



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Inspección de 800 horas (t2) del helicóptero lama sa 315 b mediante carta de trabajo número c.t. 57.20.401 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército.

Paspuel Escobar, Richard Esteban

Departamento de Ciencias Espaciales

Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica mención Aviones

Monografía previo a la obtención del título de Tecnólogo en: Mecánica Aeronáutica
mención Aviones

Director: Tlgo. Arevalo Rodriguez, Esteban Andres

Latacunga

2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN

AVIONES

Certificación

Certifico que la monografía, “Inspección de 800 horas (t2) del helicóptero lama sa 315 b mediante carta de trabajo número c.t. 57.20.401 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército” fue realizada por el señor Paspuel Escobar, Richard Esteban, ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 12 de Marzo del 2021

Tlgo. Arévalo Rodríguez Esteban Andrés

C.C.: 0604248062

Reporte de verificación



Document Information

Analyzed document	TESIS FINAL 12-03-21.pdf (D98179657)
Submitted	3/12/2021 11:24:00 PM
Submitted by	
Submitter email	repaspuel@espe.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	eaarevalo1.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA**Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / urkn.docx**

Document urkn.docx (D26464649)

Submitted by: pillasflou_19@hotmail.es

Receiver: eszabala.espe@analysis.arkund.com



Firmado electrónicamente por:

ESTEBAN ANDRES**AREVALO RODRIGUEZ**

Tlgo. Arevalo Rodriguez Esteban Andres

C.C.: 0604248062



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN

AVIONES

Responsabilidad de autoría

Yo, **Paspuel Escobar, Richard Esteban**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Inspección de 800 horas (t2) del helicóptero lama sa 315 b mediante carta de trabajo número c.t. 57.20.401 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 12 de Marzo del 2021

A handwritten signature in purple ink, which appears to be 'Paspuel Escobar, Richard Esteban', is located below the date. The signature is written in a cursive style and is positioned above the printed name.

Paspuel Escobar, Richard Esteban

C.C.: 100372190-7



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

Autorización de publicación

Yo, **Paspuel Escobar, Richard Esteban**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, publicar la monografía: **“Inspección de 800 horas (t2) del helicóptero lama sa 315 b mediante carta de trabajo número c.t. 57.20.401 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 12 de Marzo del 2021

Paspuel Escobar, Richard Esteban

C.C.: 1003721907

Dedicatoria

Este proyecto de graduación lo dedico en primer lugar a Dios por guiarme en el camino correcto, a mis hijos y mi esposa que son el motor que día a día me impulsa a seguir adelante sin importar los tropiezos que eh tenido durante mi vida y motivándome desinteresadamente.

A mis padres y hermanos que a pesar de la distancia siempre han sido y serán mi orgullo más grande convirtiéndose en la pieza clave de mi formación personal y humanística decirles que los amo y los respeto.

A mis suegros y cuñado que han sido mis segundos padres y un hermano más apoyándome siempre y brindándome el cariño que se necesita para motivarse día tras día a quienes admiro y quiero mucho.

Paspuel Escobar Richard Esteban

Agradecimiento

En primer lugar, siempre agradecer a Dios por brindarme la salud y la felicidad y por mantener a mis seres amados junto a mí, ya que gracias a ello he podido culminar el objetivo profesional más grande que tenía, graduarme como Tecnólogo Aeronáutico y así poder aportar con mis conocimientos adquiridos a la Brigada de Aviación del Ejército.

Quiero agradecer al Sr Sgop. Varela Wilson por su apoyo incondicional en todo momento siendo una persona colaboradora, amigo y consejero que quiere lo mejor para mí sin importar los tropiezos que haya tenido.

A los Sres. Sgop. Langet Raul y Cbos Yucailla Byron por ese apoyo desinteresado y todo el conocimiento brindado durante el desarrollo de mi proyecto de tesis siendo profesionales en todo momento y dejando en alto el nombre de la Brigada de Aviación del Ejército y específicamente del Centro de Mantenimiento.

A la sección de Helicópteros LAMA SA 315 B por el tiempo brindado demostrando el amor a la aviación y a nuestra Aeronave y que siga siendo la mejor sección de la Brigada Aérea.

Paspuel Escobar Richard Esteban

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Tabla de contenidos.....	8
Índice de tablas.....	11
Índice de figuras.....	12
Resumen.....	14
Abstract.....	15
Planteamiento del problema de investigación.....	16
Tema.....	16
Antecedentes.....	16
Planteamiento del problema.....	17
Justificación.....	18
Objetivos.....	19

	9
<i>Objetivo General</i>	19
<i>Objetivos Específicos</i>	19
Alcance.....	19
Marco teórico	21
Historia del helicóptero Lama SA 315 B.....	21
Campo de utilización.....	21
Partes del helicóptero Lama SA 315 B.....	21
Rotor del helicóptero.....	23
Tipos de Rotores.....	25
Inspecciones.....	25
<i>Tipos de inspecciones</i>	26
Mantenimiento.....	30
<i>Tipos de mantenimiento</i>	30
<i>Niveles de mantenimiento</i>	31
Modos de mantenimiento.....	33
<i>Procesos del mantenimiento aéreo</i>	35
<i>Documentación técnica de aviación</i>	36
Desarrollo del tema	38
Inspección de 800 horas del helicòptero Lama SA 315 B.....	38
<i>Buje del rotor principal</i>	38
<i>Amortiguadores de resistencia al avance</i>	39

	10
<i>Cables de arrojamiento</i>	39
Carta de trabajo número C.T. 57.20.401	40
Preparación del trabajo	40
Boletín de Servicio 05.37	41
Implementación del soporte	41
Desmontaje	44
Conclusiones y Recomendaciones	49
Conclusiones	49
Recomendaciones	50
Bibliografía	51

Índice de tablas

Tabla 1. *Partes del helicóptero Lama*.....22

Tabla 2. *Características generales del helicóptero Lama*24

Índice de figuras

Figura 1. <i>Presentación del helicóptero</i>	22
Figura 2. <i>Procesos de mantenimiento aéreo</i>	36
Figura 3. <i>Buje del rotor principal</i>	40
Figura 4. <i>Desmontaje - montaje del buje</i>	41
Figura 5. <i>Elaboración de partes del soporte</i>	42
Figura 6. <i>Montaje de la base del soporte</i>	42
Figura 7. <i>Montaje del soporte</i>	43
Figura 8. <i>Ensayos</i>	43
Figura 9. <i>Implementación del soporte</i>	44
Figura 10. <i>Desmontaje de bielas</i>	44
Figura 11. <i>Desmontaje de los tornillos de fijación</i>	45
Figura 12. <i>Desmontaje del tornillo de fijación</i>	45
Figura 13. <i>Desmontaje Preparación para extraer el buje del rotor</i>	46
Figura 14. <i>Colocación del extractor del buje del rotor</i>	46
Figura 15. <i>Fijación del buje en el soporte</i>	47
Figura 16. <i>Aseguramiento del brazo de izado</i>	47
Figura 17. <i>Desmontaje del buje principal</i>	48

Figura 18. *Colocación sobre la herramienta especial*.....48

Resumen

El presente proyecto técnico de titulación consiste en la Implementación de una herramienta especial para realizar la inspección de 800 horas (t2) del helicóptero Lama SA 315 B mediante la carta de trabajo numero C.T. 57.20.401 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército, para lo cual se diseñó un soporte donde se coloca la cabeza del rotor principal y con ayuda de esta herramienta proceder al desmontaje del buje principal del helicóptero conjuntamente con los pernos estriados, cumpliendo con las normas de seguridad y aeronavegabilidad para realizar trabajos técnicos de calidad como siempre se q caracterizado la brigada aérea y el ejército en general, dicha herramienta fue elaborada y montada en las instalaciones del centro de mantenimiento, con la ayuda del personal técnico de la sección de helicópteros LAMA, estructuras y soldas especiales, se realizaron los cortes y soldas pertinentes fijando de esta manera la base con los soportes para el buje, una vez completado el trabajo se realizaron los chequeos necesarios con lo cual se desmontaron los tornillos estriados de la cabeza de rotor principal permitiendo con esto realizar la inspección y mantenimiento de dichos elementos de manera técnica y no empírica como se lo hacia en tiempos pasados

Palabras clave:

- **BUJE DEL ROTOR PRINCIPAL**
- **ROTOR PRINCIPAL**
- **TORNILLOS ESTRIADOS**
- **AERONAVEGABILIDAD**
- **SUELDA**

Abstract

The present technical degree project consists of the implementation of a special tool to perform the 800 hours inspection (t2) of the helicopter Lama SA 315 B by means of the work letter number C.T. 57.20. 401 belonging to the Army Aviation Brigade, for which a support was designed where the main rotor head is placed and with the help of this tool proceed to disassemble the main hub of the helicopter together with the splined bolts, complying with safety and airworthiness standards to perform quality technical work as always characterized the air brigade and the army in general, the tool was developed and assembled in the facilities of the maintenance center, With the help of the technical staff of the helicopter section LAMA, structures and special welds, the relevant cuts and welds were made thus fixing the base with the supports for the bushing, once the work was completed the necessary checks were made with which the knurled screws of the main rotor head were disassembled thus allowing the inspection and maintenance of these elements in a technical manner and not empirical as it was done in the past.

Key words:

- **MAIN ROTOR BUSHING**
- **MAIN ROTOR**
- **SPLINED SCREWS**
- **AIRWORTHINESS**
- **LEFT**

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1 Tema

Inspección de 800 horas (t2) del helicóptero lama sa 315 b mediante carta de trabajo número c.t. 57.20.401 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército.

1.2. Antecedentes

El Centro de Mantenimiento de la 15 B.A.E “PAQUISHA”, realiza labores de mantenimiento altamente profesionales a todos los niveles y en todos los campos sean estos mecánicos, estructurales y aviónicas para lo cual posee talleres para cada especialidad, lo cual le permite llevar a cabo inspecciones mayores de célula y motor, inspecciones periódicas y complementarias de toda la flota de aeronaves pertenecientes a la Aviación del Ejército

En la Sección de mantenimiento del Helicóptero LAMA SA 315 B, se ejecutan inspecciones mayores, periódicas y complementarias tanto de célula como de motor dentro de las cuales se tiene la inspección de 800 horas célula que se ejecuta respetando tanto los TLV (Tiempo Límite de Vida) como los TLR (Tiempo Límite de Revisión), dentro de esta inspección se realiza el desmontaje chequeos y montaje de la cabeza de rotor principal.

La cabeza de rotor principal es un componente de vital importancia considerado como un elemento mayor de la aeronave, puesto que tiene anclado un gran número de elementos como, por ejemplo: mangas, bielas de paso, palas, plato cíclico y oscilante etc. Tomando en cuenta la importancia de este elemento es necesaria la implementación de un soporte que permita realizar un mantenimiento técnico del

componente sin afectar la aeronavegabilidad y preservando la seguridad del personal de técnicos.

1.3. Planteamiento del problema

Dentro del campo de la aeronáutica hablando de una forma general existen muchas herramientas como por ejemplo soportes, acoples etc. que permiten al técnico de mantenimiento realizar trabajos de calidad enmarcado dentro de todos los parámetros de seguridad y calidad por otro lado la falta de las herramientas adecuadas retrasa los trabajos y derivan en un mantenimiento inadecuado

Dentro de la inspección de 800 horas existen aproximadamente 50 tareas de mantenimiento de las cuales 3 corresponden a este proyecto enmarcado a la extracción de los pernos estriados de la cabeza de rotor principal y por ser un elemento primordial de la aeronave necesita un soporte especial adecuado. La tarea corresponde al desmontaje, inspección de los pernos estriados descartando fisuras y desgaste y finalmente el montaje de la cabeza de rotor principal, procedimiento que se ha desarrollado de manera empírica, involucrando el uso de un tecele u otro componente que cumple esta función con el fin de obtener los parámetros de seguridad establecidos por el manual y el Centro de Mantenimiento.

Durante todo proceso de mantenimiento siempre existen riesgos personales como la caída de un componente de la cabeza de rotor principal sobre manos brazos o pies que derivan en lesiones permanentes para el personal de técnicos, así como también existen riesgos para los equipos y partes tales como rotura de pernos, deformación de bielas y varillas, rotura de cañerías etc. De lo mencionado anteriormente surge la necesidad de implementar un soporte adecuado que sirva para cumplir con la tarea de mantenimiento número 57.20.401 correspondiente al

desmontaje de la cabeza de rotor principal y dentro de esta tarea el boletín de servicio número 05.37 que corresponde a la extracción de los pernos estriados de la cabeza de rotor principal.

1.4. Justificación

Se han elaborado varios proyectos de tesis similares aplicados tanto a la célula como al motor y la parte electrónica de la mayoría de las aeronaves puesto que los sistemas son parecidos y esto ha permitido mejorar los tiempos de mantenimiento y optimizar costos de mantenimiento de la Brigada de Aviación del Ejército permitiendo realizar y cumplir con las tareas encomendadas al personal técnico para mantener la operatividad de las aeronaves.

La importancia de realizar la inspección de 800 horas cumpliendo los estándares del fabricante radica en la preparación de los técnicos así como en mantener actualizados los manuales, poseer una infraestructura moderna y lo más importante el tipo de soporte que posea para realizar la extracción de los pernos estriados de la cabeza de rotor principal especificado en la carta de trabajo número 57.20.401 y en el boletín de servicio número 05.37 de tal forma que se cumplan los tiempos establecidos y parámetros de seguridad para ejecutar la tarea dentro del mantenimiento programado.

Con la implementación del soporte para verificación de los pernos estriados de la cabeza de rotor principal se evitara muchos problemas ocasionados al personal de técnicos, facilitando el trabajo durante las labores de mantenimiento de la Cabeza de Rotor Principal ya que no existirá la necesidad de realizar esfuerzos físicos excesivos que generan daños físicos, de la misma manera con respecto a material y equipo se tendrá un punto fijo y seguro que permita aplicar las fuerzas necesarias para la

extracción de los pernos estriados y lo más importante se mantendrá en buen estado los pernos durante todo el proceso.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Inspeccionar la Cabeza de Rotor Principal, de acuerdo a la carta de trabajo número C.T.57.20.401 del manual de mantenimiento del helicóptero LAMA SA 315 B para mantener la operatividad de la aeronave E-314 perteneciente al Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA".

1.5.2. Objetivos Específicos

Recopilar información técnica necesaria, para realizar tareas de mantenimiento referentes a la inspección de los pernos estriados de la Cabeza de Rotor Principal del helicóptero LAMA SA 315 B.

Implementar una herramienta especial mediante órdenes técnicas para facilitar las labores de mantenimiento.

Realizar la tarea de mantenimiento de acuerdo a la carta de trabajo N° C.T.57.20.401 mediante la implementación de una herramienta especial para cumplir con la inspección periódica.

1.6. Alcance

La inspección de 800 horas del helicóptero LAMA presenta varios ítems, dentro de los cuales se ejecutarán los correspondientes al mantenimiento de la cabeza de rotor principal acorde a la carta de trabajo número 57.20.401, así mismo, se cumplirá con el boletín de servicio número 05.37 tarea en la cual se evidenciará la importancia del uso del soporte de fijación para realizar las tareas de mantenimiento respectivas las cuales van enmarcadas en tres pasos generales que son:

- Desmontaje de la Cabeza de Rotor Principal.
- Extracción de los pernos estriados de la cabeza de rotor principal.
- Montaje de la Cabeza de Rotor Principal.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1 Historia del helicóptero Lama SA 315 B

El helicóptero Lama SA 315 B es una versión militar diseñado en 1969 por la empresa Aerospatiale. Los ingenieros y un grupo de talentosos diseñadores franceses empezaron a diseñar modelos de aviones de Aerospatiale SA 315B Lama en mediados de los 60-s. La base de partida para la creación de este avión fue el modelo del helicóptero Aerospatiale Alouette II (AEROSPATIALE, MANUAL DE INSTRUCCION, 1975, pág. 8).

2.2. Campo de utilización

El helicóptero SA 315B puede cumplir una alta gama de funciones tanto para actividades civiles como militares, particularmente (AEROSPATIALE, MANUAL DE INSTRUCCION, 1975, pág. 9):

- Transporte de pasajeros (4 personas además del piloto)
- Transporte de cargas
- Transporte sanitario
- Salvamento
- Reconocimiento
- Abastecimiento

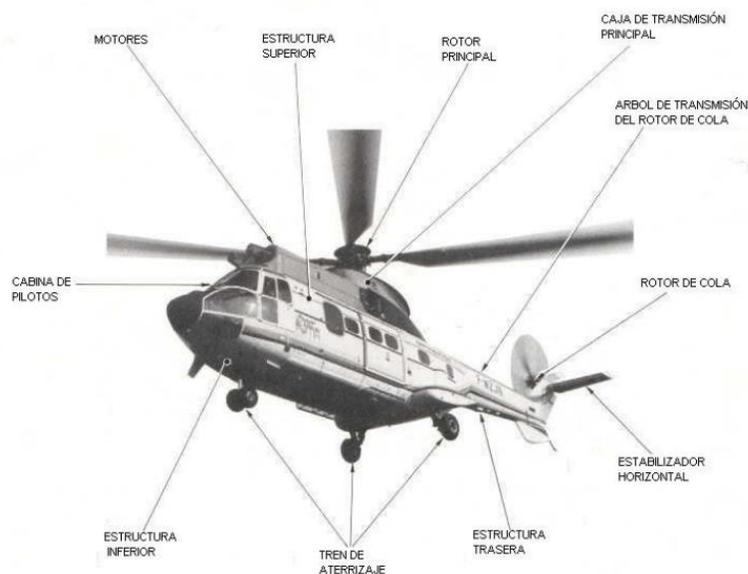
2.3. Partes del helicóptero Lama SA 315 B

La ligereza de su estructura con relación a la potencia utilizable lo hace apto sobre todo para trabajos aéreos (transporte de cargas) en donde cada una de sus

partes cumplen una función específica como se detalla a continuación (AEROSPATIALE, MANUAL DE INSTRUCCION, 1975, pág. 11)

Figura 1.

Presentación del helicóptero



Nota: Helicóptero super Puma de la 15 B.A.E “Paquisha”. Tomado de Presentación del helicóptero, Aerospatiale, 1975, pág.1.

Tabla 1.

Partes del helicóptero Lama

Partes del Helicóptero Lama SA 315 B	
1. Pala principal	11. Transmisión trasera
2. Caja de transmisión principal	12. Depósito de combustible
3. Mastil Rotor	13. Banqueta trasera

Partes del Helicóptero Lama SA 315 B

4. Cabeza del rotor principal	14. Puerta
5. Grupo turbo motor	15. Asiento delantero
6. Tobera de escape	16. Aterrizadores de patines
7. Pala trasera	17. Panel de mando
8. Caja de transmisión trasera	18. Tablero de abordó
9. Arco protector del rotor de cola	19. Asiento del piloto
10. Estabilizador horizontal	

Nota: Partes principales del helicóptero Super Puma. Tomado de Presentación de Especificaciones, Wikipedia, 2021, pág.1.

2.4. Rotor del helicóptero

Un rotor de helicóptero es la parte rotativa de un helicóptero que genera la sustentación aerodinámica. El rotor de helicóptero, también llamado el sistema rotor, normalmente hace referencia al rotor principal del helicóptero que está montado en un mástil vertical sobre la parte superior del helicóptero, aunque también puede referirse al rotor de cola. Un rotor generalmente está compuesto de dos o más palas. En los helicópteros, el rotor principal proporciona tanto la fuerza de sustentación como la de empuje, mientras que el rotor de cola proporciona empuje para compensar el par motor que genera el rotor principal (AVIA.PRO, 2016, pág. 6).

Tabla 2.*Características generales del helicóptero Lama*

Características del Helicóptero Lama SA 315 B	
1. Tripulación	1 Piloto
2. Capacidad	4 Pasajeros
3. Longitud	10,3 m (33,7 ft)
4. Diámetro rotor principal	11 m (36,2 ft)
5. Altura	3,1 m (10,1 ft)
6. Área circular	95,4 m ² (1026,7 ft ²)
7. Peso vacío	1021 kg (2250,3 lb)
8. Peso útil	18. 1279 kg (2818,9 lb)
9. Peso máximo al despegue	2300 kg (5069,2 lb)
10. Planta motriz	1x turboeje Turbomeca Artouste
11. Potencia	III B 50 kW (69 HP; 68 CV)

Nota: Características técnicas y performance del helicóptero Super Puma. Tomado de presentación del helicóptero, Aerospatiale, 1975, pág.1.

2.4.1 Tipos de Rotores

- **Articulado**

Utiliza articulaciones para reducir los esfuerzos a los que se ven sometidas las palas y que pueden transmitirse indebidamente a la cabeza del rotor. Son sistemas de rotor con tres o más palas en los que se emplean articulaciones para el batimiento (disminución del ángulo de ataque de la pala que avanza y aumento de la que retrocede), el paso (aumento del ángulo de paso de la pala) y el arrastre (avance o retroceso de las palas individualmente para la conservación del momento angular) (AVIA.PRO, 2016, pág. 14).

- **Rígido**

El eje de giro y el buje están unidos formando una sola pieza y las palas están encastradas rígidamente al buje, teniendo solamente la libertad de giro sobre su eje longitudinal para la variación del paso. Las ventajas de este sistema son su sencillez y robustez mecánica (AVIA.PRO, 2016, pág. 20).

- **Semirígido**

Se permite a las palas un ligero batimiento vertical individual. Todo el conjunto pivota, de manera que la pala que avanza asciende para disminuir su ángulo de ataque y por ende su sustentación y la que retrocede desciende para aumentar ángulo de ataque y sustentación equilibrándose así la disimetría de sustentación creada por el movimiento traslacional (AVIA.PRO, 2016, pág. 22).

2.5. Inspecciones

La inspección en sentido literal significa solamente "Examinar"; sin embargo, inspección incluye el mantenimiento mismo. En otras palabras, no solo se examina una

aeronave para ver si funciona mal sino también para ver si presenta discrepancias que son inmediatamente corregidas apenas se descubre. Por lo tanto, el término inspección implica mantenimiento (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 23).

2.5.1. Tipos de inspecciones

Esta fase precisa las periodicidades e intervalos de la célula y/o fuselaje y motor en tiempo de funcionamiento por horas o tiempo calendario. El primer intervalo alcanzado debe tomarse en consideración, el tiempo de inspección está determinado por el envejecimiento (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 25).

- **Inspecciones programadas**

A fin de facilitar la planificación de las inspecciones en función de la utilización de la aeronave se admiten tolerancias; las tolerancias no son acumulativas, no modifican los intervalos de la inspección siguiente (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 25).

- **Inspección diaria**

Es la inspección para cada día en que deba volar la aeronave, se programa las correspondientes inspecciones de puesta en servicio (pre vuelo, entre vuelo, pos vuelo); estas inspecciones tienen por finalidad asegurar el buen estado inmediato de la aeronave y su disponibilidad para el vuelo, mismas que pueden efectuarse en tres tiempos (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 26).

- Inspección pre vuelo
- Inspección entre vuelo
- Inspección pos vuelo

- **Inspecciones complementarias**

Esta inspección concierne especialmente el estado de aeronavegabilidad, se centra sobre la verificación del estado de los elementos cuya periodicidad es corta hasta llegar a una inspección periódica, ésta puede ser realizada después del último vuelo del día. Existen precauciones permanente y plazo de cambios los cuales se detallan a continuación: (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 28).

- De periodicidad de vaciado, engrase, y vigilancia de los aceites.
- De tiempos límites.
- De verificaciones temporales.

- **Inspecciones periódicas**

Intervención técnica aplicadas a todos los accesorios, partes y componentes de la aeronave tanto de ala fija como rotativa, en base a las horas de funcionamiento o tiempo calendario transcurrido con la finalidad de darle a la aeronave un nuevo período de operabilidad tanto en horas como en tiempo calendario, en cada inspección de debe tener las siguientes precauciones (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 30):

- Observar las mismas precauciones aplicadas para cada inspección
- Comprobar si los manuales contienen todas las revisiones y verificar el estado de las puestas al día.
- Verificar los intervalos de desmontaje de los elementos de tiempo límite que intervienen en el período.
- Comparación de las tablas de resultado del registro de control y los últimos tiempos límite válidos

- **Inspección mayor**

Trabajo técnico aeronáutico programado que se ejecuta a una aeronave después de haber cumplido el tiempo límite de operación indicado por el fabricante, lo cual luego de la acción de inspección regresa la aeronave a su condición de aeronavegabilidad original. Esta inspección tiene la finalidad de dar a la célula y/o fuselaje y motor un nuevo potencial de horas y tiempo de funcionamiento restituyendo el potencial (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 32).

- **Inspecciones no programadas**

Son aquellas de carácter correctivo, este tipo de inspecciones complementan en lo que concierne a las operaciones de carácter eventual o temporal (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 34).

- **Inspecciones eventuales o especiales**

Es la inspección que se ejecuta como consecuencia de incidentes o accidentes, además a causa de un mal funcionamiento o defectos de fabricación que son emitidas mediante boletines de servicio para su aplicación.

Son aquellas inspecciones que se realizan por las circunstancias del empleo, la interrupción del mismo o las anomalías en general (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 35).

- **Inspecciones a consecuencias de incidentes**

Una aeronave está en situación de incidente cuando puede haber daños ocultos que necesitan una detección y una vigilancia especial.

Es necesario ante todo analizar las circunstancias del incidente a fin de tener en cuenta las repercusiones posibles, tanto sobre el elemento directamente implicado como sobre los que le rodean o tienen con el mismo una relación funcional.

En caso de duda informar el problema al fabricante para que pueda orientar el análisis y las conclusiones con sus consejos e incluso con su presencia (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 38).

- **Inspecciones de los equipos opcionales**

Esta inspección tiene por objeto asegurar el buen estado de los diversos equipos opcionales montados en la aeronave. El programa detallado de cada equipo opcional se encuentra en el manual de mantenimiento de los equipos (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 40).

- **Compatibilidad - incompatibilidad de los equipos opcionales**

Una instalación que proporciona a una aeronave la capacidad de una función determinada, puede algunas veces ser un obstáculo para la realización de otras funciones. Este obstáculo o incompatibilidad puede manifestarse en dos niveles (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 40):

- Nivel de empleo: la compatibilidad - incompatibilidad se indica en el manual de vuelo.
- A nivel de montaje sobre la aeronave, la coexistencia de partes móviles de los opcionales es problemática, ya sea porque la aeronave capaz de recibir dos instalaciones, no puede recibirlas simultáneamente y hay incompatibilidad de montaje y las dos instalaciones pueden existir, pero a condición de que al menos se adapte una de las dos, y hay compatibilidad con reservas.

- **Ensayo de materiales (N.D.I.)**

Los ensayos de materiales tienen por objeto definir los valores de características de los materiales que serán utilizados para la confección de piezas. Los ensayos nos permiten conocer la influencia de los tratamientos realizados a los materiales antes y después de la obtención de productos fabricados, las características de los metales son: resistencia a la tracción, a la flexión, a la compresión, a la torsión, el límite elástico, la dureza, la resistencia, la fatiga, etc. Según su comportamiento se clasifican en destructivos y no destructivos. (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 44):

2.6. Mantenimiento

Es la actividad técnica que tiene por objetivo la preservación de las aeronaves en sus diversos sistemas, para asegurar su estado operativo por el mayor tiempo posible, extendiendo al máximo su vida útil y brindando la máxima seguridad.

(EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 45)

2.6.1. Tipos de mantenimiento

En la Brigada de Aviación del Ejército se conoce la existencia de tres tipos de mantenimiento de las cuales las dos primeras se consideran preponderantes

(EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 45).

- **Mantenimiento Preventivo**

Son acciones de mantenimiento programadas y repetitivas de preservación simple o menores y el cambio de partes estándar pequeñas que no involucran operaciones de montaje complejas (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 46).

- **Mantenimiento Correctivo**

Son acciones de mantenimiento que se ejecutan después de la aparición de una falla y permite establecer el estado de funcionamiento inicial o diseño original (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 46).

- **Mantenimiento Restaurativo**

Existe también un conjunto de acciones que permiten remediar definitivamente una falla o una situación previamente identificada y juzgada inadmisibles a pesar de las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo. Este conjunto de acciones, a veces, recibe el nombre de Mantenimiento Restaurativo (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 47).

2.6.2. Niveles de mantenimiento

- **Mantenimiento a nivel de organización**

El tipo de mantenimiento que con mayor frecuencia se ejecuta en un equipo se conoce como mantenimiento de organización. Lo ejecuta la organización usuaria en su equipo asignado. Este mantenimiento normalmente consiste en las inspecciones de pre-vuelo, de pos vuelo y complementarias de la aeronave y las inspecciones diarias de otros materiales o equipos.

Cualquier aprovisionamiento, mantenimiento preventivo y remoción, remplazo de componentes pertenecen a este nivel. Sin embargo, el desmontaje y reparación general de las unidades, no se permite en el nivel de organización. Por consiguiente, usted podría pensar que los mecánicos asignados al mantenimiento de organización se olvidarían de todos los conocimientos técnicos de reparación general que hubieran aprendido. Esto no es así pues la mayoría de las organizaciones no limitan las

asignaciones de sus mecánicos al mantenimiento de organización; generalmente, los mecánicos se asignan a los talleres que efectúan mantenimiento al nivel de campo.

Cuando un jefe de grupo o jefe de plataforma necesita un especialista para ayudar a realizar algún tipo de mantenimiento de organización, estas necesidades se ponen en conocimiento del control de mantenimiento, quien a su vez notifica al taller correspondiente. El taller despachará entonces al mecánico para el lugar adecuado y en el momento oportuno. Este nivel corresponde al primer escalón de mantenimiento (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 50).

- **Mantenimiento a nivel de campo**

El mantenimiento al nivel de campo es ejecutado por talleres de mantenimiento designados en apoyo directo de la organización usuaria brevemente, apoyo de taller en la línea de vuelo. Los talleres y el personal de mantenimiento de campo generalmente se limitan a la reparación y mantenimiento directamente relacionado con la aeronave asignada a la organización. Esto incluye la prueba y reparación de piezas, conjuntos, subconjuntos y componentes inoperables.

También incluye la fabricación local de piezas no disponibles. En este nivel de mantenimiento se le permite al reparador desarmar, reparar y armar ciertas unidades y comprobación y calibraciones en una aeronave durante una inspección periódica cuando se puede lograr una mayor eficiencia; las inspecciones periódicas pueden ser efectuadas por entidades de mantenimiento de campo pero estas inspecciones generalmente forman parte de las funciones de mantenimiento de organización. Por lo tanto, el personal de talleres (mantenimiento de campo) frecuentemente se despacha a la aeronave para que ejecute las distintas inspecciones. Este nivel corresponde al

segundo escalón de mantenimiento (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 52).

- **Mantenimiento a nivel de depósito**

El mantenimiento de depósito es el más completo y minucioso de los diferentes niveles de mantenimiento. Se efectúa en materiales y equipos de aeronaves asignadas a la Brigada de Aviación del Ejército que requieren reparaciones generales complicadas como la reconstrucción completa de piezas, conjuntos, y subconjuntos. También incluye la fabricación de piezas o modificación, comprobación o recuperación según sea requerido (IRÁN).

Este tipo de mantenimiento ayuda a las clases inferiores de mantenimiento ofreciendo asistencia técnica y ejecutando mantenimiento que está fuera de su capacidad. En vista de lo extenso del trabajo el taller de depósito le ofrece al mecánico amplias utilidades para adquirir una gran cantidad de conocimientos técnicos, pericia y experiencia en su campo profesional en particular. Este nivel corresponde al tercer escalón de mantenimiento, considerando que el cuarto escalón es el fabricante (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 54).

2.6.3. Modos de mantenimiento

Los diferentes componentes (conjuntos, subconjuntos, equipos, piezas) de una aeronave pueden ser objeto de tres modos de mantenimiento principal y mutuamente exclusivos (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 56):

- Mantenimiento con tiempo límite.
- Mantenimiento según verificación del estado.
- Mantenimiento con vigilancia de comportamiento.

Estos modos, definidos a continuación, se caracterizan esencialmente por la manera en que se inicia la sustitución del componente por otro en buen estado de funcionamiento en inglés serviceable.

En los dos primeros modos (Mantenimiento con tiempo límite y Mantenimiento según verificación del estado) se procura sustituir al componente antes que falle, mientras que en el tercero (Mantenimiento con vigilancia de comportamiento) solo se sustituye después de fallar el mismo.

- **Mantenimiento con tiempo límite**

Cuando se dice que un componente es objeto de un mantenimiento con tiempo límite (T.L: Temp limite), esto significa que dicho componente deberá ser desmontado cuando alcance un envejecimiento determinado (límite ya sea por horas de funcionamiento, tiempo calendario, número de ciclos o límite de aterrizajes), sea (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 58):

- Tiempo límite entre revisiones
- Tiempo límite de vida.
- **Mantenimiento según verificación del estado**

Un elemento sujeto a mantenimiento con verificación del estado debe someterse a inspecciones periódicas que permitan comprobar:

- La ausencia de alteraciones
- Que las alteraciones encontradas permanezcan dentro de los criterios de desmontaje o de reparación indicados en la documentación. En ambos casos, el elemento se mantiene en servicio hasta la próxima inspección.

El elemento debe ser desmontado cuando alcanza el criterio de desmontaje, o puesto en condiciones de funcionamiento según las instrucciones definidas en la documentación.

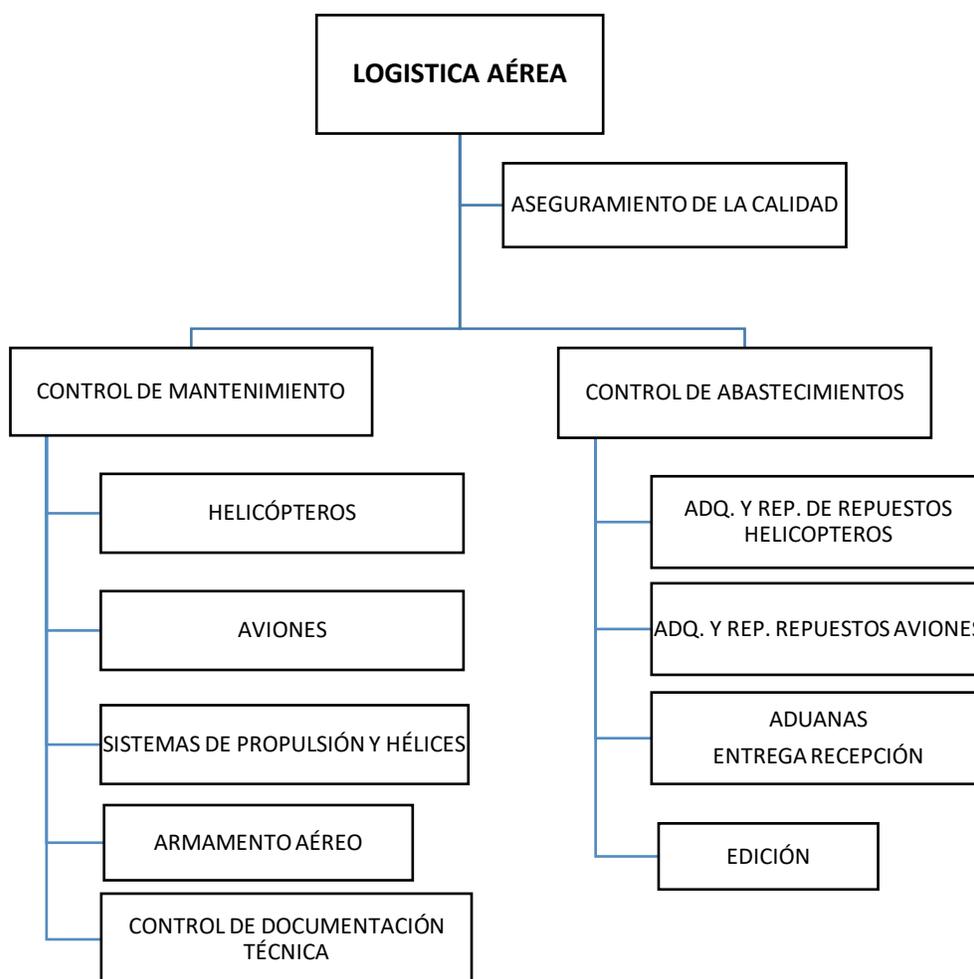
Por consiguiente no se puede programar el desmontaje de tales elementos. Se realiza en función del resultado de las inspecciones. Puesto que, el examen visual se refiere al aspecto general exterior del dispositivo (deformaciones, roturas, grietas, rayados, corrosión, rastros de calentamiento y desgaste que modifiquen el estado de origen) (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 60).

- **Mantenimiento con vigilancia del comportamiento (en servicio)**

Esto significa que solo se debe intervenir en dicho componente después de la indicación de una avería o falla. Este mantenimiento no es aplicable más que en componentes cuya avería no afecta la aeronavegabilidad o en componentes cuyo funcionamiento puede ser supervisado por la tripulación (EJÉRCITO, MANTENIMIENTO AERONÁUTICO, 2013, pág. 62).

2.6.4. Procesos del mantenimiento aéreo

Para la correcta gestión y ejecución del mantenimiento aeronáutico, mismo que es de vital importancia dentro de la Brigada Aérea para el correcto funcionamiento de las misiones encomendadas por el escalón superior, se deben considerar los siguientes procesos que se describen en la figura N°2:

Figura 2.*Procesos de mantenimiento aéreo*

Nota: Proceso de control aéreo. Tomado de Logística Aérea, Ejército, 2013, pág.62.

2.7. Documentación técnica de aviación

Para el desarrollo de toda actividad en aeronáutica para la explotación de las aeronaves, existen normas, regulaciones, instrucciones técnicas, instrucciones de seguridad, las limitaciones y procedimientos específicos, etc. datos por el fabricante de las aeronaves, que siguen en forma obligatoria bajo procesos metódicos, que no deben ser ignorados tanto por pilotos como el personal técnico. A todos estos procesos

metódicos so llamados como la DOCUMENTACIÓN DE OPERACIÓN DE LAS AERONAVES, esta documentación agrupa juegos específicos de manuales aplicables a aeronaves y consiste en (EJÉRCITO, MANUAL DE TÉCNICAS CORRIENTES, 2013, pág. 13):

- Documentación de la aeronave
- Datos de mantenimiento
- Documentación del equipamiento (repuestos).

La documentación de la aeronave consta de tres familias de documentos, en donde encontramos la siguiente información: (EJÉRCITO, MANUAL DE TÉCNICAS CORRIENTES, 2013, pág. 15).

- Datos de operación
- Datos de mantenimiento
- Datos de identificación
- Datos Especiales.

CAPÍTULO III

3. Desarrollo del tema

3.1 Inspección de 800 horas del helicòptero Lama SA 315 B

La Brigada de Aviación del Ejército realiza el mantenimiento del buje del rotor principal que es del tipo tripala articulado en abatimiento y en resistencia al avance. Está constituido por los 3 conjuntos principales siguientes:

- El buje del rotor
- Los amortiguadores de resistencia al avance
- El conjunto de los cables de arriostramiento

3.1.1. *Buje del rotor principal*

Sobre cada una de las tres horquillas del cuerpo del buje (1) un conjunto eslabón (8) permite la articulación de una manguera (5) en batimiento y en resistencia al avance. La articulación de batimiento (13) tiene como fin la limitación de los esfuerzos de flexión. La articulación de resistencia al avance limita los esfuerzos debidos a los efectos de Coriolis. Al extremo de cada eslabón se articula sobre un juego de rodamientos de agujas (7), una mangueta (5) portando en su extremo libre el herraje de fijación de pala. Al interior de la mangueta un juego de láminas flexibles en torsión, absorbe los esfuerzos centrífugos y permite la rotación, luego la variación de incidencia. Esta variación está mandada por las bieletas de paso que actúan sobre la palanca (11) solidaria de la mangueta (5): cada conjunto de mangueta está equipado con un tope centrífugo (9) que reposa sobre el anillo del tope recíproco (14), Ver figura 4.

3.1.2. Amortiguadores de resistencia al avance

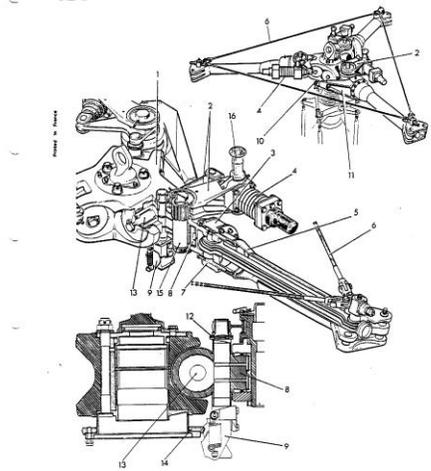
Ellos son solidarios del buje del rotor mediante tres palancas. Las palancas superior e inferior están fijadas por una parte sobre el cuerpo del amortiguador y sobre el perno de articulación de resistencia al avance (15). La palanca intermedia está fijada sobre el vástago del émbolo del amortiguador fijada sobre el eslabón por intermedio del perno (12) y del perno de resistencia al avance (15) sobre el cual está montada libremente. En las variaciones de batimiento es el cuerpo del amortiguador el que se desplaza sobre el émbolo. Cada amortiguador posee un depósito de aceite hidráulico. La amortiguación de los movimientos de batimiento está obtenida por un laminado de aceite entre el cuerpo del amortiguador (cilindro) y el émbolo del amortiguador. El émbolo está equipado con 2 válvulas de sobrepresión que se abren en los movimientos rápidos de batimiento, cuando los esfuerzos introducidos provocan un aumento de presión.

3.1.2. Cables de arrostramiento

Las mangueras están enlazadas entre ellas por cables (6) fijados al nivel del herraje de fijación de la pala. Estos cables evitan un decalaje angular de las palas demasiado importante que sería generador de vibraciones.

Figura 3.

Buje del rotor principal



Nota: Partes que consta el buje del helicóptero Lama. Tomado de (AEROSPATIALE, ALOUET III-LAMA, 1985, págs. 57-20)

3.2. Carta de trabajo número C.T. 57.20.401

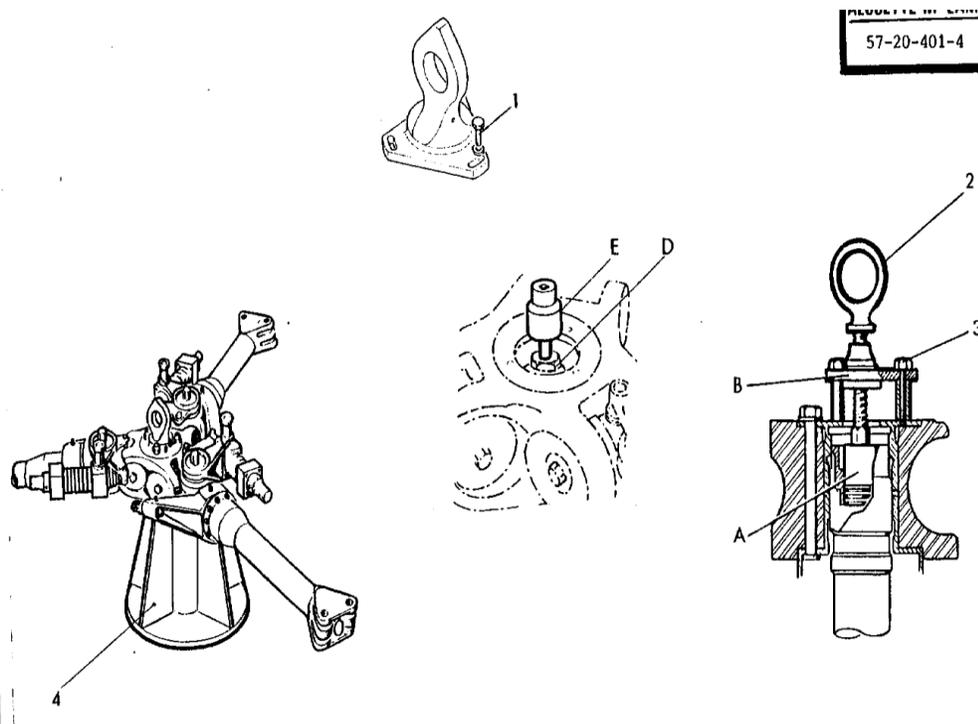
Dentro de la carta de trabajo existen instrucciones generales para realizar el mantenimiento del Buje del rotor principal como se detalla a continuación:

3.2.1. *Preparación del trabajo*

- Montar la plataforma de trabajo
- Desmontar las palas
- Montar el brazo izado
- Montar el protector (F) del depósito hidráulico sobre los amortiguadores de resistencia al avance.

Figura 4.

Desmontaje - montaje del buje



Nota: Bujes del helicóptero Lama. Tomado de (AEROSPATIALE, ALOUET III-LAMA, 1985, págs. 57-23)

3.3. Boletín de Servicio 05.37.

Para verificar el Boletín de Servicio 05.37 revisar el Anexo A

3.4. Implementación del soporte

De acuerdo a las necesidades para la inspección de 800 horas del helicóptero LAMA SA 315B mediante carta de trabajo número c.t. 57.20.401 y Boletín de Servicio 05.37 se elaboró un soporte que permita realizar un mantenimiento técnico del componente sin afectar la aeronavegabilidad y preservando la seguridad del personal de técnicos como se detalla en las siguientes figuras.

Figura 5.

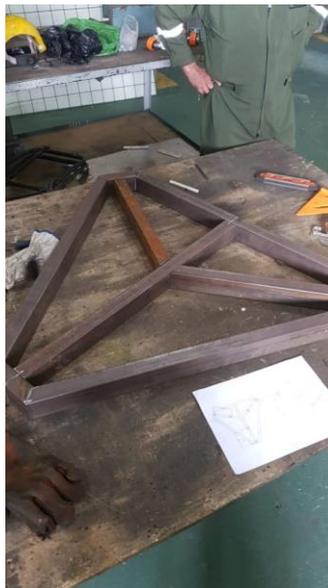
Elaboración de partes del soporte



Nota: Previo el diseño del soporte, se realizaron los cortes de todas las piezas.

Figura 6.

Montaje de la base del soporte



Nota: Se soldó la base del soporte de manera que todas sus piezas queden de una manera exacta.

Figura 7.

Montaje del soporte



Nota: Una vez elaboradas todas las piezas se procedió al embamblaje de cada una de sus partes.

Figura 8.

Ensayos



Nota: Se realizaron ensayos para de esta manera descartar posibles errores en el soporte.

Figura 9.

Implementación del soporte



Nota: Culminados los ensayos se procedió con la etapa de pintado del soporte dando como resultado una herramienta que será útil para el mantenimiento del helicóptero LAMA SA 315B perteneciente a la Brigada Aérea.

3.5. Desmontaje

Se debe desacoplar las bielas de cambio de paso, de las palancas de las palas.

Figura 10.

Desmontaje de bielas



Nota: Se desacoplaron las bielas de cambio de paso del buje principal.

Figura 11.

Desmontaje de los tornillos de fijación



Nota: Quitar el tornillo de fijación del buje del rotor al mástil rotor para desmontar la argolla de elevación del buje principal.

Figura 12.

Desmontaje del tornillo de fijación



Nota: Atornillar la herramienta pinza de extensión y asegurarse de que su cara de apoyo esté en contacto con la parte superior del mástil rotor.

Figura 13.

Desmontaje Preparación para extraer el buje del rotor



Nota: Se debe montar el extractor del buje del rotor (B).

Figura 14.

Colocación del extractor del buje del rotor



Nota: Fijar con sus tres tornillos (3) en los aterrajados de fijación de la argolla de elevación.

Figura 15.

Fijación del buje en el soporte.



Nota: Pasar el gancho del brazo de izado por el anillo del extractor.

Figura 16.

Aseguramiento del brazo de izado



Nota: Elevar el conjunto verticalmente para no ocasionar daños en el mismo.

Figura 17.

Desmontaje del buje principal



Nota: Depositar sobre el bastidor soporte el elemento desacoplado de la aeronave.

Figura 18.

Colocación sobre la herramienta especial



Nota: Con la ayuda de la herramienta especial se colocó el buje principal para el desmontaje de los tornillos estriados.

CAPÍTULO IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Mediante el uso de manuales técnicos pertenecientes a la brigada aérea se recopiló la información necesaria de las tareas de mantenimiento referentes a la inspección de los pernos estriados de la Cabeza de Rotor Principal del helicóptero LAMA SA 315 B.
- De acuerdo al Boletín de Servicio 05.37 se implementó un soporte el cual facilitará las tareas de mantenimiento durante la inspección de 800 horas del helicóptero LAMA SA 315B.
- Con la implementación de la herramienta especial se realizó la tarea de mantenimiento de acuerdo a la carta de trabajo N° C.T.57.20.401 cumpliendo así con la inspección periódica de 800 horas del helicóptero LAMA SA 315B.

4.2 Recomendaciones

- Para la implementación de herramientas especiales que serán utilizadas dentro de aviación es primordial que el técnico aeronáutico utilice los manuales de cada aeronave, con la finalidad de cumplir con los requerimientos necesarios de aeronavegabilidad.
- Para mantener la operatividad de las herramientas especiales es de suma importancia darles un mantenimiento periódico, de esta manera se evitará su deterioro.
- Para realizar el correcto mantenimiento de los pernos estriados de la Cabeza de Rotor Principal del helicóptero LAMA SA 315 B es primordial que el personal técnico conozca el correcto uso de la herramienta especial.

4.3 Bibliografía

AEROSPATIALE. (1975). *MANUAL DE INSTRUCCION*.

AEROSPATIALE. (1985). *ALOUET III-LAMA*. FRANCIA: AEROSPATIALE. Recuperado el 10 de FEBRERO de 2021

AVIA.PRO. (16 de MAYO de 2016). *AVIA.PRO*. Recuperado el 15 de diciembre de 2020, de <https://avia-es.com/blog/vertolyot-aerospatiale-sa-315b-lama-tehnicas-harakteristiki-foto>

EJÉRCITO, E. (2013). MANTENIMIENTO AERONÁUTICO. En E. EJÉRCITO, *MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO*. QUITO: DIRECCIÓN DE DOCTRINA.

EJÉRCITO, E. (2013). MANUAL DE TÉCNICAS CORRIENTES. En E. ECUATORIANO, *MANUAL DE MANTENIMIENTO*. QUITO: DIRECCIÓN DE DOCTRINA. Recuperado el 20 de 12 de 2020

Anexos