



**Servicio al sistema hidráulico de la aeronave CASA CN-235 M de acuerdo al manual de mantenimiento 12-12-00 y verificación del sistema de acuerdo al documento de la junta de revisión de mantenimiento 29.10.00.01, perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”.**

Narvárez Hidalgo, Jefferson José

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

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

Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

Latacunga, 2022



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía **Servicio al sistema hidráulico de la aeronave CASA CN-235 M** de acuerdo al manual de mantenimiento 12-12-00 y verificación del sistema de acuerdo al documento de la junta de revisión de mantenimiento 29.10.00.01, perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha", fue realizado por el señor **Narváez Hidalgo, Jefferson José** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga 16, de febrero 2022



Ing. Inca Yajamin, Gabriel Sebastián

C.C.: 1722580329

## REPORTE DE VERIFICACIÓN DE CONTENIDO





DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA  
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AERONÁUTICA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Narváez Hidalgo, Jefferson José**, con cédula de ciudadanía n° 1724188915, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Servicio al sistema hidráulico de la aeronave CASA CN-235 M de acuerdo al manual de mantenimiento 12-12-00 y verificación del sistema de acuerdo al documento de la junta de revisión de mantenimiento 29.10.00.01, perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha"** 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 16, de febrero 2022



**Narváez Hidalgo, Jefferson José**

**C.C.: 1724188915**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA  
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **Narváez Hidalgo, Jefferson José**, con cédula de ciudadanía n° 1724188915, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Servicio al sistema hidráulico de la aeronave CASA CN-235 M de acuerdo al manual de mantenimiento 12-12-00 y verificación del sistema de acuerdo al documento de la junta de revisión de mantenimiento 29.10.00.01, perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.**

Latacunga 16, de febrero 2022



---

**Narváez Hidalgo, Jefferson José**

**C.C.: 1724188915**

## Dedicatoria

El presente trabajo de titulación va dedicado al sagrado rostro mi Dios ya que él es mi pastor y nada me pasara, quien me ilumina toda la vida y más cuando elegí esta carrera de las armas en un inicio, y en el transcurso de los años seguirme superando en el aspecto profesional aquí en la Universidad de Fuerzas Armadas, a mis padres Magdalena Hidalgo y José Narváez, quienes me han sabido instruir de manera oportuna con el ejemplo para no desmayar ante las adversidades para ser mejor persona cada día, a mis hermanos Jhonny y Bryan que con cada apoyo en mis francos me han dicho sigue adelante con fuerza en tus estudios, como no dedicar también a esa gran mujer que ha estado conmigo en las buenas y en las malas sabiendo ayudarme sin esperar nada a cambio mi prometida, Pamela quien junto con su familia han sido un gran soporte para alcanzar esta meta anhelada, finalmente a mis abuelitos que me miran desde el cielo quienes fallecieron en esta pandemia y estarán conmigo en mi corazón hasta la eternidad.

## Agradecimiento

Gracias infinitas a Dios por darme la oportunidad de estar donde estoy con disciplina, responsabilidad y su bendición no lo hubiera logrado. Ya que es una etapa muy complicada y difícil porque eh pasado complicaciones, problemas además de la pandemia, no se hubiera logrado sin la bendición del sagrado rostro.

Gracias a mis padres, por la vida, sin olvidarme de los valores que me inculcaron, gracias por darme la mejor carrera de las armas por confiar en mí, les debo la vida para decir gracias, jamás les defraudare.

A mis hermanos y familia por guiarme hacia la meta, el ser perseverante y humilde son parte de nosotros, gracias por ayudarme a ser el mejor cada día junto a ustedes.

Gracias al glorioso ejército ecuatoriano y a la aviación del ejército por ser parte de sus filas y brindarme la oportunidad de continuar preparándome en el campo profesional

Gracias a los profesores de la “UFA – L”, Universidad de las Fuerzas Armadas sede Latacunga, en especial a mi mentor el Sr. Ing Gabriel Inca, por compartir su tiempo y conocimientos, en la realización de este proyecto de titulación, con su dirección y paciencia en corregir todos los errores, es un gran ser humano dedicado a su profesión por su entrega y profesionalismo.

## Tabla de Contenido

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación de contenido .....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento .....	7
Tabla de Contenido .....	8
Índice de Figuras.....	12
Índice de Tablas .....	14
Resumen .....	15
Abstract.....	16
Tema.....	17
Antecedentes.....	17
Planteamiento del problema.....	20
Justificación e importancia .....	21
Objetivos.....	22
<i>Objetivo General</i> .....	22
<i>Objetivos Específicos</i> .....	22
Alcance .....	23
Marco Teórico.....	24
Reseña de la Brigada de Aviación del Ejército No 15 “PAQUISHA” .....	24
Flota de aeronaves CASA CN 235 .....	30

Aeronave CASA CN 235 M.....	33
<i>Descripción general</i> .....	33
<i>Datos principales</i> .....	34
Líquido hidráulico para la aeronave CASA CN 235 M.....	35
Sistema hidráulico de la aeronave CASA CN 235 100/300 M .....	36
<i>Sistema de flaps</i> .....	37
<i>Tren de aterrizaje</i> .....	37
<i>Dirección de rueda de morro</i> .....	37
<i>Frenado (ruedas)</i> .....	38
<i>Frenos de emergencia y aparcamiento</i> .....	38
<i>Freno (hélice)</i> .....	38
<i>Compuertas de carga - sistema hidráulico</i> .....	38
<i>Sistema hidráulico principal</i> .....	38
<i>Operación normal del sistema</i> .....	39
<i>Operación normal</i> .....	40
<i>Fluido de retorno</i> .....	41
<i>Sistema de protección</i> .....	42
<i>Componentes</i> .....	44
Limitaciones del fluido hidráulico en la aeronave CASA CN 235 M .....	45
<i>Limitaciones en el sistema</i> .....	45
Tipos .....	46

<i>Características del fluido hidráulico de aviación MIL-H-5606G</i> .....	47
Manual de mantenimiento.....	48
<i>Tipos de mantenimiento</i> .....	49
<i>Inspección</i> .....	50
<i>Revisiones periódicas</i> .....	50
<i>Revisiones temporales</i> .....	50
<i>Revisiones permanentes</i> .....	51
<i>Tarea especificación</i> .....	51
Servicio en la aeronave CASA CN 235 M.....	52
<i>Despresurización de acumuladores</i> .....	52
<i>Llenado del depósito hidráulico</i> .....	52
<i>Vaciado del depósito hidráulico</i> .....	52
Desarrollo del Tema .....	54
Antecedentes.....	54
Servicio de la aeronave CASA CN 235 100/300 M .....	54
Rehabilitación de la Unidad de Servicio Hidráulico.....	55
Lugar de trabajo y operaciones preliminares para el desmontaje.....	58
Recubrimiento orgánico de la estructura del equipo especial.....	60
Ensamble del equipo especial.....	61
Presentación de la unidad de servicio hidráulico .....	64
Aplicabilidad del equipo especial (Unidad de Servicio Hidráulico) .....	65
<i>Servicio de llenado de Hidráulico</i> .....	65

<i>Prueba de fuga de hidráulico en la cámara de freno.....</i>	<i>67</i>
Tabla de costos .....	69
Conclusiones y Recomendaciones.....	71
Conclusiones.....	71
Recomendaciones.....	72
Glosario.....	73
Abreviaturas .....	75
Bibliografía.....	76
Anexos .....	78

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b>	<i>Flota de aviones referentes de la 15 BAE "Paquisha".....</i>	<i>29</i>
<b>Figura 2</b>	<i>Flota de helicópteros pertenecientes a la 15 BAE.....</i>	<i>30</i>
<b>Figura 3</b>	<i>CN-235-300 SM01.....</i>	<i>31</i>
<b>Figura 4</b>	<i>Versiones del Avión CASA CN 235 100/300 Y 295.....</i>	<i>32</i>
<b>Figura 5</b>	<i>Aeronave CASA CN 235 300 M matrícula AEE-503. ....</i>	<i>33</i>
<b>Figura 6</b>	<i>Características del Avión CASA CN 235 300 M.....</i>	<i>34</i>
<b>Figura 7</b>	<i>Consumidores del Sistema Hidráulico .....</i>	<i>37</i>
<b>Figura 8</b>	<i>Sistema Hidráulico Principal .....</i>	<i>39</i>
<b>Figura 9</b>	<i>Operación Normal del Sistema Hidráulico.....</i>	<i>40</i>
<b>Figura 10</b>	<i>Operación Normal.....</i>	<i>41</i>
<b>Figura 11</b>	<i>Fluido de Retorno del Sistema Hidráulico .....</i>	<i>42</i>
<b>Figura 12</b>	<i>Sistema de Protección del Sistema Hidráulico.....</i>	<i>43</i>
<b>Figura 13</b>	<i>Componentes del Sistema Hidráulico .....</i>	<i>44</i>
<b>Figura 14</b>	<i>Revisiones e Intervalos de Mantenimiento.....</i>	<i>49</i>
<b>Figura 15</b>	<i>Especificación de las Tareas de Mantenimiento .....</i>	<i>52</i>
<b>Figura 16</b>	<i>Servicio con la utilización de la Unidad de Servicio Hidráulico .....</i>	<i>53</i>
<b>Figura 17</b>	<i>Cemae lugar donde se procedió a sacar el equipo especial en mal estado .58</i>	
<b>Figura 18</b>	<i>Lugar para realizar la Rehabilitación.....</i>	<i>58</i>
<b>Figura 19</b>	<i>Mantenimiento de ciertos componentes del equipo especial.....</i>	<i>59</i>
<b>Figura 20</b>	<i>Mantenimiento de las válvulas y eje del equipo especial .....</i>	<i>59</i>
<b>Figura 21</b>	<i>Recubrimiento orgánico del equipo especial.....</i>	<i>60</i>
<b>Figura 22</b>	<i>Recubrimiento orgánico a la estructura del equipo especial.....</i>	<i>60</i>
<b>Figura 23</b>	<i>Armado del Equipo Especial.....</i>	<i>61</i>
<b>Figura 24</b>	<i>Colocación de los elementos restantes del equipo especial.....</i>	<i>61</i>
<b>Figura 25</b>	<i>Colocación del filtro y ruedas del equipo especial.....</i>	<i>62</i>

<b>Figura 26</b>	<i>Fijación de los componentes restantes a la estructura del equipo especial..</i>	<i>62</i>
<b>Figura 27</b>	<i>Manómetro de glicerina y adaptadores de suministro y succión .....</i>	<i>63</i>
<b>Figura 28</b>	<i>Componentes ya en el equipo especial.....</i>	<i>64</i>
<b>Figura 29</b>	<i>Presentación de la Unidad de Servicio Hidráulico.....</i>	<i>64</i>
<b>Figura 30</b>	<i>Servicio de llenado de hidráulico.....</i>	<i>65</i>
<b>Figura 31</b>	<i>Palanca selectora en la posición "REFILL" .....</i>	<i>66</i>
<b>Figura 32</b>	<i>Servicio de Completamiento del Fluido Hidráulico .....</i>	<i>67</i>
<b>Figura 33</b>	<i>Prueba de Fugas de Hidráulico en la Cámara de freno.....</i>	<i>68</i>

**Índice de Tablas**

<b>Tabla 1</b>	<i>Líquido Hidráulico usado en el sistema del Avión CASA CN 235 100/300M ...</i>	<b>46</b>
<b>Tabla 2</b>	<i>Detalle de materiales y componentes.....</i>	<b>57</b>
<b>Tabla 3</b>	<i>Costos primarios .....</i>	<b>69</b>
<b>Tabla 4</b>	<i>Costos secundarios.....</i>	<b>70</b>
<b>Tabla 5</b>	<i>Costos Totales .....</i>	<b>70</b>

## Resumen

La Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA", realiza diferentes operaciones de vuelo, mantenimiento, logística aérea, junto con el apoyo de sus grupos aéreos, como lo es el Grupo de Aviación del Ejército N° 44 "PASTAZA", especialista en mantenimiento preventivo, correctivo y restaurativo de aeronaves de ala fija, en conjunto con sus técnicos capacitados, con el empleo de equipos y herramientas acorde a las diferentes tareas a efectuarse, de acuerdo a los manuales del fabricante en las respectivas aeronaves. Este proyecto de titulación se basa en el servicio al sistema hidráulico de la aeronave CASA CN-235 M de acuerdo al manual de mantenimiento 12-12-00 y verificación del sistema de acuerdo al documento de la junta de revisión de mantenimiento 29.10.00.01, se recogió información de varios libros y documentos de aviación que dan cumplimiento a los requisitos del proyecto propuesto, el cual nos indica el empleo de un equipo especial, como parte del trabajo de titulación se realizó la rehabilitación del equipo especial denominado "Unidad de Servicio Hidráulico", con fin de facilitar los procedimientos en las diferentes tareas de mantenimiento que necesiten la intervención del equipo especial, en el cual se realizó el respectivo mantenimiento del equipo además del completamiento de los diferentes componentes que ya no se encontraban en el mismo, que al finalizar se realizó la aplicabilidad con el equipo especial, en las dos tareas de mantenimiento y se observó que cumplía todos los márgenes de seguridad y efectividad al momento de realizar los procedimientos de mantenimiento en la aeronave CASA CN 235 100/300 M.

Palabras Clave:

- **UNIDAD DE SERVICIO HIDRÁULICO**
- **ACOPLES DE PRESIÓN Y SUCCIÓN DE HIDRÁULICO**
- **UNIDAD MODULAR**

**Abstract**

The Army Aviation Brigade No. 15 "PAQUISHA", performs different flight operations, maintenance, air logistics, along with the support of its air groups, such as the Army Aviation Group No. 44 "PASTAZA", specialist in preventive, corrective and restorative maintenance of fixed wing aircraft, together with its trained technicians, with the use of equipment and tools according to the different tasks to be performed, according to the manufacturer's manuals in the respective aircraft. This degree project is based on the service to the hydraulic system of the CASA CN-235 M aircraft according to the maintenance manual 12-12-00 and verification of the system according to the document of the maintenance review board 29.10.00. 01, information was collected from various books and aviation documents that comply with the requirements of the proposed project, which indicates the use of special equipment, as part of the degree work was performed the rehabilitation of special equipment called "Hydraulic Service Unit", in order to facilitate the procedures in the various maintenance tasks that require the intervention of special equipment, in which the respective maintenance of the equipment was performed in addition to the completion of the different components that were no longer in it, which at the end was performed the applicability with the special equipment, in the two maintenance tasks and it was observed that it met all the margins of safety and effectiveness at the time of performing maintenance procedures in the aircraft CASA CN 235 100/300 M.

Keywords:

- **HYDRAULIC SERVICE UNIT**
- **HYDRAULIC PRESSURE AND SUCTION COUPLINGS**
- **MODULAR UNIT**

## Capítulo I

### 1. Tema

Servicio al sistema hidráulico de la aeronave CASA CN-235 M de acuerdo al manual de mantenimiento 12-12-00 y verificación del sistema de acuerdo al documento de la junta de revisión de mantenimiento 29.10.00.01, perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”.

#### 1.1 Antecedentes

Todos los Ejércitos del mundo, en consideración a su evolución, realizaron un esfuerzo por acrecentar el poder de combate, para lograr una ventaja sobre el enemigo, por lo que les llevó a utilizar el avión en apoyo a las operaciones terrestres; esta es la razón por la cual, la mayor parte de las Fuerzas Aéreas nacen como la Aviación del Ejército. Más tarde al crear la Aviación y sus misiones, hubo que separarlas, quedando dos organizaciones diferentes.

(Villalba, 1986, p. 2)

Es necesario contar con todos los recursos aeronáuticos en las Fuerzas Armadas, no solo en nuestro Ejército sino en todos los Ejércitos del mundo para efectuar las diferentes operaciones en apoyo al Estado de cualquier país, lo que permite llegar de manera más adecuada a nuestros soldados y personal civil, por lo tanto el apoyo oportuno de abastecimiento de alimentos, armamento y medicamentos es indispensable para los soldados cuando se encuentren patrullando en los diferentes puntos de cada región, teniendo en cuenta su misión y visión emitidas por el escalón superior.

El Ejército Ecuatoriano efectúa sus actividades a partir de la visión de las Fuerzas Armadas del Ecuador, la cual tiene como objetivo principal mantener la

soberanía de nuestro país en todas las zonas remotas, de tal manera es importante contar con los recursos necesarios para llevar a cabo lo estipulado.

En el año de 1954 surge la necesidad de rehabilitar los recursos aeronáuticos en beneficio de la institución por ende se crea la aviación del ejército, el precursor de este proyecto fue el reconocido Capitán de Infantería terrestre Colon Grijalva Herdoiza, que con sus grandes aspiraciones más allá de las contrariedades y con su gran anhelo de ser piloto del Ejército Ecuatoriano y que su licencia habilitante sea en beneficio propio y de la institución, comunica al mando que la Fuerza Terrestre debe contar con una rama aérea que sea de apoyo a nuestros soldados terrestres, es así que emite la idea de contar con una flota aérea que redujera los sobre esfuerzos humanos en el personal que sale a patrullar en las fronteras de nuestro territorio nacional y permitir reducir gradualmente las grandes caminatas del mismo cuando se tenía que llegar a los diferentes puntos remotos del perfil nacional ecuatoriano.

Consecuentemente a ello nace la gran necesidad de la creación e inicio del proyecto nombrado en ese entonces Alas para nuestra frontera, y como eje inicial en la formación de un escuadrón de Aviación de Ejército para los soldados, de tal forma es recordado de manera inicial el Servicio Aéreo del Ejército (S.A.E), y sus primeras aeronaves lo eran la Piper Tripacer, la misma, pero en versión PA-18-150 y la Taylor Craft.

De tal forma el Servicio Aéreo del Ejército como se ha mencionado nace con la única finalidad de llegar a los lugares más lejanos del pueblo en donde por vía terrestre no se puede acceder, dificultando que se llegue en uno o varios días generando jornadas duras para su llegada por lugares muy pésimos y sitios de difícil acceso en cual los soldados del Ecuador tenían que cumplir las diferentes operaciones del Comando Conjunto. El observar aterrizar una aeronave llenaba de sueños al personal militar ya que las condiciones eran muy difíciles en ese entonces y es así de esta

manera que con medidas y fracasos de parte y parte muchas veces de felicidad y en otras de amargura porque querían eliminar el proyecto del Servicio Aéreo del Ejército siguió adelante contra todo pesimismo que pudieron evidenciar los creadores del proyecto.

En tal virtud el 12 de Febrero de 1961, tiene gran importancia porque es el inicio de una batalla triunfada ya que se dan renombre a las operaciones aéreas en la región amazónica del país, el Servicio Aéreo del Ejército comienza sus operaciones aéreas mediante la creación de un escuadrón de aviones el cual el más renombrado es el Piper, que cuenta con sus datos técnicos generales de despegar a nivel del mar hasta pasar lo más alto del callejón interandino y aterrizar en nuestra gran amazonia ecuatoriana, para apoyar a las diferentes unidades militares de selva, compañías civiles y sin olvidarnos de nuestras comunidades indígenas que se encuentran en toda la amazonia del país.

A lo largo de los años se implementa a la Aviación del Ejército en el año 1989 el avión CASA CN235 y en el año de 2002 el segundo avión en versión militar que sin lugar a duda ambos servirán en gran apoyo para ejército ecuatoriano, además de ejecutarlas en las diferentes operaciones aéreas como saltos de banda por parte del personal de paracaidistas y vuelos logísticos para el personal militar y sus familiares.

Las aeronaves en versión civil y militar CASA CN235 Y CASA CN 235M, son aeronaves insignes de nuestra gloriosa Aviación del Ejército que desempeñan sus diferentes operaciones a lo largo de todo el territorio nacional ya que en sus características técnicas son: aeronaves bimotores, capacidad de carga adecuada específicas en su aterrizaje y despegue en pistas cortas y no preparadas, capacidad de reacción a condiciones meteorológicas adversas.

En el desarrollo del mantenimiento de las aeronaves existen diferentes tareas de servicio hidráulico en las cuales se emplea el equipo especial por lo tanto, se ha visto

retrasado las tarea ya que el equipo se encuentra deshabilitado y se necesita de manera obligatoria recurrir a la aviación naval para que proporcionen dicho equipo, en ello los costos logísticos del traslado del equipo generan malestar en el personal de mantenimientos de la aeronave, además de la ejecución en el sistema ha generado en algunas ocasiones que los mantenimientos o servicios se tengan que posponer y en consecuencia se pare la aeronave hasta que trasladen el equipo para realizar cualquier tarea en el sistema hidráulico en el que se necesite el equipo. En tal virtud mejorar los mantenimientos es relevante, pues permite que sea optimo el recurso más significativo de la organización, destacando el recurso humano militar y los recursos estratégicos emitidos por la 15 BAE "PAQUISHA" en conjunto con el GAE 44 "PASTAZA".

## **1.2 Planteamiento del problema**

El mantenimiento y servicio de la aeronave CASA CN235 M en versión civil y militar es de gran importancia en tal virtud la sección de transporte mediano son quienes desarrollan el mantenimiento y servicio de la aeronave CASA CN 235 M, consecuentemente es indispensable el uso de la unidad de servicio hidráulico que no es otra cosa que un equipo especial utilizado en servicio hidráulico que la aeronave necesite ya sea antes o después de haber realizado un vuelo en sus operaciones aéreas emitidas, el no poseer este equipo las 24 horas del día genera problema en los mantenimientos y servicios como tiempos de mantenimientos muy extensos, elevados costos entre otros.

Así como también:

- El desarrollo del servicio hidráulico no adecuado
- Inconformidad por parte del personal de mantenimiento y tripulaciones aéreas.
- El personal técnico no puede cumplir correctamente las tareas de servicio de llenado hidráulico de la aeronave.

De no solucionarse seguirá la inconformidad como los reportajes continuos, por lo tanto, malestar entre las tripulaciones y personal de mantenimiento, además del incumplimiento de las tareas de servicio hidráulico ya que requieren más tiempo en efectuarse, como lo determina el manual del fabricante.

Por lo mencionado es necesario que el escuadrón de transporte mediano del Grupo de Aviación del Ejército Nro. 44 "PASTAZA", en conjunto con la Brigada de Aviación del Ejército Nro. 15 PAQUISHA, particularmente cuente con el equipo de servicio hidráulico en buen estado para el desarrollo del mantenimiento y servicio hidráulico de la aeronave CASA CN 235 M del ejército ecuatoriano.

### **1.3 Justificación e importancia**

En las regulaciones de aviación civil y militar se encuentran descritos todos los estamentos necesarios, consecuentemente en la aviación militar se encuentran todos los procedimientos operativos normales sea en vuelo y mantenimiento (P.O.N), para que se puedan desarrollar las actividades aéreas una de ellas es el mantenimiento de las aeronaves que operan en la brigada de aviación del Ejército Número 15 PAQUISHA, conjuntamente con el Grupo de Aviación del Ejército Nro. 44 "PASTAZA", para ello se cuenta con el escuadrón de transporte mediano, el cual cumple las actividades de mantenimiento del avión Casa CN 235 M de acuerdo a las especificaciones técnicas de la casa fabricante para ello el escuadrón de mantenimiento cuenta con el equipo de servicio hidráulico el cual al ser habilitado permita al personal técnico el desarrollo de las actividades de servicio y mantenimiento. Así como también:

- El correcto desarrollo del servicio hidráulico en tierra.
- El personal técnico contara con el equipo adecuado para desarrollar las tareas de servicio y mantenimiento de la aeronave.
- Se mantendrá operativa la aeronave del grupo aéreo.

- El servicio hidráulico se desarrollará en base a lo estipulado en los manuales de mantenimiento.

Se beneficiarán del presente trabajo investigativo el personal técnico de la especialidad aviones del avión CASA CN 235 M porque contarán con el equipo adecuado para realizar el servicio hidráulico en los trabajos de mantenimiento de la aeronave permitiendo de esta manera el correcto desarrollo de las prácticas de mantenimiento y servicio de la misma.

Los resultados del trabajo investigativo permitirán a las autoridades de la 15 BAE en conjunto con el GAE 44 "PASTAZA" cumplir con las normativas de Operaciones de Vuelo Militar, además de los P.O.N. Cumpliendo con la normativa vigente y manteniendo de esta manera la operatividad de la aeronave insigne del ejército ecuatoriano.

Por lo que antecede anteriormente es necesario que el escuadrón de transporte mediano brinde las facilidades para la rehabilitación del servicio hidráulico de la aeronave CASA CN 235 100/300M, para mantener el equipo en buenas condiciones.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Dar servicio al sistema hidráulico de la aeronave CASA CN-235 M de acuerdo al manual de mantenimiento 12-12-00 y verificación del sistema de acuerdo al Documento de la Junta de Revisión de Mantenimiento 29.10.00.01, perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha".

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la información técnica necesaria para el servicio y verificación del sistema hidráulico de la aeronave CASA CN 235M.

- Rehabilitación de la unidad de servicio hidráulico para ejecutar las tareas de mantenimiento de la aeronave CASA CN 235M de acuerdo a los chequeos operacionales 29.10.00.01.
- Ejecutar el servicio y verificación del sistema hidráulico por medio de los manuales de mantenimiento de la aeronave CASA CN 235M.

### **1.5 Alcance**

El presente trabajo investigativo abarca la rehabilitación del equipo de servicio hidráulico mismo que ayudará al desarrollo de las tareas de mantenimiento y servicio, mediante el manual de mantenimiento de la aeronave CASA CN 235 100/300M, Adicional servirá de manera objetiva como un documento que recopila información veraz, mismo que facilitará la consulta a aquellas personas relacionadas o interesadas en el tema investigativo de sistemas hidráulicos de aeronaves CASA CN 235 100/300 M.

## Capítulo II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1 Reseña de la Brigada de Aviación del Ejército No 15 “PAQUISHA”

Hasta la presente, no se ha publicado un estudio, acerca de la Aviación del Ejército ecuatoriana, en el Instituto de Altos Estudios Nacionales. Dado su importancia como unidad operativa de la fuerza terrestre, se hace necesario resaltarla para demostrar que su creación no obedece solamente a un patriótico sentido espiritual o sentimental, sino que es una respuesta a la necesidad del mando, de contar, con un elemento de combate y apoyo de combate para cumplir en mejor forma su sagrada misión de la Defensa Nacional en tiempo de guerra. En cambio, para tiempo de paz, responde a la necesidad de emplearla en el apoyo administrativo de las Fuerzas Armadas y del desarrollo del país.

Con el presente trabajo, se quiere demostrar que su creación está respaldada y sujeta a las leyes y reglamentos del país y de las Fuerzas Armadas. Su organización y misiones, está dada por la Fuerza Terrestre, para mejor utilización de sus características tácticas y técnicas. Se espera que, a la aviación del ejército ecuatoriano, se le dé la importancia que se merece, ya que el número de personal, la cantidad de material de vuelo y la infraestructura que dispone justifica plenamente la categoría de unidad operativa a nivel brigada.

En la actualidad dispone de igual o mayor número de aeronaves que la Fuerza Aérea, para cumplir sus misiones específicas que se verán en el desarrollo del presente trabajo. En este trabajo se detalla las capacidades de la Aviación del Ejército, lo que ha hecho y lo que puede hacer, tanto en tiempo de paz como en guerra, en apoyo a las operaciones militares.

La aviación es el arma de las decisiones, en la guerra moderna, por lo tanto, se le debe dar toda la importancia en su desarrollo técnico profesional; así como la constante renovación del material y equipo de vuelo. Para la aviación del ejército, constituye un reto y un compromiso para con la patria. (Villalba, 1986, p. 6)

Como es de conocimiento la Gloriosa Aviación del Ejército nace por el sentimiento del Capitán de Infantería Colon Grijalva quien tenía el sueño de poseer una licencia habilitante de pilotaje, además de querer contar con apoyo aéreo en beneficio de la fuerza terrestre, por tal motivo nace el proyecto S.A.E, nuestros soldados realizaban largas jornadas en el patrullaje cuando tenían que trasladarse a los diferentes puntos a lo largo de la frontera ecuatoriana, generando que las operaciones militares tarden demasiado además del brutal cansancio en las tropas, es así que con los estudios realizados de factibilidad, se da la creación oficial de la Aviación del Ejército, el primer avión es el Piper Tripacer símbolo emblemático, es así que a lo largo de los años la aviación del ejército ha ido incorporando diferentes aeronaves en beneficio de la institución en tiempos de paz o en tiempos de guerra.

Tres avionetas monomotor fueron entregadas por distinguidas damas de la aristocracia guayaquileña, quienes las recibieron del exterior como donación para el país. Estas aeronaves, cuyo principal objetivo fue poner en marcha el Programa Alas para la Frontera, se fundieron en una sola esperanza.

Emprendieron la unificación de la primera unidad militar de soldados del aire, lealmente recordada como Servicio Aéreo del Ejército (SAE). De esta forma, se incorporaron las siguientes avionetas como primera dotación del SAE: Piper Tripacer, Taylor Craft y Piper PA-18-150. (Comando de Educación y Doctrina, 2011, pp. 223-224)

Es verídico y concreto que los soldados de la fuerza terrestre en conjunto con los habitantes de los lugares más alejados de la patria, miraban con profundidad una esperanza, así como el cóndor mira hacia el firmamento de lo inesperado, de ver llegar una aeronave que les de alegría y sueños en sus operaciones militares diarias.

A mitad del siglo XX, el destino de la Aviación del Ejército extendió sus plateadas alas de vuelo, formando más pilotos. El 10 de enero de 1956, por disposición del Comando General del Ejército, se inició el I Curso de Pilotaje, bajo la dirección del señor Capitán Grijalva. Siete oficiales de Infantería, Caballería y Artillería fueron elegidos para ser alumnos del mismo. Al haber culminado su período de preparación, y luego de su graduación, retornaron a sus unidades de origen, debido a la falta del material de vuelo disponible, el presupuesto para la operación y el mantenimiento de sus máquinas. (Comando de Educación y Doctrina, 2011, pp. 224-225)

En los primeros años se dieron cuenta que la mayoría del primer curso de pilotos de aviación del ejército eran de las diferentes armas de especialidad de la Fuerza Terrestre, debido a que en ese entonces no se contaba con una especialidad absoluta, por lo tanto, participaron en el curso oficiales de las armas de combate, destacando su desempeño profesional además de las pruebas de ingreso que calificaron con los mejores puntajes.

Para el efecto, el Comando del Ejército citó a los pilotos del I Curso para realizar el reentrenamiento en este tipo de aeronaves. Una vez actualizados en vuelo, por la iniciativa de estos pioneros, decidieron reunirse en un solo puño, formando una escuadra de aviones para cruzar la geografía ecuatoriana: decolar en la costa, atravesar la majestuosidad de los volcanes y montañas, para aterrizar en pistas cortas y rústicas, construidas en el verde manto de la provincia de Pastaza. (Comando de Educación y Doctrina, 2011, pp. 225)

En la actualidad es necesario contar con todos los cursos de habilitación en las diferentes aeronaves del Ejército ecuatoriano, ya que para obtener los conocimientos de mecánica y vuelo se debe tener un curso básico de la aeronave para ejecutar los trabajos de aviación del ejército, se debe tener en cuenta los diferentes procedimientos operativos normales de acuerdo al grado y pericia, pues de esta manera desde sus inicios forjen y fortalezcan sus conocimientos para que a futuro puedan manejar su sabiduría de manera excepcional en la aeronave en la que se habilitaron en la escuela de aviación.

El Servicio Aéreo del Ejército dio un paso gigantesco en 1978. Con orden de Comando Nro. 044-EBD-978, dejó de ser dependencia del Departamento Logístico del Ejército y, como Unidad Operativa, se transformó en la Aviación del Ejército Ecuatoriano. Este cambio produjo una nueva concepción en la organización, para lo cual se tomó en cuenta el empleo táctico del material y el apoyo orgánico que debe brindar a las Unidades Operativas de la Fuerza Terrestre. Con esta oportunidad, el alto mando militar asignó a la Aviación del Ejército el personal y los medios, tanto aéreos como de apoyo en tierra, necesarios para que las tareas asignadas a la nueva condición puedan cumplirse. (Comando de Educación y Doctrina, 2011, pp. 228)

Se refiere netamente al campo militar el cual está dividido en una gran organización, la cual tiene Brigadas que están a su vez se sub-dividen en batallones y estos en unidades, de tal manera se debe destacar que cuando se crea la unidad de aviación del ejército todo el aporte económico designado va en absoluto para el mantenimiento y operatividad de las aeronaves del ejército.

En el conflicto del Alto Cenepa, en 1995, la 15-BAE alcanzó un alto grado de operatividad y eficiencia combativa en todos los campos. En este sentido, se aumentó la capacidad combativa de las unidades terrestres, particularmente, en las zonas de operaciones mencionadas, donde funcionó el Ejército de Operaciones, con el apoyo del Grupo Aéreo “CÓNDOR”, y donde se cumplieron más de 5000 horas de vuelo. (Comando de Educación y Doctrina, 2011, p. 231)

Claramente aquí en lo mencionado anteriormente permitió solventar todas las dudas acerca de la creación de esta arma y la decisión de apoyo a la Fuerza Terrestre, sin desvincular la misión y visión de la Fuerza Aérea en el campo de batalla y es así que en el conflicto del Alto Cenepa se observó todo el apoyo táctico para nuestros soldados que iban al frente.

Al referirnos a la necesidad que motiva su ampliación, se han puesto en vigencia los proyectos de incremento dentro de la organización. Por lo tanto, se adquirirán tres avionetas de instrucción CESSNA -172, dos avionetas CESSNA 175, siete helicópteros C3-FENEC, con su respectivo armamento, tres helicópteros B2-ECUREUIL, dos helicópteros de transporte MI-17. De esta manera, el Ejército entrará a la era de instrumentación digital, ya que todas estas aeronaves vienen con sistemas EFIS, FMS, GNS, Movmaps, radares meteorológicos. Así, surge claramente la explicación de que la presencia de la Aviación del Ejército no pretende, de modo alguno, interferir, disminuir o alterar la misión que cumple la F. A. E., sino que tiene el objetivo de ponerse a la par y la altura de la tecnología y el armamento global, para garantizar el cumplimiento de su misión. (Comando de Educación y Doctrina, 2011, p. 232)

La implementación de las diferentes aeronaves a nuestra aviación del ejército, es muy relevante, ya que juega un papel importante y de esta forma aumenta la

capacidad en las operaciones aéreas, por lo tanto, hay mejoría en su fuselaje además de los instrumentos de cabina y de esta manera permite optimizar los diferentes equipos de navegación y comunicación, con la implementación de pantallas digitales.

**Figura 1.**

*Flota de aviones referentes de la 15 BAE "Paquisha".*



*Nota.* En la presente imagen se muestra la flota completa y operativa de aviones de la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA".

Adicionalmente haciendo énfasis a las aeronaves de ala rotatoria se tiene las siguientes que son el emblema de la aviación del ejército ecuatoriano, por sus diferentes operaciones como en la actualidad cuando realizan las diferentes funciones de relevo de destacamentos a los en la frontera, además de apoyo a la secretaria de riesgos, entre otras. Estas aeronaves se encuentran haciendo base en las ciudades de Quito, El Coca, Guayaquil, Portoviejo, para estar en puntos estratégicos y así desempeñase de manera adecuada en las diferentes operaciones aéreas emitidas.

**Figura 2**

*Flota de helicópteros pertenecientes a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha"*



*Nota.* En la presente imagen se muestra la flota completa y operativa de helicópteros de la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA".

## 2.2 Flota de aeronaves CASA CN 235

El CN-235-300M es un bi-turbohélice presurizado, de ala alta en voladizo y tren triciclo retráctil. El CN-235-300M es un avión destinado para el transporte militar en rutas de corto y medio alcance; con certificación para vuelos de día o de noche y en vuelo visual (VFR) o vuelo instrumental (IFR). El avión está propulsado por dos turbohélices CT7-9C3 fabricados por General Electric, con hélices cuatripalas de paso reverso; del modelo 14RF-37 fabricadas por Hamilton Standard. (EADS CASA, 2005, p. 1)

La aeronave CASA CN 23 M, aeronave mas adquirida por la mayoría de los ejércitos del mundo, en tal virtud, opera en el territorio ecuatoriano con vuelos visuales o por instrumentos dependiendo de la serie de la aeronave si es serie 100 o 300 M.

CN-235-300 SM01 y han sido fabricados por EADS CASA en la factoría ubicada en el aeropuerto de San Pablo (Sevilla). Es un avión extensamente probado, del que se han vendido más de 250 unidades a 35 operadores diferentes, civiles y militares, en más de 25 países. Existen versiones para transporte de pasajeros, transporte de tropas, de carga, lanzamiento de paracaidistas y de vigilancia marítima. (Álvarez & Medina, 2008, p. 24)

### Figura 3

*CN-235-300 SM01*



*Nota.* Representa al avión CASA CN 235 de fabricación EADS CASA. Adaptado de Plan Nacional de Salvamento 2006-2009(p.28) por EADS CASA, 2008, Marina Civil, I.

En la flota de la aviación del ejército se cuenta con dos versiones de aviones CASA CN 235, la primera de ellas es la versión civil cual es el CASA CN 235 100, que ha volado el territorio nacional desde el año de 1984, en vuelos logísticos, la segunda es el CASA CN 235 300 M que es la versión militar, que ha surcando los cielos de nuestro territorio desde el año de 2005, es evidente que esta aeronave es la más moderna y actual por los diferentes sistemas que posee como navegación, comunicación, sistema hidráulico, sistema de recuperación de paracaidistas ya que es un avión militar completo.

## Figura 4

Versiones del Avión CASA CN 235 100/300 Y 295 de acuerdo a sus especificaciones.



*Nota.* Representa al avión CASA CN 235 100/300 y 295 de acuerdo a sus especificaciones en sus diferentes versiones como llegaron a la Aviación del Ejército.

La flota de aeronaves tipo CASA CN 235M 100 versión civil, fue la primera en realizar las operaciones de vuelo de transporte de pasajeros entre otros para la Aviación del Ejército del Ecuador, llega al país en el año de 1985, que significaría algo muy emblemático para la aviación militar, por otra parte la segunda flota es el avión CASA CN 235 300 M que es versión militar, llega a la Aviación del Ejército en el año del 2005 para sumar a las operaciones aéreas emitidas en absoluto al apoyo de tropas. Parte del contrato con la casa fabricante EADS/CASA, las aeronaves fueron transportadas por vuelo ferry para no correr riesgos, y en Ecuador fueron bautizadas por el CC.CC.FF con los números de AEE-502 Y AEE-503 de serie y en la actualidad vuelan el todo el territorio nacional.

## Figura 5

*Aeronave CASA CN 235 300 M matrícula AEE-503 lista para decolar en el aeropuerto Amazonas.*



*Nota.* Representa al avión CASA CN 235 300 M en el aeropuerto “Amazonas” de la provincia de Pastaza lista para cumplir sus operaciones militares.

### 2.3 Aeronave CASA CN 235 M

#### 2.3.1 Descripción general

CASA CN-2354: Avión turbohélice de uso dual, orientado al transporte táctico y patrulla marítima -debido a su fracaso como avión de transporte civil- desarrollado conjuntamente por CASA en España e IPTN en Indonesia. EL CN-235 es un carguero bimotor de ala alta que ocupa el segmento entre cargueros ligeros como el CASA C212 y medios como el Transall C-160. En el transporte militar estándar, está destinado a misiones de transporte de corto y medio alcance, tanto de soldados como de cargas. Uno de los objetivos del CN-235 es el poder operar a baja altitud con eficacia para disminuir en lo posible su vulnerabilidad. El C-295 es un desarrollo del CN-235. Su designación como CN-235 sigue el esquema de los aviones diseñados por CASA. (Márquez, 2014, p. 6)

### 2.3.2 Datos principales

Por lo general la aeronave CASA CN 235 100/300 M, avión turbohélice de la Aviación del Ejército Ecuatoriano, posee los diferentes datos principales emitidos por la casa fabricante EADS/CASA en su construcción y diseño además de las comprobaciones realizadas antes de su venta a los ejércitos de la región.

**Figura 6**

*Características del Avión CASA CN 235 300 M.*



*Nota.* Representa las características principales del avión CASA CN 235 300 M, versión militar propio de la 15 BAE "PAQUISHA". Adaptado del Manual de Operaciones Julio 2005(p.2) por EADS/CASA, 2005, Descripción de Sistemas, I.

## 2.4 Líquido hidráulico para la aeronave CASA CN 235 M

Los distintos tipos de líquidos hidráulicos poseen un tinte especial con fines de identificación. Según su origen se clasifican en: líquidos hidráulicos de origen vegetal, líquidos hidráulicos de origen mineral y líquidos hidráulicos sintéticos. No debe existir mezcla de líquidos hidráulicos en un sistema y de igual manera no debe agregarse otro líquido que no esté especificado en la información técnica de la aeronave debido a que muchos componentes se encuentran en contacto directo, como lo son sellos y juntas del sistema. Esto pueden deteriorar los componentes por ataques químicos provocados el propio fluido. El resultado puede provocar un fallo de los componentes que aseguran la estanqueidad. (Chavolla, Nava, & Rodríguez, 2009, p. 36)

Adicional a esto, cabe mencionar que los códigos de color en el aceite hidráulico, cuando son líneas de planta no tienen color, o a la vez se pueden visualizar de diferentes formas un tono azul bajo o azulado. Por otra parte, los que son de origen mineral poseen color de tono rojo y los que son de fuente sintética se visualiza ámbar o verde y es así que el fluido hidráulico que utiliza habitualmente la aviación en general es de origen mineral, ya que se aplica para el servicio de las cámaras de freno, entre otros.

Según menciona Chavolla, Nava y Rodríguez (2009) que “ Las siglas MIL indican que es una especificación militar y la H intermedia hace referencia a su empleo hidráulico. El campo operacional de este líquido es de -54°C a 135°C. Este líquido se obtiene de la refinación del petróleo” (p. 36).

De esta manera se reitera que el fluido hidráulico de especificación MILH-5606 que utiliza la aeronave CASA CN 235 100/300M viene dado como se lo describió anteriormente en sus siglas y lo demás. En relación del fluido hidráulico no interviene en la discontinuidad de los cojinetes y componentes del sistema.

Se dice que el líquido hidráulico es inhibidor de la corrosión. Después de 72 horas a 135°C, las piezas de acero, aluminio, magnesio o de acero cadminizado no sufren ninguna variación de peso (por corrosión) superior a 0,2 miligramos por centímetro cuadrado de superficie. (Chavolla, Nava, y Rodríguez, 2009, p. 36)

Es notorio que, en la fricción de las piezas, el fluido hidráulico descrito juega un papel significativo en la aeronave, en este caso el avión CASA CN 235M 100/300M que en el sistema hidráulico es de uso importante en lo que corresponde a rampa, tren, entre otros, sin olvidar los chequeos operacionales del sistema y servicio, para que así desempeñe una excelente aeronavegabilidad al momento que apliquen los consumidores de hidráulico en el sistema en vuelo y tierra.

## **2.5 Sistema hidráulico de la aeronave CASA CN 235 100/300 M**

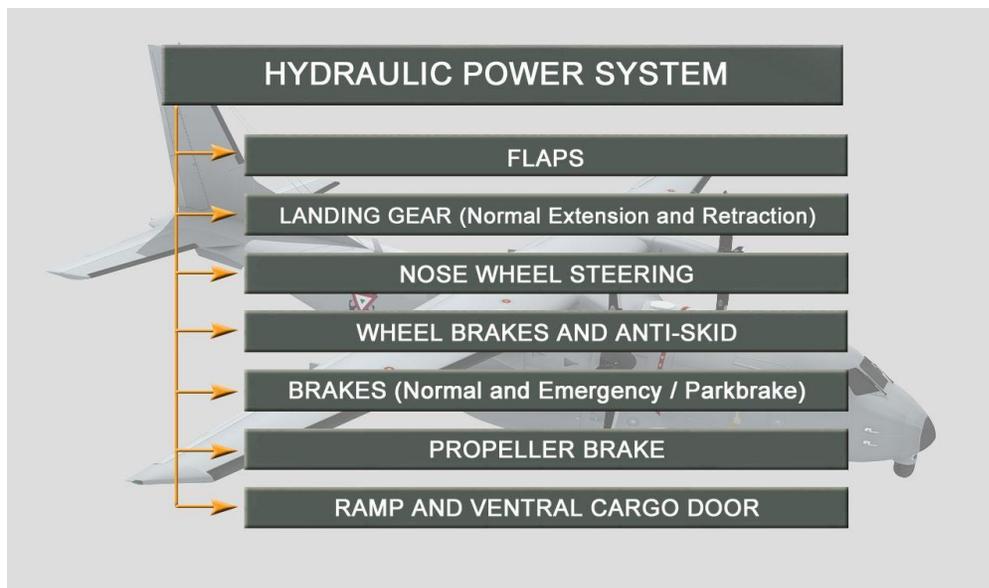
El sistema de energía hidráulica, funcionando en condiciones normales, proporciona, almacena y presuriza fluido hidráulico a la presión necesaria para hacer funcionar los subsistemas hidráulicos. El sistema proporciona 3,000 psi, cuando funciona con normalidad, a los subsistemas para todas las alturas y temperaturas para las que se requiere que el sistema funcione.

Los subsistemas son los siguientes:

- Flaps
- Tren de aterrizaje (extensión normal y retracción)
- Dirección de la rueda delantera
- Frenos
- Frenos de emergencia y estacionamiento
- Freno de hélice
- Rampa trasera (Airbus Military, 2012, p. 5)

## Figura 7

### Consumidores del Sistema Hidráulico



*Nota.* Representa los principales Consumidores del Sistema Hidráulico del avión CASA CN 235 300 M, versión militar propio de la 15 BAE "PAQUISHA". Adaptado del Manual de Instrucción Marzo 2012(p.6) por Airbus Military, 2012, 29 Potencia Hidráulica, I.

#### 2.5.1 Sistema de flaps

El sistema de flaps está constituido de dos flaps interiores y dos flaps exteriores que se sacuden por actuadores y señaladamente por ejes de transmisión que van a ser accionados por una unidad motriz hidráulica.

#### 2.5.2 Tren de aterrizaje

En el tren de aterrizaje de la aeronave CASA es tipo triciclo que se acciona hidráulicamente, por lo tanto, es un sistema de extensión de emergencia actuado mecánicamente.

#### 2.5.3 Dirección de rueda de morro

Cabe mencionar cuando se encuentra en rodaje el avión en tierra, se da mediante el sistema de dirección de la rueda de morro actuado hidráulicamente.

#### **2.5.4 Frenado (ruedas)**

Cuando se frena la aeronave se aplica presión hidráulica a los frenos de las cuatro ruedas principales, por lo que está equipado con un sistema anti-skid, que en todas formas y condiciones se aplica presión del hidráulico.

#### **2.5.5 Frenos de emergencia y aparcamiento**

El freno de emergencia y aparcamiento se opera con la presión hidráulica acumulada en un acumulador presurizado con nitrógeno, notablemente cuando se opera se aplica a todas las cuatro ruedas presión.

#### **2.5.6 Freno (hélice)**

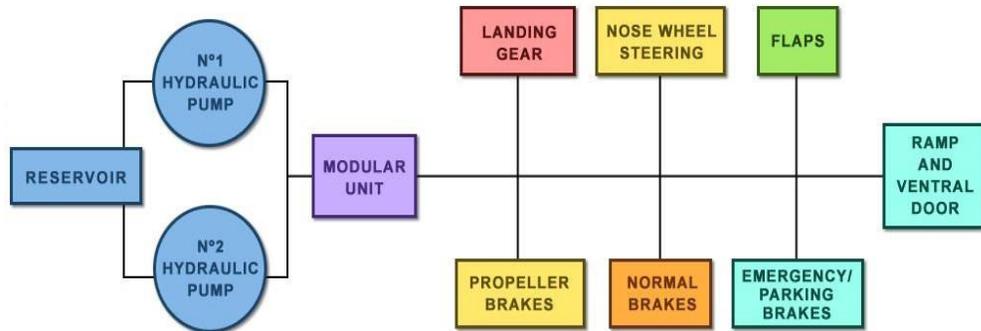
El grupo motopropulsor, consta de un freno de hélice hidráulico que permite que gire el motor sin que la hélice gire.

#### **2.5.7 Compuertas de carga - sistema hidráulico**

La rampa y el portalón de carga se abren y se cierran por medio de martinetes, recordar que la rampa tiene bloqueos que son actuados hidráulicamente.

#### **2.5.8 Sistema hidráulico principal**

Consta de todos los componentes necesarios para suministrar energía hidráulica, y proporcionar el control y seguimiento del sistema. La presión del fluido hidráulico se consigue por medio de dos bombas hidráulicas eléctricas, trabajando en paralelo, que proporcionan a los subsistemas una presión nominal de 3,000 psi. El fluido hidráulico es distribuido a los subsistemas por la unidad modular. La unidad modular se encuentra adyacente a las dos bombas hidráulicas y el depósito dentro del espacio del tren de aterrizaje principal derecho. Los indicadores de estado y los caution /warning del sistema están localizados en la cabina. (Airbus Military, 2012, p. 6)

**Figura 8***Sistema Hidráulico Principal*

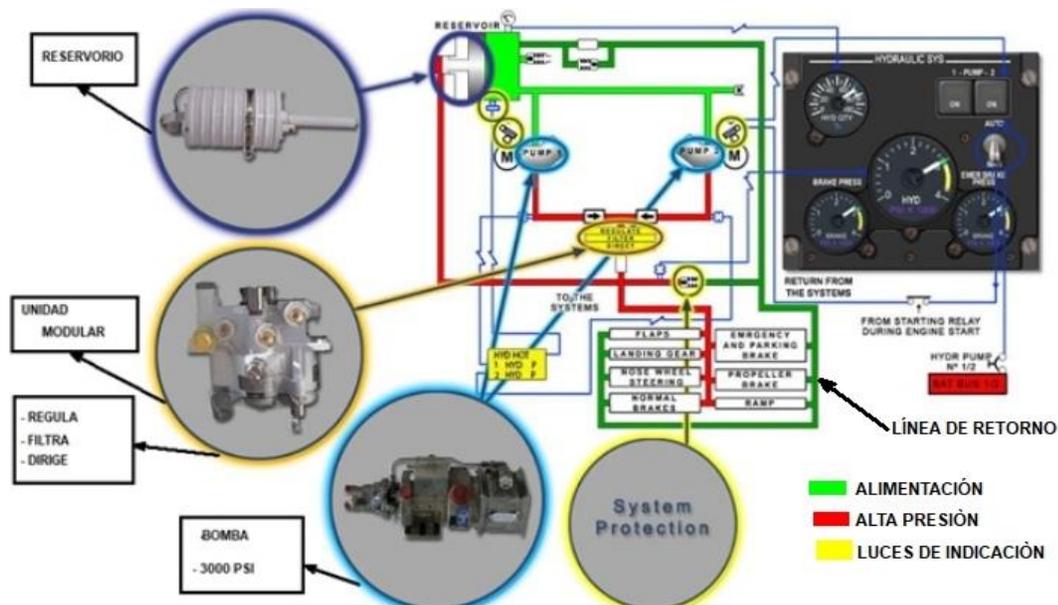
*Nota.* Representa el Sistema Hidráulico Principal del avión CASA CN 235 300 M, versión militar propio de la 15 BAE “PAQUISHA”. Adaptado del Manual de Instrucción Marzo 2012(p.7) por Airbus Military, 2012, 29 Potencia Hidráulica, I.

**2.5.9 Operación normal del sistema**

El sistema hidráulico proporciona la energía necesaria para mover varios subsistemas de actuadores hidráulicos. En condiciones normales, el sistema hidráulico requiere los siguientes componentes:

- Depósito de líquido
- Dos bombas hidráulicas
- Unidad modular
- Sistema de protección (Airbus Military, 2012, p. 15)

Recordar que, en operaciones normales, el sistema reacciona de la mejor manera, por lo tanto, hay que tener en cuenta que los diferentes componentes se encuentren en condiciones óptimas para que el sistema no fracase y así no traiga consigo complicaciones en los respectivos consumidores.

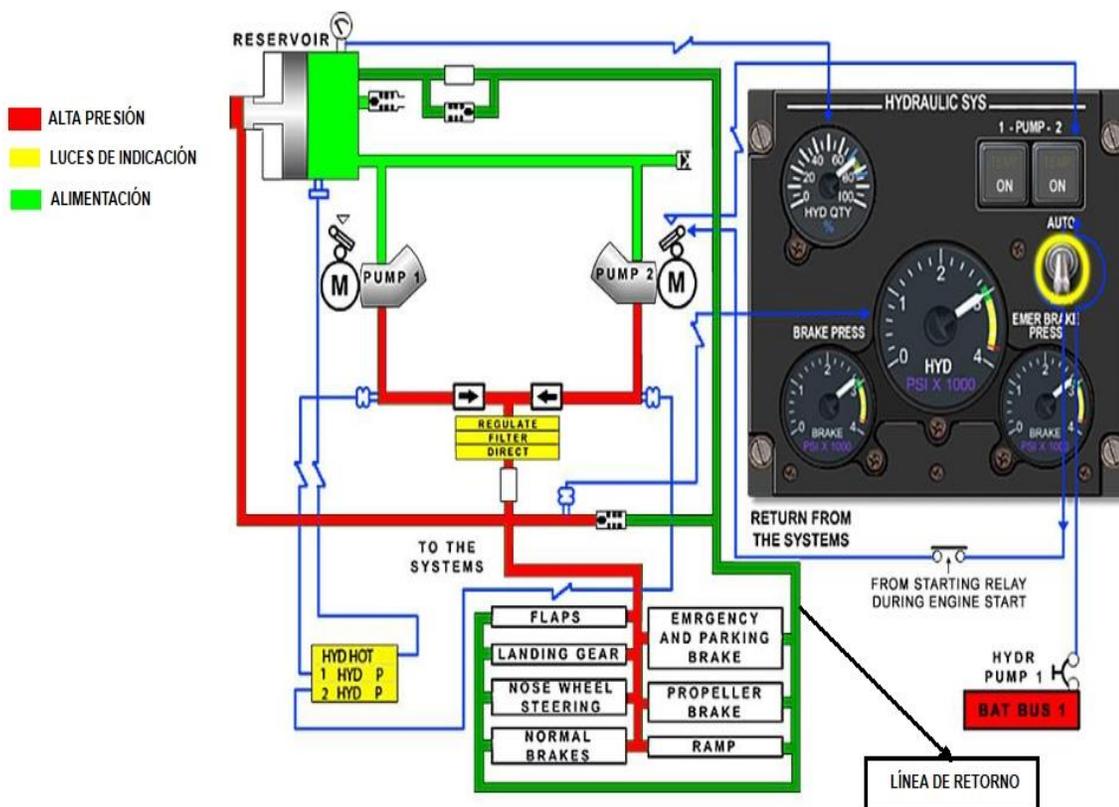
**Figura 9***Operación Normal del Sistema Hidráulico*

*Nota.* Representa la Operación Normal del Sistema Hidráulico del avión CASA CN 235 300 M, versión militar propio de la 15 BAE "PAQUISHA". Adaptado del Manual de Instrucción Marzo 2012(p.15) por Airbus Military, 2012, 29 Potencia Hidráulica, I.

**2.5.10 Operación normal**

Hay dos métodos para energizar el sistema hidráulico: Seleccionando la opción AUTO con el switch AUTO/MAN localizado en el Hydraulic Systems Control Panel. Las bombas funcionarán automáticamente para las condiciones de vuelo dadas. Seleccionando la opción MAN con el switch AUTO/MAN y seleccionando una bomba con el botón PUMP.

Cuando se activan las bombas, el fluido hidráulico es extraído desde el depósito por medio de las líneas de succión. Las bombas presurizan el fluido a un máximo de 3000 psi. Entonces el fluido es bombeado hasta la unidad modular, el cual lo distribuye hasta varios subsistemas hidráulicos. (Airbus Military, 2012, p. 16)

**Figura 10***Operación Normal*

*Nota.* Representa la Operación Normal del Sistema Hidráulico del avión CASA CN 235 300 M, versión militar propio de la 15 BAE "PAQUISHA". Adaptado del Manual de Instrucción Marzo 2012(p.16) por Airbus Military, 2012, 29 Potencia Hidráulica, I.

### 2.5.11 Fluido de retorno

El fluido que retorna desde los subsistemas fluye hasta el depósito a través del filtro de la línea de retorno. Una parte de fluido que es succionado por la bomba es usado para lubricar y refrigerar el interior de la bomba, y es devuelto al tanque, a través de los refrigeradores de la bomba, dos válvulas de comprobación, y un filtro, y luego entra en el flujo de retorno. (Airbus Military, 2012, p.17)

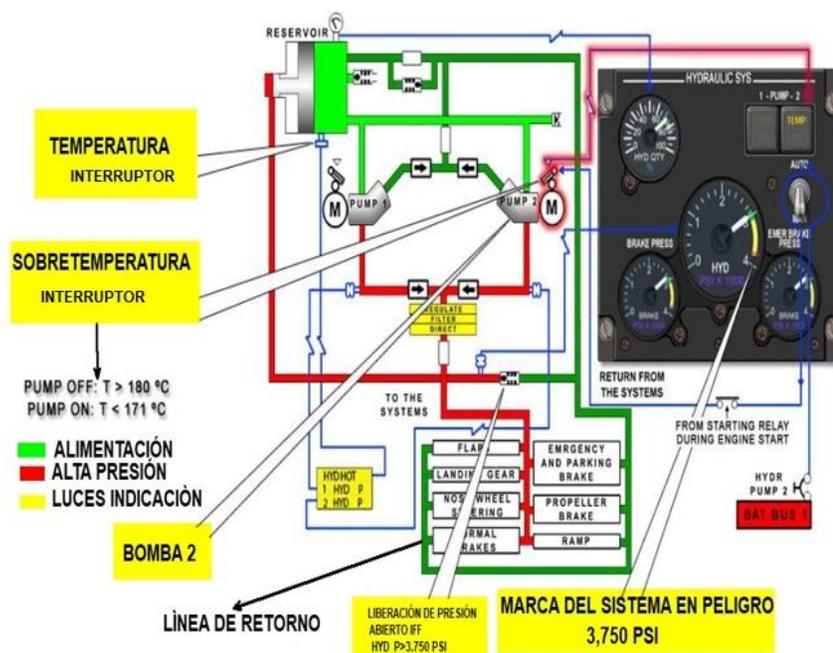


una marca roja en el indicador de presión. El depósito tiene también un sensor de temperatura para detectar una sobretemperatura en el fluido hidráulico. Si hay una condición de sobretemperatura en el fluido hidráulico, el aviso HYD HOT se iluminará en el panel IEDS (cuando  $T > 100 \pm 5^\circ\text{C}$ ). Dentro del motor eléctrico de la bomba hay un termostato para detectar un sobrecalentamiento del motor. También, la bomba se desconectará automáticamente y la luz blanca ON se apagará. Una vez que la condición de sobretemperatura ha pasado, la bomba se reiniciará y comenzará a funcionar. (Airbus Military, 2012, p.18)

Se indica que en situaciones de protección, el sistema acciona de manera adecuada como se puede verificar en la siguiente figura ya sea con las válvulas de alivio de presión entre otros.

**Figura 12**

*Sistema de Protección del Sistema Hidráulico*



*Nota.* Representa el Sistema de Protección del Sistema Hidráulico del avión CASA CN 235 300 M, versión militar propio de la 15 BAE "PAQUISHA". Adaptado del Manual de Instrucción Marzo 2012(p.19) por Airbus Military, 2012, 29 Potencia Hidráulica, I.

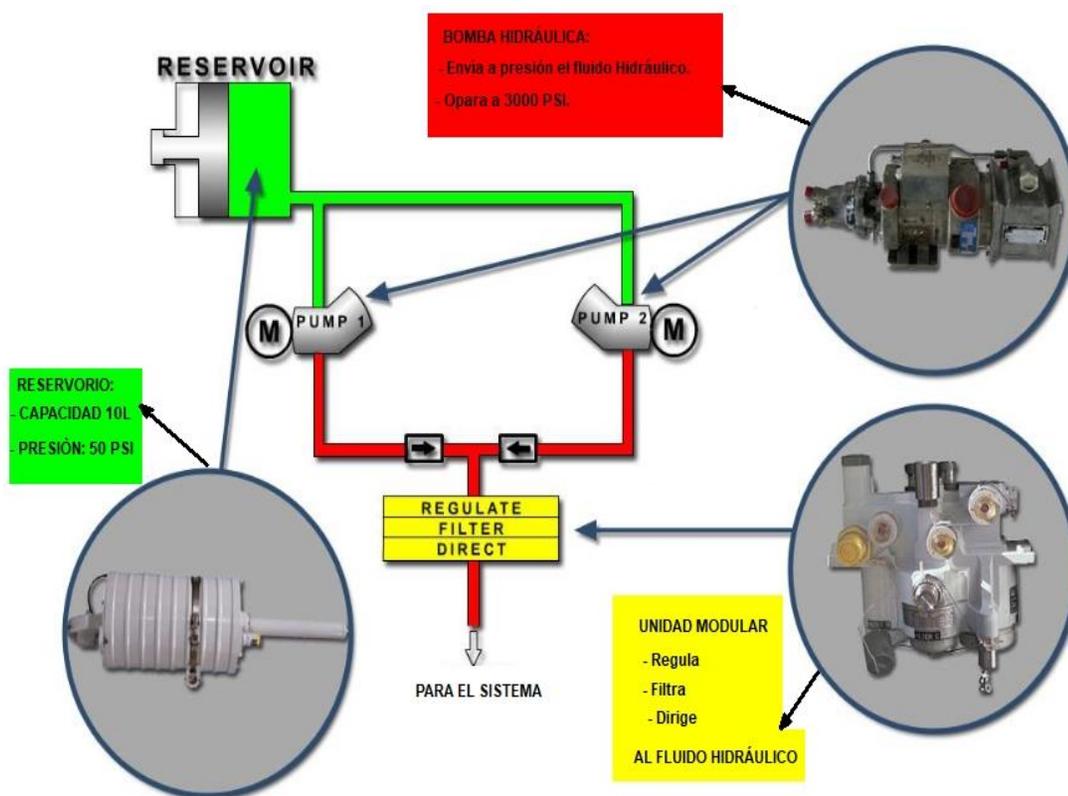
### 2.5.13 Componentes

El sistema hidráulico está formado por todos los componentes necesarios para proporcionar energía a los subsistemas con funciones hidráulicas. Suficiente energía hidráulica estará disponible para las todas las condiciones normales de funcionamiento del avión. El sistema consta de dos bombas hidráulicas, depósito de líquido y una unidad modular. (Airbus Military, 2012, p.7)

A continuación, se puede verificar los componentes del sistema hidráulico, como el reservorio, la bomba entre otros en la siguiente figura.

**Figura 13**

*Componentes del Sistema Hidráulico*



*Nota.* Representa los Componentes del Sistema Hidráulico del avión CASA CN 235 300 M, versión militar propio de la 15 BAE "PAQUISHA". Adaptado del Manual de Instrucción Marzo 2012(p.9) por Airbus Military, 2012, 29 Potencia Hidráulica, I.

## **2.6 Limitaciones del fluido hidráulico en la aeronave CASA CN 235 M**

El sistema funciona con fluido hidráulico del tipo MIL-PRF-83282D o con cualquier otro fluido compatible con MIL-H-5606G. La mezcla de estos dos fluidos está permitida y el sistema está diseñado para trabajar bajo las siguientes temperaturas mínimas y máximas ambientales y del fluido dependiendo de la ubicación del avión:

- Capacidad mínima de arranque en frío (fluido y ambiente): -54°C (-65°F).
- Temperatura normal de funcionamiento: -40°C a 100°C (-40°F a 212°F).
- Rango de temperatura del fluido: -54°C a 135°C (MIL-H- 5606G).
- Rango de temperatura del fluido: -40°C a 205°C (MIL-PRF- 83282D).
- El límite inferior se reduce a -40°C (-40°F).
- Cuando se usa MIL-PRF-83282D o una mezcla de ambos fluidos.

Es posible desplegar el tren de aterrizaje delantero y los flaps para aterrizar y para operaciones de carga a una temperatura ambiental mínima de -54°C (-65°F). (Airbus Military, 2012, pp. 19-20)

Se encuentra detallado en el anexo A.

### **2.6.1 Limitaciones en el sistema**

Todos los componentes han sido cualificados para las condiciones ambientales acordes a RTCA/DO-160C ("Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment") excepto que se especifique con otro estándar (por ejemplo, MIL-STD-810 para niveles de vibración) y otros cambios especificados en una especificación de un equipo concreto. El equipo ha sido cualificado con las pruebas MIL-H-5440 y MIL-H-8775 y los requisitos de presión de ruptura. Durante el despegue y go-around, ambas bombas hidráulicas deben estar encendidas. (Airbus Military, 2012, pp. 20)

## 2.7 Tipos

**Tabla 1**

*Líquido Hidráulico usado en el sistema del Avión CASA CN 235 100/300M*

	<b>Densidad a 20°C</b>	<b>Viscosidad a 40°C</b>
BP Aero Hydraulic 1B	0,868 kg/l	14
Aviation Hydraulic Oil 20B-H515	0,882 kg/l	14,2
Aviation Invarol FJ13	0,86 kg/l	13,7
Aeroshell Fluid 41	0,874 kg/l	15,68

*Nota.* Esta tabla muestra los diferentes fluidos hidráulicos usado en la aeronave CASA CN 235 100/300 M, con sus diferentes características. Adaptado del Manual de Operaciones Julio 2005(p.2) por EADS/CASA, 2005, Descripción de Sistemas, I.

En la aeronave CASA CN 235 100/300 M, los tipos de fluido hidráulico más usados se detallan a continuación en la siguiente tabla, además de indicar los usos más confiables, su densidad, su viscosidad, todo ello para obtener una extensa comprensión al momento de seleccionar el más óptimo de la aeronave y de esta forma el funcionamiento del mismo no se vea afectado. Es importante indicar que el aceite hidráulico 5606, es un compuesto de aceite mineral con un fuerte sistema de aditivos que genera una gran fluidez a baja temperatura, protección contra el deterioro, defensa ante la oxidación y corrosión, además de confiabilidad al cizallamiento. El aceite hidráulico 5606 está compuesto por un agente pasivo y tiene óptimas propiedades antiespumantes, lo que lo convierte en apropiado para varias aplicaciones hidráulicas industriales generales.

### **2.7.1 Características del fluido hidráulico de aviación MIL-H-5606G**

Tienen excelente resistencia a la oxidación y sobresalientes propiedades a bajas temperaturas, lo cual permite su uso en un amplio rango de temperaturas.

Proporcionan una excelente protección contra el desgaste en bombas y motores hidráulicos, protegen los componentes de los sistemas hidráulicos contra la herrumbre y la corrosión y son resistentes a la formación de espuma excesiva que pudiera causar una respuesta pobre o lenta del sistema hidráulico. Satisface los requerimientos de limpieza para aceites hidráulicos “Súper Limpios” que se usan en los sistemas hidráulicos de las aeronaves modernas. Se recomienda para sistemas hidráulicos que no requieren aceites “Súper Limpios”. Ambos fluidos son de color rojo para fines de identificación y de detección de fugas. Son recomendados para sistemas no-presurizados operando entre -54°C y 90°C (-65°F a 194°F) y en sistemas presurizados trabajando entre -54°C y 135°C (-65°F a 275°F) a presiones de hasta 3,000 psi. (Phillips 66 Company, 2016, p. 1)

Como lo indica el anexo B.

Cumple los requerimientos de:

- Índice de viscosidad muy alto
- Permite su uso en un amplio rango de temperaturas
- Sobresalientes propiedades a bajas temperaturas
- Excelente protección contra el desgaste
- Resiste la formación de depósitos
- Protege contra la herrumbre y la corrosión
- Buena resistencia a la formación de espuma
- No contiene el zinc u otros metales pesados. (Phillips 66 Company, 2016, p. 2)

## 2.8 Manual de mantenimiento

Contiene los requisitos mínimos iniciales de mantenimiento para el avión CN-235. El programa se basa en un valor de utilización nominal de 500 horas de vuelo al año. El Programa incluido en el Documento MRBM es aplicable a los nuevos operadores, pudiendo modificarse con arreglo a la experiencia de cada operador. El presente Documento MRBM enuncia las tareas mínimas iniciales para un Programa de Mantenimiento para el avión CN-235. Se pretende que cada operador pueda desarrollar un Programa de Mantenimiento completo, dentro del marco de los requisitos de la presente publicación adaptado a sus necesidades operacionales. No se requiere una forma específica de Programa de Mantenimiento. Este Documento MRBM constituye una orientación para el operador en la preparación de su Programa de Mantenimiento original. Los requisitos contenidos en este MRBM del avión CN-235 se han desarrollado bajo las directrices ATA. El Programa de Mantenimiento del operador contendrá los detalles y responsabilidades correspondientes a la cumplimentación del mantenimiento exigido por el Documento MRBM. La realización de las tareas deberá hacerse conforme con el Manual editado para el avión CN-235. Siempre que se lleven a efecto tareas de mantenimiento, deberá comprobarse visualmente el estado general de la estructura y los sistemas de la zona afectada como último punto, antes de retirarse de la zona. Siempre que se realice una tarea de mantenimiento cualquiera, tal como la inspección de un cable o de una zona o la estructura, deberá realizarse una inspección del área adyacente. En el presente Documento, los términos "comprobación" e "inspección", no implican un nivel de pericia o especialización para la cumplimentación de la tarea. (Junta de revisión de mantenimiento militar, 2005, p. 33)

### 2.8.1 Tipos de mantenimiento

Todas las frecuencias de las tareas con excepción de las afectadas por las limitaciones de aeronavegabilidad, se especifican en horas de vuelo, tiempo en servicio, ciclos (aterrizajes) o tiempo calendario, podrán cambiarse de unidad para su inclusión en el Programa de Mantenimiento del operador, para reflejar la frecuencia de cumplimentación utilizada en este programa siempre que tal conversión no tenga como resultado que se excedan los valores especificados.

El Programa de Mantenimiento del avión CN-235 de este MRBM incluye los trabajos de mantenimiento en los Sistemas del avión, Propulsor, Célula y Zonas, consecuencia del análisis MSG-3 los cuales se detallan en las secciones correspondientes de este MRBM. Estos trabajos o tareas deberán realizarse a intervalos determinados de horas de vuelo (FH), ciclos de vuelo (aterrizajes) (F) o tiempo calendario. (Junta de revisión de mantenimiento militar, 2005, p. 34)

Para facilitar los mantenimientos de la aeronave CASA CN-235, todas las tareas se han asociado en revisiones, desarrolladas en intervalos que se deben repetirse en los mantenimientos, a continuación, se define cada revisión e intervalo.

#### Figura 14

*Revisiones e Intervalos de Mantenimiento de la Aeronave CASA CN 235 M 100/300*

REVISION	INTERVALO
Servicio (S)	Cada 72 horas de tiempo transcurrido
Periódica "A"	Cada 300 horas de vuelo ó 9 meses, lo que antes ocurra
Periódica "C"	Cada 2400 horas de vuelo ó 54 meses, lo que antes ocurra

*Nota.* Representa las Revisiones e Intervalos de Mantenimiento del avión CASA CN 235 300 M, versión militar propio de la 15 BAE "PAQUISHA". Adaptado del Documento de la Junta de Revisión de Mantenimiento Abril 2005(p.A.I.3) por CASA/EADS, 2005, MRB, I.

### **2.8.2 Inspección**

A realizar cada 72 horas de tiempo transcurrido.

### **2.8.3 Revisiones periódicas**

Las tareas de inspección "A", deberán repetirse a intervalos de 300 horas de vuelo ó 9 meses, lo que antes ocurra. Algunas tareas pueden figurar con valores múltiplos de "A" (2A, 3A, etc.). Las tareas de inspección "C" se repetirán, asimismo a intervalos de 2400 horas de vuelo ó 54 meses, lo que antes ocurra. Algunas tareas pueden figurar con valores múltiplos de "C" (2C, 3C, etc.). Los límites de operación y almacenamiento de componentes se han establecido en horas de vuelo, ciclos, etc., en forma acumulativa e individual. Esto implica que cada Operador deberá desarrollar su propio control de tiempos. Una revisión de intervalo mayor, no incluye otra de intervalo menor. Un Operador podrá incluir en las revisiones "A" o "C" tareas no incluidas en ellas siempre que no se exceda el intervalo correspondiente a cada una de éstas. Cualquier tarea se realizará a los intervalos establecidos o antes de cumplirse tales intervalos. Además de las Revisiones mencionadas, pueden surgir otras nuevas que se expresarían en tiempo calendario, ciclos de vuelo (aterizajes) (F), horas de vuelo (FH) o inspecciones ocasionales. (Junta de revisión de mantenimiento militar, 2005, p. 35)

### **2.8.4 Revisiones temporales**

Las modificaciones que pueden presentarse por alguna circunstancia y/o adversidad serán, en el caso de tratarse de modificaciones de carácter inmediato, introducidas directamente por CASA, mediante el establecimiento de revisiones temporales del documento, visualizado en color amarillo.

### **2.8.5 Revisiones permanentes**

Cuando se requiere modificaciones no urgentes en la aeronave, en este documento MRB se incorporan, con una revisión permanente en el documento, además estarán las modificaciones de las revisiones temporales anteriores ya publicadas y necesitarán la aprobación de la Junta de Revisión de Mantenimiento.

Revisiones mayores son las originadas por cambios importantes en los requisitos, como pudieran ser los introducidos por nuevos motores, nuevas versiones, etc. Las revisiones menores corresponden normalmente, a requisitos adicionales de modificación particular, aclaraciones generales y mejoras. Las revisiones podrán originarse a iniciativa de:

- Los Operadores actuales y futuros del CN-235.
- El Constructor del avión. (Junta de revisión de mantenimiento militar, 2005, p. 36)

### **2.8.6 Tarea especificación**

Para tener un concepto más exacto de realizar las diferentes tareas de mantenimiento como lo especifica el capítulo 12 que se refiere a servicio de la aeronave CASA CN 235 100/300 M, se tiene que tener muy en cuenta las diferentes siglas que indica el manual de mantenimiento, para saber cómo se lo debe realizar ya que en algunas tareas solo se trate de una inspección visual, restauración mayor o a su vez limpieza, por lo tanto, hay que tener claramente que se debe realizar en las diferentes tareas como lo especifica el programa de mantenimiento de la aeronave, y de esta manera llegar al objetivo, el cual es el mantenimiento seguro y eficaz de la aeronave CASA CN 235M, de tal manera la siguiente figura detalla la especificación de las tareas de mantenimiento.

## Figura 15

*Especificación de las Tareas de Mantenimiento de la Aeronave CASA CN 235 M 100/300*

"LU"	-	LUBRICACION
"VC"	-	COMPROBACION VISUAL
"IN"	-	INSPECCION VISUAL
"OP"	-	COMPROBACION OPERACIONAL
"FC"	-	PRUEBA FUNCIONAL
"RS"	-	RESTAURACION
"CL"	-	LIMPIEZA
"DS"	-	DESMONTAJE Y SUSTITUCION (NO RETORNABLE)
"SV"	-	SERVICIO

*Nota.* Representa la Especificación de las Tareas de Mantenimiento del avión CASA CN 235 100/300 M, versión militar propio de la 15 BAE "PAQUISHA". Adaptado del Documento de la Junta de Revisión de Mantenimiento Abril 2005(p.B.I.2) por CASA/EADS, 2005, MRB, I.

## **2.9 Servicio en la aeronave CASA CN 235 M**

### **2.9.1 Despresurización de acumuladores**

Este término hace referencia a "efectuar el servicio de despresurización hidráulica de los acumuladores de los sistemas de freno normal, de emergencia y aparcamiento, y de dirección" (Airbus Military, 2016, p. 57).

### **2.9.2 Llenado del depósito hidráulico**

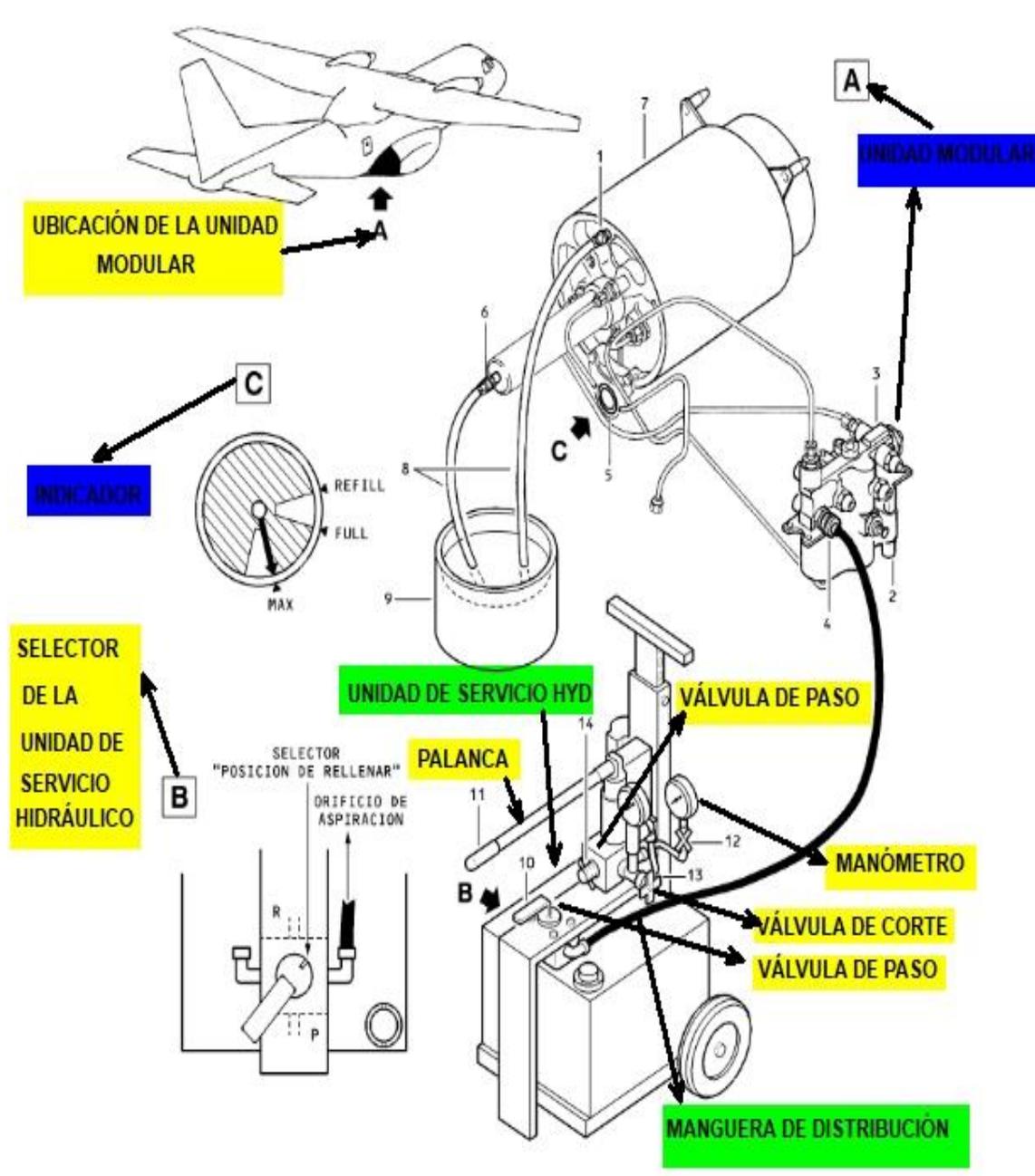
Dicho proceso indica lo siguiente "llenar el depósito de fluido hidráulico, en caso de bajo nivel o sustitución del fluido del sistema" (Airbus Military, 2016, p. 60).

### **2.9.3 Vaciado del depósito hidráulico**

Esto indica "vaciar el depósito de fluido hidráulico, en caso de desmontaje del depósito o sustitución del fluido del sistema" (Airbus Military, 2016, p. 64).

Figura 16

Servicio con la utilización de la Unidad de Servicio Hidráulico



*Nota.* Representa la Unidad de Servicio Hidráulico del avión CASA CN 235 100/300 M, versión militar propio de la 15 BAE "PAQUISHA". Adaptado del Manual de Mantenimiento Abril 2015(p.306) por CASA/EADS, 2015, AMM, I.

## Capítulo III

### 3. Desarrollo del Tema

#### 3.1 Antecedentes

Es de vital importancia que en el mantenimiento de las diferentes aeronaves cuente con todos los recursos necesarios para realizarlo, primeramente, documentación aeronáutica optima, en ello los manuales emitidos por el fabricante, sin olvidar los equipos necesarios con herramientas calibradas y óptimas para su uso, de esta manera se tiene un proceso adecuado al momento de realizar las tareas de mantenimiento.

En la rehabilitación de la unidad de servicio hidráulico de la aeronave CASA CN-235 M 100/300, los mantenimientos e inspecciones se darán de manera efectiva, adecuada y de forma positiva, con los diferentes procedimientos como lo estipula la 15 BAE "Paquisha".

#### 3.2 Servicio de la aeronave CASA CN 235 100/300 M

El servicio de vuelo del avión CN-235 debe efectuarse de conformidad con los procedimientos de este capítulo. Todos los procedimientos e instrucciones pertinentes deberán cumplimentarse estrictamente, y deberán emplearse los fluidos, gases, materiales y equipos recomendados, a menos que se especifique otra cosa. Deberán adoptarse las precauciones más rigurosas en todo momento para evitar la penetración de agua, suciedad, grasa u otros contaminantes en el avión o en sus sistemas. Todo el personal deberá usar la indumentaria y el calzado adecuados para evitar posibles daños al avión y a su acondicionamiento. (Airbus Military, 2016, p. 305)

Equipos y procedimientos para el servicio del depósito del sistema hidráulico.

Estos procedimientos son:

- Llenado del Depósito Hidráulico

- Vaciado del Depósito Hidráulico
- Despresurización de Acumuladores
- Comprobación del Nivel de Fluido Hidráulico

Capacidad del Sistema:

- Sistema, con el depósito: 20 litros (5,28 galones USA).
- Capacidad del Depósito
- Volumen máximo "MAX": 10 litros (2,65 galones USA)
- Volumen denominado "FULL" a una temperatura de 21°C, con capacidad de 8,2 litros y en galones 2,15.
- Volumen a nivel para relleno "REFILL" (a 21°C): 7 litros (1,85 galones USA).
- Especificación del Fluido MIL H 5606.

**Peligro:** Revisar netamente que los acumuladores estén libres de presión para efectuar los trabajos de mantenimiento en cualquier sistema.

**Peligro:** Verificar cuando se trabaje en el sistema hidráulico, que las bombas no estén energizadas en el sistema.

**Precaución:** Es esencial que toda el área de trabajo este muy ordenada y pulcra.

**Precaución:** Cuando se esté ejecutando la acción de llenado, es importante tomar en cuenta que debe ser los 3,3 galones por minuto. A su vez, cuando se purge el sistema, hay que poner atención a los indicadores para que no haya inconvenientes en su lectura.

### **3.3 Rehabilitación de la Unidad de Servicio Hidráulico**

En este proyecto de titulación al iniciarse se bosquejó como objetivo general menciona, dar servicio al sistema hidráulico de la aeronave CASA CN-235 M de acuerdo al manual de mantenimiento 12-12-00 y verificación del sistema de acuerdo al

documento de la Junta de Revisión de Mantenimiento 29.10.00.01, perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha".

El cual muestra el manejo de un equipo especial, diseñado prácticamente para realizar este tipo de tareas de mantenimiento con los diferentes parámetros técnicos del equipo, además de la seguridad al ejecutar la operación de las tareas de mantenimiento, como lo indica el anexo C.

Básicamente el equipo se ha deteriorado y es normal ya que llegó con la aeronave en 1985, en la actualidad al equipo le hacen falta algunos componentes para que pueda volver a la operatividad en tal razón se procedía a pedir prestado a la aviación naval, y así perjudicando la realización de las tareas de mantenimiento en el personal de técnicos de la aeronave.

Consecuentemente a esto la rehabilitación radicó en un sumario de diferentes procesos en el cual una primera parte es soldadura, recubrimiento orgánico, mantenimiento de ciertos componentes y finalizando con la implementación de ciertos componentes que ya no se encontraban en el equipo.

Posteriormente se realizó la aplicabilidad en la aeronave, adicionalmente se tiene que tener en cuenta que no se realiza alguna modificación del equipo, en tal virtud hay que darle mantenimiento y completar ciertos componentes que hacían falta para que quede en óptimas condiciones.

**Tabla 2***Detalle de materiales y componentes empleados en la rehabilitación del equipo especial*

<b>Orden</b>	<b>Materiales y Componentes</b>	<b>Precio</b>
1	Electrodos y soldadura, ballesta	10,00 \$
2	Removedor	10,00 \$
3	Fondo de relleno 1lt	15,00 \$
4	Pintura Poliuretano 1lt	15,00 \$
5	Lija de agua 380	3,00 \$
6	Cepillo puntas de acero	5,00 \$
7	Acoples, viga	50,00 \$
8	Filtro	10,00 \$
9	Manómetro de Glicerina	50,00 \$
10	Teflón	2,00 \$
11	Depósito	20,00 \$
12	Tela pañal	10,00 \$
13	Ferretería pernos ,tuercas y chavetas	10,00 \$
14	Ruedas	20,00 \$
15	Grasa Sintética	20,00\$
16	Material consumible	250,00\$
	<b>TOTAL:</b>	<b>500,00\$</b>

*Nota.* La tabla detalla los precios de los materiales y componentes.

En tal virtud se procedió a sacar el equipo, y como se observó se encontraba en condiciones no adecuadas ya que le faltaban algunos componentes, y mantenimiento del mismo.

### Figura 17

*Cemae lugar donde se procedió a sacar el equipo especial en mal estado*



*Nota.* Representa el Cemae en donde se sacó el equipo especial denominado Unidad de Servicio Hidráulico del avión CASA CN 235 100/300 M, en mal estado.

### 3.4 Lugar de trabajo y operaciones preliminares para el desmontaje

Procediendo a la rehabilitación del equipo especial denominado Unidad de Servicio Hidráulico, se tuvo acceso al taller de pinturas para realizar la rehabilitación, consecuentemente a esto se procede a realizar el desmontaje de algunos componentes que se encontraban en el mismo para su respectivo mantenimiento para que vuelva a la operatividad.

### Figura 18

*Lugar para realizar la Rehabilitación*



*Nota.* Representa el taller donde se tuvo acceso para realizar la rehabilitación, adicional el equipo especial en estado defectuoso.

Se desmontó y se dio mantenimiento a la bomba manual del equipo especial, adicional a ello se cambió los empaques y se colocó teflón en las uniones de las válvulas del equipo especial.

### **Figura 19**

*Mantenimiento de ciertos componentes del equipo especial*



*Nota.* Representa la bomba manual y el filtro del equipo especial, denominado unidad de servicio hidráulico.

Se realizó mantenimiento a las válvulas que van acopladas al filtro y a la bomba manual, si existen fugas o no en lo posterior se engraso en conjunto de las ruedas del equipo especial.

### **Figura 20**

*Mantenimiento de las válvulas y eje del equipo especial*



*Nota.* Representa la Unidad de Servicio Hidráulico del avión CASA CN 235 100/300 M, versión militar propio de la 15 BAE "PAQUISHA".

### 3.5 Recubrimiento orgánico de la estructura del equipo especial

Se compró ciertos materiales para realizar el recubrimiento orgánico, con fondo de relleno y pintura poliuretano, para que quede dure y no entre en corrosión con los años.

#### Figura 21

*Recubrimiento orgánico del equipo especial*



*Nota.* Representa los materiales a utilizar en la realización del recubrimiento orgánico del equipo especial.

Se realizó el recubrimiento orgánico de la estructura del equipo especial para que quede en óptimas condiciones y que no caiga corrosión al pasar los años en la utilización del mismo.

#### Figura 22

*Recubrimiento orgánico a la estructura del equipo especial*



*Nota.* Representa el recubrimiento orgánico con fondo de relleno y pintura color azul poliuretano.

### 3.6 Ensamble del equipo especial

Se armó el equipo especial siguiendo todas las medidas necesarias, además se colocó nuevas tuercas, siguiendo un correcto ajuste sin sobrepasar los límites establecidos.

#### Figura 23

*Armado del Equipo Especial*



*Nota.* Representa la colocación de las tuercas y pernos de la bomba manual en el equipo especial.

Se instaló las válvulas en el equipo especial, además se colocó la bomba manual y el filtro posterior a su mantenimiento, cabe mencionar que en las uniones de las válvulas se colocó teflón para que en la comprobación no existan fugas en las uniones.

#### Figura 24

*Colocación de los elementos restantes del equipo especial*



*Nota.* Representa la colocación de las válvulas en la bomba manual y colocación del filtro.

Se colocó una tuerca castilla para la fijación del filtro en el equipo, además se dio mantenimiento a las ruedas engrasándolas y en lo posterior se instaló en el equipo especial utilizando las herramientas adecuadas.

### **Figura 25**

*Colocación del filtro y ruedas del equipo especial*



*Nota.* Representa la colocación del filtro de la bomba manual y la colocación de las ruedas en el equipo especial.

Para la fijación de los componentes como se mencionó anteriormente, se procedió a emplear herramientas adecuadas y se puede observar como ya dio forma antes de llegar a su fase final de armado en el equipo especial.

### **Figura 26**

*Fijación de los componentes restantes a la estructura del equipo especial*



*Nota.* Representa la fijación de los componentes y par de apriete a la estructura del equipo especial.

Se colocó un manómetro de glicerina para medir la presión en PSI, además se instaló nuevos adaptadores 1981H000 para mandar presión de hidráulico y el adaptador 1982H000 para succión de hidráulico si existiese demasiado en la unidad modular.

### **Figura 27**

*Manómetro de glicerina y adaptadores de suministro y succión*



*Nota.* Representa la colocación del manómetro de glicerina y los adaptadores de presión y succión de hidráulico en el equipo especial.

Consecuentemente con la instalación de los diferentes componentes en el equipo especial se verificó si existían fugas en las válvulas para en lo posterior proceder a la aplicabilidad con la tolerancia establecida en las dos tareas antes mencionadas.

### Figura 28

*Componentes ya en el equipo especial del avión CASA CN 235 100/300 M*



*Nota.* Representa el manómetro y los adaptadores listos para su aplicabilidad en el sistema.

### 3.7 Presentación de la unidad de servicio hidráulico del avión CASA CN 235 100/300 M

Para su respectiva presentación se procedió a la colocación de un depósito similar al anterior con las mismas características para que no complique en su desempeño, además se llenó con fluido hidráulico MILH-5606 el depósito del equipo especial.

### Figura 29

*Presentación de la Unidad de Servicio Hidráulico del avión CASA CN 235 100/300 M*



*Nota.* Representa la presentación de la unidad de servicio ya rehabilitada lista para su aplicabilidad en la aeronave CASA CN 235 100/300 M.

### **3.8 Aplicabilidad del equipo especial (Unidad de Servicio Hidráulico)**

#### ***Servicio de llenado de Hidráulico en referencia al manual de mantenimiento***

##### ***cap.12-12-00, pág. 305***

Se hizo referencia de acuerdo al manual de mantenimiento capítulo 12-12-00, pág. 305, se cercioró de que el sistema eléctrico de las motobombas hidráulicas esté desenergizado antes de efectuar operaciones de mantenimiento en el sistema hidráulico. Durante el servicio del sistema hidráulico se realizó una limpieza escrupulosa. No se conectó las bombas hidráulicas del avión, debido a que estando conectada la manguera de la unidad de carga a la conexión aspiración, se evita así que el depósito drene en el recipiente de la unidad de carga. En las operaciones preliminares, se colocó los avisos de peligro, indicando al personal que se están realizando trabajos de mantenimiento. Se abrió el panel de acceso para obtener acceso a la unidad modular anterior. Se cercioró de que la rampa y el portalón estén perfectamente cerrados, y de que el tren de aterrizaje esté completamente extendido. Se efectuó el procedimiento de despresurización de acumuladores.

#### **Figura 30**

*Servicio de llenado de hidráulico de la aeronave CASA CN 235 100/300 M*



*Nota.* Representa la indicación de no operara las bombas en cabina y la despresurización de los acumuladores del sistema de la aeronave CASA CN 235 100/300 M.

Como lo indica el anexo D, el servicio de completamiento de fluido hidráulico y comprobación en la cabina de pilotos se manifiesta de la siguiente manera, ver anexo E. Se despresurizó los acumuladores y quitar las tapas protectoras de las conexiones de aspiración de la Unidad Modular y conectar las mangueras de suministro de la unidad de carga. En la unidad de carga, se colocó la palanca selectora en la posición "REFILL", además se abrió las válvulas de cierre. Se colocó el acople de suministro en la unidad modular, se operó la bomba manual de la unidad de servicio hidráulico y se aplicó lentamente una presión de aproximadamente 25-30 psi en la conexión de aspiración.

### **Figura 31**

*Palanca selectora en la posición "REFILL"*



*Nota.* Representa la colocación de la palanca en la posición "refill" y la colocación del acople de suministro en la unidad modular de la aeronave CASA CN 235 100/300 M.

Se dejó que el líquido hidráulico caiga en el recipiente de drenaje hasta que salga sin aire. Se aplicó presión hasta que el indicador del depósito marque "FULL". En la unidad de carga, se colocó la palanca selectora en la posición central, se cerró la válvula de seguridad y las válvulas de cierre. Se desconectó la conexión de

abastecimiento de hidráulico situada en la Unidad Modular, la manguera de la unidad de carga y colocar la tapa protectora. Se conectó la GPU o el circuito de baterías del avión, energizar la aeronave. Se recordó que antes de operar el sistema, se cercioró de que la indicación de cantidad de líquido hidráulico está dentro de la banda verde, al igual que el indicador HYD QTY de cabina de pilotos marca 82%. Se recordó que cuando el depósito se encuentra en FULL o REFILL, la tolerancia de indicación del indicador de cantidad de fluido (en la cabina de pilotos) es de +/-1 % aproximadamente. En las operaciones finales, se desconectó la GPU o las baterías del avión. Se quitó los acoples, en conjunto con el recipiente de drenaje, se cerró el panel de acceso, se retiró los avisos de peligro y todas las herramientas y equipos de la zona de trabajo, adicionalmente se dejó el área de trabajo pulcra.

### Figura 32

#### *Servicio de Completamiento del Fluido Hidráulico*



*Nota.* Representa el completamiento de fluido hidráulico en la Unidad Modular y el rendimiento del equipo especial de la aeronave CASA CN 235 100/300 M.

### **3.9 Prueba de fuga de hidráulico en la cámara de freno de acuerdo al manual de mantenimiento de componentes cap. 32-41-71, pág. 104**

De acuerdo al manual de mantenimiento de componentes cap. 32-41-71, pág. 104, se aplicó una presión de 1900 psi (129 bar) y mantenerla durante 5 minutos, se

observó que la cámara de frenos no tenga fugas externas, además, no se permitió fugas o caídas de presión en el manómetro. Se estableció la presión a 0,34 bar (5 psi), durante 15 minutos, se vigiló que no haya fugas externas en la cámara de freno. No se permiten fugas y no se permite una caída de presión en el manómetro no está permitida. Ver anexo F. Se finalizó los ensayos, primeramente, se disminuyó (a cero) la presión de suministro y desconectó de la Unidad de Servicio Hidráulico del equipo de prueba.

### **Figura 33**

*Prueba de Fugas de Hidráulico en la Cámara de freno*



*Nota.* Representa prueba de fugas de hidráulico en la cámara de freno aplicando el equipo especial de la aeronave CASA CN 235 100/300 M.

En las operaciones finales luego de la realización de las dos tareas de mantenimiento con el equipo especial denominado “Unidad de Servicio Hidráulico”, se dejó el hangar y taller completamente limpio, se entregó las herramientas que se utilizó, y se procedió a entregar el equipo especial a la sección de la aeronave CASA CN 235 100/300 M, cumpliendo todos los estándares de aeronavegabilidad del equipo especial, ver anexo G.

### 3.10 Tabla de costos

A continuación, el detalle establecido de costos primarios y costos secundarios que tuvieron lugar durante la rehabilitación del equipo especial denominado, “Unidad de Servicio Hidráulico”.

**Tabla 3**

*Costos primarios*

<b>Ord.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Total</b>
01	Soldadura, electrodos	01	10,00	10,00
02	Removedor	01	10,00	10,00
03	Fondo de relleno 1lt	01	15,00	15,00
04	Pintura Poliuretano 1lt	01	15,00	15,00
05	Lija de agua 380	01	3,00	3,00
06	Cepillo puntas de acero	01	05,00	05,00
07	Acoples, viga	02	25,00	50,00
08	Filtro	01	10,00	10,00
09	Manómetro de Glicerina	01	50,00	50,00
10	Teflón	01	02,00	02,00
11	Depósito	01	20,00	20,00
12	Tela pañal	01	10,00	10,00
13	Ferretería	01	10,00	10,00
14	Ruedas	01	20,00	20,00
15	Grasa sintética	01	20,00	20,00
16	Material consumible	01	250,00	250,00
<b>SUB-</b>				
<b>TOTAL</b>				440,00
<b>I.V.A (12%)</b>				60,00
<b>TOTAL</b>				<b>500,00</b>

*Nota.* La tabla indica los componentes y materiales usados para realizar la rehabilitación.

**Tabla 4***Costos secundarios*

<b>Ord.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U.</b>	<b>Total</b>
01	Logística		150,00	150,00
02	Gastos adicionales		68,40	68,40
<b>SUB-TOTAL</b>				192,19
<b>I.V.A (12%)</b>				26,21
<b>TOTAL</b>				<b>218,40</b>

*Nota.* La tabla indica la logística y los gastos adicionales para realizar la rehabilitación.

**Tabla 5***Costos Totales*

<b>Ord.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Total</b>
01	Total gastos primarios	500,00
02	Total gastos secundarios	218,40
<b>TOTAL</b>		<b>718,40</b>

*Nota.* La tabla indica todo el gasto que se necesitó para realizar la rehabilitación del equipo especial.

## Capítulo IV

### 4. Conclusiones y Recomendaciones

#### 4.1 Conclusiones

- Con la realización de este proyecto de titulación se consiguió recopilar toda la documentación necesaria para el servicio y verificación del sistema hidráulico de la aeronave CASA CN 235 100/300 M, lo cual brindo el conocimiento necesario al efectuar un análisis concreto para tener cumplimiento de las tareas de mantenimiento y llegar así a la ejecución del proyecto técnico establecido.
- Prácticamente la rehabilitación de la unidad de servicio hidráulico para ejecutar las tareas de mantenimiento de la aeronave CASA CN 235M de acuerdo a los chequeos operacionales 29.10.00.01, sirvió como parte importante para posteriormente tener un equipo especial a disponibilidad del personal de técnicos de la aeronave antes señalada.
- En la ejecución del servicio y verificación del sistema hidráulico por medio de los manuales de mantenimiento de la aeronave CASA CN 235 M, se pudo observar que el equipo especial denominado unidad de servicio hidráulico tuvo la acogida en absoluto al momento de realizarlas dicho procedimiento, sin olvidar la seguridad y operación de ambas tareas al momento de ejecutarlas.

## 4.2 Recomendaciones

- Tener en cuenta que, para la realización de las diferentes tareas de mantenimiento, se debe contar con documentación técnica adecuada como los manuales de mantenimiento y hacer énfasis en las herramientas y equipos especiales para tareas que lo requieren de tal forma agilizar los procedimientos operativos normales en el mantenimiento de las aeronaves y así facilitar más al personal técnico de aviación.
- Llevar a cabo un mantenimiento anual de las herramientas y equipos especiales que se tenga en los diferentes talleres y secciones, para que al pasar el tiempo no se encuentren en mal estado y de esta manera tener una larga duración de las mismas para que el personal de mantenimiento de las diferentes aeronaves no tenga inconvenientes al momento de realizar las diversas tareas que requiera la aeronave en sus diferentes periodos de mantenimiento.
- Sugerir que al momento de realizar las tareas de mantenimiento se tenga la supervisión del trabajo con los manuales actualizados y no olvidar la seguridad del personal de técnicos, además de la correcta utilización de las herramientas y equipos especiales en la ejecución de los diferentes trabajos a efectuarse.

## Glosario

### A

**Aeronave:** Vehículo que puede sustentarse y desplazarse en la atmósfera con el impulso de un motor.

**Aeronavegabilidad:** Condición técnica y legal que le faculta y autoriza a elevarse y sustentarse en la atmósfera a una aeronave.

**Aeronáutica:** Ciencia que se dedica al estudio, diseño y construcción de aparatos capaces de sustentarse en el aire.

**Actuadores:** Dispositivos mecánicos que funcionan aplicando una presión ya sea de agua o aceite.

### B

**Ballesta:** Elemento elástico formado con láminas de acero empleado como forma de suspensión.

### C

**Comprobación:** Acción de demostrar y verificar la funcionalidad de determinado proceso.

**Cojinetes:** Elemento mecánico que minimiza el efecto de fricción entre un rodamiento y un eje facilitando su desplazamiento.

**Corrosión:** Proceso de desgaste y alteración de las propiedades de un metal o una aleación.

### D

**Desmontaje:** Acción de desacoplar determinada unión o ensamblaje.

**Discontinuidad:** Interrupción de las propiedades mecánicas de un elemento.

### E

**Ensamblaje:** Unión de varios elementos que forman un componente.

**Ensayos:** Pruebas de carácter mecánico que comprueban la resistencia de un material y sus propiedades.

## F

**Fuselaje:** Estructura que conforma la aeronave en la cual se aloja los compartimientos de tripulación, pasajeros y carga además de los sistemas.

## H

**Hidráulica:** Ciencia que estudia y trata sobre el comportamiento de los fluidos.

## I

**Inspección:** Procedimiento de constatación de un proceso, servicio o instalación.

## M

**Mantenimiento:** En relación a la aeronáutica implica la realización de procedimientos aplicados a las aeronaves para que su funcionamiento sea efectivo.

## O

**Operatividad:** Indica que se encuentra en óptimas condiciones para ser operado.

## P

**Par de Apriete:** Es el par de fuerzas aplicadas a un tornillo o tuerca

## R

**Rehabilitación:** Acciones o procedimientos a fin de recuperar la funcionalidad de determinado elemento.

**Rendimiento:** Resultado de un proceso de trabajo por un determinado tiempo.

## T

**Tolerancia:** Márgenes de valores predeterminados de las propiedades de un elemento.

## V

**Viga:** Elemento metálico rígido de forma horizontal proyectado a soportar y transmitir cargas.

### **Abreviaturas**

**BAE:** Brigada de Aviación del Ejército

**CASA:** Construcciones Aeronáuticas Sociedad Anónima

**CN:** Casa Nurtanio

**EFIS:** Sistema de Instrumentos de Vuelo Electrónico

**FAE:** Fuerza Aérea Ecuatoriana

**FMS:** Sistema de Gestión de Vuelo

**GAE:** Grupo Aéreo del Ejército

**GNS:** Sistema Global de Navegación

**IFR:** Reglas de Vuelo Instrumental

**PON:** Procedimientos Operativos Normales

**SAE:** Servicio Aéreo del Ejército

**VFR:** Reglas de Vuelo Visual

## Bibliografía

- Airbus Military. (2012). *Training Development Script*. España: Military Transport Aircraft Division.
- Airbus Military. (2016). *CN-235 Manual de mantenimiento*. Airbus Defense and space.
- Álvarez, F., & Medina, M. (2008). Plan nacional de salvamento 2006–2009. *Marina Civil*, 88, 22-33. Retrieved from <http://www.salvamentomaritimo.es/data/articlefiles/aviones.pdf>
- Chavolla, F., Nava, T., & Rodríguez, J. (2009). Análisis de factibilidad técnica y propuesta de operación del sistema hidráulico del helicóptero Ecureuil AS350. [Tesis de Ingeniería, Instituto Politécnico Nacional]. Retrieved from <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/7858/1/TESINA-TEC-003.pdf>
- Comando de Educación y Doctrina. (2011). *Historia y Tradiciones Militares del Ejército Ecuatoriano*. Quito: Comando de Educación y Doctrina. Retrieved from <https://www.cehist.mil.ec/index.php/aviacion-del-ejercito#>
- EADS CASA. (2005). *Manual de Operaciones CN-235-M (Vol. I)*. Sevilla: EADS CASA.
- Junta de revisión de mantenimiento militar. (2005). *CASA CN-235 Documento Junta de revisión de mantenimiento militar*. España: Junta de revisión de mantenimiento militar.
- Márquez, L. (2014, Octubre). *Optimización de la Evacuación Aérea Sanitaria de alta complejidad con aeronaves de plano fijo en el marco del IOSFA*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Universitario del Ejército. Retrieved from [http://cefadigital.edu.ar/bitstream/1847939/446/1/TFI%20EPGRH%202014%20M104\\_54.pdf](http://cefadigital.edu.ar/bitstream/1847939/446/1/TFI%20EPGRH%202014%20M104_54.pdf)

Phillips 66 Company. (2016). *X/C 5606H and X/C 5606A Aviation*. Estados Unidos:

Phillips 66 Company. Retrieved from [https://phillips66lubricants.com/wp-content/uploads/2019/12/5606JAviation\\_HydraulicOil\\_ES.pdf](https://phillips66lubricants.com/wp-content/uploads/2019/12/5606JAviation_HydraulicOil_ES.pdf)

Villalba, J. (1986, 06). *La aviación del ejército y su participación en la seguridad y desarrollo nacional*. Quito: IAEN. Retrieved from

<https://repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/handle/24000/4312/Villalba%20Yerovi%20Jorge.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**Anexos**