



**Inspección T1 de 400 horas, en base a la carta de trabajo n° 57.20.601 del  
Manual de Mantenimiento aplicable al Helicóptero Lama SA315-B  
perteneiente a la Brigada de Aviación del Ejército n° 15 "Paquisha"**

Campoverde Hurtado, Alex Israel

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica

Monografía, previo a la obtención del título de tecnólogo en Mecánica Aeronáutica  
Mención Aviones

TLGO. Arévalo Rodríguez, Esteban Andrés

09 de marzo del 2021



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

### **CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, **“Inspección T1 de 400 horas, en base a la carta de trabajo n° 57.20.601 del Manual de Mantenimiento aplicable al Helicóptero Lama SA315-B perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército n° 15 “Paquisha “**”. Fue realizado por el señor **Campoverde Hurtado, Alex Israel**, la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta 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, 09 de marzo del 2021



Tlgo. Arévalo Rodríguez, Esteban Andrés  
C.C.:0604248062

## REPORTE DE VERIFICACIÓN



### Document Information

Analyzed document	MONOGRAFIA CAMPOVERDE HURTADO ALEX ISRAEL.pdf (D97788789)
Submitted	3/9/2021 11:57:00 PM
Submitted by	
Submitter email	aicampoverde@espe.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	eaarevalo1.espe@analysis.arkund.com

### Sources included in the report

SA	<b>MONOGRAFÍA_CHICAIZA GUAMANGALLO JOSÉ IVÁN.docx</b> Document MONOGRAFÍA_CHICAIZA GUAMANGALLO JOSÉ IVÁN.docx (D77067080)	2
SA	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS NARVAEZ REV9..docx</b> Document TESIS NARVAEZ REV9..docx (D78164296) Submitted by: leguerrero6@espe.edu.ec Receiver: leguerrero6.espe@analysis.arkund.com	7
SA	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS ROMAN 03032018.pdf</b> Document TESIS ROMAN 03032018.pdf (D36255146) Submitted by: lamurillo@espe.edu.ec Receiver: lamurillo.espe@analysis.arkund.com	1
SA	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Monografia_Guepud_Franklin.pdf</b> Document Monografia_Guepud_Franklin.pdf (D97787641) Submitted by: ffuepud@espe.edu.ec Receiver: eaarevalo1.espe@analysis.arkund.com	8
SA	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / IMPRIMIR.docx</b> Document IMPRIMIR.docx (D26426422) Submitted by: pilasflou_19@hotmail.es Receiver: lmarellano1.espe@analysis.arkund.com	1
SA	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / PEÑAFIEL DOMINGUEZ OSCAR FABRICIO.docx</b> Document PEÑAFIEL DOMINGUEZ OSCAR FABRICIO.docx (D47256158) Submitted by: depantoja1@espe.edu.ec Receiver: depantoja1.espe@analysis.arkund.com	1

Tlgo. Arévalo Rodríguez, Esteban Andrés  
C.C.:0604248062



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA

#### RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Campoverde Hurtado Alex Israel**, con cédula de ciudadanía 1720558327, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“Inspección T1 de 400 horas, en base a la carta de trabajo n° 57.20.601 del Manual de Mantenimiento aplicable al Helicóptero Lama SA315-B 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, 09 de marzo del 2021



---

Campoverde Hurtado Alex Israel

**C.C.:** 1720558327



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

### **AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **Campoverde Hurtado, Alex Israel** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Inspección T1 de 400 horas, en base a la carta de trabajo n° 57.20.601 del Manual de Mantenimiento aplicable al Helicóptero Lama SA315-B perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército n° 15 “Paquisha”. Mediante las normativas y estándares técnicos”** en el Repositorio institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 09 de marzo del 2021

Una firma manuscrita en tinta azul que parece ser la del Sr. Campoverde Hurtado.

---

Campoverde Hurtado, Alex Israel

**C.C.: 1720558327**

## DEDICATORIA

El ser humano siempre tiene una motivación el cual es el motor para plasmar los objetivos en la vida, el presente trabajo va dedicado a mi madre Sra. Hurtado Suarez Elva Alicia, mi hermano Sr. Campoverde Hurtado Carlos Alberto, mi esposa Gaona Calle Alejandra Guísela, a mi hijo Campoverde Gaona Alex Ismael y amigos que fueron el pilar fundamental para la finalización de esta etapa en mis estudios.

A mi hermano una persona que ha sido como un padre, ya que indirectamente su ejemplo en la vida de lucha tesonera frente a las adversidades me ha llenado como ser humano, la visión de lograr lo incansable en el deporte y los estudios siempre ha sido el motivo de su vida que lo he absorbido ejemplar mente, a mi querida esposa cuyo apoyo ha sido primordial para lograr este objetivo tanpreciado en mi vida que junto a ti Alex Ismael que son mi alegría, motivación y la bendición que Dios me regalo.

A mi madre que ha sido la chispa motivadora he incasable en el progreso de cada etapa de mi vida, la autora intelectual de los logros alcanzados, brindándome su amor, comprensión, ternura y sobre todo el aliento para lograr mis objetivos gracias a su ejemplo de lucha inmensurable de una mujer que fue capaz de cambiar un día gris en un día que brilla por luz propia gracias a su sonrisa y palabras no me alcanzara la vida para agradecerle.

**CAMPOVERDE HURTADO, ALEX ISRAEL**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios celestial y todo poderoso por su gratuidad y generosidad conmigo, su guía espiritual que infunde dentro de nuestras almas fuerza, valor, serenidad, constancia y la capacidad para entrar en mi ser y lograr que se funcione la fe en el junto con los deseos de lograr objetivos en la vida.

Al Ejército Ecuatoriano que mediante la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA" y la Universidad de las Fuerza Armadas "ESPE" me brindaron la oportunidad de realizarme profesionalmente.

A mi familia que son la razón de mi vivir y lograr culminar cada etapa de mi vida con éxito, por el hecho de ser mis guías.

A todos los Sres. Docentes que gracias a su trabajo tesonero y desinteresado en conjunto a la perseverancia abnegada que día a día nos inculcan los conocimientos para el engrandecimiento de un país mejor.

**CAMPOVERDE HURTADO, ALEX ISRAEL**

## INDICE DE CONTENIDO

Carátula .....	1
Certificación .....	2
Reporte de verificación .....	3
Responsabilidad de autoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento.....	7
Indice de contenido .....	8
Indice de tabla.....	11
Indice de figura .....	12
Resumen .....	15
Abstrac .....	16
Problema de Investigación.....	17
Tema .....	17
Antecedentes .....	17
Planteamiento del problema. ....	18
Justificación.....	20
Objetivos .....	22
<i>Objetivo general</i> .....	22
<i>Objetivos Específicos</i> .....	22
Alcance.....	22
Marco Teórico .....	23
Generalidades del Helicóptero Lama SA 315-B .....	23
<i>Dimensiones del Helicóptero Lama SA 315-B</i> .....	25

<b>Sistema del Grupo Turbo motor (G.T.M)</b> .....	<b>28</b>
<b>Conjunto de la transmisión mecánica principal</b> .....	<b>30</b>
<b>Rotores</b> .....	<b>31</b>
<i>Rotor principal</i> .....	31
<i>Cabeza del rotor principal (C.R.P)</i> .....	33
<i>Cuerpo del buje</i> .....	36
<i>Articulación de batimiento</i> .....	38
<i>Articulación de arrastre</i> .....	39
<i>Conjunto Manga de pala</i> .....	40
<i>Conjunto de cables espaciadores</i> .....	42
<i>Rotor Trasero</i> .....	43
<b>zado y elevación</b> .....	<b>45</b>
<b>Lubricación de la cabeza rotor</b> .....	<b>47</b>
<b>Llenados y vaciados</b> .....	<b>47</b>
<b>Programa de Mantenimiento</b> .....	<b>48</b>
<i>Operaciones de mantenimiento</i> .....	49
<i>Documentación de mantenimiento</i> .....	50
<i>Ciclo de las inspecciones periódicas</i> .....	53
<b>Introducción</b> .....	<b>55</b>
<b>Preliminares</b> .....	<b>55</b>
<b>Inspección T1 de 400 horas del Helicóptero Lama SA 315 B.</b> .....	<b>56</b>
<b>Inspección Periódica.</b> .....	<b>56</b>
<b>Carta de Trabajo 57-20-601</b> .....	<b>57</b>
<b>Ejecución de la Inspección de la carta de trabajo N° 57.20.601</b> .....	<b>58</b>
<i>Herramientas especiales</i> .....	62

<i>Herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020</i> .....	64
<i>Inspección del Conjunto Rotor C.R.P</i> .....	71
<b>Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	<b>92</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>92</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>92</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>94</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>95</b>

**Anexo A** *Carta de trabajo 57.20.601.1/7*

**Anexo B** *Carta de trabajo 57.20.601.2/7*

**Anexo C** *Carta de trabajo 57.20.601.3/7*

**Anexo D** *Carta de trabajo 57.20.601.3/7*

**Anexo E** *Carta de trabajo 40.11.01.1/4*

**Anexo F** *Carta de trabajo 40.11.01.2/4*

**Anexo G** *Carta de trabajo 40.11.01.3/4*

**Anexo H** *Torques de verificación del conjunto rotor.*

**INDICE DE TABLA**

<b>Tabla 1</b> <i>Componentes del helicóptero Lama SA 31-B</i> .....	25
<b>Tabla 2</b> <i>Características de las palas principales</i> .....	31
<b>Tabla 3</b> <i>Descripción de las partes de la cabeza rotor</i> .....	35
<b>Tabla 4</b> <i>Descripción del cuerpo de buje</i> .....	36
<b>Tabla 5</b> <i>Descripción de la cabeza rotor de batimiento</i> .....	39
<b>Tabla 6</b> <i>Partes de la articulación de arrastre</i> .....	40
<b>Tabla 7</b> <i>Descripción de la manga de pala</i> .....	41
<b>Tabla 8</b> <i>Partes del conjunto de cables de arrastre</i> .....	43
<b>Tabla 9</b> <i>Características del rotor trasero</i> .....	43
<b>Tabla 10</b> <i>Descripción del mantenimiento según los medios necesarios</i> .....	50
<b>Tabla 11</b> <i>Descripción de la inspección preliminar</i> .....	52
<b>Tabla 12</b> <i>Periodicidades aplicable al helicóptero Lama SA 315-B</i> .....	53

## INDICE DE FIGURA

<b>Figura 1</b> <i>Helicóptero Lama SA 315-B</i> .....	24
<b>Figura 2</b> <i>Presentación del Helicóptero Lama SA 315-B detallada</i> .....	24
<b>Figura 3</b> <i>Dimensiones de perfil de la aeronave de ala rotativa</i> .....	26
<b>Figura 4</b> <i>Dimensiones de la aeronave de ala rotativa (superior)</i> .....	26
<b>Figura 5</b> <i>Dimensiones de la aeronave de ala rotativa (vista frontal)</i> .....	27
<b>Figura 6</b> <i>Conjuntos estructurales</i> .....	27
<b>Figura 7</b> <i>Descripción grafica del motor Artouste III B seccionado</i> .....	29
<b>Figura 8</b> <i>Rotor principal</i> .....	32
<b>Figura 9</b> <i>Componentes del Buje</i> .....	39
<b>Figura 10</b> <i>Conjunto manga y mangueta</i> .....	41
<b>Figura 11</b> <i>Cables espaciadores</i> .....	42
<b>Figura 12</b> <i>Cabeza del rotor trasero</i> .....	44
<b>Figura 13</b> <i>Descripción del Izado y elevación</i> .....	46
<b>Figura 14</b> <i>Descripción de los puntos de lubricación</i> .....	47
<b>Figura 15</b> <i>Descripción de los puntos de llenado y vaciados</i> .....	48
<b>Figura 16</b> <i>Inspecciones preliminares</i> .....	51
<b>Figura 17</b> <i>Taxeo del helicóptero E-318</i> .....	58
<b>Figura 18</b> <i>Caja de herramientas</i> .....	60
<b>Figura 19</b> <i>Lubricantes, aceites, elementos fungibles, graseros y aceiteros</i> . .....	60
<b>Figura 20</b> <i>Manuales De mantenimiento en la mesa de trabajo</i> .....	61
<b>Figura 21</b> <i>Plataformas de trabajo</i> .....	62
<b>Figura 22</b> <i>Dinamómetro de 0.5 daN</i> .....	63
<b>Figura 23</b> <i>Herramientas especiales: llave especial, cáncamo, casquillo</i> .....	63
<b>Figura 24</b> <i>Bastidor N° 3130-95-662.020</i> .....	64
<b>Figura 25</b> <i>Características de la herramienta especial</i> .....	65

<b>Figura 26</b> Herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020 deteriorada.....	66
<b>Figura 27</b> Herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020 fase de limpieza.	67
<b>Figura 28</b> Herramienta especial Bastidor junto al removedor de pintura.....	67
<b>Figura 29</b> Herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020 lavado. ....	68
<b>Figura 30</b> Herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020, extracción de las ruedas en mal estado. ....	68
<b>Figura 31</b> Restauración de las platinas de soporte de las ruedas.....	69
<b>Figura 32</b> Restauración de las platinas de soporte de las ruedas.....	69
<b>Figura 33</b> Colocación de las ruedas. ....	70
<b>Figura 34</b> Colocación de la pintura en la estructura del Bastidor. ....	70
<b>Figura 35</b> Ubicación en el teclé de elevación. ....	72
<b>Figura 36</b> Plataforma de trabajo. ....	73
<b>Figura 37</b> Desacople de las bielas de cambio de paso.....	73
<b>Figura 38</b> Corte de alambre de freno.....	74
<b>Figura 39</b> Desenroscado de las tuercas de fijación. ....	74
<b>Figura 40</b> Desacople de las tuercas con la llave especial N° 3130-95-68.150.....	75
<b>Figura 41</b> Desacople de las bielas inferiores. ....	75
<b>Figura 42</b> Colocación del cáncamo de levantamiento .....	76
<b>Figura 43</b> Colocación del cáncamo de levantamiento .....	76
<b>Figura 44</b> Extracción de tornillo de la cabeza rotor.....	77
<b>Figura 45</b> Ilustración de tornillo de la cabeza rotor. ....	77
<b>Figura 46</b> Desacople de pincel de articulación. ....	78
<b>Figura 47</b> Levantamiento con el teclé.....	78
<b>Figura 48</b> Implementación del bastidor.....	79
<b>Figura 49</b> Fijación al Bastidor N° 3130-95-662.020 .....	80
<b>Figura 50</b> Fijación al Bastidor N° 3130-95-662.020 .....	81

<b>Figura 51</b> <i>Inspección visual de los contrapesos de los topes.</i> .....	82
<b>Figura 52</b> <i>Inspección visual de los contrapesos de los topes.</i> .....	83
<b>Figura 53</b> <i>Inspección visual de los contrapesos de los topes.</i> .....	84
<b>Figura 54</b> <i>Comprobación de los resortes de tope.</i> .....	85
<b>Figura 55</b> <i>Comprobación de los resortes de tope.</i> .....	86
<b>Figura 56</b> <i>Limpiar e inspeccionar el C.R.P (Conjunto Rotor Principal).</i> .....	87
<b>Figura 57</b> <i>Fijar el cáncamo sobre el C.R.P (Conjunto Rotor Principal).</i> .....	88
<b>Figura 58</b> <i>Montar el cáncamo sobre el C.R.P (Conjunto Rotor Principal).</i> .....	88
<b>Figura 59</b> <i>Aplicamos mastinox sobre el C.R.P (Conjunto Rotor Principal) y la caja de transmisión principal.</i> .....	89
<b>Figura 60</b> <i>Desmontamos el cáncamo y ajustado del tornillo del (Conjunto Rotor Principal).</i> .....	90
<b>Figura 61</b> <i>Conjunto Rotor Principal montado en el helicóptero E-318.</i> .....	91

## RESUMEN

En la presente monografía se describe una inspección T1 de 400 horas, en base a la carta de trabajo n° 57.20.601 del Manual de Mantenimiento aplicable al Helicóptero Lama SA315-B perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército n° 15 "Paquisha", se realizó una inspección periódicas que estipula en el manual periodicidades la cual vamos a ejecutar los ítems de mantenimiento preventivo a la cabeza rotor y sus componentes que tiene correlación entre sí como lo cables de arriostamiento lateral, brazos de soporte, tornillo de fijación, amortiguadores que mediante la implementación de una herramienta especial que se describe como un soporte del conjunto mayor descrito con el n° de parte 3130-95-62.020, la cual va permitir que al momento de realizar garantiza la seguridad de los técnicos al momento de aplicar los procedimiento de mantenimiento que conlleva el manejo la extracción del conjunto rotor principal del Helicóptero Lama SA 315-B, por medio del uso de un tecele eléctrico acorde a la magnitud del conjunto mayor una vez extraído el rotor principal por seguridad no puede quedar suspendido en el tecele necesita de la herramienta especial descrita anteriormente que aparte de un soporte se usa para trasladar de un lugar a otro el conjunto mayor una vez trasladado y asegurado en el área de trabajo de los técnico se procede a dar cumplimiento de los ítems de inspección ,para así cumplir con el objetivo de alargar la vida útil de los elementos en este caso del conjunto rotor principal del Helicóptero Lama SA 315-B.

Palabras claves:

- **HÉLICOPTERO LAMA SA 315-B**
- **HERRAMIENTA ESPECIAL**
- **INSPECCIÓN T2**

## **ABSTRAC**

This monograph describes a T1 inspection of 400 hours, based on the work letter n° 57.20. 601 of the Maintenance Manual applicable to the Lama SA315-B Helicopter belonging to the Army Aviation Brigade No. 15 "Paquisha", a periodic inspection was performed as stipulated in the manual periodicidades which we will execute the items of preventive maintenance to the rotor head and it's components that have correlation between them as the lateral bracing cables, support arms, fixing screw, shock absorbers that by implementing a special tool described as a support of the major set described with the part number 3130-95-62. 020, which will allow to ensure the safety of the technicians at the time of applying the maintenance procedures involved in the handling and removal of the main rotor assembly of the Lama SA 315-B Helicopter, by means of the use of an electric keypad according to the magnitude of the main rotor assembly. Once the main rotor is extracted, for safety reasons it can't remain suspended on the keypad, it needs the special tool described above, which apart from a support is used to move the main assembly from one place to another, once it's moved and secured in the technician's work area, we proceed to comply with the inspection, the objective of extending the useful life of the elements in this case of the main rotor assembly of the Lama SA 315-B Helicopter.

Keywords:

- **LAMA SA 315-B HELICOPTER.**
- **SPECIAL TOOL**
- **T2 INSPECTION**

## CAPITULO I

### 1.Problema de Investigación

#### 1.1 Tema

“Inspección T1 de 400 horas, en base a la carta de trabajo n° 57.20.601 del Manual de Mantenimiento aplicable al Helicóptero Lama SA315-B perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército n° 15 “Paquisha””

#### 1.2 Antecedentes

La Brigada de Aviación N°15 BAE “PAQUISHA”, es un ente de referencia del Ejército Ecuatoriano en el mantenimiento de aeronaves de combate y logística aérea ,la flota de aeronaves de ala rotatoria como los helicópteros MI-171 Super Puma SA 332,Gazelle SA 341 y el aporte relevante del helicóptero LAMA SA 315-B de fabricación Francesa de la empresa Eurocopter, el cual satisface muchas necesidades en operaciones militares de salvamento (SAR), evacuaciones , aero médicas, defensa y seguridad del estado en zonas de emergencia, operaciones en el desminado humanitario en la zona sur del territorio Ecuatoriano y abastecimientos a las tropas en terrenos de difícil acceso, tomando en cuenta su relevancia en operaciones de alta montaña por sus especificaciones técnicas hace base en el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército (CEMAE),el mismo que tiene como objetivo principal mantener la vida útil de las aeronaves en las mejores condiciones técnicas y legales mediante la ejecución en diferentes tipos de mantenimiento que son los preventivos y predictivos de acuerdo a los niveles de pericial del personal técnico , certificadas por normas y procedimientos señalados en los manuales de mantenimiento de servicio publicados desde las casas fabricantes pertenecientes a las aeronaves de la Brigada de Aviación N° 15 “PAQUISHA”.

Es importante resaltar la ejecución de las tareas de mantenimiento técnico con el aporte de herramientas especiales que recomienda y detallan necesariamente en los manuales de mantenimiento de la casa fabricante, por más mínima que sea la ejecución en el cumplimiento de las cartas de trabajo, servicios de boletín, ítems de inspección, la utilización de las herramientas especiales con lleva una gran responsabilidad porque permite ejecutar el trabajo de una forma menos compleja y segura, evitando que suceda accidentes laborales los cuales generan retrasos, gastos innecesarios en el desarrollo de las actividades ya programadas, también es importante exponer que el helicóptero LAMA SA 315-B tiene un mantenimiento técnico correlacionados con aplicabilidad de los servicios de boletín e ítems de inspección, cartas de trabajo, direccionadas en la planificación de mantenimiento detallado en su especificaciones de periodicidades que la casa fabricante (Eurocopter) recomienda, como por ejemplo unos de los conjuntos mayores de la aeronave de ala rotativa es la cabeza de rotor principal las cuales están supervisados con lineamientos establecidos para la ejecución de la tareas en el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La Brigada de Aviación del Ejército N°15 "PAQUISHA" es una de las armas perteneciente al glorioso Ejército Ecuatoriano, que posee diferentes procesos de desarrollo al que fue sometido durante el tiempo para convertirse en el Arma de la Decisión detallado en (Ecuatoriano, 2020), la formación empieza con los antecedentes del Sr. Oficial del Ejército Ecuatoriano Colon Grijalva Herdoíza que ostentaba el grado de capt. de Infantería, combatientes del aire, llamándose Servicio Aéreo del Ejército (SAE) y en el año de 1978 por orden General del Comando Nro. 044-EBD-978, que detalla el cambio de una unidad logística a una unidad operativa transformándose a la Arma de Aviación del Ejército.

El Centro de Mantenimiento Aeronáutico se conforma gracias a la necesidad de realizar mantenimiento a las aeronaves y el incremento del personal que desempeña actividades referentes a inspecciones preventivas y predictivas aplicables a zonas estructurales y conjuntos mayores adicional el mantenimiento profundo de motores Astazou 14, Ariel 1B, Makila, Artouste y mantenimiento de aviónica conformándose varias secciones de mantenimiento llegando a constituirse como al 15 BAE "PAQUISHA" en consecuencia de la llegada de los helicópteros Lama SA 315-B, para el desempeño en el conflicto del Alto Cenepa durante 25 años transcurridos y el uso de las herramientas especiales empleadas durante todo este periodo con inspecciones mayores, periódicas, sufriendo el desgaste al límite con esfuerzos en el material, torsión, pandeo de su estructura hasta el punto de existir herramientas especiales que son necesarias pero por su deterioro y la exposición a las cargas de conjuntos mecánicos mayores, el personal de técnicos se han visto en la necesidad de improvisar herramientas o accesorios que atenta contra las normas y procedimientos de mantenimiento aeronáutico exhibiendo la prolongación y la mala ejecución de las ordenes de trabajo, atentando contra la seguridad del personal técnico.

Existiendo necesidad y exigencias que posee el helicóptero Lama SA 315-B. en referencia la implementación de trabajos de investigación de herramientas especiales detalladas en la documentación técnica que han sido de suma importancia a la hora de ejecutar tareas de mantenimiento aeronáutico con la finalidad de ser de gran utilidad, como consecuencias el simple hecho de suplir o improvisar herramientas para el mantenimiento son causantes para el aporte de varios incidentes los cuales en una sumatoria de todos estos factores inadecuados de normas y procedimientos de mantenimiento aeronáutico aportaría para que suceda un accidente como daños colaterales al personal técnico de mantenimiento, planificación no ejecutada en los

tiempos establecidos, operaciones militares aplazadas y daños a los diferentes componentes de la aeronave de ala rotatoria adicional perdida del factor económico es muy importante y la complicaciones que mediante una adquisición licita de herramientas especiales como gastos públicos, adicional resaltando la limitación económica que ha venido sufriendo el Estado Ecuatoriano.

Con la realización del presente proyecto investigativo se busca la correcta ejecución y el cumplimiento oportuno de las inspecciones y cartas de trabajo detalladas en la documentación técnica en referencia al helicóptero Lama SA 315-B dando oportunidad para que el Centro de Mantenimiento (CEMAE), cumpla con las normas y procedimientos establecidos en un centro de mantenimiento, adicional el mantener la confianza y seguridad del personal de técnicos aeronáuticos utilice herramientas adecuadas destinadas a reducir esfuerzos y al mismo tiempo garantizando su seguridad y la realización de una tarea de mantenimiento en un tiempo oportuno dentro del marco legal y técnico.

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

Mediante el cumplimiento normas y procedimientos que estipulan en las periodicidades en referencia al mantenimiento del helicóptero Lama SA 315-B la realización de la inspección T1 de 400 Hrs. acorde a la carta de trabajo N° 57.20.601 que establece la realización de la inspección de la cabeza de rotor que ayuda a la conservación de la aeronavegabilidad de la aeronave de ala rotativa y la preservación de elementos mecánicos, aspectos importantes que permite que la aeronave opere dentro de los parámetros adecuados para la ejecución de operaciones militares en apoyo a la sociedad y seguridad dentro del territorio Ecuatoriano.

En beneficio de la Brigada de Aviación del Ejército N°15" PAQUISHA "la correcta realización de Todas estas actividades detalladas en una planificación de mantenimiento

que son mandatarías ya que son normativas y procedimientos aeronáuticos que la casa fabricante recomienda para mantener la aeronavegabilidad , en este caso la casa fabricante de helicópteros “ EUROCOPTER” que son los que emiten la información en los manuales de mantenimiento (AMM), dando la oportunidad al Centro de Mantenimiento (CEMAE), cumpla con normalidad las tareas de trabajo adicional el desenvolvimientos de la sección de Búsqueda y Rescate “LAMA” se mantenga operativa cumpliendo con sus diferentes misiones y por consecuente al personal de técnicos aeronáuticos se le facilite el cumplimiento de las tareas de trabajo con la seguridad respectiva que brinda utilizar métodos y técnicas adecuadas con el apoyo de herramientas destinadas para un fin específico.

Es relevante la realización de este proyecto de investigación por los fines positivos a la reducción de esfuerzos respecto al apoyo que brinda para la ejecución de inspecciones y el cumplimiento de servicios de boletín que recomienda en la información técnica guiada hacia los conjuntos mayores además se considera un mejoramiento de las malas prácticas de mantenimiento aeronáutico, también se obtendrá aspectos favorables evidenciados visualmente con chequeos funcionales y la prolongación de la vida útil de uno de los conjuntos mayores, es de suma importancia recalcar la factibilidad del presente proyecto investigativo respaldado con la documentación técnica pertinente por la casa fabricante (EUROCOPTER), el espacio adecuado para la ejecución de la inspección T1 de 400Hrs. con la supervisión y asesoramiento técnico en diferentes niveles de pericia que poseen por parte de la sección de Búsqueda y Rescate “LAMA”.

## **1.5 Objetivos**

### ***1.5.1 Objetivo general***

- Realizar la Inspección T1 de 400 horas, en base a la carta de trabajo N° 57.20.601 del manual de mantenimiento aplicable al helicóptero Lama SA 315-B perteneciente la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA".

### ***1.5.2 Objetivos Específicos***

- Recopilar la información técnica necesaria para la realización de la inspección T1 de 400 Hrs. a través de la carta de trabajo N° 57.20.601.
- Implementar la herramienta especial N° 3130-95-62.020, necesaria para ejecutar la inspección T1 de 400 Hrs. mediante la carta de trabajo N° 57.20.601.
- Realizar la inspección T1 de 400 Hrs. acorde a la carta de trabajo N° 57.20.601, para su posterior supervisión y chequeos funcionales.

## **1.6 Alcance.**

El presente proyecto tiene como finalidad principal la realización de una inspección T1 de 400 Hrs. direccionado a la carta de trabajo N° 57.20.601 con referencia al mantenimiento del rotor principal del helicóptero Lama SA 315-B con la implementación de la herramienta especial N° 3130-95-62.020 que permitirá el soporte, aseguramiento y movilidad del conjunto mayor destinada exclusivamente a la sección "LAMA" que permitirá un mejor desempeño óptimo y seguro de la ejecución de las inspecciones a realizar con las normadas por el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército de la 15 BAE "PAQUISHA".

## CAPITULO II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1 Generalidades del Helicóptero Lama SA 315-B

El Helicóptero Lama SA 315-B es una aeronave de ala rotativa de fabricación francesa de la empresa Eurocopter , de tamaño pequeña multipropósito óptima para transporte y asalto incursiones para el apoyo al desarrollo nacional, apoyo logístico, evacuaciones aeromédicas reconocimiento y combate por su aerodinámica en su estructura que es de forma tubular en el botalón de cola dándole la capacidad de volar en grandes alturas con un techo máximo de 23.000 pies de techo máximo y a los 19.000 pies de altura se puede hacer un arranque o un reencendido de vuelo, consta con un motor Artouste III B que le permite desplazarse a velocidad crucero de 90 nudos y un velocidad máxima de 113 Kt en una altura de 6000 pies de alturas permitiéndole tener una autonomía de vuelo de 2:30 horas, posee un tren de aterrizaje tipo patines aunque según el propósitos estos puede ser cambiados incluso para hacer amerizajes, el tipo de vuelo instrumental VFR/ IFR contando con el equipo necesario como la tripulación de vuelo se conforma por 1 piloto al mando (asiento derecho) y un copiloto y con disponibilidad para tres pasajeros con una capacidad de 1.000 kg máximo carga al gancho y 350 kg mínimo, la velocidad de rotación del motor va desde 33.500 +- 200 rpm, con una temperatura de la tobera de una T4 de 550° C máxima por un lapso de 5 minutos y un temperatura continua de 500°C, la rotación del rotor principal de 353,2 rpm con una autorrotación sobre el terreno máxima de 470 rpm. y con una mínima de 270 rpm.

## Figura 1

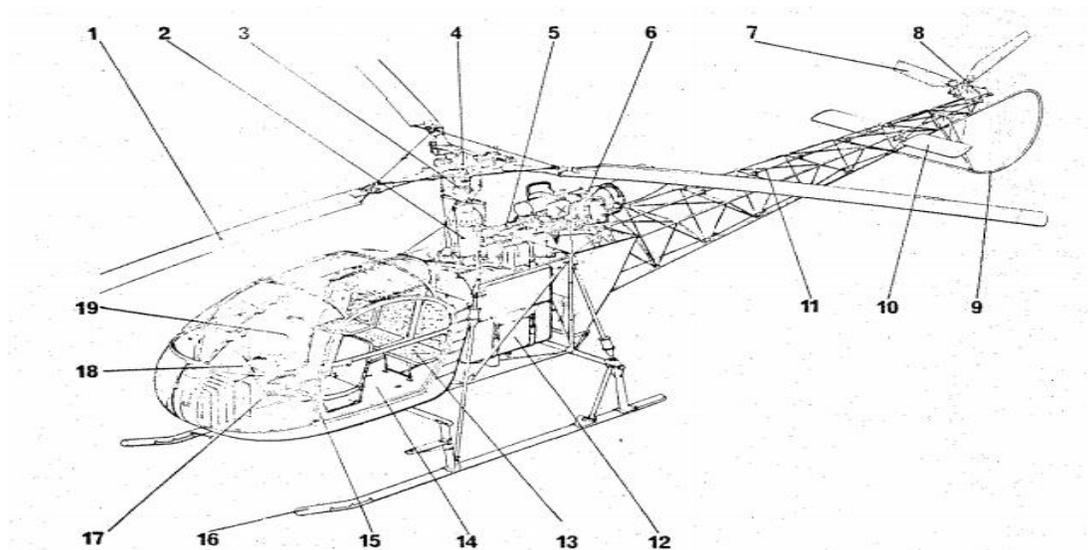
*Helicóptero Lama SA 315-B*



*Nota:* Helicóptero Lama SA 315-B de matrícula E-318 en la Provincia de Cotopaxi

## Figura 2

*Presentación del Helicóptero Lama SA 315-B detallada*



*Nota:* Recuperado de conjuntos estructurales del Helicóptero lama SA 315B, Adaptado por (Eurocopter, 1976, pág. 6)

**Tabla 1***Componentes del Helicóptero Lama SA 31-B*

<b>Detalle</b>			
1.	Pala Principal	11.	Trasmisión trasera
2.	Caja Principal	12.	Depósito de combustible
3.	Mástil rotor	13.	Banqueta trasera
4.	Cabeza de rotor Principal	14.	Puerta
5.	Grupo turbomotor	15.	Asiento delantero
6.	Entradas de aire	16.	Aterrizadores de patines
7.	Pala trasera	17.	Panel de mando
8.	Caja de transmisión trasera	18.	Tablero de a bordo
9.	Arco protector del rotor de cola	19.	Asiento del piloto
10.	Estabilizador horizontal		

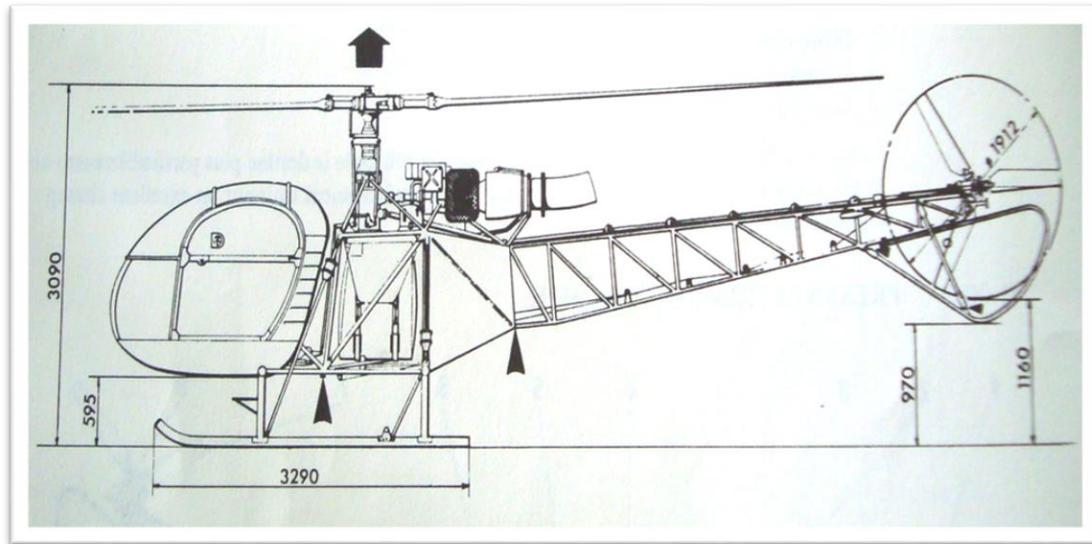
*Nota:* En la tabla se detalla los elementos mecánicos y electrónicos así mismo como las partes esenciales del helicóptero Lama SA 315 B para su aeronavegabilidad.

### **2.1.1 Dimensiones del Helicóptero Lama SA 315-B**

Las dimensiones que se detallan en las Figuras N° 3, 4, 5 en referencia a su longitud, altura y ancho de la aeronave también podemos observar las dimensiones del radio en referencia al rotor principal y del rotor trasero las medias de la pala con el estabilizador horizontal en conjunto con el arco protector y la altura en relación del suelo.

**Figura 3**

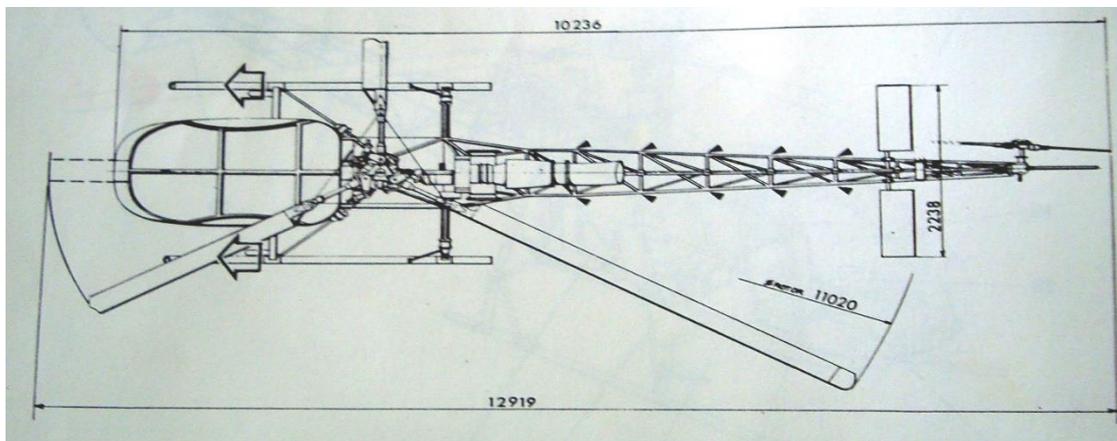
*Dimensiones de perfil de la aeronave de ala rotativa*



*Nota: Dimensiones del Helicóptero SA 315-B, Adaptado de (Eurocopter, 1976, pág. 2)*

**Figura 4**

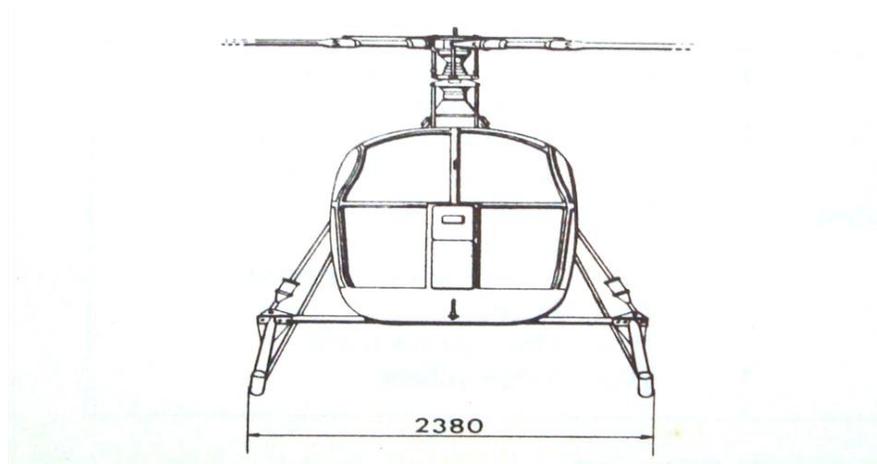
*Dimensiones de la aeronave de ala rotativa (superior)*



*Nota: dimensiones del helicóptero Lama SA 31-B, Adaptado de (Eurocopter, 1976, pág. 3).*

**Figura 5**

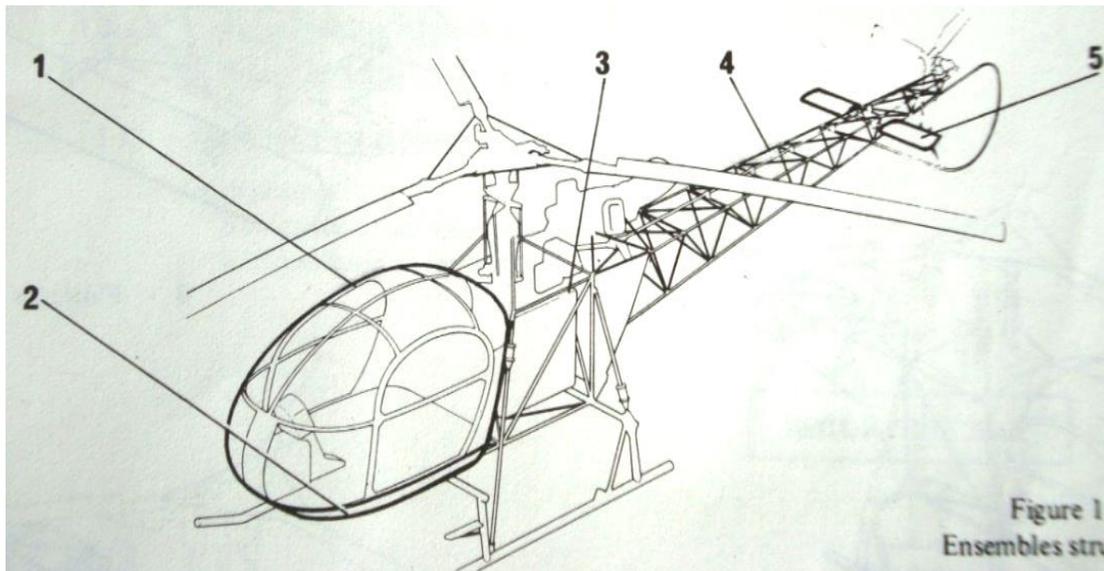
*Dimensiones de la aeronave de ala rotativa (vista frontal)*



*Nota:* dimensiones del helicóptero Lama SA 315-B, Adaptado por (Eurocopter, 1976, pág. 5)

**Figura 6**

*Conjuntos estructurales*



*Nota:* Conjuntos estructurales del Helicóptero lama SA 315B, Adaptado por (Eurocopter, 1976, pág. 6)

La Figura N° 6 la cual nos indica las partes principales en relación a lo estructurales y marcadas con números los mismo que se describen a continuación:

1. Cabina
2. Estructura delantera
3. Estructura central
4. Estructura trasera o botalón de cola
5. Estabilizador Horizontal

## **2.2 Sistema del Grupo Turbo motor (G.T.M)**

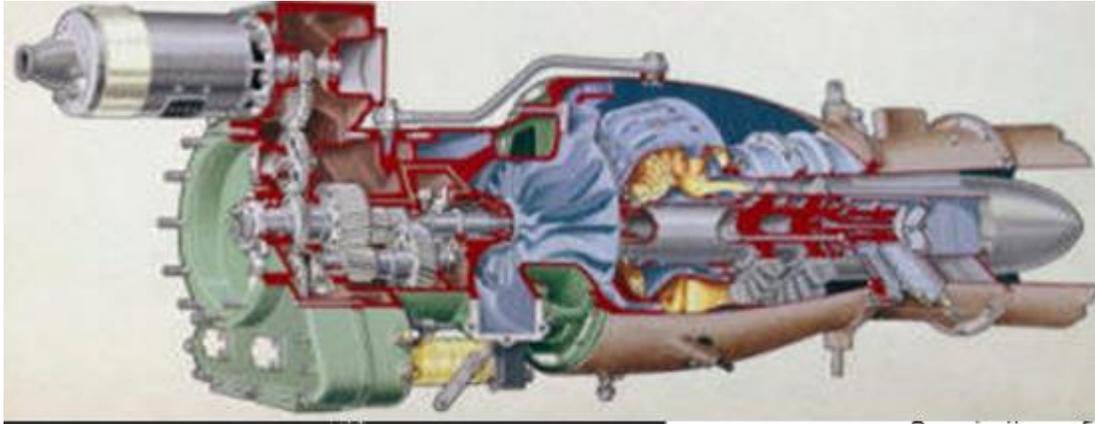
El grupo turbo motor es de tipo: Turbomeca -Artouste III B

Características:

- Turbinas unidas a los componentes a los compresores (necesita un embrague al nivel de la toma de fuerza de la caja principal)
- Velocidad de rotación constante que la potencia suministra varia con el par motor un regulador centrífugo mantiene las revoluciones constantes
- Potencia Máxima de despegue 420 KW
- Velocidad regulada de 33500 r.p.m  $\pm$  200 y Velocidad de salida de 50 r.p.m.

## Figura 7

Descripción grafica del motor Artouste III B seccionado



*Nota:* La ilustración muestra el motor seccionado en la mitad para poder observar sus mecanismos internos. Recuperado por (Helikopter-Service Triet AG, 2008, pág. 2)

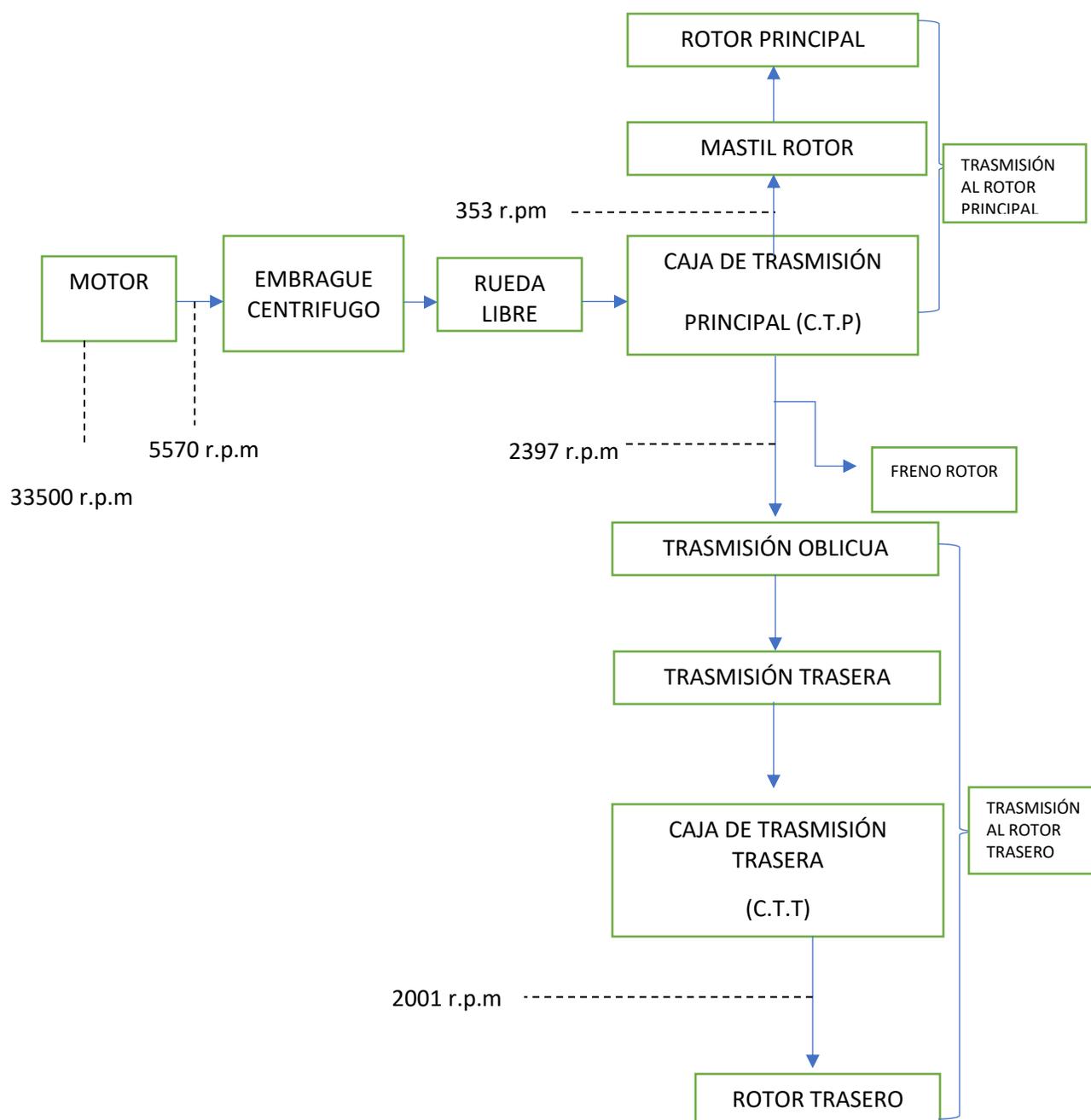
Es un motor de segunda generación es tipo turbina ligada, principalmente por una etapa de compresor axial y una etapa de turbina de los cuales comprende:

- Un reductor
- Entrada de aire
- Compresor axial
- Compresor centrifugo
- Cámara de combustión anular con inyección de combustible centrifugo
- Tres etapas de turbina
- Un escape
- Suministra una potencia de 405kw por un consumo de 180 kg/h

### 2.3 Conjunto de la transmisión mecánica principal

Dos cadenas:

- La transmisión de rotor Principal
- La transmisión de rotor trasero



## 2.4 Rotores

### 2.4.1 Rotor principal

El rotor principal consta con la siguientes Características, (Figura N°8):

- Diámetro del disco rotor :11.020 m
- Sentido de rotación (vista en planta), sentido horario
- Velocidad de rotación 353 r.p.m

Un conjunto selectivo de herramientas opcional permite plegar y desplegar las palas principales rápidamente sus características detalladas en la tabla N° 2.

**Tabla 2**

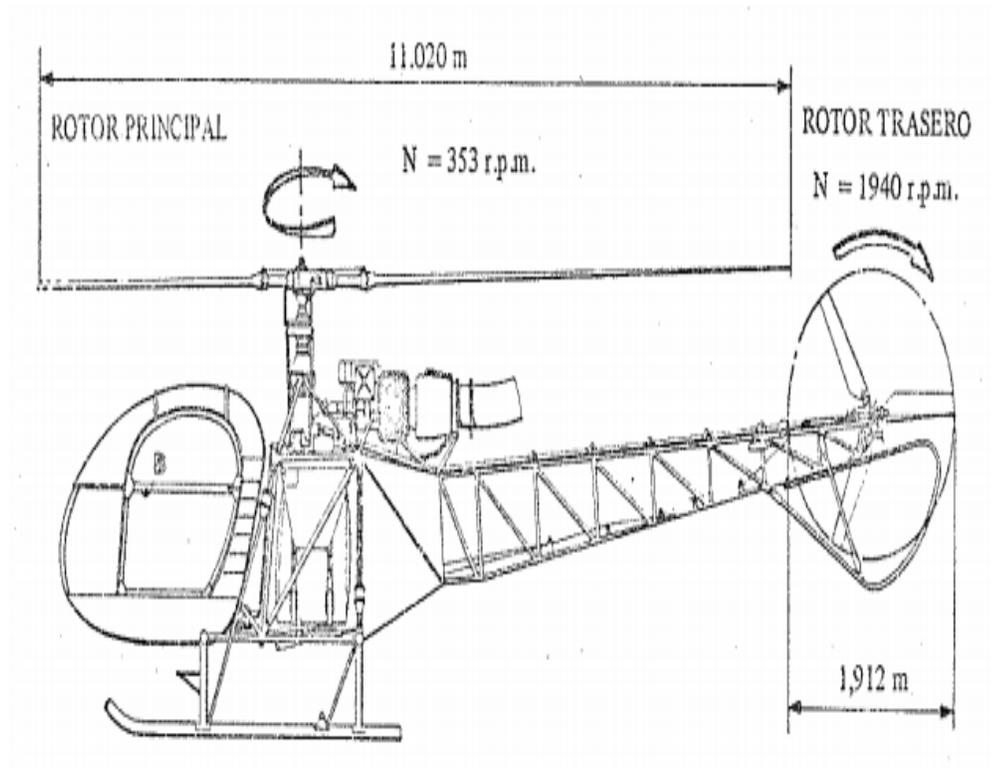
*Características de las palas principales*

<b>Detalle</b>			
<b>Constitución:</b>	Metálica	<b>Cuerda de perfil</b>	350mm
<b>Número</b>	Tres	<b>Torsión</b>	6°30
<b>Perfil</b>	Naca 63		

*Nota:* La tabla N° 2 nos detalla la característica de las palas del helicóptero Lama SA 315

B.

En la siguiente Figura N° 8 tenemos las referencias en cuanto a las medidas de las palas en longitud así mismo tenemos el radio del rotor trasero que al igual cuenta con tres palas, pero de diferente medida a las palas principales dentro de las palas principales tiene una referencia de colores para distinguir cual es la pala principal la cual tiene en la mangueta una descripción roja la secundaria es azul y la tercera es de color amarillo.

**Figura 8***Rotor principal*

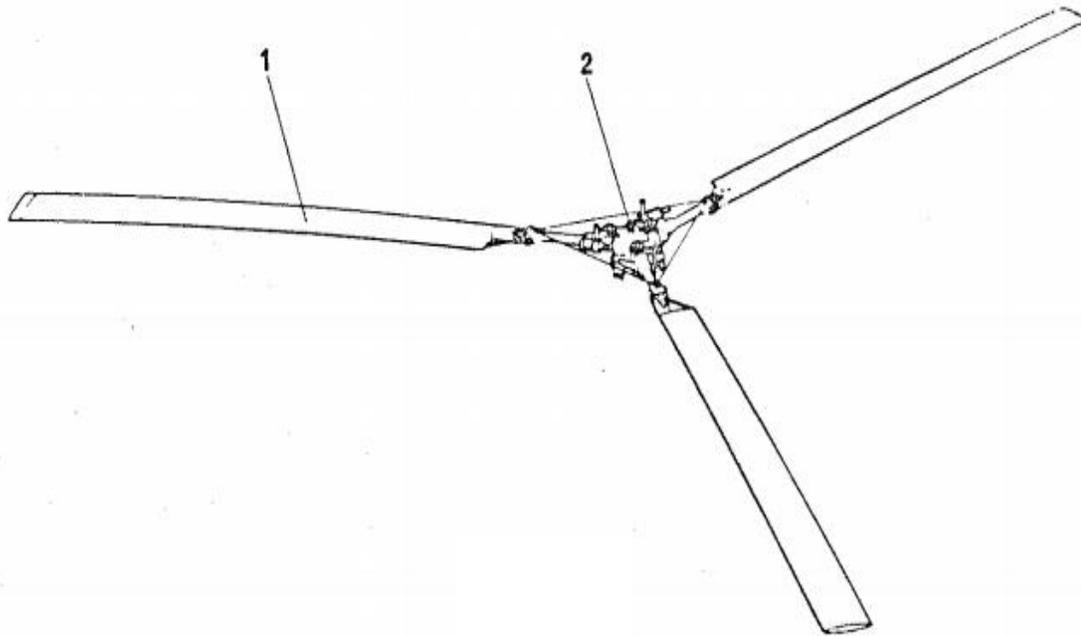
*Nota:* dimensiones y descripciones del rotor principal recuperado del Tomo I Cap.5 rotores del Helicóptero Lama SA 315 B, (Eurocopter, 1976, pág. 1)

Dentro de su generalidad del Rotor principal que están constituido por las siguientes partes como se puede visualizar en la Figura N° 8:

- La cabeza del rotor principal C.R.P. (2)
- Tres palas (1)
- Rotor trasero
- Identificación de giro de rotores
- Rpm de los dos rotores en rea latín suelo.

## Figura 9

*Descripción del rotor principal acoplado las palas*



*Nota:* la figura describe la cabeza del rotor principal y las palas recuperado de del Tomo I Cap.5 rotores del Helicóptero Lama SA 315 B, (Eurocopter, 1976, pág. 1)

### **2.4.2 Cabeza del rotor principal (C.R.P).**

La cabeza del rotor principal de tipo tripala es un conjunto mecánico mayor el cual tiene diferentes las articulaciones de batimiento limita, en el pie de la pala, los esfuerzos de flexión debidos a la variación cíclica de la sustentación. La articulación de arrastre limita, en el pie de pala, los esfuerzos de flexión debidos a la fuerza engendradas por el batimiento de la pala, las oscilaciones de las palas en los ejes de arrastres están amortiguadas por los amortiguadores hidráulicos adicional sus características técnicas son:

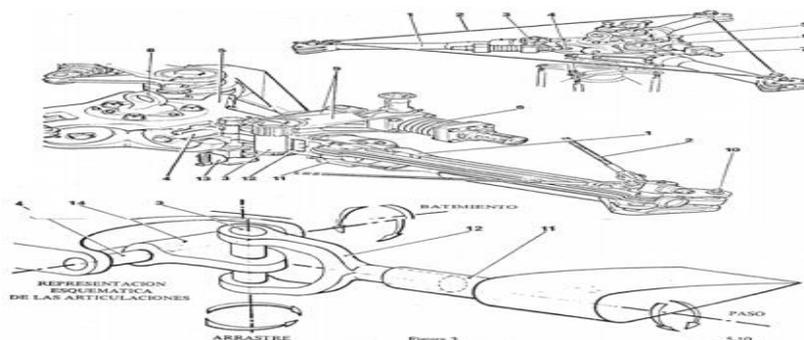
- **Batimiento:** Un tope centrífugo permite el batimiento de la pala cuando la velocidad de rotación alcanza 185 r.p.m.
- **Arrastre:** Las oscilaciones de las palas en su eje de arrastre están frenadas por un amortiguador hidráulico.
- **Incidencia:** Las mangas de pala están unidas entre si por cables que aseguran el arriostamiento del rotor (reparación simétrica de las palas en rotación). Las articulaciones de la cabeza de lubrican a través de engrasadores.

El conjunto de cabeza de rotor está constituido por:

- El cuerpo de buje: que se fija sobre el árbol rotor y soportar los tres ejes de batimiento
- Las articulaciones de batimiento
- Las articulaciones de arrastre
- Los conjuntos de manga de pala y mangueta: son los que constituyen la articulación de paso y soportan las palas.
- El conjunto de cables espaciadores: que une entre si las tres mangas de la pala y reduce el desplazamiento angular de las palas generador de vibraciones (riesgos de resonancias en el suelo).
- Los amortiguadores de resistencia al avance

**Figura N° 10**

*Descripción de las partes de la cabeza rotor*



*Nota:* recuperado del Tomo I Cap.5 cabeza rotor del Helicóptero Lama SA 315 B, (Eurocopter, 1976, pág. 3)

**Tabla 3**

*Descripción de las partes de la cabeza rotor*

<b>Detalle</b>	
1.-Conjunto de manga de pala y mangueta	8.- Cáncamo de izado
2.-Conjunto de cables espaciadores	9.- Brazos de fijación del amortiguador
3.-Articulaciones de arrastre	10.- perno cónico (fijación de pala)
4.-Articulaciones de batimiento	11.- Manga de pala
5.-cuerpo de buje	12.- Mangueta
6.- Amortiguadores de resistencia al avance	13.- Tope centrifugo
7.- palanca de cambio de paso	14.- Eslabón

*Nota:* En la tabla N° 3 se describe las partes correspondientes a las partes de la cabeza rotor principal.

### a. Cuerpo del buje

El cuerpo del buje es de aleación ligera tiene tres horquillas en las cuales se colocan las articulaciones de batimiento. Está ensamblado sobre el árbol rotor por intermedio de dos manguitos acanalados, su fijación sobre el árbol está realizada por un tornillo, el engrase de las articulaciones se hace a través de tres puntos de engrase.

**Tabla 4**

*Descripción del cuerpo de buje*

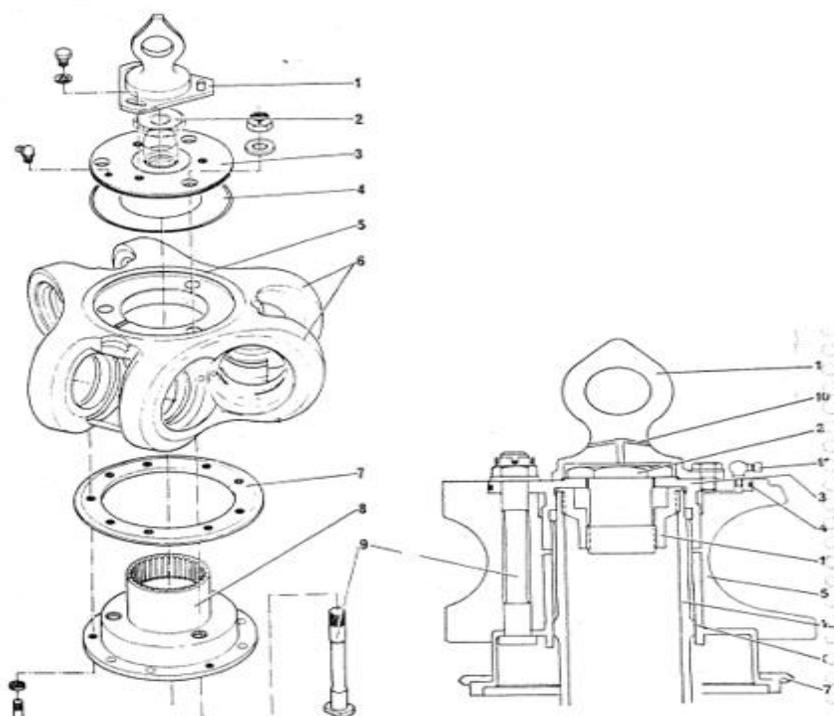
<b>Detalle</b>	
1.- Cáncamo de izado	8.- Manguito acanalado inferior
2.- tornillo de fijación del cuerpo de buje	9.- Perno de ensamble de los mangos
3.- Manguito acanalado superior	10.- Orificios de alineación C.T.P(respiradero)
4.- Junta tórica	11.- Engrasadero (articulaciones: de batimiento y de arrastres)
5.- Cuerpo de Buje	12.- Tuerca (enroscada y pegada sobre el árbol rotor)
6.- Horquilla	13.- Árbol rotor
7.- Anillo de tope	

*Nota:* La tabla que se muestra tiene las descripciones del cuerpo de buje elemento que sirve de conexión de la cabeza rotor a las manguetas y a los brazos del rotor principal.

El buje rotor es un conjunto mecánico el mismo que es esencial para el helicóptero ya que dentro de sus partes tenemos el tornillo que se conecta al mástil rotor descrita en la Figura N°11 con el numero 2 así mismo el cáncamo de izado como el numero 1 los mismo que se debe conocer el funcionamiento y los elementos de los cuales consta ya que nos ayudara para poder desmontar la cabeza rotor o el conjunto del rotor principal teniendo en cuenta las tuercas que necesitamos el desajuste y los describe en la figura.

### Figura N° 11

*Detalles de la cabeza rotor*



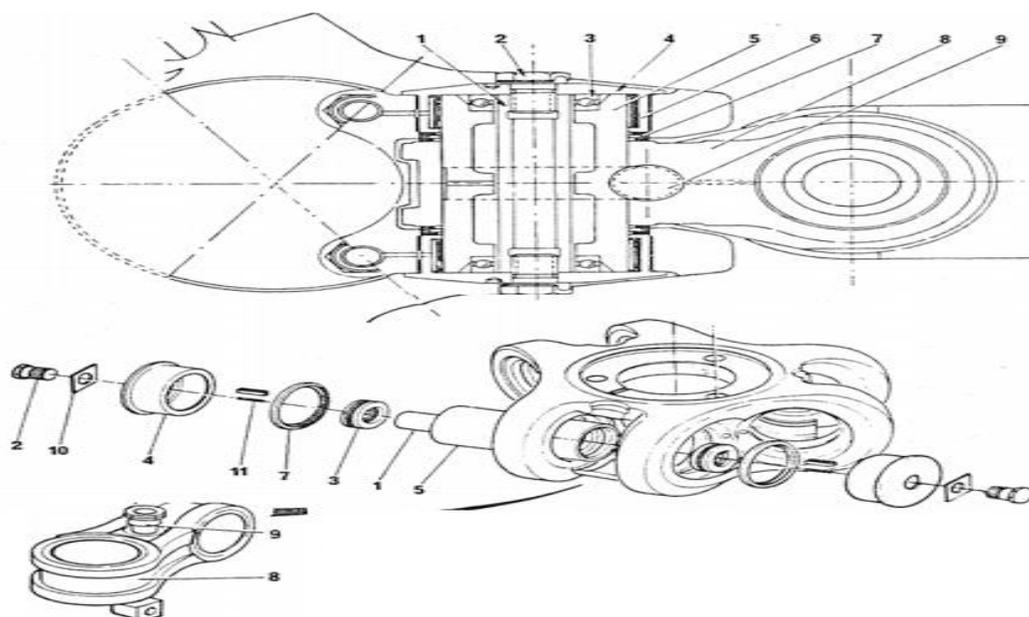
*Nota:* Descripción de la cabeza rotor seccionada cada elemento como se detalla en la Tabla N°5 recuperado del Tomo I Cap.5 cabeza rotor del Helicóptero Lama SA 315 B, (Eurocopter, 1976, pág. 4).

### b. Articulación de batimiento

Un eslabón de acero estampado realiza la unión entre cada conjunto de la -manga de pala-mangueta y el cuerpo de buje, tiene dos horados que reciben los ejes de batimiento y de arrastre, La articulación de batimiento está constituida por un eje inmovilizado en el eslabón por el pasador de tope. El eje gira sobre dos rodamientos de agujas, dos rodamientos axiales de bolas que soportan los esfuerzos axiales. El engrase de la articulación se hace a partir del engrasador situado sobre el cuerpo de buje.

**Figura N° 12**

*Buje cabeza rotor*



*Nota:* Descripción de la cabeza rotor seccionada cada elemento como se detalla en la Tabla N°5, recuperado del Tomo I Cap.5 cabeza rotor del Helicóptero Lama SA 315 B, (Eurocopter, 1976, pág. 5).

**Tabla 5***Descripción de la cabeza rotor de batimiento*

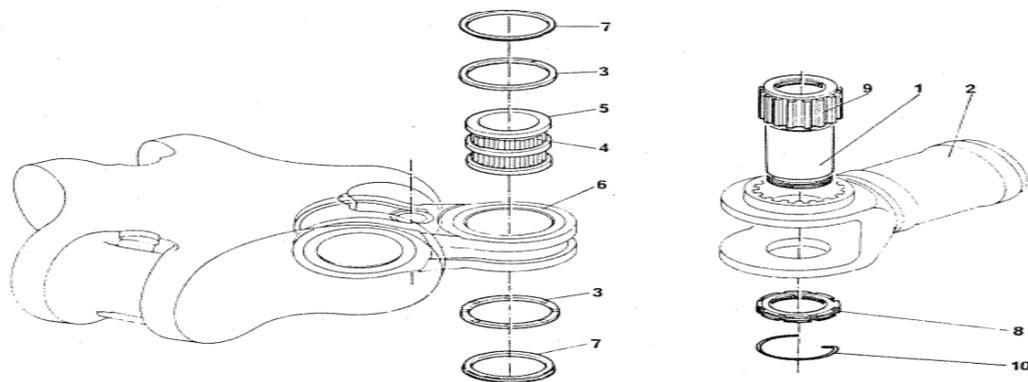
<b>Descripción</b>	
1.- Espaciador	7.- junta
2.- Tornillo	8.- Eslabón
3.- Rodamiento axial de bolas	9.- pasador de tope
4.- Anillo de rodamiento	10.- Chapa de freno
5.- Eje de batimiento	11.- Agujas y espaciadores
6.- Rodamiento de Agujas	

*Nota:* La presente tabla describe los elementos de la cabeza rotor de batimiento resaltando los más esencial

### **c. Articulación de arrastre**

El eje de arrastre gira en el eslabón sobre los rodamientos de agujas, los esfuerzos axiales están soportados por dos arandelas de empuje de bronce. El eje de arrastre es solidario de la mangueta por acanaladuras que sirven además para el montaje de los amortiguadores de resistencia al avance el engrase de las articulaciones se hace a partir de los engrasadores situados sobre el cuerpo de buje.

**Figura 9***Componentes del Buje*



*Nota:* Descripción de la cabeza rotor seccionada cada elemento como se detalla en la Tabla N°6 recuperado del Tomo I Cap.5 cabeza rotor del Helicóptero Lama SA 315 B, (Eurocopter, 1976, pág. 7)

**Tabla 6**

*Partes de la articulación de arrastre*

<b>Detalle</b>	
1.-Eje de arrastre	6.- Eslabón
2.- Mangueta	7.- Junta
3.- Arandela de empuje	8.- Tuerca del eje
4.- Rodamiento de agujas	9.- acanaladuras
5.- Anillo de rodamiento	10.- Retén elástico

*Nota:* En la presente tabla se detalla las partes de las articulaciones de arrastre de la cabeza de rotor principal.

#### **d. Conjunto Manga de pala**

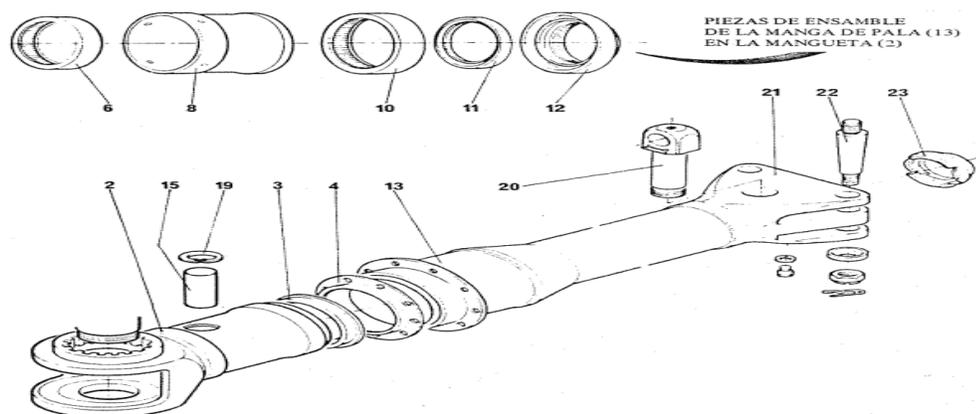
Cada conjunto de mangueta o manga de pala está constituido de la mangueta de articulaciones de paso de acero estampado cuya horquilla es solidaria del eje de arrastre,

la manga de acero forjado que gira en la mangueta sobre dos rodamientos de agujas, la manga termina por una horquilla doble en la cual se adapta el herraje de pala. Un juego de láminas de acero inoxidable, que autoriza la torsión, contrarresta los esfuerzos centrífugos y permite la rotación de la manga, el extremo de la manga esta obturada por un tapón que permite equilibrar las mangas equipadas (intercambiabilidad).

La palanca de cambio de paso de aleación ligera forjada que está compuesta de un muñón de horquilla en el cual se fija la bieleta de cambiío de paso del plato oscilante, la lubricación de los rodamientos de las articulaciones de paso está realizada de un engrasador.

### Figura 10

#### *Conjunto manga y mangueta*



*Nota:* Descripción de la manga de pala recuperado del Tomo I Cap.5 cabeza rotor del Helicóptero Lama SA 315 B, (Eurocopter, 1976, pág. 9).

### Tabla 7

#### *Descripción de la manga de pala*

<b>Detalles</b>		
1.- Eje de arrastres	8.- Espaciador	16.- Palanca de mando de paso
2.- Mangueta	9.- Agujas de rodamientos	17.- Muñón de horquilla
3.- Junta de manga de pala	10.- Jaula de rodamientos	18.-Tapa de protección de muñón
4.- Tapa de manga de pala	11.- Junta	19.- Aro de retención
5.-Agujas de rodamientos	12.- Anillo de tope	20.- Perno de ojal (sujeción)
6.- Jaula de rodamiento	13.- Manga de pala	21.- Horquilla de fijación de pala
7.- Engrasador	15.- Pasador (sujeción laminar)	22.- Perno cónico (sujeción)
		23.- Tapón de manga de pala

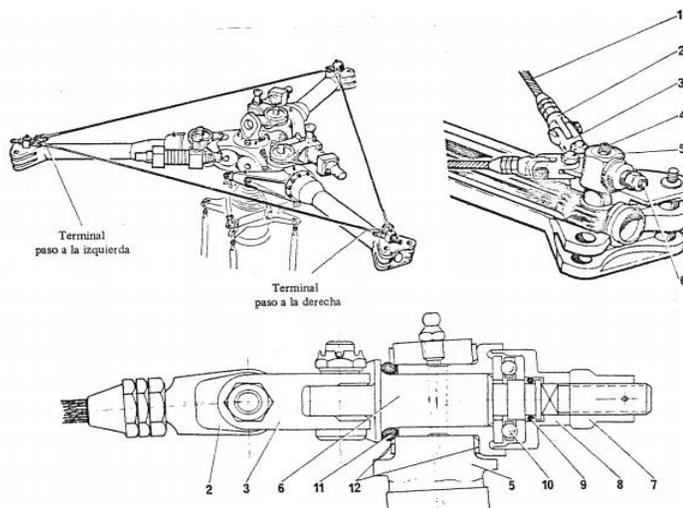
*Nota:* Se describe en la presente tabla las partes tanto estructural como elementos que sirve de acople así mismo como puntos de engrase.

#### **e. Conjunto de cables espaciadores**

Los cables espaciadores unen entre si las tres mangas de la pala. Se fijan en el perno del ojal de sujeción de los haces de láminas por intermedio de una mangueta que gira sobre un rodamiento axial de bolas

#### **Figura 11**

*Cables espaciadores*



*Nota:* Descripción de los cables de arrastre seccionada cada elemento como se detalla en la Tabla N°8 recuperado del Tomo I Cap.5 cabeza rotor del Helicóptero Lama SA 315 B, (Eurocopter, 1976, pág. 10)

**Tabla 8**

*Partes del conjunto de cables de arrastre*

<b>Descripción</b>	
1.- Cable espaciador	7.- Tuerca
2.- Terminal de cable regulable	8.- Tapa
3.- Eslabón	9.- Junta
4.- Engrasador	10.- Rodamientos
5.- perno de ojal	11.- Junta
6.- Mangueta	12.- Arandelas pegadas

*Nota:* Los elementos mencionados en la tabla son sujetos a inspección.

### **2.4.3 Rotor Trasero**

**Tabla 9**

*Características del rotor trasero*

<b>Detalle</b>	<b>Característica</b>
<b>Diámetro del disco rotor</b>	1,912 m
<b>Sentido de rotación</b>	Sentido inverso horario
<b>Velocidad de rotación</b>	2001 r.p.m.
<b>Palas traseras</b>	tripala
<b>Constitución</b>	Metálica -pala trapezoidal
<b>Número</b>	Tres
<b>Perfil</b>	<b>Naca 00-15 a 0018</b>
<b>Cabeza del rotor trasero</b>	Articulada en incidencia y batimiento se lubrican a través de engrasado
<b>Torsión</b>	nada

*Nota:* en la tabla podemos observar el diseño y composición de perfil aerodinámico

El rotor trasero del helicóptero es de suma importancia ya que permite al helicóptero balancear en el aire y no permite que el autogiro que ejerce por el rotor principal lo descompensé y gire en su propio eje gracia al rotor trasero permite el balance del helicóptero y siempre gira alado contrario del rotor principal está en lado derecho para que el piloto tenga visualización del mismo al momento del encendió, despegue y aterrizaje o maniobras de carga al gancho o rescates de evacuación aeromédicas.

## **Figura 12**

*Cabeza del rotor trasero*



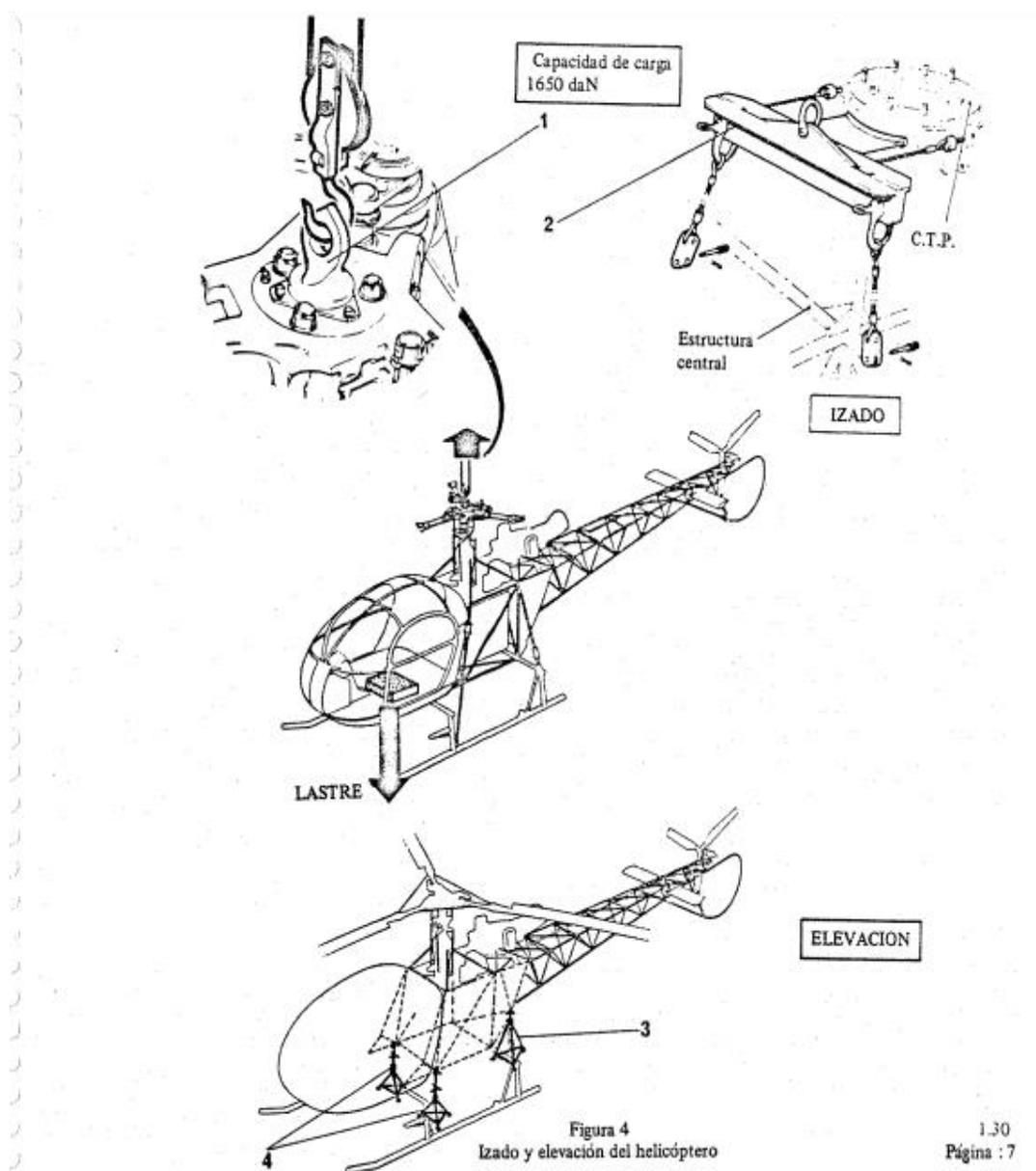
## 2.5 Izado y elevación

El izado del helicóptero se efectúa:

- Por el cáncamo de izado (1) y con las palas principales desmontadas
- Por una eslinga especial (2), palas, cabeza de rotor principal, mástil rotor y botalón de cola desmontados.
- La elevación del helicóptero se efectúa por medio de gatos especiales que se colocan debajo de los puntos de elevación de la estructura: dos delante (4) uno detrás (3).

### Figura 13

Descripción del izado y elevación



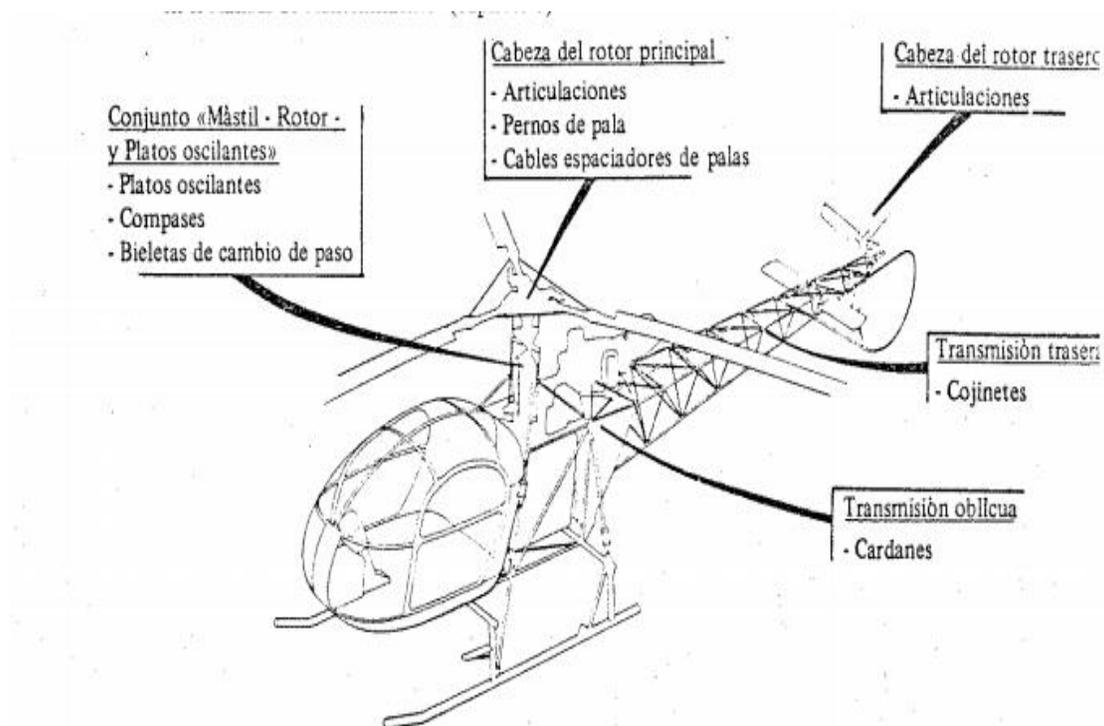
Nota: Recuperado por Elevación e izado del Manual del Helicóptero Lama SA 315-B,  
Adaptado por (Eurocopter, 1976, pág. 7)

## 2.6 Lubricación de la cabeza rotor

La lubricación se efectúa periódicamente, las periodicidades de lubricación están definidas en el manual de mantenimiento capítulo 5.

### Figura 14

*Descripción de los puntos de lubricación*



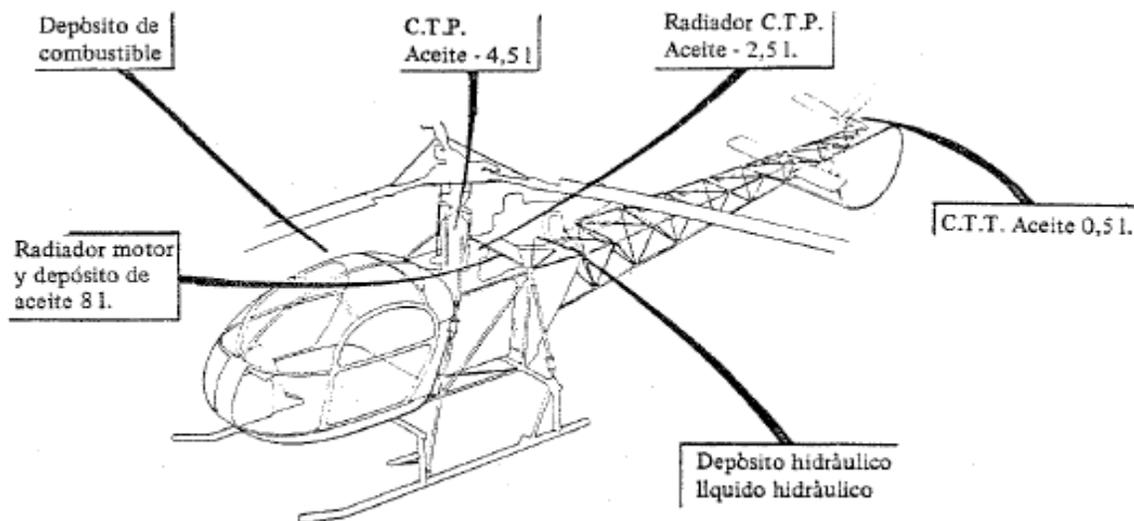
*Nota:* recuperado del Tomo I operaciones preliminares del Helicóptero Lama SA 315-B, Adaptado por (Eurocopter, 1976, pág. 9)

## 2.7 Llenados y vaciados

Los vaciados del aceite de lubricación y líquido hidráulico se efectúan periódicamente, las periodicidades de vaciado están definidas en el Manual de Mantenimiento (capítulo 5) y descritas en la Figura N° 13.

## Figura 15

*Descripción de los puntos de llenado y vaciados*



*Nota:* recuperado del Tomo I operaciones preliminares del Helicóptero Lama SA 315-B, Adaptado por (Eurocopter, 1976, pág. 8)

### 2.8 Programa de Mantenimiento

La finalidad en el programa recomendado de mantenimiento preparado por el fabricante de la aeronave presenta el conjunto de operaciones de mantenimiento preventivo a realizar por el usuario.

La realización de estas operaciones debe permitir el mantenimiento de un nivel de aeronavegabilidad satisfactorio para el helicóptero durante su utilización, la adaptación de este programa de mantenimiento, aunque no puede adaptarse a todos los casos de utilización, constituyen, como recomendación del fabricante, el mejor compromiso posibles, y puede:

- Aplicarse tal cual, como conjunto indivisible, o
- Adaptarse por parte de cada usuario de conformidad con los servicios técnicos de EUROCOPTER y aprobado por su autoridad oficial competente en materia de aeronavegabilidad.

El programa de mantenimiento en los aspectos evolutivos es continuamente actualizado en función de las informaciones procedentes de la explotación de la flota de aeronaves.

El usuario está obligado a participar al fabricante y a las autoridades aeronáuticas implicadas toda información relativa a una anomalía significativa detectada en servicio o en mantenimiento y que afecte a la aeronavegabilidad de un aparato. Esto constituye un elemento esencial para mantener la aeronavegabilidad.

### **2.8.1 Operaciones de mantenimiento**

Las limitaciones de aeronavegabilidad vienen en la sección 5.60 de la reglamentación Far 17.1529. Dichas limitaciones son objeto de una aprobación por parte de los servicios oficiales franceses y deben respetarse obligatoriamente.

Las otras secciones constituyen el programa recomendado de mantenimiento del helicóptero Lama SA 315 B, y las operaciones de mantenimiento que están establecidas en el manual de periodicidades por parte de la casa fabricante y están clasificadas:

Según la clase:

- Mantenimiento corriente: Inspección antes y después del vuelo, operaciones preliminares
- Mantenimiento periódico: depende de las horas de funcionamiento y del envejecimiento
- Mantenimiento ocasional: ES generalmente de la reparación de avería

Según la importancia de los medios necesarios como están detalladas en la Tabla N° 10:

**Tabla 10**

*Descripción del mantenimiento según los medios necesarios*

<b>INCUMBENCIA</b>	<b>NIVEL</b>	<b>LUGAR</b>	<b>TIPO DE TRABAJOS</b>
USUARIO	1er escalón	Pista	Inspecciones antes y después del vuelo, operaciones preliminares
USUARIO	2do escalón	Hangar	Toda clase de trabajos de mantenimiento como inspecciones periódicas, desmontajes, montajes, reglajes, pruebas, almacenamiento
USUARIO	3er escalón	Talleres especializados	Reparaciones, puestas en estado de funcionamiento, almacenamiento
INDUSTRIAL O REPARADOR APROBADO	4to escalón	Fabrica o Talleres aprobados	Revisión general, puesta en estado de funcionamiento y reparación importantes

*Nota:* En la tabla se describe los niveles de pericia y en donde se debe realizar el mantenimiento según el nivel de complejidad de la tarea de trabajo o inspección a ejecutar.

### **2.8.2 Documentación de mantenimiento**

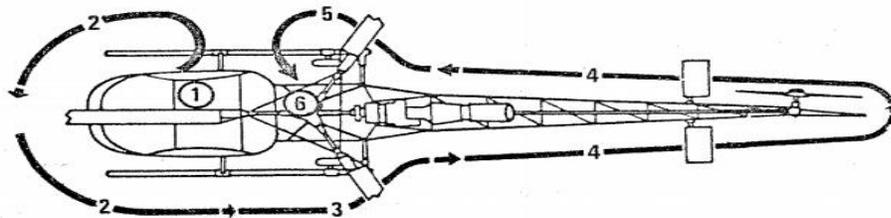
La documentación técnica que está destinada únicamente al usuario comprende:

- La documentación del helicóptero:

- El manual de Mantenimiento que se reúne todas las informaciones necesarias para las operaciones preliminares y mantenimiento (1er y 2do escalón)
- El manual de Reparaciones que trata del mantenimiento de los conjuntos de la incumbencia del fabricante de célula (3er escalón)
- El Catálogo Ilustrado de las Piezas que permite identificar los repuestos
- Los Service Bulletins que son generalmente los que modifican la utilización o el mantenimiento del helicóptero
- La documentación de los equipos
- En la forma de folletos explicativos suministra todas las informaciones (mantenimiento, reparaciones identificaciones) relativas a los equipos.
- Por consiguiente, en los programas de mantenimiento del helicóptero se indican como ejemplo:
  - El recorrido de las inspecciones antes y después del vuelo, (Figura N°14)
  - El ciclo de las inspecciones periódicas

### Figura 16

#### *Inspecciones preliminares*



*Nota:* El recorrido de la inspección preliminar siguiendo la secuencia recuperada del Tomo I, Programa de mantenimiento del Helicóptero Lama SA 315-B, Adaptado por (Eurocopter, 1976, pág. 2)

**Tabla 11***Descripción de la inspección preliminar*

	DETALLE
1.-Interior Cabina (contactos)	4.- Botalón de cola, Árbol de transmisión, Rotor Trasero, C.T.T y palas traseras (nivel y aspectos)
2.-Exterior Cabina (aspecto general, purga)	5.- Estructura Central, Motor y C.T.P. Aterrizador (lado derecho – niveles aspecto)
3.-Estructura Central, Motor y C.T.P Aterrizador (lado izquierdo) (aspectos generales, niveles, purga)	6.- C.T.P Mástil Motor, Plato oscilante, Cabeza del rotor, Palas Principales (aspecto, nivel, purga)

*Nota:* la tabla describe la inspección preliminar y el orden a ejecutar

- Fugas
- Marcas de recalentamiento
- Impactos
- Imperfecciones
- Eventualmente completar los llenados

### 2.8.3 Ciclo de las inspecciones periódicas

El ciclo de la inspecciones y la periodicidades es de suma importancia ya que es el control ya se por tiempo de vida útil o tiempo calendario la cual no sirve para tener fechas exactas con tolerancia para ejecutar las inspecciones dentro de los plazos determinados es un control de mantenimiento el cual nos va a servir para prolongar la vida útil del helicóptero así mismo realizar los vuelos con seguridad y confianza del mantenimiento asido correcto, los mismo que se encuentra legalizado en los libros de vida de la aeronave así mismo como los responsables de la ejecución de dichas inspecciones.

**Tabla 12**

*Periodicidades aplicable al helicóptero Lama SA 315-B*

Tipo de inspección	Plazo- horas de funcionamiento				Plazo-Tiempo	Tolerancia		Definición inspección
	400	800	1200	1600				
T1	400	800	1200	1600	12 meses	+20 h	+1 mes	Inspección elemental
T2	400	800	1200	1600	24 meses	+30 h	+6 meses	Inspección intermedia (T1 + operaciones complementarias)
Insp. May	400	800	1200	1600		+30 h		Inspecciones mayores (mantenimiento mayor)

*Nota:* Tabla de cuadro de referencia de tipos de inspecciones en los plazos de tiempo y su tolerancia.

Como se menciona dentro del mantenimiento dirigido hacia un conjunto o equipo de vida propia cuando su ciclo del soporte ejemplo: C.T.P.

Los conjuntos y equipos de vida propia, como los equipos de la misma duración de vida que la del soporte sufren verificaciones en el momento de las inspecciones periódicas del helicóptero. Además, cuando cumplen su tiempo de funcionamiento están sometidos a:

- Ensayos o verificaciones en taller
- Revisiones generales.

Dentro de las inspecciones programadas y detalladas en el manual de Periodicidades el técnico inspecciona, revisa y supervisa técnicamente en conjunto con la documentación pertinente los equipos y componentes como, por ejemplo:

- **Potencial:** El número de horas de funcionamiento que puede efectuar un equipo entre dos revisiones.
- **Límite de revisión general:** El número de horas de funcionamiento al cabo del cual el equipo debe sufrir una revisión general.
- **Límite de vida:** El número de horas de funcionamiento al cabo del cual el equipo debe ser retirado de servicio
- **Mantenimiento según estado y condición:** El método de mantenimiento que suprime la noción de potencial, el equipo ya no se revisa sistemáticamente sino cuando se comprueba una defectuosidad o disminución de las performances.
- **I.N.I.P:** Inspección no interruptora de potencial. Son verificaciones o puestas en estado de funcionamiento que, a pesar de su importancia, no influya sobre el potencial.

## **CAPITULO III**

### **3. Introducción**

El presente proyecto tiene como finalidad compactar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la Carrera de Mecánica Aeronáutica perteneciente a la sección de tecnologías (ESPE-L), direccionada al beneficio de la Brigada de Aviación del Ejército N°15 "PAQUISHA" ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Quito, para lo cual se basó en las necesidades de la sección Lama SA 315-B en referencia del mantenimiento e implementación de la herramienta especial N° 3130-95-62.020 la cual respalda la correcta ejecución de la inspección T1 de 400 Hrs. de la aeronave de ala rotativa, enfocada al mantenimiento preventivo del rotor principal dando cumplimiento a todos los objetivos propuestos del presente proyecto de titulación.

Por tal motivo se realizó una planificación previa, para la correcta ejecución de la carta de trabajo N° 57.20.601 en cuanto al manual de periodicidades, recopilación de referencias como: datos técnicos, unidades de apoyo, supervisión técnica de mantenimiento herramientas, espació físico, manoloteca, para lo cual se solicitó la autorización previa a la 15 B.A.E "PAQUISHA" y por consiguiente a la unidad G.A.E 45 "PICHINCHA" encargado de la aeronave de ala rotativa Lama SA 315-B, por consiguiente el apoyo de la sección LAMA con la pericia en cuanto a la manipulación y ejecución de las inspecciones del helicóptero y sus componentes .

#### **3.1 Preliminares.**

El Centro de Mantenimiento Aeronáutico del Ejército unidad subordinada de la brigada de Aviación del Ejército 15 B.A.E "PAQUISHA", que tiene como objetivo principal mantener la aeronavegabilidad de las aeronaves de ala rotativa en óptimas condiciones para las tareas de defensa y apoyo al territorio ecuatoriano con la planificación de las tareas de mantenimiento preventivo, correctivo adicional comprimiendo con las

directrices de aeronavegabilidad de la casa fabricante con procedimientos técnicos debidamente supervisados y legalizados.

En el presente capítulo se detallará la inspección T1 de 400 horas en referencia al rotor principal en las cuales se utilizará varias herramientas especiales y comunes con los equipos de protección personal para el cumplimiento de la inspección de manera correcta y segura, el manejo correcto de la documentación técnica de MDE ( manuales de mantenimiento) en relevancia el Volumen 6, Capítulo 57 (rotor principal), Volumen 4 Capítulo 40 (mástil rotor), manual ICO (catálogo ilustrado de herramientas), manual de periodicidades, ítems de inspección direccionadas a la T1 de 400 horas del rotor principal, en las cuales por la necesidad de la sección Lama y para la inspección es importante la implementación de herramientas especiales por lo cual se habilitó la herramienta especial N° 3130-95-62.020.

### **3.2 Inspección T1 de 400 horas del Helicóptero Lama SA 315 B.**

La inspección T1 de 400 horas, el cual describe al mantenimiento preventivo de la aeronave de ala rotativa identificamos los manuales a utilizar por primera instancia tomamos de referencia el Vol. 1, donde encontraremos las periodicidades del helicóptero y las inspecciones requeridas, por capítulos como demanda las ATA 100 con la descripción de las tareas de trabajo en este caso el ATA de referencia será el capítulo N° 57 de volumen VI en el cual nos detalla: ítems de inspección, herramientas comunes , herramientas especiales, fluidos y grasas los cuales debemos utilizar para las tareas de trabajo.

### **3.3 Inspección Periódica.**

La inspección T1 de 400 horas, están dentro del mantenimiento periódico las cuales están ligadas al tiempo límite de vida (T.L.V) y que aplican a todos los conjuntos mecánicos y equipos en normal funcionamiento, también se la puede determinar por

estado y condición de la célula, una inspección T1 pueden ser prolongada o progresivas a lo largo de 400 horas, por el tiempo de tolerancia puede ser +1 meses en horas de tolerancia + 20 horas, estas tolerancias se pueden solo aplicar a inspecciones T1, las inspecciones T2 del ciclo de mantenimiento se completa por operaciones particulares por ejemplo las inspecciones mayores que son una inspección la cual da al conjunto mecánico un potencial de 3200 horas, en la cual deberá ser efectuada con cuidado y en talleres especializados, las inspecciones especiales tienen por objeto las defectuosidades provocadas por el envejecimiento de la célula (erosión, corrosión, degradación).

Debido que a los desmontajes que implica, se aconseja ejecutar al mismo tiempo la inspección más importante durante el periodo considerado, dentro de las inspecciones periódicas existen las funciones homogéneas en referencia a los capítulos del M.D.E (manual de mantenimiento), son clasificadas según su naturaleza, por ejemplo:

- Desmontaje, montajes, inspecciones, verificaciones, reglajes, pruebas y limpieza
- Las operaciones de desmontaje y montaje son efectuadas únicamente para verificar las instalaciones como los soportes o las zonas estructurales subyacentes (corrosión, grietas localizadas).

### **3.4 Carta de Trabajo 57-20-601**

En la descripción de la carta de trabajo 57-20-601 del conjunto rotor principal con 7 hojas de tareas e ilustraciones de trabajos de mantenimiento la misma que consta de varias cartas de trabajo para ejecutar una inspección periódica T1 de 400 horas en forma progresiva la misma que detalla el cumplimiento de cartas de referencia o las tareas homogéneas que tiene como descripción cartas de referencia en este caso 57.20.401

Las cartas de trabajo son las que nos ayudan a realizar las tareas de mantenimiento las mismas que están divididas por sus componentes o partes del

helicóptero, en las cuales se detalla la implementación de la herramientas especiales descrita con el literales y a la vez su importancia de la misma para ejecutar en las cartas de trabajo antes mencionadas para la inspecciones como por ejemplo :conjunto rotor principal, cuerpo de bujes, brazos del rotor principal, cables de arrastramiento, platos oscilantes y el complemento de herramientas especiales y herramientas comunes en la

### 3.5 Ejecución de la Inspección de la carta de trabajo N° 57.20.601

Para el cumplimiento de la tarea de trabajo, el área que vamos utilizar para la inspección, en este caso contamos con la infraestructura adecuada perteneciente a la Brigada de Aviación N° 15 “PAQUISHA”, a la cual fue trasportada la aeronave de ala rotatoria E-318 el mismo que se encuentra en Overhaul, en la siguiente Figura N° 15 se visualiza el taxeo de la aeronave hacia el hangar donde se encuentra el tecele eléctrico.

#### Figura 17

*Taxeo del helicóptero E-318*



*Nota:* El traslado de la aeronave E-318 con ayuda del personal técnico, la aeronave necesita de la implementación de dos ruedas laterales y tres personas, aunque existen diferentes maneras de remolcar la aeronave Lama SA 31-B.

Después de ubicar la aeronave en el hangar con anterioridad debemos implementar la mesa trabajo la cual nos va ayudar a la realización de las tareas de mantenimiento la cual deben conformarse con una caja de herramientas como se muestra en la Figura 16, la misma que consta con:

- Juego de llaves
- Juego de Rachas
- Entorchador
- Desarmadores planos y estrellas
- Lupa
- Extención imantada
- Maceta
- Cortador
- Pinza de puntas planas
- Alicata
- Pinzas de presión
- Alambre de frenado N°0.08mm
- Marcadores (rojo y negro)

**Figura 18**

*Caja de herramientas*



*Nota:* La caja de herramientas de preferencia de color roja y de estructura metálica con dimensiones que acoja todas las herramientas necesarias.

Por consiguiente, debemos tener material fungible y los lubricantes, grasas, hidráulicos los mismos que tienen especificaciones para el uso de la aeronave de ala rotativa SA 315-B así mismos debemos tener los aceiteros y graseros que nos ayudara para aplicar en la aeronave como se muestra en la Figura N° 17.

**Figura 19**

*Lubricantes, aceites, elementos fungibles, graseros y aceiteros.*



*Nota:* La imagen describe el control organizacional de los fluidos químicos y de los graseros y aceiteros los cuales son necesarios para la lubricación, limpieza del helicóptero Lama SA 315-B.

Es de suma importancia que al momento de realizar cualquier tarea de mantenimiento se debe contar con la información técnica, herramientas y equipos de acuerdo al manual de mantenimiento que vamos a utilizar, en referencia al manual de mantenimiento (M.D.E) y a que sección o conjunto mecánico del helicóptero vamos a ejecutar la tarea de trabajo, la misma que se divide en las ATA 100 las cuales nos ayuda a encontrar la información acerca del helicóptero como lo encontramos en la siguiente.

### Figura 20

*Manuales De mantenimiento en la mesa de trabajo.*



*Nota:* Una mesa funcional, con las dimensiones adecuadas para el mantenimiento.

### **3.5.1 Herramientas especiales**

Las herramientas especiales son fundamentales para el cumplimiento de las tareas de trabajo las cuales nos permite ejecutar de una forma segura confiable y sin dañar los elementos mecánicos, ocasionadas por no utilizar las herramientas adecuadas en una inspección, tarea de trabajo, servicios de boletín.

En la inspección a ejecutar tenemos algunas herramientas especiales las cuales se detallan en la siguiente lista:

- Plataformas de trabajo (ver Figura 19)
- Dinamómetro de 0.5 daN (ver Figura 20)
- Cáncamo de levantamiento N° 3130-95-68.006 (ver Figura 21)
- Llave especial N° 3130-95-68.150 (ver Figura 21)
- Casquillo N° 3130-95-8.096 (ver Figura 21)
- Bastidor N° 3130-95-662.020 (ver Figura 22)

#### **Figura 21**

*Plataformas de trabajo*



*Nota:* La plataforma de trabajo es una herramienta especial que nos permite la Extención del área de trabajo en la parte superior del helicóptero en forma lateral tanto como derecha e izquierda.

**Figura 22**

*Dinamómetro de 0.5 daN*



*Nota:* El dinamómetro que no ayudara a supervisar los resortes que se encuentra en buje rotor.

**Figura 23**

*Herramientas especiales: llave especial, cáncamo, casquillo*



*Nota:* En la figura se describe las tres herramientas que nos van ayudar al desmontaje del conjunto de la cabeza de rotor.

**Figura 24**

*Bastidor N° 3130-95-662.020*



*Nota:* El Bastidor N° 3130-95-662. 020, es una herramienta especial que tiene con función el soporte del conjunto rotor principal.

**3.5.2 Herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020**

La herramienta especial descrita como el Bastidor N° 3130-95-662. 020, es un soporte del conjunto de cabeza rotor que se caracteriza por ser un conjunto mecánico mayor del helicóptero Lama SA 315-B, la misma que puede soportar el peso de 23 kg y el transporte del conjunto mayor y permite realizar las inspecciones T1, T2 e inspecciones mayores así mismo con los S.B (boletines de servicio).

Figura 25

*Características de la herramienta especial*

<b>SUD AVIATION</b>	
ALOUETTES ET DERIVES	
CATALOGUE DES OUTILLAGES	
<b>1 - <u>DEFINITION</u></b>	
DESIGNATION	: Bâti support
REFERENCE	: 3130-95-12.065
FOURNISSEUR	: SUD-AVIATION MARIGNANE
N° NATO	:
QUANTITE PAR APPAREIL	: 1
VALIDITE	:
MASSE UNITAIRE	: 23 kg
<b>2 - <u>UTILISATION</u></b>	
	: Supporte le moyeu rotor avec ou sans entraîneur de plateau supérieur, lors de sa dépose ou de son équipement. S'adapte sur 3130-95-62.020 ou 3130-95-00.250.50.
<b>3 - <u>DEGRE D'UTILISATION</u> : 3<sup>ème</sup></b>	
<b>4 - <u>DESCRIPTION</u></b>	
	: Arbre vertical épaulé, soudé sur un socle circulaire avec nervures et trous de fixation.

*Nota:* En la figura se detalla especificaciones de la herramienta especial rescatado por el manual de herramientas especiales del helicóptero lama (Eurocopter, 1976).

### 3.5.2.1 Habilitación de la Herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020

La herramienta especial debido al uso y por su necesidad para las diferentes inspecciones del Helicóptero Lama SA 315-B, así como el desgaste evidente, se perdió su funcionalidad para la que fue fabricada y para poder dar cumplimiento a unos de los objetivos específicos que es la implementación de la herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020, se aplicó diferentes acciones de mantenimiento, para lo cual el uso de equipos de protección personal es necesario para habilitar la herramienta especial detalladas en las siguientes figuras a continuación.

#### Figura 26

*Herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020 deteriorada.*



*Nota:* Se evidencia la pérdida de sus características estructurales, así como en pintura y accesorios(ruedas).

**Figura 27**

*Herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020 fase de limpieza.*



*Nota:* En la presente figura se describe el Bastidor y la limpieza de la herramienta con lija N° 40 y cepillo de acero.

**Figura 28**

*Herramienta especial Bastidor junto al removedor de pintura.*



*Nota:* Se describe la estructura lista para aplicar el agente químico para decapar.

**Figura 29**

*Herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020 lavado.*



*Nota:* Se describe el lavado de toda la estructura, eliminando todo agente químico, lubricante, grasas y pintura.

**Figura 30**

*Herramienta especial Bastidor N° 3130-95-662. 020, extracción de las ruedas en mal estado.*



*Nota:* Se extrae las ruedas en mal estado con una amoladora por su estado y condición.

**Figura 31**

*Restauración de las patinas de soporte de las ruedas.*



*Nota:* Restauramos las patinas de soporte de las ruedas con el fin de mejorar su funcionalidad en el transporte.

**Figura 32**

*Restauración de las patinas de soporte de las ruedas.*



*Nota:* Se describe trabajos de restauración de las palatinas donde están ubicadas las ruedas, se aplicó una soldadura MIG(Metal-Inerte-Gas).

**Figura 33**

*Colocación de las ruedas.*



*Nota:* Se colocó unas ruedas de referencia rotantes de composición de gomas que soportan pesos desde 60 kg a 150kg.

**Figura 34**

*Colocación de la pintura en la estructura del Bastidor.*



*Nota:* Se describe la estructura del bastidor ya colocado el primer como anticorrosivo y por consiguiente tres capas de pintura esmalte Caterpillar, quedando como finalizado el mantenimiento a la herramienta especial.

### 3.5.3 Inspección del Conjunto Rotor C.R.P

Una vez que estén listas herramientas y equipos necesarios continuamos con la inspección detallada en la carta de trabajo a cumplir el desmontaje de la cabeza de rotor, para lo cual nos basamos a la carta de trabajo de referencia 57.20.401 ver (Anexos A, B, C, D) y la 40.11.40. (ver Anexos E, F, G).

Para realizar el mantenimiento se debe contar con las siguientes herramientas:

- Racha con una copa N°12 y N° 16
- Cortador
- Lupa
- Material fungible para la limpieza
- Tecele
- Cáncamo de levantamiento N° 3130-95-68.006
- Llave especial N° 3130-95-68.150
- Casquillo N° 3130-95-8.096
- Bastidor N° 3130-95-662.020
- E.P.P (casco, guantes, overol, botas de seguridad)

Una vez ubicada la aeronave de ala rotativa debajo del tecele eléctrico, colocamos las plataformas de trabajo laterales y revisamos conexiones eléctricas del tecele, ubicamos verticalmente sobre el cáncamo de izado que se encuentra en la cabeza del rotor principal , siempre se debe recordad que la prioridad antes y después de manipular los elementos mecánicos siempre hacer una limpieza superficial del area de trabajo adicional la ferretería que extraemos debemos tener un depósito donde vamos a ubicar y la ferretería que necesite remplazo por su estado y condición con el número de parte descrito en el ICO (Catalogo ilustrado de partes), donde

encontraremos el elemento o en su defecto su equivalente para su respectiva sustitución.

En los procedimientos cabe recalcar que si tenemos alguna duda sobre los procedimientos aclaramos con las cartas de referencia que nos dan un procedimiento más detallado y nos ayuda a clarificar los desmontajes y montajes en este caso para el mantenimiento del buje rotor necesitamos los procedimientos detallados en la carta de referencia 40.11.401, donde nos detalla el desmontaje para el izado del Conjunto rotor con el siguiente procedimiento:

- Ubicamos la aeronave de ala rotativa debajo del tecele.

### Figura 35

*Ubicación en el tecele de elevación.*



Nota: En la Figura se describe la alerta que se debe tener en los patines y en las partes laterales, cuando se ubica debajo del tecele eléctrico la aeronave.

- Colocamos las plataformas de trabajo.

### Figura 36

*Plataforma de trabajo.*



*Nota:* Se puede notar las plataformas de trabajo ya en funcionamiento tanto en el lado de la derecha como lateral izquierdo y que nos permite un trabajo con seguridad en la parte superior del helicóptero.

- Desacoplar las bielas de cambio de paso de las palancas (ver Figura N°35)

### Figura 37

*Desacople de las bielas de cambio de paso.*



*Nota:* En la figura podemos describir la biela de cambio de paso ya desacoplada y que nos va permitir el desajuste del mástil, el conjunto rotor principal, tener en cuenta que son tres bielas de cambio de paso, necesario una llave 12 mm.

- Quitar los frenos y desenroscar los tornillos de fijación de los platos superiores al buje (ver Figura N°36, 37).

### Figura 38

*Corte de alambre de freno.*



*Nota:* Se describe que Cortamos todos los alambres de freno de tal manera poder desenroscar las tuercas de fijación.

### Figura 39

*Desenroscado de las tuercas de fijación.*



*Nota:* Las tuercas de fijación con su línea de fe en la corona de la caja de trasmisión principal donde se utiliza una racha con una copa 16mm.

- Desmontar las tuercas las tuercas con la Llave especial.

#### Figura 40

*Desacople de las tuercas con la llave especial N° 3130-95-68.150*

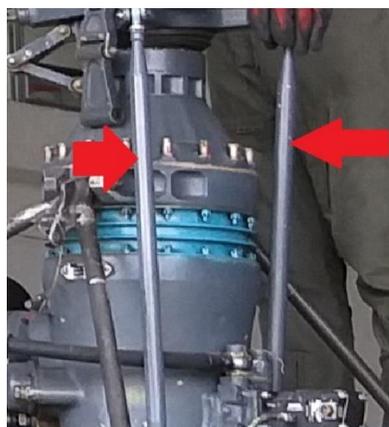


*Nota:* Se detalla el apoyo necesario para ejercer la fuerza con la llave especial, sobre el torillo que este acoplado con el casquillo que está ubicado debajo del cáncamo de izado.

- Desacoplar las bieletas del plato inferior.

#### Figura 41

*Desacople de las bieletas inferiores.*



*Nota:* Se describe las bieletas inferiores las cuales son tres y nos van permitir el izado del conjunto rotor ya que están unidos a los balancines de cambio de paso general utilizamos la llave 12mm, al igual sacamos los seguros (Pasadores).

- Fijar el cáncamo de levantamiento sobre el mástil rotor -tornillo del mástil rotor casquillo N° 3130-95-8.096(ver Figura N°40,41).

### Figura 42

*Colocación del cáncamo de levantamiento*



*Nota:* La colocación del casquillo N°3130-95-8.096 para poder extraer el tronillo con la llave especial N° 3130-95-68.150 y volver a colocar cáncamo de izado del helicóptero Lama SA 315 -B.

### Figura 43

*Colocación del cáncamo de levantamiento*



*Nota:* Se describe la colocación del cáncamo de izado para poder levantar con el teclé eléctrico el conjunto rotor principal.

- Desacoplar el tornillo y volver a colocar el Cáncamo de levantamiento (ver Figura 42, 43, 44)

### Figura 44

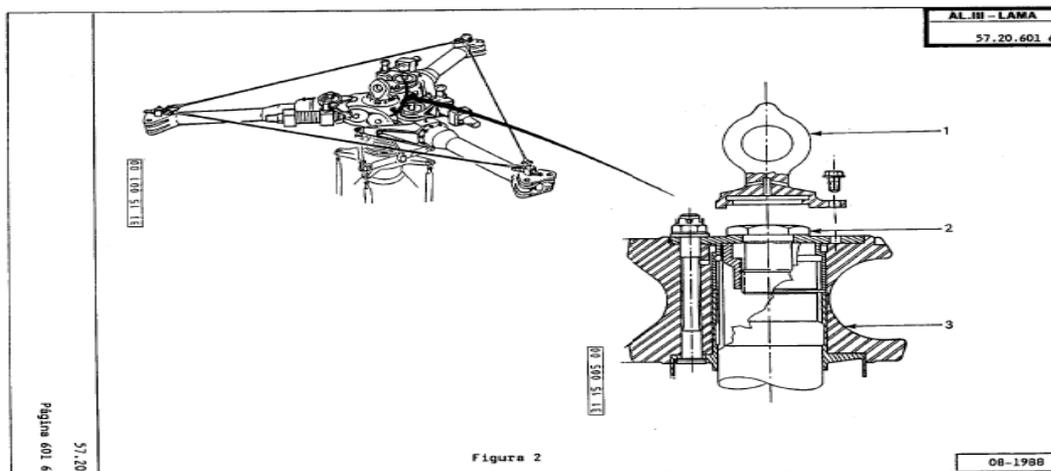
*Extracción de tornillo de la cabeza rotor.*



*Nota:* Sacamos el tornillo de la cabeza rotor luego de eso volvemos a poner el cáncamo de izado.

### Figura 45

*Ilustración de tornillo de la cabeza rotor.*



*Nota:* En esta figura podemos evidenciar que sacamos el tornillo de la cabeza rotor luego de eso volvemos a poner el cáncamo de izado recuperado del Tomo VI, del Helicóptero Lama SA 315-B, Adaptado por (Eurocopter, 1976, pág. 401).

**Figura 46**

*Desacople de pincel de articulación.*



*Nota:* Se describe el pincel de articulación desacoplado para poder separar los dos conjuntos mayores tanto como la caja de transmisión principal y el conjunto de transmisión principal.

- Desarticulación del pincel de articulación

**Figura 47**

*Levantamiento con el tecele.*



*Nota:* Se detalla el izado con el tecele eléctrico, se debe tomar las medidas de seguridad y hacerlo de forma lenta evitando estar debajo del conjunto mecánico.

- Levantar con el teclé lento y con seguridad permitiendo que se extraiga con seguridad.
- Desmontar el conjunto sobre la carretilla o sobre el Bastidor N° 3130-95-662.020.

#### **Figura 48**

*Implementación del bastidor.*



*Nota:* Se visualiza el desmontaje del conjunto mecánico y la implementación de la herramienta especial el Bastidor.

- Asegurar con los pernos de sujeción.

### Figura 49

*Fijación al Bastidor N° 3130-95-662.020*



*Nota:* Una vez ya ubicado el conjunto rotor principal al Bastidor N° 3130-95-662.020 en lo cual se coloca los tornillos de sujeción.

Lo detallado anteriormente como referencia al desmontaje del conjunto rotor principal, una vez implementado el conjunto mecánico al bastidor, proseguimos con la inspección en referencia a la carta de trabajo N° 57.20.601 dando cumplimiento a los items de inspección.

El número (1) desacoplamos las bielas de las palancas que ya lo realizamos anteriormente en el desmontaje, en el momento que estas desacoplamos verificamos el estado y condición de las bielas de cambio de paso cumpliendo con literal número (2), en cual igualmente en un depósito almacenamos los pernos realizando una inspección visual sobre los pernos que no se encuentre en mal estado o deformes.

El numeral (3) nos detalla realizar una inspección visual sobre el buje utilizando la lupa si observamos presencia de grietas en las mangas y las palancas, respecto a las grietas si hallamos presencia de las mismas procedemos a decapar la pintura, en caso que existiera como menciona en la carta de trabajo se desmontaría el buje caso contrario se vuelve a dar los retoques donde se tuvo que decapar la pintura.

### **Figura 50**

*Fijación al Bastidor N° 3130-95-662.020*



*Nota:* Observamos el buje rotor en el cual se ejecuta una inspección visual y un decapado de la pintura para detectar cualquier imperfecto.

En el numeral (4) verificamos los contrapesos de los topes que se encuentre con el torque respectivo por cada mangueta existe tres contrapesos que nos ayuda en el movimiento centrifugo que realiza el rotor principal.

**Figura 51**

*Inspección visual de los contrapesos de los topes.*



*Nota:* Verificamos que los contrapesos estén funcionando correctamente, cabe recalcar que cuando está mal los contrapesos ellos no permiten que la mangueta funcione correctamente en sus ejes de batimiento.

Para los siguientes numerales de inspección (5), (6),(7) en los cuales tenemos que realizar pruebas de libertad de articulaciones en la tres manguetas, eslabones, y en el buje, observando algún imperfecto de los elementos a inspeccionar tomando en cuenta la dureza y rigidez en el desbalance del movimiento de batimiento, podemos observar la mangueta para verificar los numerales anteriormente mencionados el numeral (8), lo podemos realizar en el momento que hacemos estas pruebas ir verificando frenado de la tuerca espaciadora y los torques (ver Anexo H), el numeral (9) también verificamos los anillos de rodamientos del eje del batimiento por lo general se revisa que el espolón se encuentre de retención para el batimiento y no cortado.

**Figura 52**

*Inspección visual de los contrapesos de los topes.*



*Nota:* Se describe la forma como podemos realizar una prueba de holgura tanto como en las manguetas, la función del buje y los eslabones.

Los numerales (10), (11), (12) en los cuales podemos verificar las juntas de estanqueidad de las mangas y la tuerca número 13 volver a ajustar por lo general por el movimiento de arrastre de rotor principal suele perder el torque verificando la libertad en el movimiento de incidencia y el numeral (13), en el cual volvemos a acoplar la bielas antes de poner los pernos debemos realizar una limpieza de los pernos así mismo una vez limpio se aplica mastinox 6830 para evitar la corrosión ya que están propensas al calor y al roce entre elementos mecánicos.

**Figura 53**

*Inspección visual de los contrapesos de los topes.*



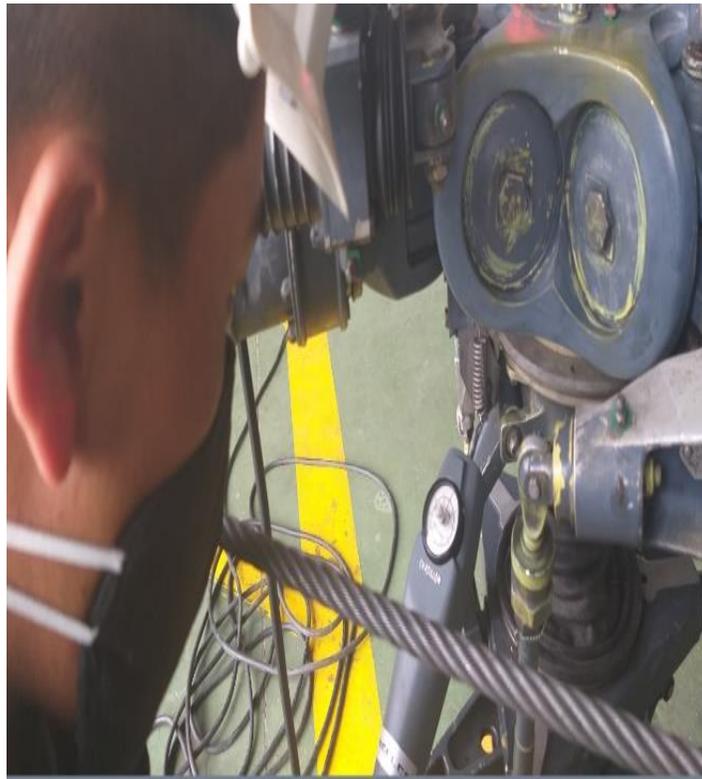
*Nota:* Las flechas rojas identifican la mangueta y la tuerca número 13 a la cual debemos dar un ajuste adicional por motivo del movimiento de incidencia que sufre, también verificamos si está funcionando correctamente con la libertad de articulación en conjunto con las juntas.

La verificación de los resortes de tope con el apoyo de un técnico adicional el levantamiento de la manga con la ayuda de una herramienta especial el dinamómetro el mismo que enganchamos en el resorte por lo cual vamos a medir dos  $F_1$  (fuerza una) el esfuerzo necesario para despegar el contrapeso y la  $F_2$  (fuerza dos), donde medimos el esfuerzo necesario para trasladar el contrapeso contra el tope de apertura completa.

Como lo hacemos elevando la mangueta hacia media altura es para despegar F1 (fuerza una), y hacia arriba completamente es F2 (fuerza dos) para ir contra el tope de abertura completa para remplazar los resortes tenemos que tener una medición de F1 (fuerza una) inferior a 1,3 daN y F2 (fuerza dos) inferior 1,7 daN.

#### **Figura 54**

*Comprobación de los resortes de tope.*



*Nota:* Se encuentra la herramienta especial, el dinamómetro con los resortes de tope para poder medir las Fuerzas 1 y 2.

En la carta de trabajo 57.20.601 nos menciona sobre el tornillo de fijación aquel tornillo que desenroscamos para poder hacer el desmontaje del conjunto rotor, aquel tornillo nos permite la conexión la cabeza rotor con el mástil rotor, el mismo que debemos realizar una inspección del tornillo ya desenroscado realizamos los siguientes procedimientos:

- Desmontar el cáncamo de levantamiento
- Quitar el tornillo de fijación de la C.R.P
- Después de verificar grietas, deformaciones, picadura
- Colocamos el tornillo de fijación
- Montamos el cáncamo de levantamiento
- Herramienta necesaria llave especial N° 3130-95-68.150(Figura 29)
- Casquillo N° 3130-95-8.096(Figura 29)

### Figura 55

*Comprobación de los resortes de tope.*



*Nota:* El tornillo de fijación el mismo que se verifica el estado y condición tanto como en su formación original y el roscado del mismo.

Después de haber finalizado la inspección de la carta de trabajo en el montaje del C.R.P. (Conjunto Rotor Principal), el mismo que nos detalla en la carta de trabajo N° 40.11.401 que son referenciales, las mismas que nos ayuda al mantenimiento más profundo detallados el montaje a continuación los pasos:

- Limpiár e inspeccionar imperfectos (ver Figura N° 54)
- Limpiár la separación de C.T.P y el cárter cónico con metil- cetona

### **Figura 56**

*Limpiár inspeccionar el C.R.P (Conjunto Rotor Principal).*



*Nota:* Se describe el material fungible con lo que se realizó la limpieza al mismo tiempo verificamos cualquier imperfecto en todo el conjunto mecánico.

- Fijar el cáncamo de levantamiento en el mástil rotor con el casquillo.
- Desmontar el obturador - tornillo con las llaves especial
- Ubicar el tecele de levantamiento en el conjunto rotor principal

### Figura 57

*Fijar el cáncamo sobre el C.R.P (Conjunto Rotor Principal).*



*Nota:* Se ubica el cáncamo de levantamiento para poder ejecutar el montaje.

- Montar sobre la C.T.P (Caja de Trasmisión Principal).

### Figura 58

*Montar el cáncamo sobre el C.R.P (Conjunto Rotor Principal).*



*Nota:* El montaje de la corona, guiado sobre los pernos de fijación que se encuentran sobre la C.T.P(Caja de transmisión Principal).

- Guiar y ubicar correcta sobre los pernos.
- Colocar Mastinox en las juntas del cárter y la C.T.P (Caja de Trasmisión Principal
- Montar las arandelas y tuercas al igual realizar los frenados correspondientes.
- Desmontar el cáncamo de levantamiento.

### Figura 59

*Aplicamos mastinox sobre el C.R.P (Conjunto Rotor Principal) y la caja de trasmisión principal.*



*Nota:* En la flecha roja indica donde se ubica el agente químico mastinox, el mismo que nos va permitir prevenir la corrosión y el daño del contacto metal con metal que va entre el borde de la C.T.P(Caja de trasmisión Principal) y el cárter.

- Asegura el tornillo con el casquillo (ver Figura N°58)
- Bloquear las tuercas.

### Figura 60

*Desmontamos el cáncamo y ajustado del tornillo del (Conjunto Rotor Principal).*



*Nota:* Se describe el apriete del tornillo adicional la fecha roja nos muestra el cáncamo de levantamiento que montamos ya desmontado así mismo verificamos aprietes y frenados a la para no quede elementos o herramienta encima del helicóptero.

Una vez realizado lo pasos de montaje del conjunto mecánico debemos hacer una limpieza del área de trabajo así mismo guardar los manuales de mantenimiento en conjunto de las mesas de trabajo completamente limpias y el teclé de elevación desacoplar de la fuente de energía ubicar en un lugar seguro bloquear las ruedas,

procedemos a colocar las llantas del Helicóptero Lama SA 315-B y taxeo hacia el hangar para continuar con la siguiente fase del Overhaul en que se encontraba la aeronave de ala rotativa E- 318.

### **Figura 61**

*Conjunto Rotor Principal montado en el helicóptero E-318*



*Nota:* El E-318 ya montado el conjunto rotor principal en el helicóptero Lama SA 315- B , el mismo que se encuentra en proceso de Overhault, en el momento se le está trasladando donde se le montara el motor Artouste III B.

## CAPITULO IV

### 4. Conclusiones y Recomendaciones

#### 4.1 Conclusiones

- La información recopilada con respecto a la inspección T1 de 400 horas en base a la carta de trabajo N° 57.20.601, corresponde al Conjunto Rotor Principal, Tomo VI del M.D.E (Manual de Mantenimiento), aplicable al Helicóptero Lama SA 315-B.
- Las herramientas especiales, equipos y materiales son de suma importancia al momento de cumplir las cartas de trabajo por sus especificaciones técnicas, orientadas a un conjunto mecánico, brindado seguridad, facilidad al momento de realizar una inspección.
- Se realizó la Inspección T1 de 400 horas, con todos los métodos y técnicas que detalla en la carta de trabajo N°57.20.601, aplicable al Helicóptero Lama SA 315-B de matrícula E-318, la misma que se llevó a cabo junto a la supervisión del personal técnico de la Brigada de Aviación N° 15 "PAQUISHA".

#### 4.2 Recomendaciones

- El cumplimiento de las medidas de seguridad ejecutando los métodos y técnicas empleadas especialmente al manipular maquinaria pesada respecto al Teclé de elevación y los conjuntos mayores evitando la caída libre del mismo o mala operación de maquinaria pesada.
- Implementar las herramientas especiales adecuadas y direccionadas a las tareas de trabajo a cumplir las cuales facilitara el desempeño laboral, evitando incidentes o accidentes laborales e incluso prevenir el daño estructural de la aeronave de ala rotativa y de los componentes mecánicos por utilizar herramientas no adecuadas al momento del montaje y desmontaje de los mismos.

- Se recomienda el uso de la Documentación Técnica respectiva direccionada tanto al mantenimiento como para la legalización de las tareas de mantenimiento las cuales garantizara los métodos y técnicas implementados en las inspecciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ecuatoriano, E. (2020). <https://ejercitoecuadoriano.mil.ec/institucion/fftt/sistema-de-armas/aviacion-del-ejercito>. Obtenido de <https://ejercitoecuadoriano.mil.ec/institucion/fftt/sistema-de-armas/aviacion-del-ejercito>: <https://ejercitoecuadoriano.mil.ec/institucion/fftt/sistema-de-armas/aviacion-del-ejercito>

Eurocopter. (1976). LAMA SA 315B tomo 1. En Eurocopter, LAMA SA 315B (pág. 2). Francia: Aeropostiale.

Helikopter-Service Triet AG. (10 de junio de 2008). Helikopter-Service Triet AG. Obtenido de Helikopter-Service Triet AG: [https://www.heli-service-triet.ch/eng/turbinenwerkstatt\\_eng.htm](https://www.heli-service-triet.ch/eng/turbinenwerkstatt_eng.htm)

# ANEXOS