

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD TECNOLOGIA**

**CARRERA AERONÁUTICA**



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA HELICOPTERO DE TIPO AS 350 B3 EN LA EMPRESA  
HELINKA BOLIVIA SRL**

Informe de pasantía para la obtención el Grado de Técnico Superior

**POR: RUDY MIRANDA MARCA**

**TUTOR: LIC. AER. MARCO LAZARTE HURTADO**

**LA PAZ - BOLIVIA**

**2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi eterno agradecimiento a mis Padres quienes fueron los pilares para la construcción de mi futuro.

Mis sinceros agradecimientos a la Facultad de Técnica de la U.M.S.A., la carrera de Aeronáutica y Docentes, Autoridades, por la formación a lo largo de estos años de estudio y su continuo apoyo y solidaridad.

Por haber colaborado en la revisión, sugerencias, observaciones y aportes: Lic. Ruben Julio Ramirez Gerente de de Mantenimiento de Helinka Bolivia SRL.

### ***DEDICATORIA***

A mis padres: Severino Miranda Quispe, Natalia Marca Marca mis hermanos, por su constante aliento, amor y comprensión quienes hicieron posible este trabajo.

Reciban mi gratitud.

Gracias.

R. M. M.

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA HELICOPTEROS DE TIPO AS 350  
B3 EN LA EMPRESA HELINKA BOLVIA SRL**

**INDICE**

GLOSARIO	7
INTRODUCCIÓN	11
<b>CAPITULO I</b>	<b>12</b>
<b>CARACTERISTICAS DE LA EMPRESA HELINKA BOLIVIA SRL</b>	<b>12</b>
1.1.- CREACION DE LA EMPRESA HELINKA BOLIVIA SRL.	12
1.2.- PRINCIPAL ACTIVIDAD DE HELINKA BOLIVIA SRL	12
1.3.- AERONAVES QUE OPERA HELINKA BOLIVIA SRL.	15
1.4.- ESTRUCTURA ORGANICA RELEVANTE DE LA ORGANIZACIÓN.	17
1.4.1.- ORGANIGRAMA	18
1.4.2.- LA GESTION DEL MANTENIMIENTO	18
1.4.2.1.- ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO (RAB 43.45)	18
<b>CAPITULO II</b>	<b>19</b>
<b>CARACTERISTIUCAS DEL HELICOPTERO AS 350 B3</b>	<b>19</b>
2.1.- CARACTERISTICAS GENERALES DEL HELICOPTERO	19
<b>3.3.1.- GENERALIDADES</b>	<b>19</b>
2.2.- ESTRUCTURA	22
2.3.- DIMENSIONES	23
2.4.- ESTRUCTURA DEL CUERPO	24
2.5.- SISTEMA PRINCIPAL DE TRANSMISION (MAIN ROTOR DRIVE SYSTEM).	25

2.6.- ROTOR PRINCIPAL	26
2.7.- SISTEMA DE TRANSMISION DE ROTOR DE COLA (TAIL ROTOR DRIVE SYSTEM).	27
2.8.- ROTOR DE COLA	30
2.9.- MOTOR Y SUS CARACTERISTICAS	31
<b>CAPITULO III</b>	<b>32</b>
<b>PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>32</b>
3.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO	32
<b>3.1.1.- EL MASTER SERVICE MAINTENANCE (MSM)</b>	<b>32</b>
<b>3.1.2- TIPOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>33</b>
<b>3.1.3.- CLASES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>33</b>
<b>3.1.4.- INTERVALOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>35</b>
<b>3.1.5.- ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE MANTTO DE LA AERONAVE</b>	<b>36</b>
3.2.- FORMULARIOS A EMPLEAR	37
<b>3.3.- PUBLICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>39</b>
<b>CAPITULO IV</b>	<b>42</b>
<b>PRÁCTICAS REALIZADAS EN LA EMPRESA</b>	<b>42</b>
4.1.- GUIA DE INSPECCIONES PROGRAMADAS	46
<b>4.2. INSPECCION DETALLADA DEL EJE DE LA BOMBA HIDRAULICA</b>	<b>49</b>
4.3. INSPECCION VISUAL GENERAL DE LOS ROD END FITTINGS	52
4.4. INSPECCION DETALLADA DEL ACUMULADOR DEL YAW COMPENSATOR (SERVO HIDRAULICO DE ROTOR DE COLA).	55
<b>COCLUSIONES</b>	<b>59</b>

## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1 ORDEN DE TRABAJO</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO 2 RETORNO AL SERVICIO</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO 3 CUMPLIMIENTO DE ADs</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO 4 PRODUCTO AERONAUTICO CAMBIADO</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO 5 MANTENIMIENTO COMPLEMENTARIO</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO 6 MANTENIMIENTO DIFERIDO</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO 7 REPORTE DE MAL FUNCIONAMIENTO</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO 8 PEDIDO DE MATERIAL</b>	<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>69</b>

## GLOSARIO

### DEFINICIONES

Las definiciones más relevantes se encuentran descritos en el desarrollo de los manuales de mantenimiento específicos de la aeronave y motor.

### ABREVIACIONES

A	Inspección básica con límite calendario
ALF	Check after the last Flight of the Day
ALL MP/N	Todos los Fabricantes de Part Numbers
ALS	Airworthiness Limitations Section
AMM	Aircraft Maintenance Manual
ASB	Alert Service Bulletin
BFF	CheckBeforeFirst Flight of the day
C	Mayor Inspection with a Calendar limit
CLN	Cleaning
CM	Condition Monitoring
CMM	Componente Maintenance Manual
D	Day
DI	Detailed Inspection
DRN	Draining
DS	Discard
EASA	European Aviation Safety Agency
ED	Expire Date

EMM	Engine Maintenance Manual
FAA	Federal Aviation Administration
FC	Functional Check
FH	Flight Hour
FLM	Flight Manual
FM	Log Card
FT	Functional Test
G	Major Inspection withan hour-based time limit
GR	Ground Run
GRT	Spread-outmajor Inspection
GVI	General Visual Check (Visual inspection with Access equipment and standard tools)
LOEDU	List of effective Document Units
LC	Landing Cycle
LUB	Lubrication
M	Month
MGB	MainGear Box
MMEL	Master Minimum equipment List
MP/N	Manufacturer Part Number
MRH	Main Rotor Hub
MSM	Master Servicing Manual
NPT	New Proof test



OC	On Condition
OTL	Operating Time Limit
P/N	Part Number
PO	Perform One
RIG	Rigging
RTQ	Readjustment of the torque Loading
S	Supplementary Inspection
SB	Service Bulletin
SDI	Special Detailed Inspection
SLL	Service Life Limit
S/N	Serial Number
T	Basic Technical Inspection with an hour – based time limit
TA	Turn Around Check
TBO	Time Between Overhauls
TC	Torque
TCK	Torque Check
TGB	Tail Gear Box
TRH	Tail Rotor Hub
TSI	Time Since Inspection
TSM	Time Since Manufactured
VC	Visual Check
VLV	Inspection associated with the flights of the day

Y	Year
WC	Work Card
WGH	Weighing

## INTRODUCCIÓN

La demanda en cuanto a profesionales Técnicos en el área de Mantenimiento no solo a desbocado en el sector de Aviones de ala fija, sino también en empresas de servicios de helicópteros como Helinka y otros, que se dedican principalmente al transporte de carga externa y pasajeros en lugares de difícil acceso, al servicio de empresas petroleras y de exploración.

En cuanto al Mantenimiento, como cualquier empresa Aérea, Helinka mediante su gerencia de mantenimiento cumple con lo dispuesto por la autoridad aeronáutica para el cumplimiento de sus funciones, las mismas que están en base a su MGM (Manual General de Mantenimiento), la cual explica de manera detallada todos los lineamientos sobre el cual funciona su organización, desde las funciones de todo el personal con relación a sus cargos, hasta, los formularios usados en cada operación de mantenimiento.

Cada tipo de aeronave que opera Helinka Bolivia SRL, en lo que se refiere a su mantenimiento posee su propio Programa de mantenimiento que está basado en su totalidad y principalmente al dispuesto por el fabricante, a lo que la empresa o el operador solo reacondiciona su programa al expedido por el fabricante, es decir puede omitir o no algunas secciones, esto de acuerdo a las características, y operación específica de su aeronave, sin embargo queda muy claro que el operador puede hacer más restrictivo su programa de mantenimiento, pero nunca menos.

La operación de estas aeronaves generalmente está asociada al transporte de carga externa y pasajeros en lugares de difícil acceso donde la aeronave permanece todo el tiempo por el que fue contratada, que puede ser de unos días o de varios meses, pero esta característica no impide el normal mantenimiento a la aeronave, por lo que para el despliegue de la aeronave a un determinado proyecto, es necesario un movimiento de equipos, personal, herramientas e insumos necesarios que hagan posible un trabajo de mantenimiento certificado y legal ante la autoridad aeronáutica.

## CAPITULO I

### CARACTERISTICAS DE LA EMPRESA HELINKA BOLIVIA SRL

#### 1.1.- CREACION DE LA EMPRESA HELINKA BOLIVIA SRL.

Helinka Bolivia SRL Constituida en Bolivia desde el año 2011, es una empresa que forma parte del grupo Helinka, fundado en Perú hace más ocho años, con el objetivo de brindar servicios comerciales con helicópteros y participar en importantes proyectos de desarrollo en Sudamérica.

Actualmente, el grupo Helinka tiene presencia en Perú, Bolivia, Ecuador, y tiene como objetivo en el corto plazo, ampliar sus operaciones al norte de África. En todos los lugares donde está establecido, el grupo cuenta con oficinas comerciales y administrativas, así como y hangares y talleres de mantenimientos certificados.

#### 1.2.- PRINCIPAL ACTIVIDAD DE HELINKA BOLIVIA SRL

Helinka posee un gran historial de servicios a empresas petroleras, mineras, geofísicas, constructoras, eléctricas y de turismo. Es parte integral de su compromiso aplicar los más altos estándares internacionales a través de programas de seguridad y medio ambiente.



Figura 1 Transporte de personal



Figura 2 Transporte de carga externa



Figura 3 Transporte de carga externa



Figura 4 Aeromagnetometria



Figura 5 Apoyo aéreo

Base Principal de Operaciones y Mantenimiento:

- Hangar N° 6, Aeropuerto “EL Trompillo”, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Cuenta con un hangar que le permite albergar: sus oficinas para la administración del mantenimiento, áreas para el almacenamiento de partes, equipos, herramientas y materiales de apoyo; Talleres de mantenimiento, aula de instrucción, sala de pilotos, baños y otras facilidades.

Sub-bases de operación:

- Lugar de operación de Helicópteros

Helinka Bolivia está certificada bajo la RAB 119 y 133, por la Dirección General de Aeronáutica Civil de Bolivia (DGAC) y cuenta además con las certificaciones que la habilitan como operador aéreo para transporte de personal (COA) y para el transporte de carga externa (COCE).

Desde su llegada a Bolivia hasta la fecha, Helinka Bolivia ha incursionado con éxito en proyectos de sísmica, apoyo aéreo para la construcción de pozos petroleros, rescate aéreo y aerofotogrametría.

### 1.3.- AERONAVES QUE OPERA HELINKA BOLIVIA SRL.

- Helicóptero Modelo Bell 206 B3 s/n 3610 Matrícula CP-2644
- Helicóptero Modelo BK117 s/n 7001 Matrícula CP-2714
- Helicóptero Modelo AS 350B3 s/n 4424 Matrícula CP-2730



Figura 6 Helicóptero Bell 206





Figura 7 Helicóptero BK 117 B2



Figura 8 Helicóptero AS 350 B3



#### 1.4.- ESTRUCTURA ORGANICA RELEVANTE DE LA ORGANIZACIÓN.

- GERENCIA GENERAL
- GERENCIA ADMINISTRATIVA
- GERENCIA DE OPERACIONES
- GERENCIA DE MANTENIMIENTO

Titular de la Gerencia de Mantenimiento

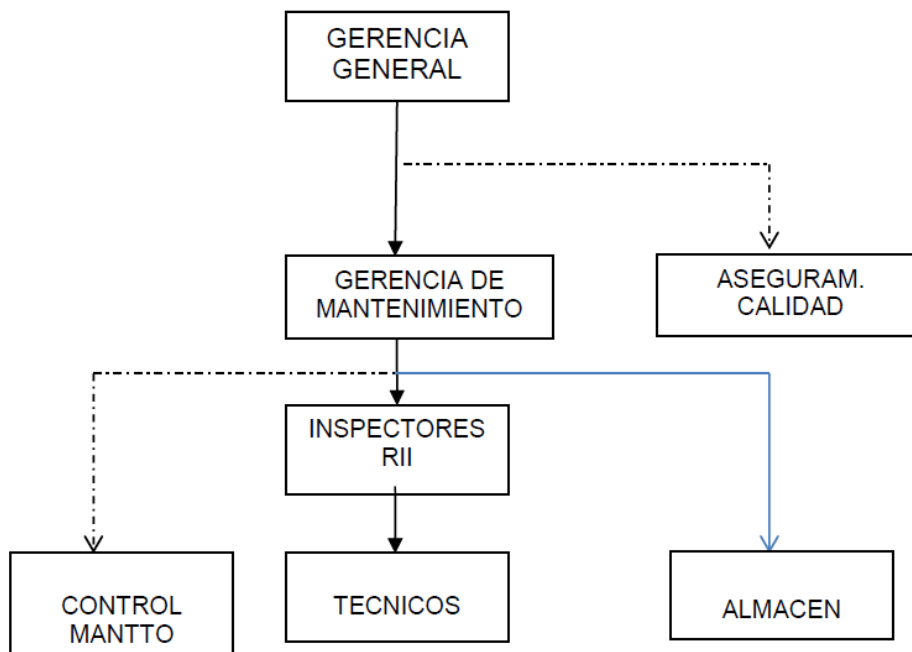
Inspectores RII

Técnicos de Mantenimiento

Encargad@ de Almacén – Control de Mantenimiento

- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

##### 1.4.1.- ORGANIGRAMA



## 1.4.2.- LA GESTION DEL MANTENIMIENTO

### 1.4.2.1.- ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO (RAB 43.45)

HELINKA BOLIVIA SRL, realiza sus actividades de Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento, Reparaciones y Modificaciones Mayores sobre los productos aeronáuticos, en base a las autorizaciones emanadas de la Unidad de Aeronavegabilidad de la Dirección General de Aeronáutica Civil, a través de sus Especificaciones de Operaciones – Parte Mantenimiento.

**(a)** HELINKA BOLIVIA SRL, al no ser una AMO cumple con los requerimientos de la RAB 43.37 a.2.3.5.6 y además es aceptado y aprobado por la AAC, como un Sistema Equivalente de Mantenimiento. (RAB 43.45.b.1.), por consiguiente posee técnicos en mantenimiento de aeronaves con la licencia, habilitaciones y vigencia respectiva (este último en caso de aplicar)

**(b)** HELINKA BOLIVIA SRL, para aquellas tareas de mantenimiento que están fuera de su alcance o capacidad, mantiene un acuerdo de mantenimiento con aquellas AMO's aprobadas por la AAC, donde se detallan funciones de mantenimiento requeridos. (RAB 43.45.b.2.)(MGM 2.22; 2.23; 2.24).

**(c)** HELINKA BOLIVIA SRL, emplea personal técnico especializado y certificado en tareas de mantenimiento, aceptables a la Autoridad, para asegurar que todo el mantenimiento se lleva a cabo con normas aprobadas, de acuerdo a los requerimientos de la 43.37 y los establecidos en el MGM y los Programas de Mantenimiento Aprobados. (RAB 43.45.c.).

**(d)** HELINKA BOLIVIA SRL, posee la infraestructura necesaria y oficinas adecuadas para le ejecución de las tareas de mantenimiento de sus aeronaves. (RAB 43.45.d.).

## CAPITULO II

### CARACTERISTIUCAS DEL HELICOPTERO AS 350 B3

#### 2.1.- CARACTERISTICAS GENERALES DEL HELICOPTERO

##### 3.3.1.- GENERALIDADES

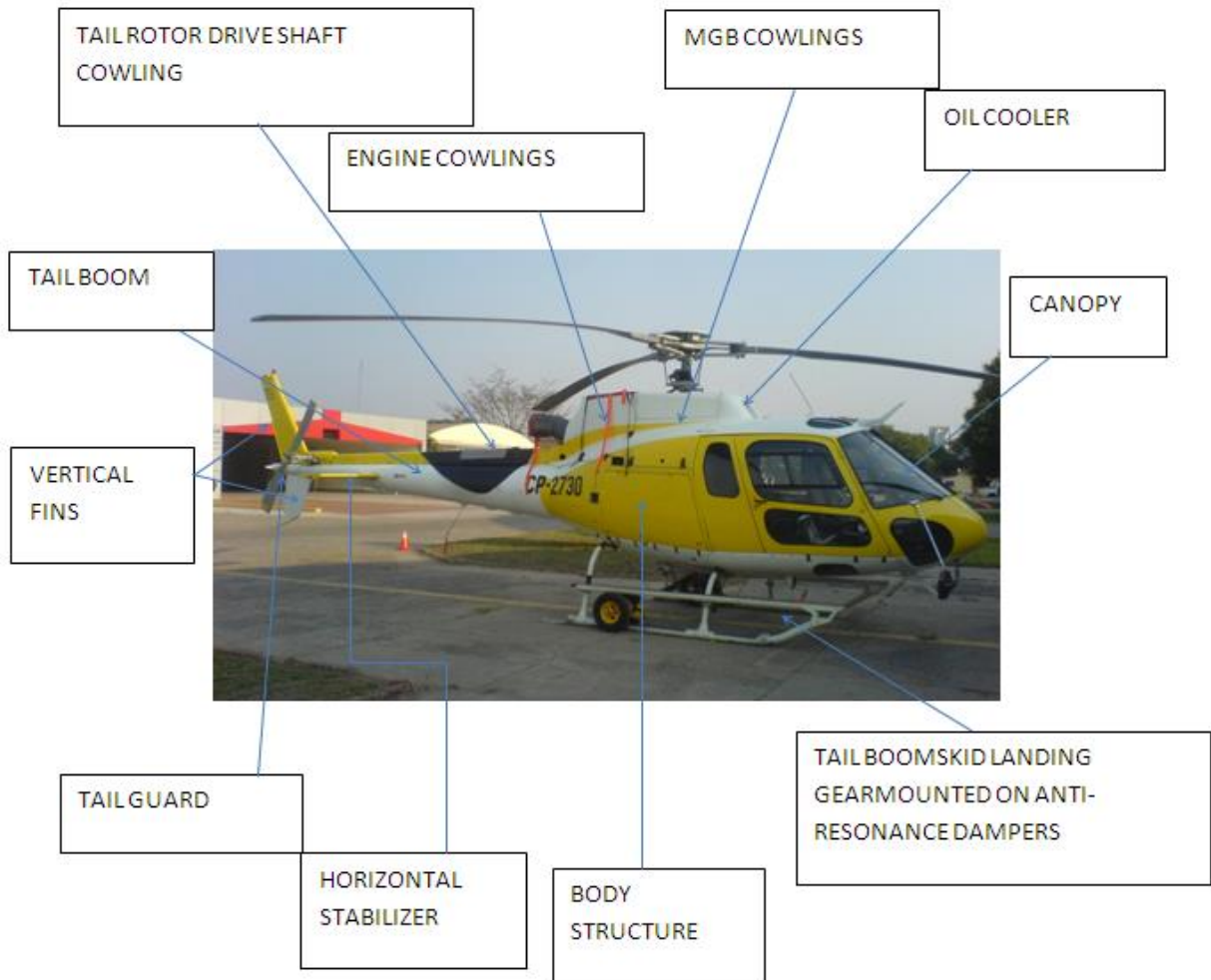


Figura 9 Partes principales

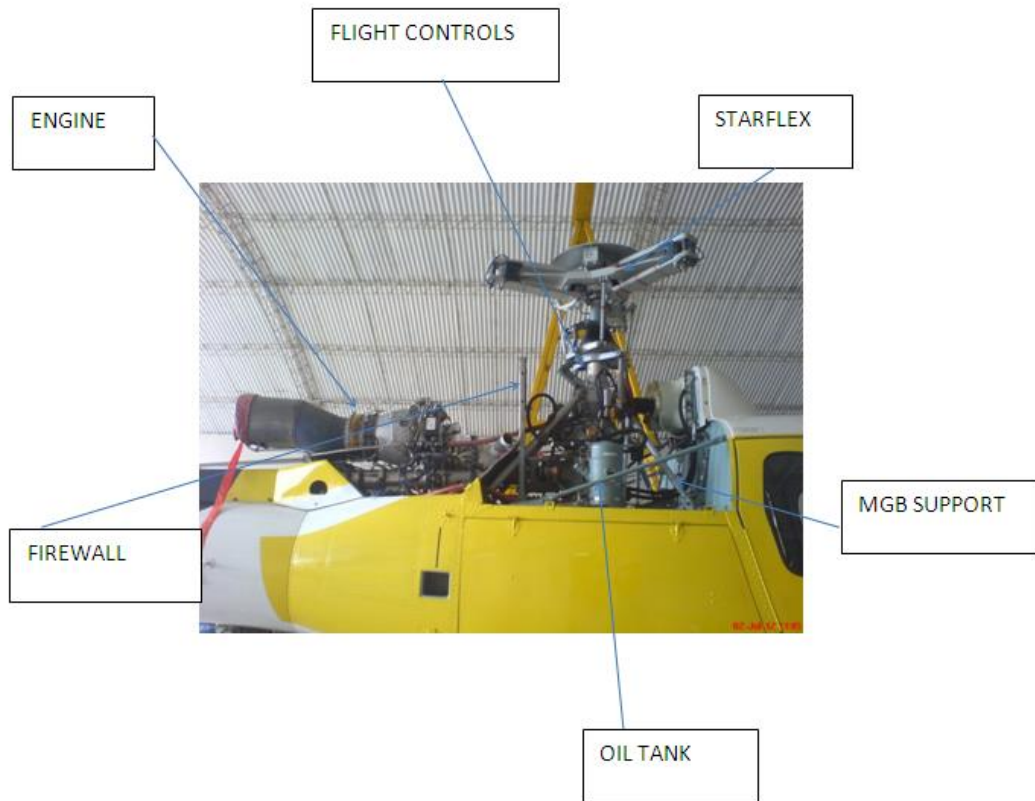


Figura 10 Componentes

El monomotor ECUREUIL es un helicóptero ligero multipropósito.

Motor:	ARRIEL 2B1
Rotor:	AS 355
Max. peso de despegue:	2250 kg
Max. Peso ext. Load:	2800 kg
Max. Pot. Despegue:	632 kW
Max. Potencia Cont.:	543 kW
Vel. Rotor Principal:	390 rpm

Los máximos valores de despegue y aterrizaje permitidos, los cuales varían de acuerdo con altitud y temperatura, pueden ser inferiores pero nunca deben exceder los valores nominales dados en el manual de vuelo.

Con los apropiados sistemas y equipos, este helicóptero puede cumplir exitosamente las siguientes misiones:

- Transporte de pasajeros (5 pasajeros)
- Transporte con asientos de alta densidad (6 0 7 pasajeros)
- Transporte VIP (4 pasajeros)
- Transporte de carga externa
- Búsqueda y rescate con instalación de gancho
- Evacuación medica
- Observación, entrenamiento, turismo, etc.

## 2.2.- ESTRUCTURA

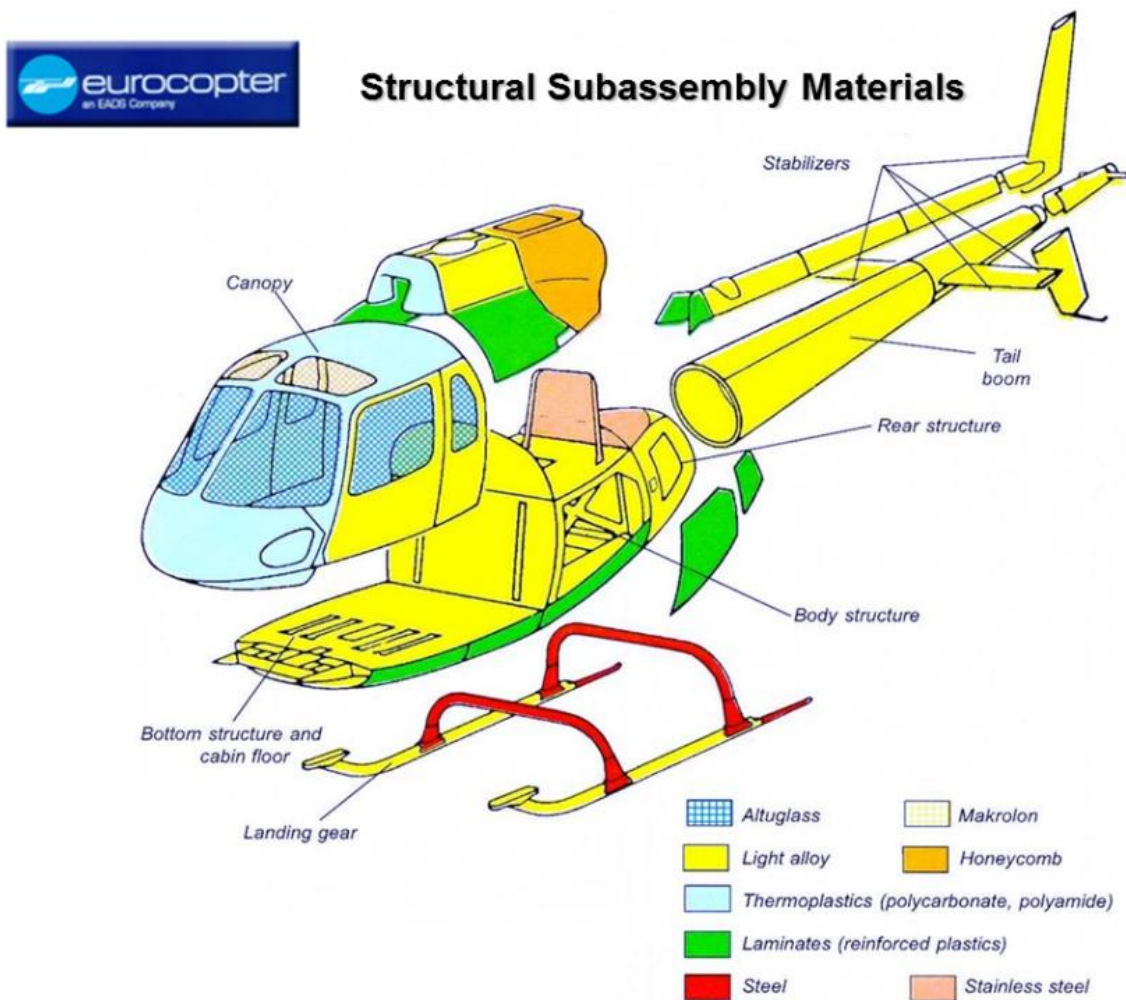


Figura 11 Materiales de la estructura

Debe ser destacado el amplio uso de plásticos en la estructura, en particular la Canopy entera está hecha de policarbonato.

Todos estos materiales son resinas sintéticas divididas en dos clases:

- Termoplásticos los cuales se ablandan cuando son calentados y se endurecen cuando son enfriados, por ejemplo las poliamidas (Nylon, Rilsan), policarbonatos, etc.

- Resinas termoestables, bajo la acción combinada de calor y un endurecimiento en el cual su recuperación es irreversible para formar un nuevo producto, por ejemplo las resinas de epoxi, silicona, etc.

Los paneles de abeja laminados son plásticos reforzados con muy buenas propiedades de fuerza mecánica, los materiales laminados son producidos en base a resinas termoestables y materiales de refuerzo (Carbon, grafito y otras fibras).

Las fibras de refuerzo son formadas en tejidos, luego impregnadas con resina básica, varias capas de tejido o tela se apilan, se colocan en un molde y se unen, la dirección de las fibras reforzadoras depende de las cargas aplicadas.

Los laminados de panel, tienen un cuerpo de panel (metal, tejido de vidrio, nomex, etc.), cada cara de estos laminados recibe una o más capas de tejido pre impregnadas.

### 2.3.- DIMENSIONES

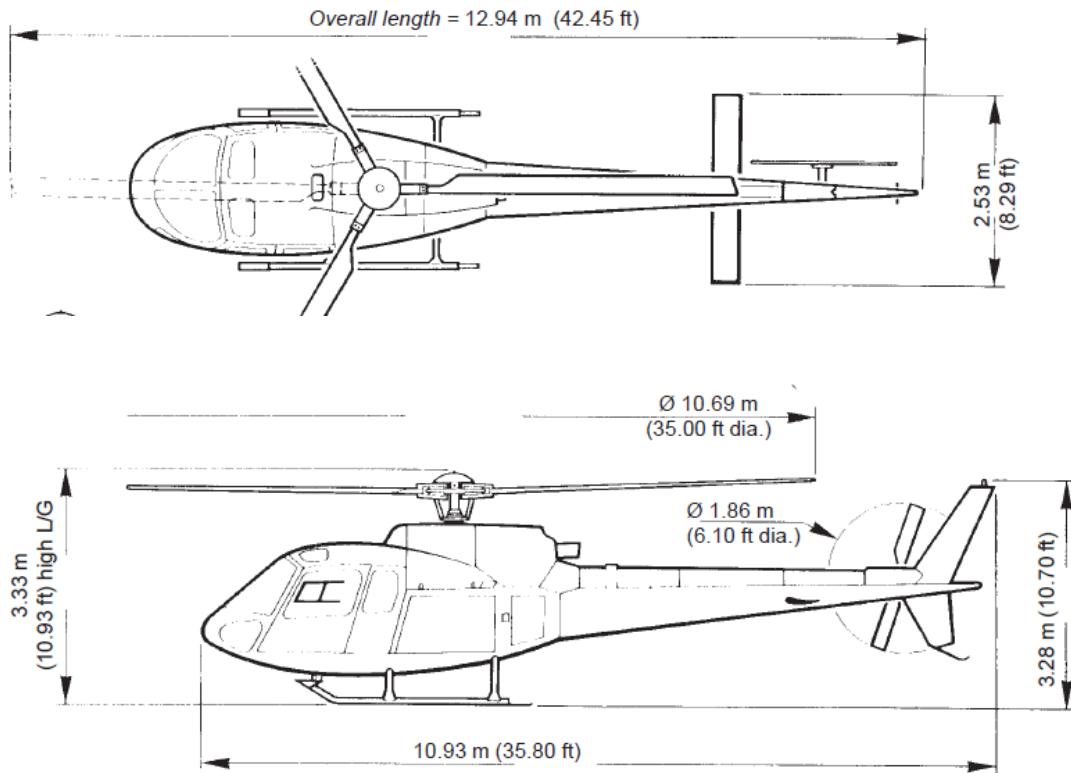


Figura 12 Dimensiones

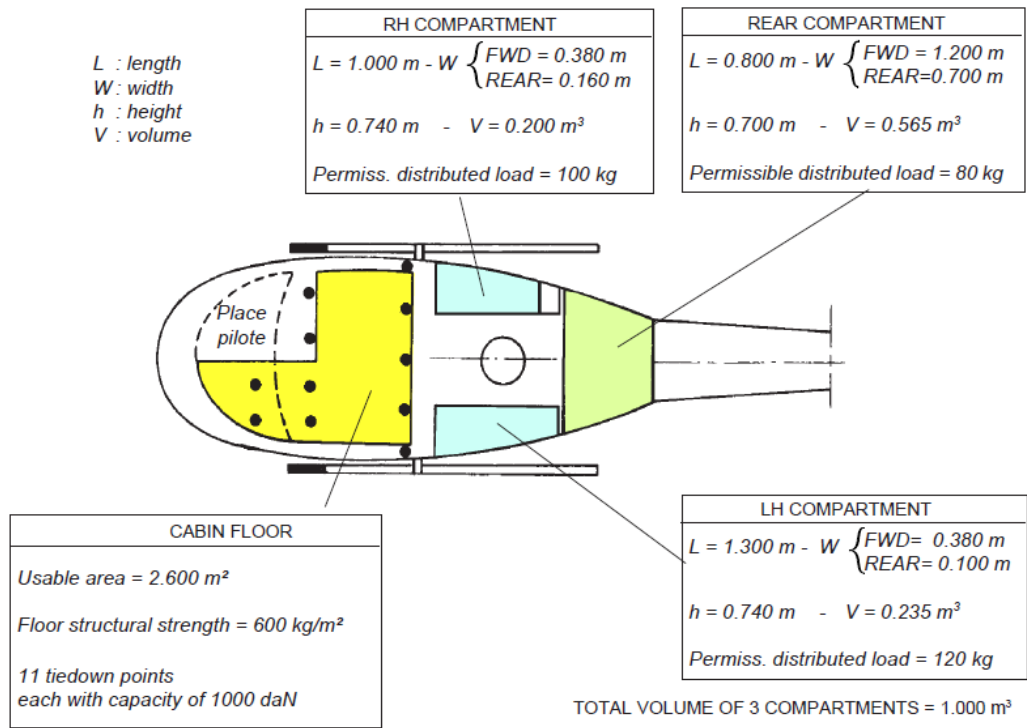


Figura 13 Áreas Usables

## 2.4.- ESTRUCTURA DEL CUERPO

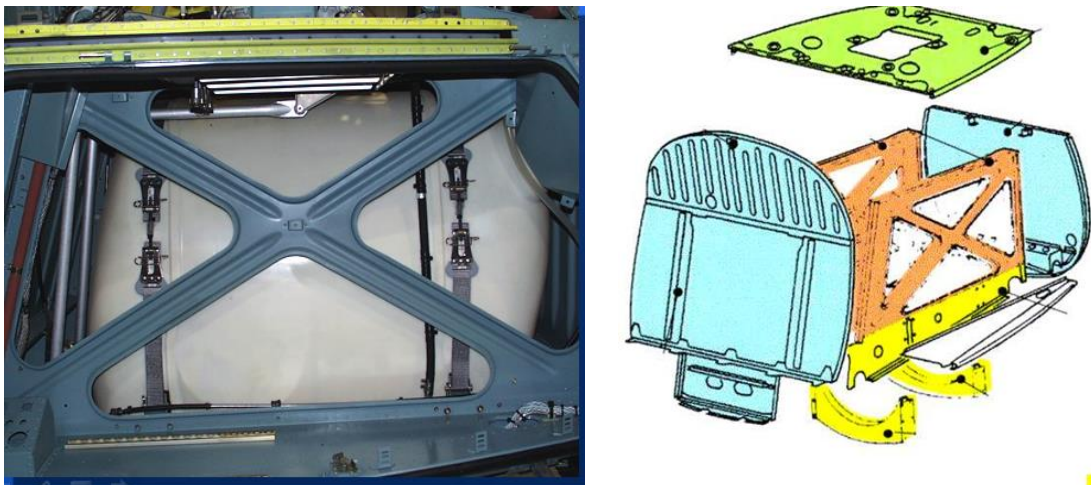


Figura 13 Estructura del cuerpo



Esta es la parte más fuerte de toda la estructura, en ella recae directamente todas las cargas de vuelo y del aterrizaje, el cuerpo forma una caja estructural rígida.

También soporta a los componentes de la transmisión principal, tren de aterrizaje, piso de la cabina y la estructura trasera, y contiene el tanque de combustible.

## 2.5.- SISTEMA PRINCIPAL DE TRANSMISION (MAIN ROTOR DRIVE SYSTEM).

El sistema de transmisión principal transmite la potencia del motor al eje del rotor principal y al eje del rotor de cola y sus principales componentes son:

- El Coupling entre el motor y la MGB
- La caja principal MGB ( MainGear Box )
- Las suspensiones de la MGB

El sistema también posee montajes anti vibración, visor de cantidad de aceite, chip detector, Switches de temperatura y presión de aceite y una válvula para el drenaje y muestra de aceite.

La MGB también posee un sistema de enfriamiento de aceite, que es un intercambiador de calor que a su vez también forma parte del sistema de enfriamiento de aceite del motor.



Figura 14 Transmisión Principal

## 2.6.- ROTOR PRINCIPAL

El rotor principal proporciona la sustentación al helicóptero, el rotor principal está compuesto por:

- El mástil d rotor principal
- La cabeza de rotor
- Las tres palas

El mástil de rotor principal está sujeto a la MGB, lo que hace que transmita la sustentación del rotor a toda la aeronave.

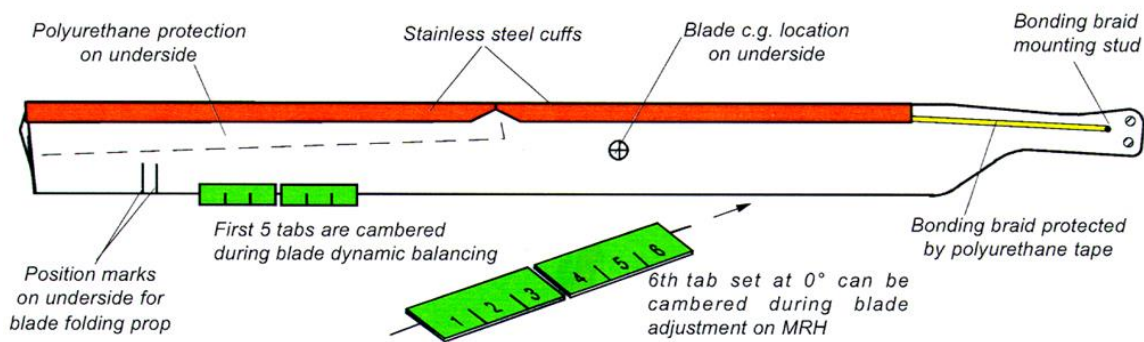
La cabeza está asegurada al eje del rotor y soporta las palas, este está ubicado en el centro de la fuerza de sustentación resultante de las palas y absorbe las fuerzas inducidas por la rotación (fuerzas centrífugas, Flapeo y arrastre), las palas convierten la energía mecánica del motor en fuerzas aerodinámicas.

A su vez la cabeza de rotor principal es denominada por el fabricante “Starflex” es de tipo semirrígida, no posee rodamientos ya que esta hecho de Laminated Glass Resin, no posee niples de engrase, de diseño modular FAIL SAFE DESIGN, lo que menciona que cualquier daño será visible y será en etapas.



Figura 15 Rotor Principal

Las tres palas construidas de material compuesto, bordes de ataque cubiertos por acero inoxidable con Bonding Braids para remover la electricidad estática, “Fail Safe Design” lo que significa que cualquier daño posible progresara de manera muy lenta y será rápidamente visible.



## 2.7.- SISTEMA DE TRANSMISION DE ROTOR DE COLA (TAIL ROTOR DRIVE SYSTEM).

La potencia transmitida desde el motor al rotor de cola es mediante:

- Un eje impulsor delantero
- Un eje impulsor posterior
- La caja de engranajes de rotor de cola (Tail Gearbox)

Los ejes están conectados el uno al otro, al motor y a la caja de rotor de cola por 3 Flexible Coupling, el eje más largo de rotor de cola es soportado por 5 Ball Bearing Support que son rodamientos montados en bujes elastómeros que a su vez amortiguan alguna vibración existente.

El eje delantero está fabricado de acero ya que está localizado en un área caliente ubicada debajo de la tobera de escape del motor, además cada Flexible coupling en el eje delantero está asegurado por 3 pernos con arandelas de balanceo que forman un ensamblaje unido.

A su vez como el eje posterior es largo, este debe ser liviano como sea posible, por lo que está hecho de un grosor de 1,6 mm. De aleación de aluminio.

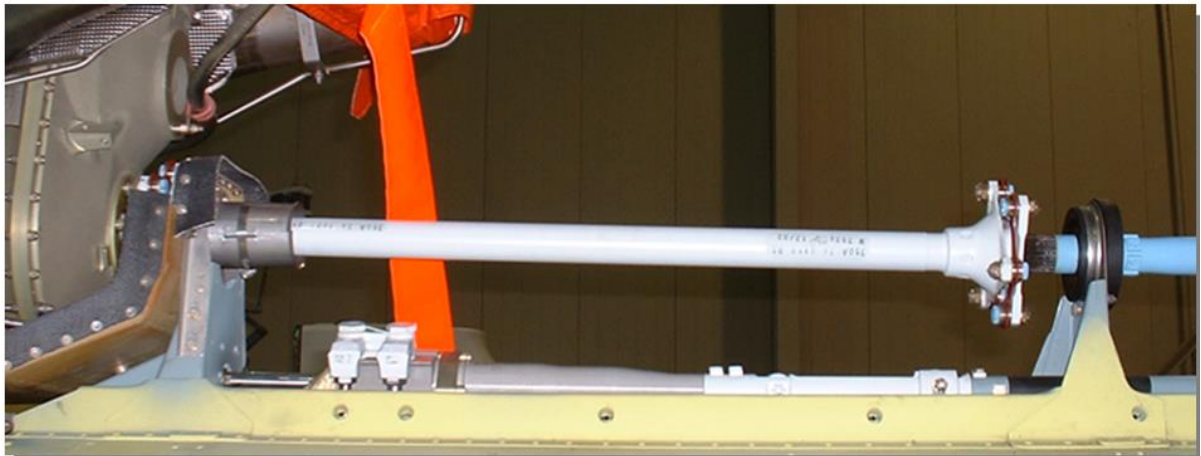


Figura 16 eje de rotor de cola

La caja de rotor de cola es básicamente una caja de reducción en ángulo protegido por un Casing de aleación ligera.

Ambos Bevelgear rotan sobre cojinetes de rodillos cónicos los cuales absorben las cargas axiales y radiales, además de esto ambos engranajes y los otros son lubricados por salpicadura.



El calor generado por la Gearbox es completamente disipado por radiación desde el Casing.

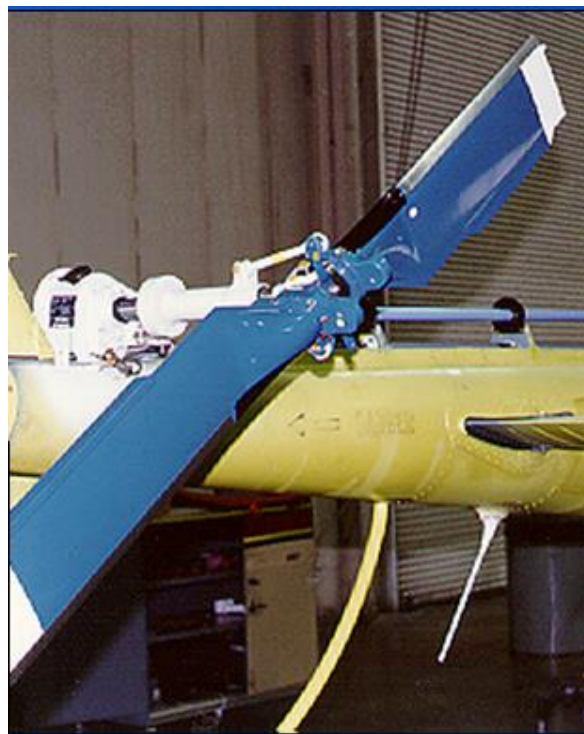
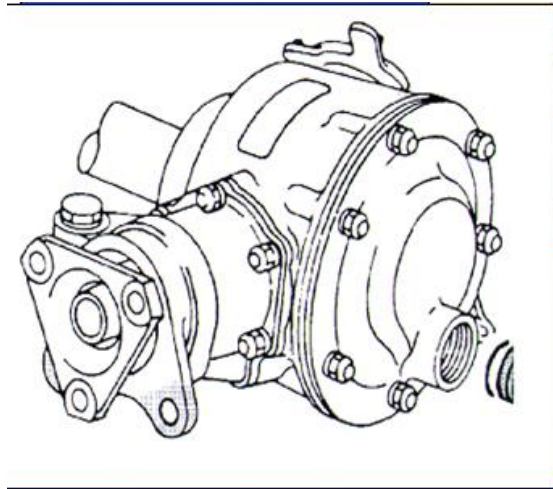


Figura 17 Caja de rotor de cola

## 2.8.- ROTOR DE COLA

El rotor de cola controla al helicóptero acerca de su eje de guiñada, las fuerzas que actúan son la de contra torque del rotor principal y el empuje del rotor de cola los cuales forman un momento alrededor de su centro de gravedad.

El rotor de cola es de tipo Seesaw lo que significa relativamente que es flexible y recupera su forma original, principalmente es de material compuesto (Carbon, Kevlar, etc), con solamente pocas partes conectoras de metal, el paso convencional y la charnela de aleteo fueron eliminados y con ellos el intensivo mantenimiento de los Bearing (Rodamientos o cojinetes), de hecho el rotor de cola ofrece las mismas ventajas que el rotor principal, casi libre de mantenimiento, Fail Safe Design, On Condition Maintenance, etc.

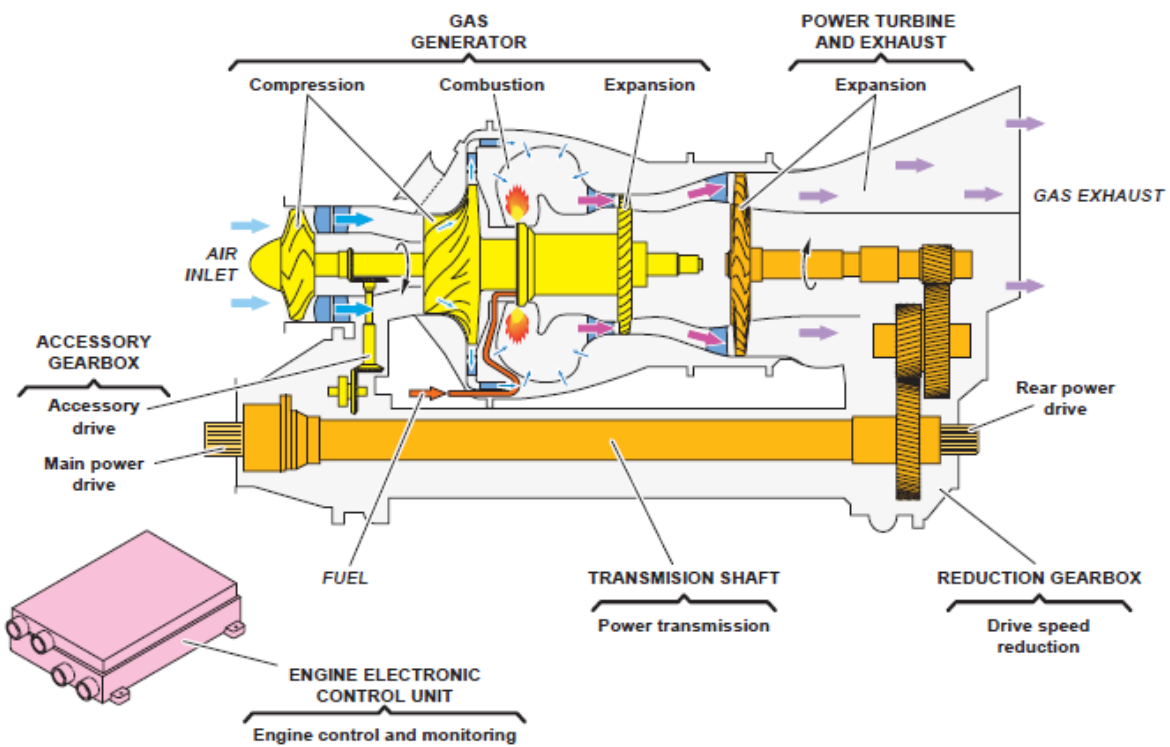


Figura 18 Rotor de cola

## 2.9.- MOTOR Y SUS CARACTERISTICAS

La planta de potencia del helicóptero AS 350 B3 es un motor ARRIEL 2B1 fabricado por TURBOMECA, posee un diseño modular, lo que significa que los componentes principales pueden ser inspeccionados y reemplazados sin la necesidad de retornar al fabricante todo el motor.

El generador de gas posee una etapa simple de compresor axial, compresor centrífugo, cámara de combustión anular con una inyección de combustible centrífuga y una etapa simple de turbina axial.



## CAPITULO III

### PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

#### 3.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO

##### 3.1.1.- EL MASTER SERVICE MAINTENANCE (MSM)

###### A. Características del MSM

El Programa de Mantenimiento correspondiente a la aeronave está desarrollado en base a la información establecida en el MSM del fabricante Eurocopter.

EL MSM es diseñado por el fabricante del helicóptero y especifica todas las operaciones de mantenimiento a ser realizadas por Helinka Bolivia SRL. Este especifica los límites y operaciones recomendadas para asegurar la aeronavegabilidad continuada, disponibilidad operativa y performances del helicóptero en todas las variadas misiones operativas.

Los límites de mantenimiento y operaciones de los componentes del motor, están desarrollados en la parte segunda del programa de mantenimiento y en base a la documentación específica de Turbomeca, que es el fabricante del motor.

###### B. Cambios en el MSM

El MSM es modificado por el fabricante de acuerdo a los cambios en la definición del helicóptero y realimentación operacional; dichos cambios pueden derivar en la actualización del Programa de Mantenimiento.

###### C. Mantenimiento del Helicóptero

El mantenimiento del helicóptero consiste en aplicar todas las operaciones especificadas en las diversas secciones del MSM. Este debe ser realizado por personal calificado.

El Mantenimiento incluye monitoreo, servicio, re-acondicionamiento de los componentes del helicóptero como está especificado en los diversos manuales, tomando en cuenta la información que el fabricante hace conocer al operador mediante Alert Service Bulletins, Service Bulletins, Safety Information Notice, Information Notice, etc.

##### 3.1.2- TIPOS DE MANTENIMIENTO



A. **Mantenimiento Preventivo.** Consiste en todas las tareas programadas y generalmente repetitivas, operaciones para chequear y mantener una condición de operación dada.

El mantenimiento preventivo está dado en el Programa de Mantenimiento.

B. **Mantenimiento Correctivo.** Consiste en todas las operaciones que son realizadas después de detectar una falla o anomalía en orden para restablecer la condición de operación inicial

C. **Mantenimiento de Remedio.** Consiste en todas las operaciones iniciadas permanentemente para corregir una anomalía y parcialmente ó totalmente eliminar el mantenimiento preventivo y correctivo.

### 3.1.3.- CLASES DE MANTENIMIENTO

Son dos clases mantenimiento:

#### A. **Hard Time Maintenance**

(1) **Service Life Limit (SLL).** El SLL es una limitación de aeronavegabilidad. Los componentes que son esenciales para la operación segura, los cuales están sujetos a indetectables daños debidos a cargas que soportan, están cubiertos por un SLL.

Estos componentes deben ser removidos de servicio cuando el límite especificado es alcanzado. Estos límites están listados en el Cap. 4 del Manual de Mantenimiento.

(2) **Operating Time Limit (OTL).** Componentes cuya posible falla podrían provocar menores consecuencias en la seguridad de vuelo que los componentes con SLL, están asignados como OTL. Estos componentes deben ser removidos del servicio cuando el límite especificado sea alcanzado.

(3) **Time Between Overhaul (TBO).** Un TBO es asignado a un conjunto completo. El intervalo corresponde al tiempo de operación permitido antes que un overhaul sea realizado en un taller especializado. El overhaul permite al conjunto ser retornado al servicio por un período nuevo. El intervalo corresponde a un período durante el cual, un incremento en el daño no puede ser detectado por un mantenimiento rutinario (ej: corrosión interna, cargas de rozamiento de un conjunto de pernos sueltos, etc)

*NOTA. El límite de tiempo asignado para los componentes que garantizan la seguridad de vuelo, está en relación a la alteración de la fatiga de vuelo de los componentes con deterioración no expuesta. Estos límites de tiempo no son garantías comerciales porque un componente puede ser removido debido a desgaste, corrosión, etc., antes que expire el tiempo límite.*

*La garantía solamente es aplicable al helicóptero y algunos de los componentes que están incluidos en el contrato de venta del helicóptero y de componentes*

## **B. On Condition Maintenance**

(1) **Generalidades.** Un componente sujeto a mantenimiento On Condition debe ser inspeccionado periódicamente para confirmar:

- que no hay daño
- ó que el daño encontrado está dentro de los criterios de remoción y mantenimiento especificados en la documentación.

En ambos casos, el componente es mantenido en servicio hasta la próxima inspección. El componente debe ser removido de servicio cuando alcance el criterio de remoción ó hecho inservicable, contrastando con las instrucciones dadas en la documentación técnica.

La inspección visual está dirigida a la apariencia externa del componente (no distorsión, falla, rajadura, signos de calentamiento, desgaste, etc.) el cual podría modificar su condición original.

(2) **Instrucciones relativas a la condición.** Superficies deterioradas y deterioro de la protección y pintura de todos los componentes del helicóptero, deben ser examinados y tratados sin retraso de acuerdo con las instrucciones aplicables (criterio, luego re-trabajo).

(3) **Condición de Monitoreo del Mantenimiento.** Un componentes es sujeto a monitoreo de la condición solamente después que la falla ha sido detectado (el cual podría no impactar en la seguridad de vuelo). Tales fallas son detectadas durante el mantenimiento o en servicio. Estos componentes no están listados en el MSM.

*Nota.- Algunos componentes pueden estar sujetos a varias clases de mantenimiento, por ejemplo: un OTL, durante el cual una condición de chequeo (OC) es realizado.*

### **3.1.4.- INTERVALOS DE MANTENIMIENTO**

A. **Chequeos Diarios (Daily Checks).** Su propósito es asegurar la serviciabilidad de la aeronave para el vuelo del día. El chequeo diario está dividido como sigue:

(1) **Chequeo antes del primer vuelo del día (Check before the first flight of the day – BFF).** El propósito es confirmar la aeronavegabilidad del helicóptero una vez que este ha sido posicionado en el área de descolaje después de la eliminación de posibles anomalías que han sido reportadas por el piloto en el log book de la aeronave, que son fiables y afectan el nivel de seguridad de la aeronave.

(2) **Chequeo 360 (Turn-AroundCheck-TA).** El chequeo alrededor de la aeronave ó 360°, está destinada a confirmar la serviciabilidad de corta duración tras el vuelo precedente.

(3) **Chequeo después del último vuelo del día (Check after the last flight of the day – ALF).** El chequeo después del último vuelo del día está destinado para confirmar la serviciabilidad de la aeronave para el vuelo programado del próximo día. El intervalo entre dos ALF no debe exceder las 10 horas de vuelo.

Estos chequeos son destinados para asegurar que el helicóptero está servicable para los vuelos y debe ser realizado por:

- Un Técnico calificado
- Un piloto ó ingeniero de vuelo calificado

*Si existiese duda ó una anomalía es detectada, el piloto o ingeniero de vuelo debe llamar al Gerente de Mantenimiento para efectuar las operaciones de mantenimiento.*

En cumplimiento con los criterios especificados en el AMM, el Técnico decidirá:

- Ya sea para autorizar los vuelo mientras monitoree el componente defectuoso (en tal caso el mecánico debe informar al piloto los criterios que deben ser observados para continuar el vuelo del día)
- Ó llevar las acciones de remedio antes de reasumir los vuelos.

**(4) Aceptación de una aeronave por el Piloto y/o cuando una modificación es incorporada sobre la aeronave:**

El Técnico de mantenimiento debe informar al piloto sobre la rutina básica de:

- cualquier modificación que ha sido incorporada sobre la aeronave
- cualquier cambio en los límites de intervalo del componente modificado

**(B)Chequeo de Instalaciones Opcionales.**

Un detalle del programa está especificado en el AMM 05-40-00, 6-2

**(C)Inspecciones Suplementarias (S). Serán realizadas:**

Cada 150 FH sin exceder los 12 Meses

Las inspecciones se enfocan sobre la condición de los componentes con cortos intervalos de inspección (menos que la básica inspección).

**(D)Inspecciones Adicionales (F).** Para cumplir regulaciones de la autoridad, son inspecciones que se cumplen bajo ciertas condiciones (ej.: renovación del certificado de aeronavegabilidad, cambios de propietario, inspecciones de 100FH, etc.).

Estas inspecciones son similares a las inspecciones de intervalo de 100 FH.

**(E)Inspecciones Básicas (T ó A).** La básica inspección comprende verificaciones asociadas con:

Operaciones a ser realizadas cada 600 FH (llamadas Inspecciones T) ó cada 24Meses (llamadas Inspecciones A).

La Inspección básica incluye:

- La condición de monitoreo del componente y sistemas por pruebas funcionales.
- Inspecciones de la condición del componente que tienen directo impacto sobre la aeronavegabilidad del helicóptero.

Está dirigido a verificaciones de la condición total del helicóptero, verificaciones detalladas visuales, de los sistemas y equipamientos (sin distorsión, fallas, rajaduras, rayaduras, corrosión, signos de calentamiento, desgaste, impactos, etc.).

Nota.- A cada inspección asegurarse de:

- Que acciones adicionales no hayan sido especificadas por el fabricante por vía de un ASB ó SB, etc.
- Que los intervalos ó límites no hayan sido modificados por vía de ASB ó SB, etc.
- Que los límites ó intervalos especificados en el MSM no hayan sido alcanzados.
- Los límites (TBO, OTL, SLL) especificados en el MSM sección 05-10-00, 05-11-00 y ALS sección 04-10-00 deben estar también tomados en cuenta cuando sea necesario con el fin de remplazar los componentes, los cuales deben ser remplazados antes de la próxima inspección.

**(F) Inspección Mayor (C).** El intervalo de inspección mayor es de 144 Meses.

El intervalo de inspección mayor debe ser observado independientemente de los intervalos de inspección básica.

**(G). Recomendaciones concernientes a los rangos de utilización de helicópteros.**

A los 144 Meses, para helicópteros con relativa baja utilización y en adición a las operaciones de inspección mayor, es recomendado realizar el contenido de la inspección básica y sus múltiplos, así como las operaciones fuera del ciclo de inspección, incluso si los límites no coinciden exactamente, con el fin de iniciar un ciclo completo.

La inspección mayor está enfocada en el monitoreo detallado de la aeronave en su integridad. Siguiendo esta inspección, la estructura es liberada por otros 144 Meses de operación.

### **3.1.5.- ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE**

#### **A. Estructura General**

El programa de Mantenimiento (MSM) está dividido en dos partes:

La primera parte comprende información general el cual explica dónde y cómo el MSM debe ser usado por el operador.

La segunda parte define el mantenimiento programado y comprende las siguientes secciones:

- (1) **05-10-00, Componentes TBO**, el cual lista los componentes sujetos a TBO, como sus correspondientes límites
- (2) **05-11-00, Operation Time Limit**, lista los componentes sujetos a Operation Time Limit (OTL) y sus correspondientes límites.

(3) **05-12-00, Componentes On Condition**, lista los componentes sujetos a mantenimiento On Condition (OC), cuyos intervalos de inspección están dados en la sección 05-20, 05-21, 05-22, 05-23, 05-24, 05-25, 05-26 del MSM

(4) **05-20-00**, verificaciones diarias y 05-20-01, inspecciones a intervalos de 10 horas.

(5) **05-21-00**, Inspecciones a intervalos de 150FH//12M, 05-21-01 inspecciones a intervalos periódicos de 150FH y 05-21—02 a intervalos periódicos de 12M.

(6) **05-22-00**, Intervalos periódicos de 600FH//24M, 05-22-01 a intervalos periódicos de 600 FH, y 05-22-00 a intervalos periódicos de 24M.

(7) **05-23-00** a intervalos de 1200 FH//48 M, 05-23-01 a intervalos periódicos de 1200 FH, y 05-23-02 a intervalos periódicos de 48M.

(8) **05-24-02**, a intervalos periódicos de 144M

(9) **05-25-00**, a intervalos periódicos especificados

(10) **05-26-00**, límites de tiempo de una sola vez a ser cumplidos con un límite de número de veces.

(11) **04-10-00, Limitaciones de Aeronavegabilidad**, lista los componentes sujetos a vida límite.

### 3.2.- FORMULARIOS A EMPLEAR

- Orden de trabajo
- Certificación de retorno a servicio
- Formulario de cumplimiento de ASB's y AD's
- Productos aeronáuticos cambiados
- Mantenimiento Complementario
- Ítem de mantenimiento Diferido
- Formato de pedido de material

- Reporte de defecto o mal funcionamiento
- Mantenimiento repetitivo

### **3.3.- PUBLICACIONES TÉCNICAS**

La documentación técnica es clasificada en 5 grupos:

#### **A. Documentos Operativos**

- (1) El Master Servicing Manual (MSM) destinado a aquellos responsables del mantenimiento del helicóptero. Este especifica los límites de mantenimiento.
- (2) Las Limitaciones de Aeronavegabilidad, destinado a aquellos responsables del mantenimiento del helicóptero. Establece los límites mandatorios y chequeos.
- (3) EL Manual de Vuelo (AFM), destinado a los tripulantes. Especifica los límites procedimentales estándar y de emergencia y de performance de los helicópteros.
- (4) El Master Minimum EquipmentList (MMEL), especifica la lista mínima de equipamientos necesarios.

#### **B. Documentos De Mantenimiento**

- (1) El Manual de Mantenimiento de la Aeronave (Aircraft Maintenance Manual AMM), especifica los procedimientos de mantenimiento necesarios para el servicio del helicóptero.
- (2) El Sistema de Descripción de Secciones (System Description Section - SDS), comprende la parte 1 del AMM y explica como el sistema opera.
- (3) El Manual de Reparaciones Estructurales (Structural Repair Section- SRM), es usado para identificar y proteger los materiales y para la reparación o reemplazo de componentes estructurales, componentes mecánicos y palas.
- (4) El Manual de prácticas Estándar (Estándar Practices Manual-MTC), combina en general como hacer, y la información necesaria respecto a la implementación, mantenimiento, chequeos, reparaciones estándar, e instrucciones de seguridad y técnicas y condiciones de almacenaje.

(5) El manual de Diagramas Eléctricos (WiringDiagram Manual-WDM), combina todos los diagramas eléctricos del helicóptero.

(6) El Índice de Modificaciones especiales (SpecialIndexModifications-SIM), lista las modificaciones aplicables y sus correspondientes SB's donde fueren aplicables.

### **C. Documentos De Identificación**

(1) El Catálogo Ilustrado de Partes (Illustrated Parts Catalog-IPC), contiene todas las partes necesarias para asegurar la serviciabilidad continua del helicóptero.

(2) El Catálogo de herramientas (ICO), contiene todas las herramientas necesarias para asegurar la serviciabilidad continua del helicóptero.

### **D. Documentos Especiales**

(1) Service Bulletins (SB), Alert Service Bulletins (ASB) y Emergency ALert Service Bulletins (EASB), Están destinado para informar al operador las instrucciones introducidas siguiendo a un Nuevo evento (incidente, modificación, etc.). Estos documentos son suplementos a los documentos del helicóptero y son incorporados en la siguiente actualización si es necesaria.

(2) Information Notices (IN) and Safety Information Notices (SIN), son documentos emitidos para información. Su propósito, recordar al operador la existencia de procedimientos de mantenimiento ó informar los cambios validados por Eurocopter.

### **E. Documento del Proveedor**

Este documento comprende los siguientes manuales de proveedores: Vendor's Service Bulletin (SBV), Engine Maintenance Manual (EMM) and Component Maintenance Manual (CMM).



## CAPITULO IV

### PRÁCTICAS REALIZADAS EN LA EMPRESA

Generalmente la operación de helicópteros está asignada a lugares de difícil acceso, en este caso, la empresa Helinka Bolivia Srl ofrece sus servicios principalmente a empresas petroleras y de Sísmica, por lo que la aeronave trabaja en el campo, todo el tiempo por lo que esta va con la tripulación suficiente entre pilotos, mecánicos, Load master, Foreman.

Así la principal misión de estas aeronaves es el transporte de carga y pasajeros, con énfasis en la primera, para describir mejor este tipo de operación se define mejor como transporte de carga externa.



Figura 19 helicóptero enganchado con línea larga



Figura 20 Chipa

Acerca del mantenimiento, en el lapso del contrato de la aeronave, que puede ser de varios meses, el o los técnicos a cargo de la aeronave son los encargados de mantener la aeronave Aero navegable, llevando a cabo todos los trabajos de mantenimiento descritos en el programa de mantenimiento de la aeronave, es decir realizar trabajos de mantenimiento programado y no programado, a lo cual para esto es necesario un despliegue de equipos e insumos necesarios que hagan posible un trabajo valido ante la autoridad aeronáutica.

En casos en los que existan trabajos mayores, la aeronave vuelve a la base principal, e inmediatamente sea acabado el trabajo la aeronave vuelve al campo

Cabe recalcar que este tipo de operación es de sobremanera muy riesgosa por lo que los márgenes de seguridad y procedimientos son elevados tanto por la empresa aérea como los clientes.



Figura 21 Helipuerto en Chimore

Además de esto las condiciones en las que se trabaja son en demasía casi críticas, ya que se trabaja al intemperie lo que significa que la aeronave está expuesta a todo tipo de condiciones físicas y climáticas del lugar.



Figura 22 Helipuerto en Itaguazurenda

Las principales tareas que se asignan al técnico titular de la aeronave en el campo son:

- Realizar inspecciones programadas según programa de mantenimiento y el AMM
- Realizar inspecciones no programadas según AMM
- Asistir a la aeronave en las operaciones que realiza
- Asistir a la aeronave en la recarga de combustible según sea necesario
- Asistir a la aeronave y los equipos opcionales de este en operación de carga externa
- Realizar tareas de BFF (pre vuelo) y ALF (post vuelo)
- Mantener actualizado el STATUS de aeronave y motor, en el cual se muestra los datos de tiempo remanente para determinadas inspecciones, para cambio de componentes por vida útil, etc.
- Mantener informado a gerencia de mantenimiento, control de calidad, periódicamente sobre los datos actualizados de la aeronave y sobre el estado de esta.
- Mantener organizado y en buen estado los equipos de apoyo en tierra, herramientas comunes y calibradas para su uso correcto.



Figura 22 Helipuerto Shipasbamba–Peru





Figura 23 Helipuerto Tacobo

4.1.- GUIA DE INSPECCIONES PROGRAMADAS


		LISTADO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO AS 350B3				MANTENIMIENTO
Description / Remarks	Periodicidad	Margin	PrgMar	Ref. Task MM	Técnico	
<b>62-10 Main Rotor Blades</b> GVI Sand-laden and/or dust laden atmosphere Check for erosion. In the event of intensive operation in heavily sand – laden areas, all the necessary measures should be taken to ensure optimum operation of the aircraft, if necessary by shortening the suggested intervals	10 FH	1 FH	05-20-01	AMM 62-11-00, 6-3		
<b>64-10 Tail Rotor Blade</b> GVI Sand Laden and/or dust-laden atmosphere Check for erosion. In the event of intensive operation in heavily sand – laden areas, all the necessary measures should be taken to ensure optimum operation of the aircraft, if necessary by shortening the suggested intervals	10 FH	1 FH	05-20-01	AMM 64-10-00, 6-1		
<b>65-20 Tail Gear Box</b> TRH Pitch Change Unit - Baffle / Spacer POST MOD 076554 & PRE MOD 076550 GVI Paint index marks alignment checks	10 FH	0 FH	05-20-01	AMM 05-40-00, 6-7		
<b>62-10 P CHECK</b> GVI Note. Operations can be carried out by a crew members	10 FH // 7 D	0 FH	05-20-02	AMM 05-40-00, 6-7		
<b>P CHECK - Optional Equipments</b> GVI Note. Operations can be carried out by a crew members	10 FH // 7 D	0 FH	05-20-02	AMM 05-40-00, 6-8		
<b>62-20 Spherical Thrust Bearing</b> GVI Check of the elastomer part (P/N 57910700 (704A33633211)	10 FH	0	04-20-00	AMM 05-40-00, 6-6		
<b>62-20 StarFlex Star</b> GVI Check	10 FH	0	04-20-00	AMM 05-40-00, 6-6		
<b>62-20 Frequency Adapter</b> GVI Check the elastomer part P/N E-4165F01/11(704A33640088) delivered in sets of three under MP/N 350A31-1827-03/-04. Must not be mixed together with other P/N's	10 FH	0	04-20-00	AMM 05-40-00, 6-6		


Figura 23 Inspección de 10 Fh

La guía de inspecciones es un resumen de la guía de inspecciones realizada por el fabricante, esta lista es extensa, sin embargo las tareas más frecuentes son:

Muy independiente de una BFF y un ALF, esta inspección está referida a una inspección visual y detallada de ciertos componentes, en el que la referencia es una sección del AMM donde en el caso de existir o encontrar una irregularidad dentro la inspección, esta nos indicara las tolerancias y límites máximos de ciertas fallas.

Esta inspección ordena revisar cada 10 Fh o 7 Días, lo que llegue primero, los componentes de rotor principal, como ser las palas, la cabeza de rotor (StarflexStar), y los elementos de giro para el cambio de paso de las palas, la pala de rotor de cola, y los componentes para el cambio de paso de este.

Esto incluye que para cada inspección cada componente o elemento a ser chequeado se le debe preceder una limpieza, con solventes y agentes de limpieza adecuados, tomando ciertas precauciones contra la corrosión.

		LISTADO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO AS 350B3				MANTENIMIENTO
Description / Remarks	Periodicidad	Margin	PrgMar	Ref. Task MM	Técnico	
<b>25-10 Pilot and Copilot seats</b> GVI Check	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 25-21-00, 6-1		
<b>25-66 Emergency Locator Transmitter</b> FT KANNAD 406 AF-H Emergency locator transmitter autotest	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 25-66-02, 5-1		
<b>25-81 Frame, 144 kg cargo swing</b> PRE MOD 072820 GVI Check for elongation of holes	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 25-91-01, 6-1		
<b>29-10 Accumulator – Yaw compensator</b> DI Check	100 FH / 6 M	10 FH 18 D	05-25-00	AMM 29-00-00, 3-5		
<b>29-10 Hydraulic pump – Drive Shaft</b> DI Visual check and greasing splines	100 FH / 6 M	10 FH 18 D	05-25-00	AMM 63-11-00, 6-3		
<b>33-45 Search light</b> GCI SPECTROLAB SX16 Check	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 33-45-03, 6-1		
<b>53-10 Transmission Deck</b> POST FR 355.53.4.93 // POST MRM 53.10.21.779 CLN, GVI Check	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 53-10-00, 6-1		
<b>55-20 Upper and lower fin</b> GVI Check of skin	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 55-20-00, 6-1		

<b>62-10 Skin</b> GVI Check the skin in the area between 900 mm and the blade pin	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 62-11-00, 6-3	
<b>62-30 Chips Detector</b> GVI Check	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 60-00-00, 6-2	
<b>62-30 Rod End Fitting</b> 350A37-1508-00 350A37-1508-01 350A37-1508-02 350A37-1508-03 350A37-1508-04 350A37-1508-05 GVI Measure the play at bearings	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 62-33-00, 6-1	
<b>62-30 Swashplate</b> LUB Greasing the bearing	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 62-32-00-6-1	
<b>62-30 Bush and scissors attachment bolt</b> LUB Sand-laden and dust-laden atmosphere	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 62-33-00, 4-1	
<b>63-20 Chip detectors</b> GVI Check	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 60-00-00, 6-2	
<b>65-20 Chip detector</b> GVI Check	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 60-00-00, 6-2	
<b>65-20 Pitch change unit – Swivel bearing</b> POST MOD 085544 DI Check	100 FH	10 FH	05-25-00	AMM 65-21-00, 6-16	
<b>52-90 Sliding door</b> DI PRE MOD 073287 (LH Door) PRE MOD 073290 (RHDdoor). Checking the roller diameter and the front end opening dimension of the middle rail	100 FH	0	04-20-00	AMM 52-12-00, 6-3	
<b>53-50 Forward cowling - Tail rotor drive shaft</b> POST MOD 073097 or after embolifom of overhaul and AMM 53-31-00, 8-6 or after repair sheet 350-53-42-00 Check	100 FH	0	04-20-00	AMM 53-31-00, 6-3	

Figura 24 Inspección de 100 Fh

Este tipo de inspecciones generalmente no se realiza en campo, ya que incluye desmontaje de y medición de ciertos componentes, empezando por el primer ítem:

- El desmontaje de los asientos para revisar la condición de ellos.
- La prueba funcional del ELT que se realiza en los primeros 5 min de cada hora previa autorización de torre, en la frecuencia de 121,5 MHZ
- Inspección del gancho de carga ubicado en la parte inferior de la aeronave, donde se engrasan los pernos de sujeción, y se miden las elongaciones de los 4 puntos que sujetan la estructura del gancho.
- Comprobación y recarga de la presión de los acumuladores hidráulicos de rotor principal y rotor de cola, el AMM indica en sus tablas la presión adecuada en función de la temperatura ambiente.
- Inspección de la condición del eje de la bomba hidráulica y medición de juegos en este.

- Inspección de la condición del piso y soportes de la MGB
- Inspección de las derivas verticales y sus montantes.
- Chequeo de los Chips Detector de MGB, TGB y motor, que generalmente viene acompañado de un análisis de la condición, forma, tipo, etc. De las partículas encontradas si es que las hubiera, y un análisis de aceite.
- Inspección de la condición, medición de los juegos radial y axial de los ROD ENDS, de las varillas de cambio de paso de rotor principal.
- Lubricación del Bearing del Swashplate, tomando ciertas precauciones que la grasa no haga contacto con la bota protectora.
- Inspección de la condición y medición del Bearing de la puerta corrediza ya que en ciertos casos esta suele desprenderse en vuelo.
- Inspección de la cubierta delantera del eje de rotor de cola, ya que esta se encuentra justo debajo de la tobera de escape, y con la temperatura suele desprenderse.

Todas estas inspecciones deben ser realizadas de acuerdo con los criterios de mantenimiento estipulados en el AMM y que son mencionados en las referencias, al presentarse en algunas tareas el desmontaje de algunos elementos siempre es necesario la presencia de un Inspector que revise la correcta instalación del componente removido, esto viene por parte de las normas en cuanto a mantenimiento que están en el Manual General de Mantenimiento.

Para una mejor comprensión se explicara a detalle las siguientes inspecciones:

#### **4.2. INSPECCION DETALLADA DEL EJE DE LA BOMBA HIDRAULICA**

En esta inspección tomando en cuenta la referencia en el manual de mantenimiento de la aeronave AMM 63-11-00,6-3, que automáticamente pasa a ser nuestra carta de trabajo para el desarrollo de la inspección.

Como indica la carta de trabajo se debe desmontar la bomba hidráulica de su soporte según la referencia AMM 29-11-01,4-1, que pasara a ser nuestra carta de trabajo para la remoción e instalación de la bomba y la correa de transmisión.



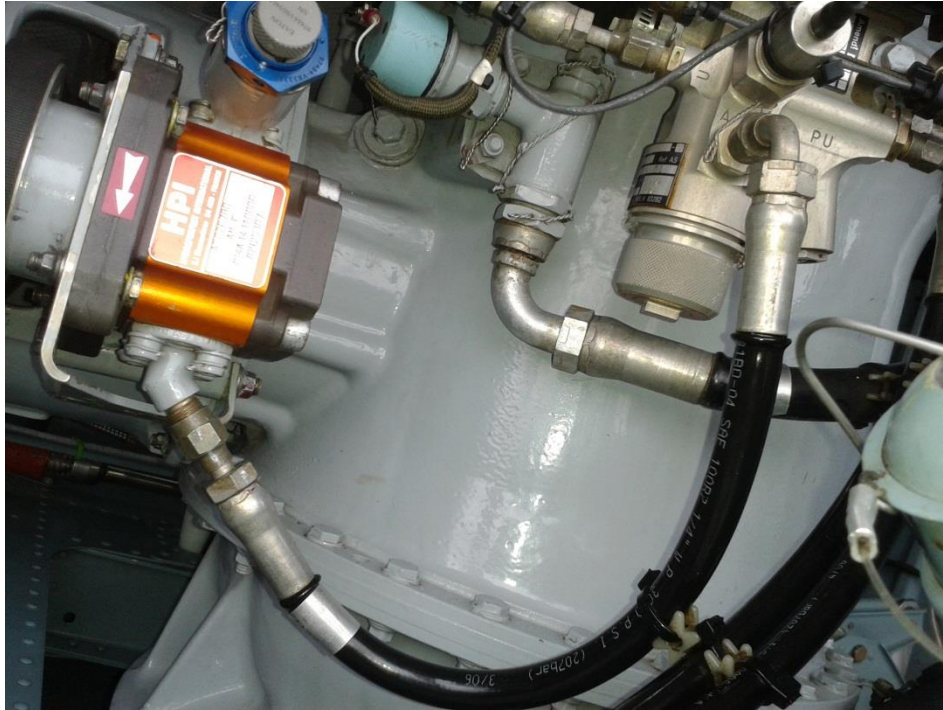


Figura 25 Bomba hidráulica

1. Remover la bomba hidráulica desasegurando los cuatro pernos que sujetan a la bomba a su soporte
2. Remover el soporte del Bearing de la correa de transmisión desasegurando los dos pernos(superior e inferior) que lo sujetan al Casing de la MGB
3. Remover o soltar la correa.
4. Limpiar el eje de la bomba hidráulica
5. Realizar la inspección visual del eje de la bomba hidráulica, así como del eje del Bearing de la correa de transmisión, se recomienda usar una lupa de 5X, para encontrar abolladuras, rajaduras, corrosión o rotura de alguno de los dientes del engranaje.
6. Para la instalación del eje de la bomba hidráulica se debe engrasar abundantemente con G-355
7. Asegurar los cuatro pernos de sujeción de la bomba al soporte de la correa con un torque a las tuercas de 70 lb-pulg, como indica la figura26 de la carta de trabajo.
8. Tomar la medida del juego en el eje de la bomba hidráulica a través de la marcación de líneas en el Bearing de la correa de transmisión, como indica la figura 27 de la carta de trabajo para la respectiva inspección,  $J < 4\text{mm}$  .

En caso de encontrar anomalías en la inspección visual del eje de la bomba hidráulica, o en caso de que la medida J sea mayor a 4mm, la acción correctiva inmediata es el cambio de eje tanto de la bomba como del Bearing de la correa de transmisión

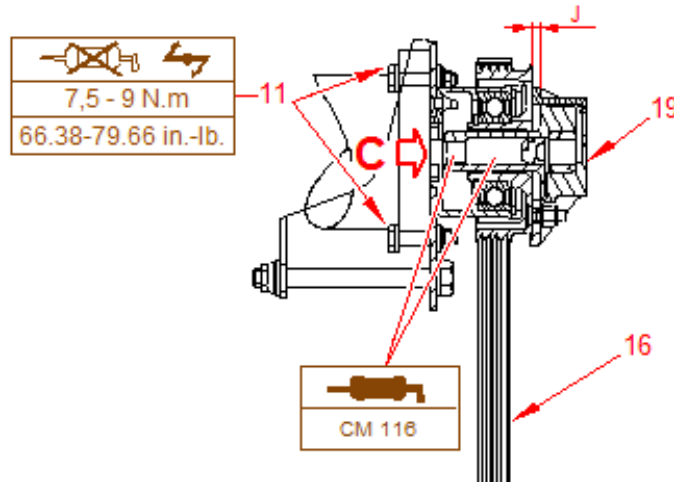


Figura 26 instalación de la bomba

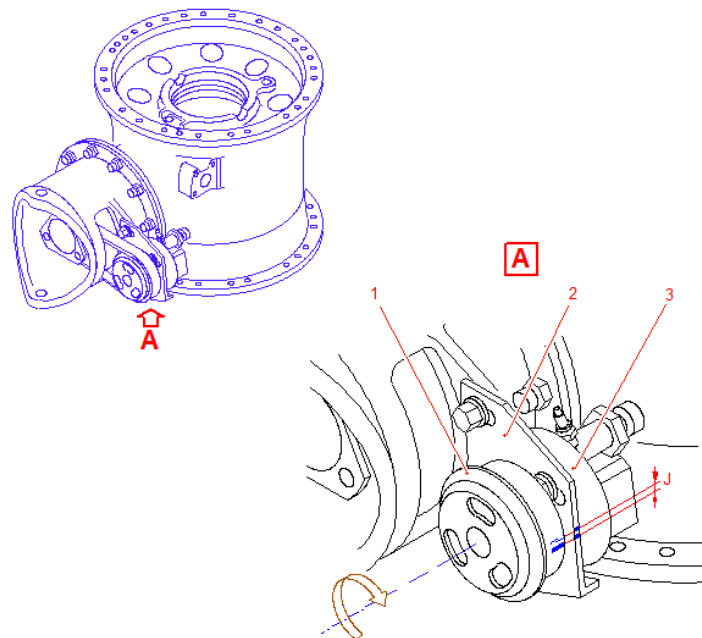


Figura 27 inspección de la bomba hidráulica

9. Instalar la correa
10. Instalar el soporte del bearing de la correa de transmisión asegurando los pernos (inferior y superior) con un torque de 180 lb-plg, como indica la figura 28 de la carta de trabajo

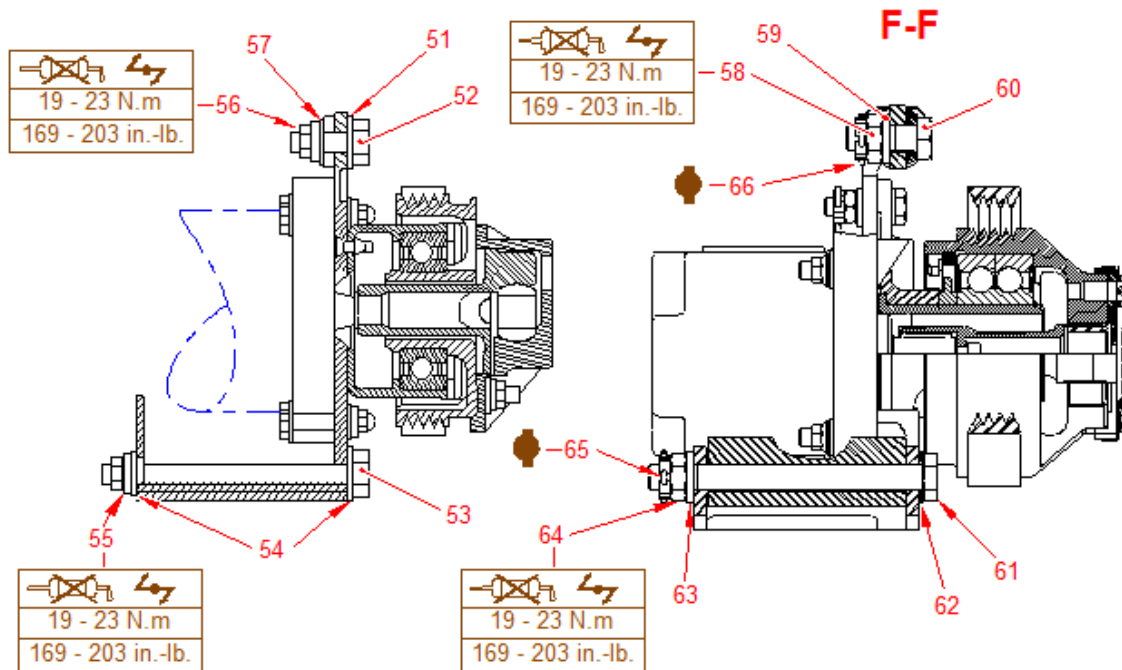


Figura 28 instalación de la bomba hidráulica

11. Realizar un chequeo de herramientas y FOD

#### 4.3. INSPECCION VISUAL GENERAL DE LOS ROD END FITTINGS

Para el desarrollo de la inspección de los Links de cambio de paso de rotor principal, la guía de inspección nos da la referencia del manual de mantenimiento de la aeronave AMM 62-33-00,6-1, la cual pasa a ser directamente la carta de trabajo para la inspección.

Para realizar dicha inspección la carta de trabajo nos manda a desmontar los Links para la medición del juego radial de los RodEnds, en el cual la referencia para la remoción e instalación de los Links está en la referencia AMM 62-33-00,6-1.



Figura 29 Inspección de Links de rotor principal

1. Remover los Links de rotor principal, tomando en cuenta la posición de cada uno de ellos ya que no son intercambiables, además de eso cabe recalcar que el Link de la pala amarilla es el de referencia y en caso de realizar un Tracking las otras palas deben alinearse a la pala amarilla.
2. Tomar la medida del juego axial de los RodEnds de los Links d cambio de paso de rotor principal con un indicador dial como indica la figura 30 de la carta de trabajo de inspección, se debe tener en cuenta que el cuerpo del Link no debe ser sujeto a presiones mecánicas fuertes para sujetarlos.

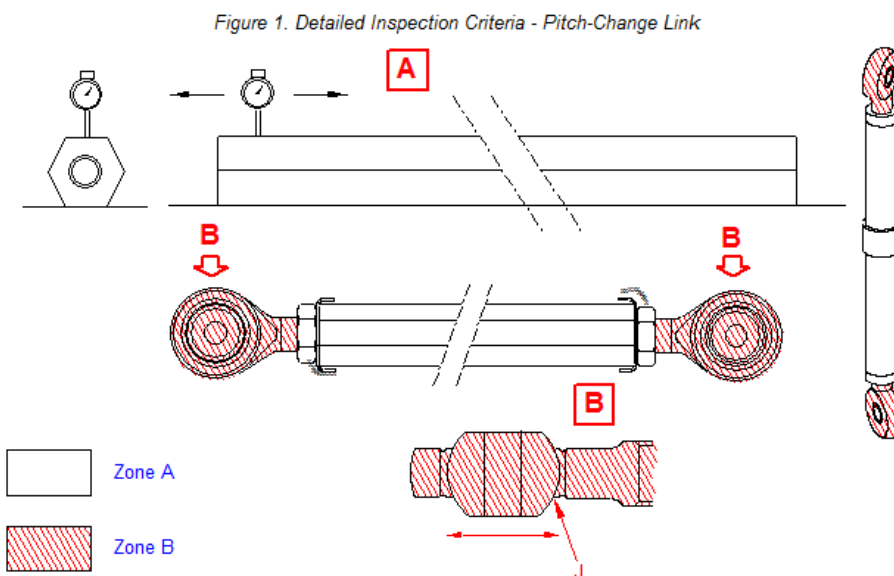


Figura 30 Inspección de los Rod Ends

- Según el criterio de la tabla de la carta de trabajo del AMM tomar la acción correctiva según corresponda (figura 31)

Table 1. Inspection Criteria - Pitch-Change Link

	Damage Permitted Without Repair	Repair	Maximum Damage Which Causes Replacement
Zone A	Finish paint chipped.	Rub down with 400 grade abrasive paper (MTC 20.04.03.401 General methods for reconditioning metal surfaces ). Protect with CM 316 chemical conversion material. Touch-up CM 487 primer, epoxy. Touch-up CM 4127 finish paint. Apply link identification adhesive tape.	Scratch or dent depth 0,5 mm (.019 in.). Crack.
Zone B	Radial play "J" $\leq 0,12$ mm (.005 in.). If radial play "J" $> 0,12$ mm (.005 in.) inspect this dimension at reduced inspection intervals.	None.	Radial play "J" $> 0,25$ mm (.009 in.) replace the spherical bearing ( 62-33-00, 4-1). Crack.

b. In the event of an incident, perform the additional check specified in the table below:

Table 2. Inspection Criteria Following an Incident - Pitch-change Links

	Damage Permitted Without Repair	Repair	Maximum Damage Which Causes Replacement
Zone A	Straightness of the link body "R" $\leq 0,5$ mm (.019 in.) (DETAIL A).	None.	Straightness of the link body "R" $> 0,5$ mm (.019 in.) (DETAIL A).

Figura 31 Criterio de inspección

Como indica el criterio de inspección la medida de juego axial máximo permitido es 0,12 mm, en caso de tener una medida fuera de limite, se debe proceder como acción correctiva inmediata a cambiar el RodEnd afectado, lo cual implica un trabajo adicional, ya que la medida y el número de roscas extraído debe ser el mismo para el nuevo RodEnd, sirve de mucho tomar esas consideraciones aunque de igual manera el manual de mantenimiento de la aeronave manda a realizar un TRACKING, o recorrido de las lapas, ya que si no se tiene la misma medida que con el anterior RodEnd podríamos causar una vibración vertical ocasionada por un Angulo de ataque en una de las palas distinto a las otras dos, es importante también denotar que este trabajo que siempre viene acompañado de una análisis de vibración de rotor principal, ya que esta operación involucra el cambio de un componente rotatorio y no estacionario.

4. Una vez inspeccionado los Links se procede a instalarlos según la carta de trabajo de que refiere a la instalación de estos(Figura 32).

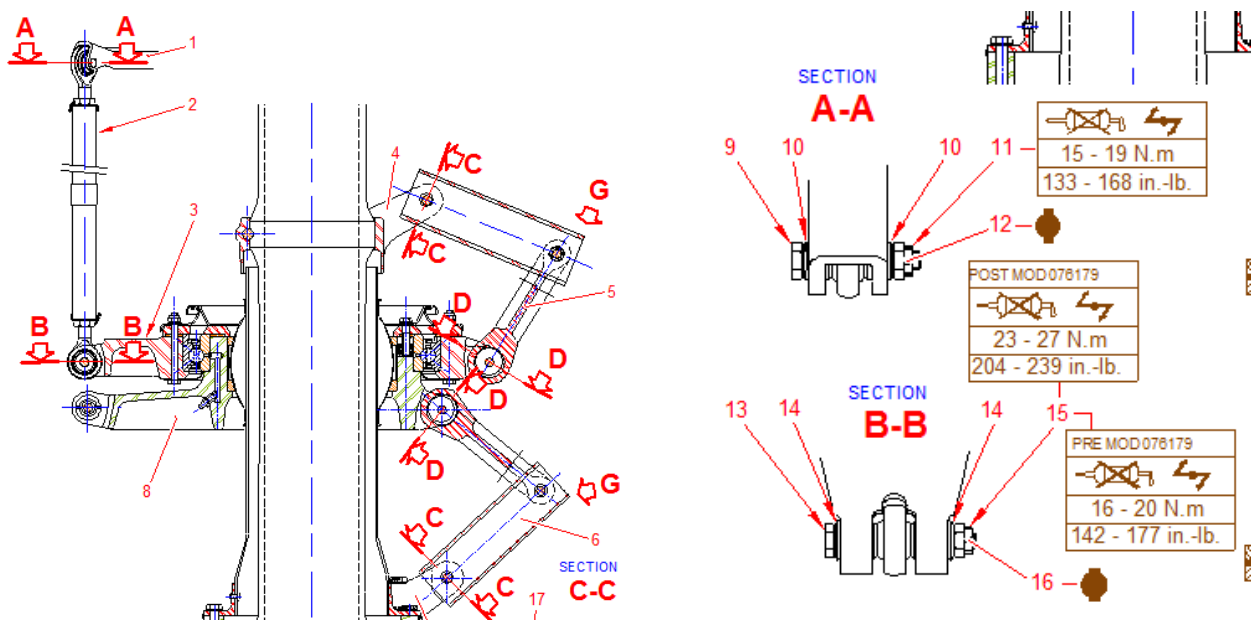


Figura 32 Instalación de los Links de cambio de paso





Figura 33 Instalación de los links de cambio de paso

5. Realizar un chequeo de Herramientas y FOD

4.4.INSPECCION DETALLADA DEL ACUMULADOR DEL YAW COMPENSATOR (SERVO HIDRAULICO DE ROTOR DE COLA).

Para el desarrollo de la inspección del Acumulador del servo hidráulico de rotor de cola la referencia del manual de mantenimiento aplicable a esta inspección es el AMM 29-00-00,3-5 el cual principalmente refiere a la verificación de la carga de nitrógeno del acumulador.

Los acumuladores del sistema hidráulico son de gran importancia ya que en caso de pérdida de energía hidráulica por falla, los acumuladores tanto de rotor principal, como de rotor de cola proveen energía hidráulica suficiente que le permiten al piloto tener el control de la aeronave durante un tiempo adicional para que pueda estabilizar la aeronave y ponerla en condición de auto rotación.

Según la carta de trabajo la presión de carga de nitrógeno de los acumuladores esta en función de la temperatura ambiente, como se muestra en la figura 34.

Temperature T°C (T1)	Pressure bar (P0)	Temperature T°F (T1)	Pressure psi (P0)
+ 50°	16,5	+ 122°	239
+ 40°	16	+ 104°	232
+ 30°	15,5	+ 86°	225
+ 20°	15	+ 68°	218
+ 10°	14,5	+ 50°	210
0°	14	+ 32°	203
- 10°	13,5	+ 14°	196

Figura 34 presión de acumulador

En este caso generalmente los lugares en los que se opera, la temperatura ambiente OAT es de 20 grados Celsius, lo que según la tabla se debe tener una presión de carga de nitrógeno para el acumulador de 15 Bar.

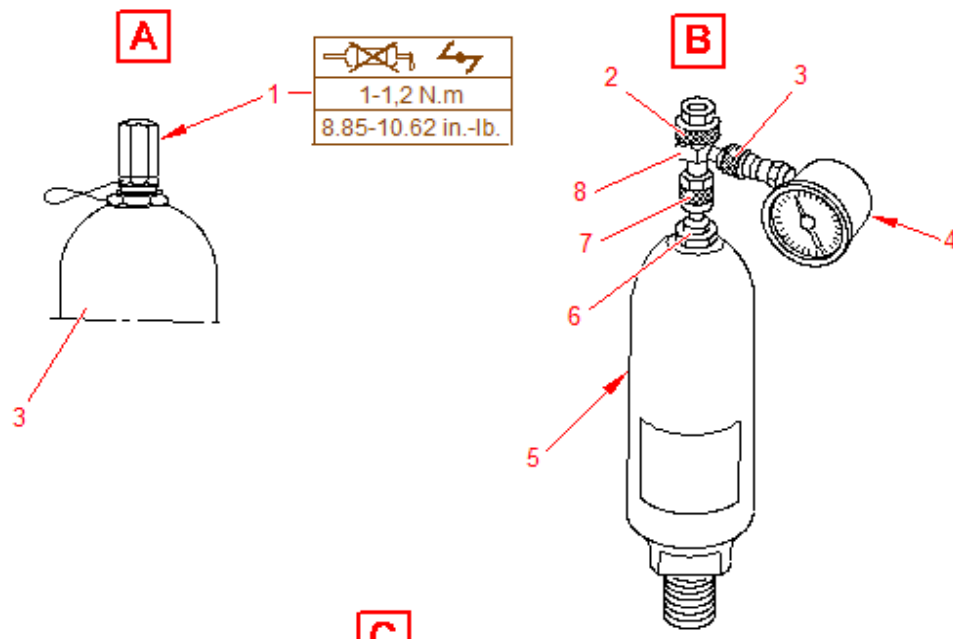


Figura 35 comprobaciones de carga de nitrógeno



1. Se debe abrir la cubiertas de rotor de cola para tener acceso al servo hidráulico
2. Quitar el tapón del acumulador como muestra la figura 35.
3. Instalar la unión de apertura de la válvula al manómetro para comprobar la presión de nitrógeno como muestra la figura 35

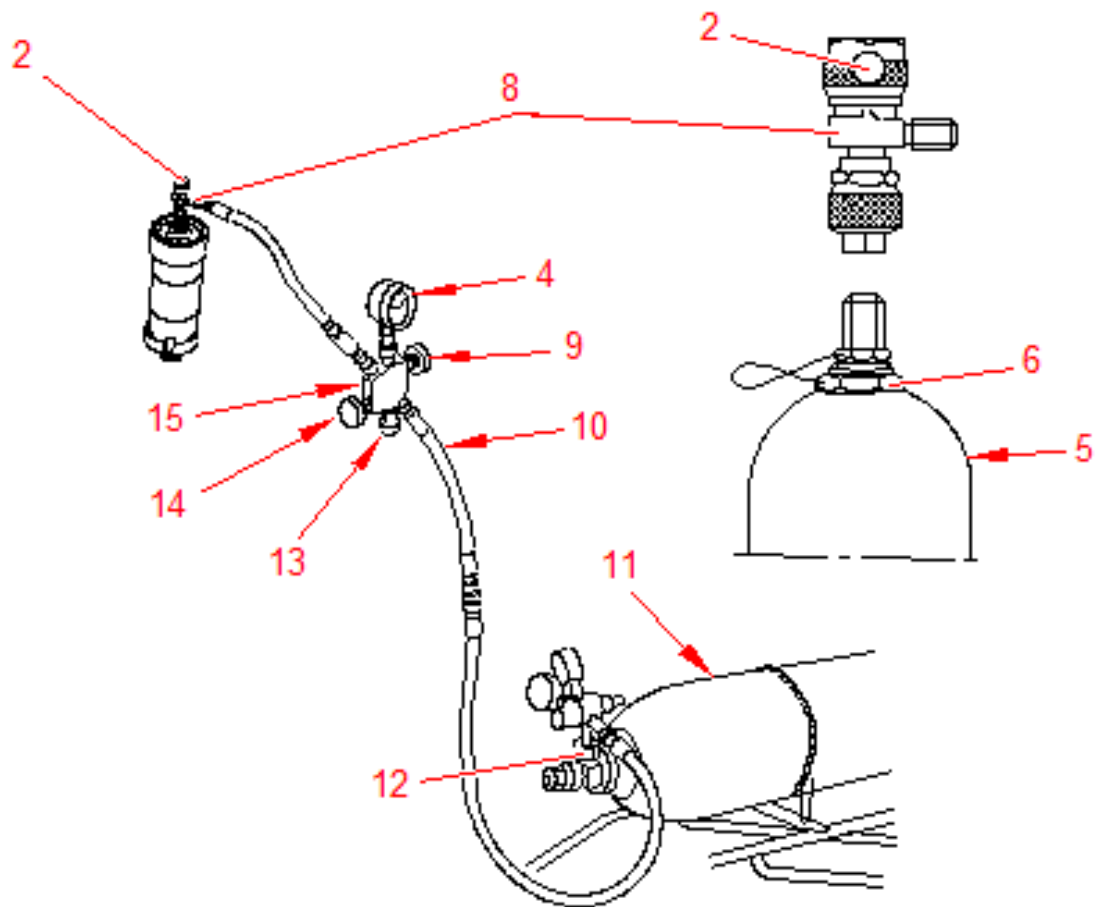


Figura 36 recarga de nitrógeno

Tomando en cuenta que nuestra presión nominal es de 15 bar en este caso se debe tomar las siguientes consideraciones:

- Si la diferencia de carga de nitrógeno entre la presión nominal y la real es de 0 a 1,5 bar se debe dejar el acumulador tal y como esta
- Si la diferencia de carga de nitrógeno entre la presión nominal y la real es de 1,5 a 5 bar se debe realizar la carga de nitrógeno e igualarla a la presión nominal
- Si la diferencia de carga de nitrógeno entre la presión nominal y la real es de 5 a 7 bar se debe realizar la carga de nitrógeno e igualarla a la presión nominal, sin embargo antes de que pasen las 36 Fh se debe verificar nuevamente la carga de nitrógeno con la siguiente consideración:

Si la diferencia de carga de nitrógeno entre la presión nominal y la real es menor a 0,5 bar se debe dejar el acumulador tal y como esta

Si la diferencia de carga de nitrógeno entre la presión nominal y la real es mayor a 0,5 bar se debe realizar un cambio de acumulador

4. La recarga de nitrógeno como muestra la figura 36 se realiza conectando una válvula de descarga al botellón de nitrógeno que posee su propio manómetro, la recarga será correcta cuando los dos manómetros marquen la misma medida que en este caso será de 15 bar
5. Realizar un chequeo de herramientas y FOD.

Es necesario recordar que todo montaje y desmontaje debe ser inspeccionado por el inspector asignado, el cual verificara y calificara el trabajo de mantenimiento realizado, así como también el material y las herramientas usados en el trabajo


## CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió derivar las siguientes conclusiones.

- 1.- En cuanto al Programa de mantenimiento de una aeronave este puede ser constantemente sujeto a revisiones y/o modificaciones, esto debido a varios factores, entre los cuales podrían ser modificaciones en cuanto a tiempos límite de mantenimiento, correcciones de errores, adición de nuevos ítems de mantenimiento (esto debido a directivas de aeronavegabilidad o EASB, ASB, SB proporcionados por el fabricante), incluso en la modificación de toda la estructura del programa de mantenimiento, todo esto sujeto y en concordancia al MSM del fabricante, teniendo en cuenta que al igual que un MEL es derivado de su respectivo MMEL, estos pueden ser más restrictivos pero nunca menos, es entonces que un Programa de mantenimiento es elaborado en función de las características propias de la aeronave y según el tipo de operación que el operador realice.
- 2.- Cualquier trabajo en el campo de mantenimiento realizado por el personal que reúna las condiciones de capacitación debe necesariamente guiarse en los manuales respectivos, ningún trabajo en el área de mantenimiento debe realizarse independientemente de los manuales.
- 3.- El Trabajo en el campo de helicópteros exige que el personal en general deba capacitarse cada determinado tiempo en forma obligatoria, considerando el escaso personal dentro de la especialidad.
- 4.- El Helicóptero debe cumplir requisitos de auditoría técnica por parte de la autoridad aeronáutica (DGAC) y además de las exigencias que el cliente así lo requiere, tales las empresas petroleras que exigen que se cumpla ciertas exigencias de personal como de tripulación.
- 5.- Si bien el personal técnico y tripulación inclusive el personal administrativo reúne condiciones aceptables, cabe mencionar que la infraestructura tanto para trabajos de mantenimiento y de operación, todavía se encuentran con algunas deficiencias que debe ser encarado con mayor responsabilidad.

ANEXO 1

ORDEN DE TRABAJO

		<b>ORDEN DE TRABAJO DETALLADO</b> <b>WORK ORDER TALLY SHEET</b>				MANTENIMIENTO
		MATRICULA <i>(Register N°)</i>	NUMERO SERIE <i>(S/N)</i>	TT AERONAVE TT ACFT	FECHA EMISION Issue Date	FECHA INICIO Begin Date
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES (Description of Activities)</b>						
<b>Item</b>	<b>MANTENIMIENTO PROGRAMADO (Scheduled Maintenance)</b>					<b>MM ref.</b>
<b>Item</b>	<b>MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO (Unscheduled Maintenance)</b>					<b>MM Ref.</b>
<i>TECNICOS (Technicians) y N° Licencia</i>		<i>FORMATOS ADJUNTOS (Forms) - N° Pgs</i>		<i>HERRAMIENTAS ESPECIALES</i>		
		Mantenimiento Complementario				
		Lista de componentes cambiados				
		Formatos de Inspección				
		Cumplimiento de AD's y ASB's				
		Listado de Asistencia a Reunión				
		Certificación Retorno al Servicio				
Nombre del Emisor Name of issuer						


# ANEXO 2

## RETORNO AL SERVICIO

<b>HELINKA</b>		<b>CERTIFICATION OF RETURN TO SERVICE</b>			MANTENIMIENTO
MATRÍCULA <i>Aircraft Reg. N°</i>	NÚMERO SERIE <i>A/C S/N</i>	FECHA CULMINACIÓN <i>End Date</i>	ORDEN DE TRABAJO O.T. N° <i>Work Order W.O. N°</i>		
<i>Item</i>	<b>A. RESUMEN DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO (Summary of Scheduled Activities Carried Out)</b>				
<i>Item</i>	<b>B. RESUMEN DEL MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO (Summary of unscheduled activities carried out)</b>				
<b>C. EXCEPCIONES Y DEROGACIONES (Exceptions and derogations)</b>					
<b>ACTUALIZACIÓN DE TIEMPOS (Time Update)</b>					
<i>TT AERONAVE (TT Aircraft)</i>	<i>TT MOTOR (TT Engine)</i>	<i>TSO MOTOR (Engine)</i>	<i>TT COMPON.</i>	<i>TTSO COMPON.</i>	
<b>C. CERTIFICACIÓN DE RETORNO AL SERVICIO</b> <i>Certification to Return to Service</i>			<i>FECHA</i> <i>Date</i>	<i>TECNICO</i> <i>Mech/Insp</i>	
Certifico que los trabajo arriba indicados, sin excepción alguna, fueron realizados de acuerdo con los procedimientos de los Manuales de Mantenimiento del fabricante, Programas pertinentes y lo establecido en la Reglamentación Aeronáutica Boliviana; por consiguiente Apruebo a la aeronave a Retomar al Servicio.					
Vo B0 Control de Calidad			Lugar y fecha		

**ANEXO 3**

**CUMPLIMIENTO DE ASB Y AD**

		<b>AD's &amp; ASB's COMPLIANCE FORM</b>			MANTENIMIENTO
Matrícula de la Aeronave Registration Number	Modelo Model	Serie Serial Number	TT ACFT	Orden de Trabajo (Si es aplicable) Work Order (If applicable)	
Publicación SB N° SB Publication N°		Publicación AD N° Publication N°			
Efectivo para el AD/ASB ó fecha de revisión For AD/ASB effective or revision date			Número de Enmienda Amendment Number		
Objeto de la Inspección - Subject Inspection of:					
Denominación Efectiva del Parte Effective Part Nomenclature		Número de Parte Part Number		Número de Serie del Parte Part S/N	
Fecha de Cumplimiento dd/mm/aa Compliance date dd/mm/aa		TT del parte si es conocido TT of part if know		Ciclos del Parte (si es conocido ó Aplicable) Part Cycles if know or applicable	
Método de Cumplimiento: Methods of compliance:					
Si repetitivo PROXIMA ACCION A: If repetitive NEXT ACTION DUE AT:				(Entrada en el ITV): (Enter en Log Book):	
NOTIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO SI ES REQUERIDO ANTES DE: Notification of compliance is required before:					
Lista Adicional de Información ó Instrucción como sea necesitado, abajo. List additional information or instruction as needed below					
Nombre del Técnico (Persona que hace el trabajo) Employee Name of doing work		Licencia N° Licence N°		Firma Signature	
Cumplida en la Base Base complied with		<input type="checkbox"/>		Trazabilidad requerida Status Sheet Tracking required	








ANEXO 6


MANTENIMIENTO DIFERIDO

		ITEMS DE MANTENIMIENTO DIFERIDO				MANTENIMIENTO		
MATRICULA <input type="text"/>		S/N <input type="text"/>		MODELO <input type="text"/>				
N° Difer.	COLUMNA 1 Discrepancia	COLUMNA 2 Acción Tomada				COLUMNA 3 Acción de Levante		
		MEL-ATAN° <input type="text"/>	Item MEL-ATAN° <input type="text"/>	ITV N° <input type="text"/>				
		Placcard <input type="text"/>	CATEGORIA <input type="text"/>					
		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D					
		Pedido Partes <input type="text"/>	N° Pedido <input type="text"/>	Fecha <input type="text"/>				
	Lugar y Fecha <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Lugar y Fecha <input type="text"/>	ITV N° <input type="text"/> Fecha y firma <input type="text"/>	
	DISCREPANCIA	MEL-ATAN° <input type="text"/>	Item MEL-ATAN° <input type="text"/>	ITV N° <input type="text"/>		ACCION DE LEVANTE		
		Placcard <input type="text"/>	CATEGORIA <input type="text"/>					
		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D					
		Pedido Partes <input type="text"/>	N° Pedido <input type="text"/>	Fecha <input type="text"/>				
	Lugar y Fecha <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Lugar y Fecha <input type="text"/>	ITV N° <input type="text"/> Fecha y firma <input type="text"/>	
	DISCREPANCIA	MEL-ATAN° <input type="text"/>	Item MEL-ATAN° <input type="text"/>	ITV N° <input type="text"/>		ACCION DE LEVANTE		
		Placcard <input type="text"/>	CATEGORIA <input type="text"/>					
		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D					
		Pedido Partes <input type="text"/>	N° Pedido <input type="text"/>	Fecha <input type="text"/>				
	Lugar y Fecha <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Lugar y Fecha <input type="text"/>	ITV N° <input type="text"/> Fecha y firma <input type="text"/>	
	DISCREPANCIA	MEL-ATAN° <input type="text"/>	Item MEL-ATAN° <input type="text"/>	ITV N° <input type="text"/>		ACCION DE LEVANTE		
		Placcard <input type="text"/>	CATEGORIA <input type="text"/>					
		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D					
		Pedido Partes <input type="text"/>	N° Pedido <input type="text"/>	Fecha <input type="text"/>				
	Lugar y Fecha <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Lugar y Fecha <input type="text"/>	ITV N° <input type="text"/> Fecha y firma <input type="text"/>	
	DISCREPANCIA	MEL-ATAN° <input type="text"/>	Item MEL-ATAN° <input type="text"/>	ITV N° <input type="text"/>		ACCION DE LEVANTE		
		Placcard <input type="text"/>	CATEGORIA <input type="text"/>					
		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D					
		Pedido Partes <input type="text"/>	N° Pedido <input type="text"/>	Fecha <input type="text"/>				
	Lugar y Fecha <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="text"/>	<input type="text"/>		Lugar y Fecha <input type="text"/>	ITV N° <input type="text"/> Fecha y firma <input type="text"/>	
REV. N° 06 (20 may 12)		GM-M1-F06						



**ANEXO 8**

**REPORTE DE DEFECTO O MAL FUNCIONAMIENTO**

		REPORTE DE DEFECTO Ó MAL FUNCIONAMIENTO				MANTENIMIENTO		
		<i>DATOS GENERALES</i>						
FECHA DEL REPORTE		MATRICULA		MODELO		SERIE		
		OBSERVACIÓN	<input type="checkbox"/>	NO CONFORM.	<input checked="" type="checkbox"/>	INCIDENTE	<input type="checkbox"/>	
		ACCIDENTE						<input type="checkbox"/>
<i>ETAPA DE OPERACIÓN</i>								
PRE VUELO	<input type="checkbox"/>	POST VUELO	<input type="checkbox"/>	DESPUES ULT.VLO	<input type="checkbox"/>	INSP. NO PROGRAM	<input type="checkbox"/>	
		INSP. PROGRAM	<input type="checkbox"/>			FECHA DEL HALLAZGO		
TIERRA	<input type="checkbox"/>	HOVER	<input type="checkbox"/>	DESPEGUE	<input type="checkbox"/>	ASCENSO	<input type="checkbox"/>	
		CRUCERO	<input type="checkbox"/>	DESCENSO	<input type="checkbox"/>	APROXIM.	<input type="checkbox"/>	
		ATERRIZ.	<input type="checkbox"/>			MANIOBRAS	<input type="checkbox"/>	
<i>PROCEDIMIENTO NORMAL/EMERGENCIA EFECTUADO (Reporte de Técnico/Piloto y Decisión adoptada en la operación)</i>								
<i>CAUSA APARENTE DE LA FALLA</i>								
		Operacional	<input type="checkbox"/>	Mal func.	<input type="checkbox"/>	Defecto	<input type="checkbox"/>	
		Técnico	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	ATA	<input type="checkbox"/>	
<i>DESCRIPCIÓN DE LA FALLA</i>								
<i>IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO AERONÁUTICO INVOLUCRADO</i>								
Descripción				P/N			TSN	<input type="checkbox"/>
Fabricante				S/N			TSO	<input type="checkbox"/>
Tareas posteriores	Mantto Sub base	<input type="checkbox"/>	Reparo	<input type="checkbox"/>	Reemplazo	<input type="checkbox"/>	Retorno Fábrica	<input type="checkbox"/>
<i>ACCIONES PREVENTIVAS/CORRECTIVAS U OBSERVACIONES</i>								
Sello y Firma del Emisor								

ANEXO 9

MANTENIMIENTO REPETITIVO

<b>HELINKA</b>			<b>MANTENIMIENTO REPETITIVO</b>				MANTENIMIENTO
MATRICULA	<input type="text"/>	SERIE	<input type="text"/>	ASB / AD N°	<input type="text"/>	Si Aplica	<input type="text"/>
FRECUENCIA	<input type="text"/>	DESCRIPCIÓN	<input type="text"/>				
Próximo Cumplimiento	Ultimo Cumplimiento	Fecha	Breve Descripción Cumplimiento	ITV N°	Firma / Sello	Observaciones	

## BIBLIOGRAFIA

- RAMIREZ M., Ruben Julio.**      ***“Programa de mantenimiento AS 350 B3”***. Rev2
- Eurocopter France.**            ***“Aircraft Maintenance Manual ”Rev 5***
- Eurocopter France.**            ***“Flight Manual”***. Rev 3