



**“Mantenimiento de 200 hrs. del tren de aterrizaje, de acuerdo a la sección 1g11/5-30 del manual de mantenimiento de la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI), perteneciente a la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV) ubicada en la ciudad de Santa Rosa provincia de El Oro”**

Valenzuela Montalvo, Jason Alexander

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

12 de julio del 2023




Latacunga

## Reporte de verificación de contenido

### Document Information

Analyzed document	MONOGRAFIA VALENZUELA JASSON.docx (D172088123)
Submitted	7/14/2023 5:57:00 PM
Submitted by	Juan Carlos Altamirano
Submitter email	jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	jc.altamiranoc.uta@analysis.urkund.com

### Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>MONOGRAFIA PDF.pdf</b> Document MONOGRAFIA PDF.pdf (D77258579)	 3
<b>SA</b>	<b>Tesis Michael Paredes texto.docx</b> Document Tesis Michael Paredes texto.docx (D78730102)	 4
<b>SA</b>	<b>MARCELO GUANOCHANGA.pdf</b> Document MARCELO GUANOCHANGA.pdf (D51856432)	 2

### Entire Document

Cátula  
 "Mantenimiento de 200 hrs. del tren de aterrizaje, de acuerdo a la sección 1g11/5-30 del manual de mantenimiento de la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXII), perteneciente a la escuela de pilotos AVIACIONESAV (ESAV) ubicada en la ciudad de Santa Rosa provincia de el Oro"  
 Valenzuela Montalvo, Jason Alexander

<b>59%</b>	<b>MATCHING BLOCK 1/9</b>	<b>SA</b> MONOGRAFIA PDF.pdf (D77258579)
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica Monografía, previo a la obtención del título de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica		

Ing. Inca Yajamin, Gabriel Sebastián  
 12 de julio del 2023 Latacunga  
 Reporte de autenticación de contenido  
 Dedicatoria Mi constancia y esfuerzo va dedicado para toda mi familia, mi linda madre, mi orgullo que es mi padre, mi abuelito en la cual es mi consejero de vida y mis tres hermanas. Todos ellos son mi inspiración y las fuerzas que tengo para no rendirme y seguir adelante. Doy las gracias a mis padres por siempre darme su bendición y ayudarme siempre en todo momento de mi vida, siempre serán el motivo de mis triunfos. Este logro a su vez va dedicado a mi persona



.....

**Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián**

C.C.: 1722580329



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Certificación**

Certifico que la monografía: **“Mantenimiento de 200 hrs. del tren de aterrizaje, de acuerdo a la sección 1g11/5-30 del manual de mantenimiento de la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI), perteneciente a la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV) ubicada en la ciudad de Santa Rosa provincia de El Oro”** fue realizada por el señor **Valenzuela Montalvo, Jason Alexander**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 12 de julio del 2023

.....  
**Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián**

C.C.: 1722580329



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

### **Responsabilidad de Autoría**

Yo, **Valenzuela Montalvo, Jason Alexander**, con cédula de ciudadanía n° 1724341894, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Mantenimiento de 200 hrs. del tren de aterrizaje, de acuerdo a la sección 1g11/5-30 del manual de mantenimiento de la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI), perteneciente a la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV) ubicada en la ciudad de Santa Rosa provincia de El Oro”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 12 de julio del 2023

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized name and a horizontal line.

.....  
**Valenzuela Montalvo, Jason Alexander**

C.C.: 1724341894



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

### **Autorización de Publicación**

Yo **Valenzuela Montalvo, Jason Alexander** con cédula de ciudadanía n° 1724341894, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía:

**“Mantenimiento de 200 hrs. del tren de aterrizaje, de acuerdo a la sección 1g11/5-30 del manual de mantenimiento de la aeronave Cessna 172 G (HC-CXI), perteneciente a la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV) ubicada en la ciudad de Santa Rosa provincia de El Oro”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 12 de julio del 2023

.....  
**Valenzuela Montalvo, Jason Alexander**

C.C.: 1724341894

### **Dedicatoria**

Mi constancia y esfuerzo va dedicado para toda mi familia, mi linda madre, mi orgullo que es mi padre, mi abuelito en la cual es mi consejero de vida y mis tres hermanas. Todos ellos son mi inspiración y las fuerzas que tengo para no rendirme y seguir adelante. Doy las gracias a mis padres por siempre darme su bendición y ayudarme siempre en todo momento de mi vida, siempre serán el motivo de mis triunfos.

Este logro a su vez va dedicado a mi persona especial e importante, mi mamita Miryam, a quien fue mi apoyo incondicional en cada momento, que sigue en mi corazón y lo seguirá estando, a la que siempre estuvo en cada logro que obtuve y sé que me bendice desde el cielo y ella es mi inspiración para estar más cerca del cielo, por siempre rezar por mí y darme su bendición, esta graduación se la dedico a usted mamita totalmente.

Valenzuela Montalvo, Jason Alexander

### **Agradecimiento**

Agradecerles a mis padres por apoyarme incondicionalmente y poder acompañarme en este lindo proceso de vida que tengo ahora, gracias a la vez por darme ánimos cada vez que estuve derrumbado y darme todos sus consejos en los cuales los aplico sabiamente, mil veces gracias papás por ser parte de este logro en mi vida y hacerme cada día mejor en la vida.

Agradecimientos totales a la escuela de aviación AVIACIONESAV S.A (ESAV) por su apoyo tan importante y su confianza puesta en mi durante el proceso de realización de mi proyecto de titulación, a toda su familia quienes componen y se dedican a la formación de los mejores pilotos del Ecuador, mil veces gracias por su gran apoyo profesional.

El agradecimiento eterno a mi tutor de proyecto Ing. Gabriel Inca por la ayuda y total confianza en todo momento ante este trabajo de titulación, muchísimas gracias por ser un gran profesor, por su confianza puesta en mi para todos los proyectos a fines de la carrera y a su vez el enseñarme y darme consejos para ser el mejor cada día y así poder ser un gran profesional.

Valenzuela Montalvo, Jason Alexander

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>Cáratula .....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación de contenido.....</b>	<b>2</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de Autoría.....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de Publicación .....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de contenido .....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>12</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>14</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>15</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>16</b>
<b>Capítulo I: Introducción .....</b>	<b>17</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>17</b>
<b>Planteamiento del Problema .....</b>	<b>18</b>
<b>Justificación e Importancia .....</b>	<b>19</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>20</b>
<b><i>Objetivo General</i>.....</b>	<b>20</b>
<b><i>Objetivos Específicos</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>Alcance.....</b>	<b>21</b>



<b>Capítulo II: Marco Teórico .....</b>	<b>22</b>
<b>Aviacionesav S.A. (ESAV) .....</b>	<b>22</b>
<b>Reseña histórica de Cessna Textron Aviation Company.....</b>	<b>23</b>
<b>Cessna Textron Aviation Company.....</b>	<b>24</b>
<i><b>Modelos de Cessna Textron Aviation Company .....</b></i>	<i><b>24</b></i>
<b>Características generales de la aeronave .....</b>	<b>25</b>
<i><b>Descripción específica.....</b></i>	<i><b>26</b></i>
<b>Sistemas de la aeronave Cessna.....</b>	<b>27</b>
<i><b>Sistema complejo.....</b></i>	<i><b>28</b></i>
<i><b>Sistema de planta de energía .....</b></i>	<i><b>28</b></i>
<i><b>Sistema de climatización .....</b></i>	<i><b>29</b></i>
<b>Tipos de tren de aterrizaje.....</b>	<b>30</b>
<i><b>Diseño del tren de aterrizaje del Cessna .....</b></i>	<i><b>31</b></i>
<b>Especificaciones del tren de aterrizaje .....</b>	<b>35</b>
<i><b>Especificación Eléctrica .....</b></i>	<i><b>35</b></i>
<i><b>Especificación hidráulica.....</b></i>	<i><b>35</b></i>
<i><b>Especificación de interruptores e indicadores del tren de aterrizaje .....</b></i>	<i><b>36</b></i>
<i><b>Especificaciones del pre-vuelo operativo .....</b></i>	<i><b>37</b></i>
<i><b>Especificaciones de seguridad del tren de aterrizaje retráctil .....</b></i>	<i><b>39</b></i>
<i><b>Especificaciones de extensión de equipo de emergencia .....</b></i>	<i><b>40</b></i>
<b>Inspecciones .....</b>	<b>42</b>

<i>Límites de aeronavegabilidad</i> .....	42
<b>Tipos Y Tiempos De Inspecciones</b> .....	44
<i>Requisitos de inspección</i> .....	44
<b>Equipos de apoyo</b> .....	45
<i>Elevación</i> .....	45
<i>Nivelación</i> .....	46
<i>Aparcamiento</i> .....	46
<i>Amarre</i> .....	46
<i>Bases de madera (tacos de madera)</i> .....	46
<b>Herramienta especial</b> .....	47
<i>Jack pad</i> .....	47
<b>Aeronave Cessna 172 RG</b> .....	48
<i>Descripción general</i> .....	49
<i>Descripción del sistema del tren de aterrizaje retráctil</i> .....	50
<b>Aeronave Cessna 172 RG y sistemas específicos del tren de aterrizaje.</b> .....	52
<i>Descripciones del sistema del tren de aterrizaje</i> .....	53
<i>Palanca del tren de aterrizaje</i> .....	54
<i>Luces indicadoras de la posición del tren de aterrizaje</i> .....	54
<i>Funcionamiento del tren de aterrizaje retráctil</i> .....	54
<i>Bomba manual de emergencia</i> .....	55
<i>Sistema de aviso del tren de aterrizaje retráctil</i> .....	55

	11
<i>Sistema hidráulico</i> .....	56
<i>Sistema de frenos</i> .....	57
<b>Capítulo III: Desarrollo Del Tema</b> .....	<b>59</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>59</b>
<b>Información Sobre La Gata Hidráulica</b> .....	<b>61</b>
<i>Elevación</i> .....	61
<i>Nivelación</i> .....	62
<i>Aparcamiento</i> .....	62
<i>Amarre</i> .....	62
<b>Elaboración de las gatas hidráulicas</b> .....	<b>62</b>
<b>Elaboración</b> .....	<b>63</b>
<b>Pruebas y chequeos operacionales de la bomba de emergencia</b> .....	<b>69</b>
<i>Procedimiento</i> .....	71
<b>Tabla De Costos</b> .....	<b>76</b>
<b>Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	<b>77</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>77</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>78</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>79</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>81</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Escuela de pilotos AVIACIONESAV S.A. / Cessna 172/152 - Full / Piper 23 - Full.....	23
<b>Figura 2</b> Cessna textron aviation company.....	24
<b>Figura 3</b> Principales dimensiones de la aeronave cessna 172 RG .....	26
<b>Figura 4</b> Sistema de planta de energía.....	29
<b>Figura 5</b> Esquema de los diferentes tipos de trenes de aterrizaje .....	30
<b>Figura 6</b> Esquema del diseño del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna .....	31
<b>Figura 7</b> Esquema de operacion del tren de aterrizaje .....	32
<b>Figura 8</b> Esquemático del sistema de funcionamiento del tren de aterrizaje retráctil .....	34
<b>Figura 9</b> Manija del tren de aterrizaje .....	37
<b>Figura 10</b> Puntos de inspecciones.....	38
<b>Figura 11</b> Interruptores de seguridad del tren de aterrizaje .....	40
<b>Figura 12</b> Gas Comprimido .....	41
<b>Figura 13</b> Bases de madera de 10cm x 10cm .....	47
<b>Figura 14</b> Herramienta especial para el agarre de la estructura de las gatas hidráulicas .....	48
<b>Figura 15</b> Aeronave CESSNA 172 RG de Aviacionesav (ESAV) con matrícula HC-CXI. ....	49
<b>Figura 16</b> Tren de nariz de la aeronave Cessna 172 RG de Aviacionesav.....	52
<b>Figura 17</b> Sistema del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 172 RG.....	52
<b>Figura 18</b> Esquemático de funcionamiento de frenos del tren de aterrizaje retráctil. ....	58
<b>Figura 19</b> Información de la gata hidráulica sobre la nivelación y elevación con respecto.....	60
<b>Figura 20</b> Base de la estructura soldado con el tubo de dos pulgadas y media x 3mm .....	64
<b>Figura 21</b> Tubos de una pulgada x 3 milímetros empatados con tubos de 2 pulgadas x 3mm .65	
<b>Figura 22</b> Placas de 10x10 de 6 milímetros soldadas para la base de la gata hidráulica.....	66
<b>Figura 23</b> Tubo de una pulgada roscable insertada en el tubo de dos pulgadas y media.....	67
<b>Figura 24</b> Proceso de pintura utilizando pintura sintética automotriz color azul .....	68
<b>Figura 25</b> Flujograma paso a paso del mantenimiento y chequeo operacional.....	69

<b>Figura 26</b>	<i>Iniciación de pruebas y chequeos operacionales de la bomba de emergencia.....</i>	<i>70</i>
<b>Figura 27</b>	<i>Comprobación de la extensión manualmente con la bomba de emergencia .....</i>	<i>71</i>
<b>Figura 28</b>	<i>Comprobación de luces para la verificación del tren de aterrizaje arriba y abajo .....</i>	<i>72</i>
<b>Figura 29</b>	<i>Comprobación de la palanca que este en buen funcionamiento.....</i>	<i>73</i>
<b>Figura 30</b>	<i>Procedimiento de prueba y chequeo operacional de la bomba de emergencia .....</i>	<i>74</i>
<b>Figura 31</b>	<i>Chequeo operacional y mantenimiento de la bomba manual de emergencia .....</i>	<i>75</i>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Modelos Cessna 172 RG cessna textron aviation company</i> .....	25
<b>Tabla 2</b> <i>Capacidad de fluidos</i> .....	27
<b>Tabla 3</b> <i>Características de rendimiento</i> .....	27
<b>Tabla 4</b> <i>Fallas y Procedimientos</i> .....	33
<b>Tabla 5</b> <i>Acción previa al vuelo</i> .....	33
<b>Tabla 6</b> <i>Información de estructuras de las gatas hidráulicas</i> .....	60
<b>Tabla 7</b> <i>Materiales para la elaboración de las estructuras de las gatas hidráulicas</i> .....	63
<b>Tabla 8</b> <i>Medidas y pesos de las estructuras para la gata hidráulicas</i> .....	64
<b>Tabla 9</b> <i>Costos durante el proceso de elaboración</i> .....	76

## Resumen

El presente detalle del trabajo de grado detalla la ejecución del mantenimiento de 200 hrs del tren de aterrizaje, de acuerdo a la sección 1G11/5-30 del manual de mantenimiento de la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI), perteneciente a la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV) mediante la implementación de una gata hidráulica en el que se inserta en la parte debajo de las alas el conjunto de soporte en la que ayudara a elevar la aeronave para poder realizar el correcto mantenimiento y las pruebas pertinentes del tren de aterrizaje, a su vez, el chequeo operacional de la bomba de emergencia ubicada en el tren de aterrizaje, esto con el fin de favorecer a los técnicos de mantenimiento de la escuela de pilotos AVIACIONESAV (ESAV), esto ayudará como empresa aeronáutica el rendimiento de los técnicos de mantenimiento como método fundamental de pruebas y chequeos operacionales de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje dentro del ámbito aeronáutico, debido a que pueda tener un buen mantenimiento y seguridad al volar, también con ayuda de las gatas facilitara a la hora de rendir pruebas en el tren de aterrizaje y así puedan estar seguros de los procedimientos correspondientes al manual de mantenimiento de la aeronave.

*Palabras Clave: Bomba de emergencia, Tren de aterrizaje, Sistema Hidráulico, Aeronave Cessna 172 RG*

### **Abstract**

The present detail of the degree work details the execution of the maintenance of 200 hrs of the landing gear, according to section 1G11/5-30 of the maintenance manual of the aircraft Cessna 172 RG (HC-CXI), belonging to the Pilot School AVIACIONESAV (ESAV) by implementing a hydraulic jack in which is inserted in the part below the wings the support assembly which will help to raise the aircraft to perform the correct maintenance and relevant tests of the landing gear, in turn, the operational check of the emergency pump located in the landing gear, This will help as an aeronautical company the performance of maintenance technicians as a fundamental method of testing and operational checks of the emergency pump of the landing gear within the aeronautical field, because it can have a good maintenance and safety when flying, also with the help of the jacks will facilitate when performing tests on the landing gear and so they can be sure of the procedures for the maintenance manual of the aircraft.

*Keywords: Emergency pump, Landing gear, Hydraulics System, Aircraft Cessna 172 RG*



## Capítulo I

### Introducción

#### Antecedentes

La Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV), certificada por la DGAC, tienen los mejores estándares de calidad en la formación de pilotos en el Ecuador.

Fundada en el 2009, la escuela tiene base de operaciones en el Aeropuerto General Ulpiano Páez y Aeropuerto Regional de Santa Rosa con centro de instrucción en Quito y Salinas.

Cuentan con plan de residencia interno en Salinas y Santa Rosa como apoyo a los estudiantes y técnicos de mantenimiento.

El cuerpo de instructores está listo para guiar a donde lleven tus retos. Desde el curso de Piloto Privado hasta completar los requisitos para Piloto de Transporte de Línea Aérea y todas las Habilitaciones necesarias. El aprendizaje está en manos de profesionales ampliamente calificados.

Así también cuenta con aeronaves para facilitar el mantenimiento dentro de sus instalaciones dichos modelos de las aeronaves son:

- ➔ Cessna 172/152 – Full
- ➔ Piper 23 – Full
- ➔ Piper PA-34 Seneca
- ➔ Cessna 172 RG

La seguridad está siempre en primera línea. Llevan un estricto sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar la operación óptima en las aeronaves.

Observando las necesidades presentes con los técnicos de mantenimiento día a día, las mismas que son un obstáculo para poder llevar acabo en los mantenimientos e inspecciones en el sistema del tren de aterrizaje en la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI), por lo cual una inspección requiere la utilización de equipos que nos garantizan la operatividad y confiabilidad. Además las necesidades que poseen los técnicos de mantenimiento al momento de realizar tareas tan fundamentales en el tren de aterrizaje que se encuentra en la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI) de la institución, por la cual se me ha brindado la oportunidad para poder realizar el chequeo de 200 hrs de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje, con ayuda de una gata hidráulica para las aeronaves Cessna 172 RG, con el fin de evaluar la bomba de emergencia del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI) de perteneciente a la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV), el mismo equipo que se utilizan para los técnicos de mantenimiento para que tenga el conocimiento de cómo se ejecuta el mantenimiento y chequeo operacional de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje de las aeronaves Cessna 172 RG.

### **Planteamiento del Problema**

La Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV), cuenta con distintas bases operacionales y aeronaves que son utilizadas para realizar instrucciones prácticas de vuelos para los estudiantes y por ende el mantenimiento continuo de dichas aeronaves por los técnicos de mantenimiento, por eso la elaboración de este proyecto surge por la falta de una gata hidráulica para el correspondiente chequeo operacional de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje, en especial de la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI). Por este motivo es necesario que sea implementada la gata hidráulica para el respectivo chequeo operacional de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje de la aeronave ya mencionada, para que los técnicos de mantenimiento de la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV) puedan realizar los respectivos mantenimientos y pruebas con facilidad en la aeronave Cessna RG (HC-CXI)

por lo cual es muy necesario esta gran herramienta para este tipo de aeronave, además que los técnicos de mantenimiento sepan acerca de la gata hidráulica con el fin de levantar el tren de aterrizaje el mismo que servirá para el chequeo operacional de la bomba de emergencia que se debe realizar a dicha aeronave ya mencionada.

### **Justificación e Importancia**

Teniendo en cuenta que la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV) es una de las escuelas de formación de pilotos a nivel nacional, surge la decisión de la realización del chequeo operacional de 200 hrs a la bomba de emergencia del tren de aterrizaje con ayuda de una gata hidráulica para la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI), ya que favorecerá a técnicos de mantenimiento y alumnos de la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV) logrando demostrar su destreza en la tarea del chequeo operacional de la bomba de emergencia en el tren de aterrizaje y a la vez a sus alumnos para que la aeronave en la que hagan su práctica de vuelo sea segura y confiable. Con el desenvolvimiento de este presente proyecto para el rendimiento de los técnicos de mantenimiento de la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV) como método fundamental de pruebas y chequeo operacional de a bomba de emergencia del tren de aterrizaje dentro del ámbito aeronáutico, debido a que tenga un buen mantenimiento y seguridad a la hora de volar y específicamente en los aterrizajes y despegues que tengan los alumnos a la hora de volar, además ayudará a los técnicos de mantenimiento a tener facilidad a la hora de pruebas en el tren de aterrizaje y así puedan estar más seguros de cada procedimientos que se dará correspondiente al manual de mantenimiento.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Realizar el chequeo operacional de 200 hrs de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje. Con ayuda de una gata hidráulica para la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI), con el fin de establecer mantenimientos y pruebas del tren de aterrizaje, de acuerdo al manual de mantenimiento correspondiente a la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV).

### ***Objetivos Específicos***

- ➔ Chequeo operacional y prueba del funcionamiento correcto y eficaz de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje con ayuda de la gata hidráulica.
- ➔ Verificar los parámetros de operación de la gata hidráulica para el levantamiento de la aeronave y así poder realizar el respectivo chequeo operacional de 200 hrs en la bomba de emergencia y prueba correspondiente del tren de aterrizaje, con ayuda en la sección 1G11/5-30 del manual de mantenimiento estableciendo a su vez las tareas a realizarse con respecto a la bomba de emergencia del tren de aterrizaje de dicha aeronave.
- ➔ Registrar los datos obtenidos durante el respectivo chequeo operacional de las 200 hrs en base a la bomba de emergencia del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI).

**Alcance**

Este presente proyecto se tratará del chequeo operacional de 200 hrs de la bomba de emergencia y prueba correspondiente al tren de aterrizaje para la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI), que se encuentra en la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV), lo cual, para brindar en forma técnica, práctica y seguridad el uso adecuado e importancia de la gata hidráulica, con el fin de tener una facilidad de levantar la aeronave y así darle el respectivo chequeo operacional y su respectiva prueba al tren de aterrizaje y así se permitirá al desarrollo de habilidades y destrezas de los técnicos de mantenimiento de la Escuela de Pilotos AVIACIONESAV (ESAV).

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### Aviacionesav S.A. (ESAV)

Aviacionesav, o ESAV como se le conoce mejor, inició operaciones desde su nueva base satelital, desde donde espera atraer a los actuales estudiantes y futuros pilotos de Quito para recibir capacitación en su propia ciudad, reduciendo costos potenciales y tiempo de viaje a ciudades donde otras escuelas se encuentran en funcionamiento. La escuela se estableció en 2009 como un centro de formación de pilotos con su principal base operativa en el Aeropuerto de Salinas y una base de formación en Quito. Actualmente cuenta con nueve aeronaves y opera desde Salinas, Santa Rosa (base más cercana gracias a la alianza con Alas del Ecuador) y Guayaquil.

- Cinco Cessna C-172: HC-CJG / HC-BMJ / HC-CKH / HC-CQS / HC-CNG
- Dos Cessna C-152: HC-CKI / HC-CQE
- Tipo PA-23: HC-AKG
- PA-44: HC-CRG

Se llevó a cabo la ceremonia de apertura oficial de la recién construida estación satelital de ESAV en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito. Durante el evento estuvieron presentes el Alcalde de Quito, Jorge Yunda Machado, el Gerente General de Aviación Civil, Anyelo Acosta, el Gerente General de Quiport, Andre O'Brian, así como otras autoridades gubernamentales. En este contexto, se anunció nuevamente el comienzo oficial de la operación piloto de la escuela en Quito.

**Figura 1**

*Escuela de pilotos AVIACIONESAV S.A. / Cessna 172/152 - Full / Piper 23 - Full*



*Nota.* Tomado de (Escuela de Pilotos [CESDA, n.d.]

**Reseña histórica de Cessna Textron Aviation Company**

Con su sede en el centro de aviación de Wichita, Kansas, y con instalaciones de mantenimiento y soporte en varias ubicaciones alrededor del mundo, Cessna es una reconocida marca de aeronaves con una historia arraigada en los pioneros de la aviación. A lo largo de los años, los productos de la marca se han destacado por su calidad, confiabilidad y valor, estableciendo así los estándares de la industria.

Hace más de ocho décadas, una pequeña empresa aérea en Wichita, Kansas, decidió desafiar lo que otros consideraban imposible: construir un monoplano sin necesidad de puntales o soportes para las alas. Cuando el revolucionario CESSNA despegó el 13 de agosto de 1927, el mundo de la aviación cambió para siempre. De hecho, el diseño de la cabina de Clyde Cessna ha sido el estándar desde entonces. El 7 de septiembre de 1927, Cessna y

Victor H. Roos formaron una asociación que condujo a la creación de Cessna-Roos Aircraft Company. Sin embargo, poco después, Ruth renunció, y el 22 de diciembre de 1927, el Secretario de Estado aprobó el cambio de nombre a Cessna Aircraft Company. Durante la mayor parte del siglo XX, la marca Cessna fue una de las más grandes y diversificadas en la industria de la aviación general. Clyde Cessna falleció el 20 de noviembre de 1954 a los 74 años de edad, y fue reconocido póstumamente en el Salón de la Fama de la Aviación Nacional en 1978 y en el Salón de la Fama del Aire y el Espacio Internacional en 1983, pero su legado continúa perdurando.

## **Figura 2**

*Cessna Textron Aviation Company*



*Nota.* Tomado de (Cessna: Una Historia, n.d.)

### ***Modelos de Cessna Textron Aviation Company***

A continuación, en la tabla 1 se detalla los modelos que tiene Cessna Textron Aviation Company basándose en los más relevantes modelos 172



**Tabla 1**

*Modelos Cessna 172 Cessna Textron Aviation Company*

<b>Modelo</b>	<b>Años modelo</b>	<b>Motor</b>	<b>TBO</b>	<b>Notas</b>
<b>172</b>	1956 - 1958	Continental O-300/145hp	1800	Cola recta, peso bruto 2200 libras, sistema eléctrico de 12 voltios.
<b>F172</b>	1965 - 1971	Continental O-300/145hp		Construido en Francia por Reims Cessna.
<b>R172K XP</b>	1977 - 1981	Continental IO-360-k/195hp		Inyección de combustible, hélice de velocidad constante, velocidad de crucero de 131 nudos, flaps de capo.
<b>172RG</b> <b>“Alfanje RG”</b>	1980 - 1984	Lycoming O-360-F1A6/180hp		Tren de aterrizaje retráctil, hélice de velocidad constante, bomba de combustible eléctrica de respaldo, aleta de capo.
<b>172P</b>	1985 - 1986	Lycoming O-320-D2J/160hp		
<b>172R</b>	1996	Lycoming IO-360L2A/160hp		Inyección de combustible, peso bruto 2450 libras.
<b>172S</b>	2007	Lycoming IO-360L2A/180hp		Garmin G1000 se convierte en estándar.

*Nota.* Tomado de (El Cessna 172 - Maquetas, n.d.)

### **Características generales de la aeronave**

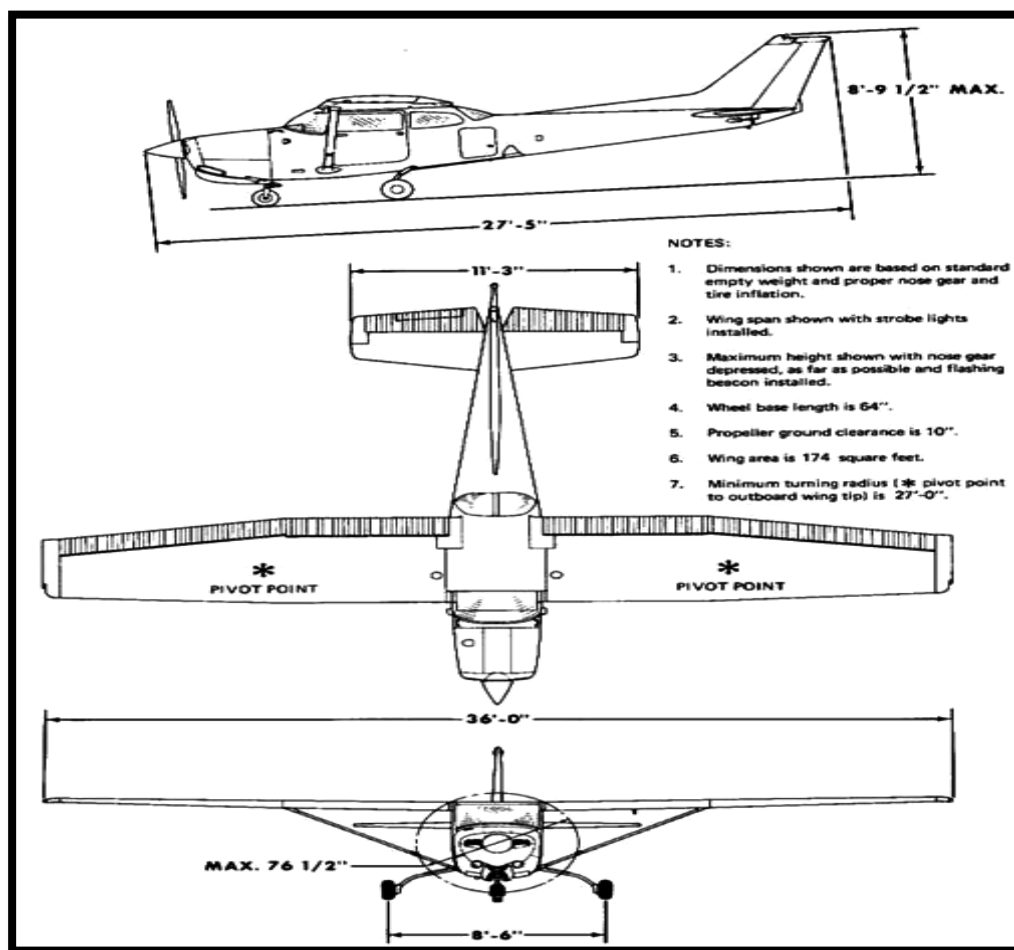
La aeronave Cessna 172 RG es una aeronave clásica que cuenta con un sistema de tren de aterrizaje retráctil y una hélice de paso variable. A su vez se encuentra información detallada en el anexo A, sobre las características principales de la aeronave.

Como especificación general tenemos la tripulación con un piloto, capacidad de 3 pasajeros, una longitud de 24 pies - 1 pulgada (7,3 m), una envergadura de 33 pies - 4 pulgadas (10,2 m), una altura de 8 pies - 6 pulgadas (2,6 m), el área del ala de 160  $ft^2$  (14,9  $m^2$ ), como peso vacío se tiene de 1081 lb (490 kg), como máximo peso de despegue

se tiene de 1.670 lb (757 kg), la planta motriz es de 1 motor Lycoming O-235-L2C flat-4, 110 hp (82 KW) que impulsa una hélice McCauley de dos palas de paso fijo de 69 pulgadas (175 cm).

### Figura 3

*Dimensiones principales de la aeronave Cessna 172 RG*



*Nota.* Tomado de (Características Del Avión Cessna 172 Cap-1, n.d.)

### **Descripción específica**

A continuación, en la tabla 2 se detalla la capacidad de fluidos de la aeronave Cessna 172 RG.

**Tabla 2***Capacidad de fluidos*

<b>Fluido</b>	<b>Galones EE.UU.</b>	<b>Litros</b>
<b>Combustible total</b>	66 Gal.	249,837 Litros.
<b>Combustible usable</b>	62 Gal.	234,696 Litros.
<b>Con filtro de aceite</b>	9 QTS.	8,517 Litros.
<b>Máximo consumo de aceite</b>	8 QTS.	7,570 Litros.

*Nota.* Tomado de (980 Thru 1985 MODEL 172RG SERIES Member of GAMA FAA APPROVAL HAS BEEN OBTAINED ON TECHNICAL DATA IN THIS PUBLICATION THAT AFFECTS AIRPLANE TYPE DESIGN, 1995)

A continuación, en la tabla 3 se detalla las características del rendimiento de la aeronave.

**Tabla 3***Características de rendimiento*

<b>Detalle</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>Velocidad máxima</b>	110 nudos (126 mph, 204 km/h)
<b>Velocidad de crucero</b>	107 nudos (123 mph, 198 km/h)
<b>Velocidad de pérdida</b>	43 nudos (49 mph, 79 km/h) sin motor, flaps abajo
<b>Alcance</b>	477 mi (414 nm, 768 km)
<b>Alcance extendido</b>	795 mi (690 nm, 1280 km)
<b>Altitud</b>	715 pies/min (3,6 m/s)

*Nota.* Tomado de (Cessna 172RG | Teoría y Examen de La Aviación., n.d.)

### **Sistemas de la aeronave Cessna**

Las aeronaves Cessna, en su mayoría, poseen un conjunto estandarizado de sistemas que varían según el propósito del diseño. Por lo general, estos incluyen el sistema estático Pitot, encargado de manipular la presión del aire para el correcto funcionamiento de la aviónica

y los instrumentos. El sistema de inducción de la aeronave es responsable del sistema de vacío que alimenta los sistemas giroscópicos comunes. Si bien los sistemas individuales de las aeronaves pueden diferir en cuanto al sistema de vacío, giroscópico o eléctrico, se requiere una combinación de estos sistemas para operar muchos de los principales instrumentos de vuelo, como el indicador de velocidad aerodinámica, el altímetro y el indicador de velocidad vertical. Durante distintas fases del vuelo, los pilotos deben ajustar manualmente la actitud de la aeronave para satisfacer las necesidades específicas. Además, el control básico de la aeronave implica contar con un sistema de control de tráfico aéreo.

### ***Sistema complejo***

Algunas operaciones de vuelo requieren aeronaves y sistemas cada vez más complejos. Los sistemas hidráulico y neumático ayudan a operar el tren de aterrizaje, los frenos e incluso las superficies de control si el cableado es inadecuado.

Las operaciones exigentes requieren aeronaves complejas que requieren plantas de energía con suficiente potencia para brindar el rendimiento requerido.

Las aeronaves Cessna de aviación general suelen utilizar hélices de paso fijo, mientras que los aviones más sofisticados utilizan hélices de velocidad constante. Los sistemas turbo o sobre-alimentadores proporcionan un aumento de potencia.

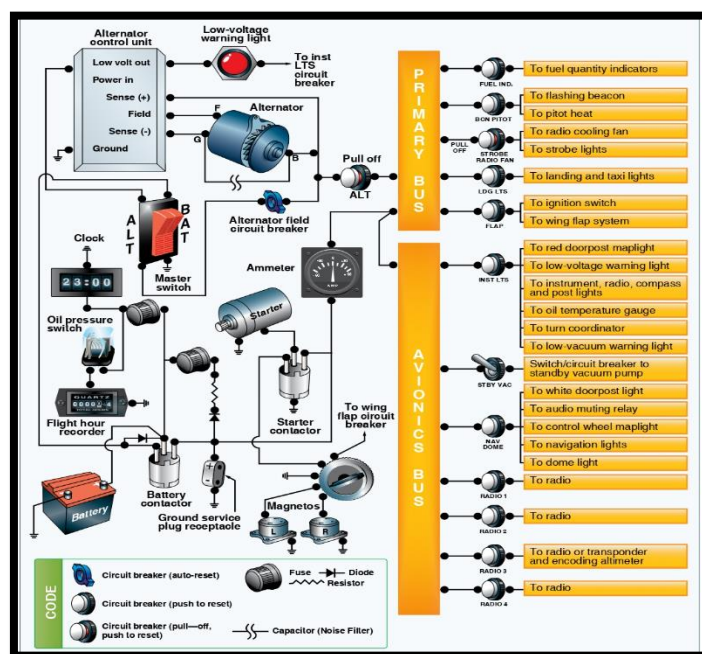
### ***Sistema de planta de energía***

El motor crea la fuerza/potencia necesaria para el vuelo. Otros sistemas relacionados con el motor incluyen:

- ➔ Sistema de sensores de aeronaves
- ➔ Eléctrico
- ➔ Encendido
- ➔ Combustible para aeronaves
- ➔ Lubricación

Figura 4

## Sistema de planta de energía



Nota. Tomado de (●✈️ 50. Sistema Eléctrico de Un Avión - Electrical System ☒, n.d.)

## Sistema de climatización

Algunos sistemas son complementarios. Sistemas como el sistema de calefacción y refrigeración de la cabina proporcionan purificación de aire para el piloto y los pasajeros. Los sistemas de impulso permiten que las aeronaves de alto rendimiento operen a gran altura, utilizando las condiciones atmosféricas para mejorar el rendimiento de la aeronave.

Los sistemas de oxígeno suplementarios se vuelven necesarios para cumplir con los requisitos operativos reglamentarios y de personal asociados con la operación a altitudes más altas.

El clima representa una amenaza para las aeronaves y requiere sistemas anti-hielo para penetrar las capas de hielo a gran altura, especialmente en invierno.

## Tipos de tren de aterrizaje

Figura 5

Esquema de los diferentes tipos de trenes de aterrizaje

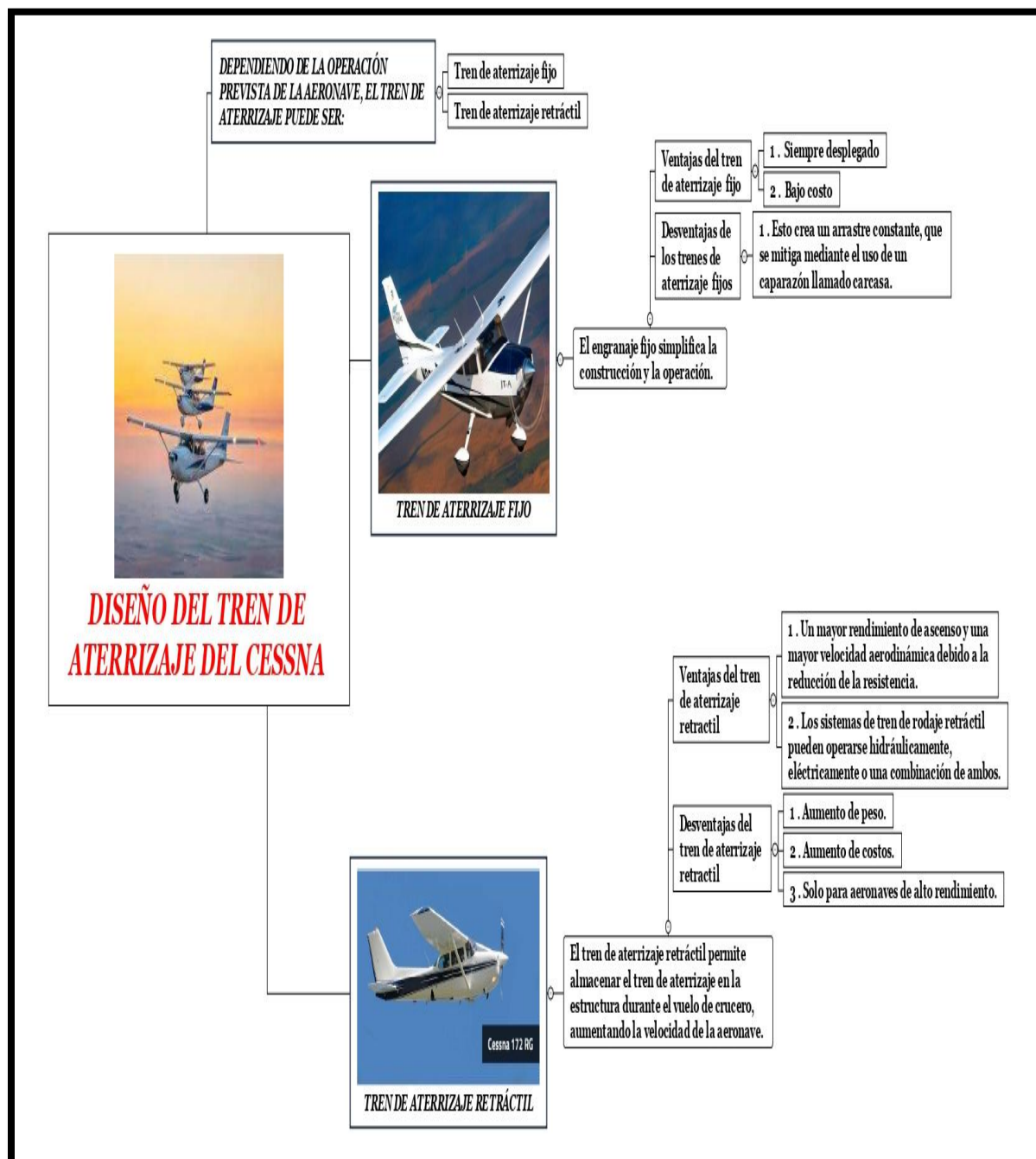


Nota. Tomado de (Aircraft Landing Gear, n.d.)

## Diseño del tren de aterrizaje del Cessna

Figura 6

Esquema del diseño del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna



Nota. Tomado de (Aircraft Landing Gear, n.d.)

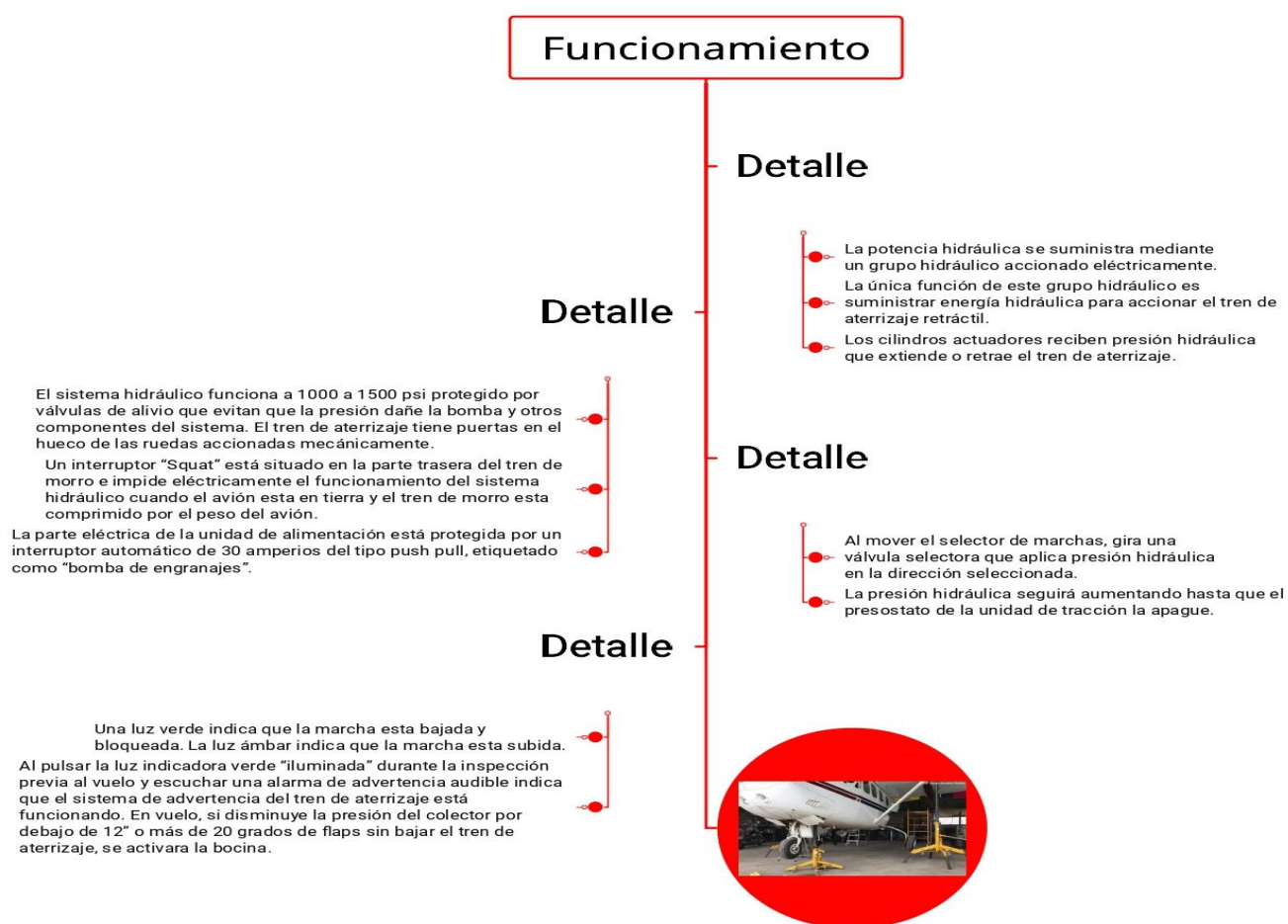
## Descripción y operación de los componentes del sistema del tren de aterrizaje retráctil para el Cessna 172 RG

Con más detalles se puede encontrar en el anexo B. la explicación del funcionamiento específico del sistema del tren de aterrizaje retráctil es la siguiente:

A continuación, en la figura 8 se detalla el funcionamiento del tren retráctil del 172 RG.

### Figura 7

#### Esquema del funcionamiento del tren de aterrizaje



*Nota.* Tomado de (980 Thru 1985 MODEL 172RG SERIES Member of GAMA FAA APPROVAL HAS BEEN OBTAINED ON TECHNICAL DATA IN THIS PUBLICATION THAT AFFECTS AIRPLANE TYPE DESIGN, 1995)



A continuación, en la tabla 5 se detalla las fallas que puede tener y procedimientos para dicha falla del tren retráctil del 172 RG. En el anexo C se detalla los procedimientos con respecto al manual de operación de pilotos.

**Tabla 4**

*Fallas y Procedimientos*

Procedimientos y Fallas
<p>La mayoría de las aeronaves con tren de aterrizaje retráctil están equipadas con luces que se pueden desmontar fácilmente y verificar utilizando una luz de trabajo.</p> <p>En caso de que el tren de aterrizaje tenga un fallo, se puede utilizar una bomba hidráulica manual para bajar y bloquear el tren de aterrizaje.</p> <p>Es necesario bombear aproximadamente 33 veces hasta que se observe una luz verde.</p> <p>El procedimiento para extender manualmente el tren de aterrizaje implica reducir la velocidad aerodinámica, mover el interruptor selector del tren de aterrizaje a la posición "abajo" y comenzar a bombear.</p> <p>Se debe detener el bombeo tan pronto como se observe una luz verde.</p> <p>Para asegurarse de que las líneas principales izquierda y derecha estén completamente bajadas, se recomienda verificar visualmente y utilizar un espejo si es posible para verificar el tren de morro.</p>

*Nota.* Tomado de (980 Thru 1985 MODEL 172RG SERIES Member of GAMA FAA APPROVAL HAS BEEN OBTAINED ON TECHNICAL DATA IN THIS PUBLICATION THAT AFFECTS AIRPLANE TYPE DESIGN, 1995)

A continuación, en la tabla 6 se detalla la acción previa al vuelo que se debe proceder en el tren retráctil del 172 RG.

**Tabla 5**

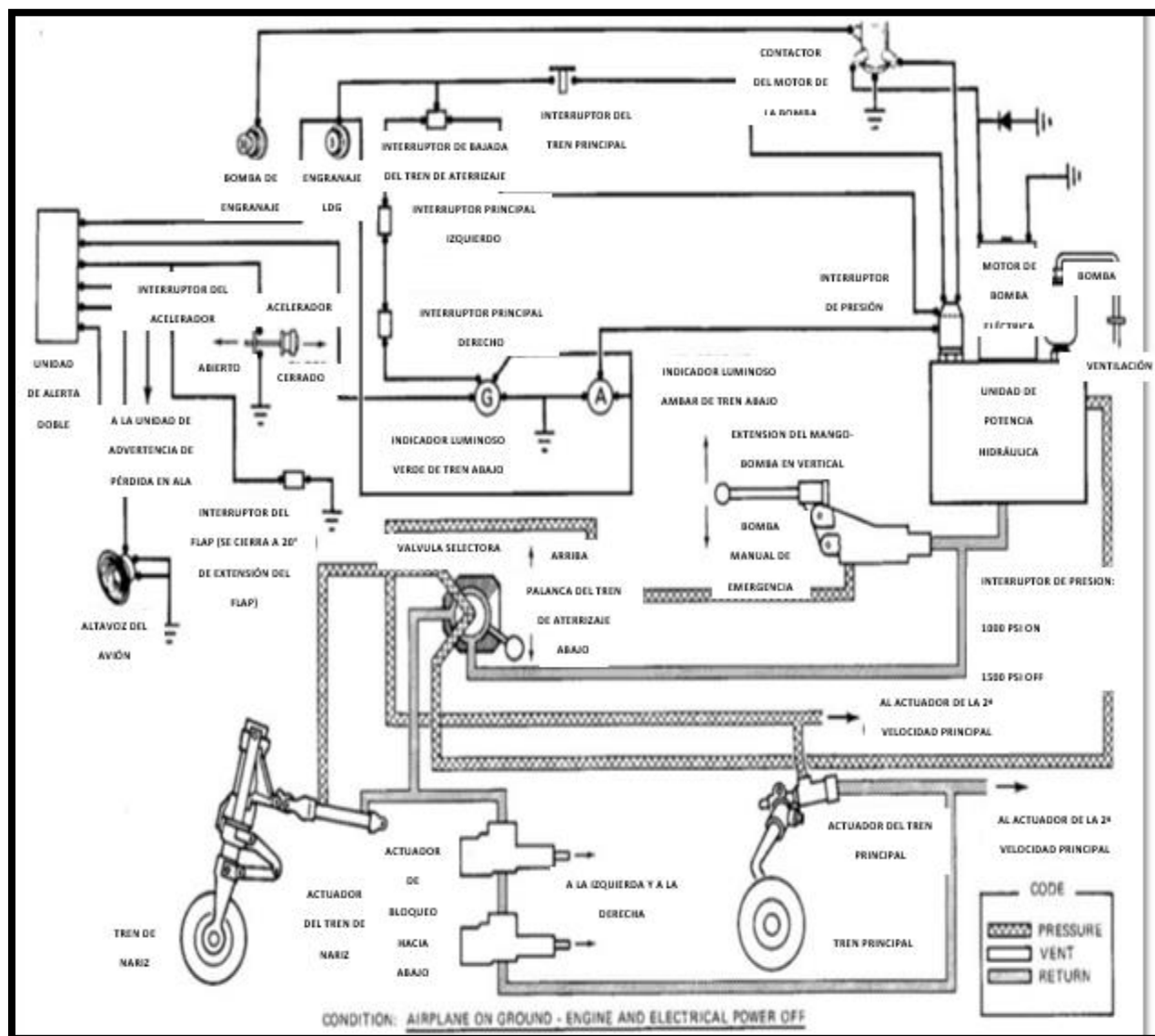
*Acción previa al vuelo*

Acción
<p>Se debe comprobar que el selector de marchas está en la posición baja.</p> <p>Se debe verificar que la bocina del tren funcione.</p> <p>Se debe asegurar de que se inspecciona el tren de aterrizaje y de que no hay fugas de líquido hidráulico.</p> <p>Por último se debe verificar que no haya obstrucción en los huecos de las ruedas.</p>

Nota. Tomado de (980 Thru 1985 MODEL 172RG SERIES Member of GAMA FAA APPROVAL HAS BEEN OBTAINED ON TECHNICAL DATA IN THIS PUBLICATION THAT AFFECTS AIRPLANE TYPE DESIGN, 1995)

### Figura 8

Esquemático del sistema de funcionamiento del tren de aterrizaje retráctil de la aeronave Cessna 172 RG, mencionado con más claridad en el anexo D.



Nota. Tomado de (Retractable Landing Gear System for the 172RG Es, n.d.)

## **Especificaciones del tren de aterrizaje**

Si el tren de aterrizaje es retráctil, puede ser alimentado por energía eléctrica o hidráulica.

### ***Especificación Eléctrica***

Un sistema de retracción eléctrica utiliza motores eléctricos para operar el tren de aterrizaje. Para iniciar el motor, se debe mover el interruptor de la cabina hacia arriba. A través de un sistema de ejes, engranajes, adaptadores, tornillos actuadores y tubos de torsión, se transfiere la fuerza a la junta de la barra, lo que permite que el tren se retraiga y se bloquee. Además, los puntales encargados de abrir y cerrar las puertas del tren de aterrizaje también se activan.

Al mover el interruptor a la posición "abajo", el motor invertirá su dirección y el tren de aterrizaje se moverá hacia abajo y se bloqueará en su posición. Una vez activado, el motor-reductor continuará funcionando hasta que se active el interruptor de límite superior o inferior ubicado en la caja reductora del motor.

### ***Especificación hidráulica***

Un sistema hidráulico de retracción del tren de aterrizaje utiliza fluido hidráulico presurizado para operar los mecanismos que suben y bajan el tren. Al mover el interruptor a la posición ARRIBA, el fluido hidráulico se dirige a la línea de tren en posición retraída. El fluido fluye a través de válvulas secuenciadas y se dirige hacia abajo a los cilindros que accionan el tren. Un proceso similar ocurre durante la extensión del tren.

La bomba encargada de presurizar el fluido en el sistema puede ser accionada por un motor o por energía eléctrica. Si se utiliza una bomba eléctrica, se denomina sistema electrohidráulico. El sistema también incluye un depósito hidráulico para contener el exceso de líquido y proporcionar un medio para verificar el nivel del fluido en el sistema.

Tanto si la fuente de energía es un motor o electricidad, la bomba hidráulica opera dentro de un rango específico. Cuando un sensor detecta una presión excesiva, se abre una válvula de alivio dentro de la bomba y el fluido hidráulico regresa al depósito. Otra válvula de alivio evita la presión excesiva causada por la expansión térmica.

Los interruptores de límite también regulan la presión hidráulica. Cada tren de aterrizaje tiene dos interruptores de límite, uno para la extensión y otro para la retracción. Estos interruptores desactivan la bomba hidráulica una vez que el ciclo de operación del tren de aterrizaje se ha completado.

En caso de que falle el interruptor de límite, se activa una válvula de alivio de presión de respaldo para aliviar el exceso de presión en el sistema.

### ***Especificación de interruptores e indicadores del tren de aterrizaje***

En la cabina, se encuentra un interruptor que controla la posición del tren de aterrizaje. En la mayoría de las aeronaves, este interruptor tiene forma de rueda para facilitar su identificación y distinguirlo de otros controles, como los flaps. Los indicadores de posición del tren de aterrizaje varían según la marca y modelo de la aeronave, pero los tipos más comunes utilizan un conjunto de luces.

Uno de los tipos consiste en un grupo de tres luces verdes que se encienden cuando el tren de aterrizaje está bajado y bloqueado. Otro tipo cuenta con una luz verde para indicar que el tren de aterrizaje está abajo y una luz ámbar para indicar que el tren está arriba. También existen sistemas que incorporan una luz roja o ámbar para indicar cuando el tren está en movimiento o no es seguro aterrizar.

Estas luces suelen ser del tipo "presionar para probar" y las bombillas son intercambiables. Otros tipos de indicadores de posición del tren de aterrizaje pueden incluir indicadores tipo pestaña con marcas "UP" para indicar que el tren está arriba y bloqueado, una pantalla con franjas diagonales rojas y blancas para mostrar cuando el tren está desbloqueado, o una silueta de cada tren para indicar cuando está bloqueado en la posición "ABAJO".

**Figura 9**

*Manija del tren de aterrizaje*



*Nota.* Tomado de (Aircraft Landing Gear, n.d.)

***Especificaciones del pre-vuelo operativo***

Debido a su nivel de complejidad, los trenes de aterrizaje retráctiles requieren una exhaustiva inspección antes de cada vuelo. La inspección debe iniciarse en la cabina.

El piloto debe asegurarse de que el interruptor selector del tren de aterrizaje esté en la posición "ABAJO". Luego, debe encender el interruptor principal de la batería y verificar que los indicadores de posición del tren de aterrizaje muestren que está bajado y bloqueado.

La inspección externa del tren de aterrizaje implica verificar los componentes individuales del sistema. El tren de aterrizaje, los espacios de las ruedas y las áreas circundantes deben estar limpios y libres de barro y escombros.

Interruptores y válvulas sucias pueden generar indicaciones falsas en las luces de seguridad o interrumpir el ciclo de extensión antes de que el tren de aterrizaje esté completamente bajado y bloqueado (para evitar colapsos durante el rodaje). Los espacios de las ruedas deben estar libres de obstrucciones, ya que objetos extraños pueden dañar el tren de aterrizaje o interferir con su funcionamiento.

Puertas de tren dobladas pueden indicar posibles problemas en el funcionamiento normal del tren. Es importante verificar que los amortiguadores estén inflados correctamente y que los pistones estén limpios. Además, se deben revisar los mecanismos de bloqueo del tren principal y del tren delantero.

Las fuentes de energía y los mecanismos de retracción deben ser revisados en cuanto a su estado general, posibles defectos y seguridad de la conexión. También se deben inspeccionar las líneas hidráulicas en busca de signos de fricción y fugas en los puntos de conexión.

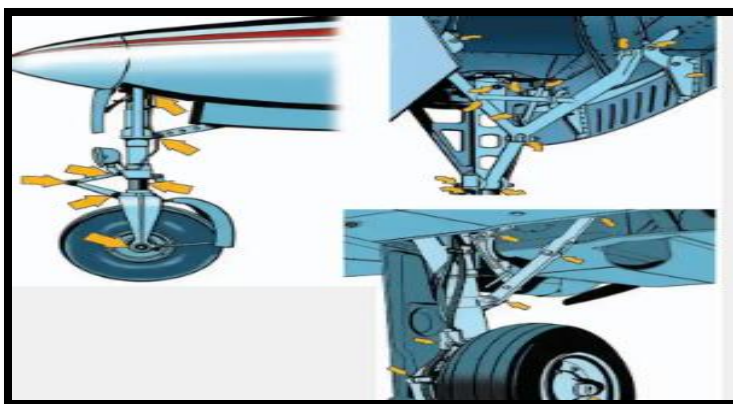
Es necesario comprobar la limpieza y la seguridad de los microinterruptores del sistema de advertencia (interruptores de posición en cuclillas).

Los cilindros de accionamiento, las ruedas dentadas, los ejes universales, los engranajes impulsores, las conexiones y cualquier otro componente accesible deben ser revisados en busca de condiciones y defectos evidentes. La estructura del avión a la cual está unido el tren de aterrizaje también debe ser inspeccionada en busca de distorsiones, grietas y su estado general.

Finalmente, se debe verificar que todos los pernos y remaches estén intactos y seguros.

## **Figura 10**

*Puntos de inspecciones*



*Nota.* Tomado de (Aircraft Landing Gear, n.d.)

### ***Especificaciones de seguridad del tren de aterrizaje retráctil***

La mayoría de las aeronaves con tren de aterrizaje retráctil cuentan con una bocina de advertencia que suena cuando la aeronave se configura para aterrizar y el tren de aterrizaje no está bajado ni bloqueado. La bocina suele estar vinculada a la posición del acelerador, los flaps y/o al indicador de velocidad aerodinámica. Si la aeronave está por debajo de cierta velocidad, configuración o ajuste de potencia con el tren retraído, la bocina de advertencia sonará.

Estos dispositivos de advertencia ayudan a prevenir la retracción accidental del tren de aterrizaje mediante bloqueos mecánicos, interruptores de seguridad y bloqueos en tierra. Los bloqueos mecánicos hacia abajo son parte integrante del sistema de retracción del tren y se activan automáticamente durante el proceso de retracción. Los interruptores de seguridad electrónicos evitan la operación accidental de los bloqueos hacia abajo y la retracción no intencionada del tren de aterrizaje mientras el avión se encuentra en tierra.

Un interruptor de seguridad del tren de aterrizaje, también conocido como interruptor de posición en cuclillas, se encuentra generalmente montado en un soporte en uno de los puntales de choque del tren principal. Cuando el peso de la aeronave comprime el puntal, el interruptor interrumpe el circuito eléctrico del motor o mecanismo de retracción. De esta manera, si el interruptor del tren de aterrizaje en la cabina se coloca en la posición "RETRAER" cuando el peso está sobre el tren, este permanecerá extendido y la bocina de advertencia sonará para alertar de la condición insegura.

Sin embargo, una vez que el peso se alivia del tren, como durante el despegue, el interruptor de seguridad se desactiva y el tren se retrae. Muchas aeronaves están equipadas con dispositivos de seguridad adicionales para prevenir el colapso del tren mientras la aeronave se encuentra en tierra. Estos dispositivos se conocen como bloqueos de tierra.

Uno de los tipos comunes es un pasador que se instala en orificios alineados perforados en la estructura de soporte del tren de aterrizaje. Otro tipo es un clip con resorte diseñado para mantener unidas las unidades de la estructura de soporte. Todos los tipos de bloqueos en tierra suelen tener serpentinas rojas permanentemente adheridas para indicar su instalación.

### **Figura 11**

*Interruptores de seguridad del tren de aterrizaje*



*Nota.* Tomado de (Aircraft Landing Gear, n.d.)

### ***Especificaciones de extensión de equipo de emergencia***

El sistema de extensión de emergencia se encarga de bajar el tren de aterrizaje en caso de que falle el sistema de alimentación principal. Algunas aeronaves están equipadas con una manija de liberación de emergencia en la cabina, la cual está conectada a los bloqueos de engranajes mediante un enlace mecánico. Al operar esta manija, se liberan los bloqueos y permite que los engranajes caigan libremente o se extiendan por su propio peso.

Debido a la corriente de viento, es posible que existan limitaciones de velocidad aerodinámica para asegurar el bloqueo adecuado del tren al extenderse. La liberación de los

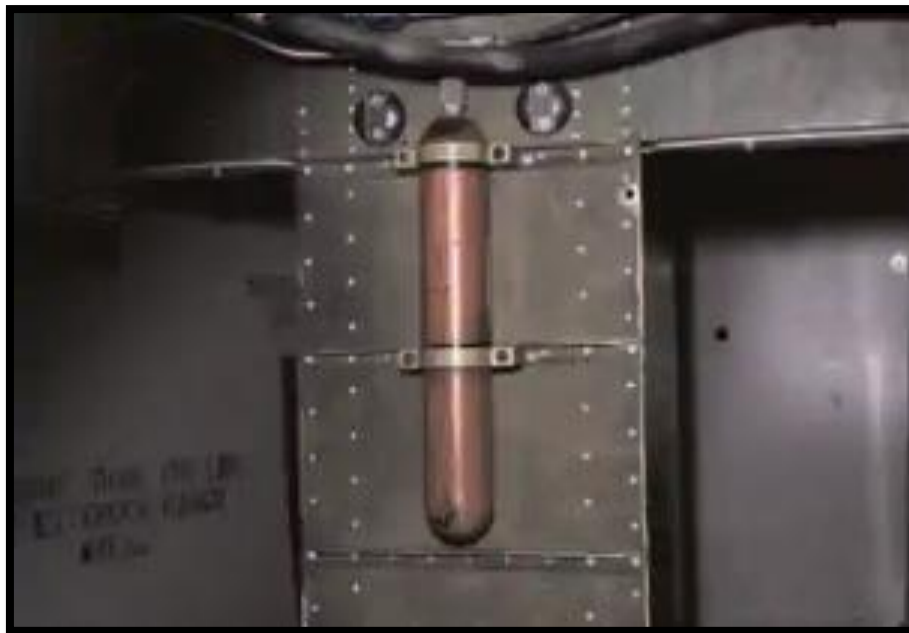


bloqueos se puede lograr mediante el uso de gas comprimido dirigido a los cilindros de liberación. En algunas aeronaves, debido a las configuraciones de diseño, la extensión de emergencia del tren de aterrizaje únicamente por gravedad o cargas de aire puede resultar imposible o poco práctica, por lo que se requiere una extensión forzada en caso de emergencia.

Existen diferentes métodos para proporcionar la presión necesaria en la operación de emergencia del tren de aterrizaje. Algunas instalaciones utilizan fluido hidráulico o gas comprimido, mientras que otras emplean un sistema manual, como una manivela, para la extensión de emergencia del tren de engranajes. La presión hidráulica necesaria para esta operación de emergencia puede provenir de una bomba manual auxiliar, un acumulador o una bomba hidráulica accionada eléctricamente, dependiendo del diseño específico de la aeronave.

### **Figura 12**

*Gas Comprimido*



*Nota.* Tomado de (Aircraft Landing Gear, n.d.)

## Inspecciones

### ***Límites de aeronavegabilidad***

Los límites de aeronavegabilidad del tren de aterrizaje en la aeronave Cessna 172RG son los siguientes:

- ➔ Durante un ciclo normal, el tren de aterrizaje se retrae completamente o se extiende y bloquea. Los interruptores de límite se cierran solo en el ciclo "GEAR DOWN", y la luz indicadora se enciende, mostrando el color ámbar para la retracción y verde para la extensión. Esta luz indica la finalización del ciclo. Después de que la luz indicadora se encienda, durante un ciclo de "BAJADA DE PALANCA", la unidad motriz continuará funcionando hasta que la presión del fluido alcance los 1500 PSI, momento en el cual se abrirá el interruptor de presión y se apagará la unidad motriz. Si la presión del fluido cae por debajo de 1000 PSI, el interruptor de presión se cerrará y se reiniciará el funcionamiento de la unidad motriz, excepto cuando el interruptor de seguridad del tren de nariz esté abierto. Este interruptor de seguridad, activado por el tren de nariz, evita la retracción involuntaria cuando el puntal del tren de nariz es presionado por el peso del avión. Durante el despegue, cuando el tren de nariz se eleva del suelo, el interruptor se cierra, permitiendo que la unidad motriz funcione durante hasta 2 segundos y restablezca la presión del sistema a 1500 PSI si la presión ha caído por debajo de 1000 PSI.
- ➔ La extensión y retracción del tren de aterrizaje, así como el desbloqueo del tren principal hacia abajo, se realizan mediante actuadores hidráulicos que son accionados por un grupo hidráulico impulsado eléctricamente. La unidad de potencia se encuentra en la parte posterior del cortafuego, entre los pedales de timón del piloto y copiloto. El nivel del líquido en el sistema hidráulico se puede

verificar utilizando la varilla de nivel/tapón de llenado ubicado en la parte superior izquierda de la unidad de potencia, cerca de la brida de montaje del motor. El sistema debe ser verificado en intervalos de 25 horas. Si el nivel de fluido está en o por debajo de la línea "ADD" de la varilla, se debe agregar fluido hidráulico (MIL-FI-5606) para llevar el nivel hasta la parte superior de la abertura de la varilla/tapón de llenado. El sistema de tren de aterrizaje mantiene automáticamente una presión de operación normal entre 1000 PSI y 1500 PSI, lo cual es suficiente para proporcionar una presión positiva para la extensión del tren de aterrizaje.

- El tiempo normal de extensión del tren de aterrizaje es de aproximadamente 5 segundos. Si el tren de aterrizaje no se extiende correctamente, se deben realizar verificaciones generales de los disyuntores y del interruptor principal, y repetir los procedimientos normales de extensión. Si los intentos de extensión y bloqueo del tren mediante el sistema normal del tren de aterrizaje fallan, se puede realizar una extensión manual del tren de aterrizaje (si no es una emergencia). La bomba manual se encuentra entre los asientos delanteros, y se proporciona una lista de verificación con instrucciones paso a paso para la extensión manual del tren de aterrizaje. Si se escucha el funcionamiento del motor de engranajes después de un minuto de accionar la palanca de extensión, se debe jalar la palanca y desconectar el disyuntor de la bomba para evitar el sobrecalentamiento del motor eléctrico.

## **Tipos Y Tiempos De Inspecciones**

### ***Requisitos de inspección***

De acuerdo con los Reglamentos Federales de Aviación, todas las aeronaves civiles registradas en Estados Unidos deben someterse a una INSPECCIÓN COMPLETA (ANUAL) cada doce meses. Además de esta inspección anual obligatoria, las aeronaves utilizadas con fines comerciales (como alquiler) también deben realizar una INSPECCIÓN COMPLETA DE LA AERONAVE cada 100 horas de operación.

En lugar de cumplir con los requisitos anteriores, una aeronave puede seguir un programa de inspección progresiva, que permite dividir la carga de trabajo en tareas más pequeñas que pueden llevarse a cabo en intervalos de tiempo más cortos.

Por lo tanto, Cessna Aircraft Company recomienda el uso del MANTENIMIENTO PROGRESIVO para aeronaves que vuelan 200 horas o más al año, y la realización de una inspección cada 100 HORAS para todas las demás aeronaves.

Los siguientes ítems muestran los intervalos recomendados para la inspección de los elementos.

Como se muestra en los ítems, hay elementos que deben comprobarse cada 50 horas, cada 100 horas, cada 200 horas y también elementos de inspección especial que requieren mantenimiento o inspección a intervalos distintos de 50, 100 ó 200 horas.

**INSPECCIONES DE 50 HORAS:** Esta inspección requiere que cada elemento marcado con un símbolo \* sea inspeccionado cada 50 horas de vuelo.

**INSPECCIONES DE 100 HORAS Y/O ANUALES:** Esta inspección requiere que cada elemento marcado con un símbolo \* sea inspeccionado cada 100 horas de vuelo y/o cada 12 meses a partir de la última inspección registrada para la aeronave.

**INSPECCIONES DE 200 HORAS:** Esta inspección requiere que cada elemento marcado con un símbolo \* sea inspeccionado cada 200 horas de vuelo.

**INSPECCIONES ESPECIALES:** Esta inspección requiere que cada elemento que tenga un número insertado en la columna sea inspeccionado de acuerdo con el número correspondiente listado en la parte posterior de las Tablas de Inspección.

**INSPECCIÓN PROGRESIVA:** En lugar de la inspección convencional anual de 100 horas contemplada en la Parte 91.169 de las Regulaciones Federales de Aviación, una aeronave puede ser inspeccionada de acuerdo con una inspección progresiva.

La inspección progresiva permite dividir la carga de trabajo de inspección en operaciones más pequeñas que se pueden realizar en un período de tiempo más corto y ofrece una mayor seguridad, fiabilidad y utilidad al tiempo que disminuye el tiempo de inactividad. Las aeronaves en este programa no requieren la inspección anual de 100 horas. "Cessna Progressive Care" ha sido diseñado para este propósito. Se recomienda encarecidamente para aeronaves que vuelen 200 horas o más al año.

## **Equipos de apoyo**

### ***Elevación***

La aeronave puede elevarse con un gato de cuatro toneladas de capacidad utilizando argollas de elevación, que son un equipo opcional, o mediante eslingas adecuadas. La eslinga delantera debe engancharse a cada soporte superior del motor en el cortafuego, y la eslinga posterior debe colocarse alrededor del fuselaje en el primer mamparo por delante del borde de ataque del estabilizador. Si se utilizan las argollas de elevación opcionales, se requiere una longitud mínima de cable de 60 pulgadas para cada cable para evitar que se doblen las argollas de elevación. Si se desea, se puede fabricar para aplicar fuerza vertical a los cáncamos.

***Nivelación***

Los puntos correspondientes en ambos umbrales superiores de las puertas pueden usarse para nivelar la aeronave lateralmente. Las tuercas de nivelación se encuentran en el lado izquierdo del cono de cola en las estaciones 108.62 y 140.83.

***Aparcamiento***

Las precauciones de aparcamiento dependen principalmente de las condiciones locales. Como precaución general, ponga el freno de estacionamiento o calce las ruedas e instale el bloqueo de los mandos. En condiciones meteorológicas adversas y vientos fuertes, amarre la aeronave como si no dispone de un hangar.

***Amarre***

Cuando amarre la aeronave al aire libre, diríjase al viento si es posible. Asegure superficies de control con el bloqueo de control interno y fije los frenos.

***Bases de madera (tacos de madera)***

Este equipo de apoyo servirá para la sujeción y mayor estabilidad para la gata hidráulica, ayuda a mantener firme la aeronave, tiene medidas de 10 cm x 10 cm, se debe colocar en la base de la estructura de la gata hidráulica, a su vez, colocar la gata hidráulica encima de las bases de madera, en lo cual la gata hidráulica se debe anclar correctamente y fácilmente a la estructura del tubo donde va a subir la aeronave.

**Figura 13**

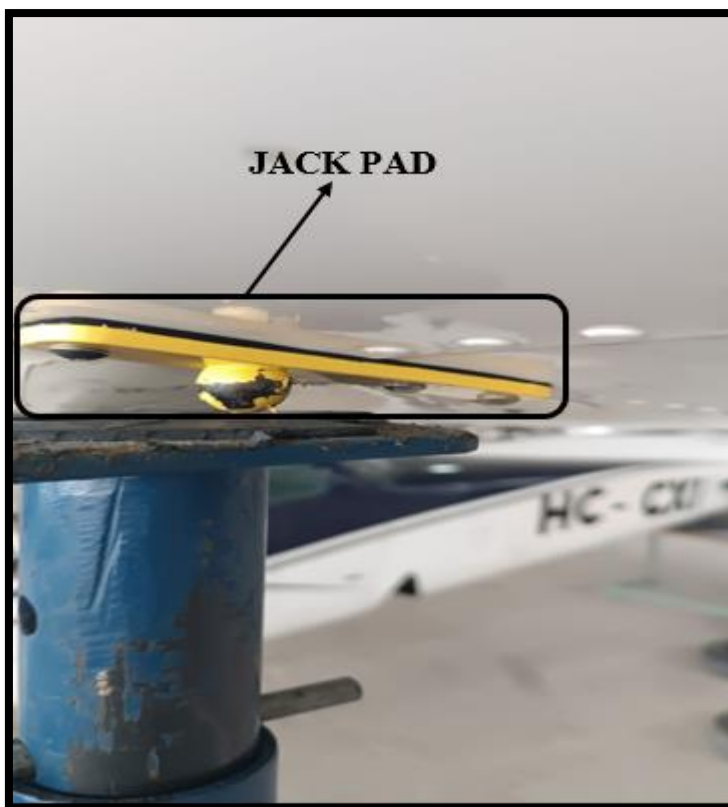
*Bases de madera de 10cm x 10cm*

**Herramienta especial****Jack pad**

Esta herramienta especial ayudará a la colocación de la estructura de la gata hidráulica en la parte del ala de la aeronave, esto se fija con tornillos en el ala, esta herramienta tiene un sobresalido para poner en el orificio que tiene la estructura para que esté firme en la base y así poder subir la aeronave.

**Figura 14**

*Herramienta especial para el agarre de la estructura de las gatas hidráulicas conectada hacia el ala*

**Aeronave Cessna 172 RG**

El Cessna 172 RG es una aeronave de cuatro pasajeros, un motor, ala alta y ala fija, fabricado por Cessna Aircraft Company, Su primer vuelo en la historia fue en el año de 1955.

Esta propulsado por un motor Lycoming IO-360-L2A reducido que produce un máximo de 160 caballos de fuerza (120 KW) a solo 2400 rpm, a su vez con su motor de carburador, es una aeronave multifuncional que cuenta con capacidad de realizar actividades de forma rápida y segura para el transporte de pasajeros y entrenamiento aéreo.



**Figura 15**

Aeronave CESSNA 172 RG de la Escuela de pilotos Aviacionesav (ESAV) con matrícula HC-CXI.

**Descripción general**

El Cessna 172 RG con una marcha retráctil es aún más veloz, más aerodinámico que en los demás modelos y es capaz de alcanzar hasta 130 KIAS. La hélice de una velocidad constante permite que el motor funcione a menos RPM, lo que ayuda a que sea un vuelo más silencioso.

Una aeronave monomotor de cuatro pasajeros, con un ala alta, dotado de un sistema de aterrizaje de tres ruedas; La aeronave Cessna 172 RG también tiene una rueda morro orientable y dos ruedas principales.

Esta aeronave está certificada en la categoría normal y de utilidad. A su vez no está diseñada para vuelos acrobáticos, aunque según el POH de la aeronave si se permite algunas maniobras. La aeronave está equipada para VFR diurna y puede a su vez estar equipada para VFR nocturna y /o IFR.

En la parte de aviónica, la combinación Garmin GNS 530/430 es una parte común de aviónica GPS dual para una aeronave con una certificación IFR, en la cual funciona como radio de comunicaciones (COM), como receptor VOR / ILS / GS (NAV) y mapa GPS.

### ***Descripción del sistema del tren de aterrizaje retráctil***

El tren de aterrizaje de una aeronave es uno de los componentes más principales de cualquier aeronave en la cual debe ser capaz de impregnar las cargas que se presentan durante un aterrizaje, rodaje o carreteo, a su vez al tener como objetivo principal bajar las cargas sobre la configuración de la aeronave, las cuales son muy importantes.

Se encuentran 6 razones principales por lo que es importante el tren de aterrizaje de una aeronave:

1. Suministra la ayuda necesaria mientras esta en tierra.
2. Atrae los impactos durante el aterrizaje y el arrastre de la aeronave.
3. Acceder a la aeronave un libre movimiento cuando este lo necesite.
4. Suministra a la aeronave un sistema de frenado.
5. Admitir que la aeronave sea arrastrada.
6. Preservar a la superficie destinada al aterrizaje de la aeronave.

El tren de aterrizaje facilita la ayuda para el aterrizaje, el frenado y operación en tierra de la aeronave.

El tren de aterrizaje también se reactiva a las fuerzas de la carga de la aeronave que se ocasiona durante el movimiento del mismo.

Los 2 sistemas que componen al tren de aterrizaje:

- ➔ Tren de aterrizaje principal.
- ➔ Tren de aterrizaje de nariz.

Estos dos sistemas tienen un mecanismo de extensión y de contracción del tren de aterrizaje.

Otro dispositivo del sistema es el del manejo del tren de nariz, en la cual en tierra comprueba la dirección de la aeronave.

El sistema del derrape de cola cuida el fuselaje posterior más bajo si la aeronave gira mucho durante el despegue y aterrizaje.

La aeronave Cessna 172 RG tiene un tren de aterrizaje retráctil, con cilindros actuadores con presión hidráulica.

El sistema del tren de aterrizaje tiene los siguientes componentes a los que debemos tener en cuenta:

- Potencia
- Selector
- Tren de aterrizaje
- Actuator del tren de aterrizaje
- Bomba manual de presión
- Bomba manual de emergencia
- Presión
- Actuator del tren de aterrizaje principal hacia abajo
- Actuator del tren de aterrizaje principal hacia arriba
- Succión
- Panel del tren de aterrizaje
- Luces de posición del tren de aterrizaje

**Figura 16**

*Tren de nariz de la aeronave Cessna 172 RG de la escuela de pilotos Aviacionesav*



**Aeronave Cessna 172 RG y sistemas específicos del tren de aterrizaje retráctil.**

**Figura 17**

*Sistema del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 172 RG*



*Nota.* Tomado de (Historia Del Cessna 172 El Avión Más Vendido Del Mundo – Ferry Pilot, n.d.)

### ***Descripciones del sistema del tren de aterrizaje***

El sistema de tren de aterrizaje es retráctil y sigue un diseño de tren de aterrizaje triciclo, con una rueda de morro dirigitible y dos ruedas principales. Los amortiguadores de las ruedas principales están hechos de tubos de acero, al igual que el amortiguador del tren de nariz. Cada rueda de las ruedas principales cuenta con un freno de disco simple, accionado hidráulicamente en el lado interior de cada rueda.

La extensión y retracción del tren de aterrizaje, así como el desbloqueo del tren principal hacia abajo, se realizan mediante actuadores hidráulicos controlados por un grupo hidráulico accionado eléctricamente. La unidad de potencia se encuentra en la parte trasera del cortafuego, entre los pedales del timón del piloto y el copiloto. Para verificar el nivel de líquido del sistema hidráulico, se puede utilizar la varilla de nivel/tapón de llenado ubicada en la parte superior izquierda de la unidad de potencia, cerca de la abrazadera de montaje del motor. Se recomienda verificar el sistema cada 25 horas de funcionamiento. Si el nivel de fluido está en o por debajo de la línea ADD en la varilla, se debe agregar fluido hidráulico (MIL-FI-5606) para llevar el nivel hasta la parte superior de la abertura de la varilla/tapón de llenado. El sistema mantiene automáticamente una presión de operación normal de 1000 PSI a 1500 PSI, lo cual es suficiente para proporcionar una presión positiva en el tren de aterrizaje.

Tanto el tren de nariz como el tren principal cuentan con mecanismos de bloqueo positivo. Además, el tren de nariz tiene puertas de rueda que se abren cuando se extiende y se cierran cuando se retrae, y estas puertas son accionadas de manera mecánica.

El accionamiento del grupo motriz se controla mediante un interruptor de presión, y la dirección del flujo hidráulico se regula mediante el control del tren de aterrizaje. Dos luces indicadoras de posición muestran la posición del tren de aterrizaje. El sistema del tren de aterrizaje también incluye un interruptor de seguridad del tren de nariz, una bomba manual de

extensión de emergencia y un sistema de advertencia de retracción del tren en caso de emergencia.

### ***Palanca del tren de aterrizaje***

La palanca de control del tren de aterrizaje se encuentra en el panel de interruptores y controles, ubicada a la derecha de los interruptores eléctricos. Esta palanca tiene dos posiciones claramente etiquetadas como GEAR UP (retraer tren) y GEAR DOWN (extender tren), lo que proporciona una indicación visual de la posición seleccionada del tren. Para cambiar de una posición a otra, la palanca debe ser desbloqueada y luego reposicionada. El sistema del tren de aterrizaje no se activará hasta que la palanca haya sido reposicionada. Una vez que la palanca se encuentra en la posición deseada, se dirige la presión hidráulica dentro del sistema para accionar el tren y moverlo a la posición seleccionada.

### ***Luces indicadoras de la posición del tren de aterrizaje***

Junto a la palanca de control del tren de aterrizaje, hay dos luces indicadoras de posición que muestran si el tren está en posición retraída o extendida y bloqueada. Estas luces, una de color ámbar para la posición de tren retraído y otra de color verde para la posición de tren extendido y bloqueado, están diseñadas con un mecanismo de "presionar para probar" y cuentan con obturadores de atenuación para su uso durante la noche. En caso de que una de las bombillas de las luces indicadoras se quemara, es posible reemplazarla en pleno vuelo utilizando la bombilla de la luz indicadora que aún funciona correctamente.

### ***Funcionamiento del tren de aterrizaje retráctil***

Para retraer o extender el tren de aterrizaje, es necesario tirar de la palanca del tren y moverla a la posición deseada. Una vez que la palanca se encuentra en su lugar, el grupo motor creará presión en el sistema y accionará el tren de aterrizaje hasta la posición seleccionada. Durante un ciclo normal, el tren se retraerá por completo o se extenderá y bloqueará, los interruptores de límite se cerrarán (solo en el ciclo de extensión) y se encenderá

la luz indicadora correspondiente (ámbar para retraer y verde para extender), lo que indica que el ciclo ha finalizado. Después de que se encienda la luz indicadora, durante un ciclo de extensión, la unidad de tracción seguirá funcionando hasta que la presión del fluido alcance los 1500 PSI, momento en el cual se abrirá el interruptor de presión y se apagará la unidad de tracción. Si la presión del fluido en el sistema desciende por debajo de los 1000 PSI, el interruptor de presión se cerrará y se reiniciará el funcionamiento del grupo motor, a menos que el interruptor de seguridad del tren de nariz esté abierto.

El interruptor de seguridad, que se acciona mediante el tren de nariz, evita de manera eléctrica la retracción involuntaria cuando el puntal del tren de nariz está bajo presión debido al peso del avión. Durante el despegue, cuando el tren de nariz se eleva del suelo, el interruptor se cerrará, lo que puede hacer que la unidad de potencia funcione durante 2 segundos y eleve la presión del sistema a 1500 PSI en caso de que la presión haya caído por debajo de los 1000 PSI. También se incluye un disyuntor de tipo "pull-off" en el sistema como medida de seguridad durante el mantenimiento. Al desconectar el disyuntor, se evita que el motor de la bomba de engranajes accione el tren de aterrizaje. Una vez finalizado el mantenimiento y antes del vuelo, es necesario volver a colocar el disyuntor en su posición original.

### ***Bomba manual de emergencia***

Una bomba hidráulica manual, situada entre los asientos delanteros, permite extender manualmente el tren de aterrizaje en caso de fallo del sistema hidráulico. El tren de aterrizaje no se puede retraer con la bomba manual.

### ***Sistema de aviso del tren de aterrizaje retráctil***

El avión está equipado con un sistema de advertencia del tren de aterrizaje diseñado para evitar que el piloto realice un aterrizaje con las ruedas hacia arriba. El sistema consiste en un interruptor accionado por el acelerador que está conectado eléctricamente a una unidad de advertencia doble.

La unidad de aviso está conectada al altavoz del avión. Cuando el acelerador se retrasa por debajo de aproximadamente 12 pulgadas de presión del colector a baja altitud (interruptor principal activado), la articulación del acelerador accionará un interruptor que está conectado eléctricamente a la parte de advertencia de marcha de una unidad de advertencia doble. Si el tren de aterrizaje está retraído (o no está bajado y bloqueado), se oirá un tono intermitente en el altavoz del avión. Un interruptor de interconexión en el sistema de flaps también hace sonar la bocina cuando los flaps se extienden más de 20 grados con el tren de aterrizaje retraído.

### ***Sistema hidráulico***

La energía hidráulica es suministrada por un grupo hidráulico accionado eléctricamente situado detrás del motor entre los pedales del timón del piloto y del copiloto. La única función de la unidad de potencia es suministrar energía hidráulica para el funcionamiento del tren de aterrizaje retráctil. Esto se consigue aplicando presión hidráulica a los cilindros actuadores que extienden o retraen el tren. El sistema hidráulico funciona normalmente a 1000 PSI a 1500 PSI, y está protegido por válvulas de alivio que impiden que la alta presión dañe la bomba y otros componentes del sistema. La parte eléctrica de la unidad de potencia está protegida por un interruptor de 30 amperios tipo push-pull de 30 amperios, en el panel izquierdo de interruptores y controles.

La unidad de potencia hidráulica se enciende mediante un interruptor de presión en la unidad de potencia cuando la palanca del tren de aterrizaje se coloca en la posición GEAR UP o GEAR DOWN.

Cuando la palanca se coloca en la posición GEAR UP o GEAR DOWN, se gira mecánicamente una válvula selectora que aplica presión hidráulica en la dirección seleccionada. Tan pronto como el tren de aterrizaje alcanza la posición seleccionada, una serie de interruptores eléctricos encenderán una de las dos luces indicadoras en el panel de instrumentos para mostrar la posición del tren y la finalización del ciclo. Después de la



iluminación de la luz indicadora, (sólo en el ciclo de BAJADA DE MARCHA), la presión hidráulica continuará aumentando hasta que el interruptor de presión de la unidad de potencia se apague.

El sistema hidráulico incluye una bomba manual de emergencia para permitir la extensión manual del tren de aterrizaje en caso de fallo del grupo hidráulico. La bomba manual se encuentra en el suelo de la cabina, entre los asientos delanteros. Durante las operaciones normales, el tren de aterrizaje debería requerir de 5 a 7 segundos para extenderse o retraerse completamente.

### ***Sistema de frenos***

Cada una de las ruedas principales del tren de aterrizaje del avión está equipada con un freno de disco único, que es accionado hidráulicamente. Cada freno está conectado a través de una línea hidráulica a un cilindro maestro que se encuentra unido a los pedales del timón del piloto. Los frenos se activan aplicando presión en la parte superior del conjunto de pedales del timón izquierdo (del piloto) o derecho (del copiloto), los cuales están interconectados. Cuando el avión está estacionado, ambos frenos de las ruedas principales pueden ser accionados mediante el freno de estacionamiento, el cual se activa mediante una palanca ubicada debajo del lado izquierdo del panel de control e interruptores. Para activar el freno de estacionamiento, se deben aplicar los frenos con los pedales del timón y, a continuación, tirar de la palanca hacia atrás y girarla 90° hacia abajo.

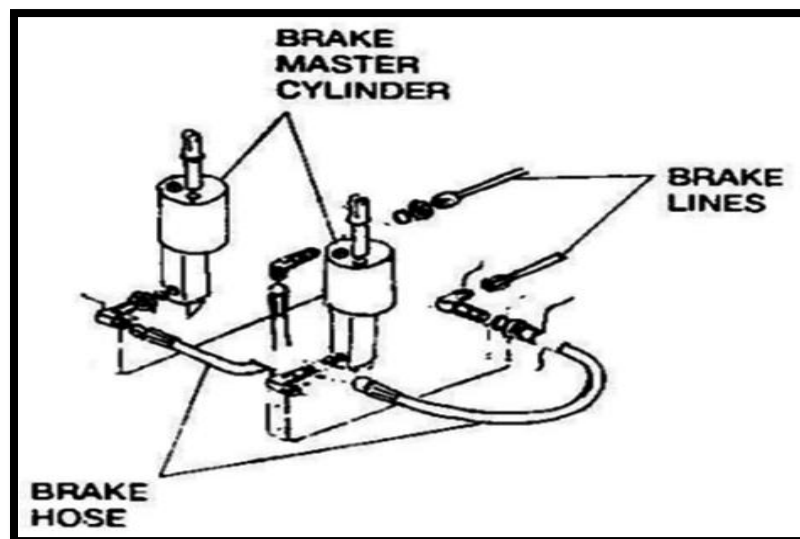
Con el fin de prolongar la vida útil de los frenos, es importante mantener el sistema de frenos en buen estado y minimizar el uso de los frenos durante las maniobras de rodaje y el aterrizaje. Algunos de los signos de un posible fallo en los frenos son los siguientes:

- Una disminución gradual de la eficacia de frenado después de aplicar los frenos.
- Frenos que generan ruido o se arrastran.
- Pedales del freno que se sienten blandos o esponjosos.
- Recorrido excesivo del pedal y una acción de frenado débil.

Si se experimenta alguno de estos síntomas, es necesario prestar atención inmediata al sistema de frenos. Si durante el rodaje o el aterrizaje se percibe una disminución en la capacidad de frenado, se debe soltar los pedales y volver a aplicar los frenos con mayor presión. Si los pedales del freno se sienten esponjosos o se observa un mayor recorrido del pedal, se puede bombear los pedales para aumentar la presión de frenado. Si uno de los frenos se debilita o falla, se debe utilizar con precaución el otro freno, al tiempo que se utiliza el timón en la dirección opuesta según sea necesario para compensar la falta del freno.

### Figura 18

*Esquemático del sistema de funcionamiento de frenos del tren de aterrizaje retráctil.*



*Nota.* Tomado de (Características Del Avión Cessna 172 Cap-2, n.d.)

## Capítulo III

### Desarrollo Del Tema

#### Introducción

En este capítulo se especificará el proceso que se realizó para cumplir con el desarrollo del Mantenimiento de 200 hrs. del tren de aterrizaje, específicamente del chequeo operacional de la bomba de emergencia, de acuerdo a la sección 1g11/5-30 del manual de mantenimiento de la aeronave Cessna 172 RG (HC-CXI).

En la Escuela de pilotos AVIACIONESAV S.A., de la ciudad de Santa Rosa no posee con una herramienta especial para el chequeo operacional de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje retráctil de la aeronave Cessna 172 RG, es por ello que se da la necesidad de implementar esta herramienta especial, tomando en cuenta que según el manual de mantenimiento, para realizar una inspección operacional, según la frecuencia de inspecciones en este caso la inspección operacional de 200 horas, con tema central sobre la bomba de emergencia del tren de aterrizaje al finalizar y cumplir con la carta de mantenimiento antes de realizar las pruebas de funcionamiento de la bomba de emergencia y el tren de aterrizaje de la aeronave, con ayuda del service manual en la parte 1A21/2-5 menciona y se detalla la información sobre las gatas hidráulicas en la que se muestra en la siguiente tabla:

A continuación, en la tabla 7 se detalla la información de las gatas hidráulicas que van localizadas en la aeronave Cessna 172 RG. Con más detalle se puede encontrar en el anexo E.

**Tabla 6**

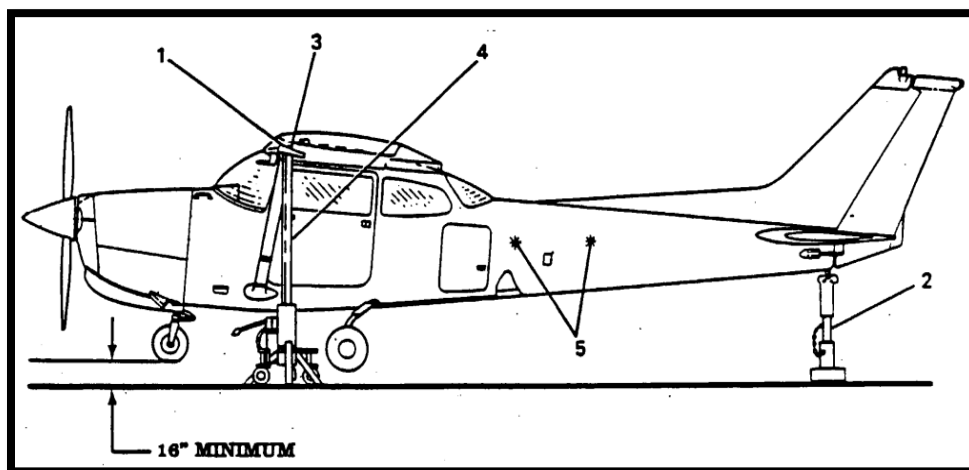
*Información de estructuras de las gatas hidráulicas*

ITEM	TIPO Y NÚMERO	OBSERVACIONES
1	Bloque (puntos de la gata disponibles).	1 x4x4 acolchado con goma de ¼.
2	Cessna N° 2-168.	Soporte de amarre de cola.
3	Almohadilla para clavijas integrada.	Parte del soporte del peldaño (VER PRECAUCIÓN).
4	N° 2-170 Gata básica (incluye N° 2-71 Tubo deslizante Liftstroke 22-1/2"). No. 2-70 Tubo de deslizamiento Liftstroke 22-1/2". N° 2-591 Tapa de extensión. N° 2-109 Extensión de patas.	Altura mínima cerrada: 34". Altura de extensión ma.: 56-1/2". Altura mínima cerrada: 57-1/2". Altura máxima de extensión: 80". Añade 4". Añade 12".

*Nota.* Tomado de (980 Thru 1985 MODEL 172RG SERIES Member of GAMA FAA APPROVAL HAS BEEN OBTAINED ON TECHNICAL DATA IN THIS PUBLICATION THAT AFFECTS AIRPLANE TYPE DESIGN, 1995)

**Figura 19**

*Información de la gata hidráulica sobre la nivelación y elevación con respecto a la aeronave Cessna 172 RG.*



*Nota.* Los puntos correspondientes en ambos umbrales superiores de las puertas pueden utilizarse para nivelar lateralmente la aeronave. Los puntos de referencia para la nivelación longitudinal de la aeronave son dos placas de tuerca (5) en el lado izquierdo del cono de cola en las estaciones 108.62 y 140.63. *Nota.* Tomado de (980 Thru 1985 MODEL 172RG SERIES Member of GAMA FAA APPROVAL HAS BEEN OBTAINED ON TECHNICAL DATA IN THIS PUBLICATION THAT AFFECTS AIRPLANE TYPE DESIGN, 1995)

### **Información Sobre La Gata Hidráulica**

Las gatas para el ala, se colocan debajo del larguero delantero del ala en la estación 99.62, utilizando los puntos o bloques de las gatas y deben extenderse lo suficiente como para levantar las ruedas del suelo, y deben tener la resistencia adecuada.

Se debe asegurar de que el soporte de cola pesa lo suficiente como para mantener la cola hacia abajo en todas las condiciones y que es lo suficientemente fuerte como para soportar cualquier peso que pueda colocarse sobre él (se debe colocar bolsas de perdigones o bolsas de arena en el soporte de cola). Además, la base del soporte de cola ajustable debe rellenarse con hormigón para aumentar el peso como factor de seguridad.

Se debe accionar las gatas uniformemente hasta alcanzar la altura deseada.

### ***Elevación***

La aeronave puede elevarse con una gata de dos toneladas de capacidad utilizando argollas de elevación, que son un equipo opcional, o mediante eslingas adecuadas. La eslinga delantera debe engancharse a cada soporte superior del motor, y la eslinga trasera debe colocarse alrededor del fuselaje en el primer mamparo por delante del borde de ataque del estabilizador. Si se utilizan las argollas de elevación opcionales, se requiere una longitud mínima de cable de 60 pulgadas para cada cable para evitar que se doblen las argollas de elevación. Si se desea, se puede fabricar para aplicar fuerza vertical a los ganchos.

***Nivelación***

Los puntos correspondientes en ambos umbrales superiores de las puertas pueden utilizarse para nivelar el avión lateralmente. En el lado izquierdo del cono de cola, en las estaciones 108.62 y 140.83, hay placas de tuerca con puntos de nivelación. Utilice estos puntos para nivelar la aeronave retirando los tornillos e instalando pernos adecuados para apoyar un nivel.

***Aparcamiento***

Las precauciones de aparcamiento dependen principalmente de las condiciones locales. Como precaución general, ponga el freno de estacionamiento o calce las ruedas e instale el bloqueo de los mandos. En condiciones meteorológicas adversas y vientos fuertes.

***Amarre***

Cuando amarre la aeronave al aire libre, diríjase al viento si es posible. Asegure las superficies de control con el bloqueo de control interno y ponga los frenos.

***Elaboración de las gatas hidráulicas***

El procedimiento de la elaboración de esta herramienta que necesitará la empresa es de mucha ayuda tanto para la aeronave como para los mecánicos a la hora de realizar pruebas en el tren de aterrizaje, por ello la implementación importante para esta gran empresa y ayudar de ese modo a los mantenimientos que vendrán a futuro. en el anexo F se puede observar los planos de las estructuras para las gatas hidráulicas.

A continuación, en la tabla 8 se detalla lo que se utilizó para la elaboración de las gatas hidráulicas.

**Tabla 7**

*Materiales para la elaboración de las estructuras de las gatas hidráulicas*

<b>MATERIALES</b>
Tubo de 2 pulgadas x 3 milímetros
Tubo de 1 pulgada x 3 milímetros (interno)
2 pedazos de tubo de 2 pulgadas y media x 3 milímetros
Soldadura y electrodos - 60/11 AGA
Medio litro de pintura umi-primer verde (fondo)
Un litro de pintura sintético automotriz azul
Placas 10x10 de 6 milímetros
Pasadores con varilla de media
Discos de corte Norton de 7 pulgadas
Discos de pulir
Moladora
Taladro pedestal
Lijas N°150
Compresor
Tubo de una pulgada roscable
Broca de ¾
Varilla lisa de media

### **Elaboración**

Como primer punto principal y el más importante antes de iniciar el proceso de realización de las estructuras de las gatas hidráulicas, se procedió a observar el manual donde nos indica las medidas necesarias y exactas para el buen uso a la hora de elevar la aeronave, en el service manual en la parte 1A21/2-5 en la cual nos detalla las medidas, cuanto debe subir la aeronave para poder hacer las respectivas pruebas, en este caso las medidas fueron las siguientes:

A continuación, en la tabla 9 se detalla las medidas y peso que debe tener las estructuras para las gatas hidráulicas.

**Tabla 8**

Medidas y pesos de las estructuras para la gata hidráulicas

<b><i>Toneladas</i></b>	4 Tn
<b><i>Altura</i></b>	1,70 cm
<b><i>Tamaño de triángulos (Base)</i></b>	0,80 cm
<b><i>Altura máxima de elevación</i></b>	40 cm

*Nota.* Tomado de (980 Thru 1985 MODEL 172RG SERIES Member of GAMA FAA APPROVAL HAS BEEN OBTAINED ON TECHNICAL DATA IN THIS PUBLICATION THAT AFFECTS AIRPLANE TYPE DESIGN, 1995)

Ya con las medidas y con los materiales exclusivos para este proceso de las estructuras para las gatas hidráulicas, se procedió a la realización de las mismas.

Como primer punto se realizó la base de la estructura, que son los triángulos en los cuales tiene como medida 0,80 cm cada uno, se utilizó el tubo de media para darle la forma correcta con las medidas pertinentes, a su vez para que este estable a la hora de su funcionamiento, ya teniendo la base se comenzó con pasadores de varilla de media soldados al tubo de dos pulgadas y media x 3 milímetros en la base.

**Figura 20**

*Base de la estructura soldado con el tubo de dos pulgadas y media x 3 milímetros*





Como continuación del proceso, se comenzó a soldar en las partes de los extremos de la base los tubos de 2 pulgadas x 3 milímetros, estos siendo soldados a los 3 extremos de la base del triángulo, para empatar los tubos de dos pulgadas x 3 milímetros se soldó tubos de una pulgada x 3 milímetros. Como dato importante se utilizó electrodos y soldadura 60/11 AGA y para los cortes de los tubos se utilizó una moladora con disco de corte Norton de 7 pulgadas.

### **Figura 21**

*Tubos de una pulgada x 3 milímetros empataados con los tubos de 2 pulgadas x 3 milímetros*



Como siguiente punto, se comenzó a soldar una placa de 10x10 de 6 milímetros, esto servirá como base para apoyar la gata hidráulica de 4 toneladas, esto se soldó en la parte inferior de la estructura, por encima de la base, después se soldó la otra placa de 10x10 de 6

milímetros en la parte superior de la estructura esto con el fin de tener una base que ira sosteniendo al ala de la aeronave. Dentro del procedimiento se soldó el otro tubo de 2 pulgadas y media x 3 milímetros.

### **Figura 22**

*Placas de 10x10 de 6 milímetros soldadas para la base de la gata hidráulica de 4 toneladas y el tubo de 2 pulgadas y media x 3 milímetros soldado.*



Como punto importante ya con todos los tubos soldados y con la forma ya establecida de la estructura se realizó la pulida para sacar toda la escoria que queda al momento de soldar, esto con el fin de tener liza la estructura, en la cual se utilizó la moladora con un disco de pulir.

Dentro del procedimiento se utilizó el tubo de una pulgada roscable, este tubo va dentro del tubo de dos pulgadas y media x 3 milímetros, este tubo va con el propósito de poder alzarlo y deslizarlo con la ayuda de la gata de 4 toneladas, este tubo subirá hasta tocar el ala de la aeronave, también se realizó unos orificios para las regulaciones que pueda subir la gata hidráulica, como también seguros para que el tubo a la hora de alzarse no resbale, utilizando un taladro pedestal con una broca de  $\frac{3}{4}$ , y en el tubo también se realizó un orificio en la placa que va soldada al tubo para que pueda insertarse en el ala, a su vez se insertó una varilla lisa de media con el fin de insertar en los orificios del tubo como seguro ante un posible deslizamiento por el peso de la aeronave.

### Figura 23

*Tubo de una pulgada roscable insertada en el tubo de dos pulgadas y media x 3 milímetros.*

*Realización de los orificios y seguros con la varilla fina de media*



Para la finalización de las estructuras para las gatas hidráulicas, tenemos como punto importante el procedimiento de la pintura de las mismas, como detalle tenemos la utilización de lijas N°150 esto con la finalidad de lijar toda la estructura para que pueda agarrar la pintura de fondo y la pintura principal, por ende, después de este procedimiento se realizó la pintura que se utilizó para la estructura de las gatas hidráulicas en la que fue para el fondo un medio litro de umi-primer verde, se dejó secar un día completo. Al siguiente día se aplicó un litro de pintura sintético automotriz color azul y con ello se tuvo la finalización del proceso de realización de las estructuras para las gatas hidráulicas.

#### **Figura 24**

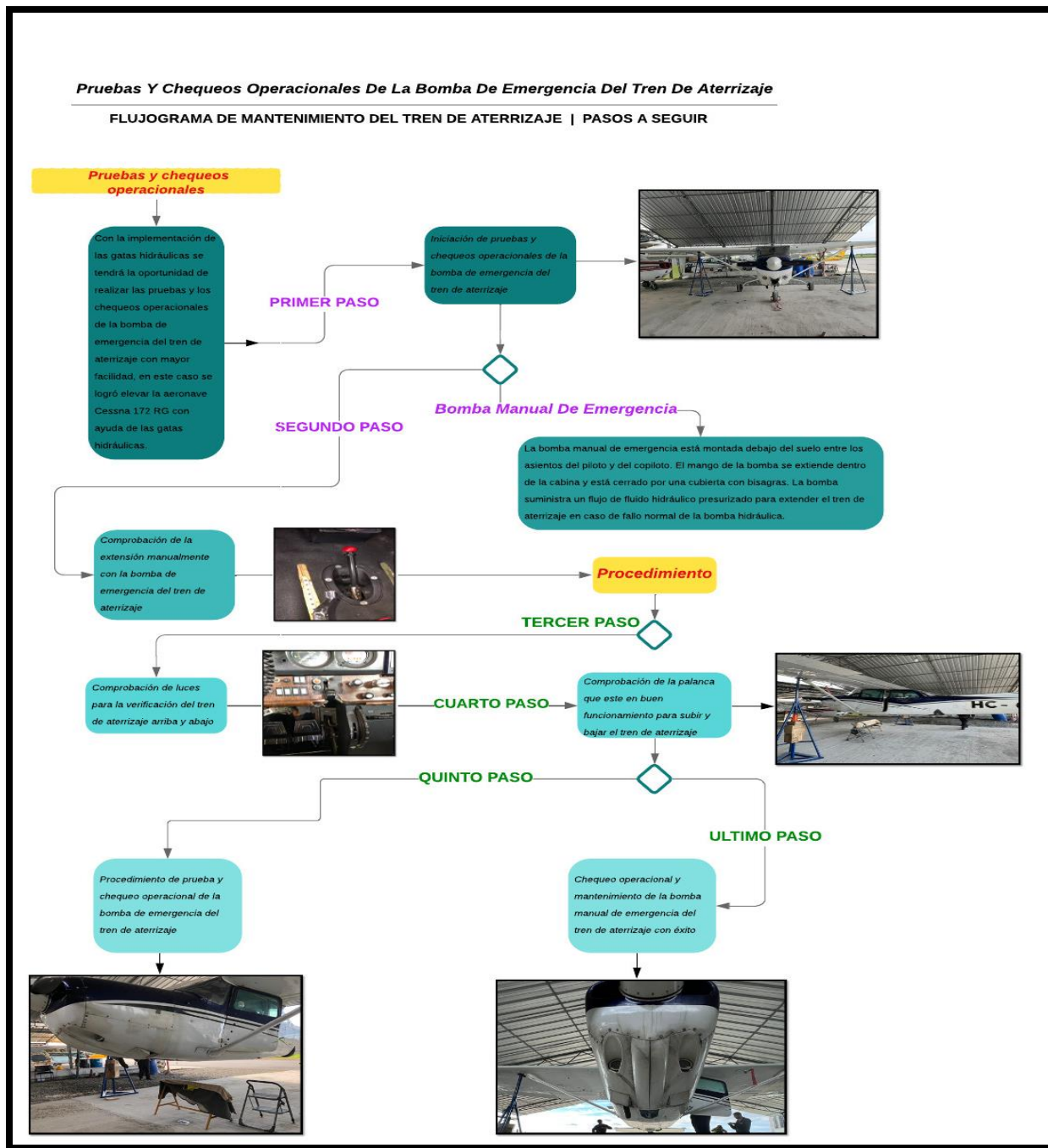
*Proceso de pintura utilizando pintura sintética automotriz color azul y umi-primer verde para el fondo de la estructura*



Pruebas y chequeos operacionales de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje

Figura 25

Flujograma paso a paso del mantenimiento y chequeo operacional de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje





**Figura 26**

*Iniciación de pruebas y chequeos operacionales de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje*



Con un procedimiento minucioso se realizó dicho mantenimiento si así lo fuera necesario, a su vez con ayuda del service manual parte 1G11/5-30 y en el Handbook sección 3, se estableció información eficaz para dicho chequeo y pruebas pertinentes dentro del tren de aterrizaje principalmente de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje. En el anexo G - H - I se puede observar con más detalle los renders, el simulador y el informe de estudio de las estructuras para la gata hidráulica y a su vez estar seguro del funcionamiento del mismo.

**Figura 27**

*Comprobación de la extensión manualmente con la bomba de emergencia del tren de aterrizaje*

**Procedimiento**

Con la ayuda de las gatas hidráulicas ya mencionadas anteriormente, las mismas ayudaron a elevar la aeronave muy satisfactoriamente con una altura de 16" en este caso 40 cm de altura en la cual se pudo realizar el procedimiento adecuado y establecido en los documentos mencionados, por tal motivo se realizó el chequeo operacional y mantenimiento según convenga de la bomba manual de emergencia del tren de aterrizaje, a continuación se detalla todo el proceso que se llevó a cabo en la escuela de pilotos Aviacionesav (ESAV) base Santa Rosa.

En caso de posibles averías en la retracción o extensión del tren de aterrizaje, hay varias comprobaciones generales que se realizó antes de iniciar los pasos descritos. Al analizar un mal funcionamiento del tren de aterrizaje, se procedió en la comprobación en primer lugar que el interruptor principal este en ON y que los disyuntores LDG GEAR y GEAR PUMP estén

en ON; en la cual se reajusta, si es necesario. Asimismo, se comprobó el funcionamiento de ambas luces indicadoras de posición del tren de aterrizaje "se pulso para probar" las unidades luminosas y girándolas al mismo tiempo para comprobar si los obturadores de atenuación están abiertos.

### Figura 28

*Comprobación de luces para la verificación del tren de aterrizaje arriba y abajo*



En el tren de aterrizaje se observó que no se retrae normalmente, para esto se verifico que la luz indicadora funcione correctamente y se intentó retraer el tren de aterrizaje. Se colocó la palanca del tren de aterrizaje en la posición GEAR DOWN. Cuando se verifico el encendido de la luz indicadora GEAR DOWN, se volvió a colocar la palanca del tren de aterrizaje en la posición GEAR UP para realizar otro intento de retracción. La luz indicadora de GEAR UP si se encendió.



**Figura 29**

*Comprobación de la palanca que este en buen funcionamiento para subir y bajar el tren de aterrizaje*



Lo que se observó dentro de la documentación necesaria es que el tiempo normal de extensión del tren de aterrizaje es de aproximadamente 5 segundos. Por lo cual la retracción del tren duro aproximadamente 8 segundos, por lo tanto, el tren de aterrizaje no se extiende normalmente. Se procedió con la palanca del tren de aterrizaje ponerlo en la posición hacia abajo con el seguro enganchado. Los esfuerzos para extender y bloquear el tren a través del sistema normal del tren de aterrizaje estaban fallando, por lo cual se realizó el chequeo operacional por medio de la bomba manual de emergencia por lo que el tren puede ser extendido manualmente (siempre y cuando el fluido del sistema hidráulico no se haya perdido completamente). La bomba manual está situada entre los asientos delanteros.

Se proporcionó una lista de comprobación con instrucciones paso a paso para la extensión manual del tren de aterrizaje.

En el anexo J se procede a la realización de un manual de procedimientos para los mantenimientos de las estructuras de las gatas hidráulicas.

**Figura 30**

*Procedimiento de prueba y chequeo operacional de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje*



**Figura 31**

*Chequeo operacional y mantenimiento de la bomba manual de emergencia del tren de aterrizaje con éxito*



En resumen, durante las pruebas y verificaciones de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje, se detectaron problemas en el sistema hidráulico de la bomba de emergencia y en los frenos, debido a fugas de líquido hidráulico. Estas fallas se observaron mediante la utilización de gatas hidráulicas, lo que permitió identificar que el tren de aterrizaje no se extendía por completo. Se llevó a cabo el mantenimiento necesario en los conductos de líquido hidráulico y se reemplazaron los ductos dañados tanto del sistema de la bomba de emergencia como del sistema de frenos, para solucionar las fugas hidráulicas en ambos sistemas.

En la avería del tren de aterrizaje, se utilizó la bomba manual hidráulica para bajar y bloquear el tren de aterrizaje. Se realizaron aproximadamente 33 bombeos hasta que se obtuvo una luz verde indicadora. Se procedió a extender manualmente el tren de aterrizaje en la

posición "bajo" y se comenzó a bombear hasta observar la luz verde. Se verificó visualmente que las líneas principales izquierda y derecha estaban abajo y se inspeccionó el tren principal.

Finalmente, se realizó con éxito la prueba operativa de la bomba manual de emergencia del tren de aterrizaje, evidenciando que el tren de aterrizaje se pudo retraer y extender sin dificultades después de realizar los ajustes y el mantenimiento necesario. Con respecto al anexo K se establece un documento de entrega recepción para la empresa Aviacionesav S.A

### **Tabla De Costos**

A continuación, en la tabla 10 se detalla los costos generados durante el proceso y finalización del proyecto establecido

#### **Tabla 9**

*Costos durante el proceso de elaboración*

<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
<b>2 Gatas hidráulicas (4 toneladas)</b>	\$100
<b>Logística de envió</b>	\$500
<b>2 Estructuras para las gatas hidráulicas</b>	\$900
	<b>TOTAL = \$1.500</b>

## Capítulo IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

Al finalizar con el proyecto de la implementación de las estructuras para las gatas hidráulicas para poder retraer el tren de aterrizaje de la aeronave y a su vez la realización del mantenimiento y chequeo operacional de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- ➔ Durante todo el tiempo de mantenimiento, con el fin de retraer el tren de aterrizaje se adquirió pruebas latamente fuertes en la cual para solucionarlos fue fundamental la ayuda de la gata hidráulica.
- ➔ En la escuela de pilotos Aviacionesav (ESAV) es de gran ayuda contar con las herramientas para los parámetros necesarios en la ejecución de la operación de la gata hidráulica para su respectivo chequeo operacional de 200 hrs. de la bomba de emergencia con ayuda del manual, esto ayuda al aprendizaje del estudiante para lo cual se ha visto factible el mantenimiento y chequeo operacional de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje en dicha aeronave.
- ➔ La elaboración de datos y anexos necesarios para tomar todo en cuenta tanto de la herramienta importante como es la estructura de la gata hidráulica y sobre prueba y error dispuesta del tren de aterrizaje y la operación de la bomba de emergencia de dicha aeronave, en la cual se realizaron con la supervisión de una persona con la experiencia necesaria en los trabajos y mantenimientos, por lo que se alcanzó una experiencia maravillosa, y con la finalización de la misma se puede asegurar que cumple con todos los objetivos propuestos al inicio del proyecto.

## Recomendaciones

- ➔ Dadas las necesidades de contar con unas estructuras para las gatas hidráulicas para el chequeo operacional y mantenimiento de la bomba de emergencia del tren de aterrizaje, se realizó este proyecto para que los técnicos en mantenimiento tengan donde apoyarse y poder desenvolverse en las actividades diarias del que hacer del jefe de mantenimiento, sin tener que tropezar con la falta de implementaciones en el hangar.
- ➔ Este chequeo operacional y mantenimiento garantiza el buen aprendizaje de los estudiantes en el área de la aviación, consiguiendo con esto la satisfacción del deber cumplido.
- ➔ El proyecto ha concluido con la satisfacción de haber contribuido al enriquecimiento de la escuela de pilotos Aviacionesav (ESAV), al proporcionar las gatas hidráulicas necesarias para elevar la aeronave y facilitar el mantenimiento del tren de aterrizaje. Este logro representa un pequeño aporte en el continuo camino de mejora de la escuela.

## Bibliografía

- ✈️ 50. *Sistema eléctrico de un avión - Electrical System* ✈️. (n.d.). Retrieved June 23, 2023, from <https://www.aprendamos-aviacion.com/2021/09/87-sistema-electrico-de-un-avion.html>
- 980 Thru 1985 MODEL 172RG SERIES Member of GAMA FAA APPROVAL HAS BEEN OBTAINED ON TECHNICAL DATA IN THIS PUBLICATION THAT AFFECTS AIRPLANE TYPE DESIGN. (1995).
- Aircraft Landing Gear*. (n.d.). Retrieved June 23, 2023, from <https://www.cfinotebook.net/notebook/operation-of-aircraft-systems/aircraft-landing-gear>
- Características del Avión Cessna 172 Cap-1*. (n.d.). Retrieved June 23, 2023, from <https://www.pasionporvolar.com/caracteristicas-del-avion-cessna-172-cap-1/>
- Características del Avión Cessna 172 Cap-2*. (n.d.). Retrieved June 23, 2023, from <https://www.pasionporvolar.com/caracteristicas-del-avion-cessna-172-cap-2/>
- Cessna: una historia*. (n.d.). Retrieved June 23, 2023, from <https://txtav.com/en/journey/articles/articles/cessna-a-history>
- Cessna 172RG | Teoría y examen de la aviación*. (n.d.). Retrieved June 23, 2023, from <https://flight-courses.com/cessna-172rg/>
- El Cessna 172 - Maquetas*. (n.d.). Retrieved June 23, 2023, from <https://www.172guide.com/models.htm>
- Escuela de Pilotos |CESDA*. (n.d.). Retrieved June 23, 2023, from <https://www.aviacionesav.com/>
- Historia del Cessna 172 el avión más vendido del mundo – Ferry Pilot*. (n.d.). Retrieved June 23, 2023, from <https://ferrypilot.cl/historia-del-cessna-172-el-avion-mas-vendido-del-mundo/>

*Retractable landing gear system for the 172RG es. (n.d.).*



## Anexos