



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sustitución de los cojinetes y de las juntas de un conjunto “muñón mangueta” de acuerdo a la carta de trabajo 62-35-00-701 del helicóptero Súper Puma AS332B perteneciente al Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”

Chicaiza Guamangallo, José Iván

Departamento de Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

Monografía previa a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica

Aeronáutica Mención Aviones

Tlgo. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

Latacunga, 27 Julio 2020

URKUND



Document Information

| | |
|-------------------|------------------------------------------------------------|
| Analyzed document | MONOGRAFÍA_CHICAIZA GUAMANGALLO JOSÉ IVÁN.docx (D77067080) |
| Submitted | 7/24/2020 6:15:00 PM |
| Submitted by | Lorena Ibarra |
| Submitter email | lorenaiibarra@yahoo.es |
| Similarity | 8% |
| Analysis address | lorenadiibarra.ut@analysis.arkund.com |

Sources included in the report

| | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SA | PEÑAFIEL DOMINGUEZ OSCAR FABRICIO.docx Document PEÑAFIEL DOMINGUEZ OSCAR FABRICIO.docx (D47256158) | 16 |
| SA | TESIS CRISTOBAL FABIAN GUACHAMIN SHUGULI.pdf Document TESIS CRISTOBAL FABIAN GUACHAMIN SHUGULI.pdf (D62844837) | 2 |
| SA | TESIS SUPER PUMA (2).pdf Document TESIS SUPER PUMA (2).pdf (D47197783) | 13 |
| SA | Monografia Sr. Punguil.pdf Document Monografia Sr. Punguil.pdf (D62884039) | 1 |
| SA | MONOGRAFIA CHISAGUANO MIGUEL 111.docx Document MONOGRAFIA CHISAGUANO MIGUEL 111.docx (D62783628) | 8 |
| SA | Tesis Comprobacion de la valvula de descarga.docx Document Tesis Comprobacion de la valvula de descarga.docx (D25851720) | 2 |
| SA | MONOGRAFÍA GONZALEZ DAVID.docx Document MONOGRAFÍA GONZALEZ DAVID.docx (D62831527) | 1 |
| SA | DOICELA-CUYO-GUIDO-FABIAN (1).pdf Document DOICELA-CUYO-GUIDO-FABIAN (1).pdf (D62718780) | 1 |



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "Sustitución de los cojinetes y de las juntas de un conjunto "muñón mangueta" de acuerdo a la carta de trabajo 62-35-00-701 del helicóptero Súper Puma AS332B perteneciente al Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha", fue realizado por el señor CBOP. DE A.E Chicaiza Guamangallo, José Iván el mismo que 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 las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 27 julio de 2020

Tigo. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

C.C.: 1722580329



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, señor **Chicaiza Guamangallo, José Iván**, con cédula de identidad C.C.: 050294123-0 declaro que este trabajo de titulación **"Sustitución de los cojinetes y de las juntas de un conjunto "muñón mangueta" de acuerdo a la carta de trabajo 62-35-00-701 del helicóptero Súper Puma AS332B perteneciente al Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha"**. Ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes para los proyectos y también respetando los derechos intelectuales de las terceras personas mediante la utilización de las citas bibliográficas.

En tal virtud declaro que este trabajo de investigación de es de mi autoría y me responsabilizo del contenido sobre su veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 27 julio de 2020

Chicaiza Guamangallo, José Iván

C.C.: 050294123-0



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES
AUTORIZACIÓN

Yo, **Chicaiza Guamangallo, José Iván** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE a publicar en la Biblioteca Virtual de la Institución el presente trabajo de titulación **"Sustitución de los cojinetes y de las juntas de un conjunto "muñón mangueta"** de acuerdo a la carta de trabajo 62-35-00-701 del helicóptero Súper Puma AS332B perteneciente al Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha" cuyos contenidos, ideas, investigaciones, criterios y conclusiones son mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 27 julio de 2020



Chicaiza Guamangallo, José Iván

C.C.: 050294123-0

DEDICATORIA

El presente proyecto de graduación lo quiero dedicar en primer lugar a Dios por haberme bendecido con salud, sabiduría y fortaleza para poder culminar una meta más en mi vida, él siempre ha estado a mi lado como un pilar fundamental en cada uno de mis pasos y quiero venerarlo con este triunfo alcanzado.

A mi familia por enseñarme que hasta en los peores momentos siempre existe una luz de esperanza, que las adversidades se combaten con esfuerzo y firmeza sin olvidar los principales valores inculcados en mi hogar, cada una de sus enseñanzas ha contribuido para formar mi personalidad y carácter, lo que me ha permitido obtener grandes triunfos a lo largo de mi vida.

Finalmente, y de manera muy especial quiero dedicárselo a todas las personas que estuvieron conmigo en todo momento, ya sea físicamente o con una palabra de aliento, para no dejarme caer en este duro camino que me ha tocado recorrer y que me han inspirado para seguir con pie firme mi propósito.

Chicaiza Guamangallo, José Iván

AGRADECIMIENTO

La vida está llena de retos y cada uno es dueño de tomar la decisión de enfrentarlos o dejarlos pasar, pero ningún sacrificio es poco cuando la satisfacción inunda nuestras vidas y más aún cuando estamos en compañía de nuestros seres queridos. Por esta razón quiero agradecer a Dios por todas sus bendiciones y permitirme llegar con éxito a la culminación de mi carrera, además por cada uno de los días que me brinda.

En este proyecto quiero reflejar mi sincero agradecimiento a mi familia y todas las personas que me brindaron su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida, quienes hicieron que este camino fuese más llevadero con sus consejos y paciencia.

Además, agradezco infinitamente a los señores docentes de la Unidad de Gestión de Tecnologías, que, durante este tiempo en las aulas, impartieron sus conocimientos y consejos en bien de cada uno de nosotros, en especial a mi director del proyecto Gabriel Inca, por guiarme y ayudarme con su asesoría de una manera muy profesional en la realización de este proyecto.

Chicaiza Guamangallo, José Iván

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| CARÁTULA | 1 |
| URKUND..... | 2 |
| DEDICATORIA | 5 |
| AGRADECIMIENTO | 6 |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | 7 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 11 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 14 |
| RESUMEN | 15 |
| ABSTRACT..... | 16 |
| CAPÍTULO I..... | 20 |
| TEMA..... | 20 |
| SUSTITUCIÓN DE LOS COJINETES Y DE LAS JUNTAS DE UN CONJUNTO “MUÑÓN MANGUETA” DE ACUERDO A LA CARTA DE TRABAJO 62-35-00-701 DEL HELICÓPTERO SÚPER PUMA AS332B PERTENECIENTE AL CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO N° 15 “PAQUISHA” | 20 |
| 1.1. Antecedentes..... | 20 |
| 1.2. Planteamiento del problema..... | 21 |
| 1.3. Justificación | 23 |
| 1.4. Objetivos..... | 24 |
| 1.4.1. <i>Objetivo General</i> | 24 |
| 1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> | 24 |
| 1.5. Alcance | 25 |
| CAPÍTULO II..... | 26 |
| MARCO TEÓRICO..... | 26 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| | 8 |
| 2.1. Funciones del CEMAE-15 | 26 |
| 2.2. Historia del Helicóptero Súper Puma AS332B..... | 26 |
| 2.3. Descripción general del Helicóptero Súper Puma AS332B | 27 |
| 2.3.1. Principales dimensiones del helicóptero Súper Puma | 28 |
| 2.3.2. Principales componentes del helicóptero Súper Puma | 29 |
| 2.3.3. Características principales del helicóptero Súper Puma AS332B | 30 |
| 2.4. Sistemas y partes del Súper Puma AS332B | 31 |
| 2.4.1. Sistema de transmisión mecánica principal | 31 |
| 2.5. Rotor principal..... | 36 |
| 2.5.1. Cabeza del rotor..... | 37 |
| 2.5.2. Palas del rotor..... | 44 |
| 2.5.3. Control de velocidad del rotor principal..... | 46 |
| 2.5.4. El mástil rotor | 46 |
| 2.6. Transmisión mecánica trasera | 47 |
| 2.7. Rotor de la cola..... | 48 |
| 2.7.1. Caja de transmisión trasera..... | 50 |
| 2.7.2. Cabeza del rotor de la cola..... | 50 |
| 2.7.3. Palas de rotor de cola..... | 51 |
| 2.7.4. Controles de la caja de transmisión de la cola..... | 52 |
| 2.8. Tipos de mantenimiento | 53 |
| 2.8.1. Mantenimiento preventivo | 53 |
| 2.8.2. Mantenimiento correctivo | 53 |
| 2.8.3. Mantenimiento restaurativo | 54 |
| CAPÍTULO III..... | 55 |
| DESARROLLO DEL TEMA | 55 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| | 9 |
| 3.1. Preliminares..... | 55 |
| 3.2. Recopilación de información técnica | 55 |
| 3.3.1. Clasificación de los E.P.P..... | 57 |
| 3.4. Herramienta Betex Hidraulic Power | 62 |
| 3.4.1. Características | 62 |
| 3.4.1. Funcionamiento..... | 62 |
| 3.4.2. Área de trabajo del usuario..... | 63 |
| 3.4.3. Materiales, herramientas y equipos utilizados en la habilitación de la herramienta | 63 |
| 3.4.4. Habilidad de la bomba Betex Hidraulic Power..... | 64 |
| 3.4.5. Pruebas de funcionamiento..... | 73 |
| 3.5. Tarea de sustitución de los cojinetes y de las juntas de un conjunto “muñón mangueta”..... | 73 |
| 3.5.1. Desmontaje..... | 73 |
| 3.5.2. Montaje | 77 |
| 3.6. Presupuesto..... | 82 |
| 3.6.1. Costos primarios | 83 |
| 3.6.2. Costos secundarios..... | 83 |
| 3.6.3. Costo total..... | 84 |
| CAPÍTULO IV..... | 85 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 85 |
| 4.1. Conclusiones | 85 |
| 4.2. Recomendaciones | 86 |
| GLOSARIO | 87 |
| ABREVIATURAS..... | 89 |

| | |
|-----------------------------------------|-----------|
| | 10 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 90 |
| ANEXOS | 91 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. <i>Helicóptero Súper Puma</i> | 28 |
| Figura 2. <i>Dimensiones laterales, frontales y traseras</i> | 29 |
| Figura 3. <i>Componentes estructurales</i> | 29 |
| Figura 4. <i>Características del Súper Puma</i> | 30 |
| Figura 5. <i>Caja de transmisión principal</i> | 31 |
| Figura 6. <i>Grupo de refrigeración de la CP</i> | 32 |
| Figura 7. <i>Freno del rotor</i> | 33 |
| Figura 8. <i>Fijación y suspensión de la CP</i> | 34 |
| Figura 9. <i>Caja de transmisión principal</i> | 35 |
| Figura 10. <i>Ejes de unión de motor-CTP</i> | 36 |
| Figura 11. <i>Rotor principal</i> | 36 |
| Figura 12. <i>Articulación de las palas</i> | 37 |
| Figura 13. <i>Articulaciones combinadas de arrastre y batimiento</i> | 38 |
| Figura 14. <i>Adaptadores de frecuencia</i> | 39 |
| Figura 15. <i>Ensamble muñón mangueta</i> | 40 |
| Figura 16. <i>Lubricación de articulaciones</i> | 41 |
| Figura 17. <i>Angulo de paso de los muñones</i> | 41 |
| Figura 18. <i>Bieleta de cambio de paso</i> | 42 |
| Figura 19. <i>Topes automáticos bajos</i> | 43 |
| Figura 20. <i>Topes automáticos altos</i> | 43 |
| Figura 21. <i>Pasadores de las palas</i> | 44 |
| Figura 22. <i>Palas del rotor</i> | 45 |
| Figura 23. <i>Control de velocidad del rotor principal</i> | 46 |
| Figura 24. <i>Mástil del rotor</i> | 47 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| | 12 |
| Figura 25. <i>Transmisión mecánica trasera</i> | 48 |
| Figura 26. <i>Rotor de la cola</i> | 49 |
| Figura 27. <i>Caja transmisión trasera</i> | 50 |
| Figura 28. <i>Cabeza del rotor de la cola</i> | 51 |
| Figura 29. <i>Palas de la cola rotor</i> | 51 |
| Figura 30. <i>Controles de la caja de transmisión de cola</i> | 52 |
| Figura 31. <i>Documentación de la aeronave</i> | 56 |
| Figura 32. <i>Equipo de protección personal</i> | 57 |
| Figura 33. <i>Protección a la cabeza</i> | 58 |
| Figura 34. <i>Protección de ojos</i> | 58 |
| Figura 35. <i>Protección de los oídos</i> | 59 |
| Figura 36. <i>Protección respiratoria</i> | 59 |
| Figura 37. <i>Protección de manos y brazos</i> | 60 |
| Figura 38. <i>Protección de piernas y pies</i> | 61 |
| Figura 39. <i>Ropa de trabajo</i> | 61 |
| Figura 40. <i>Bomba Betex Hydraulic Power</i> | 64 |
| Figura 41. <i>Intercambiador de la bomba</i> | 65 |
| Figura 42. <i>Extracción del manómetro</i> | 65 |
| Figura 43. <i>Serviceo de la bomba</i> | 66 |
| Figura 44 . <i>Depósito de la bomba hidráulica</i> | 67 |
| Figura 45. <i>Cuerpo de la palanca de accionamiento</i> | 68 |
| Figura 46. <i>Cuerpo principal</i> | 68 |
| Figura 47. <i>Pasador de la palanca de accionamiento</i> | 69 |
| Figura 48. <i>Arandela de presión</i> | 70 |
| Figura 49. <i>Extracción de pernos, resortes entre otros</i> | 70 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 50. <i>Extracción de elementos del conjunto "muñón mangueta"</i> | 74 |
| Figura 51. <i>Tuerca entallada</i> | 75 |
| Figura 52. <i>Componentes del conjunto "muñón mangueta"</i> | 76 |
| Figura 53. <i>Orejetas de horquilla</i> | 76 |
| Figura 54. <i>Introducir cojinetes al horno</i> | 77 |
| Figura 55. <i>Mangueta cojinetes</i> | 78 |
| Figura 56. <i>Engrasar junta</i> | 78 |
| Figura 57. <i>Batería de cojinetes</i> | 79 |
| Figura 58. <i>Revisión de los cojinetes</i> | 80 |
| Figura 59. <i>Ensamblaje de la mangueta cojinetes</i> | 81 |
| Figura 60. <i>Tapón magnético</i> | 81 |
| Figura 61. <i>Colocación del conjunto "muñón mangueta" en el rotor principal</i> | 82 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. <i>Características de las palas del rotor</i> | 45 |
| Tabla 2. <i>Características del rotor de la cola</i> | 49 |
| Tabla 3. <i>Característica de las palas del rotor de la cola</i> | 52 |
| Tabla 4. <i>Materiales, herramientas y equipos</i> | 63 |
| Tabla 5. <i>Elementos de la bomba Betex PB700</i> | 72 |
| Tabla 6. <i>Costos primarios</i> | 83 |
| Tabla 7. <i>Costos secundarios</i> | 83 |
| Tabla 8. <i>Costos totales</i> | 84 |

RESUMEN

El Centro Mantenimiento del Ejército (CEMAE), se encuentra ubicada en la parroquia La Balbina perteneciente al cantón Sangolquí, provincia de Pichincha; la misma que se encarga de mantener en buenas condiciones las aeronaves pertenecientes a esta unidad. El helicóptero Súper Puma cumplió las 500 horas vuelo por lo tanto se llevará a cabo la inspección de acuerdo a los lineamientos expuestos por el fabricante y a las normativas de mantenimiento desarrollados por la unidad antes mencionada. Una de las partes a supervisar en el helicóptero es la cabeza del rotor donde se encuentra el conjunto “muñón mangueta”, para esto es imprescindible utilizar una bomba hidráulica que permita ejecutar esta tarea de una manera fácil y segura. El objetivo de este proyecto es realizar dicho procedimiento para mantener a la aeronave operativa y en perfectas condiciones con la finalidad de evitar accidentes futuros, con respecto a esto fue indispensable efectuar una revisión completa con anterioridad de la bomba hidráulica para constatar su funcionabilidad. Terminada la inspección se evidenció daños y deterioros en dicha herramienta, por tal razón no fue factible habilitarla y se procedió a implementar una nueva bomba hidráulica que cumple con todas las características para la ejecución de este tipo de tareas de mantenimiento beneficiando de esta manera a los técnicos del Centro de Mantenimiento del Ejército. Finalmente se procedió a la sustitución de los cojinetes y al desmontaje de las juntas del conjunto “muñón mangueta” empleando la bomba hidráulica que permitió culminar exitosamente con la tarea prevista.

PALABRAS CLAVE:

- **INSPECCIÓN POR HORAS DE VUELO.**
- **DESMONTAJE MUÑÓN MANGUETA.**
- **BOMBA HIDRÁULICA BETEX.**

ABSTRACT

The Army Maintenance Center (CEMAE) is located in the La Balbina parish belonging to the Sangolqui canton, Pichincha province; the same that is in charge of keeping the aircraft belonging to this unit in good condition. The Super Puma helicopter completed 500 hours flight; therefore, the inspection will be carried out according to the guidelines set forth by the manufacturer and the maintenance regulations developed by the aforementioned unit. One of the parts to be supervised in the helicopter is the rotor head where the “stub axle” assembly is located, for this it is essential to use a hydraulic pump that allows this task to be carried out in an easy and safe way. The objective of this project is to carry out this procedure to keep the aircraft operating and in perfect condition in order to avoid future accidents. In this regard, it was essential to carry out a complete review of the hydraulic pump beforehand to verify its functionality. After the inspection, damage and deterioration were evidenced in said tool, for which reason it was not feasible to enable it and a new hydraulic pump was implemented that meets all the characteristics for the execution of this type of maintenance tasks, thus benefiting technicians from the Army Maintenance Center. Finally, the bearings were replaced and the joints of the “stub axle” assembly were dismantled using the hydraulic pump that successfully completed the planned task.

KEY WORDS:

- **FLIGHT OUR INSPECTION.**
- **DISASSEMBLY OF THE STUB KIT.**
- **BETEX HYDRAULIC PUMP.**

CAPÍTULO I

Tema

Sustitución de los cojinetes y de las juntas de un conjunto “muñón mangueta” de acuerdo a la carta de trabajo 62-35-00-701 del helicóptero Súper Puma AS332B perteneciente al Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”

1.1. Antecedentes

La 15-B.A.E. “Paquisha”, es una brigada dependiente del Ejército Ecuatoriano, pero no fue así siempre en los inicios de la Aviación del Ejército se reconocen en el año de 1954, el entonces capitán Colon Grijalva encabeza la creación del SAE, Servicio de Aviación del Ejército, mismo que no trabajo en la zona oriental hasta finales del año 61, para ese entonces el contingente de aeronaves estaba conformada principalmente por CESSNA y los trabajos se realizaban el conjunto con personal de la FAE. En el año 78 se crea por orden ministerial el CEMAE, el Centro de Mantenimiento del Ejército, mismo que se encargó de formar a las promociones de mecánicos específicamente en las tareas que le eran aplicables al SAE, una vez culminado el conflicto del 81 en la Cordillera del cóndor, y por sus valientes y heroicas acciones el comando conjunto por orden ministerial decide considerar a este contingente como BRIGADA del ejército. Es recalable señalar que la 15-B.A.E. “Paquisha”, ha cumplido con la tarea de almacenamiento, operaciones y mantenimiento de las aeronaves que allí han llegado, en la actualidad es conocida como la base de fuerza de acción inmediata, dado su respuesta a las necesidades logísticas y de combate que han requerido de ella.

(Ejercitoecuadoriano, 2019)

Es necesario puntualizar que el helicóptero Súper Puma AS332B, se encuentra al momento en una reparación programada periódicamente cada 500 horas, es decir que se hace en etapas de tiempo establecidas en los registros de mantenimiento.

Tomando en cuenta el programa de mantenimiento del CEMAE-15 donde se encuentra el helicóptero Súper Puma AS332B, y la no existencia de una herramienta especial para realizar dicho procedimiento, podría provocar retrasos en las tareas de mantenimiento.

Este proyecto propone habilitar la herramienta especial Betex Hidraulic Power, que sirve para realizar la tarea de sustitución de cojinetes y la extracción de los rodamientos del conjunto “muñón mangueta”, mantenimiento indispensable que se debe realizar al helicóptero Súper Puma AS332B, además implementar a dicha herramienta un manómetro que nos indique la presión exacta a utilizar como recomienda el Manual de Mantenimiento y así cumplir eficientemente con esta tarea.

1.2. Planteamiento del problema

El Ejército Ecuatoriano, durante la década de los ochenta, fue pionero en la integración del concepto de Aviación Ligera del Ejército de Tierra, es aquí donde inicia la leyenda de la Garra del Puma en el Ecuador, en 1980 son recibidos los AS330 Puma y luego en 1985 complementados con la llegada de los helicópteros Súper Puma AS332B”. Cabe agregar que desde entonces el helicóptero Súper Puma AS332B transita por el país cumpliendo a cabalidad con las operaciones asignadas. La Brigada de Aviación del Ejército, por intermedio de la Logística Aérea, ha elaborado el Manual General de Mantenimiento, en el cual se establecen los procedimientos a seguirse en los niveles de mantenimiento; para ello se ha escogido como patrón o guía todas las normas, métodos, prácticas y técnicas señaladas en los manuales de servicio publicados por las casas fabricantes de las aeronaves con la que opera la 15-B.A.E. “Paquisha”, y de acuerdo a las necesidades y exigencias. Se debe argumentar que en el campo de la aviación el implementar herramientas especiales no es desconocido, puesto que es muy indispensable la creación de tales herramientas que son de gran utilidad para los mecánicos. (Chavarría, 2014)

El Súper Puma AS332B es un helicóptero militar de transporte táctico, mediano, con un rotor principal de cuatro palas es más potente que el SA330, posee una planta motriz bimotor turboshaft Turbomeca Makila 1^a, con un sistema de piloto automático Canadian Marconi CMA9000 con modo de búsqueda SAR, además posee una capacidad para 4 tripulantes y 20 personas. El Súper Puma fue fabricado por la compañía francesa Aérospatiale actualmente es fabricado por Airbus Helicopters. Es imprescindible dar a conocer que el helicóptero Súper Puma estuvo presente en el conflicto en el Valle del Cenepa en 1995, realizando múltiples misiones de abastecimiento, evacuación médica, transporte y extracción de tropas durante las operaciones asignadas. Actualmente el helicóptero Súper Puma AS332B es utilizado para realizar misiones de enlace y apoyo que aportan positivamente a las de comunidades en el Ecuador como también prestan ayuda a las poblaciones más apartadas de nuestro país.

Al realizar las tareas de mantenimiento de las aeronaves en varias ocasiones se suscitan imprevistos donde se denota la necesidad de implementar ciertas herramientas que ayudarían al personal técnico a que su tarea sea más eficiente en el mantenimiento de las mismas, he aquí la importancia de la creación de nuevas herramientas especiales que cubran estas exigencias, por tal razón se manifiesta la necesidad de habilitar la herramienta especial para la extracción de los rodamientos del conjunto “muñón mangueta” con su respectivo manómetro, puesto que hasta la actualidad el Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército se encuentra fuera de funcionamiento. Es necesario puntualizar que la aeronave a la cual se hace referencia se encuentra en el proceso de mantenimiento, que se ejecuta cada 500 horas.

1.3. Justificación

En el año 1954 se integra al Ejército Ecuatoriano la primera Brigada de Aviación BAE-15 "PAQUISHA" al inicio denominado Servicio Aéreo del Ejército (S.A.E) el cual cambia de nombre en 1978 y pasa a llamarse Aviación del Ejército Ecuatoriano, finalmente en 1984 pasa oficialmente a ser la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 la cual es integrada por aviones de transporte, helicópteros militares tácticos, asalto y combate. Es apropiado recalcar que la 15 -B.A.E. "Paquisha", al ser un ente que se dedica a realizar tareas de mantenimiento está obligado a regirse a las normativas, lineamientos y reglamentos propiciados por la Aviación del Ejército Ecuatoriano, desde entonces la 15-B.A.E." Paquisha" se ha dedicado a cumplir con la tarea de almacenamiento, operaciones y mantenimiento de las aeronaves, basándose en el Manual General de Mantenimiento para la realización de estas actividades. Actualmente es considerada como la base de fuerza de acción inmediata, dado su respuesta a las necesidades logísticas y de combate que han requerido de esta institución. (Paquisha, 2018)

El presente proyecto tendrá un valor invaluable para el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército, puesto que la no existencia de una herramienta especial que es utilizada para la sustitución de los cojinetes y la junta de un conjunto "muñón mangueta", mantenimiento que es indispensable realizar de acuerdo a lo establecido en el Manual General de Mantenimiento y que permite alargar la vida útil del helicóptero Súper Puma ASS332B, provocando retraso en las tareas de mantenimiento, es razón suficiente para considerar la importancia de este proyecto. A su vez colaborar a que 15-B.A.E. "Paquisha" continúe con el cumplimiento de sus funciones, no solo en el campo de la operatividad y el poder aéreo, sino con su misión y visión planteada en el comando conjunto, dado que esta brigada pertenece a lo que se denomina Fuerza

Armadas del Ecuador, y esta última es una institución del estado, es el equivalente a aportar de forma positiva no solo al mantenimiento de una aeronave de ala rotatoria, sino de forma indirecta al engrandecimiento del país, en sus ejes de desarrollo, en este caso el de la defensa nacional.

El helicóptero Súper Puma AS332B que se encuentra en proceso de mantenimiento luego de sus 500 horas de vuelo, de acuerdo a lo establecido en el Manual General de Mantenimiento, debe ser sometido a la inspección de los cojinetes y la junta de “muñón mangueta”. El mantenimiento al que se hace referencia es imprescindible para la aeronave, cabe recalcar que el no realizar esta tarea podría provocar consecuencias como el que la aeronave no pueda realizar el cambio de paso colectivo y cíclico, además se podría presentar vibraciones al momento del vuelo, entre otros desperfectos afectando al funcionamiento del helicóptero Súper Puma AS332B en futuras operaciones, razón por la cual es importante la habilitación de la herramienta especial que ayudara a los mecánicos a realizar esta tarea con mayor facilidad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Sustituir los cojinetes y la junta de un conjunto “muñón mangueta” mediante la utilización de una herramienta especial para optimizar la operatividad del helicóptero Súper Puma AS332B, de acuerdo a la carta de trabajo 62-35-00-701, durante la inspección las 500 horas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre las características de la herramienta especial Betex Hydraulic Power del Helicóptero Súper Puma AS332B.

- Seleccionar la información del Manual General de Mantenimiento, base fundamental para la ejecución de dichas tareas.
- Rehabilitar la herramienta especial Betex Hidraulic Power para que se encuentre operativa y en funcionamiento para cualquier requerimiento.

1.5. Alcance

El poseer una herramienta especial que ayude a la tarea de sustitución de los cojinetes y la junta de un conjunto “muñón mangueta”, hará que este tipo de mantenimientos sean ejecutados de manera más fácil optimizando tiempo y dinero, factores que beneficiaran no solo a la Aviación del Ejército sino también al país que se encuentra en épocas de austeridad.

Este proyecto tiene como finalidad ayudar a que el personal de técnicos del Centro de Mantenimiento de la sección Súper Puma pueda realizar sus tareas de forma segura y eficiente dándole así credibilidad en las funciones que desempeñan y por ende beneficiar a la Aviación del Ejército quienes son los encargados de mantener el buen funcionamiento de las aeronaves y del engrandecimiento de nuestro país.

CAPÍTULO II

Marco teórico

2.1. Funciones del CEMAE-15

Con la creación del Servicio Aéreo Ecuatoriano (SAE) y la Aviación del Ejército, nació el mantenimiento de aeronaves. Al pasar el tiempo esta unidad vio la necesidad de incrementar el personal y los medios en esta área técnica, para lo cual la Aviación del Ejército formó un Centro de Mantenimiento capacitado para desarrollar los trabajos con mayor facilidad. Los principales campos técnicos de mantenimiento que se desarrollan en el Centro de Mantenimiento, son los siguientes:

- Inspecciones mayores de Helicóptero Súper Puma, Puma, Gazelle y Lama.
- Mantenimiento profundo de motores Makila, Turmo, Artouste, Astazou 14, Ariel 1B.
- Mantenimiento estructural de helicópteros y aviones.
- Reparaciones de conjuntos mecánicos.
- Mantenimiento de sistemas hidráulicos.
- Mantenimiento especializado en electrónica y aviónica.

El Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército (CEMAE), tiene como finalidad precautelar el buen funcionamiento de las aeronaves para lo cual cuenta con personal especializado, equipos y bancos de prueba necesarios para los trabajos que tiene a su cargo. Por tal razón es imprescindible que todos sus equipos se encuentren en perfecto estado para poder cumplir a cabalidad con su objetivo.

2.2. Historia del Helicóptero Súper Puma AS332B

El helicóptero Súper Puma AS332B originalmente fue fabricado por la compañía francesa Aérospatiale y después por el Grupo Eurocopter, el cual realizó su primer

vuelo el 13 de septiembre de 1978 y fue usado tanto en el ámbito civil como en el militar. Este helicóptero tiene muchas versiones, incluyendo los adaptados para búsqueda y rescate y guerra antisubmarina. Es el único helicóptero civil Súper Puma (Eurocopter AS332) que se utiliza en Europa en la extinción de incendios.

Tiempo después Aérospatiale comenzó una reingeniería completa del Súper Puma, el cual logró hacer versiones con fuselaje más largo y motores más potentes. Durante la fabricación del helicóptero, la firma fue adquirida por Eurocopter, quienes pasaron a hacerse cargo de la producción. En 1990, el Súper Puma en su versión militar fue relanzado como Eurocopter AS 532 Cougar.

2.3. Descripción general del Helicóptero Súper Puma AS332B

El helicóptero Súper Puma AS332B es de tamaño medio de transporte táctico, tecnológicamente avanzado de doble motor, de cuatro palas el cual fue diseñado para transporte de pasajeros servicio de transporte en el mar, carga externa, entre otras actividades. Por lo cual este helicóptero realiza diferentes misiones en favor de las comunidades del Ecuador. (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 1.*Helicóptero Súper Puma*

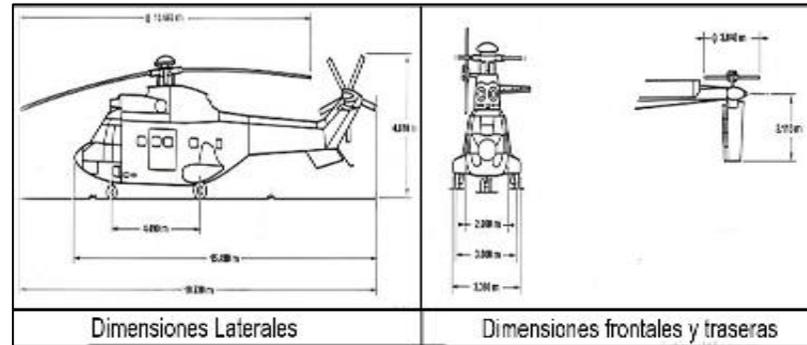
Nota: El gráfico muestra en un plano completo al helicóptero Súper Puma. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.1. Principales dimensiones del helicóptero Súper Puma

Las dimensiones específicas del helicóptero Súper Puma hacen que esta aeronave sea multifuncional. A continuación, se podrá visualizar estas dimensiones tanto laterales, frontales y traseras.

Figura 2.

Dimensiones laterales, frontales y traseras



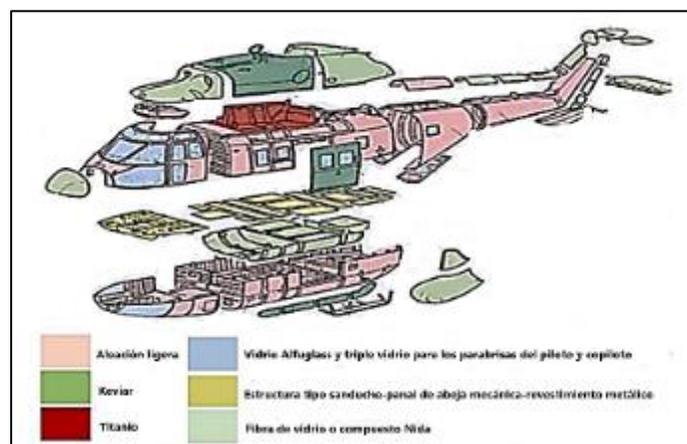
Nota: El gráfico muestra las dimensiones del helicóptero. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.2. Principales componentes del helicóptero Súper Puma

El helicóptero Súper Puma posee en su estructura varios componentes y materiales que permiten su resistencia.

Figura 3.

Componentes estructurales

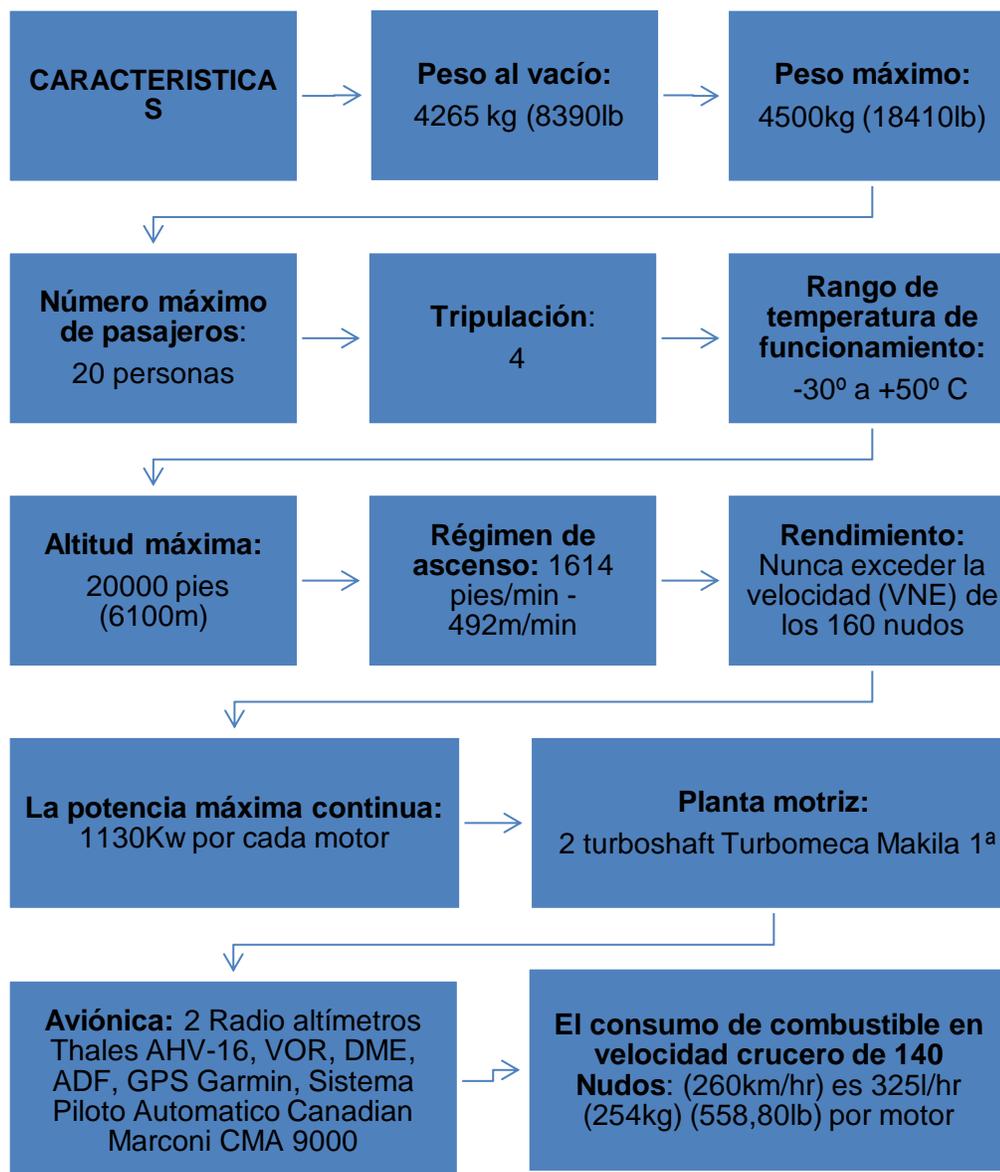


Nota: El gráfico muestra de que tipo de material está estructurado la aeronave. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.3. Características principales del helicóptero Súper Puma AS332B

Figura 4.

Características del Súper Puma



Nota: En el gráfico se observa las características que posee el Súper Puma. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

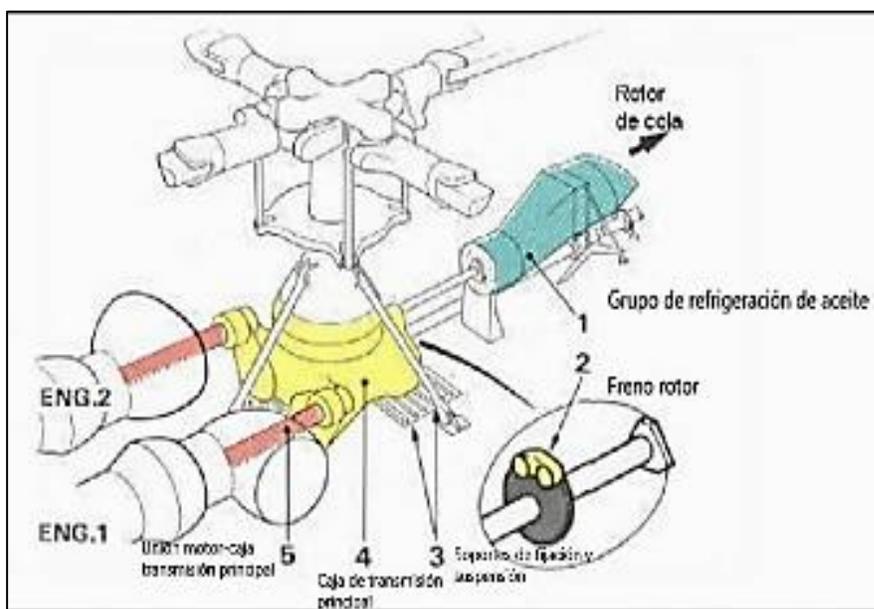
2.4. Sistemas y partes del Súper Puma AS332B

2.4.1. Sistema de transmisión mecánica principal

La transmisión mecánica principal acciona, desde los motores, el rotor principal y la transmisión mecánica trasera (AEROSPASTIALE, 2015).

Figura 5.

Caja de transmisión principal



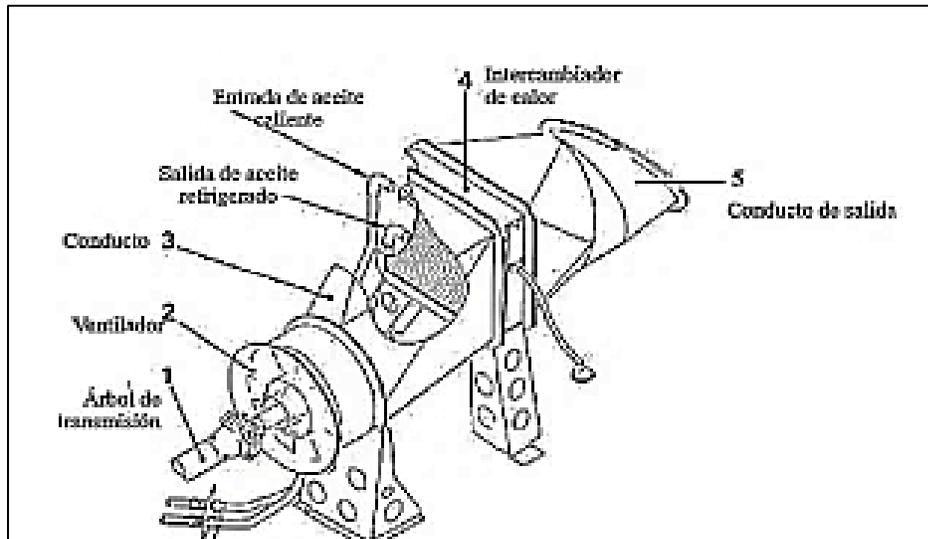
Nota: En el gráfico se observan los componentes de la caja de transmisión principal. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

a) El grupo de refrigeración de aceite que lubrica la CTP

Mantiene la temperatura del aceite por debajo del calor máximo autorizado, para temperatura ambiente inferiores a 50°C. (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 6.

Grupo de refrigeración de la CP

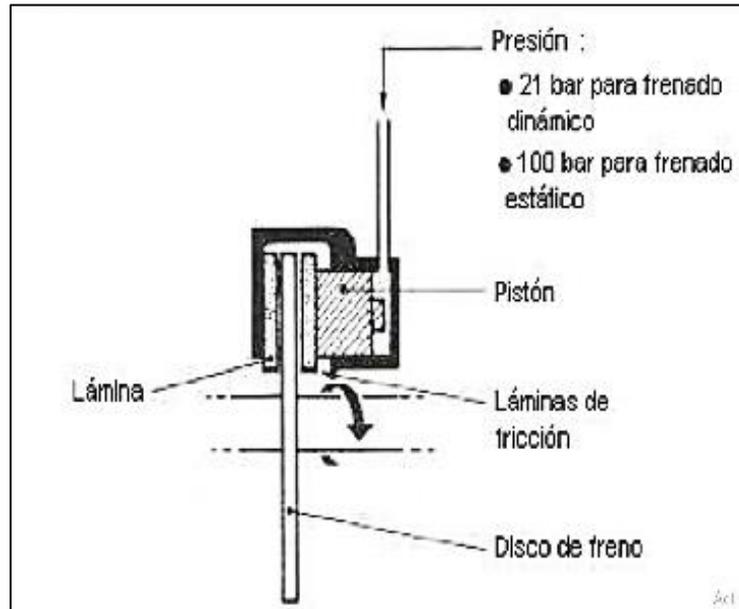


Nota: El gráfico muestra las partes que conforman el grupo de refrigeración. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

b) El freno rotor

El freno del rotor se acciona hidráulicamente. Existen 2 tipos de frenado:

- **El frenado dinámico.** - Que es usado para parar el rotor, después de haber apagado los motores.
- **El frenado estático.** -Que es usado para inmovilizar el rotor durante el parqueo y para arrancar fuertes vientos. (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 7.*Freno del rotor*

Nota: En el gráfico se refleja los componentes del freno del rotor. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

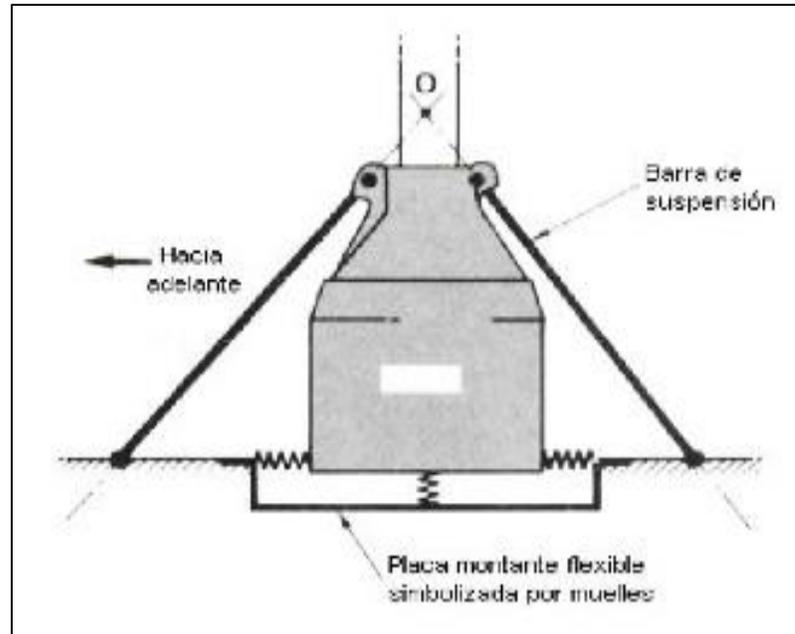
c) Los soportes de fijación y suspensión de la CTP

Una fijación rígida de la CTP podría transmitir estas vibraciones a toda la estructura para evitar esto, una suspensión flexible absorbe la mayoría de las vibraciones.

(AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 8.

Fijación y suspensión de la CP

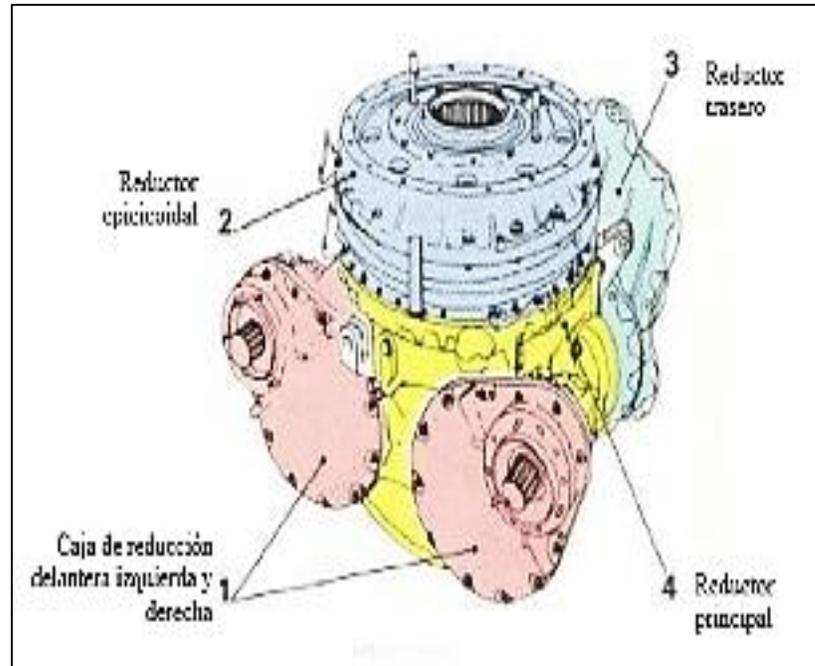


Nota: En el gráfico de muestra el soporte de la caja de transmisión principal. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

d) La caja de transmisión principal

La CTP transmite el movimiento desde los motores hacia los rotores. De igual manera acciona dos bombas, que asegura la lubricación de esta y sus accesorios.

(AEROSPASTIALE, 2015)

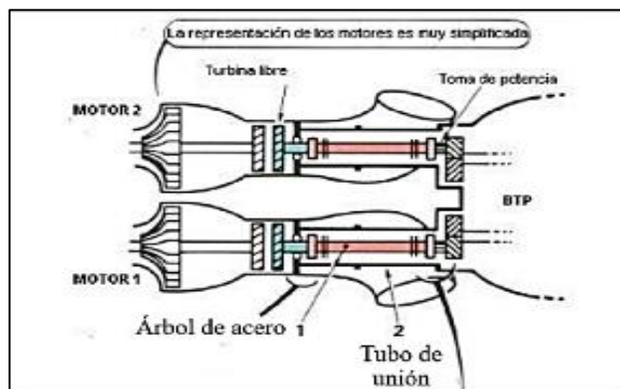
Figura 9.*Caja de transmisión principal*

Nota: El gráfico nos permite conocer la estructura de la caja principal. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

e) La unión motor-caja de transmisión principal

La potencia es transmitida por el árbol de acero acoplado al árbol de la turbina libre y a la toma de potencia de la CTP. El árbol de transmisión gira dentro de un tubo de unión que pertenece al motor y realiza la fijación trasera de los motores sobre la CTP.

(AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 10.*Ejes de unión de motor-CTP*

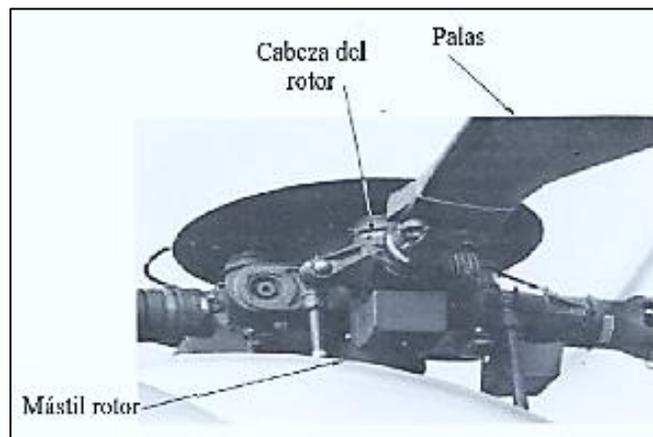
Nota: En el gráfico se observa los ejes de unión que sirven para transmitir la potencia a la CTP.

Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

2.5. Rotor principal

El rotor principal es el que asegura la sustentación y movimiento del helicóptero

Súper Puma está formado por:

Figura 11.*Rotor principal*

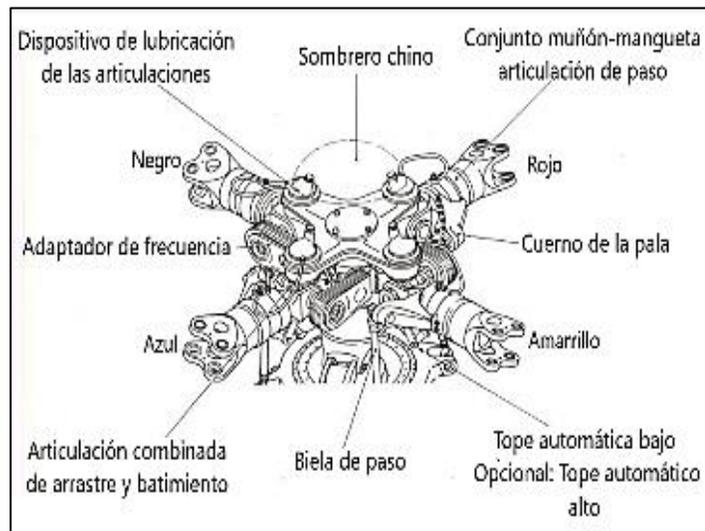
Nota: En el gráfico se observa los elementos que componen el rotor principal. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

2.5.1. Cabeza del rotor

Está fijada sobre el árbol del mástil rotor sirve de fijación para las cuatro palas. La CTP permite la articulación de las palas: (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 12.

Articulación de las palas



Nota: El gráfico muestra claramente las particularidades de la cabeza del rotor. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

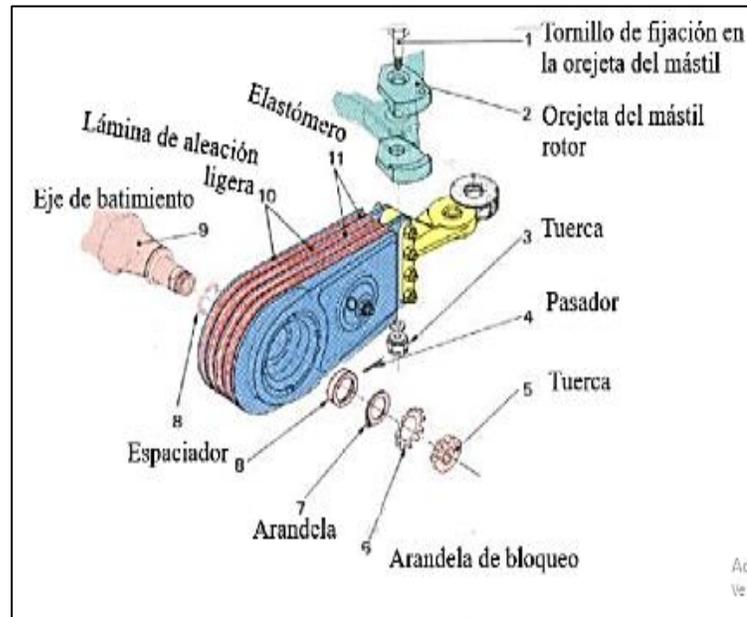
a) Componentes de la cabeza del rotor

- **Articulaciones combinadas de arrastre y batimiento:** Las articulaciones de batimiento disminuyen el ángulo de ataque de la pala que avanza y aumenta el retroceso y las articulaciones de arrastre permiten el avance o retroceso de las palas individualmente para la conservación del momento angular.

(AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 13.

Articulaciones combinadas de arrastre y batimiento



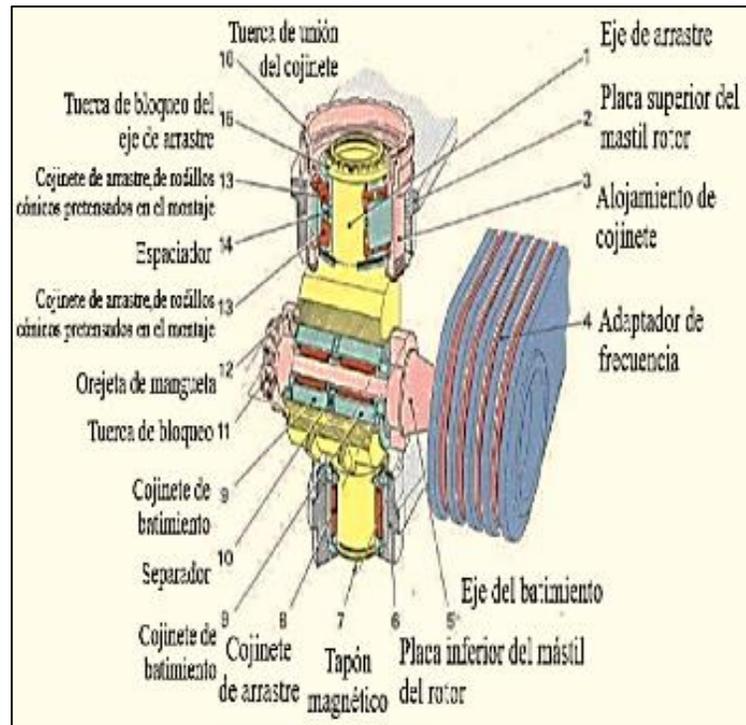
Nota: En el gráfico se identifica cada uno de los componentes de las articulaciones. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

- **Adaptadores de frecuencia.** - Permiten las oscilaciones de las palas, además están asegurados sobre los ejes de batimiento de los muñones mangueta y están constituidos por láminas de alineación de ligera y capas de elastómero.

(AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 14.

Adaptadores de frecuencia

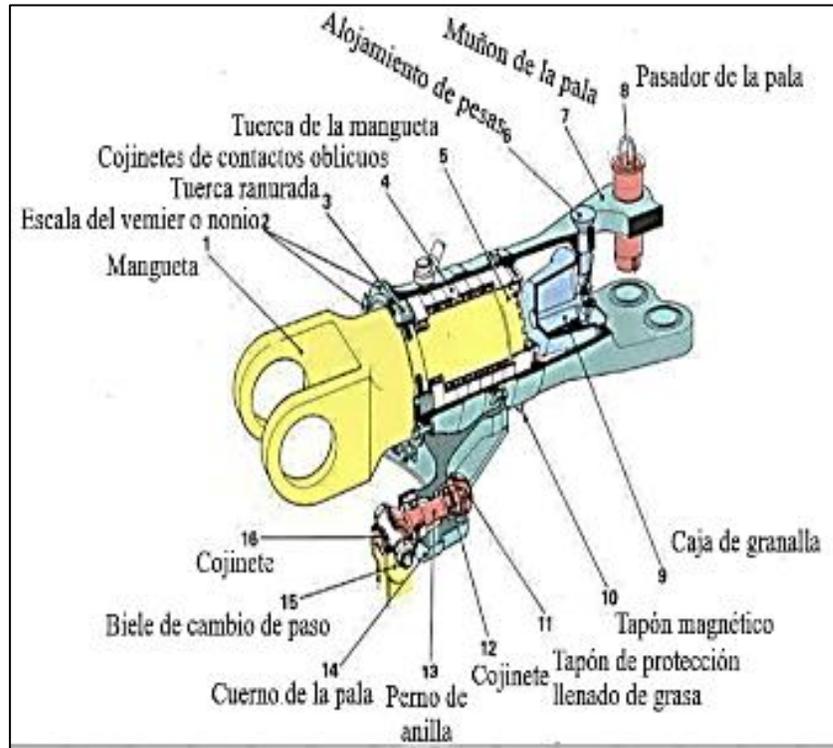


Nota: En el gráfico se muestra los adaptadores que posee la cabeza del rotor. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

- **Ensamble muñón mangueta.** - Constituye la articulación de cambio paso, el cual gira sobre una batería de 7 cojinetes y la lubricación está asegurada por gravedad. (AEROSPASTIALE, 2015)

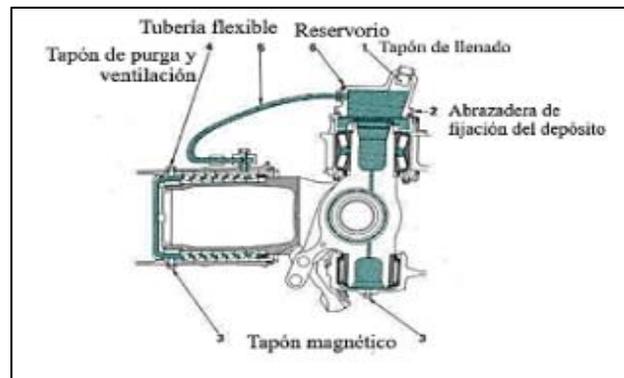
Figura 15.

Ensamble muñón mangueta



Nota: El gráfico muestra cada uno de los elementos del ensamblaje muñón mangueta. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

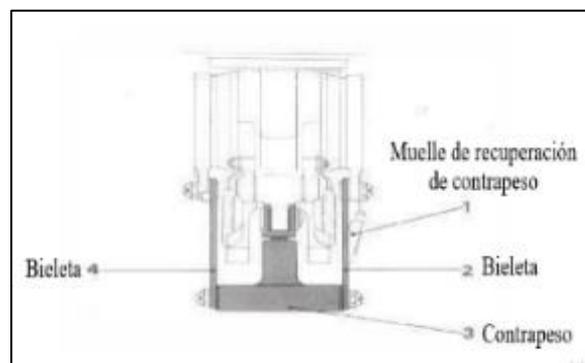
- **Lubricación de articulaciones.** - La lubricación de las articulaciones se hace por gravedad desde el depósito instalado sobre cada uno de los brazos de la cabeza. (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 16.*Lubricación de articulaciones*

Nota: El gráfico muestra el lugar donde se inicia la lubricación de las articulaciones. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

- **Sistema de lectura directa del ángulo de paso de los muñones.** - La precisión de la lectura es de $3'$ ($1/20$) durante la lectura, el operador debe situarse en el eje del nonio para evitar los errores de paralaje.

(AEROSPASTIALE, 2015)

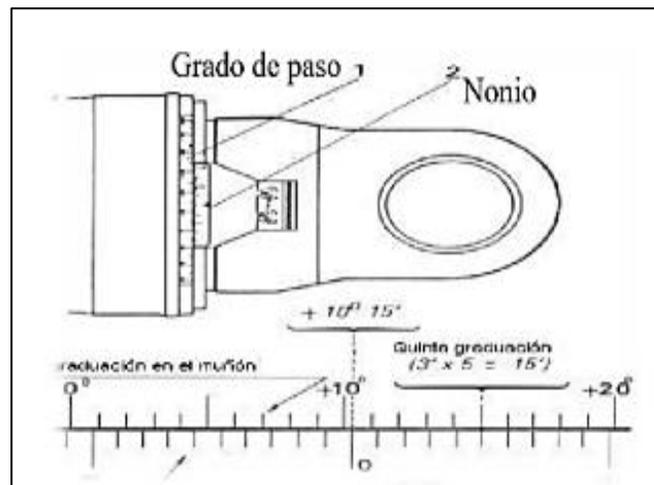
Figura 17.*Angulo de paso de los muñones*

Nota: En el gráfico se observan los componentes del ángulo de paso. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

- **Bieleta de cambio de paso.** - Transmite el movimiento al plato cíclico a los muñones de las palas. Su longitud puede ser ajustada por la rotación del cuerpo, que permiten efectuar las correcciones de incidencia. (AEROSPASTIALE, 2015)

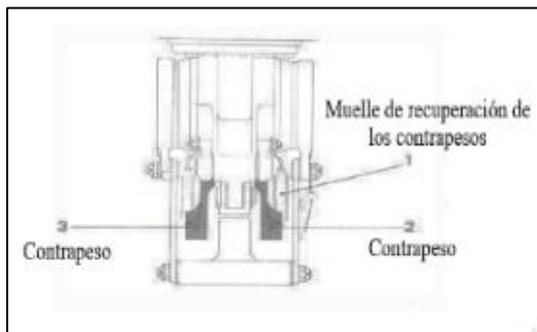
Figura 18.

Bieleta de cambio de paso



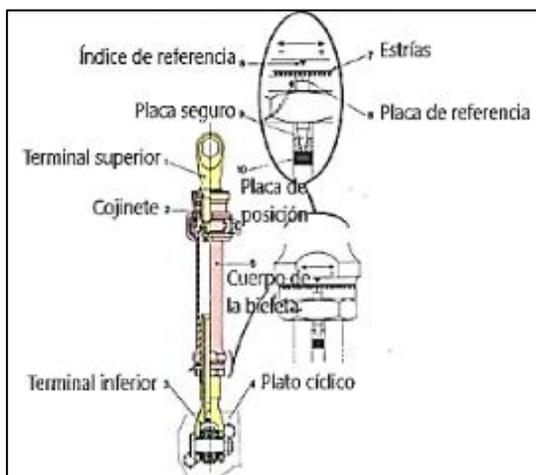
Nota: El gráfico muestra la forma de las bieletas de cambio. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

- **Topes automáticos bajos.** -Cada muñón está equipado con un tope que limita el desplazamiento de la pala hacia abajo. (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 19.*Topes automáticos bajos*

Nota: El gráfico muestra el tope que posee cada muñón. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

- **Topes automáticos altos.** - Esta puede ser opcional, cada muñón está equipado con un tope que evita que la pala se levante durante el plegado y desplegado. (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 20.*Topes automáticos altos*

Nota: En el gráfico se identifica claramente los componentes de los topes altos del muñón.

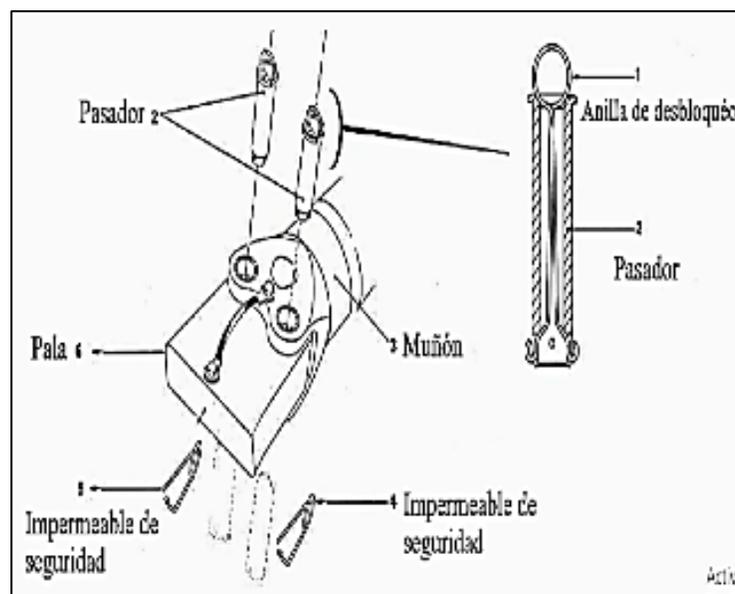
Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

- **Pasadores de las palas.** - Son aquellas que aseguran las palas a las mangas y se mantienen en su sitio por medio de un imperdible de seguridad.

(AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 21.

Pasadores de las palas



Nota: El gráfico muestra los pasadores que aseguran las palas. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

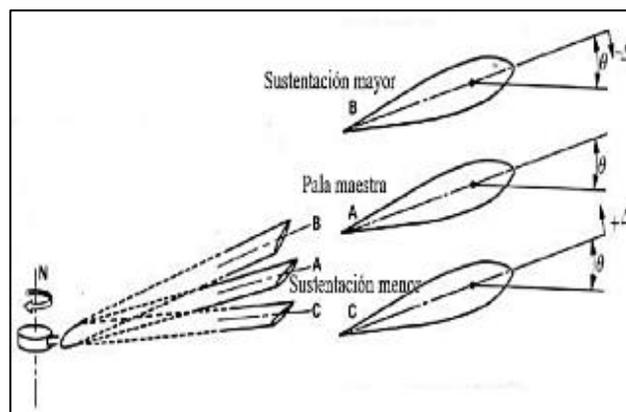
2.5.2. Palas del rotor

Las palas transforman la energía mecánica de los motores a fuerza aerodinámica, cada pala está caracterizada por un valor “la corrección de incidencia”, esta puede ser positiva o negativa y va marcada en la raíz de la pala. Además, permite compensar con la variación la sustentación con respecto de referencia de una pala patrón. Es imposible construir palas idénticas puesto que habrá una ligera diferencia en las características aerodinámicas. (AEROSPASTIALE, 2015)

Tabla 1.*Características de las palas del rotor*

| Características | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Número | 4 |
| Perfil | Evolutivo |
| De 0 a 0,7R (R: radio de pala) | NACA 0013.112 |
| De 0,7 a 0,9R | NACA 0013.109 |
| De 0,9 a R | NACA 0013.106 |
| Torsión | De 0 a 8°37 en 666 mm |
| Eje de torsión | A 150mm del borde de ataque |
| Cuerda (valor teórico) | 600mm |
| Longitud | 7000mm |

Nota: En la siguiente tabla se puede observar las características correspondientes a las palas del rotor de forma detallada.

Figura 22.*Palas del rotor*

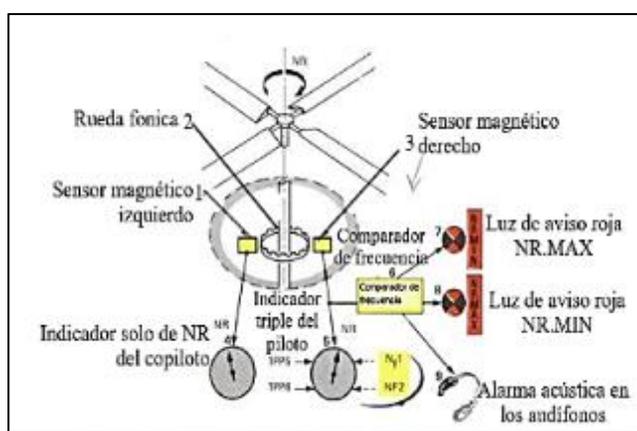
Nota: El gráfico muestra la forma de las palas del helicóptero. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

2.5.3. Control de velocidad del rotor principal

El piloto se informa a través de una alarma acústica y dos luces de aviso de cualquier exceso en los umbrales MIN y MAX de la velocidad del rotor. Además, el copiloto dispone de un indicador autónomo simple. (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 23.

Control de velocidad del rotor principal



Nota: En el gráfico se observa las conexiones del control de velocidad. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

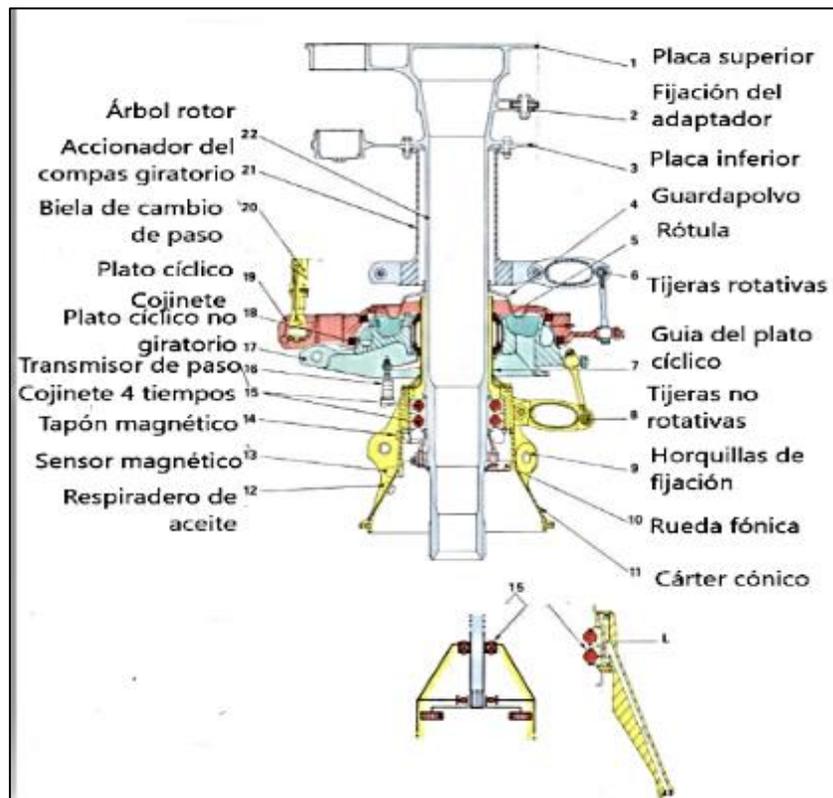
2.5.4. El mástil rotor

- a) **El cárter cónico.** - Soporta el árbol del rotor anclado en un cojinete de sustentación. Sobre este cárter están fijada las barras de sustentación que transmiten los esfuerzos de sustentación a la estructura. (AEROSPASTIALE, 2015)
- b) **El conjunto de los platos cíclicos.** - Permiten controlar el ángulo de paso de las palas.
- c) **El árbol del rotor.** - Accionado por la CTP y sostiene la cabeza del rotor.

- d) **Las bielas de cambio de paso.** - Transmiten a los muñones de la cabeza del rotor los desplazamientos de los platos cíclicos, su longitud es modificada para ajustar la estela de las palas. (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 24.

Mástil del rotor



Nota: En el gráfico se identifica cada elemento que forma parte del mástil. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

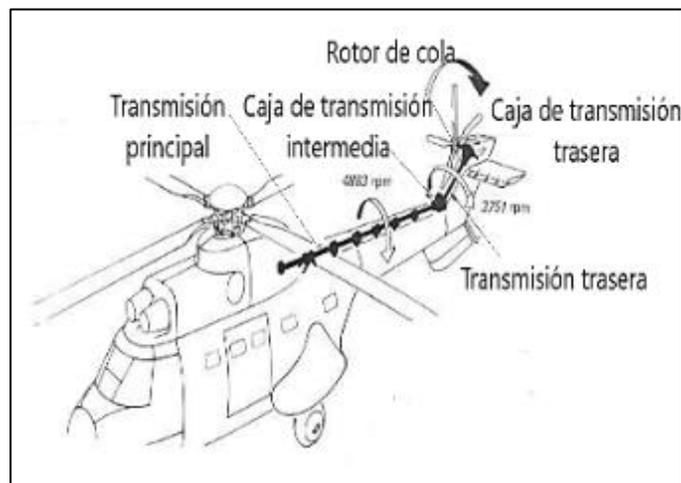
2.6. Transmisión mecánica trasera

Cambia la dirección del movimiento a 90°, esta recibe el movimiento de la transmisión oblicua y mueve el árbol del rotor trasero.

- **Transmisión horizontal:** Los elementos están conectados por acoplamientos flexibles y soportados por cojinetes.
- **Transmisión intermedia:** Reduce la velocidad de rotación y transmite en un ángulo de 140° al árbol inclinado.
- **Transmisión oblicua:** Asegura el movimiento desde la caja de transmisión intermedia a la caja de transmisión trasera. (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 25.

Transmisión mecánica trasera



Nota: En el gráfico se puede observar los tipos de transmisiones que tiene el helicóptero.

Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

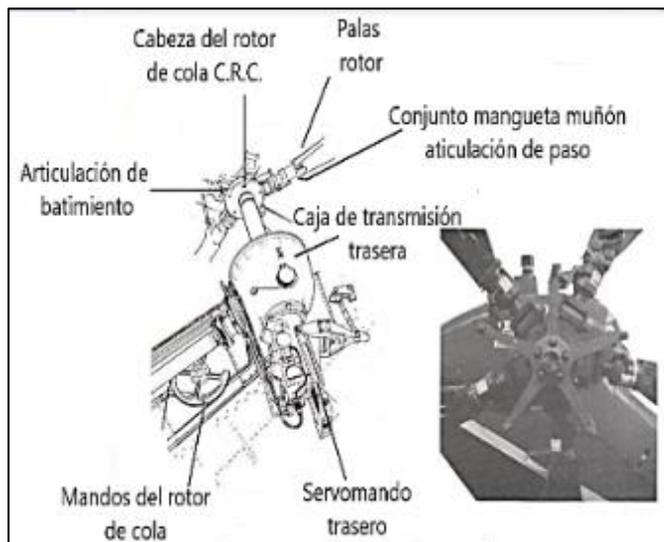
2.7. Rotor de la cola

Permite el control de la aeronave en su eje de guiñada, es movido en rotación por la caja de transmisión trasera. Las palas del rotor de cola son mandadas desde un servomando funciona por medio de una varilla de mando que está unida a los muñones de las palas de las bieletas. (AEROSPASTIALE, 2015)

Tabla 2.*Características del rotor de la cola*

| Características | |
|------------------------------------------------|----------------------|
| Número de palas | 5 |
| Dirección de rotación (costo de frente) | Sentido anti horario |
| Diámetro | 3,040 m |
| Velocidad de rotación | 1279 rpm |

Nota: Esta tabla detalla las características del rotor de la cola.

Figura 26.*Rotor de la cola*

Nota: El gráfico muestra los diferentes componentes del rotor de la cola. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

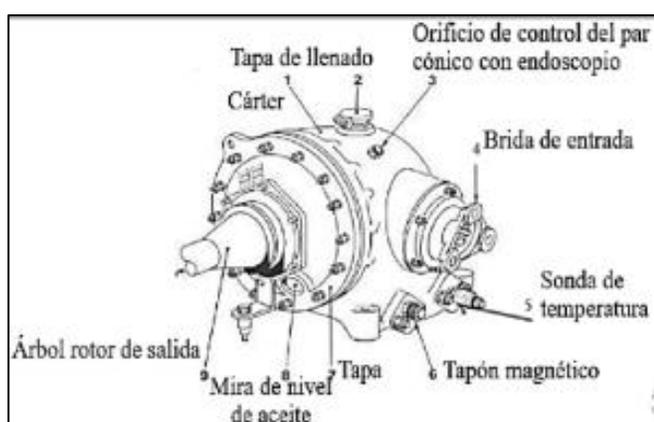
2.7.1. Caja de transmisión trasera

La caja de transmisión trasera cambia la dirección del movimiento a 90°. Esta recibe el movimiento de la transmisión oblicua y mueve el árbol del rotor trasero.

(AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 27.

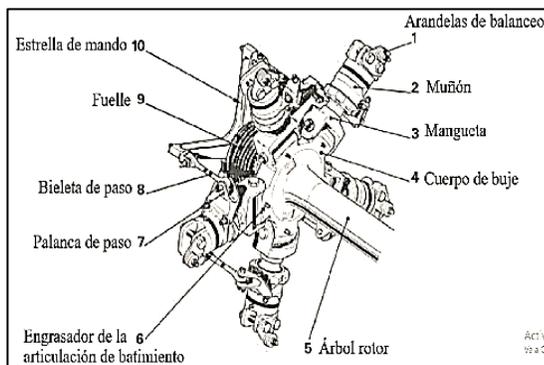
Caja transmisión trasera



Nota: El gráfico muestra los componentes que posee la caja de transmisión de la parte trasera del helicóptero. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

2.7.2. Cabeza del rotor de la cola

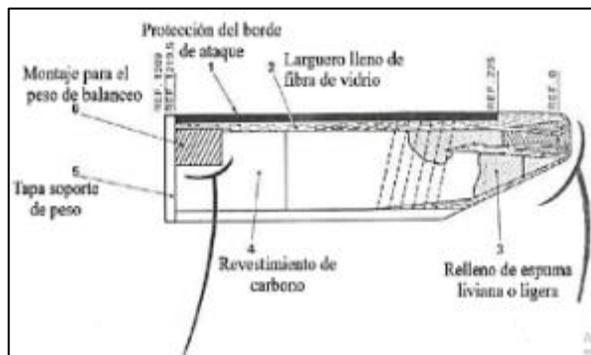
Se compone de un cuerpo de buje y cinco conjuntos mangueta muñón que permite la articulación de batimiento de las palas y variación de paso por medio de una estrella de mando y bieletas. (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 28.*Cabeza del rotor de la cola*

Nota: El gráfico muestra todos los elementos que se pueden encontrar en la cabeza del rotor de la parte trasera. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

2.7.3. Palas de rotor de cola

Son una parte indispensable de las aeronaves, estas están reguladas por los pilotos mediante los pedales. Las palas del rotor de cola proporcionan empuje para compensar el par motor que genera el rotor principal.

Figura 29.*Palas de la cola rotor*

Nota: En el gráfico se puede observar que las palas de la parte trasera tienen distintos elementos. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

Tabla 3.

Característica de las palas del rotor de la cola

| Características | |
|---------------------------------------------|-----------------------------|
| Cantidad | 5 |
| Longitud | 1.283 m |
| Torsión | 15° |
| Eje de torsión | A 60 mm del borde de ataque |
| Cuerda (valor teórico) | 200 mm |
| Peso | 3240 kg |
| Perfil | |
| Constante de 225° 915-5 | NACA 23012 |
| Evolutiva variable de 015,5 a 1219,5 | HAS.A 1010 |

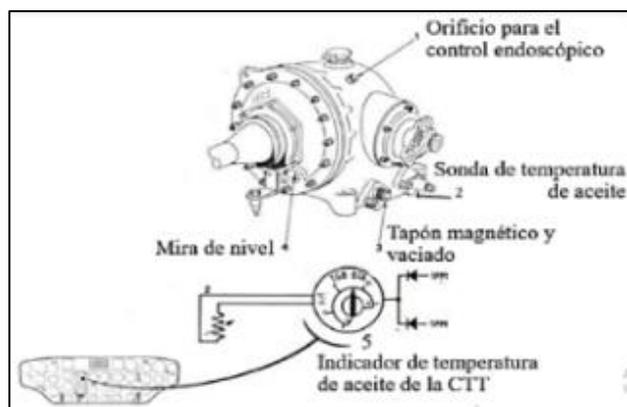
Nota: La tabla detalla de forma precisa las características de las palas de la cola.

2.7.4. Controles de la caja de transmisión de la cola

Una sonda de temperatura transmite la temperatura del aceite a un indicador, la temperatura máxima es de 120°C. (AEROSPASTIALE, 2015)

Figura 30.

Controles de la caja de transmisión de cola



Nota: El gráfico muestra la ubicación de los controles de la caja de transmisión trasera en el tablero del piloto. Tomado de (AEROSPASTIALE, 2015)

2.8. Tipos de mantenimiento

El mantenimiento de las aeronaves es primordial para mantener la aeronavegabilidad, la disponibilidad y el rendimiento de la misma, puesto que son inspecciones constantes que deben ser realizadas minuciosamente por el personal especializado el cual permitirá garantizar las óptimas condiciones de operación de las aeronaves. Estos mantenimientos pueden ser en todas las etapas de funcionamiento de las aeronaves. Existen 3 tipos de mantenimiento:

2.8.1. Mantenimiento preventivo

Este es el conjunto de acciones programadas, generalmente repetitivas, que permiten verificar y mantener un estado operativo. Este tipo de mantenimiento es de gran importancia ya que es necesario para mantener operativa la aeronave. Podemos indicar que en este tipo de mantenimiento se efectúa considerando las horas de vuelo de las aeronaves, ya que existe elementos y sistemas que requieren ser revisados e inspeccionados después de algunas horas de vuelo como pueden ser:

- 100 horas de funcionamiento
- 300 horas de funcionamiento
- 3000 horas de funcionamiento

2.8.2. Mantenimiento correctivo

Este es el conjunto de acciones llevadas a cabo después de la aparición de una falla o anomalía, que permite restaurar el estado operativo inicial. En muchas ocasiones las aeronaves presentan inesperadamente fallas que deben ser atendidas de inmediato para evitar problemas más graves. Por lo cual este mantenimiento se lo realiza por tener reportes en la aeronave de manera imprevista, ya sea en el hangar o en la pista se debe resolver mediante un mantenimiento correctivo para levantar el reporte, los

reportes pueden ser pequeños o de mayor problema, pero este no debe llevar mucho tiempo para resolverlo.

2.8.3. Mantenimiento restaurativo

Es el conjunto de acciones que conducen al remedio definitivo de una anomalía, lo que permite eliminar todo o parte del mantenimiento preventivo y correctivo asociado con esta anomalía. El mantenimiento restaurativo se lo realiza cuando los componentes, estructura y sistemas de las aeronaves ya no pueden ser arreglados o corregidos, en este caso los elementos antes mencionados deben ser reemplazados en su totalidad por otros nuevos. Entre estos podemos mencionar los motores de Unidad de Potencia Auxiliar (APU), palas y otros sistemas y componentes mayores que requieren ser cambiados para que la aeronave recupere su operatividad.

CAPÍTULO III

Desarrollo del tema

En este proyecto se detalla los procedimientos realizados para el desarrollo del tema, el cual es de gran utilidad para el personal de alumnos y técnicos de la Brigada De Aviación Del Ejercito 15-B.A.E. "Paquisha ".

3.1. Preliminares

En este capítulo se detallará los procedimientos que se realizó para la habilitación de la herramienta Betex Hidraulic Power, que es utilizada para la extracción de los cojinetes "muñón mangueta ", de acuerdo a la carta de trabajo. Todas las tareas ejecutadas en este segmento se lo hicieron en base a las directrices establecidas por el Manual del helicóptero Súper Puma AS332B y teniendo en cuenta las normas de seguridad que se debe asumir para este tipo de trabajos.

Como primer punto se facilitará información acerca de la herramienta Betex Hidraulic Power, con el propósito de que el público en general tenga conocimiento de las características, funcionamiento y operatividad de la herramienta en cuestión. De acuerdo al Manual de Reparación (MRM), cada inspección de 500 horas se verifican las cuatro mangas del helicóptero Súper Puma, en la cual se realiza el mantenimiento respectivo con la finalidad de sustituir los cojinetes y así evitar fugas que afecten su operatividad, es por ello que este proyecto tiene como objetivo habilitar la herramienta Betex y así realizar las tareas de mantenimiento con eficiencia y eficacia emitidas por el fabricante de la aeronave.

3.2. Recopilación de información técnica

Una vez conseguida la autorización para poder utilizar los manuales de la aeronave los cuales son emitidos por el fabricante (EUROCOPTER), se procedió a realizar una

orden de trabajo que nos permita habilitar la bomba Betex, así como la documentación respectiva de la aeronave.

Figura 31.

Documentación de la aeronave



Nota: El gráfico muestra los manuales que posee la CEMA E-15 en sus instalaciones.

Para cumplir con la orden de trabajo fue necesario revisar la información en los siguientes manuales:

- Manual de mantenimiento (AMM) del helicóptero Súper Puma AS332B.
- Manual catálogo ilustrado de partes (IPC) del helicóptero Súper Puma AS332B.
- Manual de Reparación Estructural del helicóptero Súper Puma AS332B
- Manual de instrucción del helicóptero Súper Puma AS332B.
- Manual de programa recomendado de mantenimiento PRE del helicóptero Súper Puma AS332B.

3.3. Equipo de protección personal (E.P.P.)

Los equipos de protección personal (EPP) son aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas que utiliza el trabajador para protegerse de posibles riesgos. Estos implementos permitirán que el trabajador tenga una mayor seguridad al momento de realizar su trabajo. Es de vital importancia utilizar la protección adecuada al momento de

realizar cualquier tipo de trabajo, pues ante todo la integridad de las personas es primordial, ante todo. (Jorge, 2012)

Figura 32.

Equipo de protección personal



Nota: En el gráfico se observa la clasificación de protección que debe utilizar toda al momento de realizar trabajos de cuidado. Tomado de (Derecho Laboral y Convención Sindical, 2015)

3.3.1. Clasificación de los E.P.P.

- a) **Protección a la cabeza:** Se refiere esencialmente a los cascos de seguridad, estos elementos proveen protección en caso de impactos y penetración de objetos que caen sobre la cabeza, debe ser inspeccionado periódicamente para detectar rajaduras o daños. (Jorge, 2012)

Figura 33.

Protección a la cabeza



Nota: El gráfico muestra el tipo de casco que protegen el cráneo. Tomado de (Jorge, 2012)

- b) Protección de ojos:** Son elementos apropiados para los ojos, pues están expuestos a diversos peligros que pueden dañar estos órganos. Los anteojos evitaban el ingreso de partículas o líquidos que se puedan estar manipulando.

(Jorge, 2012)

Figura 34.

Protección de ojos



Nota: El gráfico muestra un modelo de protección visual para evitar riesgos. Tomado de (Jorge, 2012)

- e) Protección de los oídos:** Es indispensable proteger los oídos cuando el nivel del ruido exceda los 85 decibeles, considerado que este es límite superior para

la audición normal, por lo tanto, es importante dotar de protección auditiva al trabajador. (Jorge, 2012)

Figura 35.

Protección de los oídos



Nota: El gráfico muestra un modelo de protección auricular que se puede utilizar para los trabajos requeridos. Tomado de (Jorge, 2012)

- c) Protección respiratoria:** Las mascarillas ayudan a proteger el sistema respiratorio contra determinados contaminantes presentes en el aire, pero se debe tener presente que ninguna mascarilla es capaz de evitar totalmente el ingreso de sustancias expuestas en el aire. (Jorge, 2012)

Figura 36.

Protección respiratoria



Nota: El gráfico muestra un modelo de las mascarillas que se utilizar como medida de protección. Tomado de (Jorge, 2012)

d) Protección de manos y brazos: En esta parte se consideran los guantes que son indispensables para la manipulación de materiales químicos o algún trabajo que lo requiera. Los guantes deben ser seleccionados de acuerdo a los riesgos a los cuales una persona está expuesta y a la necesidad del movimiento que requiera. (Jorge, 2012)

Figura 37.

Protección de manos y brazos



Nota: El gráfico muestra algunos de los tipos de guantes que se pueden encontrar en el mercado. Tomado de (Jorge, 2012)

e) Protección de pies y piernas: Para esta parte del cuerpo se utilizará el calzado que debe proteger a los trabajadores contra la humedad, sustancias calientes o de objetos filosos y contra caída de objetos y de cualquier riesgo que pueda poner en peligro las piernas y pies de los trabajadores. Estos deberán ser seleccionados de acuerdo al trabajo y necesidad de cada persona. (Jorge, 2012)

Figura 38.

Protección de piernas y pies



Nota: En el gráfico se identifican la clase de protección que se debe utilizar en los pies y piernas.

Tomado de (Jorge, 2012)

- f) Ropa de trabajo:** Al seleccionar la ropa de trabajo se debe considerar los riesgos a los cuales el trabajador está expuesto. Es importante elegir la ropa de trabajo adecuada, pues así se logra reducir los riesgos al mínimo.

Figura 39.

Ropa de trabajo



Nota: En el gráfico se muestra los trajes que se consideran a adecuados para una tarea. Tomado de (Jorge, 2012)

3.4. Herramienta Betex Hidraulic Power

La herramienta Betex Hidraulic Power está diseñada para la extracción de los cojinetes y de las juntas de un conjunto “muñón mangueta” del rotor principal, la cual nos permite realizar con mayor eficiencia la inspección de 500 horas del helicóptero Súper Puma AS332B.

3.4.1. Características

- Es utilizada en entornos industriales.
- Su superficie lisa horizontal y estable, apta para soportar las fuerzas que se liberan por efecto de las bombas.
- Las bombas de palanca Betex de hasta 700 bar están indicadas únicamente para la propulsión de accesorios hidráulicos que soporten presiones hasta 700 bar.
- Las bombas de palanca Betex con una presión máxima o mayor que 1000 bar se deben utilizar exclusivamente para hacer pruebas o para desmontaje con la ayuda de aceite a presión.
- No se permite modificar la configuración de las válvulas de seguridad.

3.4.1. Funcionamiento

Se debe realizar movimientos de arriba hacia debajo de la palanca, de esta manera bombea aceite desde el depósito hacia la toma de precisión. La mayoría de las bombas tienen varios grados, es decir, que permite hacer circular el aceite a mayor velocidad, a baja presión, que a alta presión.

3.4.2. Área de trabajo del usuario

El área de trabajo debe estar siempre limpia, ordenada y libre de obstáculos. La ventaja de tener limpia el área de trabajo es que las fugas se pueden localizar y reparar rápido y, así, se trabaja con más seguridad.

3.4.3. Materiales, herramientas y equipos utilizados en la habilitación de la herramienta

Es importante reconocer todos los materiales, herramientas y equipos que se utilizaron en el desmontaje e inspección de la bomba Betex para su habilitación, a continuación, se detalla dichos aspectos.

Tabla 4.

Materiales, herramientas y equipos

| Ítems | Descripción |
|-------|----------------------------|
| 01 | Sellos |
| 02 | Tornillos |
| 03 | Arandelas |
| 04 | Acoples |
| 05 | Tuercas |
| 06 | Líquido hidráulico |
| 07 | Manómetro |
| 08 | Manguera para alta presión |

Nota: En esta tabla se proporciona la información de los materiales que utilizaran en el proceso.

3.4.4. Habilitación de la bomba Betex Hidraulic Power

Una vez ya adquirido los materiales y con el empleo de las herramientas apropiadas se procedió a la habilitación de la bomba Betex alcanzando los siguientes pasos de acuerdo al Manual de Mantenimiento y el Manual de Reparación.

- Se procedió a realizar una inspección visual de la bomba conjuntamente con el Supervisor de mantenimiento a fin de comprobar la hermeticidad de dicha herramienta.

Figura 40.

Bomba Betex Hydraulic Power



Nota: El gráfico demuestra en las condiciones que se encuentre la bomba antes de proceder a desmontarla.

- Se procedió al desmontaje del intercambiador parte del conjunto de la bomba hidráulica.

Figura 41.

Intercambiador de la bomba



Nota: El gráfico muestra la manera correcta de retirar el intercambiador para ser inspeccionado.

- Posteriormente de acuerdo al Manual de Mantenimiento del helicóptero Súper Puma se realizó la extracción del manómetro y se ubicó en la maleta de herramientas especiales de la sección para su reparación.

Figura 42.

Extracción del manómetro



Nota: En el gráfico se observa la utilización de una herramienta para extraer el manómetro.

- Se realizó el servicio de la bomba de acuerdo a la tarea de mantenimiento, en la cual menciona que la bomba BETEX esta provista de válvulas de seguridad integradas, que se abren cuando se alcanza la presión máxima. Entonces el aceite fluye internamente de vuelta al depósito, en la cual se encontró fugas graves.

Figura 43.

Servicio de la bomba



Nota: El gráfico muestra cómo realizar el servicio de la bomba.

- Se desmontó el depósito de la bomba hidráulica realizando su respectivo mantenimiento de acuerdo al manual y sus respectivas normas de seguridad, una vez desmontada se evaluó el estado físico del depósito, para lo cual se evidenció una ruptura en la parte externa, esto debilitará el trabajo de la bomba hidráulica puesto que esta herramienta funciona bajo presión.

Figura 44 .

Depósito de la bomba hidráulica



Nota: En el gráfico se identifica claramente el retiro del depósito principal en el cual se encontró un daño irreversible.

- Con el uso de las herramientas adecuadas se desmontó el cuerpo de la palanca de accionamiento (bombeo) de la bomba Betex, en el cual se encuentra el embolo con sus respectivos sellos de hermeticidad, los mismos que se encontraban deteriorados y se procedió a su respectivo reemplazo con todas las medidas de seguridad.

Figura 45.

Cuerpo de la palanca de accionamiento



Nota: En el gráfico se observa cómo se extrae cada una de las piezas del cuerpo de la palanca

- Además, se desmontó el cuerpo principal de la bomba hidráulica donde se encuentra el filtro y la válvula, se procedió a realizar el mantenimiento de estos elementos, ratificando el deterioro que poseen por sus años de uso.

Figura 46.

Cuerpo principal



Nota: El gráfico muestra la parte interna del cuerpo de la palanca.

- Se procedió a sacar el pasador de la palanca de accionamiento (bombeo) para el mantenimiento.

Figura 47.

Pasador de la palanca de accionamiento



Nota: En el gráfico se muestra la ubicación del pasador de la palanca que se procedió a retirar.

- Posteriormente se desmontó la arandela de presión utilizando las herramientas adecuadas (destornillador plano y martillo de goma) y obtener un sello del embolo del cuerpo de la palanca de empuñadura, procediendo a su remplazo.

Figura 48.

Arandela de presión



Nota: El gráfico muestra el momento que se retira la arandela del cuerpo de la palanca.

- Posteriormente se empezó a sacar los pernos, tuercas, resortes, pasadores, juntas tóricas, porta juntas, sellos, guardapolvos, empaques, anillos de seguros, anillo de retención.

Figura 49.

Extracción de pernos, resortes entre otros



Nota: El gráfico muestra cada uno de los elementos que fueron extraídos y su ubicación.

Una vez que se terminó el desmontaje total de la herramienta y de acuerdo a lo observado en el transcurso del proceso, se verificó que los daños y deterioro de cada

una de las partes de la bomba que fueron extraídas, se encontraban en mal estado y tenían una mínima probabilidad de poder ser restauradas en su totalidad. Los desperfectos que se encontraron en el cuerpo de la herramienta, fueron la rotura en el cilindro (reservorio de líquido hidráulico), corrosión en el interior de la bomba, desgaste del material, así como también del embolo, sellos y crepinas deterioradas.

La estructura de la bomba posee desperfectos de un 80%, bajo estas condiciones la herramienta ameritaba ser reemplazada en la mayoría de sus piezas, dando como resultado desfavorable para su habilitación, para lo cual mediante un análisis realizado bajo la supervisión de los técnicos de mantenimiento se llegó a la conclusión que dicha herramienta no cumple con los parámetros adecuados para ser remontada. Por tal razón la bomba dejó de ser operativa y fue dada de baja de las instalaciones de la CEMAE-15.

Como consecuencia de la problemática que se presentó en la bomba Betex por los deterioros que sufrió la herramienta durante los años de uso y al evidenciar que estos no pudieron ser restaurados, se decidió adquirir una nueva bomba para la sustitución de los cojinetes y la junta del conjunto “muñón mangueta” y otras tareas a fines que demandan igual o mayor presión, esto permitirá que dichas tareas se puedan realizar de manera segura. Por lo expuesto anteriormente se procedió a implementar la nueva Betex Hydraulic Power PB700, esta herramienta es de fácil manejo y de alta calidad, ideal para la tarea de mantenimiento para la que fue adquirida.

Toda la información referente a la bomba Betex Hydraulic Power PB700, como son elementos, características, dimensiones, volumen, capacidad de aceite, entre otras; se podrán observar la documentación adjunta en el presente proyecto. **(Ver Anexo 1)**

- **Elementos:** La bomba Betex es de construcción resistente, fácil operación y portabilidad, la misma consta de las siguientes partes:

Tabla 5.*Elementos de la bomba Betex PB700*

| Orden | Descripción | Cantidad |
|--------------|--------------------------------------|-----------------|
| 01 | Bomba de palanca 2 niveles | 1 |
| 02 | Adaptador en T E0567 | 1 |
| 03 | Manómetro M0031B | 1 |
| 04 | Manguera HS336 1.5m | 1 |
| 05 | Acopladores de calidad de alto flujo | 2 |

Nota: En esta tabla se evidencia los elementos que se encuentran en la bomba

El manómetro de la bomba fue enviado al Centro de Metrología del Ejército Ecuatoriano para ser calibrado antes de ser puesto en funcionamiento. **(Ver Anexo 2)**

- **Características:** La bomba BETEX HYDRAULIC POWER PB700 posee varias características, las cuales hacen que esta herramienta sea idónea para diversas tareas de mantenimiento para mantener la operatividad de las aeronaves.
 - a) El diseño soldado robusto nos permite evitar peligros de colisión y deformación.
 - b) La válvula automática de alivio de sobrecarga (700 bar), protege los componentes de los sistemas hidráulicos.
 - c) Tiene un control externo y de bloqueo.
 - d) Además, posee asas de transporte que facilitan la movilidad.
 - e) Tiene gran resistencia.
 - f) Tiene una capacidad de aceite de 700 cm³.
 - g) El tipo de aceite que se utiliza es ROYCO 782 (Syntnets Fire Resistant Hydraulic Fluid).

Finalmente se efectuó la entrega de la herramienta adquirida a la CEMAE-15, garantizando de esta manera que los técnicos de esta unidad puedan realizar las tareas de mantenimiento con eficiencia, rapidez y de una forma segura. La implementación de la bomba en esta unidad fortalecerá los objetivos de mantener las aeronaves en perfecto estado para evitar futuros accidentes, considerando además un aporte importante para la Brigada De Aviación Del Ejército Ecuatoriano. **(Ver Anexo 3)**

3.4.5. Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento se realizaron en el CEMAE-15 con la inspección del helicóptero Súper Puma E-465, a la cual se le desmontó la manga para una inspección de 500 horas y se realizó la tarea de mantenimiento de acuerdo a lo prescrito por el fabricante.

3.5. Tarea de sustitución de los cojinetes y de las juntas de un conjunto “muñón mangueta”.

Una vez implementada la bomba hidráulica Betex PB700 en el CEMAE-15, se realizó la tarea de mantenimiento del conjunto “muñón mangueta” del helicóptero Súper Puma, todos los siguientes ítems se basan de acuerdo al Manual de Reparación (MRM). **(Ver Anexo 4)**

3.5.1. Desmontaje

- Se colocó y fijó el conjunto “mangueta muñón” en el soporte útil de sujeción muñón y el soporte muñón pala, para proceder a retirar todos los elementos que lo conforman como lo son el soporte de venier, las arandelas, el tapón magnético, la junta y los cables de masa. Igualmente se extrajo el conjunto de mangueta-cojinetes con la ayuda de una gata hidráulica, las herramientas de inserción y la bomba hidráulica Betex PB700.

Figura 50.

Extracción de elementos del conjunto "muñón mangueta"



Nota: En el gráfico se muestra el conjunto "muñón mangueta" y la forma en que se extrae sus componentes con la ayuda de la bomba hidráulica Betex PB700.

- Una vez extraída la mangueta-cojinetes se procedió a colocarla en la útil de sujeción mangueta para iniciar con el desmontaje, utilizando las herramientas anteriormente mencionadas.
- Se inició desenroscando la tuerca entalla, además se retiró las portajuntas y las juntas, las cuales fueron desechadas después de las modificaciones emitidas por el fabricante mediante un boletín de servicio.

Figura 51.

Tuerca entallada



Nota: El gráfico muestra cómo se procedió a retirar la tuerca entallada de la mangueta cojinetes con el apoyo de la bomba hidráulica.

- Se utilizó el agente CM 208 para realizar la limpieza de todas las partes desmontadas, además se cotejó que no existía corrosión en ninguno de los elementos del conjunto mangueta-muñón. Caso contrario si algún elemento se evidencia con deterioros o daños se debe proceder a reemplazarlos por nuevos elementos.

Figura 52.

Componentes del conjunto "muñón mangueta"



Nota: En el gráfico se puede observar la limpieza que se realizó a cada una de las piezas del conjunto "muñón mangueta con el agente CM 208.

- Posteriormente se verificó que en la superficie de las orejetas de horquilla no exista desgaste, corrosión o grietas que puedan provocar fugas. Una vez realizada esta inspección se procedió a proteger el orificio de la horquilla con barniz CM 515.

Figura 53.

Orejetas de horquilla



Notas: En el gráfico se puede observar que las orejetas del conjunto "muñón mangueta" se encuentran en buen estado.

- Se calentó el horno a temperatura adecuada para introducir los cojinetes con la finalidad de que estos se expandan y encajen en el conjunto mangueta, de igual manera la superficie de la mangueta que va a recibir la junta antes del montaje.

Figura 54.

Introducir cojinetes al horno



Nota: En el gráfico se observan los cojinetes introducidos en el horno luego de precalentar el horno a una temperatura de 100 a 110°C.

3.5.2. Montaje

- Para empezar el montaje del conjunto mangueta-muñón en primer lugar se corroboró que todas sus piezas se encontraran en buenas condiciones y las que tenían daños se procedió a reemplazarlas por nuevas. Se continuó a colocar la junta en el portajunta, y se efectuó una prueba de estanqueidad, después de este procedimiento se insertó la junta de estanqueidad sobre la mangueta utilizando Cola CM 664.

Figura 55.

Mangueta cojinetes



Nota: En el gráfico se muestra las piezas nuevas que se cambiaron en la inspección y la mangueta cojinetes.

- Se cubrió el labio de la junta con Grasa CM 119 para poder pasar la tuerca entallada por encima de la junta de estanqueidad hasta que haga tope con la horquilla de la mangueta.

Figura 56.

Engrasar junta



Nota: En el gráfico muestra la manera de engrasar la junta para que al momento de colocar la horquilla de la mangueta el acople sea más fácil.

- Se calentó la batería de cojinetes en el horno entre 100°C y 110°C (212°F y 230°F), se acopló la batería de cojinetes mantenimiento alineada la “V” de montaje y se mantuvo el conjunto bajo carga hasta el retorno a la temperatura ambiente. Posteriormente se colocó la tuerca con la llave tuerca de mangueta, y se aplicó el par de apriete nominal de 120 daN.m (10621 lbf.in).

Figura 57.

Batería de cojinetes



Nota: En el gráfico se puede observar la batería de los cojinetes que fue introducido al horno para su posterior acople.

- Se comprobó la ausencia de juego entre los cojinetes efectuando un control sensitivo de todos los anillos exteriores que deben girar juntos en el mismo movimiento. Seguidamente se montó el tapón equipado con la junta utilizando la placa de inserción, el freno de tuerca y se frenó con el anillo de retención.

Figura 58.*Revisión de los cojinetes*

Nota: En el gráfico se muestra la revisión que se realizó a los cojinetes luego de retirarla del horno y dejarla enfriar.

- A continuación, se colocó el muñón en el útil de sujeción muñón, el espaciador equipado con la junta, haciendo coincidir los agujeros del espaciador con los del muñón previo a esto se calentó el muñón en el horno. Luego se acopló el muñón sobre la mangueta, se introdujo de 2 a 3 vueltas la tuerca entallada girando el manguito aplicando una presión vertical con la mangueta sobre el muñón. También se aplicó un par de aprietes de 120 daN.m (10621 lbf.in) a la tuerca entallada para lo cual se empleó la llave de tuerca de muñón.

Figura 59.

Ensamblaje de la mangueta cojinetes



Nota: En el gráfico se observa el acople de la mangueta cojinetes y el muñón.

- A continuación, se colocó el tapón magnético equipado con la junta, el esparrago con su respectivo par de apriete y se realizó la prueba de estanqueidad del conjunto “mangueta muñón”.

Figura 60.

Tapón magnético



Nota: En el gráfico se observa la prueba de estanqueidad que se le realizó a la mangueta antes de colocarla en el rotor principal.

- Se procedió a montar el suplemento, el soporte de venier, los cables de masa, los tornillos, arandelas y el esparrago. Finalmente se colocó la palanca de paso, el conjunto “mangueta muñón y se realizó el respectivo reglaje de cada una de las palas.

Figura 61.

Colocación del conjunto "muñón mangueta" en el rotor principal



Nota: En el gráfico se observa la adaptación conjunta “muñón mangueta” al rotor principal para luego proceder a colocar las palas.

Es importante conocer varios aspectos de la bomba Betex Hydraulic PB700 utilizada en este tipo de tareas de mantenimiento para salvaguardar la operatividad y funcionamiento de la misma, por tal razón se ha creado algunos manuales con la finalidad de proteger la integridad del personal y prolongar la vida útil de la bomba en cuestión. **(Ver Anexo 5)**

3.6. Presupuesto

Es aquella cantidad de dinero destinada para enfrentar gastos necesarios en cualquier proyecto, estos costos pueden ser primarios y secundarios. A continuación, se detalla los costos que se realizaron para culminar con éxito el presente proyecto.

3.6.1. Costos primarios

Son los gastos principales que se invirtieron en la compra de la nueva bomba implementada en la CEMAE-15.

Tabla 6.

Costos primarios

| Denominación | Costo |
|---------------------|-------------------|
| Bomba | 550.00 USD |
| Manguera | 150.00 USD |
| Acoples | 100.00 USD |
| Manómetro | 50.00 USD |
| Líquido hidráulico | 45.00 USD |
| Total | 895.00 USD |

3.6.2. Costos secundarios

Son los gastos que se presentaron durante el desarrollo del presente proyecto y que fueron indispensables.

Tabla 7.

Costos secundarios

| Denominación | Costo |
|------------------------|-------------------|
| Gastos de movilización | 60.00 USD |
| Internet | 50.00 USD |
| Copias y escaneados | 10.00 USD |
| Total | 120.00 USD |

3.6.3. Costo total

Es la totalidad de los gastos que permitieron cumplir con el objetivo establecido en este proyecto beneficiando, así a la Brigada De Aviación Del Ejercito 15-B.A.E. "PAQUISHA ".

Tabla 8.

Costos totales

| Denominación | Costo |
|---------------------|--------------------|
| Gastos primarios | 895.00 USD |
| Gastos secundarios | 120.00 USD |
| Total | 1015.00 USD |

CAPÍTULO IV

Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- La información que se empleó en este proyecto de titulación se obtuvo del Manual propio de la Bomba Betex Hydraulic, además se adquirió información de utilidad del Manual de Instrucción del Helicóptero Súper Puma, inciso 1.1 hasta el 7.6, paginas 3 al 92, para alcanzar el objetivo planteado.
- La tarea de mantenimiento de sustitución de cojinetes y de la junta de un conjunto muñón- mangueta se realiza cada 500 horas, esta inspección se realiza de acuerdo a la carta de trabajo N°62-35-00-701 del Manual de Reparación (MRM), paginas 702-719. Así como también sustentados en otros manuales detallados a continuación pertenecientes a la CEMA E-15.
 - Manual de mantenimiento (AMM) del helicóptero Súper Puma AS332B.
 - Manual catálogo ilustrado de partes (IPC) del helicóptero Súper Puma AS332B.
 - Manual de programa recomendado de mantenimiento PRE del helicóptero Súper Puma AS332B.
- La implementación de la bomba Betex Hydraulic PB700 fue indispensable para la inspección, puesto que la bomba anterior que se consideraba para habilitar no se encontraba apta para seguir operativa, dando un resultado desfavorable una vez que se evidenció daños y deterioros en un 80%, por tal razón se procedió a reemplazar por la nueva bomba. Una vez implementada se efectuó las pruebas respectivas en las cuales se acredita que dicha herramienta cumple con los parámetros para ejecutar la tarea de sustitución de cojinetes y de la junta de un conjunto “muñón mangueta”.

4.2. Recomendaciones

- Asegurarse de realizar una inspección minuciosa de los daños o deterioros que pueda tener una herramienta que requiera ser habilitada, pues existen desperfectos que podrían afectar el buen funcionamiento de las aeronaves e incluso poner en riesgo al personal encargado de dichas tareas.
- Brindar el mantenimiento adecuado y periódico a la bomba Betex PB700, para mantenerla en óptimas condiciones para cada necesidad. Con referencia a lo antes expuesto es imprescindible realizar la limpieza con los materiales adecuados, cambiar los repuestos cada cierto tiempo o dependiendo a su desgaste y no exponerla a trabajos que excedan su capacidad.
- La bomba Betex PB700 debe ser inspeccionada y evaluada por los técnicos de la CEMAE-15, con la finalidad de certificar que dicha herramienta se encuentre operativa y en perfectas condiciones antes de realizar la tarea de mantenimiento. Además, se debe ser cuidadoso con cada uno de los elementos, al momento de la remoción, instalación y desactivar los mecanismos de movimiento para evitar daños al personal. Se debe realizar la limpieza y engrasar cada 6 meses y una inspección general cada año de acuerdo a los formatos establecidos en este proyecto.

Glosario

A

Aerodinámica: Parte de la mecánica que estudia el movimiento de los gases sobre los cuerpos estacionados y el comportamiento de los cuerpos que se mueven en el aire.

Arandela: Es un elemento de montaje con forma de disco delgado con un agujero usualmente en el centro.

B

Bar: Es una unidad de presión

Bieletas: Es un elemento metálico de una compresión rígida formado por dos rótulas, una en cada extremo, generalmente roscadas, permitiendo movimientos en todas direcciones.

Bomba: Máquina que se usa para extraer, elevar o impulsar líquidos y gases de un lugar a otro.

C

Cojinete: Es la pieza o conjunto de ellas sobre las que se soporta y gira el árbol transmisor de momento giratorio de una máquina.

Conjunto: Todo aquello que está constituido de: Subconjuntos, partes, componentes y otros materiales que una vez montados dan origen a una aeronave.

Corrosión: Es el desgaste o la alteración de un metal o aleación

D

Desmontar: Separar las piezas que forman un objeto o una estructura.

E

Estanqueidad: Permite evitar la fuga de cualquier tipo de sustancia líquida o gaseosa del interior de un recipiente.

H

Helicóptero: Aerodino que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores propulsados por motor, que giran alrededor de ejes verticales o casi verticales.

Hermeticidad: Calidad de hermético; hermetismo. Dicho de lo que es impenetrable y completamente cerrado.

Horquilla: Es un sistema de suspensión que conecta el fuselaje con las alas y gestiona la carga de esfuerzo y par que dobla la estructura durante el funcionamiento.

J

Junta tórica: Se denomina junta tórica u O-Ring a una junta de forma toroidal, habitualmente de goma, cuya función es la de asegurar la estanqueidad de fluidos, por ejemplo, en cilindros hidráulicos y cilindros neumáticos, como también en equipamiento de submarinismo acuático.

M

Mangueta: Se trata del elemento que contiene el cubo o vástago sobre el que gira la rueda, conectándola al mismo tiempo con los componentes de la suspensión y de la dirección.

Muñón: Es una parte de una junta giratoria en la que se inserta un eje (el muñón) en (y gira dentro de) un cilindro completo o parcial.

R

Reglaje: Reajuste que se efectúa en las piezas de un mecanismo a fin de conservarlo en buen estado de funcionamiento.

S

Sistema: Combinación de componentes y/o accesorios interrelacionados a distancias para desarrollar una función específica.

Abreviaturas

AMM: Manual de Mantenimiento de Aeronaves

APU: Unidad de Potencia Auxiliar

BAE: Brigada de Aviación del Ejército

CEMAE: Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército

CTP: Caja de Transmisión Principal

EPP: Equipo de Protección Personal

IPC: Manual Catálogo Ilustrado de Partes

MRM: Manual de Reparación

Mm: Milímetros

In: Pulgadas

SAE: Servicio Aéreo Ecuatoriano

°C: Grados Centígrados

°F: Grados Fahrenheit

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEROSPASTIALE. (2015). *Manual de Instrucción del helicóptero Súper Puma*. Francia: AEROSPASTIALE.
- Chavarría, S. (09 de Junio de 2014). *Helicóptero Militar de Transporte Táctico Súper Puma AS-332B en la Aviación del Ejército Ecuatoriano*. Obtenido de <https://www.aeromundomagazine.com/2014/06/09/helicoptero-militar-de-transporte-tactico-super-puma-as-332b-en-la-aviacion-del-ejercito-ecuadoriano/> Recuperado 03/09/2019.
- Cruz, F. (abril de 2013). *Seguridad e higiene industrial y ergonomía*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ANELISSE91MARIAN/seguridad-e-higiene-industrial-y-ergonomia/> Recuperado 08/01/2020.
- Derecho Laboral y Convención Sindical. (10 de octubre de 2015). *Elementos de protección personal*. Obtenido de Blogspot: <http://derechoconve.blogspot.com/2015/10/elementos-de-proteccion-personal.html/> Recuperado 12/03/2020
- Ejercitoecuadoriano. (2019). *Sistemas de Armas*. Obtenido de <https://ejercitoecuadoriano.mil.ec/institucion/fftt/sistema-de-armas/aviacion-del-ejercito> Recuperado 24/04/2020
- Jorge, M. (06 de marzo de 2012). *Equipos de proteccion personal*. Obtenido de <http://elvientoblanco.blogspot.com/2012/03/equipos-de-proteccion-personal.html> Recuperado 04/05/2020
- Paquisha, B. (2018). *Manual General de Mantenimiento*. Obtenido de <https://esforse.mil.ec/interno/index.php/servicios/documentos/09-notas-de-aula/316-18-nota-de-aula-general-de-mantenimiento-de-la-15-bae-paquisha/file> Recuperado 28/05/2020

ANEXOS