
PROTOTIPO DE BANCO SOPORTE PARA DESMONTE, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL MOTOR LYCOMING DE LAS AERONAVES 2. CESSNA 152 Y 172

*Prototype bench support for the transport and storage of the
Lycoming engine of the Cessna 152 and 172 Aircraft*

<https://doi.org/10.22335/edne.97.c166>

John J. Cortés Bejarano *; **Feiber Salazar Marín ****;
John A. Calderón Aroca ***; **Samuel A. Castaño Triana ******;
Yeison Y. Botello Barraza *****; **Edisson Mendoza Romero *******

* Escuela de Aviación Policial; john.cortes3509@correo.policia.gov.co;
<https://orcid.org/0009-0004-3178-380X>

** Escuela de Aviación Policial; feiber.salazar3627@correo.policia.gov.co;
<https://orcid.org/0009-0001-9840-7030>

*** Escuela de Aviación Policial; john.calderon2847@correo.policia.gov.co;
<https://orcid.org/0000-0003-2959-5805>

**** Escuela de Aviación Policial; samuel.catano3255@correo.policia.gov.co;
<https://orcid.org/0009-0003-6793-5302>

**** Escuela de Aviación Policial; yeison.botello@correo.policia.gov.co;
<https://orcid.org/0000-0003-0958-7760>

***** Escuela de Aviación Policial; edisson.mendoza1258@correo.policia.
gov.co; <https://orcid.org/0009-0009-1211-6127>

Como citar este capítulo: Cortés, Bejarano J. J, Salazar Marín, F., Calderón Aroca, J. A., Castaño Triana, S. A. Botello Barraza, Y. Y. y Mendoza Romero, E. (2023). Prototipo de banco soporte para desmonte, transporte y almacenamiento del motor Lycoming de las Aeronaves Cessna 152 y 172. En J. A. Lozano-Medina (Ed.), *Estudios en educación y pedagogía policial* (pp. 65-79). Editorial Dirección de Educación Policial. <https://doi.org/10.22335/edne.97.c166>

Resumen

El proyecto dispuso, en su primera fase, establecer el estado del arte y, como objetivo, diseñar los planos y, pensando en la futura fabricación del prototipo de banco soporte para el transporte y el almacenamiento del motor Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172, en la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita de la Policía Nacional de Colombia. El estudio tiene el propósito de contribuir a mejorar la seguridad operacional, la seguridad y la salud en el trabajo y las condiciones necesarias e inherentes al desarrollo laboral, personal e individual del componente humano. Luego de la fabricación y pruebas de resistencia realizadas con el prototipo, se identificó la necesidad de ejecutar una segunda fase de investigación institucional, en tres etapas: en la primera, se revisaron los antecedentes, para obtener la información sobre el problema. Esto, con la conformación de un grupo de semillero. En la segunda etapa, se aplicaron los instrumentos de indagación realizando alistamiento de pruebas de funcionamiento. Y en la etapa final se llevó a cabo un rediseño del prototipo, con base en las pruebas realizadas para que estas nuevas modificaciones cumplieran con lo esperado. Los resultados, revelaron que hay que realizar la cantidad suficiente de pruebas, en busca de mejorar el banco soporte para que sea una herramienta esencial y segura para el proceso de mantenimiento del motor Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172, en la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita. Con esto, se evitan accidentes laborales y se contribuye a la seguridad operacional.

Palabras clave: aeronave, soporte, seguridad, motor y accidentes

Abstract

In the first phase of the project, the state of the art was sought. The objective was to design the plans and the future manufacture of the prototype bench support for the transport and storage of the Lycoming engine of the Cessna 152 and 172 aircraft at the Mariquita Anti-Narcotics Aviation Company of the Colombian National Police, the purpose of this project was to improve operational safety, occupational safety and health, and the necessary and inherent conditions for the work, personal and individual development of the human component. After its manufacture and resistance tests, the need to execute a second phase of institutional research was identified, which was carried out in three stages: in the first stage, a background review was made to obtain the information that ratified the problem. In the second stage, the research instruments were applied. In the final stage, a redesign of the prototype was carried out based on the tests carried out so that these new modifications would meet the expectations for its proper operation. Results revealed it is necessary to perform the necessary number of tests to improve the support bench so that it can be considered an essential and safe tool for the maintenance process of the Lycoming engine of the Cessna 152 and 172 aircraft at Mariquita Anti-Narcotics Aviation Company, to avoid work accidents and contribute to operational safety.

Keywords: Aircraft, support, security, engine, accidents

Introducción

El taller de mantenimiento de la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita, ubicado en el municipio de San Sebastián de Mariquita, es el espacio destinado (zona cero) para el proceso de conservación de la integridad de las partes y las aeronaves al servicio de la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita de la Policía Nacional de Colombia en esa localidad. Allí también se dispone el almacenaje de las herramientas para mantenimiento y reparación, partes como el motor, el conjunto de hélice y sus componentes, otros accesorios y sistemas que facilitan la vigilancia y el cuidado de los aviones.

Lo anterior implica que dicho espacio debe contar, necesariamente, con protocolos específicos para la ejecución de las labores que el personal realiza y contar con espacios idóneos para el almacenamiento y el transporte de piezas y artefactos de gran tamaño. De acuerdo con Flórez-Defaz (2011), la instalación destinada para el mantenimiento y reparación de aeronaves y sus componentes no solo debe contar con la colaboración del personal especializado, sino que, además, debe tener un espacio cuya capacidad incluya lugares específicos que faciliten el monte-desmote, transporte y almacenaje de las piezas de las aeronaves; piezas que tienen con frecuencia masa considerable. Esto incluye el motor Lycoming de la línea de aeronaves Cessna 152 y 172.

La metodología de la investigación fue mixta, de tipo experimental, con alcance exploratorio. El trabajo de investigación surgió a partir de la problemática identificada mediante la observación directa en el taller de mantenimiento de la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita, por cuanto, se evidencia la ausencia de una herramienta o artefacto que sirva como soporte cuando hay necesidad de desmote, almacenamiento y transporte del motor Lycoming de la línea de aeronaves Cessna 152 y 172, mientras el personal realiza la labor de mantenimiento en el avión, cuya tardanza es de entre una semana a tres meses.

En la búsqueda de dar solución a la problemática identificada, se plantearon como objetivos específicos (1) la identificación de las dificultades presentes en los procesos y procedimientos en el manejo de los motores Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172; (2) la realización de un estudio estadístico, sondeo o actividad diagnóstica que permita cuantificar datos y determinar variables, comprobar hipótesis útiles como insumo para la toma de decisiones; adicionalmente, (3) realizar entrevistas semiestructuradas a expertos en el mantenimiento de las aeronaves objetivo, dentro del hangar de la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita; todo ello, para establecer o explicar patrones de comportamiento, además de refinar preguntas de investigación, lo que conlleva a determinar los factores inmersos para el diseño y fabricación. Asimismo, se proyectó el diseño y la realización de pruebas de resistencia de materiales, durabilidad y funcionalidad del prototipo y, finalmente, la fabricación e implementación del prototipo multipropósito para motores Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172.

La realización del trabajo investigativo se justifica en la medida en que, al no tener una herramienta que facilite el almacenamiento dentro del taller, mientras dura el mantenimiento de la aeronave, puede haber daños estructurales

en la pieza y, en consecuencia, un riesgo para la seguridad operacional dentro del aeropuerto y la posibilidad de incidentes o accidentes laborales para el personal. Esto, debido a que la pieza estaría mal dispuesta y, en consecuencia, habría lugar a pérdidas económicas para la institución. Según Toro-Hernández (2013), es necesario que cada pieza desmontable de las aeronaves tenga un lugar adecuado para su almacenaje en el taller de mantenimiento, para su posterior transporte, ya que, es necesario garantizar su buen funcionamiento cuando se integre de nuevo al avión para la operación de vuelo.

Por consiguiente, el trabajo se orienta a partir de la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles deberían ser los criterios técnicos y tecnológicos para el diseño y la fabricación del banco soporte para el montaje, desmonte, transporte, mantenimiento y almacenamiento de los motores Lycoming 152 y 172?, de manera que permitan mejorar los factores económicos, sociales, ambientales, ergonómicos y operacionales en la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita. La figura 20, evidencia que, a falta de un soporte para el almacenamiento y transporte del motor de la aeronave, el personal de mantenimiento dentro del taller improvisa la mejor forma de conservar la integridad de la pieza. Para el caso concreto, es posible observar que el motor queda dispuesto sobre tres llantas.

Materiales y métodos

El diseño de la investigación implicó tres etapas, consecuentemente con los objetivos específicos del estudio. Durante la primera, se construyó el sustento teórico, a través del estado del arte, los marcos teórico, conceptual y legal. Igualmente, por medio de los manuales de procesos y procedimientos para la elaboración del prototipo, fue posible identificar las dificultades para la manipulación, transporte y almacenaje de los motores Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172 y, a partir de ello, desarrollar estadísticas del tiempo que tarda dicha aeronave en el mantenimiento de cambio de motor, debido a la falta de un soporte para almacenaje y transporte. Durante la segunda etapa, se diseñaron el prototipo y las pruebas de resistencia. En la tercera, se llevó a cabo la segunda fase de la investigación institucional del prototipo, en los talleres de mantenimiento de la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita.

Participantes

La muestra estuvo constituida por once (11) participantes, incluyendo inspectores y técnicos, miembros del personal de mantenimiento para las aeronaves de la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita. Los criterios de selección obedecieron estrictamente a que pudiesen dar cuenta de la problemática existente y ratificar la necesidad identificada.

Tipo de estudio

La metodología de la investigación fue mixta, de tipo experimental con alcance exploratorio, ya que se encarga de estudiar problemas poco estudiados, como en el caso de la presente investigación. Esto, debido a que, como se dijo, en la literatura no existen evidencias históricas del problema objeto de estudio.

Instrumentos

La primera fase del trabajo investigativo se realizó desde el enfoque mixto, pues los instrumentos de indagación aplicados fueron una entrevista semiestructurada y una encuesta. Esto quedó plasmado en actas de reunión, cuya técnica de análisis de resultados se ejecutó a través de hojas de cálculo de Excel y estos, a su vez, se muestran mediante tablas dinámicas y gráficos de barras.

Procedimientos

En la investigación se realizaron también pruebas de campo con ingenieros del área de aviación policial Guaymaral, puesto que, durante su realización, hubo la posibilidad de manipular las variables, en aras de develar su efecto en las conductas observadas. En ese orden de ideas, el alcance de la investigación fue de tipo exploratorio, ya que el diseño y la segunda fase de la investigación institucional propuestas para la solución de la problemática es un tema novedoso y, en consecuencia, resultó difícil la recopilación de datos teóricos.

Sin embargo, la existencia de la teoría se limita a manuales de producción y manufactura, dentro de la línea de producción industrial de materiales, herramientas y piezas para el campo aeronáutico.

Resultados

Las mejoras propuestas, que incluyen dos pies de amigo adicionales, demostraron en pruebas realizadas con motores maqueta que la oscilación que mostraba el banco en pruebas anteriores se eliminó por completo con la ayuda de los nuevos refuerzos a la estructura, que aportan a la seguridad operacional buscada, tanto para el personal técnico que realiza el trabajo como para los diferentes componentes de los motores, ya que con la firmeza que muestra el banco soporte propuesto, con los nuevos pie de amigo, queda clara la importancia de las pruebas y de los paso a paso de la investigación. Adicional a esto, los orificios realizados en los dos paralelos laterales dan una altura mayor para que el motor pueda ser trabajado desde una mejor posición y, de ese modo, se realice un trabajo adecuado. Esto también ayuda al personal técnico a no tener molestias en la espalda, al no tener que agacharse demasiado y, con ello, se contribuye a una mejor seguridad operacional.

Con los resultados conducentes a la segunda fase de la investigación institucional del prototipo, se realizó el diseño y las pruebas resistencia. Esto dado que, con el rediseño generado luego de las pruebas realizadas, se establecieron y siguieron recomendaciones del personal del área de ingeniería de la compañía de antinarcóticos Guaymaral de la Policía Nacional. Por tanto, se agregaron dos nuevos pie de amigo para mejorar la estabilidad del banco soporte, lo cual da una mejor firmeza al momento de ser utilizado con los motores Lycoming. Aunado a ello, se realizaron dos orificios en sus paralelos verticales que permiten manipular desde una altura mayor el motor que va ser inspeccionado o reparado, tal como se anticipó.

Con las modificaciones hechas, se realizaron pruebas con motores Lycoming maqueta, con lo cual se corroboró que, efectivamente, ya no tuviera las oscilaciones y que mantuviera la firmeza incluso en tres momentos diferentes como fueron lento, medio y rápido en posiciones baja, media y alta, así concluyendo satisfactoriamente estas pruebas con éxito y dejando como antecedente actas de difusión y de pruebas (figura 1).

Figura 1.

Disposición actual del motor Lycoming de los aviones de la línea Cessna 152 y 172 para la labor de mantenimiento de la aeronave



Nota. Registro fotográfico a través de la observación directa.

A través de los resultados conducentes a la segunda fase de la investigación institucional del prototipo, se realizó el diseño, las pruebas de resistencia y uso (figura 2).

Figura 2.

Diseño prototipo de banco soporte para el desmonte, transporte y almacenamiento del motor Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172



Nota. El diseño se realizó aplicando los conocimientos adquiridos durante el proceso formativo de la Tecnología en Mantenimiento Aeronáutico en la Escuela de Aviación Policial.

Ya con el diseño, se realizó el estudio de resistencia de materiales de los diferentes componentes que integran el prototipo. En esa dirección, se realizó la simulación de las cargas a las cuales está sometido el perno que une el motor con la base del brazo. Una vez determinados los esfuerzos máximos (esfuerzos de von Mises), se compararon los resultados con los esfuerzos de fluencia y esfuerzos últimos de los materiales utilizados en la fabricación (figura 3).

Figura 3.

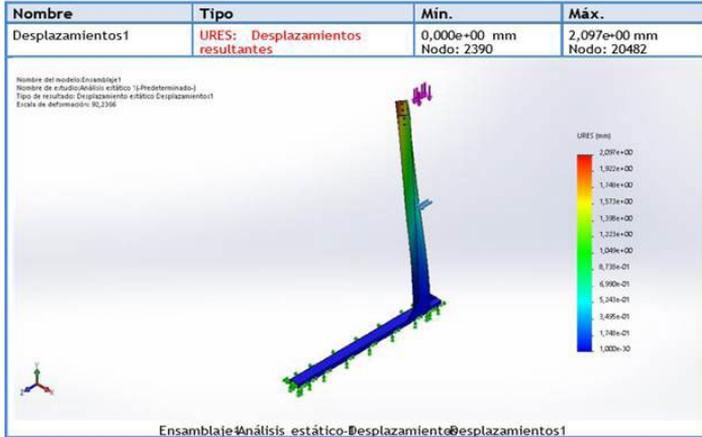
Pruebas realizadas después de su rediseño y mejoras



Nota. Registro fotográfico a través de la observación directa Hangar de la compañía de Aviación Mariquita-Tolima.

El prototipo de banco soporte para el desmonte, transporte y almacenamiento del motor Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172, utiliza materiales seleccionados debido al esfuerzo al cual será expuesto durante su utilización. En igual sentido, en la búsqueda de hacer mejoras al prototipo, se le incluyeron topes de seguridad para fijarlo al sitio donde será almacenado el motor. También cuenta con cuatro pies de amigo instalados en la parte inferior de este banco soporte. La prueba de resistencia de materiales se llevó a cabo de manera autónoma, por parte de los investigadores (figuras 4-5).

Figura 4.
Resultado prueba de resistencia



Nota. En SolidWorks, se realizaron estos análisis, que mostraron la efectividad de las mejoras al prototipo de banco soporte.

Figura 5.
Prototipo de banco soporte para el desmontaje, transporte y almacenamiento del motor Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172, con las mejoras propuestas



Cuenta con cuatro llantas para que ser transportado sin comprometer la integridad del motor. De ellas, dos son fijas y las otras dos, giratorias. Las ruedas tienen un tamaño de 127.00 mm de altura y 35.56 mm de ancho. El banco

también posee unos paraleles, hechos de perfiles de acero A36, cuyo espesor es de 0.2 cm, unidos con puntos de soldadura tipo MIG 7018, WESTARCO 7018 y 7013, la cual brinda una mayor penetración en el material. Esto otorga al prototipo una mayor firmeza, durabilidad y confianza durante su ensamble y funcionamiento. Finalmente, el banco soporte tiene un peso de unos 7,5 kg y una altura de unos 1,80 metros.

Discusión

La importancia de esta segunda fase de investigación institucional radica en que permite ver cuán satisfactorias fueron las pruebas de resistencia realizadas al banco soporte, después de hacer las modificaciones recomendadas por área de ingeniería, ya que, en pruebas anteriores, con ayuda de SolidWorks, se logró establecer que con dos pie de amigo adicionales se alcanzaría una mejor estabilidad y firmeza.

Con ello en mente, se propuso un rediseño del banco soporte. Después de realizadas las mejoras al banco soporte, se hicieron pruebas de campo, que arrojaron resultados positivos. Igualmente, con SolidWorks, se realizaron análisis que mostraron la efectividad de las mejoras hechas al prototipo de banco soporte. Así también, con las pruebas de campo y análisis específicos, se logró que, al momento de montar peso al banco soporte, no haya oscilaciones y que se tenga firmeza en la estructura.

También es importante resaltar que, en los técnicos en mantenimiento aeronáutico, debe generarse una cultura para utilizar esta herramienta que, pese a su envergadura y su peso. Esto se logrará con las campañas y los buenos hábitos para la manipulación del banco soporte, inicialmente en la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita y, posteriormente, en cualquier parte donde sea requerida.

Limitaciones y proyecciones del estudio

La realización de este proyecto de investigación significó un reto, y a su vez una oportunidad, por cuanto, el proceso de innovación en el sector aeronáutico

en Colombia es limitado, este aspecto, se pudo identificar a través de la búsqueda del estado del arte, donde el compendio teórico es limitante. Si bien se comercializan partes aeronáuticas, el país no las produce, según eso, se visualiza una oportunidad para generar conocimiento y actualización dentro del campo aeronáutico y, en especial, para la seguridad en las operaciones dentro de los aeropuertos donde opera la Policía Nacional de Colombia.

Además, la investigación buscó producir una herramienta o prototipo novedoso y seguro, que pueda, primero, aportar a la seguridad operacional y personal, minimizando accidentes e incidentes de personal; y segundo, facilitar los procesos de mantenimiento, transporte y almacenamiento de los motores Lycoming de las aeronaves Cessna 172 y 152 que integran la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita. Con ese fin, se llevó a cabo la elaboración de planos y la fabricación del prototipo, de lo que se obtuvo un proceso de investigación arduo que llevó a una primera y segunda fase ya realizadas, para buscar mejoras estructurales y metodológicas con el acompañamiento del Área de Ingeniería Aeronáutica. A partir de ello, se concluyó que era necesario acatar la sugerencia de los ingenieros aeronáuticos y los semilleros de investigación de realizar una tercera fase estudio, donde se realizara la implementación del prototipo, con el fin de lograr la patente o propiedad industrial y la certificación para el uso del diseño, a nivel nacional e internacional.

Conclusiones

Con la información recolectada, se logró identificar una necesidad presente en la compañía de Aviación Policial de Mariquita Tolima, en la línea de Cessna 152 y 172. Y por medio de las actividades fue posible determinar el adecuado diseño y fabricación del prototipo de banco soporte para el desmontaje, transporte y almacenamiento del motor Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172. Esto permitirá lograr optimizar los diferentes procesos y procedimientos de mantenimientos donde se encuentra inmerso el desmonte y montaje de tales motores, así como su transporte y almacenamiento. Además, logra mejorar la seguridad operacional, seguridad y salud en el trabajo, y demás condiciones necesarias e inherentes al desarrollo laboral, personal e individual del componente humano.

Del mismo modo, con el prototipo se disminuyen los costos al patrimonio de la nación, y se evitan incidentes, accidentes o daños en los motores y

componentes de las aeronaves. A lo que se suma que también disminuyen los tiempos de inoperatividad y se permite el despliegue operacional efectivo y eficiente de estos aviones.

Es así como, frente a la pregunta de investigación inicial, puede afirmarse que, en efecto, se logró dar una solución idónea al problema, puesto que, a través de la segunda fase del prototipo de banco soporte para montaje, desmonte, transporte, mantenimiento y almacenamiento de los motores Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172, se satisfacen y suplen las necesidades identificadas. Además, se cumple con los parámetros de seguridad establecidos, de manera que se coopera para el cumplimiento de los objetivos misionales del Área de Aviación Policial, lo que de forma articulada contribuyen en la ejecución y consolidación de la paz, razón de ser de la Policía Nacional de Colombia.

El prototipo de banco soporte para el desmonte, transporte y almacenamiento del motor Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172 se creó como un sistema novedoso, con facilidad de maniobra. Además, favorece las condiciones de operación con los motores de estas aeronaves de constante operación, debido a que son utilizadas para la instrucción de futuros pilotos policiales, al tiempo que facilita el mantenimiento que los técnicos hacen al motor de las aeronaves Cessna 152 y 172.

Con el manual de uso de este prototipo, podemos darnos cuenta de que su manejo es de entendimiento sencillo, por lo que facilita no solo su operación, sino que brinda seguridad en las actividades. Todo esto, gracias a los materiales utilizados, como el acero isotrópico elástico, seleccionados con acierto, debido a los esfuerzos que será expuesto. La elección se soportó con la ejecución de diferentes pruebas de materiales, realizadas de manera autónoma por el semillero de investigación, bajo la supervisión y acompañamiento de una persona idónea, como el asesor temático, en este caso, un inspector que trabaja en estas aeronaves, quien sabe sobre las necesidades y problemáticas que deben enfrentarse durante los diferentes tipos de mantenimiento con los motores de los aviones Cessna 152 y 172.

Este prototipo permite mejorar la calidad y la optimización del trabajo con los motores Lycoming para el grupo de mantenimiento de las aeronaves Cessna 152 y 172. Ello redundará en trabajos más seguros, según las pruebas ejecutadas. Esto permite abrir paso a un aporte importante a la seguridad operacional, además de disminuir los riesgos de posibles lesiones y cuidar algunos componentes del motor Lycoming.

Según las necesidades manifestadas por el personal de inspectores y técnicos que ejecutaban las fases de mantenimiento de forma rudimentaria con llantas y bancos artesanales, que ponían en riesgo la integridad del personal de la Compañía Antinarcóticos de Aviación Mariquita, aumentando los tiempos de mantenimiento. Los inspectores observaron cómo se realizaron las pruebas con el prototipo y manifestaron en las entrevistas su interés y aprobación para su implementación. Ello, en la medida en que permiten la reducción de los tiempos de operación en cuanto a mantenimiento y considerando que los aviones estén a disposición de la línea para los pilotos que dan instrucción a los estudiantes de la Escuela de Aviación Policial.

De esta forma, con la ejecución de esta segunda fase del prototipo de banco soporte se puede dejar de lado los procedimientos rudimentarios en cuanto a la manipulación de los motores Lycoming de las aeronaves Cessna 152 y 172, que durante mucho tiempo han venido realizándose, con un desgaste excesivo de personal. Sumado a esto, se reduce el riesgo que corren los motores de estas aeronaves y de sus componentes, sin dejar de lado el peligro para técnicos durante las fases de mantenimiento. Esto, apoyado, según las tareas de mantenimiento, como las inspecciones periódicas, revisiones prevuelo, realización de modificaciones y reparaciones como el *overhaul* que, en este caso, se aplicaría a los motores según las especificaciones de los manuales de las casas fabricantes.

Durante el desarrollo de esta segunda fase, se evidenció que la utilización de los medios adecuados dentro del entorno aeronáutico permite el progreso en cuanto a los mantenimientos de los motores de los aviones Cessna 152 y 172, objetivo y centro de la dificultad identificada, como la manipulación de los motores de forma segura, en la medida en que se brinda la seguridad operacional requerida. Esto aporta considerablemente al rendimiento en cuanto a las fases de mantenimiento para los técnicos de la Compañía de Aviación Mariquita, con la manipulación de los motores Lycoming con mayor efectividad. Todo ello permitirá reducir los sobrecostos en cuanto a daños potenciales, sumado a las operaciones con mayor inmediatez.

Asimismo, este prototipo puede pensarse como un dispositivo con los estudios tecnológicos suficientes, en cuanto a la resistencia de materiales, lo cual los suministra fiabilidad durante los diferentes mantenimientos de los técnicos de la línea Cessna. Con este prototipo, podemos obtener múltiples servicios, como el montaje, desmontaje, transporte, mantenimiento y almacenamiento de

nuestros motores Lycoming, a diferencia de cómo se ejecuta en la actualidad, apoyándose por un componente el taller como es la grúa eléctrica que solo nos permite el montaje y el desmontaje de motor. Desde luego, contando con la disponibilidad de la grúa en operación, porque en el caso de no estar funcional, las actividades de mantenimiento demorarían.

Esta segunda fase de investigación del proyecto, se realizó con una supervisión exhaustiva y bajo los parámetros establecidos para una buena práctica, con un paso a paso de pruebas realizadas con las diferentes modificaciones al banco soporte. Igualmente es de anotar que las pruebas se realizaron exitosamente, en relación con pesos diferentes en tres posiciones (baja, media y alta) y velocidades de traslado (lento, medio y rápido). Con esto, se comprueba la eficacia del banco soporte para los motores Lycoming 152 y 172 que se diseñó en el marco del proyecto.

Referencias

- Flórez-Defaz, E. (2011). *Estudio para optimizar la gestión del almacén de material aeronáutico de Aerolane, mediante técnicas de mejoramiento continuo* [Tesis de grado]. Universidad de Guayaquil. Repositorio institucional: <https://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4006/1/3988.FLORES%20DEFAZ%20EDMUNDO.pdf>
- Toro-Hernández, J. (2013). *Soporte que facilite el desmonte y desplazamiento de hélices de aviones de hasta 210 cm de diámetro* [Tesis de grado]. Universidad Católica de Pereira. Repositorio institucional: <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/1755/1/CDMDI325.pdf>

