

Competences analysis of an aeronautical engineer related to maintenance management. Case: Aeronautical Engineering Universidad Pontificia Bolivariana (UPB)

Cesar Augusto Bustamante Arboleda, Eng¹, Germán Urrea Quiroga, MBA², Germán Alberto Barragán de los Ríos², MSc, Juliana Andrea Niño Navia², MSc, Jorge Iván García Sepulveda², MSc.

¹Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Central Medellín, Colombia, cesarbustamante0311@hotmail.com,

² Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Central Medellín, Colombia, german.urrea@upb.edu.co, german.barragan@upb.edu.co, juliana.nino@upb.edu.co, jorge.garcia@upb.edu.co

Abstract -- The importance of the competences required to achieve in courses related to maintenance management was studied, this analysis was made by means of a survey to aeronautical engineer's graduates from UPB, where the importance of each of the competences in the courses that are related to the maintenance of aircraft was evaluated. Subsequently, a competence profile was created, considering the topics with higher demand on the aviation industry and the topics not covered in the aeronautical engineering curriculum at UPB. The final purpose is to create a profile with three competences and skills an aeronautical engineer should acquire in order to meet all the needs that appears in maintenance departments at airlines or repair stations.

Keywords -- Aeronautical Engineer, Aircraft, Maintenance, Reliability, Aerospace competences.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.88>
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

Análisis de las competencias de un ingeniero aeronáutico relacionadas con la gestión del mantenimiento. Caso: Ingeniería Aeronáutica Universidad Pontificia Bolivariana (UPB)

Cesar Augusto Bustamante Arboleda, Eng¹, Germán Urrea Quiroga, MBA², Germán Alberto Barragán de los Ríos², MSc, Juliana Andrea Niño Navia², MSc, Jorge Iván García Sepulveda², MSc.

¹Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Central Medellín, Colombia, cesarbustamante0311@hotmail.com,

² Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Central Medellín, Colombia, german.urrea@upb.edu.co, german.barragan@upb.edu.co, juliana.nino@upb.edu.co, jorge.garcia@upb.edu.co

Abstract– The importance of the competences required to achieve in courses related to maintenance management was studied, this analysis was made by means of a survey to aeronautical engineer's graduates from UPB, where the importance of each of the competences in the courses that are related to the maintenance of aircraft was evaluated. Subsequently, a competence profile was created, considering the topics with higher demand on the aviation industry and the topics not covered in the aeronautical engineering curriculum at UPB. The final purpose is to create a profile with three competences and skills an aeronautical engineer should acquire in order to meet all the needs that appears in maintenance departments at airlines or repair stations.

Keywords-- Aeronautical Engineer, Aircraft, Maintenance, Reliability, Aerospace competences.

I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Pontificia Bolivariana en el año 2009, plantea a partir de su estrategia genérica, definirse como universidad de docencia con énfasis en investigación e innovación [1],

Adicionalmente la universidad adopta el modelo pedagógico integrado, donde se concibe al estudiante como el centro del proceso; la estructuración del currículo busca satisfacer las necesidades e intereses de los estudiantes y el medio en que se van a desempeñar. [2]

La UPB asume las competencias como una dimensión de las capacidades y entiende que se refieren a una manera responsable de actuación del sujeto en diferentes situaciones y contextos de la vida personal y social, actuación que implica un vínculo complejo de conocimientos, habilidades, actitudes, destrezas y valores a partir de la evaluación y elección de alternativas que se fundamentan en el saber, el hacer, el actuar, el elegir estrategias adecuadas, el asumir las consecuencias de las decisiones tomadas y disfrutar. Las competencias como dimensiones de las capacidades se pueden desagregar en

genéricas y específicas. Una competencia genérica se define como aquella que es común al proceso de la formación en la Escuela de Ingeniería. Las competencias específicas se relacionan con las particularidades propias de un campo de estudio y las áreas académicas, o los núcleos, o los proyectos, que hacen posible el desarrollo de ese campo.

Para alcanzar esta meta la universidad, realizó un proceso de transformación curricular entre los años 2011 y 2016, la Facultad de Ingeniería Aeronáutica después de acoger los lineamientos establecidos por la UPB y llevar a cabo el proceso de transformación curricular se logró evidenciar la necesidad de modificar y organizar los contenidos de las áreas relacionadas con gestión del mantenimiento aeronáutico, las cuales incluyen los siguientes cursos: Legislación aérea y regulaciones, aeronavegabilidad y mantenimiento, Gerencia del mantenimiento aeronáutico, mantenimiento y operación de helicópteros, certificación de productos y empresas aeronáuticas.

Con el fin de establecer las competencias requeridas por un ingeniero aeronáutico en esta área se llevó a cabo una revisión de los temas que se imparten en los cursos relacionados con la gestión del mantenimiento, posteriormente se realizó una encuesta con ingenieros aeronáuticos egresados de la facultad que se encuentran laborando en el área de mantenimiento de aeronaves; en la encuesta se realizaron preguntas que evaluaban la importancia de cada uno de los temas que se imparten en los cursos mencionados. Finalmente, con los resultados, se creó un perfil de las competencias que debe tener un ingeniero aeronáutico egresado de la UPB en temas relacionados con la gestión del mantenimiento de las aeronaves basados en las competencias genéricas determinado por la Escuela de Ingeniería de la Universidad.

II. GENERALIDADES

El ingeniero aeronáutico debe estar en la capacidad de solucionar cualquier problema que se presente en el área de

mantenimiento en lo concerniente a las aeronaves y sus componentes, siempre asegurando la calidad del proceso y cumpliendo con los procedimientos establecidos en los manuales propios de los talleres y los brindados por los fabricantes.

Las competencias de un profesional se desarrollan a través de actividades de aprendizaje formales (capacitaciones en las instituciones), por medio de modalidades de aprendizaje no formal (entrenamientos en el trabajo, búsqueda de información) y/o aprendizaje espontáneo que ocurren en los diferentes entornos (familiares, sociales, laborales) [3]. El tener el conocimiento, la destreza y las habilidades en los temas de mantenimiento, contribuye a brindar un mejor apoyo al área donde el ingeniero se encuentre desempeñando sus labores.

De acuerdo a las estadísticas con las que cuenta el programa de Ingeniería Aeronáutica de la Universidad Pontificia Bolivariana [4] sobre las áreas en las que se desempeñan sus egresados. Se puede determinar que el área de mayor demanda de egresados es la de mantenimiento. Ver Fig. 1.

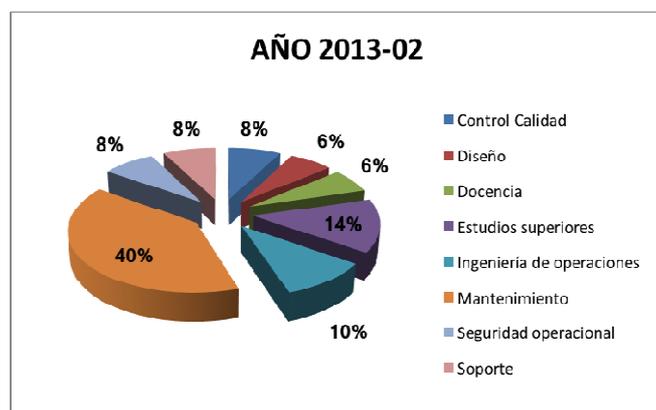


Figura 1. Campos de acción de los egresados de la Facultad de Ingeniería Aeronáutica UPB, año 2013-02.

II. REVISIÓN PLAN DE ESTUDIOS ÁREA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Como se mencionó anteriormente el área de gestión del mantenimiento está compuesta actualmente por cinco cursos diferentes, para esta revisión se analizaron tres de estos cursos, los dos restantes no se tomaron en cuenta debido a que uno de ellos, el de legislación aéreas y regulaciones es un curso introductorio y los temas que allí se presentan son abordados con mayor profundidad en cursos posteriores, mientras que el segundo corresponde al curso de mantenimiento y operación de helicópteros, el cual hace parte del ciclo de integración y es un curso optativo, motivo por el cual no todos los estudiantes toman este curso.

A. Curso de Aeronavegabilidad y Mantenimiento

Los temas relacionados con el curso de aeronavegabilidad y mantenimiento del plan de estudios de la facultad de Ingeniería Aeronáutica son los siguientes:

Tipos de mantenimiento: El mantenimiento a las aeronaves y a cualquier producto se hace con el fin de preservar el producto y/o aeronave. Los 4 tipos de mantenimiento son:

- 1) *Mantenimiento correctivo*
- 2) *Mantenimiento programado*
- 3) *Mantenimiento predictivo*
- 4) *Mantenimiento modificativo*

Filosofías del mantenimiento: Antes de la creación de las filosofías de mantenimiento, la industria aeronáutica realizaba programas de mantenimiento preventivo basados en “*Hard Time*”, pero al evaluar la eficiencia y efectividad de estos procedimientos en algunos componentes, la Administración Federal de Aviación (FAA) forma el grupo de manejo de mantenimiento (MSG) que es el encargado de crear las filosofías de mantenimiento. Actualmente se han creado 3 filosofías, y hoy en día se usa la filosofía MSG-3, que se trata de enfocarse en los efectos potenciales de una falla funcional y en la capacidad de detectar una falla a tiempo.

Normas generales de Aeronavegabilidad: el RAC 4 brinda todas las directrices necesarias para el área de la aeronavegabilidad desde los requisitos para la certificación de las empresas de transporte aéreo, talleres y aeronaves, hasta la descripción de todas las reglas que rigen el mantenimiento, reconstrucción y alteración de cualquier aeronave con certificado de aeronavegabilidad emitido por la autoridad colombiana.

Organizaciones de Mantenimiento Aprobado: En el RAC 4, subparte D, Capítulo XI, se encuentran todos los requisitos para la emisión de los certificados de funcionamiento de los talleres aeronáuticos y la clasificación de los talleres según la categoría a la que desean aplicar. También están prescritas las normas generales de operación para los titulares de los permisos.

Clasificación de los talleres aeronáuticos: los talleres se clasifican por su especialidad (Estructuras, plantas motrices, hélices, instrumentos, accesorios, comunicación, servicios especiales) y por categorías imitadas que son los componentes de determinadas marcas y modelos.

Directivas de Aeronavegabilidad: Comunicación o publicación escrita de carácter mandatorio, emanada de la autoridad aeronáutica colombiana o la del país de origen de algún producto aeronáutico, que establece un trabajo, acción, método o procedimiento para aplicar a dichos productos aeronáuticos en los cuales existe una condición de inseguridad, con el objeto de preservar su aeronavegabilidad respecto de ciertas aeronaves.

Boletines de Servicio: Son proporcionados por los fabricantes para avisar al operador de condiciones o procedimientos que pueden o podrían o deberían ser mejorados o cambiados.

Manual General de Mantenimiento (MGM): Es el documento donde una empresa aeronáutica presenta su propio sistema de mantenimiento que realiza a sus aeronaves, también presenta su sistema de control de calidad y el desarrollo de las actividades que le realiza a sus aeronaves. Este manual lo deben tener todas las empresas aéreas que presten servicio de mantenimiento propio o contratado con otras entidades que sean aceptadas por la Autoridad de Colombia.

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) le brinda a las empresas una Circular Informativa (CI-5103-082-10) que es una guía para que realicen los MGM con todas las pautas y procedimientos que se requieren.

Manual de Procedimientos de Inspección (MPI): Es el documento que los talleres que se desean constituir, deben presentar al grupo de inspección de Aeronavegabilidad de la Secretaría de Seguridad Aérea de la UAEAC. La autoridad aérea brinda a los talleres una Circular Informativa (CI-5103-082-07) que es una guía para el desarrollo y evaluación de los manuales de procedimientos de inspección.

Lista de Equipo Mínimo (MEL): Es un documento aprobado por la autoridad aeronáutica del país donde opera una aeronave, el cual permite al operador de esta volar con ciertos ítems inoperativos de manera segura.

Certificación de la Aeronavegabilidad: Documento público otorgado por la Secretaría de Seguridad Aérea de la UAEAC, mediante el cual se acredita que, a la fecha de su otorgamiento, la aeronave en él descrita es aeronavegable, o sea, apta para ser operada en forma segura dentro de las condiciones asociadas a su categoría, clasificación y de acuerdo a las imitaciones establecidas en su Certificado Tipo.

Programación y control del mantenimiento: Uno de los documentos más importantes en la aeronavegabilidad, es el *Status Report*, el cual nos informa de la programación de mantenimiento y sus próximos cumplimientos por medio de un software especializado para el control de partes aeronáuticas ya sea por vida límite, por *Hard Time*, o por requerimiento de la autoridad aeronáutica.

El programa de mantenimiento debe ser llevado en un área de la empresa que tiene su operación aparte y que le debe rendir cuentas tanto a la dirección del mantenimiento como a la dirección de control de calidad de la empresa.

Registros del mantenimiento: Después de que se han programado las tareas de mantenimiento, se haya cumplido y han sido diligenciado todos los documentos de la programación, se debe proceder a realizar los registros de mantenimiento. La persona que aprueba o desaprueba el retorno al servicio de una aeronave, deberá realizar un asentamiento en el Registro Principal de Mantenimiento (Libro de vuelo) de la aeronave.

Órdenes De Ingeniería: Documento donde se describen el paso a paso de una tarea de índole técnico a ejecutar a una aeronave, que incluye, entre otros procedimientos: remoción, inspección, instalación y pruebas según aplique; la cual es diseñada por un ingeniero con licencia de Ingeniero Especialista Aeronáutico (IEA) con base en los requisitos del fabricante, las autoridades aeronáuticas, la publicación de AD's, STC's, reparaciones o alteraciones mayores, Boletines de Servicio o cualquier otro requerimiento especial de mantenimiento. La UAEAC provee una Circular Informativa (CI-5102-082-011) donde se dispone de una guía para elaboración de órdenes de Ingeniería.

B. Curso de Gerencia del mantenimiento

El profesional en Ingeniería Aeronáutica debe conocer el proceso de planeación del mantenimiento de las aeronaves y sus componentes, tiempos adecuados de ejecución, análisis de materiales y personal requerido. Así como, el conocer la importancia de la confiabilidad en la industria aeronáutica y su relación con la seguridad aérea, además, el ingeniero aeronáutico debe tener la capacidad de optimizar estos procesos de mantenimiento. Los temas relacionados con este curso son:

Planeación de actividades de mantenimiento: Los programas de mantenimiento actualmente empleados en la aviación comercial fueron desarrollados por la industria empleando dos aproximaciones básicas: Aproximación orientada a un proceso y Aproximación orientada a una tarea.

Análisis de Confiabilidad: Es recolectar datos asociados con la operación de la aeronave según el programa de mantenimiento. Este proceso mide la efectividad de aquellas tareas de mantenimiento mediante alertas a sistemas, componentes y estructuras cuyo rendimiento se aparta de sus niveles esperados.

Aseguramiento de la Calidad (QA): Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.

- a) Las funciones del Aseguramiento de la calidad son
- b) La administración y dirección de las actividades de QA y de sistema de análisis continuo y de vigilancia (CASS)
- c) La conducción de auditorías para aseguramiento de la calidad de las organizaciones.
- d) El mantenimiento de los registros técnicos.

Enlace con la Autoridad regulatoria para todas las funciones de la organización.

C. Curso de Certificación de empresas y productos aeronáuticos

La facultad de ingeniería aeronáutica de la UPB, incluye el curso de Certificación de empresas y productos aeronáuticos, en el cual se pretende que el ingeniero este en capacidad de certificar empresas y productos aeronáuticos

siguiendo todas las normas estipuladas por la autoridad aeronáutica. Para lo cual se establecieron los siguientes temas.

Clasificación de las actividades aéreas en Colombia: La aviación civil en Colombia se divide en comercial (Regular y no regular) y aviación privada (Del estado y general).

Proceso de certificación de Empresas: La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), en su Anexo 6, recomienda que las empresas de transporte aéreo comercial deban estar enmarcadas dentro de certificados de operación. El aspirante a obtener un certificado de operación, debe demostrar a la autoridad aeronáutica que reúne los requisitos para obtener un certificado de operación y que cuenta con la capacidad Técnica- Administrativa necesaria para desarrollar y mantener un servicio de transporte aéreo seguro y eficaz de acuerdo a la normativa vigente.

Certificación de productos: Todo producto aeronáutico que se quiera explotar o utilizar en el territorio de la Republica de Colombia, deberá tener un Certificado Tipo o documento técnico equivalente otorgado por la Autoridad Aeronáutica del país de diseño, con las especificaciones.

Existen 3 certificados:

- a) Certificado Tipo (TC): es el certificado otorgado por la Autoridad Aeronáutica del Estado de diseño para un producto aeronáutico.
- b) Certificado Tipo Suplementario (STC): Es la aprobación requerida para efectuar alteraciones o modificaciones mayores a un producto aeronáutico, que cambian las condiciones del Certificado Tipo.
- c) Orden Técnica Estándar (TSO): Establece especificaciones o estándares mínimos emitidos por la autoridad para materiales, partes, procesos y componentes específicos.

Especificaciones de operación: Las especificaciones de operación transforman los términos generales de las regulaciones aplicables en un documento entendible a la medida de las necesidades específicas de un titular de certificado individual.

Carta de cumplimiento: Es el documento que debe presentar un taller o empresa que pretende certificarse ante la Autoridad donde demuestra cómo dará cumplimiento a las regulaciones que le aplican de los RAC.

Manuales requeridos para la certificación: Para la certificación de empresas, los manuales requeridos se encuentran listados en la Circular Informativa CI-5103-082-05.

Clasificación de las aeronaves: Las aeronaves se clasifican por:

- a) Su utilización
- b) Tipo de sustentación
- c) Ala rotatoria
- d) Su configuración

D. Temas que no se encuentran en el plan de estudio de la UPB

Gracias al trabajo de campo y la experiencia obtenida por parte de los estudiantes y egresados de la facultad de ingeniería encuestados, se puede decir que los ingenieros aeronáuticos que se forman en la Universidad Pontificia Bolivariana deberían tener conocimiento sobre los siguientes temas:

Manual de Reparación Estructural (SRM): Es el manual amparado en datos técnicos previamente aprobados, que proporciona información pertinente de todo el conjunto estructural el cual ha sido dividido en secciones para facilitar la retroalimentación de la información y su uso para el operador. Además, permite preservar con muy altos estándares de calidad, la vida útil de la estructura.

Evaluación de los daños estructurales:

La evaluación consta de tres pasos:

- a) Mapeo del daño: Se hace una inspección visual para localizar el punto del daño, se toman medidas dependiendo del daño.
- b) Localización detallada: Se mide en que número de Frame, larguero, unión de piel, se encuentra localizado el daño.
- c) Evaluación del tipo de daño: los daños se clasifican en admisibles o reparables; si es un daño admisible, se clasifica en daño admisible permanente, admisible con reparaciones o admisibles temporales. Para realizar esta evaluación se deben conocer los tipos de daños que le pueden ocurrir a una aeronave, luego se debe clasificar el daño.

Clasificación de las reparaciones: Las reparaciones que se le realizan a las aeronaves se dividen en tres categorías.

- a) Categoría A: Es una reparación permanente que, con una inspección adecuada después de realizar la reparación, asegura su aeronavegabilidad continua.
- b) Categoría B: Es una reparación permanente que requiere de inspecciones suplementarias para asegurar la aeronavegabilidad continua.
- c) Categoría C: Es una reparación temporal que debe ser reemplazada o se le deben hacer refuerzos en un tiempo límite establecido. Además, requiere de inspecciones suplementarias para asegurar la aeronavegabilidad continua.

Procedimiento para realizar una reparación:

Diligenciar el Structural Damage Report (SDR), en él se ingresa el tipo de daño, localización del daño, un dibujo aproximado del daño.

Luego se consulta en el SRM la clasificación del daño. Si es un daño admisible, se permite que la aeronave vuele hasta que la aeronave llegue al taller de reparaciones o algunas veces el SRM permite que la aeronave vuelvo por unos

determinados ciclos antes de que se le realice la respectiva reparación.

Si la posible reparación se encuentra en el SRM, se procede a realizarla.

Luego de realizar la reparación, se realiza una inspección para evitar que haya errores en algún procedimiento. Se clasifica en las categorías de reparación y se crea un *Status Report* para las posibles inspecciones futuras (si aplica).

Cuando la posible reparación o el daño se encuentran en zonas restringidas de la aeronave, se debe realizar una consulta al fabricante. La consulta debe llevar fotos, dibujos detallados y una explicación del daño detalla. Cuando el fabricante envía la reparación, el área de ingeniería crea la Orden de trabajo con el paso a paso a seguir. Luego se realizan las respectivas inspecciones y se envía reporte al fabricante para que este dé la aprobación de la reparación.

Cuando las reparaciones deben de ser inspeccionadas en un futuro, el control de esas reparaciones se ingresa a un documento que las empresas aeronáuticas le llaman *Repair Mapping*, en este documento se guardan todas las descripciones de las reparaciones.

Manejo de IPC: Es un documento clave de referencia que describe en detalle cada componente integral de la aeronave. Es un complemento esencial del AMM, pero solamente es un apoyo, ya que el manual aprobado es el AMM.

Manejo de Partes con vida limitada (LLP): Son las partes para las cuales se especifica un límite de sustitución forzosa en el Diseño Tipo, la instrucción para la aeronavegabilidad continúa.

La mejor forma de registrar toda la trazabilidad de las partes con vida limitada, es creando un registro llamado "*Back To Birth- BTB*", describe toda la documentación que muestra claramente todo el recorrido que ha tenido la pieza desde su época de fabricación, cada mantenimiento que se le ha realizado a la pieza.

III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el fin de determinar los temas, que deben ser incluidos en los diferentes cursos del área de gestión del mantenimiento se realizó una encuesta. El objetivo de esta era evaluar la importancia de los temas que se están enseñando en los cursos relacionados con la gestión del mantenimiento en el programa de ingeniería aeronáutica de la Universidad Pontificia Bolivariana. Ver tabla I

TABLA I
TEMAS CURSOS UPB

1. AD's y SB
2. Registros de mantenimiento y Ordenes de Ingeniería
3. Planeación de actividades de mantenimiento
4. Normas generales de aeronavegabilidad.
5. Programación y control del mantenimiento
6. Tipos de mantenimiento y filosofía de mantenimiento
7. MGM y MPI

8. Organizaciones de Mantenimiento Aprobado
9. Manejo de MEL
10. Procesos de certificación
11. Certificación de la aeronavegabilidad
12. Manuales requeridos para la certificación
13. Análisis de confiabilidad
14. Aseguramiento de la calidad
15. Proceso de certificación de empresas
16. Cartas de cumplimiento
17. Especificaciones de operación
18. Clasificación de aeronaves
19. Clasificación de las actividades aéreas en Colombia

En total se obtuvo una muestra de 38 ingenieros de diferentes empresas encargadas con el área del mantenimiento de aeronaves. Los ingenieros encuestados fueron de empresas de la ciudad de Medellín y Bogotá D.C, que laboran en empresas como Avianca, Tampa, ADA, INDAER, Helifly, AAA, Aerocharter Andina, Hellistar, Vivacolombia, TM Solutions, Global Rotor, Allegiant Air, Politécnico Pascual Bravo, UPB.

La encuesta constó de 19 preguntas, en las cuales se calificaba los temas relacionados con la gestión del mantenimiento de las aeronaves. La calificación se daba en números, siendo 1 la nota más baja (poco relevante) y 5 la nota más alta, que representaba una gran importancia. Y una última pregunta en la cual, ingenieros encuestados escribían sobre qué temas adicionales debían de tener conocimiento los ingenieros aeronáuticos graduados de la UPB.

Como resultado en la Fig. 2. Se presenta la calificación de importancia que tiene cada uno de los temas que se enseñan en los cursos relacionados con la gestión del mantenimiento a los estudiantes de ingeniería aeronáutica de la UPB



Fig 2. Calificación a los temas brindados en la UPB relacionados con la gestión del mantenimiento

De acuerdo con la calificación obtenida en cada uno los temas, se puede decir que el de mayor importancia para un ingeniero que se desempeñe en el área de mantenimiento de una empresa aeronáutica son el manejo de las AD's, SB, órdenes de ingeniería y registro de mantenimiento respectivamente.

En cualquier industria es vital una buena administración de los tiempos, por lo tanto, una óptima planeación y programación del mantenimiento de las aeronaves es una de las principales herramientas para que una empresa sea más eficiente, productiva y rentable.

Los temas con menor influencia y menor uso en el área de mantenimiento de una empresa aeronáutica son las especificaciones de operación, la clasificación de las aeronaves y de las actividades aéreas de Colombia. Se hace evidente que son temas que los ingenieros deben conocer, pero en las organizaciones dedicadas exclusivamente al mantenimiento aeronáutico no les ayudará con sus labores diarias.

Adicionalmente se evidenció que el 55% de los ingenieros coincidieron en que el área un ingeniero aeronáutico debe tener mayor dominio es en el área de soporte de ingeniería, ya que es la persona encargada de responder todas las consultas que se realizan sobre una aeronave se encuentra en servicio de mantenimiento, con el fin de dar respuesta de manera eficiente y oportuna a las mismas. También se hace de vital importancia conocer los manuales de las aeronaves y documentación técnica, como lo son el AMM, CMM, EMM, SRM, IPC. Además, debe saber elaborar y planear cada una de las actividades y documentos requeridos para el cumplimiento de todas las normas de aeronavegabilidad.

La Tabla II se presenta de manera tal que cada una de las competencias se enmarca en un criterio y curso afín con la ingeniería aeronáutica, igualmente se proponen las capacidades que se consideran apropiadas para adquirir las competencias específicas del área.

TABLA II
COMPETENCIAS DEL MEDIO AERONÁUTICO APLICADAS EN EL
ÁREA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN COLOMBIA

COMPETENCIA: Capacidad de brindar soporte al área de mantenimiento de aeronaves.		
CRITERIO	CAPACIDADES	CURSOS EN LOS QUE SE DESARROLLA LA CAPACIDAD
Conocimiento de los documentos y manuales requeridos para la ejecución del soporte a las aeronaves.	<ul style="list-style-type: none"> Identifico las normas requeridas en el RAC. Manejo con dominio de los manuales de mantenimiento de las aeronaves y el manual de reparaciones estructurales (SRM). Conozco las partes de la aeronave que tienen vida límite y sus ciclos. Conozco las variables que miden el rendimiento de los componentes con vida límite 	Legislación Aérea y Regulaciones Aeronavegabilidad y Mantenimiento Gerencia del Mantenimiento Aeronáutico Estructuras Sistemas de Aeronaves
Planeación y elaboración de la	<ul style="list-style-type: none"> Identifico el procedimiento necesario para la evaluación de los daños en 	Legislación Aérea y Regulaciones

documentación requerida para la ejecución los mantenimientos correctivos.	la aeronave. Elaboro las consultas a fabricantes con todos los requisitos estipulados por ellos. <ul style="list-style-type: none"> Elaboro el documento con los procedimientos que se requieren para la reparación. Monitoreo las variables de rendimiento de los componentes con vida límite. 	Gerencia y Costos de Aeronaves Aeronavegabilidad y Mantenimiento Gerencia del Mantenimiento Aeronáutico
Evaluación de los componentes de la aeronave que requieren monitoreo constante.	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de las variables de comportamiento de los componentes con vida límite. Elaboro sistemas o programas para el control de las partes con vida límite de la aeronave. Recopilo toda la trazabilidad de las partes con vida límite para aseguramiento de la calidad de los productos. 	Propulsión Gerencia y Costos de Aeronaves Gerencia del Mantenimiento Aeronáutico

COMPETENCIA: Interpreta las regulaciones y normas requeridas para la aeronavegabilidad de las aeronaves.		
CRITERIO	CAPACIDADES	CURSOS EN LOS QUE SE DESARROLLA LA CAPACIDAD
Identificación de los requisitos para la aeronavegabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> •Identifico las normas generales de aeronavegabilidad. •Identifico los tipos de mantenimiento y sus ciclos. •Conozco los MEL de las aeronaves. •Identifico las Órdenes de ingeniería y las Órdenes de trabajo. •Identifico el programa de mantenimiento de las aeronaves. • Identifico las Directivas de Aeronavegabilidad y los Boletines de Servicio 	Legislación Aérea y Regulaciones Aeronavegabilidad y Mantenimiento Gerencia del Mantenimiento Aeronáutico Sistemas de Aeronaves Estructuras
Planeación y gestión de los requerimientos para que la aeronave sea avalada como aeronavegable	<ul style="list-style-type: none"> •Elaboro Órdenes de Ingeniería y Órdenes de trabajo para luego ejecutarse. •Organizo los tiempos y tareas de mantenimiento de las aeronaves. •Evalúo los MEL para darle el aval a una aeronave con un componente inoperativo. 	Legislación Aérea y Regulaciones Gerencia y Costos de Aeronaves Aeronavegabilidad y Mantenimiento Gerencia del Mantenimiento Aeronáutico Sistemas de Aeronaves Estructuras
Control y programación los componentes y partes de la aeronave.	<ul style="list-style-type: none"> •Elaboro los programas de mantenimiento de las aeronaves, con base al MDP. •Elaboro el control de los mantenimientos que se le realizan a las aeronaves. •Elaboro los MEL de las aeronaves con base al documento principal MMEL. 	Gerencia y Costos de Aeronaves Aeronavegabilidad y Mantenimiento Gerencia del Mantenimiento Aeronáutico Sistemas de Aeronaves

IV. CONCLUSIONES

Como resultado de este trabajo fue posible crear un perfil de competencias específicas que debe tener un ingeniero aeronáutico de la Universidad Pontificia Bolivariana en el área gestión del mantenimiento; permitiendo dar respuesta a las necesidades de la industria aeronáutica colombiana.

Con la implementación del curso de Certificación de empresas y productos aeronáuticos en el programa de

COMPETENCIA: Elabora, gestiona y administra el proceso para la certificación de empresas y productos aeronáuticos		
CRITERIO	CAPACIDADES	CURSOS EN LOS QUE SE DESARROLLA LA CAPACIDAD
Conocimiento de los documentos necesarios para la certificación de empresas y productos aeronáuticos.	<ul style="list-style-type: none"> •Identifico los documentos que son requeridos por las autoridades aeronáuticas para la certificación de una empresa aeronáutica. •Conozco los diferentes manuales internos que necesita una empresa para la descripción de su mantenimiento. •Identifico cada uno de los tipos de mantenimiento que se pueden realizar en un taller aeronáutico. •Conozco las fases para la certificación de una empresa aeronáutica. •Identifico los documentos que son requeridos por la autoridad colombiana para la certificación de un producto aeronáutico. •Conozco los diferentes tipos de certificación de un producto aeronáutico. 	Legislación Aérea y Regulaciones Certificación de empresas y productos aeronáuticos Gerencia y Costos de Aeronaves Aeronavegabilidad y Mantenimiento Gerencia del Mantenimiento Aeronáutico
Elaboración y recopilación de la documentación requerida para la certificación de empresas y productos aeronáuticos.	<ul style="list-style-type: none"> •Reúno y elaboro todos los documentos requeridos para la certificación de una empresa aeronáutica. •Elaboro los manuales internos de una empresa aeronáutica. •Reúno y elaboro los documentos necesarios para la certificación de un producto aeronáutico. •Realizo los pasos de cada una de las fases de certificación de una empresa aeronáutica. 	* Legislación Aérea y Regulaciones * Gerencia y Costos de Aeronaves * Aeronavegabilidad y Mantenimiento * Gerencia del Mantenimiento Aeronáutico

ingeniería aeronáutica de la UPB, se logró que en los cursos que están relacionados con el mantenimiento de aeronaves se dicten nuevos temas o se incremente la intensidad de estos y que son considerados como los de mayor importancia en el área, ya que algunos estos eran parte del temario en los cursos de Aeronavegabilidad y mantenimiento, y gerencia del mantenimiento, pasaron a ser parte del curso de Certificación de empresas. Adicionalmente se considera que se debe aumentar la intensidad de algunos temas son: análisis de Directivas de Aeronavegabilidad, Boletines de Servicio, elaboración de órdenes de ingeniería y órdenes de trabajo, ya que para un ingeniero aeronáutico que se encuentre trabajando en el área de gestión de mantenimiento estas tareas se convertirán en labores rutinarias.

La mejor forma de que los estudiantes alcancen las habilidades para un excelente desempeño al momento de estar laborando en una empresa aeronáutica o cualquier otra industria, es con la implementación de más actividades en los cursos que están relacionados con la gestión del mantenimiento como talleres, trabajos en grupos, exposiciones, donde se les presenten situaciones reales de eventualidades que se presentan en los talleres aeronáuticos, de empresas reales, donde el este tenga que dar sus opiniones y argumente cada una de las acciones que llevaría a cabo según sea el caso.

REFERENCIAS

- [1] Orientaciones para la transformación Curricular. Plan de desarrollo. Dirección de Planeación. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín Colombia. 2011.
- [2] Proyecto educativo institucional Universidad Pontificia Bolivariana. Formación integral para la transformación social y humana Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín Colombia. 2016.
- [3] Orientaciones para la transformación Curricular. Plan de desarrollo. Dirección de Planeación. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín Colombia. 2011.
- [4] Informe de autoevaluación Facultad Ingeniería Aeronáutica. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín.2013.
- [5] Aircraft Metal Structural Repair. http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_Ch04.pdf
- [6] Auditorias de calidad. <http://www.mgar.net/soc/isoaud.htm>
- [7] Back to Birth” or “Cradle to Grave” Records for Life Limited Parts. http://www.messier-bugatti-tracer.com/news/blog/blog_15.htm
- [8] Certificación de empresas de transporte aéreo comercial regulares y no regulares. <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Cirdulares/CircularesInformativas/CI-5103-082-005.pdf>
- [9] Clasificación de las aeronaves. <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/RAC%20%2020%20-%20Matr%C3%ADcula,%20Registro%20e%20Identificaci%C3%B3n%20de%20Aeronaves.pdf>
- [10] Constitución y navegación de las aeronaves. <http://www.fpada.es/centro/images/flash/MP11%20C&NA%20a%20Tipos%20Aeronave%20rev0.pdf>
- [11] Developing the Aircraft Maintenance Planning Document (MPD). <http://www.sassofia.com/blog/developing-aircraft-maintenance-planning-document-mpd/>
- [12] Directivas de aeronavegabilidad. <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Cirdulares/CircularesInformativas/CI-5103-082-008.pdf>
- [13] El mantenimiento como fuente de rentabilidad. <http://www.web.ing.puc.cl/power/alumno06/OED/mantenimiento.htm>
- [14] Guía para el desarrollo y evaluación de los manuales de procedimientos de inspección de los (MPI)<http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Cirdulares/CircularesInformativas/CI-5103-082-007.pdf>
- [15] Illustrated Parts Catalogs. <http://www.cdgnow.com/engineering-solutions/technical-documentation/parts-data-management/illustrated-parts-catalogs>
- [16] KINNISON, Harry. *Aviation Maintenance Management*. Segunda edición. New York: Mc Graw Hill, 2012. 15p
- [17] KINNISON, Harry. *Aviation Maintenance Management*. Segunda edición. New York: Mc Graw Hill, 2012. 16p
- [18] KINNISON, Harry. *Aviation Maintenance Management*. Segunda edición. Nueva York: McGraw Hill, 2012. p. 207.
- [19] Mantenimiento predictivo para aeronaves. <http://www.solutekaviacion.com.co/service/mantenimiento-predictivo-para-aviones/>
- [20] Mantenimiento preventivo para aeronaves. <http://www.solutekaviacion.com.co/service/mantenimiento-preventivo-para-aviones/>
- [21] MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM. Soporte Cia Ltda. http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/RCM%20EXPLICACION.pdf
- [22] Procedimiento para la elaboración del manual general de mantenimiento para empresas comerciales de transporte aéreo regular y no regular (RAC 4 CAP. V y VI). <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Cirdulares/CircularesInformativas/CI-5103-082-010.pdf>
- [23] Procedimientos para aceptación de certificados de aeronavegabilidad. <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Cirdulares/CircularesInformativas/CI-5103-082-003.pdf>
- [24] Procedimiento para la elaboración de órdenes de ingeniería. <http://www.aerocivil.gov.co/Aeronautica/Reglamentacion/Circulares/CircularesInformativas/CI-5102-082-011.pdf>
- [25] Procedimiento para la evaluación de records de mantenimiento para un operador de transporte aéreo comercial. <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Vigilancia/Aeronavegabilidad/Volumen%202/Parte4/CAPITULO%20XI.pdf>
- [26] Procedimiento para la evaluación de un listado de equipo mínimo para despacho (MEL). <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Vigilancia/Documents/Parte%201/CAPITULO%208.pdf>
- [27] Procedimiento para la evaluación y aprobación de un programa de mantenimiento continuo. <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Vigilancia/Aeronavegabilidad/Volumen%202/Parte4/CAPITULO%20IV.pdf>
- [28] Procedimientos y requisitos para expedición del certificado de aeronavegabilidad. <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Circulares/CircularesInformativas/CI-5103-082-001.pdf>
- [29] Programas de confiabilidad. <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Circulares/CircularesInformativas/CI-5103-082-017.pdf>
- [30] RAC 1. Cuestiones preliminares. Disposiciones iniciales, definiciones y abreviaturas. <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/RAC%20%201%20-%20Definiciones.pdf>
- [31] RAC 4: Normas generales del mantenimiento y operación de aeronaves. <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/RAC%20%204%20-%20Normas%20de%20Aeronavegabilidad%20y%20Operaci%C3%B3n%20aeronaves.pdf>
- [32] RAC 9. Certificación de Tipo y fabricación de productos aeronáuticos <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/RAC%20%209%20-%20Certificaci%C3%B3n%20Tipo-%20Fabricaci%C3%B3n%20Productos%20Aeron%C3%A1uticos.pdf>
- [33] RAMÍREZ, Yezid. *Análisis de confiabilidad de la flota de aeronaves de la escuela de aviación del pacífico*. Bogotá, 2012, 152p. Trabajo de grado. Universidad de San Buenaventura. Facultad de Ingeniería Aeronáutica.
- [34] Repair Design Approval. http://www.airbus.com/fileadmin/media_gallery/files/brochures_publications/FAST_magazine/fast46-6-repair-design.pdf
- [35] Requisitos y procedimientos para elaborar una carta de cumplimiento. <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/Cirdulares/CircularesInformativas/CI-5103-082-026.pdf>

- [36] Service bulletins related to Airworthiness directives and indicating FAA approval on service documents.
http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_20-176A.pdf
- [37] Structural Repair Manual.
<http://www.es.slideshare.net/RichardMoreno3/reparaciones-estructurales-tla-14>