



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA
AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

**TEMA: “INSPECCIÓN Y REHABILITACIÓN DE LOS
EQUIPOS DE APOYO EN TIERRA (BARRA DE REMOLQUE Y
ELEVADORES HIDRÁULICOS) DEL HELICÓPTERO SÚPER
PUMA AS332B PERTENECIENTE AL CENTRO DE
MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”**

AUTOR: PEÑAFIEL DOMÍNGUEZ OSCAR FABRICIO

DIRECTOR: TLGO. PAÚL ARCOS

LATACUNGA

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***“INSPECCIÓN Y REHABILITACIÓN DE LOS EQUIPOS DE APOYO EN TIERRA (BARRA DE REMOLQUE Y ELEVADORES HIDRÁULICOS) DEL HELICÓPTERO SÚPER PUMA AS332B PERTENECIENTE AL CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”*** realizado por el señor **PEÑAFIEL DOMÍNGUEZ OSCAR FABRICIO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **PEÑAFIEL DOMINGUEZ OSCAR FABRICIO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, febrero del 2019

Tlgo. Paúl Arcos

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **PEÑAFIEL DOMÍNGUEZ OSCAR FABRICIO** con cédula de identidad N° 171606046-0 declaro que este trabajo de titulación **“INSPECCIÓN Y REHABILITACIÓN DE LOS EQUIPOS DE APOYO EN TIERRA (BARRA DE REMOLQUE Y ELEVADORES HIDRÁULICOS) DEL HELICÓPTERO SÚPER PUMA AS332B PERTENECIENTE AL CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, febrero del 2019

PEÑAFIEL DOMÍNGUEZ OSCAR FABRICIO

ID: L00284185



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **PEÑAFIEL DOMÍNGUEZ OSCAR FABRICIO** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“INSPECCIÓN Y REHABILITACIÓN DE LOS EQUIPOS DE APOYO EN TIERRA (BARRA DE REMOLQUE Y ELEVADORES HIDRÁULICOS) DEL HELICÓPTERO SÚPER PUMA AS332B PERTENECIENTE AL CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, febrero del 2019

PEÑAFIEL DOMÍNGUEZ OSCAR FABRICIO

C.I.: 171606046-0

DEDICATORIA

El presente proyecto de graduación tengo el agrado de dedicar en primera instancia al todopoderoso como lo es mi Dios por haberme brindado y bendecido con lo más importante, que es la vida y llegar hasta donde él me lo permita con salud, felicidad junto a las personas que más amo como lo es mi familia.

A mis padres que fueron los capaces de ayudarme y brindarme su apoyo a lo largo de mi vida, que con su ejemplo pude conseguir lo propuesto en mi vida y llegar al éxito siempre con su voz de aliento y su presencia en cada uno de mis logros y formarme como soy; también quiero incluir a mis hermanos que a pesar de no estar presente físicamente siempre me han estado conmigo en todos los retos presentados.

Finalmente, y de manera muy especial quiero dedicárselo a mi esposa y a mis hijas que me son el motivo, por el cual e sacrificado días y noches enteras sin su presencia por lograr este peldaño tratando de llegar al éxito, y que han sido y serán, mi fuerza e inspiración para todo propósito que me ponga a lo largo de mi vida.

PEÑAFIEL DOMÍNGUEZ OSCAR FABRICIO

AGRADECIMIENTO

Durante la vida existen retos, de los cuales muchos son de sacrificio para llegar al éxito y para conseguirlos se necesita la ayuda de alguien, agradeciendo de esta manera a Dios por darme las fuerzas, la salud y la sabiduría de poder cumplir mis sueños, y graduarme en la carrera que puse en mis metas cumplir.

Agradeciendo de igual manera a mis padres que gracias a su ímpetu y sus consejos de vida hacia mi persona, llegaron a construir un hombre útil para la sociedad y que con trabajo se logra conseguir cualquier objetivo en la vida, a mis hermanos que están conmigo dándome fuerzas y su apoyo incondicional.

De manera muy importante quiero agradecer a mi esposa e hijas que durante este tiempo de estudio han sido muy pacientes y han estado a mi lado a pesar de las circunstancias, demostrándome su amor incondicional y dándome más motivos para alcanzar mis metas, sin dejarme solo.

Finalmente quiero agradecer a los señores docentes de la Unidad de Gestión de Tecnologías, que, durante mi estancia en las aulas, compartían sus conocimientos y en especial a mi director del proyecto Paul Arcos, el cual ha sido un amigo en el cual se puede confiar, ayudándome con su asesoría en la realización de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
TEMA.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación e Importancia.....	3
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Alcance.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Historia del Helicóptero Súper Puma AS 332 B.....	5
2.1.2 Variantes.....	5
2.2 Información General Del Helicóptero Súper Puma AS 332B.....	6
2.2.1 Especificaciones Principales del Súper Puma AS 332B.....	7
2.2.2 Principales Dimensiones del Súper Puma.....	7

2.2.3 Principales componentes estructurales	8
2.3 Descripción General de los sistemas del helicóptero Súper Puma AS 332B	9
2.3.1 Transmisión mecánica principal	9
2.3.2 Rotor Principal	9
2.3.3 Transmisión Mecánica Trasera	10
2.3.4 Sistema Hidráulico	11
2.3.5 Sistema de Generación Eléctrica	12
2.3.6 Tren de Aterrizaje	13
2.3.7 Mandos de Vuelo	14
2.3.8 Sistema Combustible	15
2.3.9 Motores Makila 1 A	16
2.3.10 Piloto automático	17
2.3.11 Circuito Anemobarométrico	18
2.3.12 Protección Contra el Fuego	19
2.3.13 Extinción de Fuego	20
2.4 Equipos de Apoyo en Tierra.....	20
2.4.1 Vehículos de Arrastre, Carga y Remolque	20
2.4.2 GPU (Ground Power Unit)	21
2.4.3 Equipos de comprobación Hidráulica	22
2.4.4 Equipos de Soporte (Mesas, Escaleras, Andamios, Extintores y Estructuras, Barras de Remolque y Elevadores Hidráulicos)	23
2.5. Barras de Remolque	23
2.5.1 Movimiento de las Aeronaves en Tierra	24
2.5.2 Tipos de Aplicaciones del Equipo de Remolque	24
2.5.3 Tipos de Tecnología de Remolque	25
2.5.4 Tractores con Barra de Remolque	26
2.5.5 Posicionamiento de las Barras de Remolque.....	27

2.5.6 Leyes que está sometida la barra de remolque.....	29
2.5.7 Primeros Diseños de la Barra de Remolque	30
2.5.8 Rediseños e innovaciones de la Barra de Remolque	30
2.5.9 Futuro de las Operaciones de la Barra de Remolque.....	31
2.6 Elevadores Hidráulicos	32
2.6.1 ¿Qué es el Elevador Hidráulico?.....	33
2.6.2 Funcionamiento	33
2.6.3 Tipos de Elevadores Hidráulicos.....	34
2.6.4 Características del Elevador Hidráulico Telescópico Payan 2003 del Helicóptero Súper Puma.....	35
2.6.5 Partes del Elevador Hidráulico Telescópico Payan 2003 del Helicóptero Súper Puma.....	36
2.6.6 Puesta en servicio.....	37
CAPÍTULO III.....	39
DESARROLLO DEL TEMA	39
3.1 Preliminares.....	39
3.2 Medidas de seguridad.....	39
3.3. Herramientas a Utilizar para la rehabilitación de la barra de remolque y el elevador hidráulico	39
3.4 Rehabilitación de la Barra de Remolque	40
3.4.1 Partes de la Barra de Remolque	40
3.4.2 Inspección de la Barra de Remolque	40
3.4.3 Evaluación de daños de la Barra de Remolque	41
3.4.4 Dimensionamiento de la Barra De Remolque	41
3.4.5 Modelado de las Partes de la Barra de Remolque	42
3.4.6 Análisis de las Partes a Rehabilitar	43
3.4.6.1 Análisis de la junta angulada hacer rehabilitada	43
3.4.6.2 Análisis de los Neumáticos de Transporte	44

3.4.7 Planteamiento de Solución	45
3.4.7.1 Solución de la junta angulada	45
3.4.7.2 Solución del Neumático	46
3.4.8 Análisis de Diseño de Sustentación de la Junta Angulada	46
3.4.9 Diseño terminado de la Junta angulada	47
3.4.10 Construcción de la Junta Angulada.....	48
3.4.10.1 Elaboración de las planillas y corte en el material	48
3.4.10.2 Torneado de los Tubos de Acople.	50
3.4.10.3 Proceso de soldadura de la Junta de Unión.....	52
3.4.11 Cambio de los neumáticos de transporte	54
3.4.13 Realización de pruebas funcionales.....	55
3.5 Rehabilitación del Elevador Hidráulico del Helicóptero Súper Puma.....	57
3.5.1 Partes del Elevador Hidráulico	57
3.5.2 Análisis del Elevador Hidráulico	57
3.5.3 Diagnostico Funcional del Elevador Hidráulico	58
3.5.4 Planteamiento de Solución del Elevador Hidráulico	58
3.5.5 Desmontaje del Elevador Hidráulico	59
3.5.5.1 Vaciado y Desmontaje de las válvulas	59
3.5.5.2 Desmontaje de los Elementos Telescópicos	61
3.5.5.3 Desmontaje de la bomba	63
3.5.6 Pruebas Funcionales	64
3.6 Simbología en Diagramas de Flujo	66
3.7 Diagrama de Flujo de Análisis del Tema.....	67
3.8 Presupuesto	68
3.8.1 Análisis de Costos	68
3.8.1.1 Costos primarios	68
3.8.1.2 Costos secundarios	69

CAPÍTULO IV	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
4.1 Conclusiones	71
4.2 Recomendaciones	72
GLOSARIO	73
ABREVIATURAS	75
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes del Súper Puma.....	6
Figura 2 Dimensiones laterales.....	7
Figura 3 Dimensiones frontales y traseras.....	8
Figura 4 Componentes estructurales.....	8
Figura 5 Transmision Principal.....	9
Figura 6 Rotor principal.....	10
Figura 7 Transmisión Mecánica Trasera.....	10
Figura 8 Sistema de Generación Hidráulica.....	12
Figura 9 Sistema de Generación Eléctrica.....	13
Figura 10 Componentes del Tren de Aterrizaje del Súper Puma.....	14
Figura 11 Mandos de Vuelo.....	15
Figura 12 Tanques de Combustible.....	16
Figura 13 Motores Makila 1 A.....	17
Figura 14 Bloque del P.A.....	18
Figura 15 Sistema Anemobarometrico.....	18
Figura 16 Detector de Incendio.....	19
Figura 17 Sistema de Extinción de Fuego.....	20
Figura 18 Vehículo de Arrastre.....	21
Figura 19 Generación Eléctrica.....	22
Figura 20 Planta Hidráulica.....	22
Figura 21 Equipos de Soporte.....	23
Figura 22 Barra de Remolque.....	23
Figura 23 Tractores con Barra de Remolque.....	25
Figura 24 Tractores sin Barra de Remolque.....	26
Figura 25 Ajuste de Nivel.....	27
Figura 26 Posicionamiento.....	28
Figura 27 Rangos de Giro.....	28
Figura 28 Fuerzas que Ejercen Durante el Remolque de una Aeronave.....	29
Figura 29 Elevadores Hidráulicos.....	32
Figura 30 Elevador de Botella.....	34
Figura 31 Elevador de Patín.....	34
Figura 32 Elevador Trípode Telescópico.....	35

Figura 33 Elevador PAYAN	35
Figura 34 Partes de la Barra de Remolque del Súper Puma.....	40
Figura 35 Dimensiones de la Barra.....	42
Figura 36 Modelado de la Barra de Remolque.....	42
Figura 37 Análisis Líquidos Penetrantes	43
Figura 38 Líquidos Penetrantes	44
Figura 39 Neumático deteriorada.....	45
Figura 40 Acero ASTM A36	45
Figura 41 Dimensiones Vista Superior.....	46
Figura 42 Análisis de Tensiones	47
Figura 43 Diseño estructura terminada	47
Figura 44 Señalización en la placa	48
Figura 45 Corte con Plasma	49
Figura 46 Agujeros con la Fresadora.....	49
Figura 47 Empuñadura de agarre	50
Figura 48 Corte del Tubo.....	50
Figura 49 Devastación externa	51
Figura 50 Devastación interna	51
Figura 51 Soldadora MIG.....	52
Figura 52 Soldeo con MIG	53
Figura 53 Junta terminada	53
Figura 54 Análisis por NDI	54
Figura 55 Cambio de eje del neumático.....	54
Figura 56 Prueba de neumaticos	55
Figura 57 Armado de la junta a la barra de remolque	55
Figura 58 Prueba de neumaticos	56
Figura 59 Remolcamiento de la aeronave	56
Figura 60 Recubrimiento Orgánico	57
Figura 61 Partes del Elevador Hidráulico.....	57
Figura 62 Fuga en la Bomba	58
Figura 63 Vaciado del Líquido Hidráulico.....	59
Figura 64 Válvula de Alivio de Presión.....	59
Figura 65 Sello Desgastado.....	60
Figura 66 Válvulas de presión y retorno.....	60

Figura 67 Rectificación	61
Figura 68 Desmonte de los Seguros.....	61
Figura 69 Sello Roto	62
Figura 70 Fabricación del Sello.....	62
Figura 71 Colocación del Sello	63
Figura 72 Sello de cobre y recámara de la Bomba	63
Figura 73 Desmontaje de Retenedores de la Bomba.....	64
Figura 74 Comprobación	65
Figura 75 Recubrimiento Orgánico	65
Figura 76 Símbolos de Diagramas de Flujo	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Evaluación de Daños	41
Tabla 2 Total de Costos Primarios.....	68
Tabla 3 Total de Costos Secundarios	69
Tabla 4 Total Costo del Proyecto.....	70

RESUMEN

El presente proyecto de graduación detalla los procesos necesarios y específicos para inspección y rehabilitación de los equipos de apoyo en tierra (barra de remolque y elevadores hidráulicos) del helicóptero Súper Puma AS332B perteneciente al Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército.

En primera instancia se define el tema del presente proyecto de graduación, también se indican los objetivos para la obtención de los resultados deseados. El marco teórico está enfocado sobre la información general e historia del helicóptero Súper Puma AS 332B, así como los equipos de apoyo de en tierra (barra de remolque y elevadores Hidráulicos) que ayudan al mantenimiento y movilización de esta aeronave. Especialmente detalla la información de tipos de elevadores hidráulicos y su estructura.

En el desarrollo del tema se detalla todos los procesos realizados para la rehabilitación de los equipos de apoyo en tierra, basándonos en la información de manuales técnicos y siguiendo los procesos técnicos con la ayuda de herramientas y equipos específicos para lograr con éxito el cumplimiento de este proyecto de graduación.

Finalmente, con el aporte de esta rehabilitación de los equipos de apoyo en tierra servirá de apoyo para el mantenimiento y movilización de la aeronave siendo de gran ayuda para los señores técnicos del Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército pertenecientes a la sección del helicóptero Súper Puma.

PALABRAS CLAVES

- HELICÓPTERO SÚPER PUMA
- ELEVADORES HIDRÁULICOS
- EQUIPO DE APOYO EN TIERRA
- REHABILITACIÓN
- MANUAL TÉCNICO

ABSTRACT

This research details the necessary and specific processes for the inspection and refurbishment of ground support equipment (tow bar and hydraulic lift) for AS332B Súper Puma helicopter belonging to the Army Aviation Maintenance Center.

First of all, the research theme is defined, and the objectives are planned to obtain the required results. The theoretical framework is focused on the general information and history AS332B Súper Puma helicopter, as well as the ground support equipment (tow bar and hydraulic lifts) to help the aircraft maintenance and mobilization. It details the information of types of hydraulic lifts and their structure.

The theme development is detailed all the processes carried out to the ground support equipment refurbishment based on the information of technical manuals to follow technical processes with specific tools and equipment support to successfully achieve the fulfillment of this research .

Finally, with the contribution of this ground support equipment refurbishment will support the aircraft maintenance and mobilization being useful to Army Aviation Maintenance Center technicians belonging to Súper Puma helicopter section.

KEYWORDS

SUPER PUMA HELICOPTER
HYDRAULIC LIFTS
GROUND SUPPORT EQUIPMENT
REFURBISHMENT
TECHNICAL MANUAL

Checked by:

.....

Lcda. Verónica Rosales M.Sc.
DOCENTE UGT

CAPÍTULO I

TEMA

“INSPECCIÓN Y REHABILITACIÓN DE LOS EQUIPOS DE APOYO EN TIERRA (BARRA DE REMOLQUE Y ELEVADORES HIDRÁULICOS) DEL HELICÓPTERO SÚPER PUMA AS332B PERTENECIENTE AL CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”

1.1 Antecedentes

El helicóptero Súper Puma es de fabricación francesa, el AS-332B Súper Puma es un helicóptero utilitario de tamaño medio, bimotor y con rotor principal de cuatro palas, diseñado a partir del SA 330 Puma. El Helicóptero Ecuatoriano "Súper Puma" llegó a Ecuador en 1985, el cual tuvo su participación en el combate de la guerra de 1995, la cual se desarrolló en el alto Cenepa.

El AS 332B Súper Puma es un helicóptero tecnológicamente avanzado, el cual fue diseñado para transporte de pasajeros. El helicóptero está equipado con un tren de aterrizaje tipo triciclo (una unidad del tren de nariz y dos unidades del tren principal) el mismo que puede ser retractado en vuelo y son oleo neumáticos, el mismo tiene mantenimientos e inspecciones mayores y complementarias en las cuales se utiliza herramienta para realizar su mantenimiento dentro de ellas está la barra de remolque y los elevadores hidráulicos que se utilizan para los diferentes ítems que los manuales requieren para su mantenimiento.

El presente proyecto se propone inspeccionar y rehabilitar los equipos de apoyo en tierra que sirven para realizar el traslado y mantenimiento del helicóptero (la barra de remolque y elevadores hidráulicos) y así puedan realizar las diferentes inspecciones que se requieran utilizando las herramientas adecuadas para realizar estos trabajos técnicos.

1.2 Planteamiento del problema

La sección Súper Puma como parte de una unidad operativa como lo es el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército CEMA-15 dedicada al mantenimiento de los helicópteros Súper Puma AS332B manifiesta la necesidad de realizar una inspección y rehabilitación de los equipos de apoyo en tierra (barra de remolque y elevadores hidráulicos) la cual permite desplazar la aeronave sobre los diferentes tipos de terreno en los cuales aterriza, despegar y es transportado para su diferentes mantenimientos y elevarla para realizar inspecciones de tren de aterrizaje y fuselaje inferior, así pueden tener una maniobrabilidad efectiva al momento de trasladar y elevar la aeronave en la unidad.

Esta inspección y rehabilitación a realizarse debe tener la demanda de todos los que trabajan en la aeronave, como para el personal técnico que forman parte de la sección, ya que no cuentan con una barra de remolque en óptimas condiciones para poder realizar su movimiento a los diferentes lugares y los elevadores hidráulicos apropiados para el traslado de la aeronave y elevación de la misma en los diferentes mantenimientos e inspecciones que la aeronave requiera para que pueda ser puesta en funcionamiento después de cada mantenimiento.

Las maneras de trasladar la aeronave de un lugar a otro no son las adecuadas al no tener la barra de remolque dada por el fabricante y esto puede realizar una deformación en los componentes del tren de nariz por malas maniobras y por esta necesidad se planteó la idea de implementar una barra de remolque para el traslado de la aeronave y de la misma manera al no utilizar elevadores hidráulicos de acuerdo al peso de la aeronave, puede ocasionar diferentes accidentes e incidentes.

El material a utilizar para satisfacer la necesidad encontrada en la sección es el trabajo de graduación que se realizará en la Unidad de Gestión de Tecnologías como ayuda a fortalecer las debilidades que tiene la sección y así pueda tener la facilidad de trasladar y elevar la aeronave a los técnicos de mantenimiento para mantener la operatividad del helicóptero Súper Puma.

1.3 Justificación e Importancia

La inspección y rehabilitación de los equipos de apoyo en tierra (barra de remolque y elevadores hidráulicos) que beneficiará a los técnicos del helicóptero Súper Puma, sirviendo, así como herramienta de traslado de la aeronave sobre los suelos para que se facilite el mismo reduciendo el esfuerzo de los conjuntos mecánicos del tren de nariz y pueda elevar el helicóptero sin ninguna dificultad evitando todo tipo de accidente.

Este proyecto debe ser tomado en cuenta como parte fundamental en un traslado de una aeronave para evitar sus esfuerzos excesivos y malas maniobras del mismo en el tren de nariz, para lograr un manejo correcto al momento de remolcar y elevar una aeronave en elevadores hidráulicos. La barra de remolque y los elevadores hidráulicos se realizará sin fines de lucro, con visión de servicio a la sección Súper Puma y con el fin de facilitar el traslado y elevación del helicóptero, el cual será útil al realizar su trabajo.

El presente proyecto es importante porque se garantizará con altos estándares de calidad, para colaborar a las necesidades y principios de la Sección. Se cuenta con todo el apoyo por parte de la Sección para poner en práctica el proyecto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Inspeccionar y rehabilitar los equipos de apoyo en tierra (barra de remolque y elevadores hidráulicos) mediante el uso de manuales de mantenimiento del helicóptero Súper Puma AS332B perteneciente al Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre las características del elevador hidráulico y las dimensiones de la barra de remolque del helicóptero Súper Puma.
- Obtener las herramientas adecuadas para realizar la inspección y rehabilitación de los equipos de apoyo en tierra (barra de remolque y elevadores hidráulicos).

- Desarrollar la barra de remolque y rehabilitar los elevadores hidráulicos de acuerdo a los manuales de mantenimiento del helicóptero AS332B Súper Puma.

1.4 Alcance

El presente proyecto pretende ayudar a los técnicos de la sección Súper Puma a desarrollar una inspección y rehabilitación en la cual puedan utilizar las herramientas necesarias para realizar un trabajo técnico y de la misma manera puedan observar los esfuerzos que soportan los elevadores hidráulicos al elevar el helicóptero en una inspección y que maniobras pueden dañar el tren por su mal manejo del mismo al momento del remolcamiento o traslado de la aeronave sobre los suelos.

Este proyecto se realizó con la finalidad de brindar ayuda, en cuanto al manejo e interpretación de manuales de mantenimiento y de tener una herramienta habilitada con la cual se pueda remolcar y elevar la aeronave sin ocasionar daños a la misma, es por ello que este proyecto está encaminado a disminuir el esfuerzo al momento de realizar un traslado y asegurar la elevación en mantenimiento de todos los helicópteros que tiene el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército dispone en la actualidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del Helicóptero Súper Puma AS 332 B

El AS332 Súper Puma es un helicóptero utilitario de tamaño medio, bimotor y con rotor principal de cuatro palas, diseñado a partir del SA 330 Puma. Originalmente fue fabricado por la compañía francesa Aérospatiale y después por el Grupo Eurocopter, tras la integración de Aérospatiale en el grupo europeo. Realizó su primer vuelo el 13 de septiembre de 1978 y fue comercializado para ser usado tanto en el ámbito civil como en el militar. Este helicóptero tiene muchas versiones, incluyendo los adaptados para SAR y guerra antisubmarina.

Tras el éxito logrado por el SA-330 Puma, Aérospatiale comenzó una reingeniería completa del Puma. De esta manera lograron hacer versiones con fuselaje más largo y motores más potentes. Durante la fabricación del Súper Puma, la firma es adquirida por Eurocopter, por lo cual pasan a hacerse cargo de la producción. En 1990, el Súper Puma en su versión militar es relanzado como AS-332 Cougar. (CISNEROS, 2012)

2.1.2 Variantes

- **AS 331** – prototipo;
- **AS 332A** - versión civil preproducción;
- **AS 332B** - versión militar corta;
- **AS 332B1** - versión militar corta con motores Makila 1A1 más potentes y otras modificaciones menores;
- **AS 332C** - versión civil corta;
- **AS 332C1** -versión civil corta con motores Makila 1A1 y otras modificaciones menores;
- **AS 332F** - versión militar antisubmarino y antibuque.
- **AS 332F1** - versión naval;
- **AS 332L** - versión civil con fuselaje estándar (largo), con más espacio de cabina y mayor capacidad de combustible;

- **AS 332L1** - versión "L" con motores Makila 1A1;
- **AS 332L2 Súper Puma Mk 2** - versión civil de transporte, equipada con un rotor Spheriflex, EFIS y sistema de control digital de motores DECU. Está dotada de dos motores Makila 1A2, aún más potentes que los Makila 1A1;
- **AS332 L1e/C1e** - versiones idénticas a las L1/C1 con AHCAS (Advanced Helicopter Cockpit & Avionics System, similar al que equipa al EC225 y que incluye dos pantallas LCD por piloto y pantallas LCD para instrumentos de motor y sistemas VMD);
- **NAS 332** - versión construida bajo licencia por IPTN, ahora Indonesian aerospace (PT. Dirgantara Indonesia). (CISNEROS, 2012)

2.2 Información General Del Helicóptero Súper Puma AS 332B

El AS 332B Súper Puma es un helicóptero 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, etc. Este helicóptero realiza misiones de enlace y apoyo con las comunidades del Ecuador (AEROSPASTIALE, 2015)

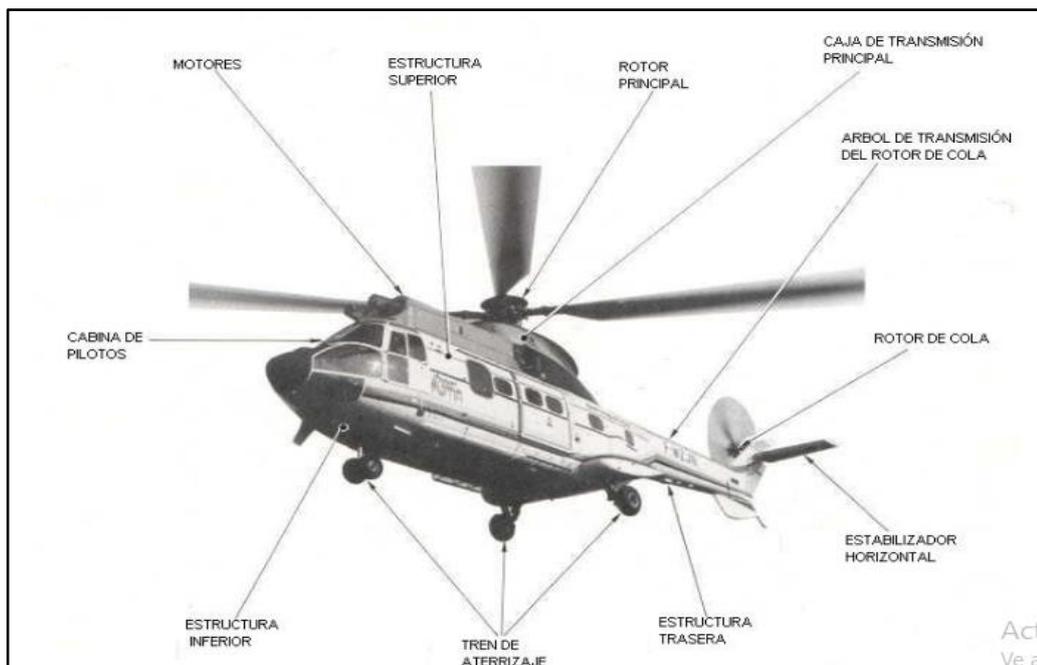


Figura 1 Partes del Súper Puma

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.2.1 Especificaciones Principales del Súper Puma AS 332B

- **Peso al vacío:** 4265 kg (8390lb);
- **Peso máximo:** 4500kg (18410lb);
- **Número máximo de pasajeros:** 20 personas;
- **Tripulación:** 4;
- **Rango de temperatura de funcionamiento:** -30° a +50° C;
- **Altitud máxima:** 20000 pies (6100m);
- **Régimen de ascenso:** 1614 pies/min - 492m/min;
- **Rendimiento:** Nunca exceder la velocidad (VNE) de los 160 nudos;
- **La potencia máxima continua:** 1130Kw por cada motor;
- **Planta motriz:** 2 turboshaft Turbomeca Makila 1^a;
- **Aviónica:** 2 Radio altímetros Thales AHV-16, VOR, DME, ADF, GPS Garmin, Sistema Piloto Automatico Canadian Marconi CMA 9000;
- **El consumo de combustible en velocidad crucero de 140 Nudos:** (260km/hr) es 325l/hr (254kg) (558,80lb) por motor. (AEROSPASTIALE, 2015)

2.2.2 Principales Dimensiones del Súper Puma

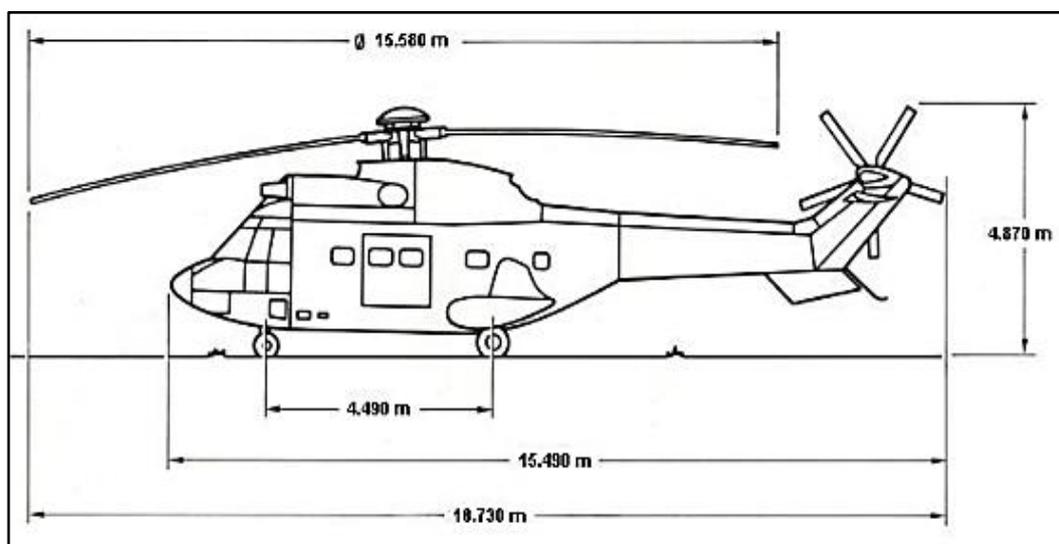


Figura 2 Dimensiones laterales

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

Continua

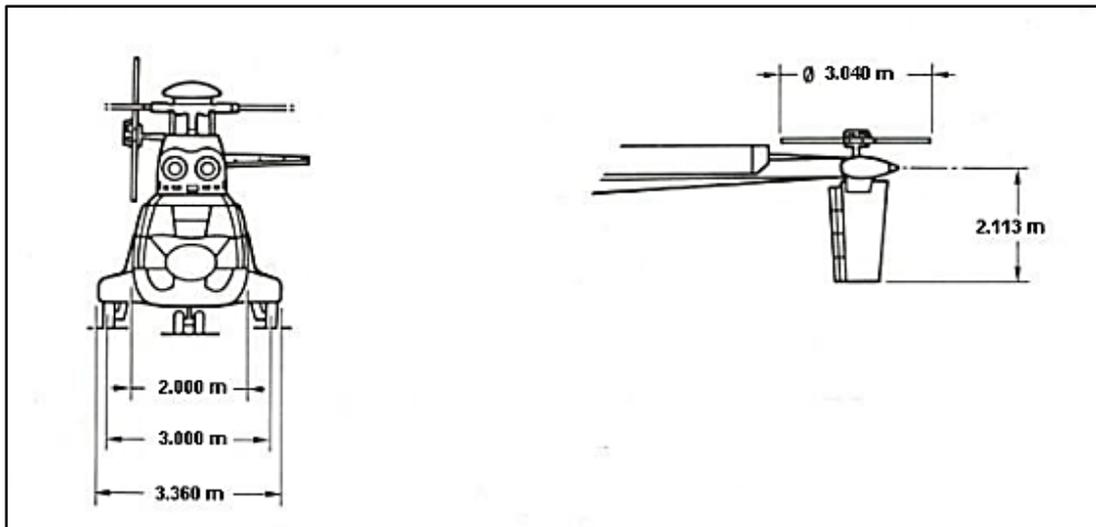


Figura 3 Dimensiones frontales y traseras

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.2.3 Principales componentes estructurales

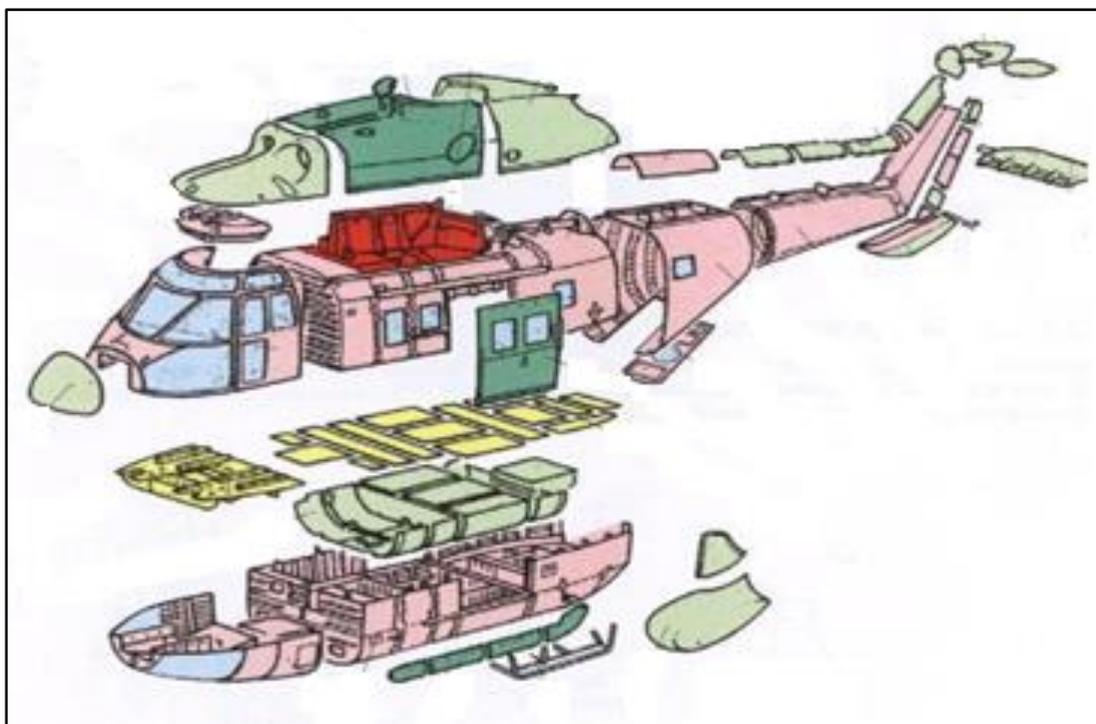
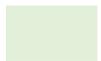


Figura 4 Componentes estructurales

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

	Aleación ligera		Vidrio alfanglass y triple vidrio
	Kevlar		Estr. Tipo sandwich - rev. metálico
	Titanio		Fibra de Vidrio

2.3 Descripción General de los sistemas del helicóptero Súper Puma AS 332B.

2.3.1 Transmisión mecánica principal

La transmisión mecánica principal acciona, desde los motores, el rotor principal y la transmisión mecánica trasera. Esto incluye:

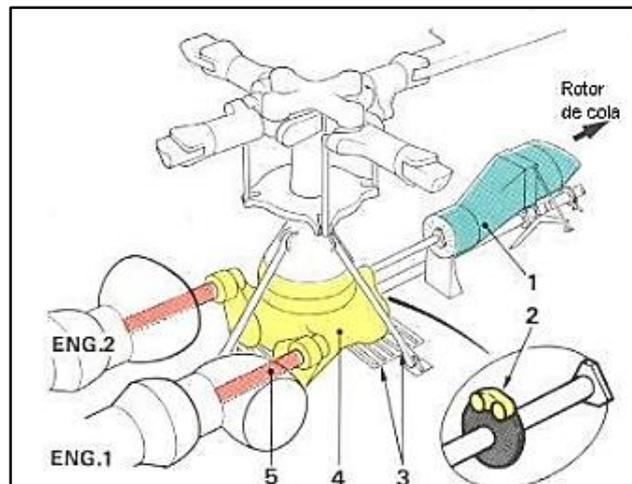


Figura 5 Transmisión Principal

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

- **El grupo de refrigeración de aceite que lubrica la CTP (Caja de Transmisión Principal):** los engranajes y rodamientos de la CTP son lubricados y refrigerados por aceite presurizado y enfriado por un ventilador y un intercambiador de calor (1);
- **El freno rotor:** se acciona hidráulicamente y es usado para parar el rotor después de haberse apagado los motores (2);
- **Los soportes de fijación y suspensión de la CTP:** la CTP es portada por tres barras rígidas y una placa flexible (3);
- **La caja de transmisión principal:** Transmite el movimiento hacia los rotores, mientras reduce la velocidad de rotación (4);
- **La unión motor-caja de transmisión:** es transmitida por un árbol de acero acoplado al árbol de la turbina libre y la toma de potencia de la CTP (Caja de Transmisión Principal) (5). (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.2 Rotor Principal

Asegura la sustentación y traslación del helicóptero. Está constituido por:

- **El mástil rotor:** mueve la cabeza del rotor y transmite a la estructura la sustentación del rotor y sostiene las palas (1).
 - **La cabeza del rotor:** fija las cuatro palas y es movida a través del mástil rotor (2).
 - **Cuatro palas:** ayuda a la sustentación de la aeronave (3).
- (AEROSPASTIALE, 2015)

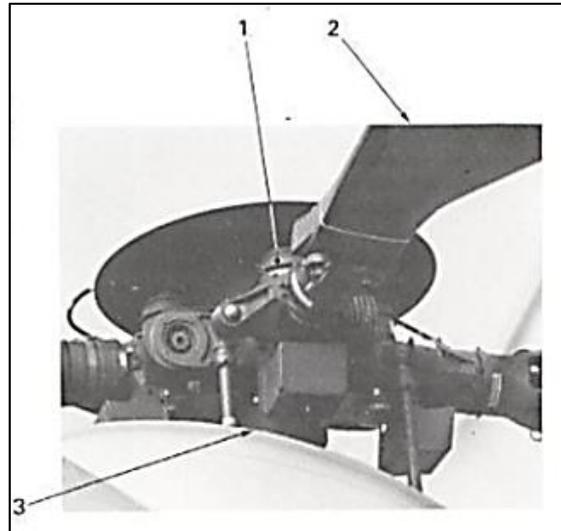


Figura 6 Rotor principal

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.3 Transmisión Mecánica Trasera

Consiste desde la caja de la CTP (Caja de Transmisión Principal), al rotor de cola y es movido lo siguiente:

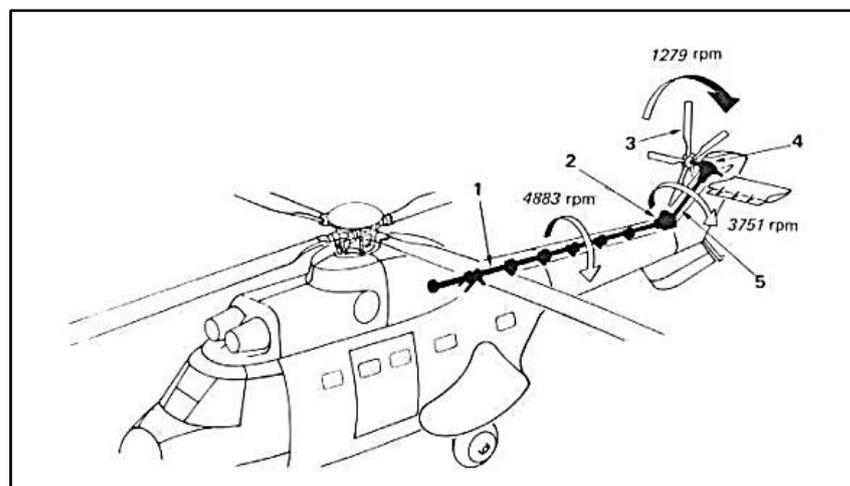


Figura 7 Transmisión Mecánica Trasera

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

- **Transmisión horizontal:** mueve los elementos desde la CTP (Caja de Transmisión Principal) a la CTI (Caja de Transmisión Intermedia) (1);
- **Caja de Transmisión Intermedia:** recibe el movimiento desde la transmisión horizontal, reduce la velocidad de rotación y transmite en un ángulo de 140° al árbol inclinado (2);
- **Rotor de cola:** compensa el par de reacción causado por el motor principal y que permite el control de la aeronave en su eje de guiñada (3);
- **Transmisión oblicua:** asegura el movimiento desde la CTI (Caja de Transmisión Intermedia) a la CTT (Caja de Transmisión Trasera) (3);
- **Caja de transmisión trasera:** transmite el movimiento de la transmisión oblicua hacia el rotor de cola cambiando la dirección de movimiento a 90° (4). (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.4 Sistema Hidráulico

La aeronave incluye tres sistemas hidráulicos los cuales tiene dos depósitos un derecho y un izquierdo:

- **Sistema Hidráulico Derecho:** alimenta los cuerpos inferiores de los servomandos principales y el cuerpo derecho del servomando trasero, la bomba (2) esta accionada por la C.T.P (Caja de Transmisión Principal), la electroválvula (3) permite en caso de fuga en el largo del circuito del servo trasero: aislar este con el fin de conservar el líquido para los servos principales. El cierre de la electroválvula se manda por el descenso de nivel en el depósito (1);
- **Sistema Hidráulico Izquierdo:** alimenta el segundo cuerpo de los servomandos y todos los demás conjuntos hidráulicos del helicóptero. La presión la proporcionan dos bombas: una principal (5) accionada por la C.T.P (Caja de Transmisión Principal), y una electrobomba auxiliar (6). La bomba principal proporciona la energía “básica”. La electrobomba auxiliar de puesta en funcionamiento automático;
- **Generación de Emergencia y Auxiliar:** comprende una bamba manual (8) que permite sacar el tren en caso de pérdida de la generación izquierda. Un reservorio de emergencia (7), alimentado por el deposito principal al nivel de 6 litros hace independiente el circuito de emergencia, la bomba

manual sirve igualmente, después de abrir la llave (10) de mando manual, para mantener la presión en un acumulador auxiliar (12), con el fin de conservar, en el aparcamiento, las funciones de Freno rotor y freno de ruedas. (AEROSPASTIALE, 2015)

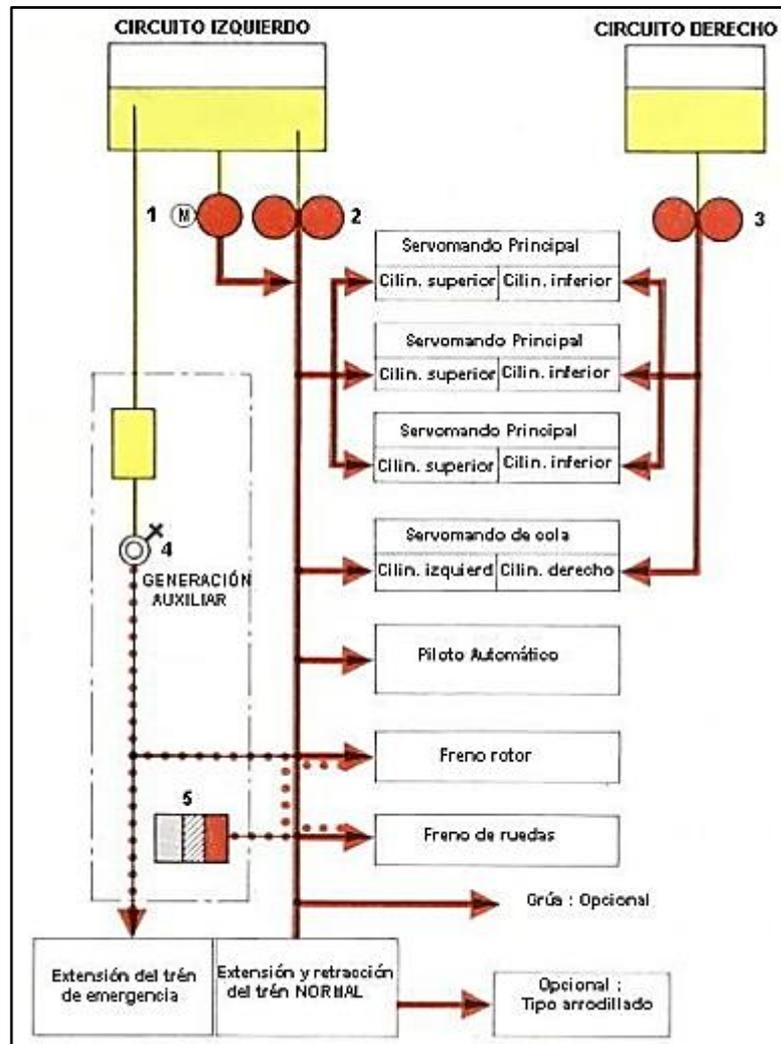


Figura 8 Sistema de Generación Hidráulica

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.5 Sistema de Generación Eléctrica

El tipo de corriente requerida depende, por su puesto, del diseño particular del equipo a ser alimentado. La aeronave requiere los siguientes tipos de energía:

- **Corriente Alterna Trifásica de 200V-400Hz:** alimenta la calefacción de los cristales térmicos (sistema anti hielo de los rotores);

- **Corriente alterna Monofásica de 115V-400Hz:** alimenta en particular el piloto automático;
- **Corriente alterna Monofásica de 26V-400Hz:** alimenta en particular los equipos de navegación (RMI, VOR);
- **Corriente continua de 28V:** alimenta todos los circuitos de mando y control, y los receptores que funcionen con corriente continua (arrancadores, electrobombas, electroválvulas, etc.);

Todos los generadores están duplicados. Cada generador tiene una potencia suficiente para alimentar los equipos de las dos redes, los equipos usuarios son generalmente de doble alimentación, cuando los equipos son de alimentación simple, ellos están duplicados. Así en caso de pérdida de una red. Todas las funciones de los sistemas eléctricos permanecen aseguradas. (AEROSPASTIALE, 2015)

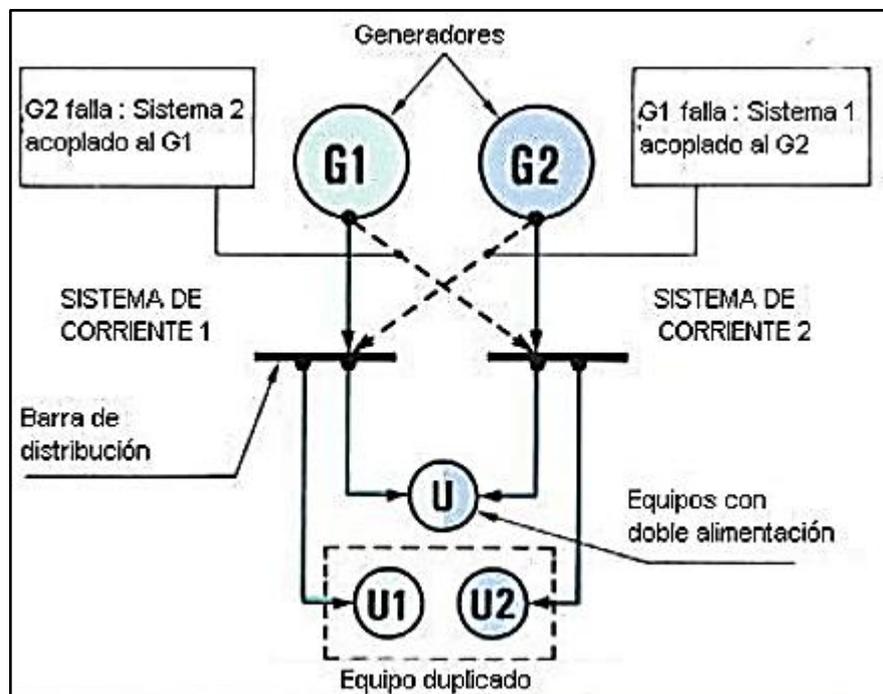


Figura 9 Sistema de Generación Eléctrica

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.6 Tren de Aterrizaje

El helicóptero está equipado con un tren de aterrizaje tipo triciclo (una unidad del tren de nariz y dos unidades del tren principal) el mismo que puede ser retractado en vuelo.

a. Especificaciones del Tren de Aterrizaje

- **La energía de impacto es absorbida sin rotura, hasta:** 3,66 m/s del tren delantero, 5m/s en el tren principal;
- **Duración de las maniobras:** subida 10 seg., bajada 9 seg;
- **Valores de presión de inflado:** tren de nariz 7 bares, tren principal 7,2 bares;
- **Presión cámara de amortiguadores:** baja presión 14 bares, alta presión 210 bares. (AEROSPASTIALE, 2015)

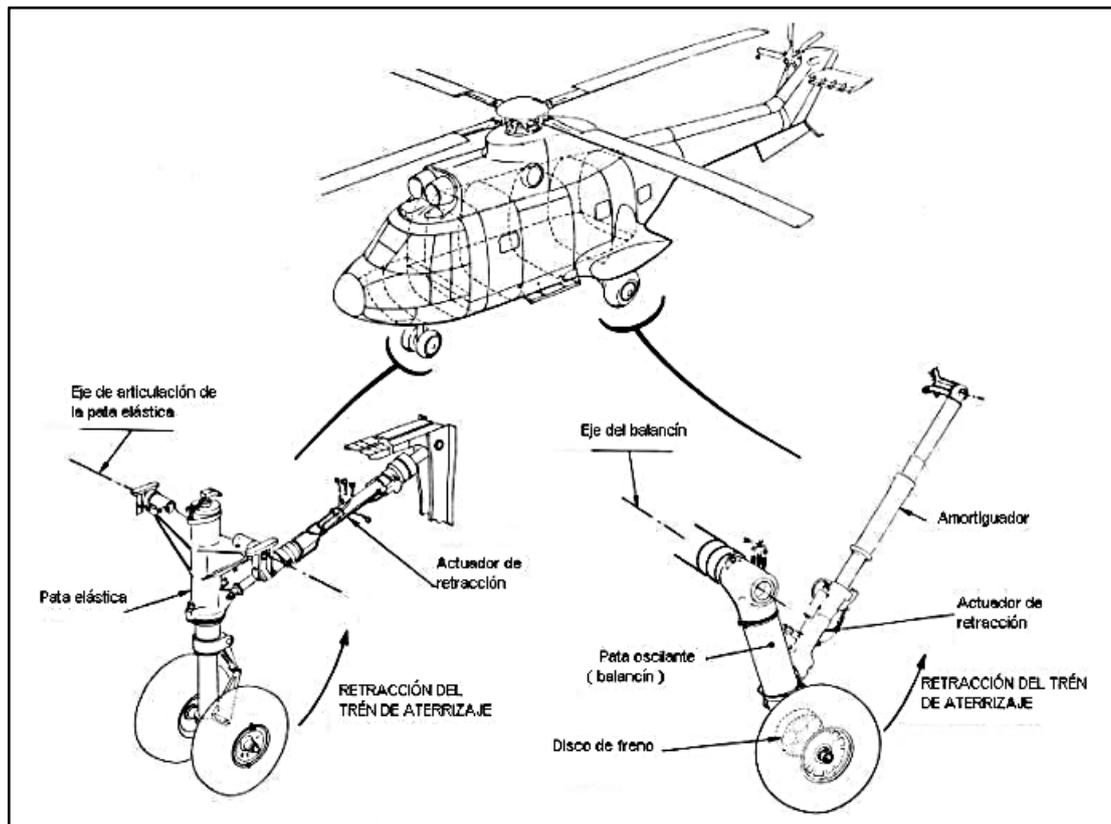


Figura 10 Componentes del Tren de Aterrizaje del Súper Puma

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.7 Mandos de Vuelo

Los mandos de vuelo modifican los ángulos de paso de las palas del rotor principal y del rotor de cola, permitiendo al piloto controlar el helicóptero en vuelo, modificando su altitud, velocidad y rumbo.

La palanca de paso colectivo (1) controla la sustentación del rotor principal simultáneamente cambiando el paso de todas las palas. Recuerde que la FN incluye dos componentes un vector de sustentación vertical (S) y un vector de

velocidad horizontal (V) la dirección y magnitud de las cuales es controlada por la palanca cíclica (2) el cual manda la inclinación del disco rotor por medio de variaciones cíclicas en el paso de las palas. El Bloque de pedales (3) controla el empuje (T_y) del rotor de cola y así es la dirección del Helicóptero. (AEROSPASTIALE, 2015)

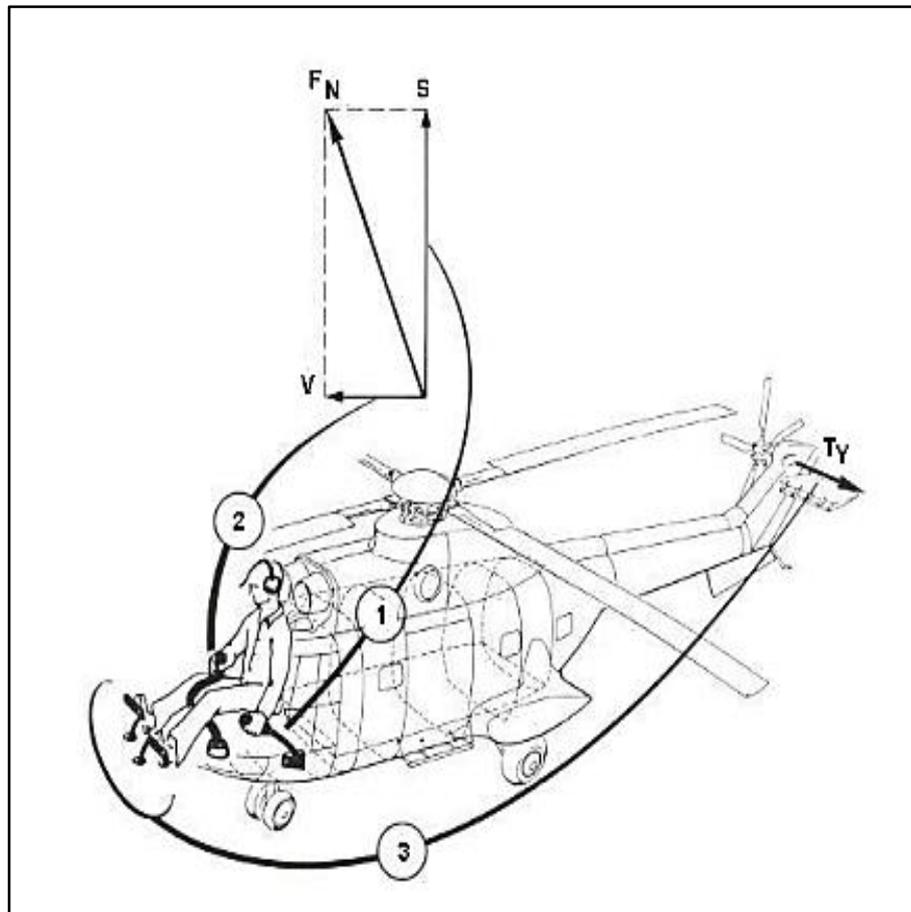


Figura 11 Mandos de Vuelo

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.8 Sistema Combustible

Este sistema consta de dos grupos de depósitos, un grupo de depósito por motor:

- El grupo 1 alimenta el motor 1 (izquierdo)
- El grupo 2 alimenta el motor 2 (derecho)

Desde el tanque longitudinal aspiran las dos bombas de cebado para alimentar a cada motor. Los tanques alimentadores permanecen llenos mientras hay combustible en los otros depósitos. Las bombas de cebado,

aspiran combustible desde los alimentadores. Para balancear la cantidad de combustible en vuelo esta la bomba de transferencia.

Cantidad por cada tanque son:

- **Longitudinal:** 431lbs. (Izq.) 413 lbs (der)
- **Transversal:** 740 lbs. (izq.), 709 lbs (der)
- **Trasero:** 431 lbs. (izq.) (AEROSPASTIALE, 2015)

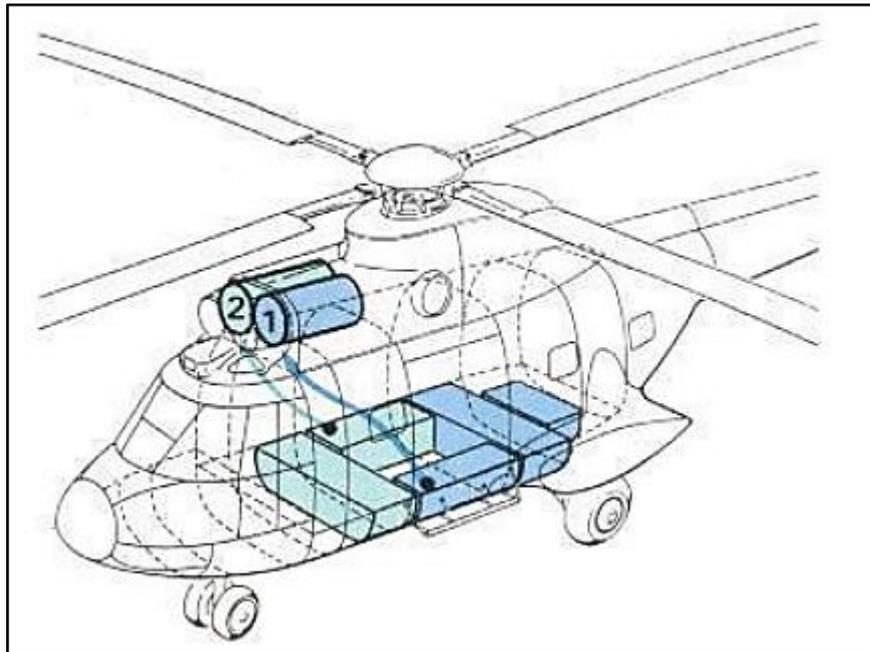


Figura 12 Tanques de Combustible

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.9 Motores Makila 1 A

Los motores están instalados delante de la C.T.P, separados por una pared de fuego, con compartimientos ventilados y drenados.

- El motor izquierdo es el motor 1
- El motor derecho es el motor 2

Los dos motores son idénticos e intercambiables, después de invertir algunos cables eléctricos y la tobera de escape. Las tuberías de combustible y aceite, los mandos del motor, los circuitos eléctricos son a prueba de fuego o están protegidos contra el fuego. Todo el elemento corta fuegos son hechos

de titanio o cubiertos con titanio. Bajo la zona caliente de los de los motores, una protección térmica completa mentaría protegen la plataforma de la transmisión térmica de la radiación.

El grupo turbo motor es de turbina libre: los ejes del generador de gas y de la turbina libre son completamente independientes.

El peso del motor es de 243Kg y tiene una potencia de 1130KW. (AEROSPASTIALE, 2015)

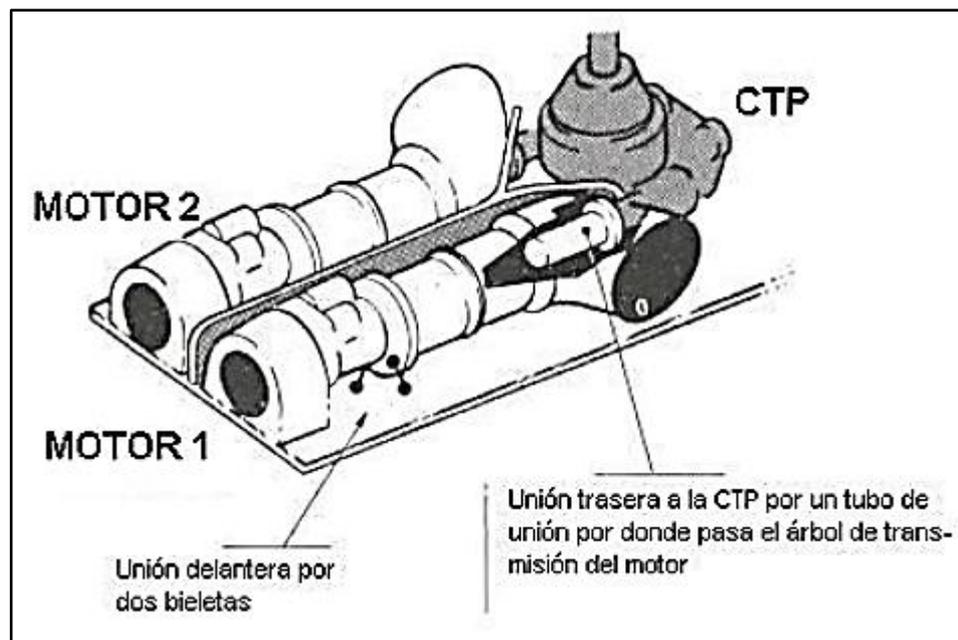


Figura 13 Motores Makila 1 A

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.10 Piloto automático

El piloto automático es una ayuda de los mandos de vuelo que reemplaza al piloto para el control del helicóptero en sus tres ejes de vuelo (cabeceo, Alabeo y guiñada). Asegurando las siguientes funciones principales con valores de referencia seleccionados por el piloto:

- Conservación de la posición y del rumbo;
- Conservación de la altitud;
- Conservación de la velocidad;
- Ejecución de virajes coordinados (bola centrada);

Acoplado a determinados sistemas de radionavegación, permite la captura de un eje de referencia y su seguimiento automático. (AEROSPASTIALE, 2015)

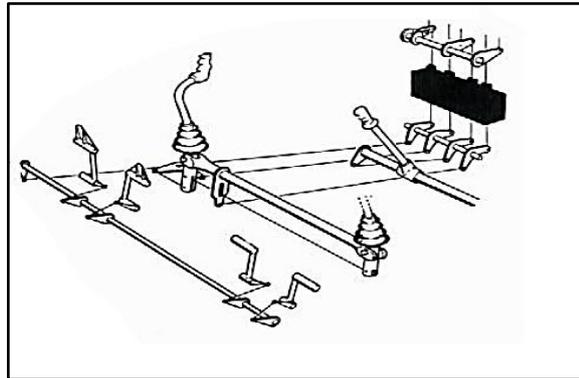


Figura 14 Bloque del P.A

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.11 Circuito Anemobarométrico

Los instrumentos del circuito anemobarométrico indican:

- La altitud del helicóptero: ALTIMETRO
- Velocidad del helicóptero: ANEMOMETRO
- Velocidad vertical del helicóptero: VARIOMETRO

Los componentes capaces de percibir estas presiones de aire y puedan realizar la medición de presiones los instrumentos son:

- Dos tubos pitot
- Cuatro tomas estáticas (AEROSPASTIALE, 2015)

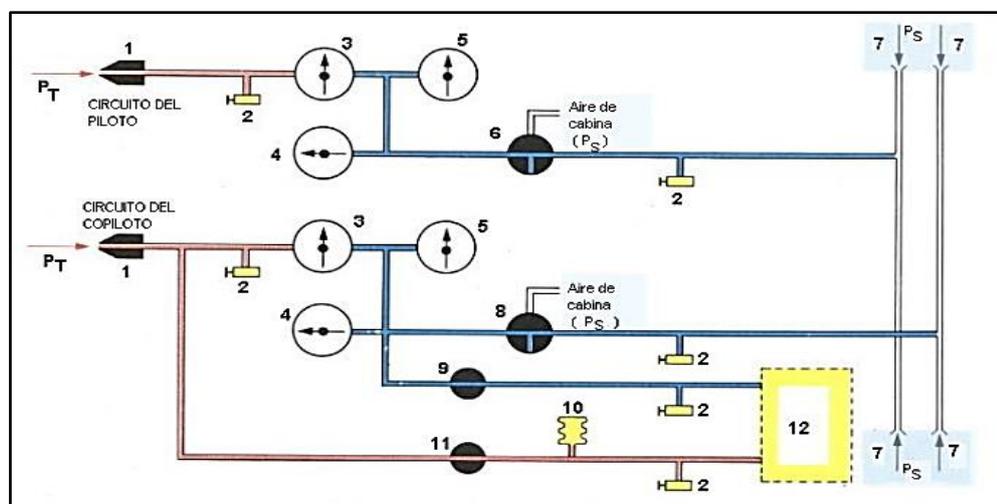


Figura 15 Sistema Anemobarométrico

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.12 Protección Contra el Fuego

Las zonas vigiladas son los compartimientos del motor y el compartimiento de la C.T.P. (Caja de Transmisión Principal), zonas donde el riesgo de incendio es bastante alto, pues ellos se encuentran donde los agentes potenciales de incendio:

- Temperatura ambiente muy elevada;
- Presencia de tuberías de líquidos inflamables (aceites, combustibles y líquido Hidráulico);

Existe un circuito de detección de incendio por cada motor y dos circuitos paralelos independientes para la C.T.P (Caja de Transmisión Principal).

El elemento sensible de la detección es un detector térmico bimetálico el cual abre sus contactos cuando la temperatura de su umbral es anormalmente elevada (200° para el compartimiento de la C.T.P., 300° para zona fría del motor y 400° para la zona caliente del motor). El circuito de alarma “FUEGO” es activado cuando los contactos de uno de los detectores se abren (señal visual y acústica)

Los detectores de incendio, los cuales están colocados en puntos de zonas vigiladas, están conectados en serie (la apertura de un detector es suficiente para operar el sistema de alarma de Fuego). (AEROSPASTIALE, 2015)

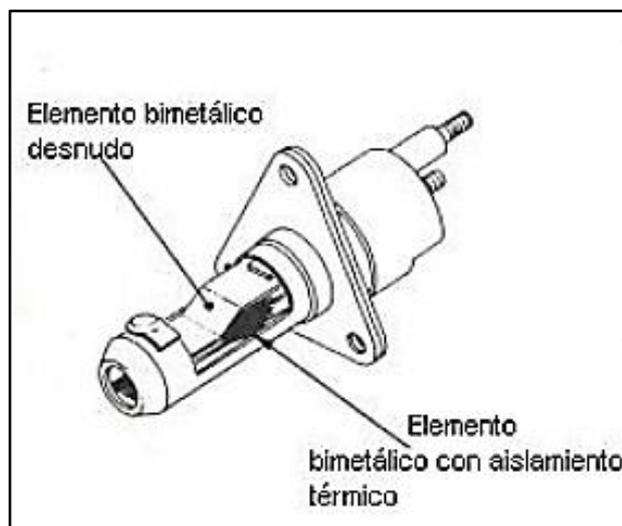


Figura 16 Detector de Incendio

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

2.3.13 Extinción de Fuego

Hay dos extintores de freón:

- El izquierdo al motor 1
- El derecho al motor 2

El piloto dispone, para cada compartimiento del motor, dos botones pulsadores de percusión eléctrica de los extintores.

- Un botón pulsador de percusión normal
- Un botón de percusión de emergencia

Cada extintor puede descargar en uno u otro de los compartimientos del motor.

Después de la descarga se enciende una luz amarilla que indica “extintor descargado”. El piloto sabe que el circuito de extinción ha funcionado bien. (AEROSPASTIALE, 2015)

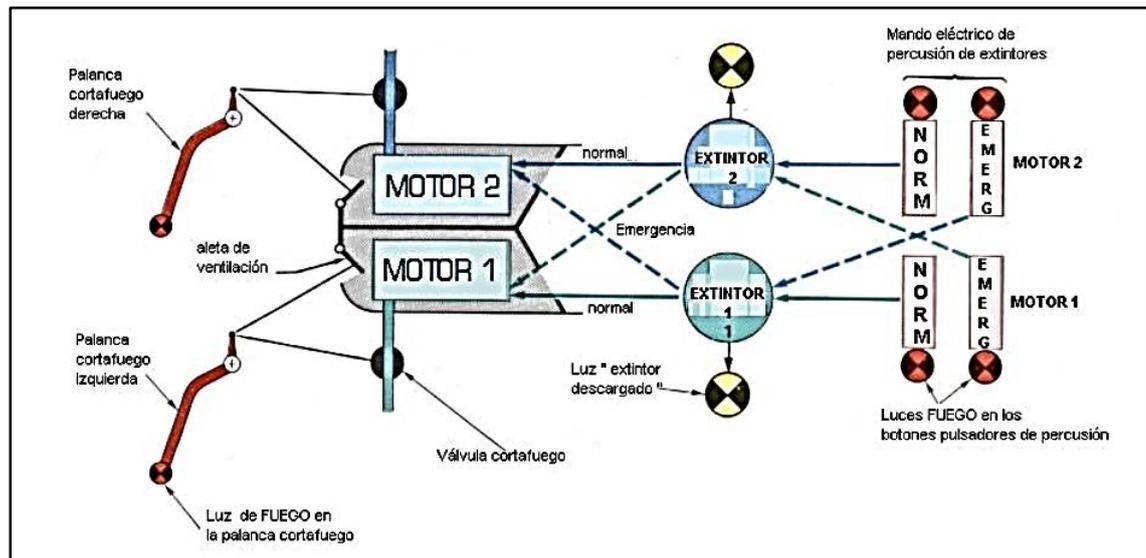


Figura 17 Sistema de Extinción de Fuego

Fuente (AEROSPASTIALE, 2015)

2.4 Equipos de Apoyo en Tierra

2.4.1 Vehículos de Arrastre, Carga y Remolque

Los vehículos de arrastre, carga y remolque esta compuesto de automotores especiales y tractores para remolcar las aeronaves, tambien

forman parte de este grupo los montacargas, que operan con motores de combustión interna (diesel y gasolina) cuya finalidad es la de proporcionar apoyo en el mantenimiento, facilitando el transporte de elementos y sistemas en reparación, y en las operaciones de las aeronaves transportando a las mismas o sus componentes dentro de la plataforma (GOMEZ, 2011).

En estos también se conecta el tren de nariz con la barra de remolque, remolcando la aeronave hasta la pista de despegue donde no pueda causar ningún daño cuando sus motores entren en funcionamiento o ingresándola a su hangar de mantenimiento. A la hora de remolcar tendrán que haber 2 personas, una que opere el equipo y otra que mantenga la comunicación. (Leon, Uribe, & Triana, 2016)



Figura 18 Vehículo de Arrastre

Fuente: (Leon, Uribe, & Triana, 2016)

2.4.2 GPU (Ground Power Unit)

Son arrancadores de generación eléctrica (generadores/transformadores) que transforman la energía mecánica de un motor de combustión interna en energía eléctrica posterior a este trabajo procede a transformar la energía eléctrica alterna de 220V en 28,5 VCC y 110VCC.

Todas las aeronaves, operan con corriente directa, la misma que es proporcionada por los arrancadores, estas labores se las realiza en tierra para verificar el correcto funcionamiento de los elementos eléctricos y electrónicos de las mismas. Otra labor muy importante es la de proporcionar la corriente

de arranque, que requieren las aeronaves para poner en funcionamiento sus motores. (GOMEZ, 2011)



Figura 19 Generación Eléctrica

Fuente: (Leon, Uribe, & Triana, 2016)

2.4.3 Equipos de comprobación Hidráulica

Los equipos de comprobación hidráulica están compuestos por bancos de prueba, con una bomba hidráulica externa que sustituye a la bomba de la aeronave, este equipo está diseñado para la comprobación del sistema hidráulico en aviones y helicópteros, proporcionando la presión y caudal adecuados para verificar los sistemas, en el transcurso del mantenimiento programado para este efecto. Estos bancos vienen equipados con motores de combustión interna (diésel o gasolina) y/o motores eléctricos, sus características técnicas esta sujetas a las necesidades de las aeronaves. (GOMEZ, 2011)



Figura 20 Planta Hidráulica

Fuente: (GOMEZ, 2011)

2.4.4 Equipos de Soporte (Mesas, Escaleras, Andamios, Extintores y Estructuras, Barras de Remolque y Elevadores Hidráulicos)

El equipo de soporte, no es otra cosa que herramientas de fabricación local, adaptadas a los requerimientos particulares del personal de técnicos y son empleados como soporte para el mantenimiento en las aeronaves, se las considera dentro del equipo de tierra por su importancia y volumen. (GOMEZ, 2011)



Figura 21 Equipos de Soporte

Fuente: (GOMEZ, 2011)

2.5. Barras de Remolque

Existen diferentes tipos de palancas y lo determina en el tipo de aeronave en el que se usa, pero su función es la misma. Es la que conecta al vehículo de arrastre o remolque con el tren de nariz para que pueda ser remolcada. (Leon, Uribe, & Triana, 2016)



Figura 22 Barra de Remolque

Fuente: (Leon, Uribe, & Triana, 2016)

2.5.1 Movimiento de las Aeronaves en Tierra

El movimiento en tierra de las aeronaves de gran tamaño en un aeropuerto es realizado mediante un equipo de remolque especial para efectuar estas operaciones, comúnmente llamado “tractor” o “remolcador”. Este servicio en tierra es efectuado debido a la necesidad de minimizar las altas emisiones de ruido y el consumo de combustible, además se tiene como resultado una operación más segura que el propio uso de los motores para su respectivo desplazamiento en un aeropuerto.

Aunque los aviones pueden utilizar el sentido de flujo inverso para efectuar el movimiento de marcha hacia atrás, este proceso no suele efectuarse debido a las serias consecuencias que esto podría traer, como resultado del fuerte impulso de los motores. Este impulso podría causar la proyección de escorias y otras partículas, tanto a la aeronave, como a las personas, equipamientos y edificios.

En el caso de los aviones pequeños, la mayor parte de los movimientos en tierra se realizan a mano, empujando a la aeronave en determinadas zonas de la superficie del avión. (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

2.5.2 Tipos de Aplicaciones del Equipo de Remolque

- **Remolque para Push-Back (PushBack Towing):** este tipo de remolque es el procedimiento por el cual la aeronave es remolcada desde la puerta de embarque (Gate) hasta la calle de rodaje (Taxiway). En esta operación el equipo de remolque debe tener la capacidad de jalar y empujar al avión a carga completa (Pasajeros, Carga, Combustible);
- **Remolque para Distancias Largas:** este tipo de remolcamiento en comparación con el Push-Back, es utilizado principalmente para trasladar a la aeronave a distancias largas, comúnmente desde la puerta de embarque hasta el hangar de mantenimiento, típicamente la aeronave no tiene carga (pasajeros, combustible, etc). (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

2.5.3 Tipos de Tecnología de Remolque

La tecnología utilizada para ambas aplicaciones se divide en dos segmentos:

- **Tractores con Barra de Remolque (Towbar Tractor TBT):** es un tractor que utiliza un dispositivo llamado barra de remolque (towbar), la cual tiene como función de engarzar el morro del tren principal de la aeronave y conectarla al tractor, de esta manera se puede realizar el movimiento de traslación de la aeronave.



Figura 23 Tractores con Barra de Remolque

Fuente: (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

- **Tractores sin barra de Remolque (Towbarless Tractors TBLT):** es un tractor que utiliza un dispositivo de engarzamiento situado en el centro del vehículo usado para soportar al neumático de la rueda de la aeronave. El TBLT funciona sin una barra de enganche para remolque, lo que permite un manejo rápido, seguro y económico para el movimiento de las aeronaves en tierra. La ausencia de la barra de remolque implica realizar movimientos a

mayores velocidades, minimizando el impacto de las operaciones aeroportuarias. (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)



Figura 24 Tractores sin Barra de Remolque

Fuente: (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

2.5.4 Tractores con Barra de Remolque

Los equipos TBT utilizan una barra para conectar lateralmente el tractor o remolcador a la horquilla del tren de nariz de la aeronave. La barra se puede mover verticalmente para ajustar el nivel de inclinación mediante un dispositivo hidráulico. El extremo de la barra que se conecta al tractor contiene un punto de pivoteo, que le permite a la barra transmitir los movimientos como un brazo de palanca.

Cada tipo de avión tiene un punto de sujeción de remolque único, así que la barra también actúa como un adaptador entre el punto de sujeción (horquilla) y el tamaño estándar del tractor.

En la figura 25, se puede apreciar el uso del pistón hidráulico para ajustar la altura del nivel del equipo y colocarlo en la posición correcta para su respectivo remolque.

La barra de remolque debe estar diseñada para estar lo suficientemente larga para colocar al tractor lejos de la aeronave y así evitar algún golpe posible, también debe proporcionar la suficiente influencia para facilitar las

vueltas de direccionamiento transmitidas por el tractor. (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)



Figura 25 Ajuste de Nivel

Fuente: (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

2.5.5 Posicionamiento de las Barras de Remolque

Las barras de remolque son generalmente muy pesadas ya que están elaboradas de un material muy denso comúnmente el acero, lo que resulta muy difícil su desplazamiento en tierra, por lo que cuentan con un sistema de ruedas unidas a un mecanismo de gato hidráulico que tiene como finalidad desplazar con facilidad el equipo y además poder variar el nivel de la altura de la barra, de esta manera se puede ajustar el posicionamiento correcto entre el punto de sujeción de la aeronave y el tractor. Una vez que se ajusta el nivel de la altura, el mismo mecanismo se utiliza en sentido inverso para levantar las ruedas y evitar el contacto de los neumáticos al suelo durante la operación de remolque.

El nivel correcto que debe tener la barra para realizar el remolque debe ser paralelo al nivel del suelo, es decir no debe tener ningún grado de inclinación, aunque la tolerancia máxima que marcan los manuales es del 5% de inclinación, ya que los vectores de fuerza se podrían descomponer en diferentes magnitudes y direcciones lo cual traería como consecuencia alguna posible fisura en el equipo.

En la figura 26, se puede mostrar el posicionamiento correcto que deberá tener la barra una vez conectada a la horquilla del tren de nariz y al tractor. (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

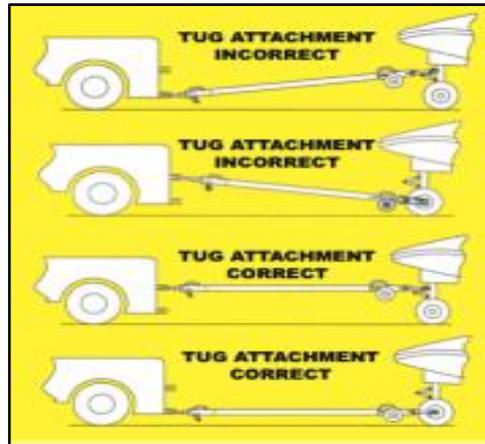


Figura 26 Posicionamiento

Fuente: (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

Otro punto muy importante para la correcta operación de la barra de remolque y evitar posibles daños es el ángulo de pivoteo o direccionamiento que se tiene entre la barra de remolque y el tractor, ya que este ángulo también tiene límites de operación y los límites máximos manejados en esta operación es de 45° como máximo. (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

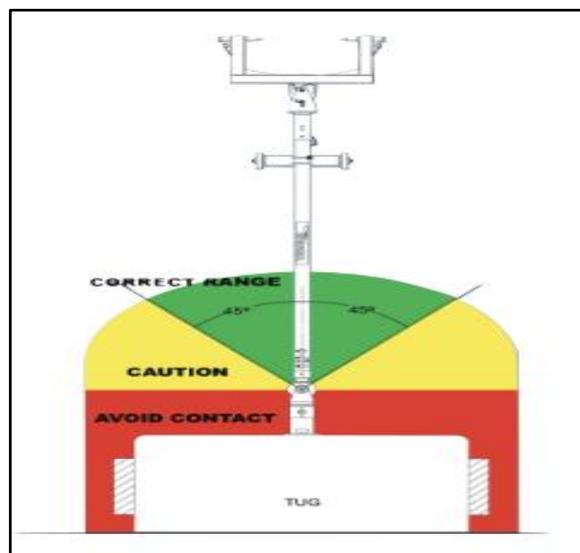


Figura 27 Rangos de Giro

Fuente: (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

2.5.6 Leyes que está sometida la barra de remolque

- **Primera Ley de Newton o Ley de la Inercia:** todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo a no ser que sea obligado a cambiar su estado por fuerzas impresas sobre él;
- **Segunda Ley de Newton o Ley de Fuerza:** el cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime;
- **Tercera Ley de Newton o Ley de la Acción y Reacción:** con toda acción ocurre siempre una reacción igual y contraria: o sea, las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en sentido opuesto.

El primer propósito de la barra de remolque es transmitir la fuerza producida por el tractor para romper la inercia de la aeronave y poder mover la aeronave respecto a la dirección del vector fuerza. Esta fuerza deberá ser la suficiente para contrarrestar la resistencia del peso de la aeronave que se opone al movimiento del tractor.

Debido a esta fuerza que se opone al movimiento la barra es sometida a los esfuerzos de tensión donde los puntos más críticos están en los extremos de la barra donde se conectan a la horquilla del tren de nariz y al tractor, es por eso que las inspecciones en estas zonas son las más críticas para determinar la operación y funcionamiento adecuado de la barra de remolque. (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

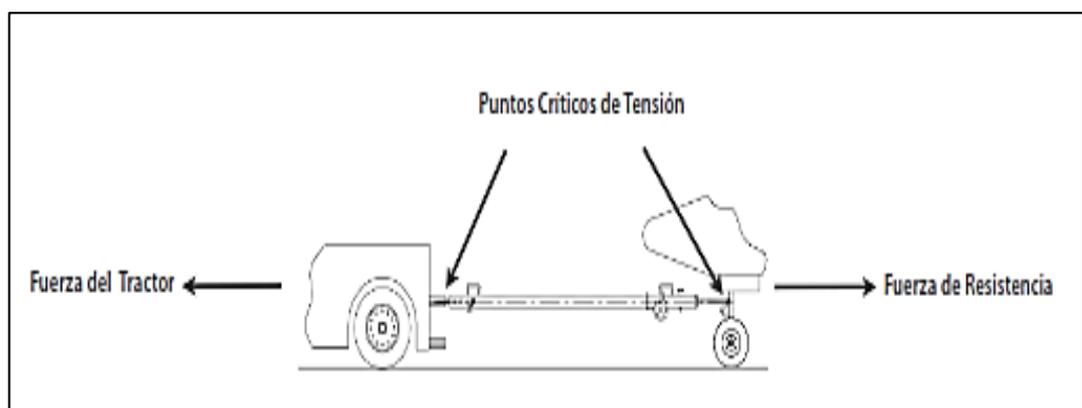


Figura 28 Fuerzas que Ejercen Durante el Remolque de una Aeronave

Fuente: (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

2.5.7 Primeros Diseños de la Barra de Remolque

Se desconoce la fecha exacta de cuando se implementó el sistema de remolque para las operaciones en tierra de las aeronaves de gran tamaño, sin embargo, estas operaciones surgen de la necesidad de mejorar y hacer más eficientes y económicas las operaciones en tierra en un aeropuerto, con lo que se pretendía disminuir las emisiones de ruido y el consumo de combustible innecesario.

Una vez encontrada la necesidad de implementar un sistema de remolque, la primera idea que surgió fue el de la implementación de un tractor que tuviera la capacidad de poder romper la inercia de la aeronave, sin embargo el problema al que se enfrentaron fue el acoplamiento entre la aeronave y el tractor, lo cual la solución a este problema fue la invención de una barra de remolque cuya función principal es realizar el respectivo acoplamiento de la aeronave hacia el tractor y transmitir la fuerza producida por el tractor para poder mover y trasladar a la aeronave.

Los primeros diseños de la barra de remolque consistían en una simple barra de acero forjado que iba sujeta con pasadores al chasis del tractor de forma que se podía retirar o colocar. Se realizaban diferentes acoplamientos dependiendo la horquilla del tren de nariz de cada aeronave, sin embargo, no contaba con algún dispositivo de seguridad que permitiera el desacoplamiento de la barra con la horquilla para liberar la carga y evitar algún daño en alguno de los componentes mediante un mal procedimiento, especialmente cuando se rebasaban los límites del movimiento direccional.

Estas barras contaban con un diseño simple y de fácil fabricación debido a su simplicidad sin embargo no cumplían con las condiciones de robustez y seguridad requeridas. (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

2.5.8 Rediseños e innovaciones de la Barra de Remolque

Para mejorar la eficiencia de los equipos de remolque se tenía que realizar nuevos diseños para cumplir con las condiciones mencionadas anteriormente, la primera condición era aumentar la seguridad de la operación. Por lo que se

diseñaron dispositivos que permitieran la liberación de la carga aplicada en un mal procedimiento.

El primer diseño para poder realizar esa liberación de la carga fue seleccionar la barra de remolque en 2 partes, la primera de ellas es el cuerpo de la barra, cuyo extremo se conecta hacia el tractor o remolcador, la segunda parte es una garra que se conecta con el cuerpo de la barra y la horquilla del tren principal de la aeronave.

Ya que se tenía seccionada la barra, se diseñó y se implementó un dispositivo de aseguramiento entre estas dos partes de la barra, a lo que se le conoce como “Perno Fusible”, este perno además de asegurar la garra y el cuerpo de la barra, permitía la liberación de la carga transmitida por el tractor bajo condiciones de operación inadecuadas, ya que el perno está diseñado con materiales para soportar ciertos límites e carga y de esta manera se realiza el desacoplamiento entre los componentes y evitar posibles daños a los equipos.

El problema que seguía teniendo eran las condiciones de robustez, ya que al estar elaborada de un material muy denso y pesado resultaba difícil su transportación, por lo que se le adaptó un mecanismo de neumáticos para poder trasladar el equipo con facilidad para su respectiva operación.

Al incorporar el sistema de neumáticos a la barra de remolque se encontró un problema, el cual era que la dirección que tendría la aeronave por el tractor era muy complicada transmitirla a los neumáticos de la barra, por lo que al sistema de neumáticos se le incorporó un mecanismo de gatos hidráulicos. Este mecanismo trajo dos ventajas, poder levantar los neumáticos del suelo para no interferir en el desplazamiento de la aeronave durante el remolque y a su vez poder alinear el nivel correcto de la barra de remolque. (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

2.5.9 Futuro de las Operaciones de la Barra de Remolque

Durante los últimos años este mecanismo no ha tenido innovaciones y de hecho es considerada una tecnología obsoleta, ya que en la actualidad los equipos más utilizados durante el remolque son los tractores sin barra de

remolque (TBLT), los cuales su principio de operación es la utilización de un tractor con un dispositivo de engarzamiento situado en el centro del vehículo usado para soportar el peso del neumático de la rueda de la aeronave, prácticamente levanta a la aeronave, permitiendo un remolque más rápido y seguro.

Sin embargo, aunque la barra de remolque es considerada una tecnología obsoleta en la actualidad es un equipo que sigue teniendo usos debido a que los costos de mantenimiento son menores en comparación con los TBLT y son ideales para realizar las operaciones de Push-Back. (Fraga, Fuentes, & Hernandez, 2013)

2.6 Elevadores Hidráulicos

En la industria aeronáutica existen elevadores hidráulicos para levantar una aeronave los cuales resultan muy costosos y su operación requiere experiencia para hacer uso correcto y seguro por parte de los operarios.

Existen diferentes fabricantes que ofrecen una gran variedad de estos dispositivos para distintos tipos de aeronaves, desde las ligeras mono motores o bimotores, los aviones ejecutivos, hasta equipos para aeronaves más grandes y pesadas. (Mario, 2011)



Figura 29 Elevadores Hidráulicos

Fuente: (Mario, 2011)

2.6.1 ¿Qué es el Elevador Hidráulico?

Un elevador hidráulico es una herramienta o máquina que se usa para la elevación de cargas pesadas a través de un accionamiento manual con una palanca o manivela, al igual que con un sistema de accionamiento asistido por un compresor de aire o eléctrico.

Un elevador hidráulico es útil para aplicaciones en las que se necesita de una gran capacidad de carga, máxima facilidad o velocidad en su accionamiento. Por supuesto, en este caso el elevador funciona a partir de la hidráulica. (Ismael, 2016)

2.6.2 Funcionamiento

El funcionamiento del elevador hidráulico responde al principio de Pascal, que establece que la presión en un contenedor cerrado es siempre la misma en todos sus puntos.

Se le da el nombre de elevador hidráulico por la utilización de un líquido, generalmente un aceite, para ejercer presión sobre un cilindro que empujara a otro de diferente tamaño para lograr la elevación del brazo.

Cuando el fluido, es impulsado hacia un cilindro por acción de una bomba, se somete a una fuerza como la presión. Para ejercer la presión se inyecta aire al afluído para desplazarlo y el cilindro de menor tamaño empujara al de mayor tamaño. Así, la presión ejercida sobre el primero será igual en el segundo, con la diferencia de que el mayor tamaño de este logrará un incremento de la fuerza para que el brazo lleve a cabo su elevación.

La presión del aceite permite que el brazo del elevador hidráulico se eleve a una determinada altura, esto permitirá maniobrar debajo del aparato o cuerpo que se quiera elevar. Los elevadores hidráulicos cuentan con un seguro que impedirá la entrada del aire si no se está utilizando el elevador o que la facilitaran para invertir el proceso y hacer que descienda el brazo. (Quiminet, 2011)

2.6.3 Tipos de Elevadores Hidráulicos

- **De botella telescópicos:** son versátiles, ya que pueden ser colocados en espacios estrechos y ofrece una buena influencia. Tienen una manija más larga en comparación con el resto de los elevadores hidráulicos y empujan una palanca que da una elevación de los brazos de elevación principal. Con su uso, es posible dar mayor sustentación por carrera del pistón. Ellos son ampliamente utilizados en la construcción de edificios y la reparación de los cimientos de las casas. También se ha encontrado para ser útil en operaciones de búsqueda y rescate. (Edder, 2012)



Figura 30 Elevador de Botella

Fuente: (Edder, 2012)

- **De patín:** en términos, es un gato hidráulico con una carrera de gran longitud. La palanca es muy fácil de usar. Se utiliza principalmente para realizar diversos tipos de reparación en el trabajo. (Edder, 2012)

•



Figura 31 Elevador de Patín

Fuente: (Edder, 2012)

- **Tipo trípode telescópico:** el elevador hidráulico para elevar a una altura determinada a un avión tiene cada uno diferentes aplicaciones, estos consisten básicamente en el modelo, carga, uso de cada avión. La capacidad de carga va desde 2Tn hasta los 15 Tn, este es uno de los rangos más aplicados en la aeronáutica y los materiales y componentes utilizados son de tipo estándar, con una fiabilidad y prestaciones en cualquier condición de uso. (Langa Industrial, 2010)



Figura 32 Elevador Trípode Telescópico

Fuente: (Langa Industrial, 2010)

2.6.4 Características del Elevador Hidráulico Telescópico Payan 2003 del Helicóptero Súper Puma



Figura 33 Elevador PAYAN

Fuente: (Dediene Aerospace, 2018)

- **Características dimensionales**

Fuerza nominal:	6 toneladas
Altura "Cerrado":	36 m/m con soporte de rotula
Altura "desarrollado"	1130 m/m con soporte de rotula
Curso Hidráulico:	595 m/m
Curso de enfoque:	175 m/m
Peso con líquido Hidráulico:	59 Kg
Superficie de apoyo:	320X320 m/m

Sobre una superficie en acero se suelda con autógena: el tanque que contiene el gato de 4 pisos y el cuerpo de válvulas con la bomba. (Dediene Aerospace, 2018)

2.6.5 Partes del Elevador Hidráulico Telescópico Payan 2003 del Helicóptero Súper Puma

- **Elementos telescópicos:** constituido por 4 elementos cuya estanqueidad de encarga de junta de labios y junta tórica los cuales se congelan y se croman los cilindros rectificadas. Cada pistón provee de una tuerca de seguridad que permite la utilización en vela en un punto del curso hidráulico, el tornillo de enfoque se coloca en el pistón y se limita en su curso por un espolón de seguridad, las partes de apoyo son amovibles;
- **Bomba:** la bomba ahogada es del tipo de flujo variable por variación del curso del embolo, la palanca de la bomba es orientable, esta presiona la estopa que provee de una junta que evita la penetración de cuerpos extraños a lo largo del embolo. La junta tiene labios que garantiza la estanqueidad cilindro-embolo. La palanca de la bomba tiene 2 agujeros cuando se coloca en el agujero lo más cerca posible del eje de rotación, la bomba está en flujo "Levantamiento bajo Carga" y si esta distante del eje de rotación La bomba está en "aproximación";

- **Seguridad:** una válvula de seguridad evita toda la sobrepresión en el circuito. La válvula tiene un 110% de la fuerza nominal del gato, suprime toda la sobrecarga en curso y en final de curso;
- **Filtro:** un filtro permite la llegada del aceite consustancial a la bomba y el gato;
- **Comando de depresión:** este sistema es encargado por el prolongador de la palanca de la bomba, permite regular minuciosamente el descenso o parada en un punto cualquiera del curso hidráulico. (Dedienne Aerospace, 2018)

2.6.6 Puesta en servicio

Desatornillar el tapón de llenado de líquido hidráulico y llenar con líquido hidráulico. El nivel del líquido debe nivelar la extremidad del calibre situado sobre el tapón cuando este se coloca sobre el tanque.

- **Subida:** desatornillar el botón situado sobre el tapón, con ayuda de la palanca que sirve para desatornillar la depresión, colocar la palanca en la posición “APROXIMACION” bombear una decena de veces con el fin de expulsar el aire que puede encontrarse en el cuerpo de válvulas. Atornillar la depresión y bombear con el fin de desarrollar enteramente el gato, desatornillar el tornillo de enfoque y comprobar la eficacia del bloque final de curso;
- **Retracción:** desatornillar enteramente el control de depresión, ejercer presión sobre la parte de apoyo para retractar el gato, este debe descender sin inestabilidad. Volver a poner en el lugar el tornillo de enfoque cerrar el tornillo de depresión;
- **Levantamiento:** colocar el gato bajo la carga que debe levantarse, desatornillar la puesta al aire libre. Cerrar el pedido de depresión. Desatornillar el tornillo de enfoque y elevar en aproximadamente 30 m/m de la rótula de apoyo. Bombear en la posición de “APROXIMACION”. Durante el bombeo observar que la copela de apoyo este colocada correctamente bajo la rótula. Cuando el esfuerzo sobre la palanca se funde colocar la palanca en la posición “LEVANTAMIENTO DE CARGA”

llegando a determinada altura, establecer las tuercas de seguridad y cerrar la puesta al aire libre; (Dedienne Aerospace, 2018)

- **Pendiente:** abrir la puesta al aire libre. Desatornillar enteramente hacia arriba las tuercas de seguridad, desatornillar lentamente el tornillo de depresión. Atornillar enteramente el tornillo de enfoque. Retirar el gato. Retratar enteramente los pistones y cerrar la puesta al aire libre y el de depresión. (Dedienne Aerospace, 2018)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

En el capítulo presente se destalla los procedimientos que se realizó para la rehabilitación de la barra de remolque y el elevador hidráulico pertenecientes al helicóptero Súper Puma AS 332B utilizados para su mantenimiento y traslado de un lugar a otro, teniendo en cuenta las medidas de seguridad para evitar daños materiales y físicos. Se desarrolló y se puso en práctica todo el conocimiento adquirido en la Unidad de Gestión de Tecnologías y con la tutoría del Tlgo. Paúl Arcos encargado de la guía de este proyecto para su buen desenvolvimiento en esa tarea. El proyecto de graduación tiene como finalidad proporcionar a los técnicos de mantenimiento del helicóptero en el CEMAE (Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército) un equipo que cuente con las garantías de seguridad y en condiciones operables para su operatividad diaria de los mismos.

3.2 Medidas de seguridad

- Utilizar el equipo de protección personal (EPP)
- Utilizar la herramienta adecuada para el desmontaje, montaje y rehabilitación.

3.3. Herramientas a Utilizar para la rehabilitación de la barra de remolque y el elevador hidráulico

- Software SOLIDWORKS
- 4 llaves mixtas N° 14 , 12, 46 y 35 mm
- Maceta de caucho
- Pinza para seguros
- Llave mixta N° 16 mm
- Soldadora MIG
- Gas Inerte ARGÓN
- Rollo de alambre tubular

- Lima
- Torno
- Cuchilla de interiores de ½ “
- Sierra
- Alicata
- Pie de rey
- Moladora
- Taladro
- Brocas de 5-10 mm
- Cortadora plasma
- Entenalla

3.4 Rehabilitación de la Barra de Remolque

3.4.1 Partes de la Barra de Remolque

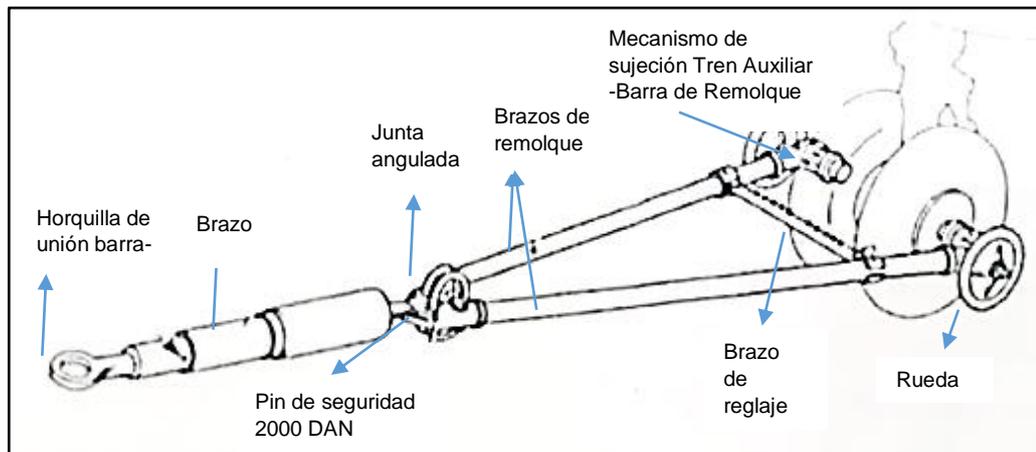


Figura 34 Partes de la Barra de Remolque del Súper Puma

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

3.4.2 Inspección de la Barra de Remolque

Para realizar la inspección de la barra de remolque se realizó de dos maneras visual y por pruebas no destructivas (líquidos penetrantes) a las partes que tienen esfuerzos a la deformación o rompimiento para ser restaurados y los que pueden ser favorables para su operación.

Dentro de esta inspección se tomó en cuenta las diferentes partes que son utilizables y pueden seguir en operación como lo es el pin de seguridad, el cual, se encuentra en buen estado por tal motivo no será cambiado ni reemplazado, el brazo amortiguador que se encuentra en perfectas condiciones y únicamente ingresaran al proceso de pintado.

3.4.3 Evaluación de daños de la Barra de Remolque

Tabla 1

Evaluación de Daños

PARTE	DAÑO	REFERENCIA
Herraje	Regeneración completa por fatiga del material	
Neumáticos	Desgastadas y deformadas	

3.4.4 Dimensionamiento de la Barra De Remolque

1. Se realizó las medidas físicas en la barra de remolque con la ayuda de un pie de rey y un flexómetro.
2. Se tomó nota de las dimensiones para poder ser digitalizadas y poder realizar las plantillas de las partes que serán rehabilitadas.
3. Se realizó el dimensionamiento de cada uno de las partes de la barra de remolque para posterior ser modelado en computadora y así poder tener una imagen realista de cómo se compone la barra de remolque y las partes

a ser rehabilitadas.

4. En el programa SOLIDWORKS se desarrolló las dimensiones de las partes de la barra de remolque. **(VER ANEXO A).**

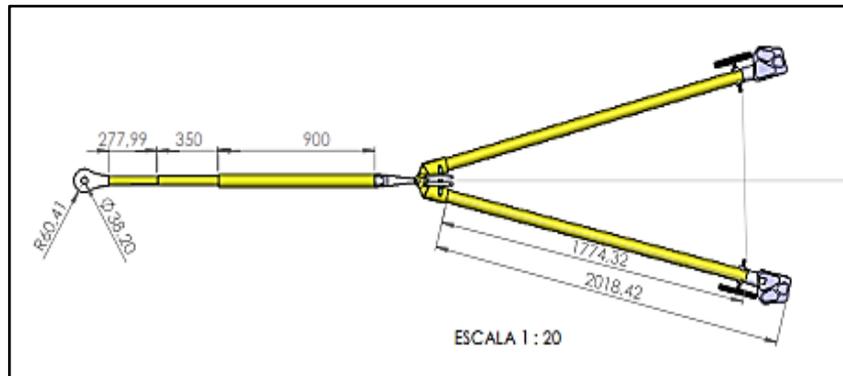


Figura 35 Dimensiones de la Barra

3.4.5 Modelado de las Partes de la Barra de Remolque

1. Con las medidas obtenidas física y después realizadas en digital en AUTOCAD se realizó el modelado en 3D de las partes de la barra de remolque en el programa SOLIDWORKS.
2. Se moldeó cada una de las partes de la barra colocando los datos que el programa nos pide. **(VER ANEXO B)**
3. Se ensambló en el programa todas las partes de la barra dándonos una simulación de la forma física que estará disponible al final de su rehabilitación.

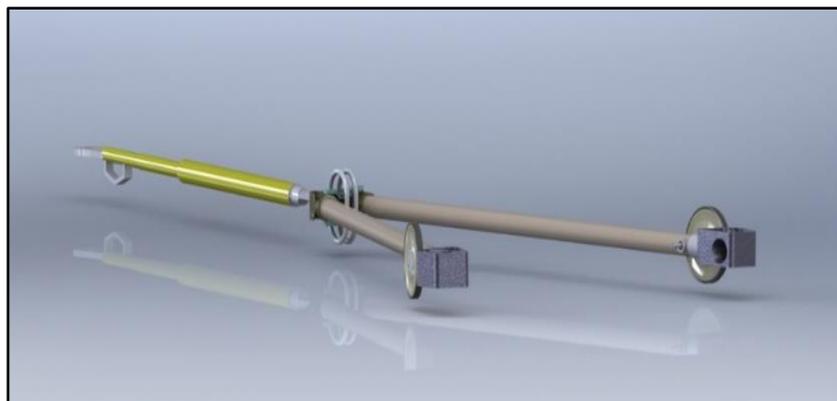


Figura 36 Modelado de la Barra de Remolque

3.4.6 Análisis de las Partes a Rehabilitar

3.4.6.1 Análisis de la junta angulada hacer rehabilitada

1. Se realizó la inspección visual de la junta la cual es de color amarillo, el material de construcción es de aluminio fundido y en esta se encontró fatiga del material, con una fisura en el anillo de la junta derecha.
2. A sido re trabajada por los técnicos de mantenimiento dando una suelda en aluminio en los anillos para mantenerla operable.
3. En la junta izquierda se encontró un anillo roto, la junta se encontraba totalmente deshabilitada por tal motivo se encontraba la barra fuera de servicio.
4. Se realizó prueba de ensayos no destructivos (NDI) utilizando el método por líquidos penetrantes, la cual es el único método que dispone el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército para encontrar fisuras superficiales en estructuras material de aleación ferrosa o no ferrosa.



Figura 37 Análisis Líquidos Penetrantes

5. al realizar la prueba de líquidos penetrantes se encontró que las uniones y toda la junta angulada se encontraba con fisuras por tal motivo necesita ser reemplazada, para lo cual se fabricara una nueva.

a. Líquidos penetrantes

Los líquidos penetrantes son un tipo de ensayos no destructivos el cual detecta discontinuidades presentes en materiales de aleación ferrosa. Su medio de aplicación es:

- Se retira la pintura o cualquier sustancia que este adherida a la parte a analizar quedando únicamente la parte metálica.
- Con el líquido uno o desengrasante se limpia la parte a ser analizada para que este quede sin ningún tipo de suciedad que pueda impedir su visualización.
- Una vez limpia la parte se esparce el líquido 2 o penetrante (puede ser de color rojo o verde dependiendo de la marca), la cual se le deja por 30 minutos hasta que este penetre en todo el material.
- Por último, se esparce el líquido 3 o revelador que es de color blanco el mismo que da la información donde se encuentra fisura y la longitud de la misma, para después ser tratada o reemplazada dependiendo la conclusión del personal de mantenimiento y si necesitara otros tipos de ensayo se los realizaría dependiendo de su inspección.



Figura 38 Líquidos Penetrantes

3.4.6.2 Análisis de los Neumáticos de Transporte

1. Los neumáticos son de color negro de fácil desmontaje, se realizó una inspección visual porque están fabricadas de material plástico, en las cuales no se puede realizar una inspección especial.
2. Se encontró que estas se encontraban desgastadas su recubrimiento de caucho por tal motivo producía un golpeteo fuerte al momento de su

transporte, produciendo una fatiga en todo el material de la barra.



Figura 39 Neumático deteriorado

3.4.7 Planteamiento de Solución

3.4.7.1 Solución de la junta angulada

1. Al realizar todas las inspecciones y determinar que la junta se encuentra en malas condiciones y no puede ser rehabilitada, por tal motivo se tomó la decisión de fabricar una nueva con un material más, duradero y liviano.
2. En el taller de metalurgia del Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército me facilitaron la información necesaria para realizar la junta angulada, y con la ayuda profesional se escogió un material que cumple las condiciones necesarias, como es el acero ASTM A36.
3. Se eligió este tipo de material en vista que aquí en el Ecuador es escaso el aluminio para realizar la junta ya que el aluminio es extremadamente costoso para poder realizar una pieza igual o más resistente.



Figura 40 Acero ASTM A36

4. En la aviación lo que se necesita es evitar peso y que tengan más duración y resistencia, ya que en un vuelo sería peligroso tener demasiado peso dando lugar a elaborar esta junta con este material.
5. El acero ASTM A36 es un material liviano para estructuras resistentes es conocido como hierro negro, no se realiza ningún tratamiento térmico para poder ser trabajado, es eficiente para ser soldado ya que sus características lo permiten. **(VER ANEXO C)**

3.4.7.2 Solución del Neumático

1. Se analizó los neumáticos y se decidió por cambiar los neumáticos de plástico por unas de mejor calidad como son las inflables con su parte interna de metal.
2. Esto permite la movilidad de la barra sin producir fatiga a las partes de la barra, ya que amortigua su y disminuye su desgaste en tiempo y uso.

3.4.8 Análisis de Diseño de Sustentación de la Junta Angulada

1. La junta angulada fue dimensionada en SOLIDWORWS y obtuvo las medidas para realizar las plantillas y fabricar la misma. **(VER ANEXO D)**

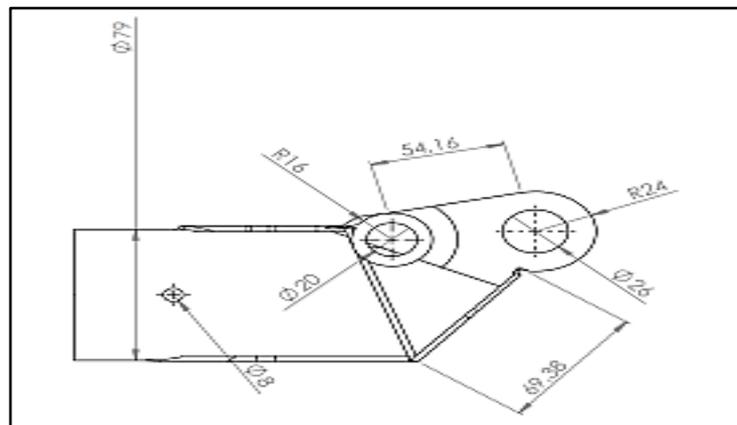


Figura 41 Dimensiones Vista Superior

6. Se realizó un análisis estático con la ayuda profesional de la empresa VISION SOLUTION que nos proporcionaron los cálculos y gráficos.
7. Se adjuntó la simulación de las tensiones, deformaciones y desplazamientos que está expuesto las juntas anguladas, donde el color

verde y azul expresa que la junta está bien diseñada y el color rojo indica donde tendrá las deformaciones o fisuras después de varias pruebas simuladas.

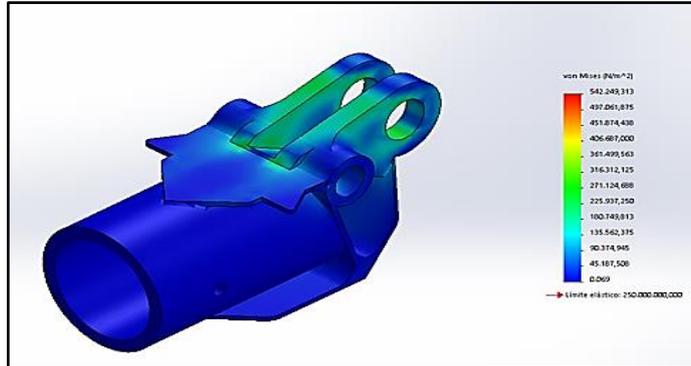


Figura 42 Análisis de Tensiones

8. Al realizar la simulación se supo los esfuerzos más predominantes y en los cuales se necesitará reforzar para evitar cualquier rompimiento o fisura al momento de realizar el remolcamiento en forma real. **(VER ANEXO E)**

3.4.9 Diseño terminado de la Junta angulada

Una vez realizado los análisis y las simulaciones de las cargas y esfuerzos que es sometido la estructura del herraje entrando en los parámetros adecuados para poder ser fabricado, teniendo en cuenta que será fabricado en hierro para mejoras de duración, evitando rompimientos y fisuras a lo largo de su utilización al momento de realizar el remolque de la aeronave en forma real.

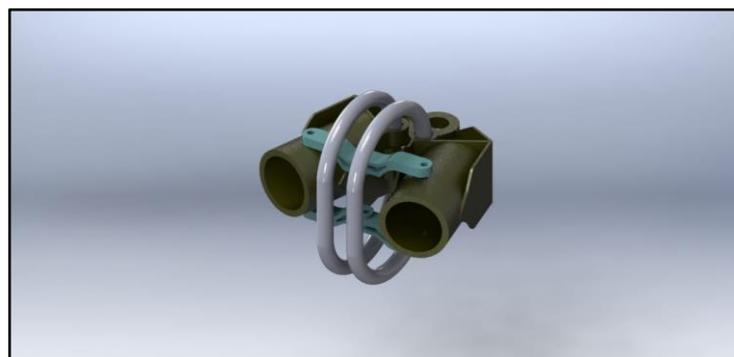


Figura 43 Diseño estructura terminada

3.4.10 Construcción de la Junta Angulada

3.5.10.1 Elaboración de las planillas y corte en el material

1. Para la construcción del herraje se tomó en cuenta los principios básicos de soldadura, corte y pruebas de Ensayos no Destructivos (NDI).
2. Se tomó en cuenta todas las medidas de seguridad para manejar y manipular las herramientas a ser utilizadas.
3. Se utilizó todos los equipos de protección personal para realizar los diferentes trabajos.
4. Con las medidas obtenidas en SOLIDWORKS se realizó las plantillas en papel a escala real, para poder realizar los cortes de cada parte del herraje.
5. Se implantó las planillas en la placa de hierro de 8mm de espesor con la cinta adhesiva, verificando que no se levante los bordes al momento de señalar.
6. Con un rayador o escariador se rayó en la placa para que quede marcada y poder realizar el corte.



Figura 44 Señalización en la placa

7. Con la ayuda de una cortadora a plasma la misma que corta el hierro de una manera limpia y uniforme, esta utiliza aire a presión y corriente dependiendo del material y espesor se selecciona el amperaje para cortar

los diferentes tipos de materiales como lo es el acero, el hierro, materiales no ferrosos, entre otros, que tengan menos de una pulgada de espesor.

Para cortar la placa de hierro se utilizó un amperaje de 45 Amperios, el cual realizó el corte sin ningún problema.



Figura 45 Corte con Plasma

8. Se realiza los orificios con la ayuda de una fresadora para realizar los agujeros para posterior realizar en el torno los agujeros donde ingresa el pin fusible y este quede justo para tener la junta casi terminada.



Figura 46 Agujeros con la Fresadora

9. Se realizó las empuñaduras de agarre con la ayuda de una dobladora de tubos para posterior ser instalados en la junta angulada dando la forma

de los originales.



Figura 47 Empuñadura de agarre

3.4.10.2 Torneado de los Tubos de Acople.

1. Se tomó en cuenta todas las medidas de seguridad para manejar y manipular el torno.
2. Se utilizó todo el equipo de protección personal para salvaguardar nuestra integridad física y evitar lesiones.
3. Se cortó dos tubos huecos de hierro de 3" y de 15 cm de longitud.



Figura 48 Corte del Tubo

4. Se utilizó un torno el mismo que es una herramienta que sirve para moldear, devastar, ranurar piezas de manera geométrica a partir de las revoluciones que este genera, mediante unas cuchillas que van devastando o dando forma al material a utilizar.
5. Con una cuchilla de exteriores N° 5/16 se desbaste la parte externa de los tubos a la medida deseada de acuerdo a las medidas obtenidas de la parte real y que se realizó en SOLIDWORWS.



Figura 49 Devastación externa

6. Con una cuchilla de interiores de $\frac{1}{2}$ se devastó la parte interna del tubo hasta obtener la medida anhelada de acuerdo a las de la parte real y obtener un acoplamiento ideal al momento de ensamblar todas las partes.



Figura 50 Devastación interna

7. Al realizar todo el devasto externos e internos de los tubos se encuentran listos para entrar a la próxima fase que es la de soldeo con las otras partes ya terminadas.

3.4.10.3 Proceso de soldadura de la Junta de Unión

1. Se tomó en cuenta todas las medidas de seguridad para soldar y manipular la soldadora de Metal con Gas Inerte MIG.
2. Se utilizó todo el equipo de protección personal para salvaguardar nuestra integridad física y evitar lesiones.
3. El proceso de soldadura por Gas Inerte MIG es un proceso donde se utiliza un Gas inerte como el Argón o el Helio para tener un cordón uniforme y el cual evita que se produzca más escoria, también se utiliza amperaje para realizar la suelda la cual es de 70 Amperios

Se escogió este tipo de suelda por su uniformidad y consistencia ya que este puede soldar sobre material ferroso, no ferroso como el hierro el cual vamos a utilizar, este material se funde a 1200 °C y el cordón realizado es muy consistente y duradero.



Figura 51 Soldadora MIG

4. Las partes cortadas se colocó de forma homogénea para evitar desigualdades al momento de soldar y se las va sosteniendo firmemente con una entenalla la cual ayuda a que no exista ningún movimiento al momento de que entre al proceso de soldeo.



Figura 52 Soldeo con MIG

5. Al momento de aplicar la suelda se debe realizar de manera continua la parte a soldar para que no exista discontinuo.
6. Una vez verificada el cordón de soldadura se repite la acción, por varias instancias hasta que la junta quede físicamente terminada.



Figura 53 Junta terminada

7. Una vez terminada se realiza una prueba de NDI por líquidos penetrantes.
(VER ANEXO F)



Figura 54 Análisis por NDI

3.4.11 Cambio de los neumáticos de transporte

1. Se realizó el cambio del pasador del neumático viejo al neumático inflable, este únicamente disponía de una tuerca y un pasador de seguridad que, al momento de retirar, sale el pasador y puede retirar el neumático usado para ser colocada la nueva sin complicaciones.



Figura 55 Cambio de eje del neumático

2. Se coloca los neumáticos inflables en cada pasador y se asegura con su pasador quedando lista para ser ensamblado en la barra de remolque completa.



Figura 56 Prueba de neumáticos

3.4.13 Realización de pruebas funcionales

1. Al armar la barra completa se verificó las uniones y sus pernos que estén bien aseguradas.



Figura 57 Armado de la junta a la barra de remolque

2. Se verificó los neumáticos llevando la barra de remolque hasta el lugar donde se encuentra el helicóptero para ser remolcado, cumpliendo con lo

esperado, que es brindar amortiguación al momento de su transporte.



Figura 58 Prueba de los neumáticos

3. Se colocó la barra de remolque al Helicóptero Súper Puma para probar la resistencia en forma real del remolcamiento.
4. Se remolcó la aeronave del hangar de mantenimiento hasta la plataforma cumpliendo con los estudios realizados.

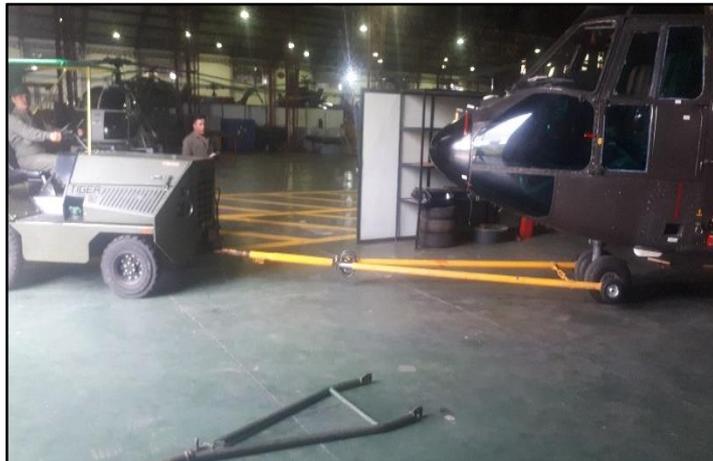


Figura 59 Remolcamiento de la aeronave

5. Se realizó los chequeos después de realizar la prueba de funcionamiento para verificar si no existió ninguna fisura.
6. Ser realizo el recubrimiento orgánico de color amarillo para ser entregado al CEMAE el cual nos emitió un certificado de cumplimiento del proyecto

sobrepasando las expectativas de funcionamiento y calidad del material.
(VER ANEXO G)



Figura 60 Recubrimiento Orgánico

3.5 Rehabilitación del Elevador Hidráulico del Helicóptero Súper Puma

3.5.1 Partes del Elevador Hidráulico

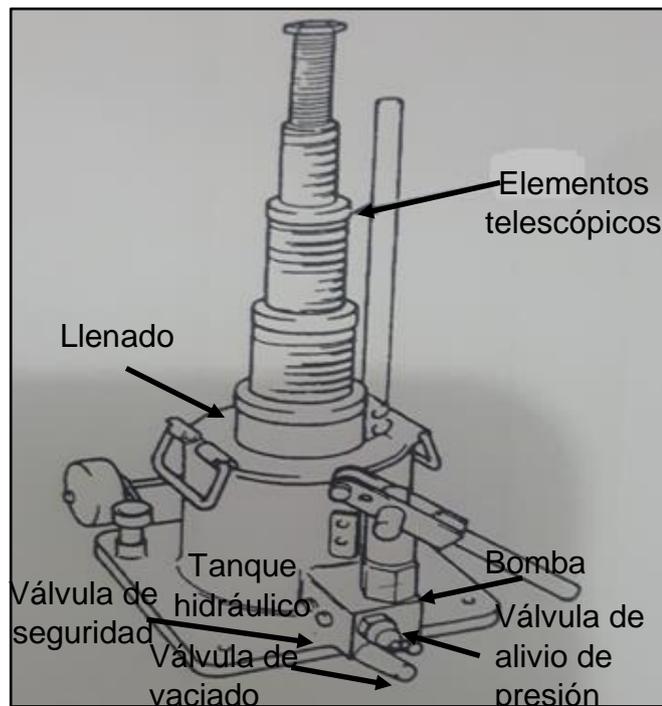


Figura 61 Partes del Elevador Hidráulico

Fuente: (AEROSPASTIALE, 2015)

3.5.2 Análisis del Elevador Hidráulico

El elevador hidráulico es de color amarillo consta de tres etapas de

elementos telescópicos, tiene una bomba manual para su funcionamiento, una válvula de llenado y vaciado de hidráulico; este elevador puede soportar hasta seis toneladas de peso por tal motivo levanta la aeronave Súper Puma sin ningún problema ya que esta pesa 4500 Kg.

Para su transporte consta de dos ruedas pequeñas, con la ayuda de la palanca externa de la bomba, la cual se acopla a unos pihuelos los mismo que están acoplados al elevador y facilitan el transporte hasta su lugar donde van hacer puestas en funcionamiento.

3.5.3 Diagnostico Funcional del Elevador Hidráulico

1. Al realizar las pruebas del elevador, se tuvo constancia que subía, pero al momento de colocar peso sobre el mismo este no resistía y empezaba a bajarse los elementos telescópicos sin poner resistencia, sin muestras de goteo o derrame de hidráulico por sus extremos.
2. En la bomba fugó liquido hidráulico al momento de realizar un bombeo manual con la palanca.



Figura 62 Fuga en la Bomba

3.5.4 Planteamiento de Solución del Elevador Hidráulico

La solución más adecuada para este tipo de problemas en un elevador hidráulico, sin que exista presencia de fisuras o algún problema externo, es la

de desmontar todas sus partes y revisar cada uno de sus componentes como son válvulas internas, retenedores, juntas y la bomba, para de esta manera dar con las fallas que causa que el elevador actúe de manera inusual.

Los elevadores hidráulicos por las cargas que estos soportan, la mayoría sufre sus daños en los retenedores y sus juntas ya que estas por la presión que ejecutan llegan a colapsar y se rompen, permitiendo que se vaya la presión y exista fugas del líquido hidráulico.

3.5.5 Desmontaje del Elevador Hidráulico

3.5.5.1 Vaciado y Desmontaje de las válvulas

1. En primera instancia se desajustó la válvula de vaciado y se vació el líquido hidráulico del tanque en un recipiente para después ser reciclado.



Figura 63 Vaciado del Líquido Hidráulico

2. Para revisar la falla que al momento de generar presión no aguanta el peso, se empezó con el desmontaje de la válvula de alivio de presión con la ayuda de una llave de 24 mm.



Figura 64 Válvula de Alivio de Presión

3. Al realizar el retiro de esta válvula se pudo apreciar que su sello de retención era de cobre el mismo que se encontraba desgastado y será cambiado de manera oportuna, para lo cual se tomó medidas del mismo con la ayuda de un pie de rey.



Figura 65 Sello Desgastado

4. El sello se adquirió en el mercado en vista que este era un sello de venta libre en el mercado.
5. Se desmontó las válvulas de retorno y presión con la ayuda de una llave de 21 mm, estas disponían de sellos de cobre los cuales se encontraban en perfectas condiciones.
6. Se encontró que su válvula de retorno una bola y la de presión es una pieza en forma de flecha con un resorte las cuales permiten el paso del líquido, pero no su retorno las misma que se encontraba en perfectas condiciones.



Figura 66 Válvulas de presión y retorno

7. En la cámara de la válvula de retorno se encontró una falla que había una picadura para lo cual se realizó una rectificación con la ayuda de un taladro y una lima fina quedando este en perfectas condiciones.



Figura 67 Rectificación

3.5.5.2 Desmontaje de los Elementos Telescópicos

1. Se desmontó los elementos telescópicos que disponen de seguros a su extremo para evitar que los seguros puedan salir, con la ayuda de pinzas de seguros se retiró los seguros y los seguros propios del elevador.



Figura 68 Desmonte de los Seguros

2. Se desmontó los sellos telescópicos realizando a cada uno su debida inspección visual,
3. Al retirar todos los elementos telescópicos se encontró que en el segundo

elemento un sello de duramid se encontraba roto para lo cual no se encuentra este en el mercado y debe ser fabricado.



Figura 69 Sello Roto

4. Con un pie de rey se tomó medidas del sello y con la ayuda de un torno se fabricó el mismo.

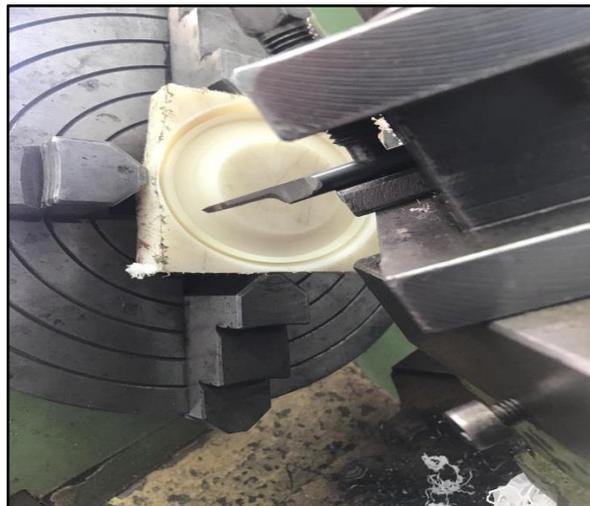


Figura 70 Fabricación del Sello

5. Se desmontó el sello de cobre y el retenedor para tener un acceso poder montar el sello de duramid y poder dejar el elemento listo para ser montado después de la revisión total del elevador hidráulico.
6. Se montó el sello fabricado de Duramid en el elemento telescópico

quedando estos de manera operable, ya que únicamente el segundo elemento presentó la falla y los demás elementos y el tanque se encontraban en perfectas condiciones.



Figura 71 Colocación del Sello

3.5.5.3 Desmontaje de la bomba

1. La bomba se aflojó con la ayuda de una llave de 46 mm para verificar sus sellos y retenedores.
2. Al retirar el cuerpo de la bomba se verificó el sello de cobre el mismo que se encontraba en perfectas condiciones al igual que su recamara, no se encontró desperfecciones estando operable.

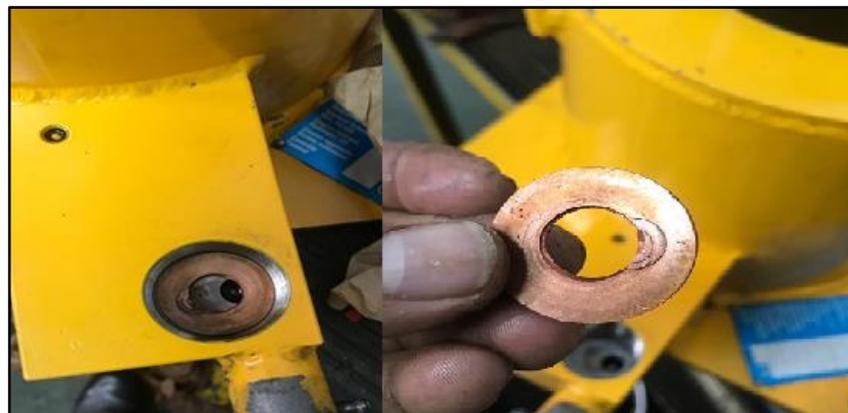


Figura 72 Sello de cobre y recamara de la Bomba

3. Se retiró el vástago de la bomba y en este se encontró que los retenedores estaban deteriorados y no aguantaban la presión que esta ejercía, y por

tal motivo se fugaba el líquido hidráulico por los extremos del vástago.

4. Los retenedores fueron adquiridos en el mercado los cuales fueron reemplazados quedando en óptimas condiciones para su prueba funcional.

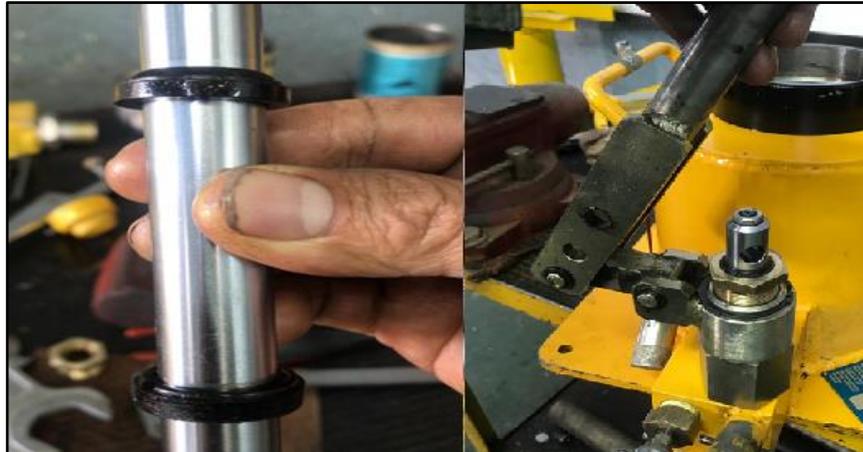


Figura 73 Desmontaje de Retenedores de la Bomba

3.5.6 Pruebas Funcionales

1. Al momento de realizar el montaje del elevador hidráulico se desarrolló con pasos inversos del proceso de desmontaje y realizando pruebas de operación de elevamiento y retracción de los elementos telescópicos quedando en condiciones operables para realizar las pruebas funcionales.
2. Se trasladó el elevador hidráulico hacia la aeronave para realizar las pruebas de elevación y presencia de fugas en el mismo.
3. Se aplicó fuerza manual en la palanca de la bomba para realizar la elevación de los elementos telescópicos.
4. Los elementos telescópicos subieron hasta topar la aeronave sin ninguna en el punto de elevación complicación.
5. Se aplicó más fuerza para el levantamiento de la aeronave observando el elevamiento de la misma y de los elementos telescópicos a la vez que es de 1130 mm, no presentando fugas y ningún tipo de obstrucción al momento de elevación.

6. Llegaron a su fin de carrera del deslizamiento de los elementos telescópicos, dejándolos por 30 minutos comprobando su resistencia al peso de la aeronave y la estanqueidad del elevador hidráulico como prueba de funcionalidad quedando en condiciones operables.

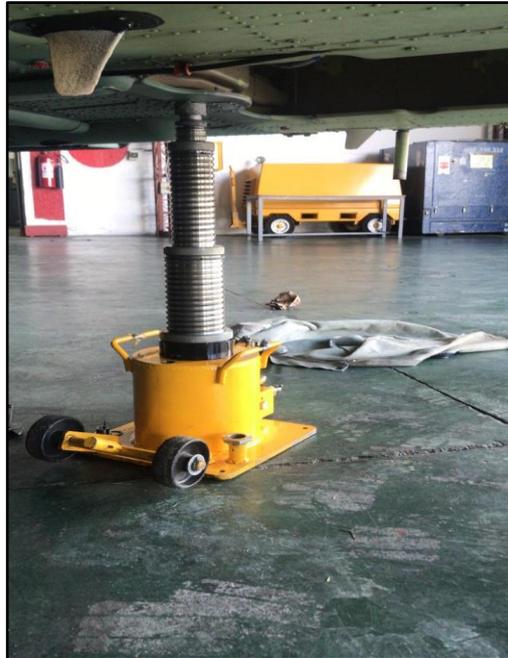


Figura 74 Comprobación

7. Realizadas sus pruebas se realizó el recubrimiento orgánico de color amarillo y cambio de sus neumáticos para en posterior ser entregada al CEMAE el cual emitió un certificado de cumplimiento de proyecto, cumpliendo con las normas de calidad. **(VER ANEXO G)**



Figura 75 Recubrimiento Orgánico

3.6 Simbología en Diagramas de Flujo

Los diagramas de flujo usan formas especiales para representar diferentes tipos de acciones o pasos en un proceso. Las líneas y flechas muestran la secuencia de los pasos y las relaciones entre ellos. Estos son conocidos como símbolos de diagrama de flujo.

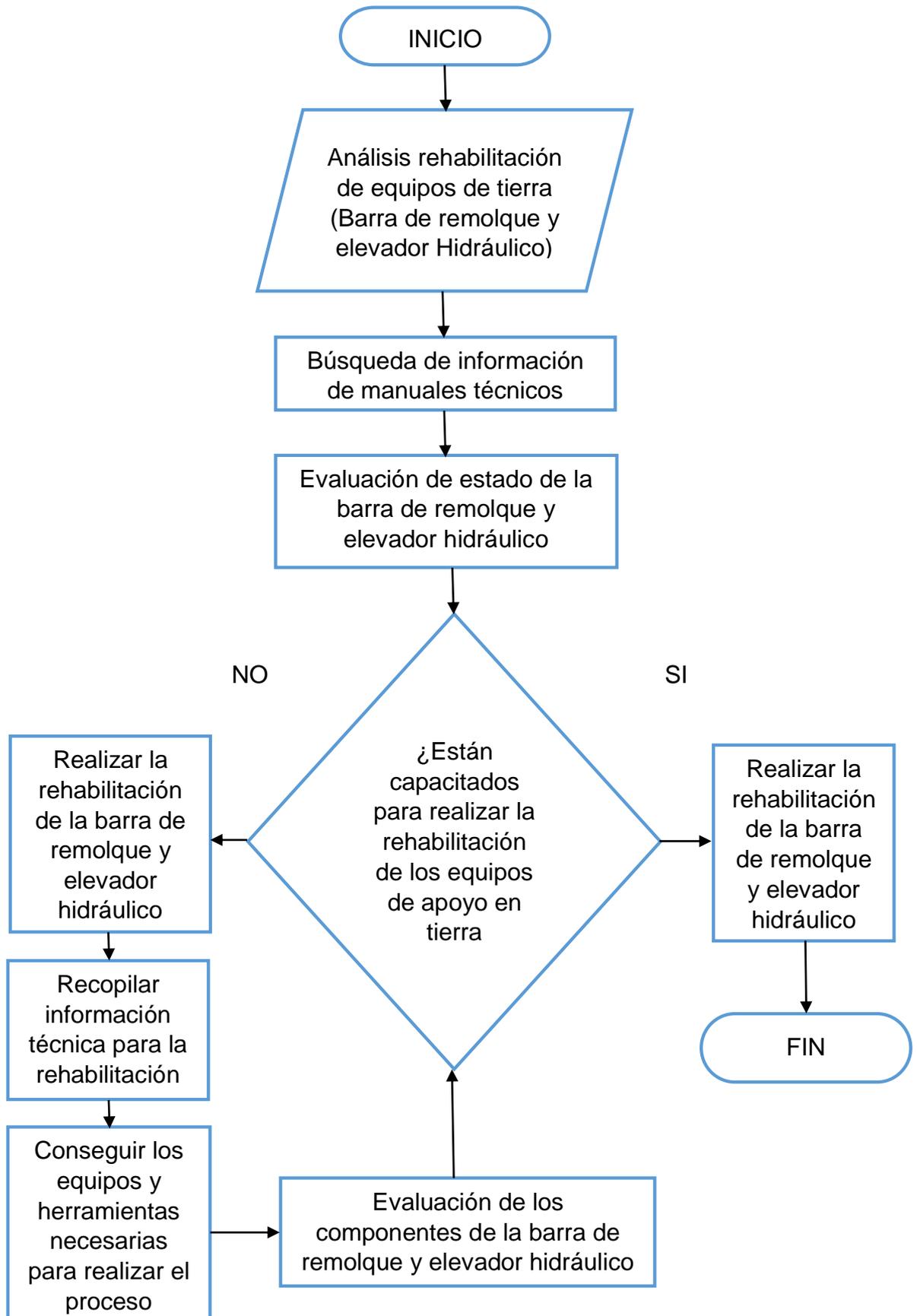
El diagrama de flujo ofrece una descripción gráfica de las actividades implicadas en un proceso, mostrando la relación secuencial entre ellas facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso, las operaciones interdepartamentales, facilita también la selección de indicadores de proceso. (SMARTDRAW, 2017)

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Figura 76 Símbolos de Diagramas de Flujo

Fuente: (SMARTDRAW, 2017)

3.7 Diagrama de Flujo de Análisis del Tema



3.8 Presupuesto

El presupuesto presentado en el anteproyecto fue realizado con valores promedios que rodeaba 720 USD, los cuales no era valores fijos, pero en durante el tiempo en que se desarrolló el proyecto se llegó a contabilizar el valor total.

3.8.1 Análisis de Costos

Para la rehabilitación de la barra de remolque y el elevador hidráulico pertenecientes al Helicóptero Súper Puma, se detallan los costos primarios y secundarios.

Costos primarios

- Materiales y herramientas

Costos Secundarios

- Tramites de solicitudes de graduación
- Elaboración de textos
- Varios (Transporte y Alimentación)

3.8.1.1 Costos primarios

Tabla 2

Total Costos Primarios

Descripción	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Placa de Acero ASTM A36 de 40x40 cm de 8 mm de espesor	2	50	100
Tubos de acero ASTM A36 15 cm de 3 plg	2	35	70
Tubos de acero ASTM A36 1m de 1 plg	2	15	30
Duramid 30 cm	1	30	30

Anillo de retención	6	4	24
Anillos de cobre	6	1	6
Neumáticos inflables	25	2	50
Cuchillas de interiores	3	15	45
Cuchilla de exteriores y desbaste	2	8	16
Discos de devaste	2	6	12
Rollo de alambre para soldadora MIG	1	20	20
Boquilla de soldadora MIG	2	7.50	15
Ensayo de NDI	1	48	48
Pintura de poliuretano	2 litros	10	20
Alquiler de torno	N/A	N/A	60
Alquiler de cortadora plasma	N/A	N/A	50
Alquiler de soldadora MIG	N/A	N/A	30
Adquisición de software	1	50	60
Equipos de protección	4	50	50
TOTAL			736,00

3.8.1.2 Costos secundarios

Tabla 3

Total Costos Secundarios

Nº	Detalle	Valor total USD
1	Tramites de solicitudes de graduación	15
2	Elaboración de textos	140
3	Impresión de planos en formato A3	5

4	Varios (Transporte y Alimentación)	250
TOTAL		410,00

3.8.2 Costo total del proyecto de grado

Tabla 4

Total Costo del Proyecto

Nº	Detalle	Valor total USD
1	Gastos Primarios	736,00
2	Gastos Secundarios	410,00
TOTAL		1146,00

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Con la ayuda de la información técnica que dispone la Aeronave y los técnicos del Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército se adquirió un conocimiento técnico-práctico que va de acorde al perfil profesional de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE, logrando de esta manera la rehabilitación de la Barra de Herramientas y el elevador hidráulico pertenecientes al Helicóptero Súper Puma.
- Con el aporte técnico del personal de mantenimiento pertenecientes al Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército, se pudo desarrollar el proyecto dentro de las instalaciones de los talleres de suelda y torno para poder fabricar la junta angulada de la barra de remolque y los sellos que requería el elevador hidráulico que no son comerciales localmente en vista que son productos aeronáuticos de difícil adquisición, de tal manera se tomó la decisión de realizar los mismos productos de similares características para poder desarrollar el proyecto cumpliendo con las necesidades que estos imponían para llegar a cumplir con el objetivo del proyecto de grado.
- En las inspecciones que se realizó a la barra de remolque y el elevador hidráulico se consideró los factores de resistencia y carga de cada de una, para lo cual en la barra de remolque se optó por cambiar de material en la junta angulada, en vista que la original era de fabricación de aluminio, el cual es frágil y por las cargas que es expuesta no soporta tendiéndose a romper, por tal motivo se eligió un material de características similares pero más resistente como es el Acero ASTM A36, de la misma manera en el elevador hidráulico se visualizó que sus fallas eran por rompimiento de los empaques los cuales se adquirieron en el mercado local con las mismas especificaciones y medidas que requería este proyecto.

4.2 Recomendaciones

- Es importante utilizar en este tipo de trabajos las herramientas y los materiales adecuados durante la rehabilitación, para evitar daños tanto a las aeronaves, como físicas al personal de mantenimiento, debido a que estos equipos de apoyo son utilizados para realizar los mantenimientos diarios, periódicos y complementarios de la aeronave.
- Para el trabajo realizado es importante la seguridad, por tal motivo se debe utilizar todos los implementos del equipo de protección personal, por el uso de máquinas industriales que pueden provocar cualquier daño irreversible en la condición física de la persona que las manipula.
- Se debe tomar en cuenta las características de cada material para poder realizar cualquier tipo de trabajo, tomando en cuenta todos los factores que estos presentan, evitando trabajos que puedan dificultar su desempeño al momento de cumplir con sus tareas para las cuales fueron diseñadas.

GLOSARIO

Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Barra de remolque: es un mecanismo horizontal utilizado para el enganche de un vehículo con una aeronave a ser remolcada o tirados

Bomba: Aparato que aprovecha la energía cinética del caudal del líquido para mover parte del líquido a un nivel superior.

Elevador hidráulico: máquina empleada para la elevación de cargas pesadas mediante el accionamiento manual de una manivela o una palanca, accionada por un líquido hidráulico que genera la presión por el principio de pascal.

Helicóptero: Aeronave que es sustentada y propulsada por uno o más rotores horizontales, cada uno formado por dos o más palas.

Junta angulada: unión de dos piezas que en la esquina cambian su dirección para soportar un pin de seguridad en una barra de remolque.

Manual técnico: Un manual técnico es aquel que va dirigido a un público con conocimientos técnicos sobre algún área.

Pin de seguridad: elemento de seguridad de la barra de remolque, la cual se rompe cuando se genera una fuerza superior a la que es fabricada.

Rehabilitación: Conjunto de técnicas y métodos que sirven para recuperar una función o actividad de un cuerpo que ha disminuido o se ha perdido a causa de un accidente o un mal manejo.

Retenedor: es un sello que evita o reduce al mínimo el paso de aceite que podría escaparse fácilmente de la holgura existente entre dos piezas de una máquina, que está en movimiento una con respecto a la otra, como por ejemplo un eje rotatorio y su apoyo.

Sello: son dispositivos los cuales tratan de impedir la salida (o entrada) de fluido de una máquina o recipiente.

Válvula: Dispositivo que abre o cierra el paso de un fluido por un conducto en una máquina, aparato o instrumento, gracias a un mecanismo, a diferencias de presión, etc.

ABREVIATURAS

SAR: servicio aéreo de rescate

VNE: Nunca exceder velocidad

CTP: Caja de Transmisión Principal

CTT: Caja de transmisión Trasera

CTI: Caja de Transmisión Intermedia

TBT: Tractores con barra de Remolque

TBLT: Tractores sin barra de Remolque

VOR: Radiofaro Omnidireccional

DME: Equipo medidor de Distancia

ADF: Buscador Automático de Dirección

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

PA: Piloto Automático

MIG: Metal Inert Gas

BIBLIOGRAFÍA

Manuales

- AEROSPASTIALE. (2015). *MANUAL DE INSTRUCCION DEL HELICOPTERO SÚPER PUMA*. FRANCIA: AEROSPASTIALE.

Internet

- CISNEROS, A. (9 de NOVIEMBRE de 2012). *DIARIVM*. Recuperado el 01 de NOVIMBRE de 2018, de http://diarium.usal.es/andres_cisneros/2012/11/09/eurocopter-as332-super-puma/
- Dediene Aerospace. (2018). *Gato para avión - Todos los fabricantes de la aeronáutica*. Obtenido de <http://www.aeroexpo.online/es/prod/dedienne-aerospace-sas/product-168605-11822.html>
- Edder, C. (12 de Junio de 2012). *Instituto Politecnico Nacional/ Repertorio Tesis*. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/11539/36.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fraga, C., Fuentes, I., & Hernandez, A. (Junio de 2013). *Tesina Barra Remolque - IPN / Tesis Institucionales*. Recuperado el Noviembre de 2018, de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/12536/1/1899%202013.pdf>
- GOMEZ, J. O. (2011). *escuela politécnica del ejército - Repositorio ESPE*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3820/1/T-ESPEL-0801.pdf>
- Ismael. (09 de Octubre de 2016). *Como funciona*. Obtenido de <http://comofunciona.co.com/el-gato-hidraulico/>

- Langa Industrial. (2010). *Langa*. Obtenido de <http://defensa.langaindustrial.es/es/equipos-aeronauticos/gatos-hidraulicos-para-aviones-y-helicopteros>
- Leon, c., Uribe, J., & Triana, J. (2016). *Propuesta del diseño de un manual de mantenimiento de equipos de apoyo en terrestre para aeronaves para satisfacer las necesidades en el proceso de reaparacion de vehiculos en el aeropuerto de San Andres Isla para la empresa solicitante*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1924_IN.pdf
- Mario, M. (2011). *Instituto politécnico nacional - IPN / Tesis Institucionales*. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/9098/1675%202011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quiminet. (07 de diciembre de 2011). *Quinet.com*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/gato-hidraulico-funcionamiento-y-tipos-2650085.htm>
- SMARTDRAW. (23 de Julio de 2017). *SMARTHDRAW*. Obtenido de <https://www.smartdraw.com/flowchart/simbolos-de-diagramas-de-flujo.htm>

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Peñafiel Domínguez Oscar Fabricio

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 07 de junio de 1988

CEDULA DE CIUDADANIA: 1716060460

TELEFONO: 0984304178

CORREO ELECTRONICO: daddy_panas@hotmail.com

DIRECCION: Ambato, calles Verde loma y Quilindaña S2-22



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Unidad Educativa Oswaldo Guayasamín

SECUNDARIA: Instituto Tecnológico Superior "Sucre"

SUPERIOR: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

TITULOS OBTENIDOS

- Bachiller Técnico en Electrónica Industrial
- Tecnólogo en Ciencia Militares
- Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

EXPERIENCIA LABORAL

EMPRESA: Unidad de Gestión de Tecnologías (168H)

EMPRESA: CEMAE 15 (180 H)

EMPRESA: GAE 44 "Pastaza" "Portoviejo (200H)

EMPRESA: GAE 43 "Portoviejo (200H)

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONZABILIZA EL AUTOR

PEÑAFIEL DOMINGUEZ OSCAR FABRICIO
CC: 1716060460

DIRECTOR DE CARRERA DE MECANICA AERONAUTICA

ING. BAUTISTA ZURITA RODRIGO CRISTOBAL

Latacunga, Febrero del 2019

SESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **PEÑAFIEL DOMINGUEZ OSCAR FABRICIO**, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Aviones, en el año 2018, con Cedula de Ciudadanía No. 1716060460, autor del trabajo de Graduación “**INSPECCIÓN Y REHABILITACIÓN DE LOS EQUIPOS DE APOYO EN TIERRA (BARRA DE REMOLQUE Y ELEVADORES HIDRÁULICOS) DEL HELICÓPTERO SÚPER PUMA AS332B PERTENECIENTE AL CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO**”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

Para la constancia firmo la presente sesión de propiedad intelectual.

PEÑAFIEL DOMÍNGUEZ OSCAR FABRICIO

Latacunga, febrero del 2019