativas del país una participación activa, una acción determinante y la responsabilidad definitiva en su quehacer.

Alcanzar una visión como esta depende significativamente de la capacidad que tenga el

<sup>1</sup> Véase: Plan de Acción Colombia 2008, Ang. Industrial, Atención con nivel total de calidad, Avenir. Esperanza en calidad.



sistema educativo para la formación del recurso humano que el país necesita para ser competitivo a nivel global. La mencionada competitividad debe ser planeada y desarrollada en un ciclo continuo de calidad que establezca parámetros, modelos, patrones y estándares exigibles; la evaluación permanente de la competencia exigirá en los estudiantes la retroalimentación de los hechos y el planteamiento de medidas de mejoramiento o ajustes al proceso. Es así como el gobierno observa y proyecta el futuro del desarrollo educativo y de sus instituciones responsables en el país.

Por ello, el Ministerio de Defensa en un interés de apostar con prontitud y eficiencia en la reconstrucción de nuestro sistema educativo para las Fuerzas Armadas diseñó el proyecto de Reestructuración del Sistema Educativo de las Fuerzas Armadas –SEFA–, orientado a organizar un sistema que conlleve a fortalecer el espíritu militar y policial dentro de una preparación académica con altos niveles de calidad y excelencia.

Reforma educativa que no es ajena sino que nace como parte y eje articulados de la política gubernamental de consolidación de la seguridad democrática para Colombia.

“Todos los problemas que tenemos hoy serían remediables con un cambio radical en la educación”.

Esta reforma al SEFA es un proceso que ha avanzado considerablemente, cuyo proceso de diagnóstico y formulación fue culminado y en cuya actualidad se encuentra en estado de ejecución, en convertir lo planeado en acciones concretas y específicas que sean llevadas y desarrolladas con los estudiantes en cada una de las Escuelas de formación, capacitación y especialización de las Fuerzas Armadas. Partiendo de cinco ejes estratégicos: Doctrina, Excelencia Educativa, Liderazgo, Ética Militar, Principios y Valores, Derechos

Humanos e Investigación y Desarrollo Tecnológico.

Se diseñaron planes conjuntos de tareas con cronogramas, metas y logros proyectados, de los cuales se espera se reciban frutos que posteriormente sean elementos de entrada para la cuarta y última fase de la reforma: Consolidación, en la cual se realizarán ajustes pertinentes y necesarios observados durante la implementación con el fin de replantear la reforma constructiva al SEFA e iniciar para Colombia un proceso de educación militar profesional con garantías, con excelencia educativa en cada uno de sus programas académico-militares y en especial, en cada uno de los integrantes de la institución.

El aseguramiento de la calidad, enmarcado dentro del PESE (Plan Estratégico de la Reforma al SEFA), plantea un eje estratégico llamado “Excelencia Educativa” cuyos propósitos son llevar el nivel educativo a un estatus de reconocimiento nacional e internacional, mejorar contundentemente este nivel alcanzado y permanentemente asegurar la calidad de todo el conjunto de la formación militar y policial.

Y plantea este logro desde dos ámbitos que deben ser llevados a la práctica al interior de cada unidad educativa en nuestra institución: La acreditación en alta excelencia educativa de los programas académicos y de las instituciones educativas ante el Consejo Nacional de Acreditación y la certificación de calidad en todos los procesos militares asociados con la educación militar profesional en cuyo plano, todos aquellos procesos de calidad están asociados como proveedores o clientes, directa o indirectamente en la formación de los integrantes de la Fuerza Pública.

En este orden, la Fuerza Aérea ha consolidado su participación e impera en un conocimiento ya logrado, el cual viene formando desde hace más de cinco años atrás, desarrollando y

<sup>1</sup> Palabras de Gabriel García Márquez en abril de 1996 durante su participación en la cumbre colombiana focalizada en temas de Oficiales de la Fuerza Pública.



ajustando procesos de calidad en los programas académicos profesionales y tecnológicos de formación, capacitación y especialización; y en procesos generales de calidad integrados en una sinergia concreta orientados hacia el cumplimiento de la misión.

La Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea viene trabajando hace aproximadamente diez años en procesos de alta calidad educativa, desde su Departamento de Acreditación y el Grupo Académico en la Acreditación de los Programas Tecnológicos. Actualmente se encuentra en el proceso de acreditación institucional y ha logrado en conjunto con el Comando de la Fuerza y sus demás unidades la certificación a todos los procesos de calidad; en la cual el proceso de Gestión Humana se desarrolla el trabajo partiendo de políticas y lineamientos establecidos desde el alto mando, el cual plantea una perspectiva de cambio y modernización del sistema educativo de la Fuerza en el desarrollo de una serie de cambios paradigmáticos y competencias que

debe alcanzar la institución y nos deben permitir avanzar significativamente en la función de unas Fuerzas militares con principios y valores, modernos, adecuados, eficientes y eficaces, formadores de hombres y mujeres con un sólido criterio militar y ejercitados en al arte de pensar y accionar.

#### BIBLIOGRAFÍA

MAÑU, I. M. 1999. Equipos directivos para centros educativos de calidad, Ed.RIALP, España.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL.2007. Revolución Educativa Colombia aprende, La calidad un desafío, Bol. N°. Colombia.,

LOPEZ, C. J. 2005. Planificar la formación con calidad. ED.EPHISE. España

RUIZ, A. 2001. El siglo XXI y el papel de la Universidad. Ed. Universidad de Costa Rica.

UDAONDO, M.1992. Gestión de Calidad. Ed. Díaz de Santos,



# “Formación en el Ser para un mundo Globalizado”

*Training human beings for a world wide society*

Fecha de recepción: Abril 11/2008

Fecha de evaluación: Mayo 13/2008

Fecha de aprobación: Junio 4/2008

Olga Terreros Carrillo MGT<sup>3</sup>

## ABSTRACT

The global situation in the knowledge society establishes a new educative ethos that is placed in the social sense, based on the human rights, ethics and morality. They strengthen the educative system that 21st century requires for an education with quality. It is important not to lie in one of the managerial tendencies: Training towards didactic technology in the job competencies or the professional training to assure the professional nature of the working exercise because it is forgotten the citizen and the citizenship.

## KEY WORDS

Knowledge society, education, training, ethos, ethics, morality, didactic technology, didactic technology, job competencies, professional training.

## RESUMEN

La situación de globalidad en la sociedad del conocimiento establece un nuevo ethos educativo que se enmarca en el sentido de bien social, fundamentado en los derechos humanos, la ética y la moral, la cual fortalezca las vías educativas que exige el siglo XXI para una educación con calidad y no caer en una de las dos tendencias gerenciales: una educación recurrente orientada en tecnologías didácticas hacia las competencias laborales y la educación profesional hacia el aseguramiento de una profesionalización del ejercicio laboral, olvidando en contexto del ciudadano y la ciudadanía.

## PALABRAS CLAVES

Sociedad del conocimiento, educación, ethos, ética, moral, tecnologías didácticas, educación recurrente, educación profesionalizante

Un punto de partida cuando se está frente a una situación de incertidumbre, como la actual, producto de la globalización, la internacionalización de

la economía, la sociedad de la información y la civilización postmoderna, que nos ubica ante un mundo desconocido y nos demanda cambios en lo estructural, político y cultural, con profundos retos para la educación, es basarnos en lo imprescindible como dice Pi Branner (1999) en su libro América Latina al encuentro del siglo XXI – UNESCO, citado por Borrero Alfonso: “...es partir y, en lugar de abordar los temas más usuales, zarpar en otra dirección, escuchar las diferentes voces y participar de la conversación que se va entrecruzando en torno a este sentimiento que produce el estar frente a un cambio.”

Por ello los planteamientos de Peter Drucker (1977), sobre la necesidad de ver la sociedad del conocimiento desde los miradores de la economía de mercados, la sociedad post-capitalista, todo ello enmarcado en las reflexiones sobre el sentido de la educación en una época como lo es la actual.

Es así como deseo acercarme, a mostrar que realmente estamos frente a un nuevo ethos, que se ha construido por una nueva dimen-

<sup>3</sup>Administradora educativa, magíster en educación, jefe de acreditación, docente Escuela de Ingeniería ITAPSA, P. Del.

sión mundial. Que ya es una necesidad de supervivencia y una respuesta a la búsqueda permanente del hombre del bien. Este nuevo ethos, esta nueva cultura que es el reflejo de un conjunto de vivencias y dimensiones, exige una nueva mirada desde, lo político, lo social, lo económico y lo más importante desde lo educativo.

Luego la estrategia a seguir será una reflexión, abierta, con múltiples pautas de entrada y de salida, que remita a diferentes puntos de vista y se creen vínculos entre unos y otros, y así poder tener más elementos para diseñar programas de formación que se ajusten a los requerimientos que se desarrollan de las relaciones entre los derechos humanos, la ética y la moral como soporte de la educación ciudadana.

Indiscutiblemente estamos en la era del conocimiento y el analizarnos frente a otros países nos hace más vulnerables, ya que la angustia permanente de estar detrás del desarrollo, nos lleva a recorrer el camino ya recorrido por ellos, sin contextualizar nuestra problemática. Es así, como hoy insisto, la mirada debe estar dirigida más hacia el ser humano, para luego pensar en aplicar todos los adelantos de la ciencia, la tecnología, la informática y demás elementos que globalizan la sociedad del conocimiento.

Pero, en qué se puede fundamentar el temor?, precisamente en la sociedad actual que demanda recursos orientados a aumentar la productividad y es allí donde el sistema educativo globalizado exige el desarrollo de competencias en cada uno de los niveles convirtiéndose en un arma de dos filos según su utilización y aplicación, ya que, tratándose de un país "en vía de desarrollo", podemos caer en la trampa de mediatizar las competencias para "asegurar" solo la mano de obra calificada que otros países desarrollados exigen. Esta sería solo una arista de la forma en que se puede aplicar esa política globalizada educativa que es la misma para todas, pero que al ser aplicada sin la lectura de la propia



cultura y conectada con el verdadero sentido liberador de la educación, puede convertirse en hilo conductor de la manipulación.

La reflexión en este punto estaría enfocada hacia el análisis que las instituciones de educación deben realizar de su quehacer y misión frente a este mundo globalizado y por demás agitado que define una política general, que posiblemente se aplica en el microcosmos educativo de una forma no contextualizada ni analizada, donde el afán de cumplir a cabalidad con plazos y documentos escritos desvirtúa el verdadero sentido de la educación en cuanto a la formación del SER., como lo expresa George Gilbert, en su libro *Microcosmos, la Revolución Cuántica en la Economía y la tecnología*, "La carencia de este tipo de capital ( la mente humana y el espíritu), o su abuso, puede convertir a la mayor potencia en una concha hueca"

Ahora bien, el llamado no está en abdicar o no reconocer los mandatos globales de la educación ya que sería un desafío que posiblemente, solo nos dejaría fuera del sistema, pero si a analizar y adaptar las herramientas como por ejemplo la acreditación y certificación nacional e internacional y por ende los indicadores que de calidad se imponen, a nuestro medio, nuestra idiosincrasia, a la lucha por resaltar y formar al ser humano en su integridad e integralidad a equiparar el ser con el hacer y el deber ser. Es decir a no

olvidar que lo instrumental es solo eso, pero lo humano es el Todo. **Filo es Calidad Educativa.**

La calidad aplicada en la sociedad del conocimiento en el mundo globalizado será válida solo si es convertida por la Institución educativa en herramienta para la formación integral desde lo epistemológico, lo ético y lo estético, que facilite el desarrollo del hombre en su línea trascendental. "El compromiso de la universidad de formar científica y técnicamente alumnos competentes, puede ser vano y baldío si no se añade el compromiso de una formación ética. Requerimos de una sociedad que demande a sus profesionales la certeza que no todo lo que pueda hacerse debe hacerse, que comprendan que no todo lo lícito es conveniente. Por esto es necesario invocar la responsabilidad de cada uno de los maestros, ya que en numerosas oportunidades es más educador el ejemplo y la coherencia de quienes están formando que los contenidos teóricos impartidos con una forma de propiciar la adopción de comportamientos basados en el profundo reconocimiento de la dignidad humana y de la vida de cada persona". Gloria González (2001)

#### BIBLIOGRAFÍA

Borrero Alfonso (2002) Planeación, autoevaluación y acreditación de Instituciones de Educación Superior. Conferencia XXXV. Simposio permanente sobre la universidad. Bogotá

Citado por Alberto Roa Varelo, Miembro CNA en "hacia un modelo de aseguramiento de la calidad" 2007

González Ramírez Gloria. Doctora en Educación de la Universidad de Salamanca, España, docente investigadora de la UNAD, en el ámbito del segundo Congreso Nacional de Educación Superior en Colombia (2001), con respecto a su relatoría denominada: "Vida Humana, un riesgo por afrontar".

# Ciencia y Tecnología Aeronáutica

## Herramienta BCDG - 079 Extractora de los componentes del HUB de los helicópteros BELL 212 y HUEY II CACOM 4

*Bcdg-079 Remover Tool for the HUB Components in the Helicopters  
BELL 212 and HUEY II for CACOM 4*

Fecha recepción: febrero 11/2008  
Fecha de Evaluación: Marzo 28/2008  
Fecha de aprobación: Junio 4/2008

DS. Beltrán Yipes Greya E. - DS. Cediél Ruiz Ionn A.  
DS. Daza González José D. - DS. Gal Reyes Elbio E.

### ABSTRACT

*This Project consists on the generation of a good or service like the BCDG-079 remover tool for the hub components in the helicopters BELL 212 and HUEY II FOR CACOM 4. It helps in the quality process of aeronautical maintenance. This technological innovation is a need in the global world. It is important to start research, production and maintenance programs and also establish the specific characteristics in the aeronautical processes, because it is related to complex products.*

### KEY WORDS

*Maintenance, aeronautical maintenance, tools, aeronautical tools, CAD systems, helicopters, dynamic components.*

### RESUMEN

El presente proyecto consiste en la generación de un bien o servicio como es una herramienta BCDG-079 extractora de los componentes del HUB de los helicópteros BELL 212 Y HUEY II. CACOM 4, para la tecnificación con calidad de procesos de mantenimiento. Aeronáutica innovación tecnológica es una necesidad para un mundo globalizado y por ello es importante el emprendimiento de programas hacia la investigación, producción y mantenimiento, fijando las características peculiares de los procesos aeronáuticos, dado que trata de productos complejos especializados con numerosos componentes, métodos de producción innovativos, condi-

ciones de ensamblaje e intercambiabilidad crítica, relacionadas con la disponibilidad y seguridad tanto operativa como funcional.

### PALABRAS CLAVES

Mantenimiento, mantenimiento aeronáutico, herramientas, herramientas aeronáuticas, sistemas CAD, helicópteros, componentes dinámicos.

### INTRODUCCIÓN

Las áreas del conocimiento de aeronaves y mantenimiento en general son materias fundamentales para los programas académicos de campos profesionales en aviación. Es así como LA ESCUELA DE

\*Estadístico asociado del curso Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico, Escuela de Suboficiales-CT, Andrés Bello de la Fuerza Aérea Guatemalteca. Artículo fundamentado en su proyecto de Grado.

SUBOFICIALES DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA es la única institución de educación superior que forma los tecnólogos aeronáuticos en las diferentes especialidades y existe la necesidad permanente de actualizar, reforzar y generar los conocimientos teórico-prácticos sobre dichos campos para generar competencias hacia el desempeño laboral del futuro tecnólogo de la FUERZA AÉREA COLOMBIANA. La realización de bienes y servicios es parte del desarrollo tecnológico y el mayor aporte desde la investigación, al conocimiento y campo tecnológico. El diseño e implementación de una herramienta extractora de los componentes del HUB de los helicópteros Bell 212 y HUEYII pretendo que el COMANDO AÉREO DE COMBATE No. 4 pueda generar efectividad y facilidad en los proceso de extracción de los componentes del HUB, obteniendo de esta manera un mejoramiento en la operatividad tanto laboral como profesional en el taller de componentes dinámicos.

La construcción de la herramienta integra los conocimientos que se han adquirido durante los tres años de formación académica y las competencias especializadas durante el desarrollo de la investigación con la colaboración del personal de suboficiales que trabajan en el taller de componentes dinámicos de CACOM 4.

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el taller de componentes dinámicos del Comando Aéreo de Combate N° 4 se lleva a cabo el mantenimiento tipo nivel 2 de los componentes del HUB de los helicópteros BELL-212 Y HUEY II, en cuyo proceso se hace necesario la extracción de los componentes del HUB del rotor principal de los helicópteros BELL-212 Y HUEY II.

Los componentes se encuentran especificados en el manual BHT-212- IPB y la parte de la pieza es 204-012-116-107 . Por la continuidad que tiene la realización de esta

inspección, el SHIELD está sometido a malformaciones, desgaste y deterioro que son ocasionados por el uso de herramientas artesanales para este procedimiento, causando demoras en el proceso. El procedimiento que se realiza actualmente genera desgastes y mayor inversión de tiempo y personal, por las herramientas utilizadas para la inspección y mantenimiento, como lo son la herramienta sujetadora del SHIELD, "guillotina", y pinzas de 45°. En la actualidad el tiempo de preparación, alistamiento y remoción de la pieza en circunstancias normales es de 40 minutos, pero debido a fallas de la herramienta uno de cada dos alistamientos es necesario repetirlo, aumentando el tiempo en 20 minutos.

Como alternativa de solución para este problema se plantea el diseño y construcción de una nueva herramienta, la cual optimice el proceso de inspección, disminuyendo el tiempo utilizado para realizar la extracción de la pieza con calidad.

#### JUSTIFICACIÓN

El diseño y construcción de la herramienta (BCDG-079) brindará al Técnico u operario del taller de componentes dinámicos una mayor comodidad a la hora de extraer los componentes HUB; a su vez se reduce el tiempo de mantenimiento de los componentes HUB en un 50% aproximadamente, disminuyendo la estadía del helicóptero en tierra. Reduce en un 90% el riesgo de que el SHIELD sufra algún daño estructural, garantizando que tendrá la mayor durabilidad y no se deteriorará su contorno, así mismo, se disminuirá el número de personas necesarias utilizadas para la extracción de esta pieza las cuales pueden estar desempeñándose en otras labores del taller, ya que, se encuentra diseñada para ser operada por una sola persona.

Por ser un prototipo de herramienta de alta tecnología, en la cual se asocian los conocimientos teóricos y prácticos, aporta al desarrollo en innovación tecnológica al manteni-

<sup>1</sup>MANUAL BHT-212-IPB.



miento aeronáutico, ya que, en los manuales de la casa fabricante no aparece descrita una herramienta adecuada ni el proceso de extracción de los componentes del HUB, lo cual retroalimenta los procesos de conocimiento y de investigación en los suboficiales de mantenimiento aeronáuticos y en los futuros alumnos de la Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico en ESUFA.

### OBJETIVO GENERAL

Optimizar los procesos de mantenimiento mediante el diseño, construcción e implementación de una herramienta de funcionamiento mecánico, para la inspección y reparación de los componentes del HUB en el taller de componentes dinámicos de CA-COM-4.

### MARCO REFERENCIAL

El suboficial en Mantenimiento Aeronáutico es un tecnólogo formado para programar, supervisar, controlar y ejecutar labores correspondientes al mantenimiento aeronáutico teniendo en cuenta, como principal, pero no único campo de actividades, todas las aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana. Dados los conocimientos y disciplinas necesarias para cumplir con el mantenimiento de diversos equipos en forma segura, tiene la preparación básica para:

- + Realizar trabajos administrativos en cuanto a supervisión, manejo y control de recursos humanos.
- + Colaborar en la elaboración de planes de mantenimiento de máquinas, equipos y sistemas.
- + Elaborar informes, reportes o manuales técnicos.

#### Áreas de Especialización:

El suboficial en Mantenimiento Aeronáutico, tiene su campo de acción en: helicópteros

- + Aviones
- + Motores
- + Turbinas

*Manual de Mantenimiento EAC MM - 1-01 PAG. 5*



- + Instrumentos
- + Sistemas de combustibles
- + Hidráulicos
- + Manejo de publicaciones técnicas
- + Estructuras y laminas
- + Intercambios interinstitucionales con el SENA.

### EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO\*

La Fuerza Aérea Colombiana, a través de los grupos técnicos de los comandos aéreos, ejecuta los siguientes niveles de mantenimiento a su material volante.

#### PRIMER NIVEL

Corresponde al mantenimiento preventivo, que es la acción de inspección y cuidados anterior y/o durante la operación para garantizar el estado funcional de la aeronave tratando de hallar sus fallas antes de que estas se manifiesten y comprende:

- Inspección PRE-vuelo: verificación visual para comprobar el estado de una aeronave antes del vuelo.
- Inspección post-vuelo: revisión visual y funcional de una aeronave para determinar su estado después del vuelo.
- Reparaciones menores
- Recibo y despacho de aeronaves.

#### SEGUNDO NIVEL

Corresponde al mantenimiento correctivo, que es la acción de reparación posterior a

la operación, mediante la cual una aeronave regresa a su estado funcional normal y comprende:

- Inspección horaria: revisión general de la aeronave de acuerdo a una guía de inspección después de un determinado número de horas de vuelo o de funcionamiento, como requisito intermedio para garantizar su condición mecánica, funcional y estructural.
- Inspección periódica: revisión general de la aeronave de acuerdo a una guía de inspección después de un determinado número de horas de vuelo o de funcionamiento, como requisito final para garantizar su condición mecánica, funcional y estructural.
- Inspección por fases: sistema de consolidación de las inspecciones horarias y periódicas, de manera que los requisitos de inspección se vayan a ciertos intervalos fijos y más cortos, con el objeto de reducir el tiempo de inactividad de la aeronave.
- Inspección calendaria: revisión general de la aeronave de acuerdo a una guía de inspección después de un determinado tiempo de operación (días, meses, años), como requisito final para garantizar su condición mecánica, funcional y estructural.
- Cambio de motor.
- Modificaciones: alteraciones de la estructura, equipo de una aeronave o instalación de equipo nuevo o adicional.
- Cumplimiento de boletines técnicos FAC.
- Fabricación limitada de partes.

### TERCER NIVEL

Corresponde al mantenimiento recuperativo, que es la acción de modificar o reconstruir una aeronave debido a su tiempo de servicio, uso excesivo, deficiencias o por necesidad de recuperación para el servicio después de haber sufrido daños sustanciales y comprende:

- Inspección mayor: mantenimiento estructural mayor de una aeronave que se programa normalmente con base en un ciclo

- de operación o de tiempo calendario.
- Reparaciones mayores
- Inspecciones especiales
- Recuperación general: reconstrucción de una aeronave por accidente, reconversión o porque las condiciones estructurales así lo exigen.
- Modernización.

### HERRAMIENTAS PARA EL MANTENIMIENTO AERONÁUTICO<sup>1</sup>

Para abordar el tema de las herramientas aeronáuticas es necesario enmarcarlas dentro de una clasificación para su estudio, uso y mantenimiento.

#### HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN

Medir una longitud significa compararla con la unidad de medida para ver cuántas veces esta contenida esta última en la primera. Podemos nombrar algunas de ellas: niveles, plomadas, rayadores, metros, reglas, escuadras, transportadores, calibradores, indicadores diales, micrómetros, medidores de espesores, etc.<sup>2</sup>

#### HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO GENERAL

Las herramientas para mantenimiento general son aquellas que son aplicables en cualquier campo donde se necesita facilitar un trabajo; dentro de ellas tenemos: martillos, macetas, prensas, llaves, copas, punzones, pinzas de todo tipo, cuchillas, volvedores, destornilladores, limas, brocas, seguetas, circoles, machuelos, terrajas, abocardadores, etc.

#### HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS

Las herramientas neumáticas son aquellas que funcionan a fuerza de una presión de aire normalmente emitida por un compresor, dentro de ellas tenemos: pistolas para pintar, aceiteras, petrolizadoras, taladros, martillos, remachadoras, etc.

<sup>1</sup>Curso Básico de Mantenimiento No Al. CACOM 5

<sup>2</sup>BAUMEISTER, T. AVALLONE, E. Y BAUMEISTER, T. manual del ingeniero mecánico. Organización: Volúmen I.

## HERRAMIENTAS DE TORQUE

Son aquellas usadas para ajustar uniones rosca- das a una presión deseada y en la mayoría de los casos ya establecida; algunas de estas herramientas son: torquí- metros fijos, torquí- metros variables, torquí- metros diales, torquí- metros trinquete, torquí- metros hidráulicos, multiplicadores de torque, etc.<sup>8</sup>

## HERRAMIENTAS ESPECIALIZADAS

Dentro de esta clasificación encontramos todas aquellas herramientas que han sido estudiadas, diseñadas y fabricadas para un único fin, tarea y aeronave determinada. También poseen sus respectivos manuales de operación, mantenimiento, partes y seguridad emitidos por el fabricante.

## DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación adelantada en este proyecto es de tipo aplicado, porque confronta el aprendizaje teórico que se adquirió en la Escuela de Suboficiales CI. Andrés María Díaz Díaz y los conocimientos y prácticas especializadas en la unidad de CACOM-4, con la realidad de los problemas y necesidades que se presentan en los talleres de componentes dinámicos de las diferentes unidades que realizan mantenimiento tipo 3 de los helicópteros medianos, buscando el progreso teórico - práctico e innovando mediante el diseño y fabricación de herramientas que agilicen, optimicen y tecnifiquen los procesos de mantenimiento con seguridad, eficacia y eficiencia.

## MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para este proyecto se aplicó el método de campo realizando inicialmente una observación guiada por el jefe y operarios del taller de componentes dinámicos de CACOM-4 y posteriormente la aplicación de los conocimientos teórico-prácticos adquiridos. Haciendo uso del método científico que permitió el diseño y posteriormente la fabricación

de la herramienta BCDG- 079, sometiendo- sela a calibraciones y pruebas de funcionamiento, que afianzaron la aplicabilidad de la herramienta dentro de los procesos de mantenimiento del hub de los helicópteros anteriormente descritos.

## ENTREVISTA

Entrevista para la valoración de la aplicación de la herramienta extractora del SHIELD de los helicópteros Bell 212 y Huey II en el taller de componentes dinámicos en la unidad de CACOM-4.

El objetivo principal de la entrevista fue identificar y analizar el punto de vista de los jefes, especialistas y operarios del taller de componentes dinámicos de CACOM-4, con el fin de evaluar y demostrar la viabilidad y la posterior alternativa de construcción de la herramienta BCDG- 079.

## ANÁLISIS DE LA ENTREVISTA

De acuerdo con la información suministrada por la entrevista realizada en CACOM-4, al



taller de componentes dinámicos se determinó que el proceso que se está llevando a cabo para el mantenimiento del HUB de los helicópteros BELL 212 y HUEY II, es muy

<sup>8</sup>YAMMURI, N. 1997. *Métodos prácticos. Técnicas, máquinas y Herramientas*, El parisiño

deficiente, se determinó el diseñar una herramienta con la cual el técnico de mantenimiento se encontrara más a gusto y con la cual un componente tan fundamental del HUB como lo es el SHIELD no saliera afectado.

Además de esto, hay que tener en cuenta que el rendimiento en los procesos de mantenimiento va determinado de acuerdo a la adecuada dotación de herramientas que se tenga y la efectividad que estas produzcan al realizar el correspondiente proceso y la correspondiente norma y manual de seguridad de los procesos.

## DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

El diseño de la herramienta BDCG - 079 lo apoyamos en la problemática que existía sobre el desgaste del SHIELD debido a la herramienta utilizada en el taller de componentes dinámicos. Con el aporte de conocimientos de diferentes jefes y operarios del taller de maquinaria, complementados con los de los jefes del taller de componentes dinámicos y el aporte de los sistemas CAD Solid Edge en el campo tecnológico, nos dimos a la tarea de crear diferentes hipótesis acerca de un prototipo de herramienta: se tomó la decisión de elaborar una herramienta con un funcionamiento parecido a la ya utilizada pero con dos media lunas que nos permitirían que el SHIELD no sufra rayaduras ni se deforme a medida que se realiza el proceso que es el propósito de la herramienta. Se determinó también que era necesario que la herramienta fuera un poco más liviana para su fácil utilización y se disminuyó el personal necesario para su funcionamiento, se logró este objetivo haciendo una rosca central por donde quedara más cómoda para el operario tanto la instalación de la herramienta como la remoción de los componentes del HUB.

Se concluyó que era indispensable dar una mayor fijación de la herramienta al SHIELD del HUB al momento de operar esta; haciendo uso de dos medialunas que se encuentran en su borde interior maquinadas de acuerdo a la forma del SHIELD y utilizando dos abra-

zaderas que en la parte exterior del conjunto de media lunas que van unidas al SHIELD las sujetan y presionan al componente evitando que en la utilización de la herramienta se corra el riesgo de que se llegue a mover de su posición afectando la pieza, por lo tanto provocando grietas y demás defectos que se pueden presentar por mal trato del componente. Teniendo en cuenta el sinnúmero de ideas que se van planteando a medida del diseño de la herramienta inicial con la que se estaba operando, se procedió a realizar un bosquejo a mano alzada y luego apoyados en un dimensionamiento con relación a las medidas tomadas del SHIELD y de la distancia a la cual se encuentra este del último componente del HUB, centricidad, acudimos a un diseño en un plano de dibujo técnico tridimensional haciendo uso de sistemas CAD y solid edge V19.



Figura 1 DISEÑO DE LA HERRAMIENTA

Valores a temperatura ambiente, salvo donde se indique específicamente lo contrario		
Densidad	Kg/m <sup>3</sup> Lbs/pulg <sup>3</sup>	2.830 0.102
Módulo de elasticidad	N/mm <sup>2</sup> psi	71.500 10.3 x 10 <sup>6</sup>
Coefficiente de expansión térmica		
Por °C, de 20°C a 100°C		23 x 10 <sup>-6</sup>
Por °F (68-212°F)		12.8 x 10 <sup>-6</sup>
Conductividad térmica	W/m°C Btu pulg/pt°h°F	165 1.144
Calor específico	J/kg °C Btu/lb°F	890 0.20

TABLA No. 1 PROPIEDADES FÍSICAS PRODAK

	Torneado grueso con metal duro	Torneado fino con metal duro	Torneado fino con PCD <sup>1)</sup>	Torneado con acero rápido
Velocidad de corte (Vc) m/ min. a.p.m	600-1200 1980-3960	1200-2500 3960-8250	600-1500 1980-4950	250-300 825-990
Avance (a) mm/r lp.f	0.3-1.0 0.012-0.04	-0.3 -0.012	-0.3 -0.012	-0.3 -0.012
Profundidad de corte (ap) mm pulgadas	2-6 0.08-0.24	-2 -0.08	-3 -0.12	-3 -0.12
Designación del metal duro ISO	K20	K10	-	-

<sup>1)</sup>Diamante policristalino

TABLA No. 2 TORNEADO DEL METAL

## FUNCIONAMIENTO DE LA HERRAMIENTA<sup>1)</sup>

### 1. INSTALACION DE LA HERRAMIENTA

Como primera instancia se procede al alistamiento del lugar donde se va a trabajar, debe estar limpio, seco y libre de cualquier objeto extraño que impida el procedimiento; se debe disponer, además del banco de trabajo donde va sostenido el HUB el cual se muestra en la Fig. 9. BANCO PARA EL HUB

También se debe disponer de la herramienta BCDG - 079. Con la cual se realiza el siguiente procedimiento:

- Se limpia el SHIELD, extrayendo de él todas las impurezas y grasa que puedan afectar el proceso de instalación de la herramienta.
- Se instalan a presión las medialunas que coinciden en su parte exterior con la parte

exterior del SHIELD. Estas medialunas deben estar ubicadas de 0° a 180° y de 180° a 360°, esto por razón de que los extremos de las abrazaderas no coincidan con los extremos de las medialunas.



Fig. 3. BANCO PARA EL HUB

<sup>1)</sup> D.S. Dámaso Rodríguez, José Damián, D.S. Claudio Ruiz, José Alfonso, D.S. Beltrán Xavier Gómez, D.S. Gil Reyes Edwin, Febrero 2009, CITEC proyectos

- Se instalan las abrazaderas en una posición de 90° a 270° y de 270° a 450° y se tensionan con los racores que poseen en sus extremos, se debe tener muy en cuenta que esta parte quede muy bien tensionada para que no se corra el riesgo de que las medialunas que se encuentran en su interior no se vayan a desplazar y causen daños al SHIELD.
- A las abrazaderas se encuentran soldadas dos tuercas, que en el momento en que las abrazaderas sean instaladas correctamente, según lo estipula el procedimiento anteriormente mencionado, deben quedar ubicadas a los 180° y a los 360°.
- Cuando se encuentren ubicadas correctamente las abrazaderas, se procede a instalar los brazos de arrastre, el brazo de arrastre posee dos extremos diferentes, uno roscado desde que termina el brazo y uno con alargue después del brazo, en la tuerca de la abrazadera va instalado el extremo que termina en rosca (inmediatamente termina el brazo). El modo correcto de instalación, es tomar el brazo de arrastre del mango que posee en su parte central y girar hasta que quede ajustado correctamente a esta rosca. Este procedimiento se repite con cada uno de los dos brazos.
- Al estar instalados correctamente los brazos de arrastre estos quedarán suspendidos a 90°, es allí cuando se instala el yunque central, que no tiene derecho, lo único que se debe tener en cuenta es que los dos brazos queden instalados en los dos orificios de los extremos que posee el yunque central.
- En el momento en que se encuentre puesto el yunque central en los dos brazos de arrastre, se toman las dos tuercas de fijación y se enroscan en las dos partes sobresalientes de los brazos de arrastre, hasta que queden completamente seguras.
- Teniendo el conjunto de las medialunas, las abrazaderas, los brazos de arrastre, el yunque central y las tuercas de fijación ubi-

cadadas de la forma correcta, se toma el rodamiento de forma frontal y se posiciona en la parte frontal del yunque, está queda suspendida, ya que esta diseñada a la medida adecuada de esta parte.

- El proceso final de arma de la herramienta es el tornillo central, que se toma del mango y se empieza a enroscar por medio del orificio roscado que posee el yunque central.

## 2. OPERACIÓN DE LA HERRAMIENTA

En el momento en el cual la herramienta se encuentra instalada para su correspondiente operación es necesario verificar que todas las partes de la herramienta se encuentren correctamente situadas, después de haber verificado la correcta postura de las partes, se procede a tomar el mango del tornillo central y se comienza a enroscar suavemente hasta que haga contacto con el rodamiento, cuando haga contacto, se alinea con el centro del rodamiento y se hace fuerza de la misma forma como se estaba roscando hasta extraer todos los componentes del HUB.

Los componentes del HUB quedan suspendidos en el tornillo central y la herramienta queda unida al SHIELD, cuando esto ocurra se toma la herramienta y se coloca en una mesa para el correspondiente desarme, y la extracción de los componentes que quedaron en ella.



Fig.5 Evaluación de la Herramienta

## SEGURIDAD INDUSTRIAL

Los profesionales de seguridad suelen considerar en que la operación eficaz de un programa de seguridad requiere que el conocimiento y el trabajo del administrador de seguridad tenga un amplio campo de acción, operar con éxito un programa de seguridad preventiva requiere que sus efectos se extiendan a cada nivel de una organización, como lo hace la motivación de la productividad, es decir, la responsabilidad de la seguridad no solo le compete al departamento de seguridad sino que incluye otros departamentos y secciones del lugar de trabajo. Poner en ejecución un enfoque global y organizado de la seguridad requiere un planteamiento y organización, tareas que concluyen en una política de seguridad de una entidad y las prioridades, ayudando además a fijar las responsabilidades de manera que pueda llevarse a cabo un esfuerzo coordinado.

## CONCLUSIONES

Con el diseño e implementación del prototipo de herramienta BCDG-079 se mejoran los procesos de inspección que se realizan al HUB de los helicópteros UH-1H, BELL 212 y HUEY II. En su proceso recuperativo nivel 2 se logra una optimización del tiempo en un 80% de trabajo en el taller de componentes dinámicos del CACOM 4, mejorando la seguridad industrial para los técnicos que realizan la inspección y estableciendo un nuevo bien y mejorando con calidad y confiabilidad los servicios.

## BIBLIOGRAFÍA

www.helitaxi.com  
www.FAC.mil.co

AERONÁUTICA CIVIL; reglamentos aeronáuticos de Colombia (parte 4); Colombia; 2002.

ASM Metal Handbook - American Society for materials - 1961 2

BAUMEITER,T. AVALLONE,E Y BAUMEISTER,T, manual del ingeniero mecánico. Octava edición. Volumen I.

BRADLEY: HIGH PERFORMANCE CASTINGS, ASM

CARY. MODERN WELDING TECHNOLOGY, MC GRAW HILL.

GARMÓ. MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN. REVERTE DIETER .Metalurgia Mecánica- Aguilar - Madrid 1967

CHALMERS: METALURGIA MECÁNICA. ED. AGUILAR.

FLYING. Aero Club of America .Aero club of Illinois, Aero club of Pennsylvania

GARMÓ. MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN. REVERTE

HOULDCROFT: TECNOLOGÍA DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA. CEAC

LARBURU, N.1997. Maquinas proutuario: Técnicas, máquinas y Herramientas,Ed.paraninfo.

MANUAL BHT-212-IPB en la página 22, índice 69, figuras 62-6.

TEDESCHI. PROYECTO DE MÁQUINAS. EUDEBA.

# Estudio de Implementación de Barreras de Mitigación de ruido para torre de control (CASO CACOM - 4)

Study for the Implementation of noisy mitigation barrier for the air tower control (IN CACOM -4)

Fecha recepción: febrero 11/2008  
Fecha de Evaluación: marzo 26/2008  
Fecha de aprobación: junio 6/2008

Dr. Pachón López, John Jairo - Dr. Rodríguez Jiménez, Rosier A.  
Dr. Rodríguez, Lara Edgar Alexander

## ABSTRACT

The air traffic controllers in the Colombian Air Force are a fundamental part in the air operations. They take a fundamental part in those operations that are done in the Colombian area. During their daily work they are exposed to the audio contamination. In this work the noisy levels are analyzed inside the control towers to determine the different levels that an air traffic controller is exposed, and how they influence in the audio diminution in an air traffic controller. The work shows the analysis of the audio levels, and the different solutions for diminishing the noise through the use of different materials.

## KEY WORDS

Noise levels, control tower, air traffic controller, audio contamination, audio diminution

## RESUMEN

Los controladores de tránsito aéreo en la Fuerza Aérea Colombiana son parte fundamental en las operaciones aéreas que a diario se realizan en las diferentes unidades a lo largo y ancho del territorio colombiano y en el desarrollo de su tarea diaria se encuentran expuestos permanentemente a la contaminación acústica. En el presente trabajo se analizarán los niveles de ruido a los que se ven expuestos dentro de una torre de control y las disminuciones de audición en los controladores aéreos y las soluciones desde los materiales que evitarían o disminuirían este efecto en las torres de control.

## PALABRAS CLAVES

Niveles de ruido, torre de control, controlador aéreo, contaminación auditiva, límites de ruido, disminución auditiva.

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los diseños de nuestros lugares de habitación y trabajo son incapaces de aislar o por lo menos amor-

tizar el ruido. Esto se debe, en parte, a nuestra falta de concientización sobre el problema; pasamos por lo alto la comodidad auditiva de estos recintos porque simplemente no nos parece que el problema sea tan grave o que más adelante nos pueda llegar a afectar.

El aumento progresivo de los niveles de mecanización en los diferentes puestos de trabajo y el incremento de los ritmos de producción hacen que todos los hombres seamos prisioneros del ruido. Vivimos con todos estos ruidos y no hacemos nada para evitarlos, en cambio nos tratamos de acostumbrar a ellos. De esta forma, el ruido se ha convertido en el precio legal del progreso, el cual hay que soportar en pago de la comodidad de una sociedad civilizada.

Por lo tanto nuestro trabajo como controladores aéreos puede llegar a ser uno más de estos grandes problemas que afronta la sociedad por el desarrollo y en nuestro caso las operaciones que se viven día a día sin observar de qué manera nos puedan afectar. Es por eso que la finalidad de este proyecto es dar a conocer a la Fuerza Aérea un estudio

de los niveles de ruido dentro de una torre de control, de los materiales que podrían ir instalados dentro de la misma para evitar así una probable disminución de audición en un controlador.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación acústica es producida cuando el entorno sonoro que nos rodea llega a producir molestias que afectan el comportamiento humano. El ruido es definido como "el conjunto de fenómenos vibratorios aéreos que percibidos por el sistema auditivo pueden originar molestias o lesiones en el oído".<sup>12</sup>

Los controladores de tránsito aéreo en la Fuerza Aérea Colombiana son parte fundamental en las operaciones aéreas que a diario se realizan en las diferentes unidades a lo largo y ancho del territorio colombiano. Su labor puede ser observada en todas las unidades; sin embargo, su perfil se direcciona hacia el control de tránsito aéreo en las bases operativas.

Es así como el controlador en el desarrollo de su tarea diaria se encuentra expuesto permanentemente a la contaminación acústica, la cual es definida como: el flagelo del siglo xx,<sup>13</sup> el acompañante de la civilización, el precio del progreso. Conociendo los efectos de este problema lo podríamos definir como un auténtico problema de salud pública.....

Lo anteriormente mencionado probablemente se podría ver reflejado en una disminución de audición en los controladores aéreos, debido a los altos decibeles sonoros que emiten las aeronaves en la base aérea de CACOM-4, y a la falta de protectores especiales para el uso en el control aéreo.

Como resultado de esta problemática a la Fuerza Aérea Colombiana le costó aproximadamente la suma de 128 millones de pesos durante el recorrido del año 2001 en indem-

nizaciones a personal que se licencia por disminución de la capacidad auditiva. Entre este personal se encuentran los controladores aéreos que laboran en las diferentes dependencias de control.

## JUSTIFICACIÓN

El ruido es un factor que ha venido generando una serie de indemnizaciones a nivel mundial, una de ellas fue en el año de 1997 en los Estados Unidos por un porcentaje superior a los 35 millones de dólares y más de 6704 demandas en casos de sordera ocupacional de acuerdo con las estadísticas del Departamento de trabajo.<sup>14</sup>

Mediante la realización de estudios e investigaciones de decibeles superiores a los permitidos para el ser humano proponemos la implementación de barreras de mitigación de ruido, las cuales ayudarían a reducir el ruido en las torres de control de la Fuerza Aérea Colombiana, con el fin de evitarle futuras indemnizaciones del personal que labore en esta dependencia.

Con nuestro proyecto podríamos aportar una mejor seguridad a las operaciones aéreas puesto que los controladores de tránsito aéreo minimizarían el grado de estrés donde se hace necesaria una buena concentración para brindar un excelente servicio.

Con este estudio e investigación queremos dejar una iniciativa en la Fuerza Aérea, la cual consistiría en que contemple la posibilidad de la implementación de barreras de mitigación de ruido para que no tenga que malgastar tiempo y dinero en el personal que labora en la dependencia de tránsito aéreo.

Así mismo los controladores actuales y las nuevas generaciones tendrían mayor confiabilidad al realizar su respectivo trabajo ya que se sentirían seguros debido a que existe una barrera la cual ayuda en la mitigación del

<sup>12</sup>BARTON, ROBERT ALAN. *La Tormenta del Ruido*

<sup>13</sup>Ibidem

<sup>14</sup>TYWICKOWITE NEDZFAA 93

ruido no solo de aeronaves sino de factores externos que se encuentran en el ambiente de trabajo y sus alrededores, igualmente nuestra propuesta facilitaría entre otros aspectos:

Brindar una alternativa de solución a bajo costo y de fácil implementación en el campo ocupacional del personal que labora en la torre de control.

Convertirse en una base de estudio y análisis de la problemática desde el ámbito de la salud ocupacional y por ende su incidencia en el manejo de recursos EAC.

Brindar los datos adquiridos en la base de Cacom-4 que permitirán verificar la incidencia de ruido en la torre de control.

### OBJETIVO GENERAL.

Realizar un estudio y elaborar una propuesta para la implementación de barreras de mitigación de ruido en las torres de control con la finalidad de disminuir los posibles riesgos de pérdida de audición en el personal de controladores de tránsito aéreo.

### ESPECÍFICOS

- Mostrar una torre virtual con adecuaciones de barreras de mitigación de ruido, en la cual se observen las modificaciones hechas en la torre.
- Realizar estudios de grados de decibeles emitidos por las aeronaves en la base de Melgar (CACOM 4), con la ayuda de un tecnólogo en higiene y seguridad industrial.
- Elaborar una encuesta dirigida al personal de controladores de tránsito aéreo en la que se determinen las medidas de protección de ruido en las torres de control de las unidades de la Fuerza Aérea Colombiana.
- Realizar investigaciones acerca de las diferentes clases de barreras de mitigación de ruido y extraer las mejores.

- Brindar los posibles diseños de paneles con los cuales se pretende mitigar el ruido que genera el ámbito aeronáutico en la Fuerza Aérea Colombiana.

### DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo de nuestro proyecto que consiste en una propuesta en beneficio de los controladores de la Fuerza Aérea tendremos en cuenta como soporte las mediciones realizadas en la torre de control, la plataforma de la unidad de CACOM 4 (Melgar), la disminución de poder auditivo y los daños que están causando los altos grados de decibeles emitidos por una aeronave dentro del personal de controladores de tránsito aéreo que laboran en nuestras unidades.

Este estudio es de tipo descriptivo debido a la compilación de información e investigación de materiales que puedan mitigar el ruido en búsqueda de obtener una respuesta favorable para la salud.

### POBLACIÓN

La investigación se realizó en la base de Melgar (CACOM 4) bajo condiciones normales del turno de la mañana, teniendo en cuenta la participación del personal de controladores de tránsito aéreo que se encontraban laborando en esta unidad que era un total de cinco (5). Como objeto de estudio se tomaron las mediciones correspondientes de las áreas a evaluar, la selección de estas áreas fue realizada directamente por los alumnos. Las fuentes evaluadas fueron:

- Torre de Control
- Radio Frecuencia VHF
- Helicóptero Bell 212 en plataforma y spots
- CCoba

### UNIVERSO

La investigación y estudio gira un torno al beneficio de la Fuerza Aérea ya que se busca que no se presenten probablemente problemas de disminución de audición en los con-

controladores y así se evitará futuras indemnizaciones a este personal.

## MUESTRA

Se toma como muestra a los controladores que se encontraban de turno (3) durante la realización de los estudios de decibeles emitidos por las aeronaves. También consideramos como muestra los resultados arrojados por los helicópteros en la plataforma en el momento del encendido.

Como podemos observar en la tabla 7 el nivel de presión sonora dentro de la torre es superior al permitido para el ser humano (85db) este nos arroja un 88.1 en ponderación A y un 89.5 en decibeles (Lin), lo cual está causando una leve pero peligrosa disminución de la capacidad auditiva.

Por otra parte los encendidos de las aeronaves están en 115db, causando así una pérdida significativa de capacidad auditiva si se está expuesto a más de 7 minutos continuos de ruido.

## ESTUDIO TÉCNICO

Uno de los motivos por los cuales se realizan los exámenes médicos a un personal que trabaja en una entidad privada o del Estado es con el fin de evitar posibles indemnizaciones, las cuales podrían ser de un alto costo.

Para la realización de algún examen médico, anticipadamente se efectúan unos estudios acerca del problema que afecta al personal que labora en alguna de las dependencias de la unidad, el cual está poniendo en riesgo la salud de los trabajadores y el desarrollo de las diferentes actividades que se realicen en esa dependencia.

Por esta razón y pensando en un bien para la Fuerza Aérea Colombiana nos dirigimos a la Dirección de Sanidad (DISAN) en donde nos plantearon una problemática de la pérdida de audición del personal de tripulantes y controladores de tránsito aéreo existente en las bases aéreas la cual la adoptamos para nuestro proyecto que lleva por título: ESTUDIO Y PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE BARRERAS DE MITIGACIÓN

DE RUIDO PARA TORRE DE CONTROL (CASO CACOM-4), por tal motivo el día 7 de junio acudimos a una cita con la aseguradora JERALDINE LLOYD THOMPSON VALENCIA & IRAGORRI, allí recibimos una asesoría acerca del sonómetro y nos fue presentado el Sr. Carlos Jair Cabezas, quien nos acompañó a realizar las mediciones. Posterior a esto iniciamos con un estudio de decibeles emitidos por aeronaves en la base de Melgar (CACOM 4) el día 8 de junio del presente año lo cual nos arrojó un estudio de vital importancia en nuestro proyecto.

En esta visita pudimos comprobar que el nivel sonoro que emiten las aeronaves es superior al permitido por los Ministerio de Salud, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social respectivamente, como lo muestra las imágenes número 1 y 2.



SONOMETRO SIMPSON



DECIBELAS ALCANZADOS POR EL RUIDO DE UNA AERONAVE

Con base en estos estudios y mediciones vamos a proponer insonorizar las torres de control de la Fuerza Aérea basándonos en el caso de la torre de Melgar.

Si es viable económicamente este estudio para la Fuerza se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Se utilizarán materiales absorbentes tales como cielos rasos con funciones de aislamiento acústico, los cuales irán en la parte superior de la torre (techo), compuesta por una lámina rígida de fibra de vidrio, recubierta en una de sus caras por una película de PVC. Se utilizará en espacios interiores de tráfico constante. Estas láminas son biológicamente inertes, resistente a hongos y humedad relativa. No solo funcionará como cielo raso, también será instalado en la parte inferior de las paredes de la torre como paneles teniendo un alto valor de absorción acústica y resistencia térmica.
- Una de las maneras más fáciles y económicas para la mitigación del ruido es el yeso utilizado en toda edificación, no solo sirve como aislante acústico sino también para mantener una temperatura estable en un lugar cálido, como bien sabemos este se empleará en las paredes pero no se podrá aplicar pintura sobre esta superficie.
- Como bien sabemos las torres de control se componen principalmente de ventanas con vidrios demasiado grandes para lograr una mejor visualización del tránsito de aeronaves, pero es la mayor parte que recibe el ruido. Es por eso que proponemos dos clases de ventanas acústicas con cámara sencilla o cámara doble. Las ventanas con cámara sencilla se componen de un vidrio laminado, una cámara de aire y otro vidrio laminado. Las ventanas con cámara doble se componen de un vidrio laminado, una cámara de aire, otro vidrio laminado, otra cámara de aire y otro vidrio laminado. Para la primera opción se puede aislar aproximadamente de 40 a 45 decibeles y para la segunda opción se puede aislar aproximadamente 65 a 70 decibeles.

Para ambas opciones la ventana se enmarca en aluminio tubular lacado (re-lleño) con madera para que las ondas acústicas no se metan por el aluminio. La instalación se llevará a cabo por medio del personal que nos suministró el servicio de estas ventanas (VID-PLEX UNIVERSAL).

El sonido se comporta de una manera igual a la luz, aunque esta tiene una mayor longitud de onda y velocidad, pero actúa de una forma similar ya que las dos poseen propiedades tales como:

- Reflexión
- Refracción
- Difracción
- Interferencia
- Impedancia
- Resonancia
- Eco y reverberación

Por tal motivo en el transcurso de nuestro proyecto el grupo ha realizado investigaciones con referencia al comportamiento de los materiales frente al sonido que mitigan el ruido y que sean de un bajo costo para la institución pero a la vez tenga un buen desempeño en la hora de mitigar el ruido.

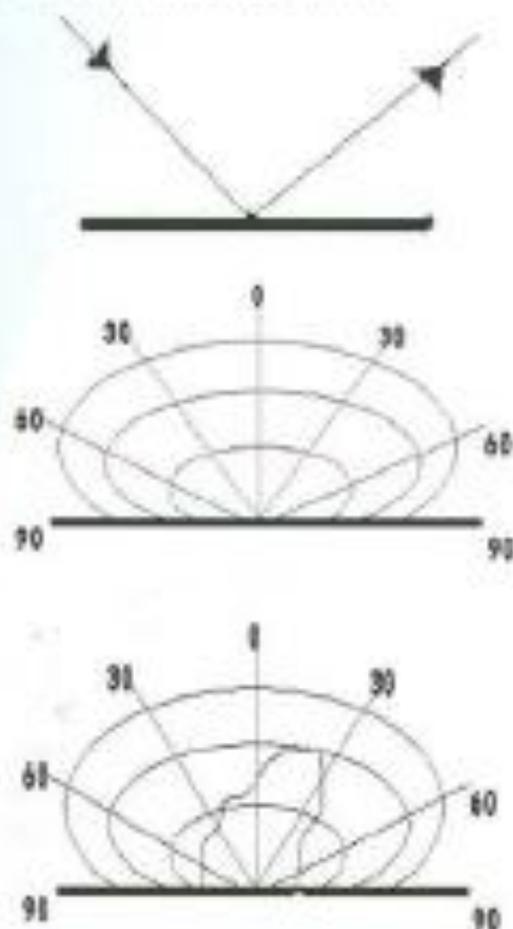
Los materiales para tratamiento acústico son aquellos que tienen la propiedad de absorber o reflejar una parte importante de la energía de las ondas acústicas que chocan contra ellos.

TABLA 1 Clasificación de los materiales acústicos



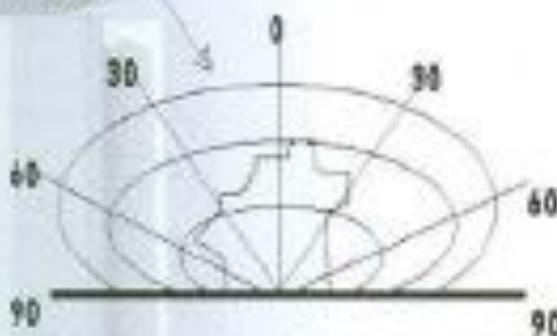
Por otra parte, existe otro tipo de clasificación según sean absorbentes, reflectores, resonadores o difusos.

• **MATERIALES REFLECTORES:** en estos elementos la energía reflejada es mucho mayor y está concentrada alrededor de la dirección de reflexiones especulares.



Materiales reflectores. Fuente: diseño acústico de espacios arquitectónicos. ISBERT, ANTONI.

• **MATERIALES DIFUSORES:** en estos la energía reflejada es elevada y está repartida uniformemente en todas las formas de reflexión.

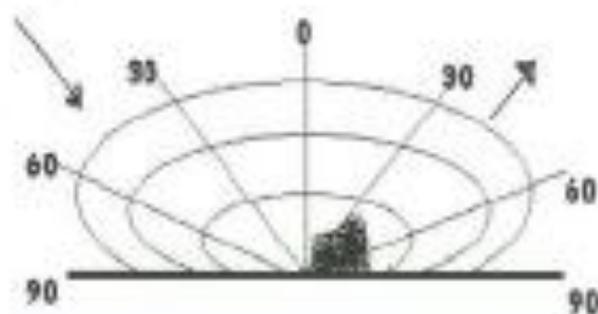


Materiales difusivos. Fuente: diseño acústico de espacios arquitectónicos. ISBERT, ANTONI.

• **MATERIALES RESONADORES:** presentan una curva de absorción con un valor máximo a una determinada frecuencia.

Como objeto de la investigación se estudiaron los materiales absorbentes.

• **MATERIALES ABSORBENTES:** permiten una buena absorción del sonido. En ellos la energía reflejada es mínima. En lugar de reflejar las ondas sonoras incidentes, absorben una gran parte de energía y la transforma en calor.



Materiales absorbentes. Fuente: diseño acústico de espacios arquitectónicos. ISBERT, ANTONI.

## COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES

Comportamiento frente a la estructura. En cuanto a la estructura de los materiales con los cuales proponemos la implementación de las barreras de mitigación de ruido se debe tener en cuenta:

- Porosidad
- Espesor
- Densidad
- Forma

Comportamiento frente a la temperatura. La transmisión de calor se da a través de tres procesos:

- Radiación
- Convección
- Conducción

Comportamiento frente al color. Los colores son reflejados dependiendo de su longitud de onda en diferentes ángulos por tal motivo son traídos a colación para este proyecto.

- a) Rojo
- b) Anaranjado
- c) Amarillo
- d) Verde
- e) Azul
- f) Anil
- g) Violeta

**TABLA 1 COLOR: LONGITUD DE ONDA Y FRECUENCIA**

COLOR	LONGITUD DE ONDA	FRECUENCIA
Rojo	600-650nm	400-470 billones
Anaranjado	640-590nm	470-520 billones
Amarillo	580-550nm	520-590 billones
Verde	530-490nm	590-650 billones
Azul	480-460nm	650-700 billones
Anil	450-440nm	700-760 billones
Violeta	430-390nm	760-800 billones

En esta investigación también hemos llegado a la conclusión que el color es una parte vital en la mitigación del ruido. En teoría los colores oscuros producirán un cierto grado de absorción mientras que los colores claros serán reflectantes, en la tabla 2 vemos el grado de absorción que posee cada uno de los colores. Teniendo en cuenta este cuadro vemos que los colores que poseen mayor grado de absorción son el negro, seguido por el azul, el rojo y verde.

**TABLA 2 GRADO DE ABSORCIÓN SEGÚN EL COLOR**

COLOR	FACTOR REFLEXIÓN	FACTOR ABSORCIÓN
Rojo	0.1-0.35	0.9-0.45
Anaranjado	0.1-0.6	0.9-0.4
Amarillo	0.05-0.5	0.95-0.5
Verde	0.2-0.6	0.8-0.4
Azul	0.04-0.08	0.96-0.92
Anil	0.7-0.8	0.3-0.2
Violeta	0.3-0.7	0.7-0.3

*Fuente: folletos del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENAV*

Teniendo en cuenta todos los parámetros que debe poseer un material para ser un buen aislante térmico se realizaron diferentes estudios de materiales con el fin de comprobar estas teorías y conocer, por una parte, cual

de estos materiales posee un mejor comportamiento y visualizar la influencia que posee el color y la textura.

**TABLA 3 ESTUDIOS DE COLOR EN MATERIALES PARA PANELES**

MATERIAL	COLOR REFLECTIVO	COLOR ABSORBENTE	DIFERENCIA
PANEL	71.1	71.2	0.1
ICOPOR	76.2	76.0	0.2
CARTON SUPERFIDE USA	76.9	76.4	0.5
CARTON CORRUGADO	76.9	72.5	4.4
GASOL	76.8	74.5	2.3
PLASTICO	76.5	73.4	3.1

**VENTANAS:** Generalidades de las ventanas que se tienen en el sector estudiado. Las ventanas se pueden clasificar en dos grupos: ventanas metálicas y de aluminio. En las ventanas metálicas encontramos ventanas a ras de muro sin reja, ventanas con estructura en ángulo.

En cuanto a las ventanas de aluminio encontramos ventanas con un marco a ras del muro al lado y lado de la torre, esta misma está situada en el segundo piso de la torre y prácticamente en el centro de la estructura. Estas ventanas son utilizadas en las horas de la noche para poder visualizar el tránsito que se esté controlando o aeronaves que estén ingresando al sector.

Para lograr una mitigación de ruido en las ventanas se poseen algunas opciones como se muestra a continuación.

1. Aumentar el grosor o espesor del cristal que conforma las naves de las ventanas. El grado de aislamiento acústico del vidrio, depende de su masa, densidad, rigidez y buena colocación como se muestra en la tabla.

**TABLA 4 MATERIALES TRASLUCIDOS**

ESPESOR	PESO EN KG/M <sup>2</sup>	AISLAMIENTO ACUSTICO DEL VIDRIO EN DB
2	5.20	26
3	7.81	27
4	9.62	28
5	12.07	29
6	14.60	30
7	16.09	31
10	23.37	33

**VIDRIOS:** Generalidades de los vidrios de la torre

Los vidrios que encontramos en el torre de control no son los apropiados ya que hacen parte de los muchos vidrios utilizados en una ventana, vitrina o lugar que necesite una resistencia en cuanto al peso de un material que pueda afectar algún objeto.

No cabe decir que estos vidrios cuentan con unas especificaciones que evitan una pequeña parte de filtración del ruido en la torre, como puede suceder en un conjunto residencial cerca de una avenida o aeropuerto.

Los vidrios encontrados en el sitio de investigación se encuentran separados a una distancia de 1cm entre sí, pero esto no sirve de nada ya que no se tiene el material que recibe el mayor impacto y evite la entrada del ruido (VIDRIO ACUSTICO O INSONOBIZADO).

**PUERTAS:** Generalidades de las puertas que se tienen en el sector estudiado

Se tienen puertas con tragaluz montante de diferentes dimensiones y formas rectangulares, semicirculares y semiabiertas, constituido por la prolongación del marco de la puerta fijo a la pared, con un vidrio translucido o transparente que se fija a la puerta con masilla o silicona. En algunos casos las puertas metálicas son de lámina cold roll prensada o lisa.

La forma de las puertas generalmente son rectangulares con esquinas en ángulo recto, no obstante, algunas poseen esquinas redondeadas.

Las puertas metálicas que se tienen pueden ser en lámina prensada, en lámina prensada con tragaluz, lámina lisa sencilla, lámina lisa doble o puertas en reja y vidrio. Estas puertas metálicas son altamente vibrantes.

Para lograr una mitigación de ruido en las puertas se puede:

1. Aumentar el peso de la hoja de la puerta. A mayor densidad, mayor aislamiento para sonidos aéreos, por lo cual al aumentar la masa de la puerta aumenta la pérdida por transmisión sonora.
2. Rellenar las puertas huecas con material acústico. Las puertas huecas se pueden rellenar con cámaras de poliuretano o fibra de vidrio. También se podría utilizar el producto de la molienda del caucho en estos aislamientos.
3. Instalación de puertas dobles. Consiste en la instalación de una puerta adicional para conformar una cámara de aislamiento entre las dos puertas.

**CIELO RASOS:** Generalidades de cielos rasos

Cielo raso en asbesto cemento: el fibrocel es un material para cielo rasos fabricado en lámina plana de asbesto cemento y acabado rústico. Por su textura (rústica) posee buenas condiciones para la absorción del ruido. Su estructura de soporte es el aluminio.

Cielo raso en triplex: el triplex es un material formado por capas sucesivas de maderas cortadas en forma de películas y pegadas con colas especiales. La capa central es realizada en maderas ordinarias mientras que las capas externas se realizan en maderas finas. Su estructura de soporte esta conformada por listones de madera.

Cielo raso en táblex: el táblex se fabrica con virutas de madera la cual se mezcla con colas especiales. En cielo rasos se utiliza espesores de 5.5 mm. La estructura de soporte puede ser de aluminio o madera. Para lograr una mitigación de ruido en el cielo raso se poseen algunas opciones como se muestran a continuación.

1. Colocación de un material acústico sobre el cielo raso existente, como fibra de vidrio o lana natural.
2. Instalación de cielo raso acústico.

MATERIAL	ESPESOR	500 HZ
SÓLIDO (YESO - ASBESTO)	15.8	0.6
	19.1	0.7
	25.4	0.72
SEMISÓLIDO (MADERA)	15.8	0.8
	19.1	0.68
	25.4	0.68
NO SÓLIDO (FIBRA DE VIDRIO)	25.4	0.68
	50.8	0.88
	76.2	1.02
LANA DE VIDRIO	19.1	0.65
	25.4	0.79
	38.1	0.88

Tabla 5. COEFICIENTES DE ABSORCIÓN EN PANELES DE CIELO RASO ( DB )

### EQUIPO UTILIZADO

Para la realización de las evaluaciones ambientales se utilizó un sonómetro marca SYMPSON modelo 899 con rango de medición entre 50 y 130 db. Acoplado a este se utilizó un analizador de frecuencias en bandas de octava desde 31.5 Hz hasta 16000 Hz.

El equipo cumple con el programa anual de calibración, al equipo se le realizó verificación de la calibración antes y después de la evaluación con el fin de asegurar la confiabilidad de las mediciones.

### NORMAS Y REGLAMENTOS UTILIZADOS

Las normas que se tuvieron en cuenta para la realización de las evaluaciones fueron las Resoluciones Números 08321 de 1983 y la 1792 de 1990 emanadas de los Ministerios de Salud y de Trabajo y Seguridad Social, respectivamente.

Allí aparecen estipuladas las estrategias de muestreo y los valores límites permisibles para ruido continuo e intermitente.

La tabla No. 6 presenta los valores recomendados por la legislación colombiana, para ruido continuo o intermitente durante un tiempo de exposición específica.

Estos valores límites permisibles son aplicados a ruido continuo e intermitente, sin exceder la jornada máxima laborable vigente, de 8 horas diarias.

Si se desea saber el tiempo de exposición a ruido continuo diferente a los estipulados en la tabla 1 se puede obtener con la siguiente fórmula:

$$TP = \frac{8}{2^{[(L-85)/5]}}$$

Donde:

*Tp* = Tiempo de exposición

*L* = Nivel de Presión Sonora evaluado.

Los valores límites permisibles recomendados para ruido hacen referencia a niveles y a condiciones en las que se demostró estadísticamente que casi todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día, sin protección auditiva, sin que sufran efectos adversos para la salud auditiva. Sin embargo, a causa de las amplias susceptibilidades individuales puede presentarse daños a los trabajadores en niveles por debajo de los límites permisibles.

### RECOLECCIÓN DE DATOS

La información recolectada en la base de Melgar (CACOM 4) nos ha servido como una fuente más confiable para hacer la propuesta de implementación de barreras de mitigación de ruido en las torres de control de la Fuerza Aérea Colombiana.

La tabla No. 7 presenta los resultados obtenidos en las evaluaciones de ruido (sonométricas), la cual contiene los siguientes datos: número de la medición, sitio o fuente evaluada, número de trabajadores directamente expuestos, presión sonora (NPS) en dB (A) y dB(Lin), los análisis de frecuencias y algunas de las observaciones tomadas durante la medición.

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (HORAS)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE dB(A)
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2 (30 minutos)	105
1/4 (15 minutos)	110
1/8 (7.5 minutos)	115

Tabla No. 8. Valores límites permisibles para la exposición ocupacional a ruido continuo e intermitente

Los valores sombreados corresponden a aquellos sitios o fuentes que superaron el límite permisible (85 db(A)).

Tabla No. 7. EVALUACIÓN AMBIENTAL DE RUIDO

Nº	Punto Evaluado	No. Frec.	L <sub>PEHH</sub>	NPS dB (L <sub>PN</sub> )	ANÁLISIS DE FRECUENCIA (dB)										CONCLUSIONES	
					31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	10k		
	Torre de Control	2	4	88.1	80.5	89.0	71.6	72.2	72.5	75.8	70.4	70.8	82.0	84.5	77.0	Se existe excedimiento respecto de los radios. Las personas sueltas van protegidas auditiva pero no la torre.
	Radio de Frecuencia VHF	1	2	80.0	81.8	72.8	73.8	69.0	86.8	88.0	82.0	77.0	71.0	82.8	83.8	Ruido generado por los radios de frecuencia en el momento de despegue de los helicópteros.
	Helicóptero Bell 212	4	0	119	104.3	88.0	87.0	86.0	80.0	100	80.3	86.3	85.0	87.8	85.0	Ruido por los helicópteros cuando se elevan para el aterrizaje de los diferentes vuelos.
	C. Cabo	2	1	74.6	82.7	71.0	72.2	72.5	75.4	70.3	78.4	77.0	82.0	84.0	77.3	Medición hecha al todo operador y los radios de frecuencia.

Tabla No. 7. EVALUACIÓN AMBIENTAL DE RUIDO

## ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Como se observa de la tabla No. 1, el límite permisible de exposición a ruido continuo para una jornada laboral de 8 horas es de 85 decibeles (A), valor en el cual se considera que el trabajador puede laborar sin que se afecte negativamente su salud, y que en el presente informe se utilizó como el parámetro de comparación para el análisis de los resultados.

Según los resultados obtenidos y lo observado durante la realización de las mediciones se puede analizar lo siguiente:

- Se realizaron 4 mediciones para ruido continuo, de las cuales las tres realizadas registraron niveles de presión sonora por encima del valor límite permisible de 85 db(A) para 8 horas diarias de exposición.
- Las mediciones realizadas reportaron NPS por debajo del valor límite permisible, incluso del nivel de acción (80 db(A)).
- Durante la medición las áreas funcionaron normalmente y las mediciones fueron realizadas en donde la persona se ubica para realizar sus funciones.
- En cuanto a los elementos de protección auditiva se observó que el personal que se encuentra expuesto en los tres sitios en donde se excedió el VLP no utilizan adecuadamente dichos elementos. En el área de la torre de control el personal manifiesta

que no pueden usar los protectores auditivos porque no escuchan los diferentes reportes de los radios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aeronautica Civil. Medidas de mitigación de ruido en zonas aledañas al aeropuerto Eldorado. Marzo de 1998
- BARÓN, ROBERT ALEX. La Tiranía del Ruido. Fondo de Cultura Económica. México, 1973
- CARRIÓN, ISBERT. Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos. Ed. Alfaomega. Barcelona.
- El Gran Libro del Color. Editorial Marshall. Barcelona
- QUINTERO JAIRO y ROJAS, AIDA. Obtención del Caucho Natural para el Empleo en la Industria de Llantas. Universidad América. Ingeniería Química. 1997
- ROBERTJ. La Acústica en la construcción. Editorial Gili 1975.
- ROJAS, NELSON. Comodidad Auditiva para Diseños Escolares.
- MEISSER.M. Acústica de los Edificios. Editores técnicos asociados. Barcelona. 1973.
- MIÑANA, JOSÉ PEREZ. Compendio Práctico de Acústica. Ed. Labor. Barcelona, España. 1969.

# Diseño de un Centro Logístico para el Comando Aéreo de Transporte Militar CATAM

## Design of a Supply Center for Catam

Bc. Garrido Floyd Carlos Alberto

Dr. Bucaregua Peña Mauricio

Dr. Vásquez Alvarez John Edison

Fecha de recepción: Abril 20/2008  
Fecha de evaluación: Mayo 20/2008  
Fecha de aprobación: Junio 3/2008

### ABSTRACT

The aeronautical supplies requires a technology that permits the establishment of a high quality logistic mainly centered in the strategy of partitioning into storage the different products and the control of the inventories, the associated information systems, through which the institution, organization and the distribution channel go for the present and future rentability taking into account the cost and effectiveness. This work pursue the effectiveness on logistics through the design of a supply center for CATAM base.

### KEY WORDS

Logistics, supply center, store, distribution, effectiveness, quality

### RESUMEN

Los suministros y abastecimientos aeronáuticos requieren de una tecnología que permita la generación de una logística de calidad centrada en la dinámica estratégica del almacenamiento de productos y el control de inventarios, sistemas de información asociados, a través de los cuales la institución, su organización y su canal de distribución se encauzan hacia la rentabilidad presente y futura maximizada en términos de costos y efectividad. En el presente trabajo se busca la efectividad logística a través del diseño de un centro logístico aeronáutico de calidad para la unidad de CATAM

**PALABRAS CLAVES:** logística, centro logístico, almacenamiento, distribución, eficiencia, calidad.

### INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de nuestro proyecto es el diseño de un centro logístico para el Comando Aéreo de Transporte Militar (CATAM), con ayuda de una maqueta que nos permite observar cómo estará

compuesto. Y poder entender así cómo está diseñado un centro logístico.

En la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana nunca antes se ha desarrollado un proyecto de esta índole. Por esta razón es nueva su realización en la Escuela. Este proyecto tendrá una incidencia directa en la especialidad de abastecimientos aeronáuticos y sobre su personal de alumnos, los cuales podrán conocer más a fondo todo lo concerniente, a la conformación de un centro logístico, y mirar de una forma más cercana los conceptos de la logística moderna. Y sin dejar a un lado que el Comando Aéreo de Transporte Militar podrá observar en este proyecto una vía fácil para la solución a su problemática en el escuadrón de abastecimientos.

La metodología utilizada fue investigativa, ya que debemos buscar la información más clara y concreta que le permitiera al lector entender de una manera fácil que es un centro logístico, su conformación y que él pueda concluir si es o no la salida más viable en

Estudiante último año del curso 79 de la Tecnología de Abastecimientos Aeronáuticos, Escuela de Suboficiales CE. Andrés B. Díaz, de la Fuerza Aérea Colombiana. Artículo fundamentado en un proyecto de Grado.

CATAM. Ya cuando tenemos la información procedemos a la elaboración de la maqueta como representación visual de cómo quedaría conformado el centro logístico para esta unidad, para lo cual se plasmó una idea de cómo debería quedar, tomando en cuenta la problemática del escuadrón de abastecimientos y con la ayuda de un arquitecto calificado, plasamos esa idea en los planos y luego en la construcción de la maqueta.

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial y debido al fenómeno de la globalización se viene presentando hace ya algunos años la implementación de centros logísticos, que han sido la solución a los problemas de control de material en el almacenamiento gracias a la centralización de procesos.

Es así como el Comando Aéreo de Transporte Militar (CATAM) de la Fuerza Aérea Colombiana no es ajeno a esta estandarización de procesos en cuanto al almacenamiento, recepción, control y despacho de material que sale y entra a la unidad.

Sin embargo, y pese a existir el manejo teórico básico de lo que es un centro logístico se han observado falencias referentes a la comprensión de los procesos directos e indirectos manejarlos en el ciclo así mismo como la carencia de ayudas didácticas que facilitan la comprensión y asimilación del proceso por parte de los nuevos suboficiales de la FAC, inmersos en este tipo de trabajos de tan alta importancia para cada una de las unidades.

### JUSTIFICACIÓN

Este proyecto propone el diseño de un centro logístico acompañado de una maqueta, donde se pueda observar y además entender cómo está compuesto, brindando así una herramienta didáctica aplicada a la logística moderna. Así mismo el trabajo permitirá:

- Disminuir las falencias que en la actualidad se observa en CATAM referentes al espacio, organización y personal.
- Proponer una estrategia de seguridad en el control del material, ya que todo entraría y saldría por una misma puerta, lo que me per-

mitiría aumentar el control y la visibilidad de los repuestos, como también disminuyendo la cantidad de personas que ingresarían a las bodegas.

Por otra parte los procesos antes individuales en las bodegas: aeronáuticos, reparables, y herramientas ahora se centralizarán, ya que el material que entra y sale de la base pasaría por un mismo puesto de control unificado en una sola sección ERCLAD (entrega, recibo, clasificación y despacho), algo que hoy en día se hace en cuatro puestos diferentes uno para cada almacén, aumentando la probabilidad de manipulación de material.

Gracias a la centralización de procesos así mismo se unificará el mando y control del almacén con un solo comandante, que pondría todo su ingenio e iniciativa en el funcionamiento del centro logístico.

Además se obtendrá una notable reducción de personal y procesos ya que al tener solo un puesto de control esta persona manejará de manera más organizada el historial del material que hay en la base, lo que antes se hacía en cuatro puestos distintos.

Y gracias a la ayuda de la maqueta realizada a escala, tomando como base las dimensiones y características de las bodegas de la unidad de CATAM, que es uno de los más grandes de la Fuerza Aérea. Podemos entender y observar de una forma detallada como se manejaría el espacio, organización, control, entorno y demás factores que entran a jugar un papel muy importante en todo el manejo del material aeronáutico, por medio de las nuevas tendencias logísticas como es el centro logístico. Permittiéndonos así un conocimiento tanto teórico como práctico.

### OBJETIVOS

#### GENERAL.

Diseñar un centro logístico para las bodegas del Comando Aéreo de Transporte Militar – CATAM, de la Fuerza Aérea Colombiana.

#### ESPECÍFICOS.

Diseño y construcción de maqueta a escala de la descripción del centro logístico.

Análisis de la situación de almacenamiento en CATAM.

Elaboración de un solo ERCLAD para mayor control del material.

Diseño del centro logístico de acuerdo a las especificaciones físicas, geográficas de lo propuesto.

## ESTUDIO TÉCNICO ADECUACIÓN DEL CENTRO

Para la adecuación del centro logístico se requiere realizar una serie de cambios que ayuden a mejorar y dar una vista más agradable para el trabajo, siendo evidente en la unidad de CATAM, lo que conlleva a adoptar medidas de logística de avanzada, ya que tiene un elevado inventario y número de ítems que hace de estas bodegas las más costosas e importantes de la Fuerza Aérea y porqué no de las Fuerzas Militares de Colombia. Es por esta razón que mediante estudio previo de las bodegas Aeronáuticas, reparable y herramientas de dicha unidad, nos hace tomar como determinación de implementar un centro logístico con los más altos estándares de calidad y además implementando una logística de punta, que nos permita el adecuado control del material aeronáutico. Es importante resaltar que esta Unidad es la que más equipos operativos posee, como se muestra a continuación:

### QUÉ ES UN CENTRO LOGÍSTICO?

“El centro logístico hace parte de la logística de última generación y es el que toda empresa que tenga un ciclo de abastecimientos organizado debe poner en práctica para la agilización de los procesos que están dentro de la cadena de abastecimientos.

Es la salida que encontraron todos los grandes administradores logísticos de la actualidad para poder así tener un control más preciso de los inventarios, además, una información más detallada de toda la mercancía que entra, sale y la que está en camino (transportado).

Centro logístico es un punto donde se realiza el control y la distribución de material partiendo de una necesidad cualquiera. La

disposición de las entradas y salidas permite un flujo lineal permanente con entrada de material por un lugar determinado, almacenamiento adecuado, procesado y posterior salida al muelle principal para después ser despachado a donde surja la solicitud. Pero este no solo incrementa notablemente la capacidad de distribución, sino también aumentar la agilidad y el control de las operaciones, optimizando los tiempos y costos de la logística, informaron fuentes del grupo” Manual Centro Logístico Chiapas México 8.



Diseño de un Centro Logístico de Material Aeronáutico

Conformación de un centro logístico: “Un centro logístico está conformado por una serie de módulos o bodegas, las cuales son las encargadas de almacenar un elemento determinado o de características similares, de una manera organizada y con su respectiva tarjeta o marquilla de control ya sea código de barras o por sensores como se utiliza hoy en día.

La composición de un centro logístico no es muy compleja, solamente se debe tener cuenta la estantería adecuada y el espacio requerido para el almacenamiento de la mercancía. Al momento de construir un centro logístico se debe tomar en cuenta que entre menos puertos o puntos de flujo de mercancía haya es mejor, lo que debemos hacer es suprimir a la menor expresión el número de puertas tanto de acceso de mercancía como la de personal, todo esto vinculado a tener un mayor control tanto de la mercancía

que sale como de la que entra, es decir, que así como se centralizan procesos también se unifican los puertos.

Un centro logístico debe tener como máximo dos pisos, debido a que si se tiene más de un nivel la mercancía quedará muy separada y ocasionará problemas de control. Además deberá tener una altura bastante amplia, que permita el movimiento de un montacargas industrial y de unas estibas lo bastante altas para disminuir la cantidad de las mismas aumentando el tamaño y disminuyendo la cantidad. Así podremos almacenar mayor cantidad de material sin ocupar tanto espacio. Por otra parte dentro de un centro logístico debe haber una zona de despacho, una zona de recibo y una parte para almacenamiento de material pesado, que debe ser en el piso, con base de caucho.

Un centro logístico debe estar constituido por material resistente, en caso de la elaboración de un mezanine, se debe construir de tal manera que resista a un peso relativamente grande. El material más pesado debe estar en la parte de abajo del centro y el material más liviano se localizará en la parte de arriba tanto en los niveles como en la estantería, en la construcción de un centro logístico debe ser fundamental la cantidad de material que se maneje, ya que así mismo debe ser la capacidad para almacenar ya que se perderá el orden y no debe sobrar ya que se perderá mucho tiempo y se harán desplazamientos innecesarios para el control de la mercancía".

www.zonalogistica.com 9.

FIGURA No. 2



Inventario y Bodegas del Centro Logístico

Ventajas de un centro logístico: Son muchas las ventajas que se logran al momento de la creación de un centro logístico, ya que permite la agilización y disminución de pasos que hacen que el tiempo disminuya aplicando así el Just In Time (justo a tiempo).

Son estas las ventajas las que hacen que un centro logístico se convierta en una alternativa primordial para los procesos de abastecimientos actuales.

En la actualidad, los movimientos del mercado y la globalización de la economía, obligan a las empresas a ser muy creativas para lograr su competitividad.

Una de las herramientas más innovadoras y efectivas en los procesos de optimización, es aquella en la que tiene que ver con la concentración en la actividad principal de un negocio en un sólo punto para mayor control. Al centralizar toda la información y proceso aumentará así la seguridad al momento de recibir y entregar la mercancía o el material, debido a que existirá un mayor control sobre todo lo que ocurre dentro de la cadena de abastecimientos.

También al momento de tener un centro logístico podemos tener un control más detallado de los inventarios y movimientos de los mismos, permitiéndonos así tener la facilidad de detectar qué material no está rotando, y por otro lado saber de primera mano cual es el material que tiene más rotación, obteniendo el número de existencia, lo cual nos permitirá saber en que momento preciso debemos hacer el pedido correspondiente. Pero todo esto va de la mano, de que al momento de crear el centro logístico debemos implementar también un programa de control de inventarios de última tecnología, que nos permita llevar la ciencia cierta todos los movimientos del centro, pero cabe aclarar que toda esta información tendrá varias fuentes de información pero se almacenará todo en una misma fuente para recopilarla toda.

**UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTICO:**

La ubicación de un centro logístico es muy importante para sacarle el mayor provecho a todas sus ventajas. La ubicación debe ser en un lugar estratégico donde se viva el mayor flujo de información y por donde pase todo el material, para esto se debe hacer un estudio previo, además, de un manejo estadístico adecuado que nos permita elegir el mejor punto para la construcción del futuro centro. **Líneas de flujo:** Es donde la producción sigue su proceso secuencial a través de las diferentes áreas de trabajo, equivalentes a departamentos fabriles, en donde se efectúan diferentes tareas hasta terminar el proceso. Así, podríamos hablar de:

- Área de recepción y control
- Área de almacenaje
- Zonas específicas de picking
- Áreas de preparación de pedidos
- Áreas de expedición carga y vehículos

**FIGURA No. 3****Almacén Aeronáutico Cacom 5**

La importancia de las líneas de flujo recae en que son las encargadas de contrarrestar el problema logístico del almacén que plantea principalmente en conseguir una gestión correcta de los recursos empleados, evitando colas de espera y retrasos, para así minimizar el tiempo de los procesos y lograr rapidez en el servicio, a la vez que reducimos el costo de operaciones globales.

En la actualidad bases como CACOM 5, CACOM 2, EMAVI están empezando a fomentar

el centro logístico. La base más adelantada es CACOM 5 con su nuevo centro logístico de última generación que ha dado un resultado realmente satisfactorio en la operatividad y agilización de los procesos, razón por la cual el comando de la FAC está muy interesado en realizar más inversiones en pro de fomentar más centros logísticos para las demás bases.

El tema de centros logísticos apenas está iniciando en la Fuerza Aérea y en las Fuerzas Militares falta mucha más organización para llegar a tal estado y sin contar que se requiere de un gran capital. Además al realizar un centro logístico se suprimirían muchos pasos que son unos de los principales factores por lo cual los procesos logísticos muchas veces son muy lentos.

Pero la Fuerza Aérea Colombiana se está dando cuenta de aquellas ventajas que les ofrece un centro logístico y de la agilización que les da el tener uno. Es tal su auge dentro de la institución que bases como GAORI tiene un centro logístico ya nombrado y conformado en su organigrama, es decir, no tiene la infraestructura pero ya tiene la organización en cuanto al personal que lo conforma. La institución se está dando cuenta de los beneficios que este trae, y es cuestión de tiempo para que lo implemente en el resto de bases.

Implementación del centro logístico para la unidad de CATAM. Lo que buscamos con la implementación de un centro logístico para la unidad de CATAM es hacer que todos los beneficios antes mencionados se conviertan en un hecho, y ayude a que la operatividad de esta unidad tan importante de la FAC, tenga una mayor fluidez en las operaciones de sus aeronaves, viéndose directamente afectado el nivel de operaciones que ejecute la fuerza. Pero esta implementación no ocurrirá de la noche a la mañana, eso debe tenerse en cuenta. En primer lugar se eliminará una pared la cual divide hoy en día la bodega de Reparables con la bodega Aeronáutico y se colocarán algunas vigas para soportar el peso del techo y reforzar el sitio. Así mismo se pintarán las paredes, columnas y el piso

del centro logístico, demarcando los sitios de la estantería y pasillos para el tránsito del personal y montacargas.

Para la seguridad industrial es indispensable colocar extintores en sitios estratégicos para el tema de instalaciones eléctricas, lámparas para mejor visibilidad, conexiones telefónicas y de Internet para las oficinas, ya que si no se hacen las investigaciones respectivas del caso se puede llegar a un caos de abastecimientos que hará que las operaciones aéreas se vean afectadas. Por esta razón hemos implementado una serie de pasos que harán que la futura implementación de un centro logístico no cause problemas para la unidad: Lo primero que debemos tener en cuenta es la ubicación del centro logístico, que para la unidad de CATAM y según estudios llevados a cabo por una persona idónea para este tipo de construcciones, no tiene mayores factores negativos. Ya que las bodegas aeronáutico, reparables y herramientas, tienen el diseño arquitectónico y las dimensiones propicias para hacer una unificación sin mayores contratiempos. Debido a que estas bodegas están divididas por muros fáciles de suprimir, y la función de reorganización recaerá sobre el diseño interno, que se verá condicionado a las zonas de almacenamiento que le corresponderá a cada almacén, además, del reorganización del ERCLAD pasándolo de tres a uno y posteriormente adecuación de oficinas, baños etc. Y la implementación de una bodega que en el momento no existe que es la bodega de las llantas (todo el tema de diseño se manejará más a fondo en el transcurso del proyecto).

Luego de que veamos viable la construcción del centro logístico en el grupo técnico de CATAM, se pasaría a decidir cómo estaría conformado el organigrama del centro logístico, empezando por el comandante del mismo, pasando por los almacenistas, auxiliares, secretarías etc. Allí podemos delegar funciones específicas a cada persona, centrando el comando del centro logístico en el comandante del mismo, que es la persona que se

verá obligada a impartir órdenes, planear, dirigir, organizar y determinar propiedades, velando por los intereses de la FAC. Estas funciones las impartirá sobre los almacenistas que son los conocedores de sus inventarios y las personas idóneas para que agilicen la búsqueda de los elementos y en el caso de que no esté en el inventario, tendrá la obligación de hacer todo el proceso estipulado para la consecución de ese elemento, ya sea en compra local o en el exterior.

Para continuar con el proceso lógico se deberá hacer un inventario detallado de los elementos e ítems de las bodegas aeronáutico, reparable y herramientas, para así tener una base real del material aeronáutico con el cual cuenta la unidad y poder proceder de la manera más adecuada al momento de la toma de decisiones, además, con el inventario detallado se puede proceder a verificar que elementos tienen la mayor rotación, que elementos son los que tienen la menor rotación, cuales son los que el almacén no tiene siendo estos de primera necesidad para determinada aeronave y detectar aquellos repuestos que ya cumplieron su ciclo de vida, que es de cinco años almacenado, o por otra parte cuáles perdieron ya sus características físicas haciéndolos obsoletos para ser colocados en cualquier aeronave, dándolos de esta manera de baja.

Ya teniendo los inventarios correspondientes, procederemos con la construcción del centro logístico, la cual se debe realizar en el menor tiempo posible pero con los mayores controles de calidad. Aparte de que se deben tener las necesidades físicas de cada almacén que el requiera para sus repuestos, ya que no es lo mismo guardar un motor, que quin-callerilla. Ahí es donde se debe elegir, como será almacenado el material aeronáutico y de que forma y en qué tipo de estantería. La estantería del centro logístico es igual a la que está en la bodega aeronáutica que es una estantería nueva muy resistente, ya con esta nueva imagen, y una organización óptima se busca una agilización de los procesos para así poder brindar un mejor alistamiento de las aeronaves.



Elementos Almacenados Almacén CACOM 5

Se sugiere que se debe comprar estantería que hace falta pero teniendo en cuenta que tiene que ser del mismo tipo y estilo de lo que existe en la bodega aeronáutica.

Después de la organización de las tres bodegas anteriores donde quede bien hecho, buscar más adelante una reorganización de las bodegas de armamento aéreo y combustibles para que se vea una mejor organización de los almacenes.

**Problemática de abastecimiento en CATAM.** En el intento por deducir el origen de la problemática logística que se vive en el Comando Aéreo de Transporte Militar, el grupo de trabajo, tras haber hecho una investigación intensiva en el grupo técnico de esta unidad, haciendo énfasis en las bodegas aeronáutico, reparables y herramientas. Llegamos a la conclusión que el mayor problema que tiene la unidad de CATAM de tipo logístico es la falta de comunicación y la desorganización de sus bodegas, factores por los cuales no se le puede sacar el mayor provecho a los repuestos que están dentro de los inventarios de estas bodegas. Pero para arrojar una solución primero tuvimos que hacer un análisis de estos dos factores los cuales veremos a continuación:

#### FALTA DE COMUNICACIÓN

En cualquier organización mundial la comunicación es esencial, para que los procesos se

lleven a cabo de una manera adecuada y se cumplan las metas deseadas. Para conseguir que los mensajes estén y las informaciones importantes lleguen a las personas adecuadas, la comunicación debe fluir en todos los sentidos y no solo en el tradicional "de arriba a abajo", es decir, del comandante a los trabajadores. Es necesario que los mensajes lleguen también en el sentido contrario (de abajo a arriba), así como de forma horizontal facilitando su intercambio entre los diversos departamentos, grupos y empleados.

#### VENTAJAS DE TENER UN CENTRO LOGÍSTICO PARA CATAM

Las ventajas generales que deja la conformación de un centro logístico para la unidad de CATAM son muchas y muy variadas, las cuales afectarían una forma directa la operatividad de esta base de la Fuerza Aérea, que es el centro del transporte militar en Colombia.

El Comando Aéreo de Transporte Militar, debido a la gran cantidad de vuelos y de aeronaves que tiene asignadas logísticamente, tiene una gran carga en el tema logístico y de inventarios. Es por eso que un centro logístico debido a su capacidad y agilidad en la consecución de material, componentes y demás suministros, permite que las aeronaves se mantengan en vuelo.

Con la consecución del centro logístico se puede contrarrestar la problemática que tiene esta unidad en estos momentos de la siguiente manera: Lo primero que va aumentar en esta unidad, es el nivel de comunicación debido a que como todo los procesos se centralizaran, y quedarán todos las bodegas convertidos infraestructuralmente hablando, en uno solo ya que se romperán muros y se adecuará para que todos lo tres bodegas aeronáutico, herramientas y reparables queden unificados en una misma bodega, esto traerá consigo el aumento de la comunicación a nivel de los almacenistas, ya que podrán discutir estrategias de agilización de procesos. Además, podrán entre los tres almacenistas

encontrar una solución rápida a un elemento que no se encuentre dentro de sus inventarios o en caso tal que el solicitante se equivoque y pida un elemento aeronáutico en reparables, será fácil detectar el error e informar que ese elemento lo tiene el otro almacén.

Eso por parte de la comunicación entre los almacenistas, pero afectará notablemente de una manera positiva la comunicación entre el comandante de centro logístico y sus subalternos inmediatos los almacenistas, tomando en cuenta que el comandante del centro logístico será uno y solo uno, que impartirá órdenes similares o iguales en los casos que se pueden dar a las bodegas. Esto con el fin de unificar criterios, y lograr así que las bodegas conserven una misma política que les permita un mayor entendimiento y coordinación de procesos.

Gracias al aumento tan evidente de la comunicación interna, se podrá llevar un control más detallado y una administración más veraz, de la parte de los repuestos de aviación. Ya que al unificar las bodegas y las órdenes, todas las bodegas quedarán trabajando a un mismo ritmo, bajo unos mismos parámetros. Y esto se verá reflejado en una mayor organización, porque para llegar a este nivel de control primero debemos pasar por un inventario riguroso de todos los elementos de un almacén, para empezar a trabajar según los números que arroje dicho inventario. Pero el aumento de control y organización no se verá solamente reflejado en la parte de almacenamiento, si no que afectará de una forma directa el ERCLAD, del cual no se habla en la actualidad, pero que en nuestro centro logístico, será una parte fundamental ya que por ahí pasará una revisión detallada de la mercancía, que después el mismo ERCLAD será el que designe ese elemento para determinado almacén, pero lo veremos posteriormente de una manera más detallada.

Gracias al control que se alcanzará adoptando esta medida, se logrará una información detallada de las características físicas de los elementos, así como su demanda, ya que ambos

factores son decisivos al momento de establecer las técnicas idóneas de diseño y organización de un almacén. Entre los diferentes factores a mencionar se merece destacar a los primeros:

- ✓ Volumen y peso del producto
- ✓ Standard de empaquetado
- ✓ Fragilidad sistema de ubicación.
- ✓ Identificación física
- ✓ Conformación administrativa del centro logístico en CATAM.
- ✓ Un centro logístico está conformado administrativamente, por los siguientes componentes:
  - ✓ Comandante centro logístico
  - ✓ Comandante sección de entrega, recibo, clasificación y despacho
  - ✓ Jefe bodega
  - ✓ Auxiliar de bodega
  - ✓ Otros como secretarías y asistentes de bodega.

**Comandante Centro Logístico:** El comandante centro logístico, es por decirlo de una manera sencilla, el gerente del mismo, que es aquella persona, que representa la cabeza visible y el encargado de impartir las órdenes a los jefes de bodegas.

El comandante del centro logístico aparte de ser sobre quien recaer la responsabilidad de darle agilidad de carácter administrativo a los procesos logísticos, es también el responsable de la parte legal y de inventarios de las tres bodegas, siendo tal su alcance que por su escritorio deben pasar los movimientos que se lleven a cabo, teniendo el control total de lo que pasa dentro de las bodegas. Este vela porque todo lo anterior se lleve a cabo de mejor manera y con el debido proceso de control, evitando pérdidas y demoras en la consecución de los elementos o respuesta pronta a un requerimiento en caso dado tal de que el elemento solicitado no esté en el inventario.

El comandante de centro logístico es también la conexión entre el comandante de Abastecimientos y el comandante del Gru-

po Técnico, siendo el encargado de rendirle cuentas de todo lo que pasa dentro del centro logístico y para llevar a cabo todas esas funciones debe pasar revistas periódicas a los inventarios de las bodegas para saber qué posee y recopila toda la información que le envía el ERCLAD y los jefes de bodega llevan un archivo de todos los movimientos que tiene el centro logístico en un periodo de tiempo determinado.

El comandante de centro logístico fue un cargo creado por COFAC en el año 2005 por la circular 1164, la cual designa unas funciones que debe tener esta persona quien será la que velará por mejorar el funcionamiento del mismo centro y tener un óptimo abastecimiento del material que se necesita para el mantenimiento oportuno de las aeronaves para poder tenerlas en la línea.

Esta persona que tiene que ser un oficial responderá tanto administrativamente como logísticamente por el 75% del centro logístico ya que los suboficiales jefes de bodega lo harán por el 15% restante. Comandante sección de recibo, entrega, clasificación y despacho.

El comandante de la sección ERCLAD será el núcleo de la información y por donde pasará todo el material que entra y sale del centro. Será la persona que verificará la mercancía que llega la cual mirará que esté completa, que llegue en buen estado, que llegue la cantidad a la cual hace referencia los documentos de trazabilidad informando al comandante del centro logístico las novedades a que hayan lugar o por el contrario pasar el parte sin novedad. Luego de informarle al comandante del centro despachará la mercancía a alguna de las tres bodegas según corresponda. Pero estas funciones del comandante del ERCLAD también se viven a la inversa, es decir al momento de despachar un elemento requerido deberá ser el paso obligado por donde se deberá hacer la solicitud, este lo informará al jefe de bodega, el cual al momento de enviar la mercancía la llevará a ERCLAD,

el verificará el elemento que sale, llevando la documentación necesaria, reportará y al comando del centro si autoriza, y será el ERCLAD el que saque del centro logístico el elemento necesario.

El Comandante del ERCLAD en sí será un ente de control y el paso obligado de todo el material aeronáutico que entre y salga del centro para llevar hacer una organización de todos los movimientos que se llevan a cabo. Esto nos permitirá aumentar la seguridad ya que todo llevará su debido proceso y solo será una persona la que controle todo este movimiento para evitar adulteraciones.

**Jefe de bodega:** El jefe de bodega es la persona que se conocía como almacenista, que es el directo responsable sobre el manejo del almacenamiento de los elementos.

Tiene la función de administrar su almacén y los inventarios del mismo, además deberá ser el encargado de agilizar los procesos internos de cada almacén, de tal manera que en el menor tiempo posible logre determinar si existe o no ese elemento dentro de las existencias o si por el contrario se deberá hacer la solicitud de pedido ya sea local. El jefe de bodega deberá hacer cumplir las órdenes que imparta el comandante del centro logístico, dándole el debido proceso. Además verifica todo el material que llega al almacén y determina si lo debe cargar a su stock o debe pasar a otro lado.

**Auxiliar de bodega:** El auxiliar de bodega es una persona formada en la especialidad de abastecimientos aeronáuticos, que será un apoyo del jefe de bodega, colaborándole en todas las funciones que lleve a cabo, y en caso tal de que falte el titular por motivos de fuerza mayor o necesidad de la fuerza como vuelo será el encargado del manejo del almacén mientras dura la ausencia del jefe. Por tal razón tendrá que tener unos conocimientos muy bien estructurados sobre el manejo de bodegas, para cumplir con las demandas que tengan.

Funcionamiento del centro logístico en CATAM. El funcionamiento del centro logístico en CATAM tiene como finalidad principal ejecutar las operaciones logísticas militares en el menor tiempo posible. El funcionamiento depende directamente de dos partes fundamentales del LAY-OUT que se elija, para el proceso de almacenaje de la mercancía, ya que con un buen lay-out se tendrá un buen funcionamiento y rotación de la mercancía y por otra parte de los procesos operativos.

**Lay-Out.** El concepto de LAY-OUT alude a la disposición física de las diferentes áreas dentro del almacén, así como a la de los elementos constitutivos insertos en ellos. Constituye, sin duda alguna, la parte técnica más delicada en el diseño de un almacén, ya que el lay-out condiciona de forma permanente el funcionamiento del mismo.

Conformado por las diferentes zonas que componen un almacén y su interrelación. Donde en primer lugar tenemos que saber que en todo almacén debemos de distinguir necesariamente estas áreas de trabajo que llevan a cabo funciones específicas y hacen parte del funcionamiento de un centro logístico.

- **Procesos Operativos:** Podemos definir los procesos operativos de un centro logístico en dos grandes grupos:
  - Procesos relacionados con los flujos de entrada.
  - Procesos relacionados con los flujos de salida.
  - Flujos de entrada:

Corresponde a todas las actividades típicas en relación con los procesos de recepción de mercancías, bien sea procedente de fábrica, proveedores o transferencias de stock desde otro almacén. Así mismo, se incluyen las devoluciones de salida de material o proceso de retorno de materiales en general.

El picking del producto representa todo el proceso inherente a la localización física del artículo, selección de cantidad requerida para suplir la necesidad de mantenimiento hasta

el traslado aéreo de despacho en el ERCLAD donde se verificará de una manera minuciosa la documentación, cantidad y estado del producto para poder ser sacado del inventario del almacén.

FIGURA No. 6



Cadena Logística de Abastecimientos

## CONTROL DE INVENTARIOS EN UN CENTRO LOGÍSTICO

**Principios Básicos:** Uno de los principios básicos del control interno de las bodegas se basa en garantizar la exactitud entre las existencias físicas de productos almacenados y los registros correspondientes en el sistema informático o administrativo que corresponda.

No olvidemos que el jefe de bodega es el custodio de la mercancía y, en consecuencia, debe garantizar la integridad, seguridad y correcta disposición de los productos almacenados bajo su responsabilidad.

Para garantizar lo anteriormente expuesto el control interno de bodegas se apoya en dos conceptos básicos:

El principio de la documentación según el cual no puede salir ningún producto del almacén sin estar debidamente documentado y autorizado por un responsable independientemente del almacén. Nótese que aunque los documentos se transmitan por teleproceso, las órdenes originales deben estar debidamente documentadas, autorizadas y archivadas en el punto emisor, con una referencia numérica que figurará en el de salida.

La necesidad de auditar los inventarios, en el sentido de comprobar que las existencias fi-

stias en el almacén coinciden con el registro administrativo.

Las diferencias son inevitables y debidas a múltiples causas, que van desde el simple robo del producto hasta los errores más complicados de esclarecer.

En consecuencia, es preceptivo realizar periódicamente unos inventarios o recuentos físicos de los productos y pedir con los registros de stocks.

## RECURSOS DE UN CENTRO LOGÍSTICO

Los recursos empleados los podemos agrupar de la siguiente forma:

- **Recursos humanos:** Que comprende el empleo de mano de obra directa, que es aquella que físicamente maneja el producto, así como la mano de obra indirecta, que es la que interviene en la dirección, supervisión, mantenimiento, control de equipos y procesos productivos.
- **Recursos de capital:** Que corresponde a la utilización de la nave industrial, maquinarias y de mantenimiento en general, o sea, toda la infraestructura necesaria para realizar los procesos productivos que se materializan en forma de gastos de instalación y amortizaciones.
- **Recursos Energéticos:** Y consumibles en general. Tales como gasóleo, electricidad, plásticos, etc. Los procesos productivos de un almacén, a diferencia de lo que ocurre en las fábricas o talleres, en general no añaden valor alguno a un producto desde el punto de vista del solicitante, por lo cual hay que intentar definir, por lo cual hay que conseguir minimizar costos mediante una correcta racionalización de los recursos empleados.

## PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN

Hemos de tener en cuenta que el objetivo básico de una organización eficiente del almacén se basa fundamentalmente en dos criterios:

- Maximizar el volumen disponible en términos de metros cúbicos.
- Minimizar las operaciones de manipulación y transporte interno.
- Ya que ambas cosas significan un costo adicional al producto sin ningún valor añadido, tenemos necesariamente que hacer referencia a dos conceptos:

**Principio de la popularidad:** Sistemas de posicionamiento y localización de los productos.

Este principio se basa en la idea de que normalmente una pequeña gama de productos representa la mayor parte del volumen de manipulación en un almacén, independientemente de su valor o importancia para la venta, mientras que el resto de productos (posiblemente entre un 60 y un 80%) apenas representa un 20% del total de manipulaciones.

Obviamente, este grupo de elementos sugiere un sistema de localización eficaz que a su vez minimice los espacios recorridos al efectuar la selección de pedidos.

Para identificar estos productos populares o de mayor actividad normalmente se utiliza el conocido análisis A B C, en el cual se calcula el volumen de actividad en forma ponderada, multiplicando la demanda anual en unidades por la frecuencia de picking (cantidad de veces en el año que se solicita el producto). Ambos datos se obtienen de la información estadística de que dispone la empresa.

Conviene destacar que muchas bodegas utilizan para este análisis el índice de rotación de los productos, lo cual puede ser un error, ya que un producto con mucho movimiento puede tener un bajo índice de rotación debido a un exceso de stocks.

Siguiendo este análisis, podríamos clasificar los productos o referencias en tres grupos:

- Artículos con un índice de actividad alto (A).

- Artículos de actividad media (M).
- Artículos de lenta o baja actividad (B).
- A su vez, podríamos dividir idealmente el almacén en dos áreas:

- Almacén general, que alberga todos los productos.

Áreas de picking, que contienen una cantidad fija de productos para atender a las necesidades de servicio de un período corto (por ejemplo, una semana).

En este orden de ideas, la organización física del almacén (lay-out) se ajustaría al siguiente ideograma:

## CONCLUSIONES

Se llevó a cabo el diseño del centro logístico para la unidad de CATAM para suplir las necesidades detectadas por el grupo de trabajo en dicha unidad de la Fuerza Aérea.

Para realizar el diseño se hizo un análisis de la situación de la unidad y se dieron los parámetros del diseño del centro, y para graficar nuestra idea nos apoyamos en una maqueta, para que se observara cómo debería quedar conformado el centro logístico.

La documentación sobre este tema de centro logístico que es naciente, ha logrado gran importancia por los beneficios que estos representan para la logística mundial. Entonces ya tendremos la información para conocer más sobre este tema.

Este proyecto demuestra que la especialidad de abastecimientos busca entrar de una manera acertada a la logística moderna en busca de la agilización de procesos.

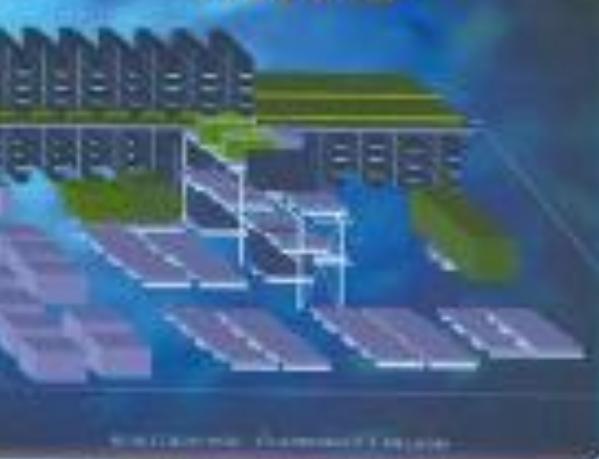
La maqueta que se realizó para plasmar la conformación del centro logístico servirá como apoyo didáctico a todo el personal de alumnos de la especialidad, para que vean con sus propios ojos como se maneja la nueva logística, lo cual le permitirá tener una visión más amplia de lo que es nuestra especialidad y llegar con ideas de renovación a las unidades que estos sean trasladados ayudando a mejorar la operatividad de la fuerza.

Este proyecto dejará abierta la idea de renovación en los alumnos de abastecimientos ya que podrán aplicar en la maqueta sus propias ideas de mejoras para los centro logísticos y en un futuro plasmarlos en la realidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Revista Zonolística 8, año 2007  
 AMAYA, J.I. Logística integral: La gestión operativa de la empresa Julio Iván Amaya. Editorial ESIC.  
 El Mundo de la Logística. Editorial Parainfa S.A.  
 FUERZA AÉREA COLOMBIANA. Manual de Abastecimientos Aeronáuticos Bogotá.  
 Manual centro logístico proyecto Chiapas México.  
 Teoría del diseño II: Editorial universidad americana.  
[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)  
[www.highlogistic.com](http://www.highlogistic.com)  
[www.zonolistica.com](http://www.zonolistica.com)

### DISTRIBUCION BODEGA, VISTA 3D



# Implementación de un Banco de Prueba para Indicadores y Probetas del Sistema de Combustible del AC-47T

Testing bench implementation for indicators and test tubes in the AC 47T fuel systems

Fecha de recepción: Mayo 16/2008  
Fecha de evaluación: Mayo 20/2008  
Fecha de aprobación: Agosto 1/2008

Sr. Barbosa Castrón Jhou Alberto  
Sr. Trujillo Carral Carlos Andrés  
Dr. Arce Castañeda Hector Fabio<sup>1</sup>

## ABSTRACT

This project is related to the design, manufacturing and implementation of a testing bench for indicators and test tubes in the AC 47T fuel system, "Ghost" establishing the maintenance level of its functioning according to the manufacturer technical orders with a high level of quality.

## KEY WORDS

Digital systems, analog systems, micro controllers, electronic maintenance, transmitter mode, indicator mode, PIC, testing bench

## RESUMEN

El proyecto consiste en el diseño, fabricación e implementación de un banco para pruebas de los indicadores y las probetas del nivel de combustible del AC 47T "Fantasma" estableciendo el nivel de mantenimiento de su funcionamiento según las órdenes técnicas del fabricante con calidad.

## PALABRAS CLAVES

Sistemas digitales, sistemas analógicos, Microcontroladores, mantenimiento electrónico, modo transmisor, modo indicador, PIC, banco de prueba

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como finalidad agilizar los procesos de reparación de los transmisores e indicadores del nivel de combustible del AC 47T. El cual le permitirá

realizar la reparación de forma rápida y eficiente con óptimos resultados.

Asimismo con este banco se pretende brindar una herramienta de ayuda a la fuerza aérea que sirva para futuras generaciones y trascienda en la institución para mejorar e innovar tecnológicamente.

Este proyecto es para los técnicos de los talleres de instrumentos del Comando Aéreo de Mantenimiento para ayudar en la búsqueda de suplir la necesidad contribuyendo así al desarrollo de las operaciones aéreas.

Se logrará realizar este proyecto por medio de las consultas bibliográficas en publicaciones técnicas, páginas Web, cursos del SENA y buscando fuentes de información en los propios talleres con los técnicos que allí realizan el trabajo en el Fantasma.

<sup>1</sup> Estudiante último año del curso 79 de la Tecnología de Electrónica Aeroespacial, Escuela de Ingeniería C.I. Andrés B. Díaz, de la Fuerza Aérea Colombiana. Artículo fundamentado en su proyecto de grado.

Este proyecto permitió profundizar en temas de electrónica como lo son los microcontroladores, los cuales fueron de mucha ayuda en la realización del proyecto. Además de buscar ayudas externas como lo fueron cursos realizados en el SENA, investigaciones en libros y preguntas.

Aunque no fue imposible la realización de este proyecto es de admitir que se tuvieron ciertas dificultades en el desarrollo del mismo como lo fueron los conocimientos en microcontroladores y el sistema de combustible del AC 47T Fantasma principalmente.

Cordialmente el grupo de investigación desea agradecer a todas aquellas personas que con su buena voluntad colaboraron al desarrollo del proyecto aportándonos sus conocimientos. A todos ellos mil y mil gracias.

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la unidad de CAMAN se realiza el mantenimiento y reparación de los instrumentos de las aeronaves como por ejemplo el avión AC-47T, esta reparación se lleva a cabo en el taller de instrumentos, pero aquí no existe un banco que permita la reparación de los indicadores de nivel de combustible y de las probetas de combustible para el AC-47. Actualmente se cuenta con dos equipos: el capacitor MD-1, que genera la capacitancia que es la simulación del nivel de combustible de la aeronave, y el fluke 743B mide el voltaje que sale del indicador de nivel de combustible, por lo tanto al efectuar este proceso se puede crear errores en las mediciones y genera pérdida de tiempo importante para el alistamiento de la aeronave.

En consecuencia la mala calibración podría ocasionar grandes fallas en cuanto la autonomía de vuelo, ya que le daría al piloto una información errónea de la cantidad de combustible que tiene la aeronave, por esta razón se pondría en peligro la realización de las operaciones aéreas, ya que no se contaría con una medida verdadera del nivel de combustible.



La no realización de este banco generaría un retardo en las operaciones aéreas, mayor tiempo de permanencia de la aeronave en tierra, ya que la reparación de estos indicadores y de las probetas de combustible podría durar meses generando riesgo en la seguridad nacional.

Además de no llevarse un mantenimiento preventivo de estos indicadores y de las probetas, colocando en peligro a una tripulación en el aire, ya que la indicación será errónea afectando así a las operaciones realizadas por la fuerza.

#### JUSTIFICACION

La Fuerza Aérea Colombiana en el cumplimiento de su misión requiere nuevas tecnologías enfocadas hacia el desarrollo tecnológico aeronáutico, contando con el mejor talento humano capaz de lograr la mayor efectividad en las operaciones aéreas tanto en la guerra interna como en una posible guerra internacional a corto, mediano o largo plazo.

Por lo tanto, el proyecto en mención permitirá que desde el laboratorio de instrumentos en la unidad de CAMAN se puedan realizar las pruebas que se requieran obteniendo los mismos resultados que en la aeronave, logrando así ahorro de tiempo al técnico en su trabajo, al no tener que salir del taller para realizar tales pruebas.

El estudio de investigación es fundamental y permitirá la creación de un banco que haga

una interfaz entre un generador de capacidad y un instrumento de calibración, para medir cierta cantidad de combustible.

Por otro lado, si se tiene en cuenta el impacto del proyecto sobre el medio aeronáutico, se puede ver que es satisfactorio, pues antes, si fallaba el indicador de nivel de combustible o las probetas de combustible del equipo AC-47T, la reparación podría durar meses además ocasionar que la aeronave no salga a vuelo y permanezca en tierra limitando así las operaciones aéreas.

Con este banco se busca que la reparación no tarde todo el tiempo que se está gastando hoy en día, logrando que estas misma sea en el taller de instrumentos, sin tener que llevarlos al exterior para su reparación disminuyendo su costo.

Es así como este proyecto nace por la necesidad de darle una herramienta al técnico que le permita la reparación y mantenimiento de los indicadores de combustible y de las probetas. Brindándole un material apto para su trabajo, ayudándole a conocer la posible falla de los indicadores sin necesidad de probarlos en el avión.

La necesidad es suplida cuando surge una respuesta a ella, ahora está la solución para una necesidad y espera que se desarrolle de la mejor manera.

## OBJETIVO GENERAL.

Diseñar e implementar un banco de prueba análogo y digital, que permita reparar el indicador de nivel de combustible y las probetas de combustible del AC47T, en la unidad de CAMAN, en el taller de instrumentos.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Recibir capacitación y entrenamiento en calibración de los indicadores y probetas

de combustible análogo digital en el taller de instrumentos.

2. Evaluar y determinar el funcionamiento de los indicadores y las probetas.
3. Diseñar y evaluar el banco de indicadores y probetas de combustible en sistema prototipo.
4. Implementar, evaluar ajustes del banco de prueba análogo y digital para el sistema de medida de combustible del AC-47T.
5. Elaborar los manuales técnicos y de operación del tester adaptador del sistema de combustible del AC-47T.
6. Elaborar el informe final del proyecto para su entrega.
7. Elaborar el manual de operación, manual de funcionamiento, seguridad industrial y partes.

## MARCO TEÓRICO

### Sistemas digitales y analógicos

La rápida evolución experimentada por la tecnología electrónica permite diseñar y construir sistemas para procesamiento y tratamiento de información de bajo costo, reducido volumen, gran capacidad de almacenamiento y unas altas prestaciones. Esto hace que los sistemas electrónicos aparezcan cada vez más y en un mayor número de áreas; desde productos de uso doméstico hasta en complejos procesos de producción industrial. Los sistemas electrónicos pueden clasificarse en dos grandes grupos: analógicos y digitales, en función de las señales que manipulan; es decir, de los valores que pueden tomar las diferentes variables que intervienen en el sistema.

### Sistemas analógicos

Los sistemas analógicos van a trabajar con señales, estas señales pueden ser flotantes o señal simple, cuya magnitud toma valores continuos, tales como temperatura, altura, sonido. En los sistemas analógicos los dispositivos electrónicos que los constituyen trabajan en zona lineal.

## Sistemas digitales

Los sistemas digitales son sistemas para procesamiento, tratamiento o transmisión de la información, en el que dicha información está limitada a tomar valores en un conjunto discreto. Estas señales, cuya magnitud solo puede tomar un valor de entre un conjunto discreto de valores son las señales digitales. A diferencia de los sistemas analógicos, en los digitales los dispositivos que los constituyen van a funcionar como interruptores.

### Amplificadores operacionales<sup>1</sup>

Un amplificador operacional (A.O., habitualmente llamado op-amp) es un circuito electrónico (normalmente se presenta como circuito integrado) que tiene dos entradas y una salida. La salida es la diferencia de las dos entradas multiplicada por un factor ( $G$ ) (ganancia):

$V_{out} = G \cdot (V_+ - V_-)$ . Originalmente los A.O. se empleaban para operaciones matemáticas (suma, resta, multiplicación, división, integración, derivación, etc) en calculadoras analógicas. De ahí su nombre. Además de llevar a cabo funciones complejas.

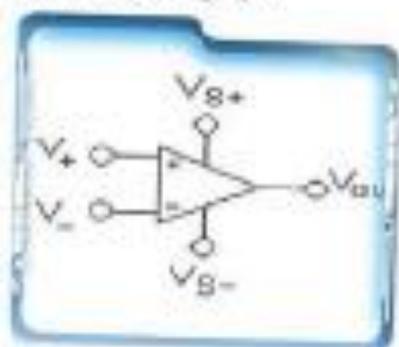


FIGURA N° 1 El símbolo de un A.O.

Los terminales son:

- $V_+$ : entrada no inversora
- $V_-$ : entrada inversora
- $V_{OUT}$ : salida
- $V_{S+}$ : alimentación positiva
- $V_{S-}$ : alimentación negativa

### Seguidor de voltaje.

En este circuito, la resistencia de entrada se ha incrementado hasta infinito, y  $R_F$  es cero, y la realimentación es del 100%.  $V_{out}$  es en-

tonces exactamente igual a  $V_{in}$ , dado que es igual a cero. El circuito se conoce como "seguidor de emisor" puesto que la salida es una réplica en fase de entrada de la tensión. La impedancia de entrada de esta etapa es también infinita.

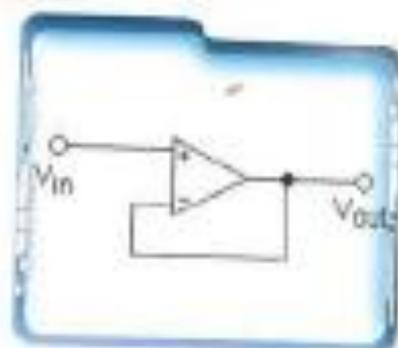


FIGURA N° 2 Símbolo del seguidor de voltaje

## EL MICROCONTROLADOR<sup>2</sup>

Un microcontrolador es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes o secuencias que están programadas en su memoria. Está compuesta de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica dentro del ordenamiento del mismo y a su vez permite obtener configuraciones diferentes. Esto se puede diferenciar según el tamaño y cantidad de sus elementos básicos y características especiales. Estas son algunas de las partes básicas de los microcontroladores.

- Memoria ROM (Memoria de solo lectura)
- Memoria RAM (Memoria de acceso aleatorio)
- Líneas de entrada/salida (O/I). También llamados puertos, se utilizan para conectar los elementos exteriores al microcontrolador.
- Lógica de control. Coordinar la interacción entre los demás bloques.

El campo aeronáutico día tras día requiere nuevas tecnologías para desarrollar e implementar dispositivos que hagan más eficiente el medio aeronáutico, optimizando el tiempo. Con el desarrollo en este campo, la Fuerza Aérea se preocupa por la implementación de procedimientos a través de bancos de prue-

<sup>1</sup>www.ti.com/india/...

<sup>2</sup>Carta N°101 de microcontroladores, CERDT

bas, los cuales ayudan a suplir las necesidades diarias en el trabajo aeronáutico. En la aviación no se exige a los cambios tecnológicos que conllevan a nuevos procesos y métodos utilizados, por todos estos avances tecnológicos, ha permitido el perfeccionamiento y tecnificación de los equipos aeronáuticos, convirtiéndolo en uno de los medios más seguros y utilizados en el campo militar y comercialmente.

Debido a los avances tecnológicos en la aviación, requiere un alistamiento, conllevando a recurrir a nuevas alternativas para hacer cada vez más eficiente el desarrollo de las operaciones aérea, para el cumplimiento de la misión institucional.

### Convertor analógico- digital

Convertidor analógico digital o ADC, acrónimo de Analogue to Digital Converter, circuito electrónico que convierte una señal analógica en digital. Se utiliza en equipos electrónicos como ordenadores o computadoras, grabadores digitales de sonido y de vídeo, y equipos de comunicaciones. La señal analógica, que varía de forma continua en el tiempo, se conecta a la entrada del dispositivo y se somete a un muestreo (cuantificación discreta, o asignación de un valor numérico a una determinada intensidad de la señal) a una velocidad fija, obteniéndose así una señal digital a la salida del mismo. Esta señal se puede volver a convertir en analógica mediante un convertidor digital analógico.

### Oscilador del PIC

Los PIC de rango medio permiten hasta 8 diferentes modos para el oscilador. El usuario puede seleccionar alguno de estos 8 modos programando 3 bits de configuración del dispositivo denominados: FOSC2, FOSC1 y FOSC0. En algunos de estos modos el usuario puede indicar que se genere o no una salida del oscilador (CLKOUT) a través de un pin de Entrada/Salida. Los modos de operación se muestran en la siguiente lista:

- LP Baja frecuencia (y bajo consumo de potencia).
- XT Cristal / Resonador cerámico externos, (Media frecuencia)
- HS Alta velocidad (y alta potencia) Cristal/ resonador
- RC Resistencia / capacitor externos (mismo que EXTRC con CLKOUT)
- EXTRC Resistencia / capacitor externos
- EXTRC Resistencia / Capacitor externos con CLKOUT
- INTRC Resistencia / Capacitor internos para 4 MHz
- INTRC Resistencia / Capacitor internos para 4 MHz con CLKOUT

Los tres modos LP, XT y HS usan un cristal o resonador externo, la diferencia sin embargo es la garantía de los drivers internos, lo cual se ve reflejado en el rango de frecuencia admitido y la potencia consumida. En la siguiente tabla se muestran los rangos de frecuencia así como los capacitores recomendados para un oscilador en base a cristal.

### Microcontroladores Microchip 16F87X

El principal motivo para utilizar esta serie de microcontroladores es la abundante información y herramientas de diseño existente en el mercado (tanto local como internacional), además de permitirnos trabajar con señales analógicas y digitales. También salta a la vista el hecho que es sencillo en el manejo y contiene un buen promedio elevado en los parámetros (velocidad, consumo, tamaño, alimentación).

Las principales características con que cuenta el 16F87X son:

- Procesador de arquitectura RISC avanzada
- Juego de 35 instrucciones con 14 bits de longitud. Todas ellas se ejecutan en un ciclo de instrucción menos las de salto que tardan 2.
- Frecuencia de 20 Mhz
- Hasta 8K palabras de 14 bits para la memoria de código, tipo flash.

- Hasta 368 bytes de memoria de datos RAM.
- Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM.
- Hasta 14 fuentes de interrupción internas y externas.
- Pila con 8 niveles.
- Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo.
- Perro guardián (WDT).
- Código de protección programable.
- Modo Sleep de bajo consumo.
- Programación serie en circuito con 2 pines.
- Voltaje de alimentación comprendido entre 2 y 5.5 voltios.
- Bajo consumo (menos de 2 mA a 5 V y 5 MHz).

## DISEÑO METODOLÓGICO

La forma de esta investigación es aplicada, ya que se parte de la teoría para realizar el proyecto físico, solucionando directamente la falencia en el proceso que se lleva actualmente; los indicadores del nivel de combustible de la aeronave AC-47.

Además, el tipo de investigación es tecnológica-experimental, por que se requiere comprobar el funcionamiento del banco, de acuerdo con los diagramas y el diseño apropiado para la fabricación del mismo.

Método exploratorio que ayudó en la observación en CAMAN, para identificar la falencia y en sí los medios e ideas para la solución a este problema, así como la incorporación de un método técnico. La fuente primaria en la recolección de datos fue obtenida en las entrevistas sostenidas con los técnicos, inspectores, del taller de instrumentos de CAMAN, en los cuales se procedió de la siguiente manera e igualmente se concluyó como a continuación se describe:

## ENTREVISTA

Para la valoración de la aplicación del banco en el taller de instrumentos de CAMAN, esta entrevista tuvo como finalidad observar

el punto de vista del personal que a diario labora en el taller de instrumentos, obteniendo una respuesta eficiente y clara a la necesidad de implementar un banco, con el fin de detallar su aplicabilidad y nivel de eficiencia que ofrece a los operarios.

1. ¿Qué inconvenientes se presentaban en el momento de la reparación de los indicadores?
2. ¿Cree usted que con la construcción del banco se podrán agilizar y mejorar los procesos de mantenimiento y reparación?
3. ¿Con la implementación de este banco se aportará al beneficio económico de la institución?
4. ¿Qué opina acerca del diseño del banco?
5. ¿Era necesario la construcción de este banco para el taller de instrumentos?

## Resultados de la entrevista:

De los resultados obtenidos en la entrevista se ha concluido:

1. El inconveniente principal es que no había un banco que se permitiera hacer la reparación de los indicadores y las probetas de combustible en el taller de instrumentos de CAMAN, por esta razón debían ser reparados en el exterior.
2. Con este banco se podrá realizar un mantenimiento preventivo logrando así que se lleve un efectivo control sobre los indicadores y las probetas de combustible, corrigiendo fallas a tiempo, para que el funcionamiento de estos, sea en óptimas condiciones para la realización de las operaciones aéreas, de igual forma permitirá a los operarios realizar la reparación de los indicadores y las probetas de combustible en el taller, logrando así que la reparación sea en el menor tiempo posible.
3. Con la implementación de este banco se disminuye el costo de la reparación, porque esta se realizará en la unidad de CAMAN evitando así que los indicadores y las probe-

tas de combustible sean enviados al exterior, o usando terceros, ahorrándole a la institución un gran costo de reparación y tiempo.

4. El banco está diseñado de tal forma que permita al operario hacer un uso adecuado, que sea entendible y fácil de trabajar para la persona que lo utilice. Además de contar con una debida marcación la cual permitirá hacer las conexiones de forma adecuada que es muy importante para la reparación de los indicadores y las probetas de combustible. Este banco cuenta con el manual técnico, que permitirá realizar las reparaciones de este en caso de alguna falla, dicho manual mostrara el diagrama logrando así que el técnico encuentre las posibles fallas de forma rápida y eficaz. También cuenta con el manual del usuario que permitirá que la persona que lo vaya usar lo haga de forma correcta, siendo de gran ayuda a la hora de la reparación de los indicadores.

5. El banco es necesario ya que brinda una herramienta al técnico, permitiendo mayor efectividad a la hora de realizar el trabajo, contribuyendo así con un alistamiento de las aeronaves alto.

Además que permitirá que las reparaciones y mantenimiento sea en el mismo taller, logrando más concentración en dicha tarea.

## ESTUDIO TÉCNICO

### Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la implementación de un banco de prueba de los indicadores y las probetas del nivel de combustible del AC 47T "Fantasma", el cual se utiliza para encontrar fallas para poder ser reparadas, y de igual forma poder hacer un mantenimiento preventivo de su funcionamiento según las órdenes técnicas de su fabricante.

### Características del banco de prueba

- La estructura física del banco está compuesta por tres paredes de aluminio y cuatro

de poliestireno, midiendo su panel frontal 30 cm x 25 cm.

- El banco es alimentado por 28 voltios DC.
- El microcontrolador es alimentado por 5 voltios que le proporciona una fuente.
- Posee un LCD alimentado por 5 voltios y representa la indicación en libras de combustible.
- Tiene una entrada de señal por medio de un FLUKE y otra por medio de las probetas, las cuales reciben una señal de un generador de capacitancia para su funcionamiento.
- Necesita de una configuración especial dependiendo de que probeta o transmisor se utilice.



FIGURA N° 3 Banco

## FUNCIONAMIENTO DEL BANCO

El banco funciona en dos modos: en modo transmisor y modo indicador.

### Modo transmisor

En el modo transmisor se debe verificar que el bombillo TX ON esté encendido, además se debe tener en cuenta qué probeta se conectó, pues no todas operan con el mismo indicador, ya que un solo indicador se hace aplicable para la probeta MAIN TANK y AUX TANK, y otro indicador independiente para WING TANK. Una vez se haya efectuado el procedimiento anterior debemos ubicar el switch conmutador de tres posiciones y de

acuerdo a la probeta seleccionada colocamos el switch en la posición correspondiente, ahora pues cabe resaltar que al trabajar con la probeta de WING TANK además de seleccionarla en el switch de 3 posiciones se debe referenciar si es el WING LEFT (plano izquierdo) o WING RIGHT (plano derecha) del switch correspondiente a dicha función, seguidamente conectamos el tipo de indicador con el cual se decidió trabajar de acuerdo a la probeta conectada y se procede a generar capacitancia a la probeta con el década capacitiva MD1, por otro lado si se desea obtener la información visualizada en mv, se puede hacer mediante un Fluke que se conecta a las terminales OUTPUT y se comparará este los resultados con la tabla N-3.

### Modo indicador

En este modo se verifica que el bombillo IND ON esté encendido, debemos generarle voltaje al banco mediante el Fluke, en el terminal INPUT, y verificar mediante el manejo de la tabla N-3 qué resultado corresponde correctamente en el indicador de combustible y teniendo en cuenta que indicador se está probando, para seleccionarlo en los switch determinado, si se trata del indicador main/aux o wing left/right

Adicional a lo anterior se cuenta con una visualización en LCD del nivel de combustible y así pues si se desea ver la información visualizada en el display LCD colocamos los switch como si estuviéramos trabajando en transmisor y colocando el switch del display en ON seguidamente seleccionamos el switch selector del tanque con el cual estamos trabajando.

Así mismo al trabajar en cualquiera de los dos modos se deben tener en cuenta las siguientes tablas comparativas que representan la indicación en libras del nivel de combustible de acuerdo a un voltaje o capacitancia, estas tablas son:

Tabla N° 1  
Mivoltaje que debe tener los indicadores

PROBETA USE FLUKE 742E  
FUNCTION SOURCE MV

IND. MMV	mv	IND. ALB	Mv
0	100	0	90-5
200	270+5	200	280-5
400	420+5	400	380-5
600	580+5	600	520-5
800	710+5	800	670-5
1000	800+5	1000	810-5
1200	960+5	1200	910-5
1400	1120+5	1400	1060+5

Tabla N° 2

Selección de voltaje Vs libras de combustible

FUEL QUANTITY TX MAIN

CAP. PF	mv	IND
100	100	0
140	270+5	200
160	420+5	400
170	500+5	600
210	710+5	800
230	850+5	1000
260	960+5	1200
290	1120+5	1400

Al comprobar el dato que indica el banco en el instrumento o LCD este debe estar dentro del rango que nos muestra la tabla, para verificar que estén en buen estado los elementos.

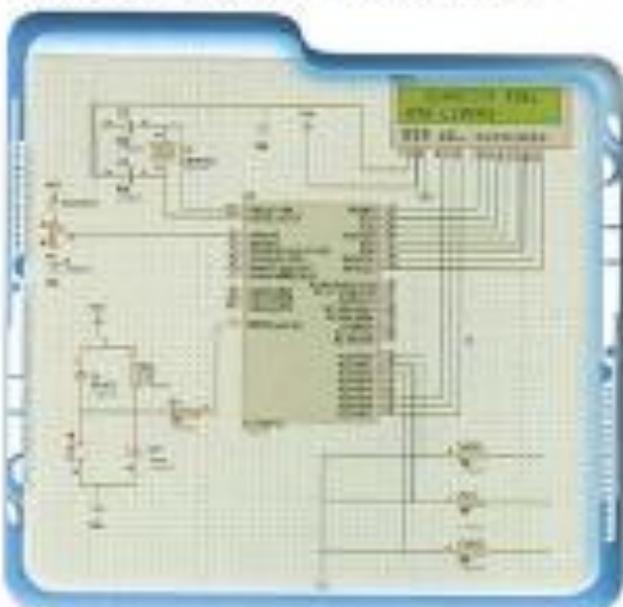


Figura N° 4

Diseño un prototipo de la parte digital del banco

### Diseño esquemático

El anterior dibujo es la representación esquemática del circuito usado para la configuración del LCD con respecto al microcontrolador.



FIGURA N° 5 Diagrama del transmisor



FIGURA N°6 Circuito transmisor

### COSTO BENEFICIO

Los beneficios que se obtendrán con el banco directamente benefician a la institución en su presupuesto y tiempo empleado en la reparación de los indicadores y las probetas de combustible de la aeronave AC - 47, logrando así disminuir el tiempo en tierra de las aeronaves y optimizar su alistamiento para el cumplimiento de la misión institucional. Ya que se cuenta con el personal técnico capacitado y un nuevo prototipo tecnológico que permite eficiencia y efectividad en los procesos.

### CONCLUSIONES

Gracias a este proyecto se logró optimizar el proceso para la reparación y verificación tanto de los transmisores como de los indicado-

res del nivel de combustible del AC 47T Fantasma cumpliendo una función importante para la misión y visión de la fuerza.

El banco fue diseñado como una herramienta de trabajo que ofrece seguridad y beneficios al operario, reduciendo el tiempo de trabajo y aumentando la operatividad de la aeronave.

El taller de electrónica del Comando Aéreo de Mantenimiento CAMAN será dotado con el banco el cual ha sido elaborado mediante estudios técnicos, con materiales de la mejor calidad, bajo la supervisión de asesores y especialistas en diseño y construcción de herramientas especiales; por ende, el banco para probetas e indicadores de combustible del AC 47T es el resultado del trabajo realizado durante varios meses el cual se verá reflejado en el momento en que se desarrolle el trabajo de reparación de los mismos.

No obstante, se debe tener en cuenta que durante la realización del proyecto se aplicaron todo lo relacionado con la electrónica aeronáutica desarrollada en la escuela.

### RECOMENDACIONES

- Capacitación del personal operario para que no se presenten fallas por la mala manipulación del banco.
- Es necesario revisar constantemente las conexiones entre los cables que transmiten la señal.
- En caso de mantenimiento del banco asegurarse de utilizar el manual.
- Realizar el mantenimiento del banco cada seis meses.

### BIBLIOGRAFÍA

BLANCO V.C. 2005. Traductores de Electrónica Digital. Cengage Learning Editores, España.

CERIT. 1983. Casos prácticos de microcontroladores. OEL. S.L. 2005. Introducción a la Electrónica Digital. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Data sheet PIC 16F872A.  
USCATEIGUE J.M. 2001. Electrónica Digital Moderna. ED. Haruspast Parralón.  
INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. 2007.

Normas colombianas para la presentación de trabajos de investigación. ESCUELA DE SUBOFICIALES CAPITÁN ANDRÉS M. DÍAZ. 2005. Reglamento académico IED Madrid. Cuadrimestral.

WWW.IAC.net.co. Características técnicas del AC 47T fantasma.

# ESCUADRON INVESTIGACIÓN PROYECTOS DE GRADO CURSO 79 / 2007

## Proyectos Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico Curso 79-1 - 79-2

*Jefe Tecnología. TS. Bernal Guillermo*  
*Autor Metodológica. EJ. Francia M. Cabrera*

No.	INTEGRANTES	TITULO DEL PROYECTO	OBJETIVO DEL PROYECTO
1	DS. Pulido Ortiz Héctor Mauricio	Implementación del proceso de anodizado de aluminio por ácido crómico tipo 1 en el laboratorio de electroquímica del CAMAN	Implementar el proceso de anodizado de aluminio por ácido crómico tipo 1 en el laboratorio de electroquímica del CAMAN.
2	BRE. Hernández Rueda Jonar Andrés DS. Gómez Lugo Jhon Henry DS. Gutiérrez Nieto David Octavio DS. Díaz Gaviria Jhon Harby DS. Casallas Moreno Edwin Alexander  MERITORIO	Banco de prueba de inyectoras para los motores Garrett TPE331-10R-513C y PT6A-25C.	Optimizar los procesos técnicos de mantenimiento en el taller de motores del COMANDO AEREO DE COMBATE N° 2 (CACOM 2), mediante el diseño y la construcción de un banco versátil para la inspección de inyectoras de los motores GARRETT TPE331-10R-513C y PT6A-25C.
3	BRM. Vasco Rojas Mario Alberto SBR. Pirio Núñez Jorge Luis DS. Rojas Cáceres Pedro	Herramienta pivoteada del piñón del quill de la bomba CAMAN	Diseñar y construir una herramienta que permita realizar una inspección, mantenimiento y reparación del quill de la bomba hidráulica de la transmisión en los helicópteros UH-1H en el taller de componentes dinámicos del CAMAN.
4	DS. Jiménez Álvarez Diego Alexander. DS. Malagón Yessa Gabriel David DS. Mejía Roa Roger Alexander	Banco para mantenimiento y transporte sección compresión motor T-53 1703. CAMAN	Diseñar y construir un banco que permita realizar la inspección, mantenimiento, reparación y desplazamiento de la sección compresión del motor T-53 durante su etapa de mantenimiento nivel 3 para optimizar los procesos en el taller de motores T-53.

5.	<p>Ds Cruz Gaona Edwin Fabián Ds. Guarangay Martínez Luis Alberto.</p>	<p>Banco de pruebas en fierro para los frenos de las aeronaves boeing, fokker citation 550 en CAMAN</p>	<p>Diseñar y construir un banco de pruebas que permita al personal del taller de hidráulicos realizar un proceso de pruebas, confiable a los componentes y conjuntos de frenos de las aeronaves C-550 CITATION, FOKKER y BOEING 707, en el CAMAN.</p>
6.	<p>DS. Beltrán Yepes Greyn E. Ds. Cadial Ruiz Iván a. Ds. Daza González José Ds. Gil Reyes Elkin F.</p> <p>MERITORIO</p>	<p>Herramienta BCDG-079 extractora de los componentes del Hub de los helicópteros Bell 212 y Huey II CACOM 4</p>	<p>Optimizar los procesos de mantenimiento mediante el diseño, construcción e implementación de una herramienta de funcionamiento mecánico, para la inspección y reparación de los componentes del HUB en el taller de componentes dinámicos de CACOM-4.</p>
7.	<p>DS. Ovalle Cerquera Jesús Oniza DS. Sandoval Sandoval Leonardo DS. Valero Ovalle Edwin Giovanni DS. Vilamizar Torres Francisco</p>	<p>Diseño e implementación de una red neumática para el taller de herramientas ESUFA</p>	<p>Diseñar y construir un banco de neumáticas, que facilite la operación de las herramientas y permita a los alumnos de la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana adquirir los niveles de pericia básico 3 y código de habilidad tipo A según establecido en las NAT ( Normas de Adiestramiento Técnico).</p>
8.	<p>BRM. Castro Bacerra Diego BRM. Castellano Fernández John DS. Gómez Flórez Jonathan</p>	<p>Diseño y construcción de una herramienta para los cilindros de la puerta de paracaidismo y tripulante del c-130 Hercules CATAM</p>	<p>Diseñar y construir una herramienta que facilite el ensamble del conjunto de cilindros de la puerta de tripulante y paracaidista para el equipo C-130B, C-130H HERCULES.</p>
9.	<p>DS Méndez Velásquez Ariel Andrés DS Oviedo Payán Mario J DS Peña González Andrés</p>	<p>Banco para el transporte y mantenimiento del HUB de los helicópteros Bell - 412, 212, UH - 1H, Huey II en CAMAN</p>	<p>Implementación del banco para el transporte y mantenimiento del HUB de los helicópteros Bell-412-212, UH-1H y Huey II en el taller de componentes dinámicos del Comando Aéreo de Mantenimiento de la Fuerza Aérea Colombiana.</p>



10	DS Orjuela Delgado César DS Pinzón Carvajal José C DS Pinzón Rodríguez Luis C DS Pulido Camacho Wilson F	Diseño en sistema CAD de una Camabaja electrohidráulica para helicópteros mediante CACOM 4.	Diseñar una camabaja en sistema CAD, aplicando los avances tecnológicos para facilitar la movilización de los helicópteros en las plataformas de mantenimiento de CACOM 4, disminuyendo los tiempos de respuesta e incrementando la calidad de los labores de apoyo logístico en tierra.
11	BR Cubillos Sánchez Leonardo DS Duque López Néstor Jair DS Gálvez Martínez Jonathan F	Herramienta para la extracción e instalaciones del retenedor N/P RPT 237C del hanger en los equipos UH-1H, BELL 212 y HUEY II en CACOM 4	Diseñar, construir e implementar una herramienta para la extracción e instalación del retenedor N/P RPT 237C del hanger en los equipos UH-1H, Bell 212 y Huey II, para Optimizar y garantizar con calidad los procedimientos de mantenimiento en los talleres de componentes dinámicos de la unidad CACOM 4.

## Proyectos Tecnología en Abastecimientos Aeronáuticos

*Jefe Tecnología. TP. Molina Gómez Oscar*  
*Asesor Metodológico. EJ. Olga Esperanza Terreas*

No.	INTEGRANTES	TÍTULO DEL PROYECTO	OBJETIVO DEL PROYECTO
1	DS. Castro Ortega Alex Mauricio, Gómez DS. Díaz Gustavo José, DS. Hernández Ballez G. Antonio, DS. Jurado Edison Javier	Modificación de un banco para la instrucción y práctica de prueba de combustibles de aviación	Modificar el banco de combustible de aviación utilizado para la instrucción y práctica del programa tecnológico en abastecimientos aeronáuticos con la finalidad de maximizar sus usos y utilidades.
2	DS. Bernal Salcedo José Edgar, DS. Arias Moreno Carlos Fernando, DS. Castillo Cobos Cesar David	Análisis de necesidades para el diseño de un software denominado SIGCA, sistema de información para la recuperación y organización del registro de calificaciones de los cursos que reposan en la secretaría académica de ESUFA.	Diseñar y aplicar un modelo administrativo para la sistematización de calificaciones de los cursos anteriores al año 1992 de ESUFA, utilizando una aplicación SIGCA como herramienta tecnológica como referencia del registro de notas del curso N°30 de alfarería.
3	DS. Vásquez Álvarez Jhon, DS. Gamda Floyd Carlos, DS. Bocanegra Peña Mauricio Diseño de una maqueta para centro logístico CATAM	Diseño de una maqueta del centro logístico CATAM	Diseñar un prototipo de centro logístico para las bodegas del Comando Aéreo de Transporte Militar - CATAM de la Fuerza Aérea Colombiana

## Proyectos Tecnología en Comunicaciones Aeronáuticas

Jefe de tecnología: TP. Plinio Márquez Aponte  
Asesora de Investigación: EJ. OLGA ESPERANZA TERREROS CARRILLO

No.	INTEGRANTES	TITULO DEL PROYECTO	OBJETIVO DEL PROYECTO
1	DS. Forero Cantor Carlos Enrique DS Piragua Babativa Mauricio José DS. Ramírez Gómez Dennis	Análisis de los ciclos diurnos de las variables meteorológicas en unidades de la Fuerza Aérea Colombiana	
2	DS. Luis Eduardo Moreno Moreno DS. Juan Sebastián Acosta Corredor	Herramienta de consulta y estudio de aeródromos. (Programa Interactivo)	Diseñar una herramienta de consulta y estudio de aeródromos por medio de un programa interactivo para el programa tecnológico en comunicaciones aeronáuticas
3	DS. Molina Rodríguez Norbey DS. Prieto Betancourth Wilmer Alonso DS Silva Díaz Martín Guillermo	"Fraseología técnica aeronáutica aplicable a los procedimientos y maniobras militares de la Fuerza Aérea"	Realizar una compilación de la fraseología técnica aeronáutica aplicada a los procedimientos y maniobras militares llevadas a cabo por la Fuerza Aérea Colombiana, sueldando a un programa virtual.

## Proyectos Tecnología Seguridad Aeroportuaria

Jefe Tecnología: Rafael Celis Zapata  
Docente Metodología: Alicia del Pilar Martínez Lobo

No.	INTEGRANTES	TITULO DEL PROYECTO	OBJETIVO DEL PROYECTO
1	DS Duarte Roa Julio DS. García Sandoval Geman DS Gómez López Leyner Javier	Diseño e implementación del sistema de recolección de vainillas para el fusil M-16	Diseñar un dispositivo de recolección de vainillas para la institución con las características apropiadas para que no hayan pérdidas de ninguna clase de las vainillas y poder llevar un control del material utilizado.
2	DS Molina Beltrán Alejandro DS. Rencancio Cárdenas Ramiro DS Sierra Palomino Luis E. DS Suárez Martínez Diego A. DS Urbe Flórez Andrés Eduardo	Mejoramiento del sistema de alerta de la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea	Optimizar el sistema de alerta temprana de la Escuela de Suboficiales FAC mediante la distribución de puntos de sonido y de luz en los lugares de dificultad para disminuir los tiempos de reacción del personal de la Unidad



3	DS Muñoz Bolaños Iliar DS Quintero Cardona Gery DS Valencia Cardona Fradly	Circuito cerrado de televisión para el depósito de armas de la Escuela de Suboficiales "CT Andrés María Díaz"	Optimizar la seguridad del depósito de armas de la Escuela de Suboficiales CT Andrés M. Díaz mediante la adaptación de un circuito cerrado de televisión para evitar la posible pérdida del material de guerra.
4	DS Gómez Ramírez Jhon Jairo DS Rodríguez Rondón Pedro A. DS Romero Alaguna Willy	Implementación de una alarma por contacto para la sección de asesoría jurídica en la ESUFA.	Proteger la documentación reservada de la sección de Asesoría Jurídica de la Escuela de Suboficiales mediante la implementación de un sistema de alarma por contacto.
5	DS Gordillo Rodríguez Jhon A. DS Castellanos Gutiérrez Camilo A. DS Suárez Rodríguez Diego A.	Prototipo de un sistema electrónico para el control de acceso de la ESUFA.	Optimizar el control de acceso a la Escuela de Suboficiales CT Andrés M. Díaz mediante la realización de un prototipo de un sistema electrónico de seguridad para que disminuya la posibilidad de intrusión o sabotaje.
6	DS González Torres Jhon DS Gómez Bedoya Luis Fernando	Control de acceso interactivo para la puerta de la bodega del laboratorio de seguridad aeroportuaria.	Facilitar la aplicación de los conceptos de sistemas electrónicos de seguridad mediante la implementación de una puerta con control de accesos para la formación teórico - práctica de los alumnos de la tecnología de seguridad.
7	DS Zúñiga Moreno Jefferson	Diseño de un diccionario virtual en seguridad aeroportuaria.	Facilitar la consulta de conceptos básicos utilizados en seguridad mediante el diseño y elaboración de un diccionario virtual para el personal de alumnos de la tecnología de seguridad aeroportuaria.
8	DS Aricapa Tobón Julio César DS Laguna Amézquita Oscar DS Castro Lozada Alexander	Implementación de un elevador en el armario de ESUFA.	Facilitar la manipulación en el transporte del cargue o descargue de las cajas de munición de la bodega de munición de la Escuela de Suboficiales mediante la implementación de un ascensor.

## Proyectos Tecnología Electrónica Aeronáutica

*Jefe Tecnología, TP. Omar Morales Cueto*  
*Docente Metodología Ej. Esperanza Hernández, de Santos*

No.	INTEGRANTES	TÍTULO DEL PROYECTO	OBJETIVO DEL PROYECTO
1	AJ. Roca Zabala Omar Yasid AJ. Rusero Perdomo Lorena Y. AJ. Villarreal Pasajuy Alex G.	DISEÑO COMPLEMENTARIO LM-4 Y LR-1 PARA EL BANCO DE KTS-143	Diseñar e implementar un banco LM-3 y LR-1 complementario para el banco KTS-143 del laboratorio de Aviónica GAMAN.

2	Al. Gutiérrez Cárdenas Luis F. Al. González Lobo César Al. Toro Pinilla Milton C.	RPM LIMIT	Construir un banco calibrador del sistema RPM LIMIT de los helicópteros UH-1H y BELL 212.
3	Al. Samboni Morales Sergio Al. Valencia Henao Matcol	CODIGO DE BARRAS QUE PERMITA RECONOCER Y DAR UN REPORTE DETALLADO DE CADA INSTRUMENTO	Diseñar e implementar un sistema lector de instrumentos de aviónica para el laboratorio del CAMAN
4	Al. Morales Vega Al. Rodríguez Brítez Edgar	DISEÑO DE UNA CAJA DE PRUEBA DE PERCHA DEL SISTEMA 3 Y 5 DE M-5 Y KFIR	Diseñar una caja de prueba de las perchas de las aeronaves M-5 y KFIR para el Comando Aéreo de Combate No.1
5	Al. Medina Bonilla William Al. Ríos Bernal Jhon Al. Vargas Camacho Jose A.	BANCO DE PRUEBA DIGITAL PARA EL RADAR METEOROLOGICO LIN 4 PARA EL LABORATORIO DE AVIONICA DE CAMAN	Diseñar un banco de pruebas digital de un radar meteorológico, mediante la implementación de un circuito simulador de giróscopo
6	Al. Cuaspud Perafán Luis Al. Delgado Burbano Jaime Andrés Al. Pérez Sabogal Juan Sebastián	OPTIMIZACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA ELECTRONICO PARA LA INSPECCION DEL ARMAMENTO AEREO DEL C-7	Rediseñar el banco de prueba para la inspección de armamento aéreo del C47...
7	Al. Martínez Rodríguez Giovanni Al. Rojas Castellanos Ivan Al. Vargas Malaver	REDISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA LOS SISTEMAS	Implementar un banco de pruebas funcionales de radar

## Especialización Tecnológica en Calidad Aeronáutica

*Technological Specialization Quality in the Aeronautics Field*

Alfonso Rey Mora <sup>1\*</sup>

### ABSTRACT

*The present work gives you an overview to the aeronautical field, the essential aspects in this specialization program, that the Air Force Non-Commissioned Officers' School will offer and develop using the virtual technology.*

### KEY WORDS

*Specialization Program, technological specialization, virtual technology*

### RESUMEN

La presente investigación da a conocer a la comunidad aeronáutica los aspectos esenciales del programa de especialización tecnológica en calidad aeronáutica, que próximamente ofrecerá y desarrollará la Escuela de Suboficiales con tecnología didáctica apoyada en la virtualidad.

**Palabras Claves:** Programa de especialización, tecnología en calidad aeronáutica, tecnología didáctica, virtualidad.

### INTRODUCCIÓN

La Ley 30 da vía libre para que las Instituciones de Educación Superior IES, ofrezcan programas de formación en ocupaciones y disciplinas y desarrollen programas de especialización técnica profesional y tecnológica.

Este hecho, además de ser un requisito necesario para el crecimiento y desarrollo tecnológico del país, le permite a las IES proyectarse más allá del contexto académico limitado específicamente a la formación.

De otra parte, atendiendo los lineamientos diseñados del Sistema Educativo de las Fuerzas Armadas SEEA, donde se propone como propósito fundamental la consolidación de un sistema educativo que entregue a Colombia hombres y mujeres de indeclinable espíritu militar o policial, ejemplo de virtudes y valores éticos, en el marco de una excelente preparación profesional.<sup>1\*</sup> La Escuela de Suboficiales ha querido asumir los retos del SEEA y los espacios contemplados en la norma y hacer realidad institucional los programas de especialización, lo cual se concreta en la solicitud que se hizo al Ministerio de Educación Nacional, del Registro Calificado para la especialización tecnológica en Calidad Aeronáutica, en cumplimiento de los requisitos establecidos en el decreto 2566 de 2003.

La Fuerza Aérea Colombiana, consciente de la misión institucional y en cumplimiento del mandato constitucional de defender y garantizar a los ciudadanos colombianos la vida, la honra y los bienes, considera pertinente especializar a los suboficiales en Calidad Aeronáutica para brindarle elementos de planeación, evaluación y control que mejoren los

\* Docente Escuela de Suboficiales ET-Andrés M. Díaz.

<sup>1</sup> PENA ORTIZ, Roselvis. Ley 30 de 1992. Esc. Ediciones. Bogotá, 1992.

procesos de mantenimiento del equipo aeronáutico en las unidades militares. Dentro de la exigencia de cumplimiento de los estándares mínimos de calidad educativa es necesario proyectar los programas de pregrado a niveles de especialización tecnológica, como aporte fundamental de continuidad en la formación del suboficial tecnológico y de esta manera dar respuesta a las oportunidades de mejoramiento sugeridas por el Consejo Nacional de Acreditación, CNA.<sup>17</sup>

## JUSTIFICACIÓN.

Las escuelas de formación de la Fuerza Aérea no cuentan con programas de especialización tecnológica, para profesionalizar al suboficial tecnológico, obligando a este, a especializarse en áreas diferentes a los adoptados en el pregrado, presentando incoherencia entre la formación y el desempeño laboral.

La anterior tesis llevó a las directivas de la Escuela de Suboficiales a presentar al Consejo Superior Académico propuestas de programas de especialización tecnológica que permitan al suboficial tecnológico potenciar sus competencias laborales, a través del fundamento de la técnica y el saber científico y que le permitieran entre otras cosas: identificar y aplicar mediante el análisis de su práctica cotidiana, controles de calidad a los procesos de mantenimiento aeronáutico; identificar elementos de análisis para solucionar problemas al interior de su quehacer aeronáutico y transformar la acción y operatividad en procesos efectivos de prevención y evaluación. De igual forma, velar para que el suboficial mejore las competencias básicas que le permitan transformar su realidad profesional, estableciendo relaciones concretas entre la práctica laboral y la misión institucional, acordes con las necesidades técnicas y políticas gubernamentales.

El Consejo Superior Académico aprueba la Especialización en Calidad Aeronáutica y autoriza a la Escuela para iniciar el proceso ante

el Ministerio de Educación Nacional con miras a obtener el registro calificado del programa, proceso que se efectuó exitosamente al punto que hoy se cuenta con el registro.

El programa de Especialización Tecnológica en calidad, además de profesionalizar al personal, espera crear hábitos investigativos que generen al interior de la institución militar, semilleros de profesionales que proyecten sus conocimientos más allá del aula y alcancen el laboratorio, el taller y la aeronave verificando y controlando los procesos de mantenimiento, incluyendo estándares de calidad aeronáutica. Si bien es cierto el proceso de aprendizaje efectuado en desarrollo de los programas de pregrado es de alta calidad, también es que se hace necesario que se promueva la construcción de nuevos y más avanzados niveles de conocimiento, lo cual es posible a través de causas investigativas y estándares de calidad, construidos en escenarios académicos del aula-taller y la orientación de expertos en el área.

El especialista en calidad aeronáutica trabajará en las unidades de la Fuerza Aérea donde operen talleres de mantenimiento, implantando y operando sistemas de control de calidad. Por ende, las oportunidades de desempeño profesional y laboral son innumerables debido a los diferentes escenarios y campos de acción que ofrece la fuerza para su desarrollo.

## CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA

El programa se caracteriza por ser un programa exclusivo para el personal de suboficiales activos de la Fuerza Aérea, egresados de la ESUFA. Por tal razón es una población estudiantil dispuesta a continuar formándose en la institución y para la institución. Su particularidad consiste en que el beneficiario se encuentra laborando en la institución, hecho que permite contar no solo con el recurso humano, sino también con el recurso físico y financiero.

<sup>17</sup> Fuerzas Armadas, Escuela Superior de Guerra, Educación para la Cultura en Seguridad y Defensa Nacional, 10, LXXIV, Edición 2011, Revista octubre 2007 Pág. 8

<sup>18</sup> CNA, Consejo Nacional de Acreditación, Consejo, aula en la visita de verificación, 2009

## LOS APORTES ACADÉMICOS DEL PROGRAMA Y VALOR SOCIAL

El programa permite una mayor y mejor capacitación del suboficial técnico de la institución, lo que se verá reflejado en todas y cada una de las tareas que desempeñan en los múltiples procesos de mantenimiento del equipo aeronáutico, garantizándose un excelente nivel de calidad en los trabajos. Como consecuencia lógica de lo anterior, los índices de alistamiento de aeronaves se incrementarán al realizarse un mantenimiento más efectivo y de mayor confiabilidad. De la misma manera, se brindará mayor seguridad en las operaciones aéreas que se desarrollan día a día en cumplimiento de la misión institucional, lo que repercutirá en beneficio de los programas de defensa y seguridad del Estado y, por consiguiente, de todos los colombianos, lo cual constituye legitimidad y valor social. En el mismo sentido, no solo la Fuerza Aérea se beneficia del programa por contar con un suboficial especializado en otro campo del conocimiento, sino que de igual forma se beneficia el programa de Mantenimiento Aeronáutico, la Escuela y los procesos académicos, por cuanto estos se complementan, se proyectan y retroalimentan. De igual forma, se beneficia el egresado, ya que tienen la posibilidad de continuar formándose en la misma institución donde presta los servicios laborales y profesionales.

## COHERENCIA CON LA MISIÓN Y EL P.E.I.

La Fuerza Aérea Colombiana tiene como misión ejercer y mantener el dominio del espacio aéreo y conducir operaciones aéreas para contribuir a la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad territorial nacional y el orden institucional.<sup>29</sup> En virtud de lo anterior, el Proyecto Estratégico Institucional P.E.I. es la concreción de las políticas y la misión institucional y el currículo es el acopio del P.E.I. y es través de estos procesos que se diseña la malla curricular de los programas

tecnológicos, procurando el surgimiento de estrategias de formación que responden a las necesidades del engranaje institucional, coherentes con las acciones y compromisos de quienes allí se forman y favorecer el cumplimiento de la misión institucional en el marco de la constitución y la ley.

## PROPÓSITO DEL PROGRAMA.

La Especialización Tecnológica en Calidad pretende asumir, de manera oportuna y real, los procesos de control de calidad en el ciclo del mantenimiento aeronáutico, mejorando los niveles de efectividad de la Fuerza, en temas de alta importancia y trascendencia como la seguridad aérea y los índices de alistamiento de las aeronaves, factores fundamentales que conducirán a cumplir la misión institucional con el propósito de alcanzar y mantener los fines esenciales del Estado establecidos en la Constitución Política de Colombia, en beneficio de la comunidad en general.

## OBJETIVO GENERAL.

Especializar el personal de Suboficiales Tecnólogos Aeronáuticos de la institución en Calidad Aeronáutica, para alcanzar las metas propuestas en el plan estratégico de la Fuerza Aérea Colombiana.

## ASPECTOS CURRICULARES DEL PROGRAMA

El currículo contiene orientaciones pedagógicas, axiológicas y epistemológicas que fundamentan los niveles de aplicación del mismo y consolidan la estructura de las competencias básicas y profesionales específicas del educando, definen el modelo investigativo que propende por la extensión social del conocimiento, la resolución específica de problemas que afecten el contexto de la comunidad previamente definida.

## FUNDAMENTACIÓN AXIOLÓGICA

El especialista en Calidad Aeronáutica se fundamenta en valores y principios enmarcados

<sup>29</sup> Fuerza Aérea Colombiana. Plan Estratégico Institucional, 2006 - 2010.

en la disciplina militar, que lo capacitan para ser líder, estratega, organizador y gestor en el desempeño de su misión. Tiene presente en su quehacer diario la solidaridad, el respeto, la tolerancia, la integridad, el compromiso, el servicio, la honestidad, la responsabilidad, el estudio, la justicia y la lealtad. El especialista, consciente de su responsabilidad individual, puede proyectar y trascender socialmente, generando espacios de trabajo en equipo y permitiendo una integración con el grupo de trabajo, en el taller o en el lugar donde se desempeña profesionalmente, propiciando relaciones interpersonales adecuadas en la comunidad aeronáutica.

## FUNDAMENTACIÓN PEDAGÓGICA

Teniendo en cuenta que el programa de especialización en calidad aeronáutica requiere del empleo de herramientas pedagógicas, de modelos de aprendizaje, es importante hacer referencia a las estrategias de aprendizaje y mencionar sucintamente algunos tipos de aprendizaje tales como: aprendizaje autónomo, aprendizaje significativo y aprendizaje cooperativo.

## FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA

La especialización tendrá como fundamento epistemológico la construcción del conocimiento sobre las bases cognitivas del estudiante, de tal manera que cada alumno será el gestor de su propio conocimiento. La experiencia y los conocimientos teóricos adquiridos se constituyen en la base de nuevas experiencias cognitivas.

Organización del programa. La especialización tecnológica en control de calidad aeronáutica tendrá una duración de un año lectivo el cual se desarrollará en tres cuatrimestres así:

AÑO LECTIVO		
CUATRIMESTRE I	CUATRIMESTRE II	CUATRIMESTRE III
Fase virtual I	Fase virtual II	Fase virtual IV

El año lectivo constará de tres fases, derivada de cada cuatrimestre, como lo establece el siguiente cuadro:

FASE VIRTUAL I	FASE VIRTUAL II	FASE VIRTUAL III
- Estadística	- Lógica simbólica	- Contabilidad técnica
- Matemáticas básicas	- Certificaciones aerodinámicas	- Administración de la calidad
- Inglés Básico I	- Inglés Técnico II	- Inglés Técnico III
- Seguridad aérea	- Investigación	- Investigación
- Normas de calidad		
- Investigación		

## CONCLUSIONES

El profesionalismo del suboficial de la Fuerza Aérea Colombiana para su integración laboral debe estar fundamentado sólidamente en la alta calidad. La cual se demarca a través de su transformación, integrando los principios fundamentales del individuo, el sistema educativo y el servicio laboral propendiendo por un sujeto innovador, autónomo, productivo y capaz de resolver problemas mediante la aplicación, transformación de conocimientos, con el alto sentido humanitario y respetuoso de su doctrina, con alta autoestima y responsabilidad. Profesional comprometido con el desarrollo tecnológico, científico y aeronáutico del país.

## BIBLIOGRAFÍA

HENNSSEY, Germán. Revista Razón y Palabra, N° 32, Mayo 2003.

PENA ORTIZ, Rogelio. Ley 30 de 1992. Ecne ediciones, Bogotá, 1993.

Fuerzas Armadas, Escuela Superior de Guerra. Educación para la Cultura en Seguridad y Defensa Nacional, Vol. LXXIV- edición 203, Revista octubre 2007 Pág. 8

## HISTORIA Y PERSONAJES



### TS. CARLOS ROBERTO HURTADO HURTADO

Nació el 14 de diciembre de 1966 en un pueblo insular en las montañas de Boyacá llamado Monguá, hijo de Guillermo y Dolores, y el mayor de cuatro hermanos: Hugo, Adriana y Richard. Su infancia la adelantó en su pueblo natal y es así como a los cinco años ingresó a su primer claustro académico bajo la dirección de Hermanas del Sagrado Corazón.

Desde sus inicios tuvo gran inclinación en el área deportiva especialmente por el fútbol, influenciado por la acogida que tiene el mismo en su pueblo, ya que este surte al país con los mejores balones elaborados a mano desde hace varios años; sin embargo, a pesar del gran apoyo por parte de sus padres, los inconvenientes deportivos se fueron evidenciando y no pasó de ser un gran sueño. Al finalizar sus años de educación intermedia se inclinó por la música y es así como en compañía de amigos se dedicaron a aprender a tocar guitarra y más tarde con la acogida propia del folclor vallunato empezó de manera empírica a tocar el acordeón, lo cual se tradujo en la formación de una agrupación de este género que por buen tiempo fue reconocida por su tenacidad y liderazgo en esta región, a pesar de que en la misma no gozaba de mucha aceptación.

Al término del grado once se presentó por primera vez a la Fuerza Aérea en la Escuela Militar de Aviación, pues ya existía un conocimiento vago de la institución pero más pudo la curiosidad y la novedad del momento de hacer parte de la misma, lo que lo impulsó a tomar tal decisión; lastimosamente ese intento se frustró dentro del proceso de selección y no se concretó.

Como no pudo optar por el ingreso a la FAC fue reclutado en las filas del Ejército Nacional para prestar el servicio militar obligatorio, tiempo durante el cual le sirvió de experiencia y conocimiento para convencerse de que dentro de este tipo de vida estaba su realización personal y profesional.

Al finalizar el mismo decidió presentarse nuevamente a la FAC, pero esta vez a la Escuela de Suboficiales en Madrid, en donde en marzo de 1990 obtuvo el grado de Técnico Cuarto en la especialidad de Comunicaciones Aeronáuticas. Para el año de 1991 contrajo matrimonio con Rosalba y fruto de esa unión nacieron Karen y Caritos, quienes han sido partícipes activos de su desenvolvimiento en la institución.

A partir de allí comenzó su trasegar por la institución iniciando en la Dirección de Comunicaciones del Comando de la Fuerza Aérea, pasando luego por la Base Aérea de Rionegro (CACOM-5), regresando nuevamente al COFAC y desde allí fue destinado a prestar sus servicios en el Centro de Estudios Aeronáuticos como docente, en donde se destacó como uno de los pioneros en la transformación del proceso de formación de los controladores aéreos.

Al término de su paso por el CEA fue trasladado a la Escuela de Suboficiales de la FAC, como producto de la tarea encomendada por la Dirección de Comunicaciones de Diseñar y elaborar el primer programa académico para la Tecnología en Comunicaciones Aeronáuticas, el cual nació para la institución a mediados del año 2000, trabajo realizado por espacio de dos años de recopilación de información, consulta con expertos y consolidación de la misma en la primera edición.

A partir de ese momento se propuso a la tarea de impulsar el diseño y desarrollo del Laboratorio de Control de Aeródromo para la Escuela de Suboficiales de la FAC, labor que inició con los alumnos del curso 73 de la Tecnología en Comunicaciones y que al pesar de los años y con el apoyo de los diferentes cursos se consolidó a finales del año 2007, esfuerzo integrado con los señores docentes de la Tecnología que de manera decidida pusieron al servicio de la institución su tiempo y esfuerzo para la consecución del mismo.



### **TS. JUAN ALFONSO PIÑEROS CALDERÓN**

*El premio "JHON LEVITOW" máximo reconocimiento que otorga la academia de suboficiales de la USAF a un suboficial de la escuela de suboficiales Ct. Andrés M. Díaz Fuerza Aérea Colombiana.*

Nació en Bogotá en el año de 1970, siendo el mayor de dos hermanos recibió de sus padres los principios y valores que hasta hoy lo han caracterizado, culminó sus estudios secundarios en el Instituto Técnico Distrital "Francisco José de Caldas" obteniendo el título de bachiller técnico en la especialidad de Mecánica Industrial, siguiendo los sabios consejos de su padre y con la firme convicción de servir a la Patria decide ingresar a la Escuela de Suboficiales FAC como alumno del curso N° 62 de suboficiales técnicos, donde recibe capacitación como controlador de Tránsito Aéreo.

Terminando su etapa de alumno es seleccionado para asistir a la Academia Interamericana de Fuerzas Aéreas - IAIFA - donde adelantó el curso de Comunicaciones Temestres siendo graduado con honores por obtener el primer puesto. En 1990 se graduó como técnico cuarto siendo destinado a

trabajar en la Escuela Militar de Aviación Marco Fidal Suarez, cuna de los pilotos militares, y donde pudo demostrar su alto grado de profesionalismo y amor por la institución.

La torre de control fue el escenario propicio para desarrollar sus habilidades en la administración del tránsito aéreo, ocupó todas las posiciones de control tales como informador aeronáutico, informador meteorológico, controlador de tierra, controlador de torre, supervisor, instructor y chequeador de ATC. Siempre se vio atraído por la docencia, llevándolo a capacitarse como instructor académico y a participar en la formación no solo de controladores aéreos sino también de alféreces y cadetes de vuelo.

En 1995 es seleccionado por la Jefatura de Operaciones Aéreas para adelantar el curso de Control de Tránsito Aéreo Avanzado en el Centro de Instrucción, Perfeccionamiento y Experimentación- CIPE de la Fuerza Aérea Argentina- en Buenos Aires, donde es reconocido por sus altas calificaciones y excelente desempeño en la materia. En 1998 el Comando de la Fuerza lo destina en comisión de trabajo a la torre de control del Aeropuerto Internacional Alfonso Bonilla Aragón de Cali donde enriquece sus conocimientos profesionales al manejar el complicado mundo de la aviación civil.

Son muchas las experiencias que recuerda a lo largo de su desempeño como controlador, algunas no tan gratas pues tuvo que manejar muchas emergencias y vivencias varios accidentes, pero recuerda con agrado momentos importantes y anecdóticos como el controlar el primer vuelo solo de la primer piloto mujer de la Fuerza, el controlar la Escuadrilla Acrobática Fumosa de la Fuerza Aérea Brasileira con sus 16 aviones Tucano, el controlar desde una caseta el tránsito del Aeropuerto El Edén en Armenia luego del terremoto del 98 que dejó destruida la torre de control y otras actividades profesionales que lo llenan de orgullo y satisfacción.

Su alta experiencia es aprovechada y el comando de la Fuerza decide enviarlo como instructor invitado por tres años al Centro de Estudios Aeronáuticos donde participa como docente de los cursos de Control de Tránsito Aéreo, Bomberos Aeronáuticos y Búsqueda y Rescate dirigidos al personal de la Aeronáutica Civil y militares de todas las Fuerzas.

Actualmente se desempeña en ESUFA como coordinador de la Tecnología en Comunicaciones Aeronáuticas donde se ha destacado por sus logros en la acreditación del programa ante el CNA, y la implementación del Laboratorio de Tránsito Aéreo. Recientemente realizó el curso de Capacitación Profesional para Suboficiales impartido por el Equipo Móvil de la IAAFA obteniendo el premio "Jhon Levitow", máximo reconocimiento que otorga la Academia de Suboficiales de la USAF.

El TS. Piñeros es un suboficial motivado por el amor a su profesión, que, apoyado en el cariño que le brindan su esposa y sus dos hijas, le han ayudado a mantenerse por más de 20 años sin ningún tipo de sanción que puede manchar su impecable hoja de vida.



## DISTINTIVO EXCELENCIA ACADEMICA

*A SUBOFICIAL ESUFA  
TS. PLINIO MÁRQUEZ APONTE*

Con ocasión de la celebración del cuadragésimo octavo aniversario del Instituto Militar Aeronáutico, el pasado 25 de abril del año en curso en ceremonia militar especial le fue otorgado al señor TS Plinio Enrique Márquez Aponte el título de especialista en Gerencia de la Seguridad Aérea, de igual forma le fue impuesto por el señor general Jorge Ballesteros Rodríguez, comandante de la Fuerza Aérea Colombiana, el distintivo militar "Instituto Militar Aeronáutico por Excelencia Académica, Docencia y Servicios Distinguidos" por sus excelsas condiciones personales y profesionales, así como por el invaluable apoyo prestado a ese centro de educación superior, siendo esta la primera ocasión en que este reconocimiento le es efectuado a un suboficial de la Fuerza Aérea Colombiana.



**EDITORIAL**

Coronel Fabio Baquero Valdén  
Director Escuela de Suboficiales FAC

**INSTITUCIONALES**

Plan de Trabajo para el Proceso de Autoevaluación Institucional 2007.  
El. Ft. Esperanza Hernández de Santos

**CIENCIA Y TECNOLOGÍA AERONÁUTICA**

Modificación de un banco para la instrucción y práctica de pruebas de combustible de aviación  
DS. Castro Ortega Alex Mauricio, DS. Gómez Díaz Gustavo José  
DS. Hernández Ibáñez Garamel Antonio, DS. Jurado Edison Javier

Compilación de regulaciones aereos locales de la Fuerza Aérea Colombiana  
(compilación raf-fac)

DS. Alarcón Ochoa Rafael Ricardo  
DS. Cabezas Sierra Néstor Alfonso  
DS. Martínez Caro Walter

Herramienta de consulta y estudio de aeróforos (programa interactivo)

DS. Luis Eduardo Moreno Moreno  
DS. Jumi Sebastián Acosta Comedor  
Plataforma Electrónica Gyrestabilizadora PERVG-350  
DS. Martínez Rodríguez Giovanni, DS. Rojas Castellanos Iván,  
DS. Vargas Malaver Sebastián

Banco de pruebas de inyectores para los motores GARRETT TPE331 - TCR - 513C  
y PTSA - 25C

BSR. Hernández Bueda Jener Andrés, DS. Gómez Lugo Jhon Henry  
DS. Gutiérrez Nieto David Octavio, DS. Díaz Gavina Jhon Harby  
DS. Casallas Moreno Edwin Alexander

Diseño de un polígono para armas de fuego de corto y largo alcance  
T3 Contreras Daza, Didier Mauricio, T3 Herrera Ríos, Jorge Luis,  
T4 Pacheco Molina, Jhon Alberto

**EDUCACIÓN AERONÁUTICA**

La Educación de Ciencias y sus dimensionalidades hacia la comprensión de los conceptos  
Francisca M. Cabrera

**HISTORIA AERONÁUTICA****HISTORIA Y PERSONAJES EN LA ESUFA**

Escuela de Suboficiales "Ct. Andrés Bono D. Díaz"  
Recibe Condecoración del Senado  
Alumna Luis Fernando Martínez