

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL  
CHEQUEO OPERACIONAL DEL BOTÓN INDICADOR DE  
PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO HIDRÁULICO DEL  
HELICÓPTERO BELL 206 A/B”**

**POR:**

**CBOS-MC-AV NAVARRETE GUALLPA JOSÉ MIGUEL**

**Proyecto de Grado como requisito parcial para la obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2009**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el señor **CBOS-MT-AV-Navarrete Gualpa José Miguel**, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

---

**Ing. Guillermo Trujillo**  
**Director de Proyecto**

Latacunga, Noviembre del 2009

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de grado está dedicado primordialmente a Dios que con su infinita bondad me brinda salud, sabiduría e inteligencia; A mi esposa Yessica Marisol Rumipamba Guacho. Por brindarme la voz de aliento necesaria para dar un paso firme en mi vida por su comprensión y paciencia constante; A mi hija Angelina Michelle Navarrete Rumipamba que es parte fundamental en mi vida y mi razón de ser que con su cariño y ternura fue la inspiración para poder esforzarme cada día y poder realizar este proyecto de grado.

A mi padre Miguel Eduardo Navarrete Cacao y a mi madre Esther Alejandrina Gualpa Villamar que han sabido ser mi luz y que con amor y paciencia interminable me encaminan siempre por el camino correcto.

**Cbos-Mt-Av-Navarrete Gualpa José Miguel**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de manera muy sincera y especial a mi Dios por permitirme alcanzar el título de Tecnólogo Aeronáutico, por darme todo lo que soy y todo lo que tengo y porque nunca me ha dejado solo hasta este momento.

Mi sincero agradecimiento a toda mi familia por su apoyo inquebrantable y que han sido y serán mi columna vertebral y pilar fundamental en mi formación como ser humano y en mi carrera militar.

A la ARMADA DEL ECUADOR por permitirme formar parte de sus filas, por darme la oportunidad de especializarme y ser un ente competitivo en el ámbito profesional y al personal de técnicos de la estación Aeronaval Guayaquil por brindarme sus conocimientos que han hecho posible el desarrollo de este proyecto.

Un agradecimiento al Ing. Guillermo Trujillo quien me ha guiado, revisado y corregido esta investigación, para concluir satisfactoriamente este proyecto.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y a todo el personal de instructores académicos ya que al impartirme sus conocimientos sin egoísmo, el cual me servirá en mi vida laboral.

**Cbos. Mt-Av-Navarrete Gualpa José Miguel**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de Contenidos .....	V
Índice de Tablas.....	VIII
Índice de Figura.....	IX
Índice de Anexo.....	IX
Resumen.....	1
Summary.....	2

### CAPÍTULO I EL TEMA

1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación e Importancia.....	4
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Alcance.....	5

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1 Principio básico de la hidráulica.....	6
2.1.1 Potencia hidráulica.....	6
2.1.2 Presión.....	7
2.2 Sistema de unidades de conversión.....	7
2.3 Sistema hidráulico.....	9
2.3.1 Líquido hidráulico.....	11
2.3.2. Viscosidad.....	12
2.3.3 Componentes del sistema hidráulico.....	12
2.3.4 Descripción de los componentes del sistema hidráulico.....	13
2.4 Depósito y bomba hidráulica.....	14
2.4.1 Funciones del reservorio hidráulico.....	15
2.4.2 Características del reservorio.....	15
2.4.3 Inspección del reservorio y bomba hidráulica.....	16
2.4.4 Válvula reguladora de presión hidráulica.....	16
2.4.5 Pasos a seguir para regular la válvula reguladora de presión hidráulica....	17
2.5 Válvula hidráulica solenoide.....	19
2.6. Filtro hidráulico y elemento.....	20
2.6.1 Característica del filtro hidráulico.....	21
2.6.2 Pasos para limpiar el elemento del filtro.....	21
2.6.3 Inspección del filtro.....	22
2.7 Conjuntos de cañerías hidráulicas.....	22
2.7.1 Cañería rígida.....	22
2.7.2 Cañería flexible.....	23
2.8 Actuadores hidráulicos.....	24
2.8.1 Servo actuadores.....	24
2.8.2 Soporte del servo actuadores.....	25
2.9 Manómetro de presión.....	25
2.9.1 Montaje de los manómetros.....	26

## **CAPÍTULO III CONSTRUCCIÓN**

3. Descripción.....	28
3.1. Diseño de la estructura.....	28
3.1.1 Electrodo tipo E6011.....	30
3.2. Funcionamiento del sistema hidráulico del banco de prueba.....	33
3.2.1 Diagrama esquemático del sistema hidráulico del banco de prueba.....	36
3.3 Máquina y herramientas utilizadas en la construcción del banco de prueba.....	36
3.4 Diagramas de procesos.....	39
3.4.1 Diagrama de proceso de construcción de la estructura principal.....	40
3.4.2 Diagrama de proceso de construcción de la base de madera donde va fijada la base de los servos actuadores.....	41
3.4.3 Diagrama de proceso de construcción de los bocines donde van acoplados los truños de los servos actuadores.....	42
3.4.4 Diagrama de proceso de construcción del elemento del filtro hidráulico....	43
3.4.5 Diagrama del proceso del montaje del sistema hidráulico.....	44
3.5 Diagrama de ensamble del banco de prueba.....	45
3.6 Elaboración de manuales.....	46
3.6.1 Descripción general.....	46
3.6.1.1 Manual de mantenimiento del banco de prueba.....	46
3.6.1.2 Manual de operación del banco de prueba.....	48
3.6.1.3 Manual de seguridad del banco de prueba.....	51
3.6.1.4 Hojas de registros.....	52
3.7 Prueba de funcionamiento.....	55
3.8 Estudio económico.....	56
3.8.1 Presupuesto.....	56
3.8.2 Material.....	57
3.8.3 Máquina, equipo y herramientas.....	57
3.8.4 Gastos varios.....	58

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones.....	60
4.2 Recomendaciones.....	61
Glosario de términos.....	62
Abreviaturas y siglas.....	64
Bibliografía.....	65
Anexos.....	66

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 2.1 Sistema de unidades de caudal.....	7
Tabla 2.2 Sistema de unidades de presión.....	8
Tabla 3.1 Máquinas utilizadas.....	37
Tabla 3.2 Herramientas utilizadas.....	37
Tabla 3.3 Tiempo de operación en los diferentes procesos de construcción.....	38
Tabla 3.4 Simbología de los procesos de construcción del banco.....	39
Tabla 3.5 Codificación de los procedimientos de prueba del banco.....	46
Tabla 3.6 Materiales.....	57
Tabla 3.7 Máquinas, equipo, herramientas.....	58
Tabla 3.8 Mano de obra.....	58
Tabla 3.9 Gastos varios.....	59
Tabla 3.10 Costo total.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema del sistema hidráulico.....	10
Figura 2.2 Recipiente de líquido hidráulico MIL-H-5606.....	11
Figura 2.3 Componentes del sistema hidráulico.....	13
Figura 2.4 Depósito y bomba hidráulica.....	14
Figura 2.5 Válvula reguladora de presión hidráulica.....	19
Figura 2.6 Válvula hidráulica solenoide.....	20
Figura 2.7 Filtro hidráulico y elemento.....	21
Figura 2.8 Cañerías flexibles.....	23
Figura 2.9 Servos actuadores.....	24
Figura 2.10 Soporte de los servos actuadores.....	25
Figura 2.11 Manómetro de presión hidráulica.....	26
Figura 3.1 Medición y corte de la estructura.....	29
Figura 3.2 Soldadura de los ángulos para la estructura.....	30
Figura 3.3 Electrodo.....	30
Figura 3.4 Ruedas de hierro.....	31
Figura 3.5 Proceso de pintado de la estructura.....	31
Figura 3.6 Tablero de madera.....	32
Figura 3.7 Soporte de los servos actuadores.....	33
Figura 3.8 Componentes del sistema hidráulico.....	34
Figura 3.9 Tester hidráulico.....	35
Figura 3.10 Banco de prueba terminado.....	35
Figura 3.11 Diagrama esquemático del sistema hidráulico.....	36
Figura 3.12 Banco de prueba para comprobar el chequeo operacional del indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B..	45
Figura 3.13 Pruebas de funcionamiento.....	56

## ÍNDICE DE ANEXO

Anexo A Informe del problema (Anteproyecto).	
Anexo B Fotos de la construcción del banco de prueba.	
Anexo C Certificado de operatividad del banco de prueba.	

## **RESUMEN**

El presente proyecto de grado se enmarca en la construcción de un banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B; en su construcción física se encuentra constituida por una estructura metálica, una base de madera, conjunto de servos actuadores, soporte de los servos, cañerías, filtro hidráulico, válvula solenoide y un regulador de voltaje.

En el desarrollo del proyecto de grado se estudia el sistema hidráulico y mediante los análisis se procede a la construcción y ensamblaje del banco de prueba.

Para facilitar la operación del banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B, se detalló los procesos de construcción, diagramas, Manual de seguridad, Manual de operación, Manual de mantenimiento y hoja de registro.

Concluida la construcción del banco de prueba, se realizó las respectivas pruebas de funcionamiento para observar el desempeño del banco, brindando resultados positivos, cumpliendo así con las expectativas requeridas en este proyecto.

## **SUMMARY**

The present degree project is framed in the construction of a test bank for the operational checkup of the indicative button of differential pressure of the hydraulic filter of the helicopter Bell 206 A/B; in its physical construction it is constituted by a metallic structure, a wooden base, group of servos actuators, support of the servos, pipes, hydraulic filter, valve solenoid and a voltage regulator.

In the development of the degree project the hydraulic system is studied and by means of the analyses you proceeds to the construction and assembling of the test bank.

To facilitate the operation of the bank of test of the operational checkup of the indicative button of differential pressure of the hydraulic filter of the helicopter Bell 206 A/B, it was detailed the construction processes, diagrams, Manual of security, operation Manual, maintenance Manual and registration leaf.

Concluded the construction of the test bank, was carried out the respective operation tests to observe the acting of the bank, offering positive results, fulfilling this way the expectations required in this project.

## **CAPÍTULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

La Aviación Naval de Guayaquil es parte importante dentro de la Armada del Ecuador, fue creada hace 39 años con el propósito principal de prestar apoyo operativo y logístico a las unidades de superficie, con el objeto de contribuir de manera eficiente, responsable y profesional con el control de la soberanía Nacional.

La estación aeronaval de Guayaquil radicada en la ciudad de Guayaquil Provincia del Guayas, es la encargada del mantenimiento de los helicópteros dentro del proceso de inspección y mantenimiento del sistema Hidráulico, la estación aeronaval de Guayaquil no posee las adecuadas herramientas fundamentales para realizar el trabajo de mantenimiento por esta razón, es importante la necesidad de construir un Banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B, éste banco sin duda será de mucha utilidad para contribuir con el mantenimiento, preservar el estado de operatividad y las buenas condiciones de dicho sistema, siendo el objetivo principal mantener operativos los helicóptero para el cumplimiento de las misiones encomendadas.

El presente proyecto de investigación fue desarrollado mediante la utilización de las diferentes Modalidades, Tipos, Niveles, Métodos y Técnicas de investigación que se utilizó para realizar un estudio de la situación actual del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B, en la Estación Aeronaval de Guayaquil, mismo que se especifican en el anteproyecto. (Anexo A)

## **1.2 Justificación e Importancia**

La construcción de este banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B, se debe a que la Estación Aeronaval de Guayaquil que dispone de técnicos muy capaces en cada una de sus funciones de trabajo, más la falta de un banco de prueba produce retrasos en las inspecciones que impiden el fortalecimiento y la eficiencia profesional del personal técnico en las inspecciones y además permitirá evaluar de manera precisa si el filtro del sistema hidráulico esta operativo o no, sin tener que dar de baja al accesorio o componente que aun estén servible, y con esto también se está contribuyendo al mantenimiento de las aeronaves en estado de operatividad y darle seguridad al piloto y la tripulación que se embarca en el helicóptero Bell 206 A/B.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Construir un banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B, mismo que servirá para comprobar y corregir los problemas que se presenten en el filtro hidráulico y en el sistema y por ende brindar un buen servicio a la Estación Aeronaval de Guayaquil.

### **1.3.2 Objetivo específicos**

- Realizar el estudio técnico para la construcción del banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B.
- Realizar un diseño básico de la estructura del banco de prueba.(Anexo B)
- Ejecutar la construcción del banco de prueba y realizar las pruebas de

funcionamiento y operación correspondientes.

- Elaborar los manuales de mantenimiento, operación, seguridad y hojas de registro del banco de prueba.

#### **1.4 Alcance**

La construcción de este banco de prueba tiene por alcance satisfacer, los requerimientos técnico operacionales y ergonómicos de las operaciones de inspección del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B y mejorar la capacidad operativa del personal de técnicos que laboran en la Estación Aeronaval de Guayaquil a los cuales se beneficiaran directamente de este trabajo de graduación.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Principios básicos de la hidráulica

La hidráulica es la ciencia que estudia las leyes que regulan el equilibrio y el movimiento de los líquidos.

- Los líquidos adoptan la forma del recipiente que los contienen, ya que no tienen forma propia.
- Los líquidos no pueden ser comprimidos, lo cual hace que sean excelentes transmisores de fuerza a diferencia del aire y de los gases que son comprimibles.
- Los líquidos transmiten las presiones que se les aplica en todas las direcciones con la misma intensidad.

#### 2.1.1 Potencia hidráulica

Es la cantidad de trabajo efectuado en un mecanismo hidráulico, por unidad de tiempo.

La potencia hidráulica es definida como:

$$\text{Potencia} = P \times Q \quad (2.1)$$

En donde:

P = Presión

Q = Caudal

Midiéndose la Potencia en Watts, presión en pascal, y caudal en metros cúbicos de líquido por segundo. Cabe hacer hincapié que a mayor presión se necesita menor caudal de líquido.

## 2.1.2 Presión

La presión, es el cociente que resulta de dividir una fuerza por la superficie sobre la que actúa, en términos de formulación matemática es:

$$\text{Presión} = F/S \quad (2.2)$$

En donde:

F= Fuerza

S= Superficie<sup>1</sup>

## 2.2 Sistema de unidades de conversión

Tabla 2.1 Sistema de unidades de caudal.

UNIDADES DE CAUDAL						
UNIDAD	Galones/min	Pie <sup>3</sup> /seg	m <sup>3</sup> /hora	Litros/seg	Barriles/min	Barriles/día
Galones/min	1	0.0022	0.02271	0.0631	0.0238	34.286
Pie <sup>3</sup> /seg	448.83	1	101.9	28.32	10.686	15,388
m <sup>3</sup> /seg	15,850	35.315	3,600	1,000	377.4	543,447
m <sup>3</sup> /min	264.2	0.5883	60.0	16.667	6.290	9,058
m <sup>3</sup> /hora	4-403	0.00982	1	0.2778	0.1048	151
Litros/seg	15.85	0.0353	3.60	1	0.3773	543.3
Litros/min	0.2642	0.000589	0.060	0.0167	0.00629	9.055
Barriles/min	42	0.09357	9.5256	2.65	1	1,440
Barriles día	0.0292	0.000065	0.00662	0.00184	0.00069	1

Fuente: Manual básico de sistema hidráulico

Elaborado por: CBOS Navarrete José

<sup>1</sup> Antonio Esteban Oñate (1992-pag11-22)

**Tabla 2.2 Sistema de unidades de presión.**

<b>INGLÉS A MÉTRICO</b>	
1Bar = 100,000 Pascal (N/m <sup>2</sup> )	1 Dinas = 10 <sup>-5</sup> Julios/m
1Btu/min =12.96Pies Libras/seg	1 Dinas = 2.248x10 <sup>-6</sup> libras
1Btu/min = 0.02356 Caballos fuerza	1 Ergios = 9.480x10 <sup>-11</sup> Btu
1Btu/min = 0.01757 Kilovatios	1Ergios = 10 <sup>-7</sup> Julios
1Btu/min = 17.17 vatios	1 Julios = 9.480x10 <sup>-4</sup> Btu
1Bares = 0.9869 Atmósfera	1 Julios = 10 <sup>7</sup> Ergios
1Bares = 1000000 Dinas	1 Julios = 0.7376 Pies libras
1Bares = 2089.0 Libras/pies <sup>2</sup>	1 Libras/pul <sup>2</sup> (psi) = 0.00689 Mega pascales
1Bares = 14.50 Libras/pulgadas <sup>2</sup> (psi)	1 Libras/pul <sup>2</sup> (psi) = 0.070307 Kg/cm <sup>2</sup>
1 Btu = 1.0550x10 <sup>10</sup> Ergio	1 Libras/pie <sup>2</sup> = 47.8803 Pascales
1 Btu = 778.3 Pie libras	1 Libras/pie <sup>2</sup> = 0.000488 Kg/cm <sup>2</sup>
1 Btu = 1054.8 Julios	1 Libras/pie <sup>2</sup> = 4.8824 Kg7m <sup>2</sup>
1 Caballo fuerza = 745.7 Vatios	1 Pulgadas de Hg = 3,376.8 Pascales
1 Caballo fuerza = 0.7457 Kilovatios	1 Tonelada = 1.000 Kg.
1 Dinas = 1.020x10 <sup>-3</sup> Gramos	1 Litro = 0,001 m <sup>3</sup>
1 Dinas = 1.020x10 <sup>-6</sup> Kilogramos	1 Micra = 0.000001 m
1 Dinas = 10 <sup>-7</sup> Julios/cm	1 kilogramos/cm <sup>2</sup> = 14.22 lbs. pulg <sup>2</sup>
1 Pascales = 1 N/m <sup>2</sup>	1 Kilogramos/metro <sup>2</sup> = 0.2048 lb/pie <sup>2</sup>
1 Pascales = 0.000145 lbs./pulg <sup>2</sup>	1 kilogramos fuerza = 9.80665 Newton
1 Kilo pascales = 0.145 lbs./pulg <sup>2</sup>	1Centímetros de Hg = 0.1939 lb/pulg <sup>2</sup>

**Fuente:** Manual básico de sistema hidráulico

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

### 2.3 Sistema hidráulico

El sistema hidráulico del helicóptero aeronaval Bell 206 A/B consta de un

sistema hidráulico independiente.

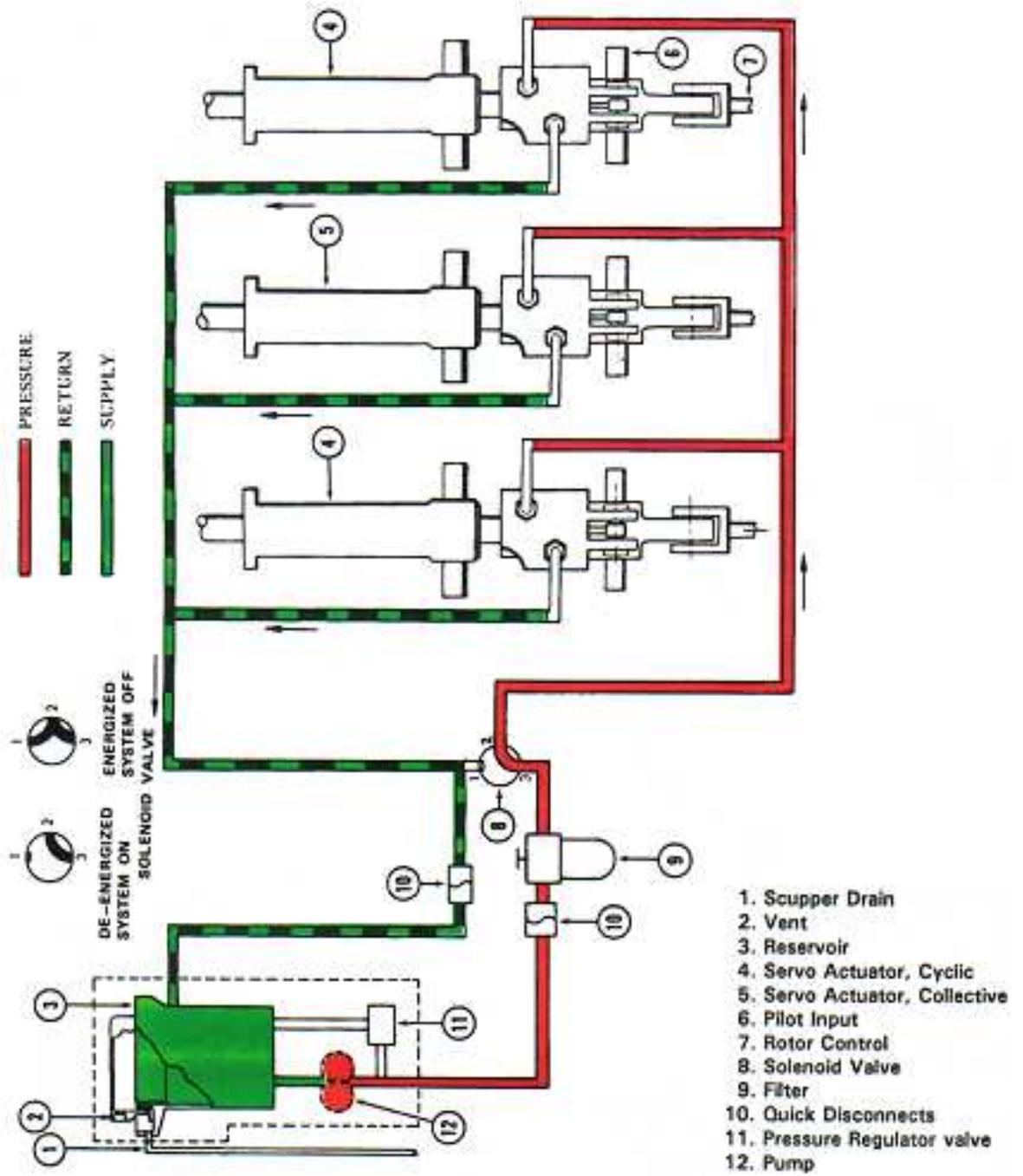
El sistema hidráulico provee la presión necesaria para facilitar el movimiento de los controles de vuelo (cíclico y colectivo) y minimizar el esfuerzo de los pilotos, con este sistema se ha logrado muy buenas características de control ya que hay un control preciso aun en condiciones de turbulencias.

Este sistema consiste de una bomba hidráulica, actuadores servos, válvula solenoide, montajes de manguera y filtro hidráulico el cual tiene un botón indicador rojo que salta para indicar que el filtro se está obstruyendo.

Este sistema opera con una presión hidráulica de  $600 \pm 25$  PSI, trabaja con una data de flujo de 1,75 Gal x min. Su capacidad total es de 2.3 pintas, 1 pinta en el reservorio y 1.3 pinta en el sistema (0.95 litros) y están diseñados para operar con un fluido hidráulico MIL-H-5606 color rojo, el sistema hidráulico tiene una Inspección cada 100hrs de vuelo del helicóptero.

Tipo de inspección del sistema hidráulico:

1. Inspeccione las líneas de hidráulico por rozamientos, fugas y seguridad
2. Chequee el botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico
3. Chequee el nivel de aceite hidráulico y cambie el aceite si el color ha cambiado a oscuro o si el aceite emite mal olor.
4. Inspeccione los servo actuador válvula, puntos de articulaciones y pernos por libertad de rotación y seguridad de fijación. Inspeccione los actuadores por fugas y condición.



**Figura. 2.1 Esquema del sistema hidráulico**

Fuente: Manual de mantenimiento del Bell 206 A/B

Elaborado por: CBOS Navarrete José

### 2.3.1 Líquido hidráulico

El líquido hidráulico es de origen mineral y es muy empleado en aviación. El líquido hidráulico estándar de este grupo tiene el número de especificación MIL-H-5606, la sigla MIL indica que es una especificación militar, y la inicial H indica que es de empleo hidráulico. Su campo operacional térmicamente hablando, se encuentra entre  $-54\text{ }^{\circ}\text{C}$ , su viscosidad es baja y como muchos otros fluidos hidráulicos es inhibidor de la corrosión.



**Figura.2.2 Recipiente de líquido hidráulico MIL-H-5606**

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

El MIL-H-5606 se deriva de la refinación del petróleo, es de color rojo, e incorpora aditivos depresores del punto de congelación, aditivos que mejoran el índice de viscosidad, aditivos antiespumantes, antioxidantes. La inhibición de la corrosión es reducir la cantidad de oxidación que ocurre en fluidos derivados del petróleo, cuando estos están sujetos a alta presiones y temperatura, y para minimizar la corrosión de las partes metálicas con las que está en contacto. El manual de mantenimiento del helicóptero (Cap-29) manda a cambiar el líquido hidráulico cada 100 hrs o por condición.

### **2.3.2 Viscosidad**

La viscosidad de un líquido es la resistencia que oponen sus partículas a su desplazamiento, a deslizarse unas sobre las otras, como si una lámina se deslizara sobre otra. Esta definición práctica de la viscosidad da idea de la facilidad o dificultad con la que un líquido puede circular por una tubería. Si el líquido tiene mucha viscosidad, el desplazamiento por un tubo es lento y difícil; si el líquido tiene una viscosidad pequeña, el movimiento es fácil. Se dice entonces que el líquido tiene fluidez. Fluidez es una propiedad inversa de la viscosidad; los líquidos muy viscosos poseen fluidez, y su derrame es lento y difícil.

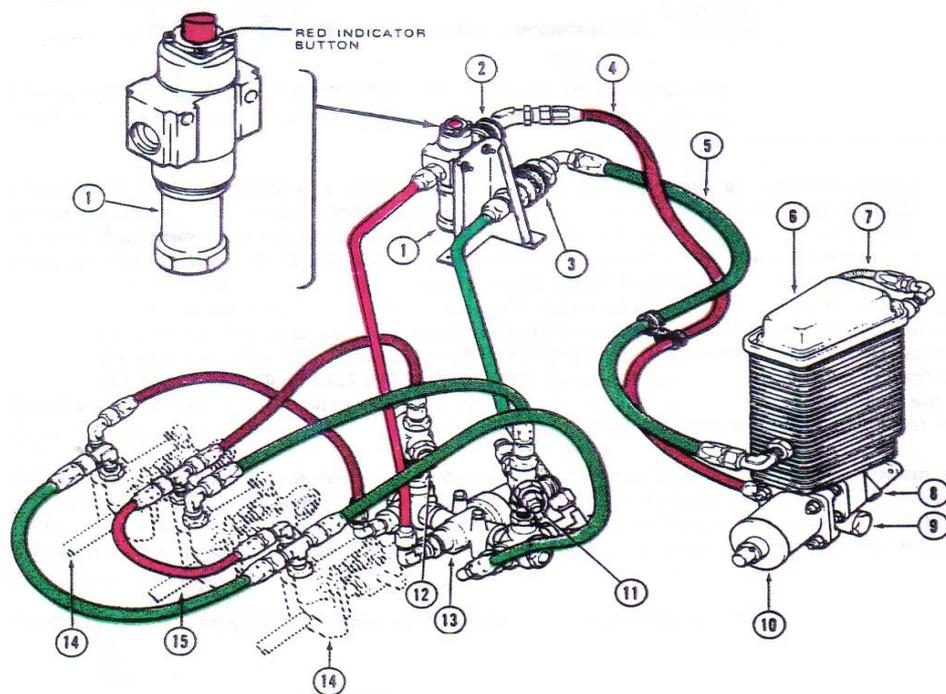
La importancia de la viscosidad, como propiedad fundamental de un fluido, se debe a que afecta numerosas facetas de su funcionamiento práctico: afecta a las fugas que se producen en los mecanismos, a la pérdida de energía por el rozamiento interno, muy en particular, a los posibles daños que se pueden producir por las interferencias y los roces mecánicos debidos al empleo de líquidos de viscosidad inadecuada.

### **2.3.3 Componentes del sistema hidráulico**

El sistema hidráulico está formado por los siguientes componentes:

- 1 Filtro.
- 2 Desconexión rápida de la línea de presión.
- 3 Desconexión rápida de la línea de retorno.
- 4 Manguera de presión.
- 5 Manguera de retorno.
- 6 Bomba y depósito.
- 7 Línea de drenaje.
- 8 Salida del drenaje de la bomba.

- 9 Válvula reguladora de presión.
- 10 Generador tacómetro.
- 11 Tapón.
- 12 Tapón.
- 13 Válvula solenoide.
- 14 Actuador servo cíclico.
- 15 Actuador servo colectivo.



**Figura.2.3 Componentes del sistema hidráulico**

**Fuente:** Manual de mantenimiento del Bell 206 A/B

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

### 2.3.4 Descripción de los componentes del sistema hidráulico

A continuación vamos a realizar un estudio detallado de cada uno de los componentes del sistema hidráulico.

## 2.4 Depósito y bomba hidráulica

La bomba hidráulica, el depósito y el regulador en el lado delantero de la bomba de aceite de la transmisión es una sola unidad. En el conjunto de la bomba y el regulador incluye también una placa de montaje para el generador tacómetro del rotor.

La bomba hidráulica tiene un acople impulsor colocado entre los engranajes del eje impulsor de la bomba de aceite de la transmisión y las estrías de la bomba hidráulica. En caso de una falla de la bomba hidráulica o del generador tacómetro, el eje impulsor de la bomba de transmisión se romperá dentro del acople separando los dos sistemas. La bomba de aceite de la transmisión continuará operando pero la bomba hidráulica dejará de girar. La bomba es de caudal variable y descargan presión en un rango de  $600 \pm 25$  PSI.



**Figura.2.4 Depósito y bomba hidráulica.**

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

La bomba hidráulica es el mecanismo, encargado de producir la presión hidráulica, hasta el valor nominal que precisa el sistema, de acuerdo con sus condiciones de diseño, para ello la bomba se alimenta de líquido hidráulico almacenado en el depósito hidráulico.

El reservorio de líquido hidráulico es el recipiente que almacena el fluido hidráulico (1pinta), la cantidad de líquido que almacena es suficiente para las necesidades del sistema.

#### **2.4.1 Funciones del reservorio hidráulico**

- Almacenar líquido hidráulico que se emplea como medio transmisor de potencia.
- Compensar las pérdidas de líquido debido a pequeñas fugas.
- Permitir la disolución líquido.

#### **2.4.2 Características del reservorio**

Tiene una capacidad de llenado de 1pinta de líquido hidráulico, el tapón de la boca de llenado debe hacer un cierre hermético, pero a su vez lleva un orificio de respiración que filtre aire que entre en el depósito.

El indicador de nivel es muy útil ya que nos permite saber la cantidad de líquido hidráulico del reservorio.

Las tuberías de entrada y salida de líquido hidráulico se deben disponer, de forma que comuniquen con el depósito en los puntos de menor turbulencia y aireación. Esto quiere decir que sus bocas deben quedar, cerca del fondo del depósito.

### **2.4.3 Inspección del reservorio y bomba hidráulica**

- En el M.M (Cap-29), manda hacer una inspección y lubricación de las estrías de la bomba hidráulica cada 300hrs de operación.
- Inspeccionar si hay grietas, corrosión y fugas en el conjunto del depósito y la bomba, y que este adecuadamente instalada.
- Inspeccionar el desgaste de las estrías del eje impulsor de la bomba y del acople.
- Inspeccionar si la camisa tiene grietas y que esté asegurada, y que la manguera no esté deteriorada y esta adecuadamente instalada.
- Dar servicio al depósito hidráulico con fluido hidráulico. Cuando se llena el depósito se debe llenar hasta el tope si el nivel del fluido es visible en la mira. La mira que este decolorada o manchada puede dar una indicación falsa. Si la mira no está en buena condición debe cambiarse.
- Para reparar y dar overhaul a la bomba y al depósito hidráulico, ver el manual de reparación de componentes y overhaul.

### **2.4.4 Válvula reguladora de presión hidráulica**

Se usan para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varíe el flujo o la presión.

En general el funcionamiento de una válvula reguladora de presión es como sigue: en el tubo existe una presión de entrada ( $P_e$ ), la presión de salida ( $P_s$ ), y la presión que se ejerce sobre el diafragma ( $P_d$ ). Si la válvula piloto está cerrada, tendremos  $P_e = P_d$ , por lo que el disco por su propio peso y la fuerza del resorte auxiliar permanecerá cerrado.

Si la válvula piloto está abierta, se establece una corriente de líquido y debido a la estrangulación se producirá un  $P_d$  menor que un  $P_e$ , por lo cual la

válvula permanecerá abierta. El hecho de que la válvula piloto esté abierta, cerrada o estrangulada depende de la diferencia de presión entre  $P_e$  y  $P_s$ , por lo que deberá cumplir una función reguladora sobre el flujo, y consecuentemente, por medio de la estrangulación sobre la presión de la cara del diafragma.

#### **2.4.5 Pasos a seguir para regular la válvula reguladora de presión hidráulica**

En el M.M (Cap-29) describe los siguientes pasos para regular la válvula de presión hidráulica:

Revisar la presión del sistema hidráulica y ajustar según se requiera después de cambiar la bomba y el regulador hidráulico y/o cuando se sospecha que la presión de operación de  $600 \pm 25$  PSI no se está manteniendo.

Quitar el tapón AN814-3D en el puerto de prueba de un actuador servo cíclico. Instalar un manómetro (medidor de presión) hidráulico calibrado en la puerta de prueba. Usar un medidor para indicar presión hasta de 1000 psi.

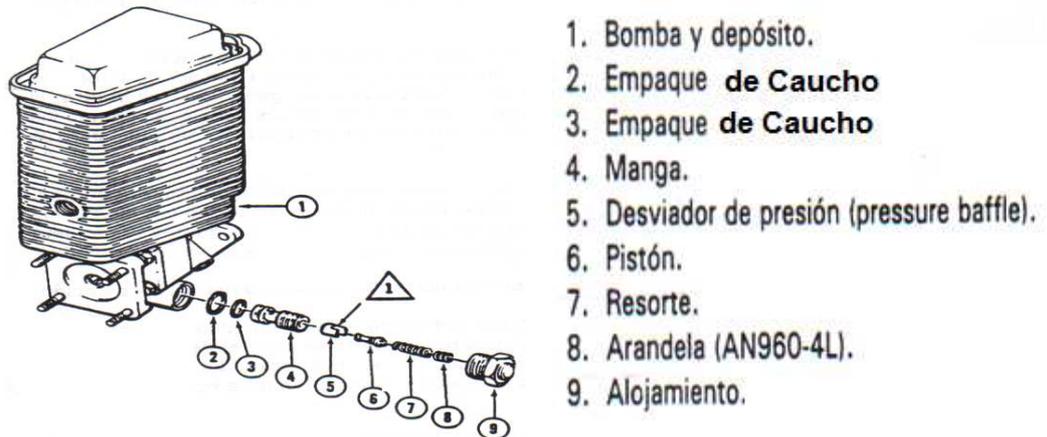
Operar el helicóptero al 100% de RPM del rotor y observar la presión hidráulica.

Si la presión no está dentro de  $600 \pm 25$  PSI, ajustar de acuerdo con los siguientes pasos:

- Quitar el alojamiento de bomba y el depósito.
- Quitar y desechar los empaques de las mangas y alojamiento.
- Si el desviador de presión no está instalado o se debe añadir o quitar una arandela para ajustar la presión, destornillar la manga del

alojamiento.

- No separar el pistón y el resorte de la manga. No quitar arandelas de alojamiento excepto para ajustar.
- Para incrementar la presión una arandela la incrementará en aproximadamente 30 psi y al quitar arandela se disminuirá aproximadamente 30psi.
- Insertar el desviador de presión sobre el extremo con rosca de la manga. Alinear el área seleccionada de desviador de presión con la parte plana de la manga.
- El desviador de presión se requiere en todas las válvulas reguladoras de presión.
- Asegurarse de que este instalada la cantidad requerida de arandelas dentro del alojamiento y que el pistón y el resorte estén correctamente colocados en la manga. Enroscar la manga dentro del alojamiento. Dar torque a la manga con el alojamiento de 80 a 100 libras / pulgada.
- Lubricar los empaques nuevos con fluido hidráulico e instalar en la manga y el alojamiento (tapón).
- Instalar la válvula reguladora de presión en la bomba y el depósito. Dar torque al alojamiento de 150 a 250 libras / pulgadas.
- Operar el helicóptero a 100% RPM del rotor y revisar la presión hidráulica. Ajustar la cantidad de arandelas si es necesario y volver a chequear la presión hidráulica.



**Figura. 2.5 Válvula reguladora de presión hidráulica.**

**Fuente:** Manual de mantenimiento del Bell 206 A/B

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

## 2.5 Válvula hidráulica solenoide

La válvula hidráulica solenoide se encuentra en la plataforma de servicio delante de la transmisión y es controlada por el interruptor ON/OFF del sistema colocado en el panel de controles misceláneos (Cabina). Cuando el interruptor esta en OFF, la válvula solenoide esta energizado permitiendo que la presión del sistema hidráulico sea sobrepasada (bypass). Poniendo el interruptor en ON la válvula solenoide esta de energizado activa la presión del sistema hidráulico. En el caso de una falla de energía, el sistema sigue funcionando en la posición en ON.

En caso de una falla de funcionamiento, el movimiento de los controles de vuelo permanece igual, pero la fuerza requerida para mover el cíclico y el colectivo se incrementa. El rango en que los movimientos pueden hacerse disminuye. Como el control de retroalimentación no es excesivo, el piloto puede aislar el sistema (apagarlo) y regresar con seguridad a una área para aterrizar. Como resultado, el sistema de reserva no es necesario.



**Figura.2.6 Válvula hidráulica solenoide.**

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

## **2.6 Filtro hidráulico y elemento**

La función del filtro es suministrar el líquido a todos los componentes hidráulico del helicóptero con un grado de limpieza. Son filtros hechos con malla de tejido fino de acero inoxidable con el fin de soportar la alta presión de servicio.

La contaminación se introduce inevitablemente dentro del sistema durante el montaje inicial del mismo, y en general sigue penetrando del exterior durante su funcionamiento. De la misma manera los sistemas generan su propia impureza debido al desgaste de sus piezas móviles (tales como bomba hidráulica y mecanismos internos)

La contaminación del fluido por sólidos es la presencia de partículas sólidas contaminantes, que pueden producir tres efectos en el sistema:

- Impedir el funcionamiento del sistema.
- Degradar la actuación del sistema.
- Acelerar el desgaste del sistema.

Para impedir la contaminación del fluido por dicha impureza, se hace necesaria la inclusión de un elemento filtrante el mismo que evitará el mal funcionamiento y deterioro del sistema.

### 2.6.1 Característica del filtro hidráulico

- Número de parte del filtro 206-076-034-001.
- Cuerpo del filtro es de aleación de aluminio.
- Elemento del filtro es metálico de 15 micrones.
- Número de parte del elemento 206-076-034-003.



**Figura.2.7 Filtro hidráulico y elemento.**

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

### 2.6.2 Pasos para limpiar el elemento del filtro

En el manual de mantenimiento Capítulo 29 Serie MM-4 Pág.-18 recomienda los siguientes pasos para la limpieza del elemento del filtro:

- Quitar el elemento del filtro y limpiarlo en un área segura.
- Limpiar el elemento usando unos de los siguientes:
  1. JP-1 O JP- 4.
  2. Fluido hidráulico.
  3. Solvente para lavar en seco.

4. Lavar a presión el elemento por dentro y por fuera.
- Coloque el elemento en el filtro.

### **2.6.3 Inspección del filtro**

1. Limpie la taza del filtro con solventes e inspeccione por rasguños, melladuras, por golpes, abolladuras.
2. Inspeccione el botón rojo indicador de presión diferencial. Que permanezca en su adecuada posición. El indicador de presión diferencial se activa a  $70 \pm 10$  Psi ( $482.65 \pm 68.95$  Kilo pascal) no opera por debajo de  $35 \text{ }^\circ\text{F} \pm 15 \text{ }^\circ\text{F}$  ( $1,6^\circ\text{C} \pm -9.4^\circ\text{C}$ ).
3. Llene la taza del filtro de tres a cuatro veces antes de su instalación.
4. El tiempo de vida útil del filtro y elemento es por condición.

## **2.7 Conjuntos de cañerías hidráulicas**

Las canalizaciones hidráulicas de los helicópteros se denominan cañerías hidráulicas.

Las cañerías hidráulicas pueden ser de dos tipos:

1. Cañerías rígidas, metálica.
2. Cañerías flexibles, de materiales tipo caucho sintético protegidos con una superficie metálica de aleación de aluminio y acero flexible.

### **2.7.1 Cañería rígida**

Se denomina cañería rígida a un elemento, más o menos largo, formado por la unión de varios tubos metálicos, que se acoplan mediante tuercas de unión, u otros procedimientos de empalme.

Es característico de las cañerías que poseen un cierto espesor de pared, que varía de acuerdo con la presión hidráulica que deben soportar.

Las cañerías metálicas es preferible en los tres casos siguientes: cuando la línea en cuestión no está sometida a vibraciones importantes, cuando no conecte elementos que desplazan uno respecto del otro, cuando no pertenece a líneas de conexión directa de las bombas.

### 2.7.2 Cañería flexible

Se denomina cañería flexible a un elemento tubular flexible, fabricado de productos elásticos sintéticos protegidos con una superficie metálica de aluminio y acero flexible.

Las cañerías flexibles se emplean en todas aquellas zonas de los sistemas en los que existe movimiento relativo entre los equipos o elementos del circuito, bien por desplazamiento mecánicos, o por desplazamientos ocasionados por las condiciones de servicio.



**Figura.2.8 Cañerías flexibles.**

**Fuente:** Investigación de campo.

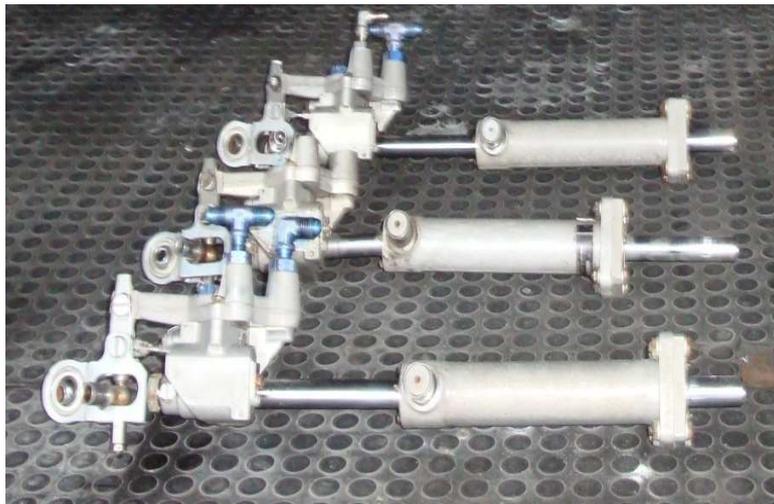
**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

## 2.8 Actuadores hidráulicos

Se denomina actuadores hidráulicos a los mecanismos que tienen como función transformar la presión hidráulica en fuerza mecánica. Los elementos fundamentales de un actuador son: pistón y vástago del pistón, cilindro en los cilindros se encuentran los orificios de entradas y salida del líquido.

### 2.8.1 Servos actuadores

El servo actuador de presión hidráulica sirve de control para mover al plato universal desde los controles de vuelo cíclico y colectivo. El actuador servo consiste de un cilindro, una varilla en el extremo y una cabeza servo.



**Figura.2.9. Servos actuadores.**

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

## 2.8.2 Soporte del servo actuador

El soporte de los servo actuadores colectivo y cíclico está instalado en el techo de la cabina y sirve como una base de montaje para los servo actuadores. El servo actuador del control colectivo está instalado en el centro y los dos servo actuadores del cíclico están instalados en los lados. <sup>2</sup>



**Figura.2.10 Soporte de los servos actuadores.**

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

## 2.9 Manómetro de presión

El manómetro es un instrumento que se emplea para medir la presión del sistema. Su importancia radica en que es el único dispositivo que nos indica que cantidad de presión se tiene en un proceso.

---

<sup>2</sup> Manual de Mantenimiento del Bell 206 A/B (Cap-29, Pág. 3-22)



**Figura. 2.11 Manómetro de presión hidráulica.**

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

### **2.9.1 Montaje de los manómetros**

El montaje de los manómetros debe realizarlo exclusivamente personal técnico calificado.

Los manómetros, cuando se monten y desmonten no deben sujetarse por el cuerpo sino por la superficie para la llave del soporte de muelle. Debe comprobarse que se ha seleccionado la conexión apropiada para la sustancia a medir (diámetro o lámina de estanqueidad apropiada, etc.).

Para poder ubicar el medidor en una posición en la que pueda leerse correctamente, si la conexión es de rosca se recomienda el montaje con manguito de tensión o tuerca.

Las conexiones deben ser herméticas. Por ello, es necesario utilizar para la unión las juntas apropiadas de material resistente a la sustancia a medir.

Al llenar por presión las tuberías o contenedores, el manómetro no debe soportar una carga superior a la marca límite en el cuadrante o no debe superarse el límite de uso prefijado del manómetro con carga en reposo.

Antes de desmontar el manómetro debe dejarse sin presión el órgano de medición. Si procede, debe descargarse la línea de medición. Los restos de sustancia a medir en los presiómetros desmontados pueden poner en peligro las personas, los equipos y el medio ambiente. Deben adoptarse las medidas de precaución suficientes.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> <http://www.pegamo.es/descargas/power-team/accesoriosHidraulicos/Manometros.pdf>

## **CAPÍTULO III CONSTRUCCIÓN**

### **3. Descripción**

El objetivo de este capítulo es resumir las principales consideraciones de los procesos de manufactura y ensamble para realizar la construcción del banco de prueba para comprobar el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B. Este se realizara en un orden exacto optimizando el tiempo y recursos de una mejor forma, el mismo que está conformado de la siguiente manera:

- 3.1 Diseño de la estructura.
- 3.2. Funcionamiento del sistema hidráulico del banco de prueba.
- 3.3 Tipo de Máquinas y Herramientas utilizados en la construcción del banco de prueba.
- 3.4 Diagrama de procesos.
- 3.5 Diagrama de ensamble.
- 3.6 Elaboración de manuales.
  - 3.6.1 Descripción general
    - 3.6.1.1 Manual de mantenimiento.
    - 3.6.1.2 Manual de operación.
    - 3.6.1.3 Manual de seguridad.
    - 3.6.1.4 Hoja de registro.
- 3.7 Pruebas funcionales.

#### **3.1 Diseño de la estructura.**

Mediante la utilización de ángulo de hierro de 1 pulgada cuyo grosor es de 1/8 de pulgada se procedió a medir y a cortar todos los bordes para la base utilizando una sierra después se soldó todas las partes con electrodos tipo E6011

tomando en cuenta las medidas correspondiente para la elaboración del banco de prueba para comprobar el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B (Anexo B).

Material: Angulo de Hierro

Alto: 70 cm.

Ancho: 50 cm.

Largo: 60 cm .

En la figura 3.1 se puede observar como se hace la medición de cada ángulo siguiendo las medidas correspondiente del banco de prueba también se procede a cortar los ángulos.



**Figura 3.1 Medición y corte de la estructura.**

Se soldó todos los ángulos para la bases del banco de prueba con el electrodo tipo E6011.



**Figura 3.2 Soldadura de los ángulos para la estructura.**

### **3.1.1 Electrodo tipo E6011**

Este electrodo es tipo revestimiento celuloso, para soldaduras de penetración. El arco es muy estable, el material depositado es de solidificación rápida, fácil aplicación con corriente continua y alterna, color de revestimiento es blanco.

Las siglas E6011 significan:

**E.-** Electrodo revestido.

**60.-** Resistencia a la tracción.

**1.-** Para toda la posición de soldada.

**1.-** Tipo de revestimiento celuloso.



**Figura 3.3 Electrodo.**

Después se procedió a instalar las ruedas.

Características técnicas de las ruedas:

Diámetro Exterior = 1½”

Giro de rueda = 360°



**Figura 3.4 Ruedas de hierro.**

La estructura se la pintó de amarillo porque es un color visible y llama la atención, generalmente en los hangares se debe utilizar colores claros para estos equipos porque es una señal de precaución cuando se utilizan estos instrumentos



**Figura 3.5 Proceso de pintado de la estructura.**

**Madera:** La característica de este material es fácil de trabajar, dando una buena estética al banco de prueba.

Material: Tablero de Madera.

Espesor: 14 mm.

Largo: 85 cm.

Ancho: 50 cm.



**Figura 3.6** Tablero de madera.

**Soporte para los servos hidráulicos:** El soporte de los actuadores servo colectivo y cíclico está instalado en el techo de la cabina y sirve como un montaje para los actuadores servo.

Esta base fue despintada, reparada, modificada y pintada para poder alojar dos tipos de servos actuadores (colectivo y cíclico).



**Figura 3.7 Soporte de los servos actuadores.**

### **3.2. Funcionamiento del sistema hidráulico del banco de prueba**

El banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico, funciona con la mayor parte de sus componentes reales y para su funcionamiento utiliza líquido hidráulico. La presión de líquido hidráulico es suministrada mediante un tester hidráulico ver figura 3.9, en el test hidráulico se encuentra la bomba de presión hidráulica un manómetro de presión de salida y el depósito de líquido hidráulico. El líquido hidráulico que sale del test pasa por un filtro luego a través de cañerías hidráulicas flexibles llega a la válvula solenoide y esta se encarga de repartir el líquido hidráulico a los servos actuadores (Colectivo y cíclico), teniendo en cuenta que cada uno de los servos actuadores tienen una cañería de presión y otra de retorno la cual llevara de regreso el fluido a su depósito que en este caso es el test hidráulico. El sistema hidráulico consta de:

- 1.- Filtro hidráulico.
- 2.- Mangueras hidráulicas de Nylon de ½”.
- 3.- Servos actuadores.
- 4.- Válvula solenoide.

5.- Acoples rápidos

6.- Regulador de voltaje



Filtro y elemento del filtro



Mangueras hidráulicas de Nylon



Servos actuadores



Válvula solenoide



Acoples rápidos



Regulador de voltaje

**Figura 3.8 Componentes del Sistema hidráulico**



**Figura 3.9 Tester hidráulico.**

A continuación se presenta el banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B terminado, el cual mostrará el chequeo funcional del botón indicador del filtro hidráulico.



**Figura 3.10 Banco de prueba terminado**

### 3.2.1. Diagrama esquemático del sistema hidráulico del banco de prueba

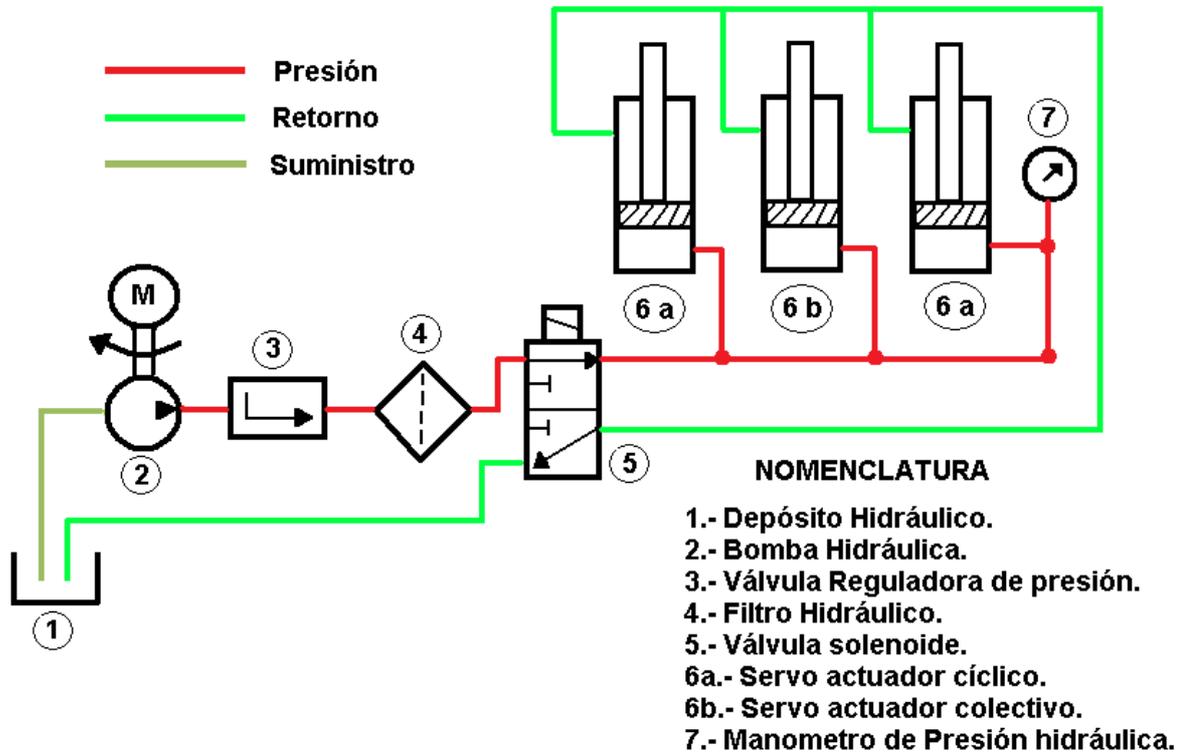


Figura 3.11. Diagrama esquemático del sistema hidráulico.

### 3.3 Máquinas y Herramientas utilizadas en la construcción del banco de prueba.

Para la construcción de la estructura del banco de prueba y sistema hidráulico se emplearon diferentes procesos cumpliendo con una secuencia de maquinado con ayuda de: Taladro, sierra de mano, esmeril, pulidora, torno entre otras; herramientas manuales (cortador, doblador, rayador, escuadra); equipos auxiliares (equipo de soldadura y compresor para pintar).

En las tablas siguientes, se detalla las máquinas y herramientas que se utilizaron en la construcción del banco de prueba para comprobar el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B.

**Tabla 3.1 Máquinas utilizadas.**

<b>MÁQUINAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Pulidora	120V; 10,000 RPM
Esmeril	110V; 1,700 RPM; 1/2 HP
Torno	Lp 1500
Soldadora	Eléctrica; 110/220 V; 55 A
Compresor para pintura	50 PSI, 1/2 HP

Elaborado por: CBOS Navarrete José

**Tabla 3.2 Herramientas utilizadas.**

<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Cortadora Manual	Stanley
Calibrador pie de rey	Stanley
Sierra Manual	Stanley
Martillo	Stanley (Hierro)
Escuadra graduada	90°,45cm,Stanley
Fluxómetro	5m, Stanley
Llaves mixtas	Stanley ( 1/4 – 1”)
Desarmadores	Stanley (Estrella y Plano)
Taladro de mano	120V-60hz-450w Db=13mm
Broca	H 4-11

Elaborado por: CBOS Navarrete José

La construcción de cada una de las partes estructurales que conforman la estructura del banco de prueba y su sistema hidráulico, ha consumido el siguiente tiempo de operación horas hombre. Como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 3.3 Tiempo de operación en los diferentes procesos de construcción**

ELEMENTO	OPERACIÓN (h)							h/H
	A	B	C	D	E	F	G	Total
Banco	0.5	0.5	3	1.5	1	1		7.5
Sistema hidráulico							10	10
<b>Total por operación</b>								
<b>Hora / hombre</b>	0.8	0.8	3.3	1.9	1.3	1.5	10	19.6

Elaborado por: CBOS Navarrete José

**Simbología:**

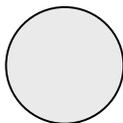
- A. Trazado.
- B. Corte.
- C. Proceso de soldadura.
- D. Pulido
- E. Pintura.
- F. Ensamblado.
- G. Instalación del Sistema hidráulico.

### 3.4 Diagramas de proceso

En las siguientes tablas se presentan las simbologías y diagramas de los diferentes procesos de construcción del banco de prueba para demostrar el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206.

Estos diagramas están compuestos por símbolos que indican las instancias del proceso de construcción del banco de prueba.

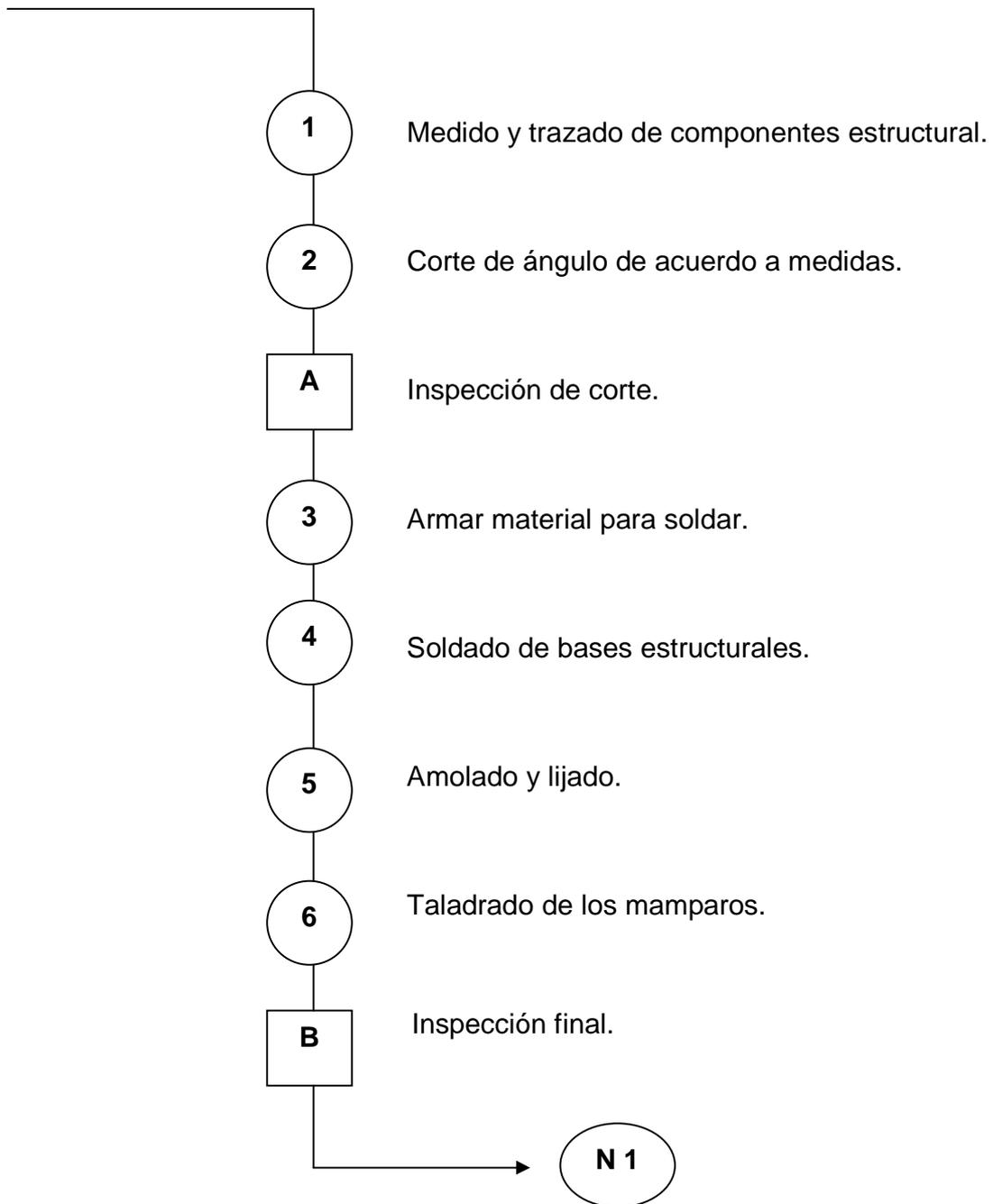
**Tabla 3.4 Simbología de los procesos de construcción del banco**

NUMERO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
1		OPERACIÓN
2		INSPECCIÓN
3		PROCESOS TERMINADOS
4		ENSAMBLAJE

Elaborado por: CBOS Navarrete José

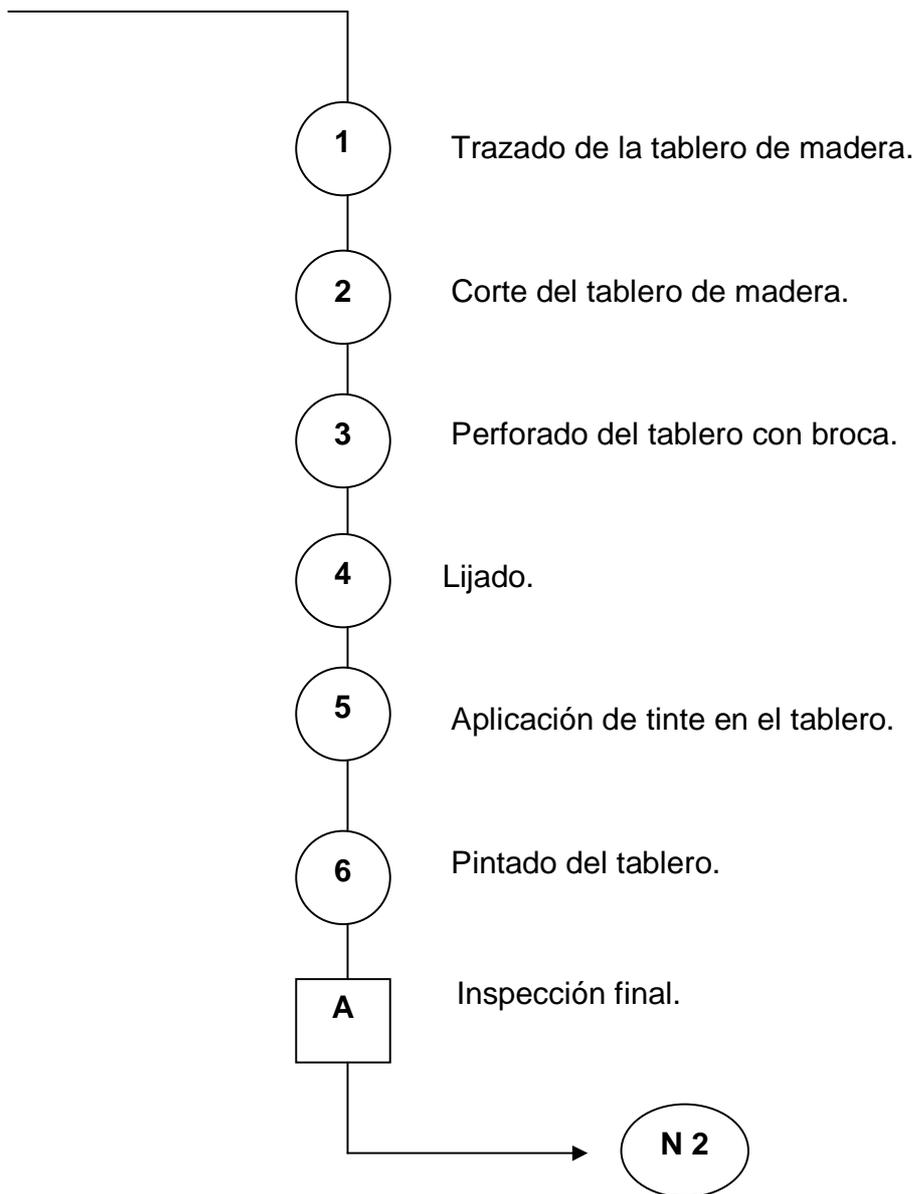
### 3.4.1 Diagrama de proceso de construcción de la estructura principal

**Material:** Angulo estructural de hierro.



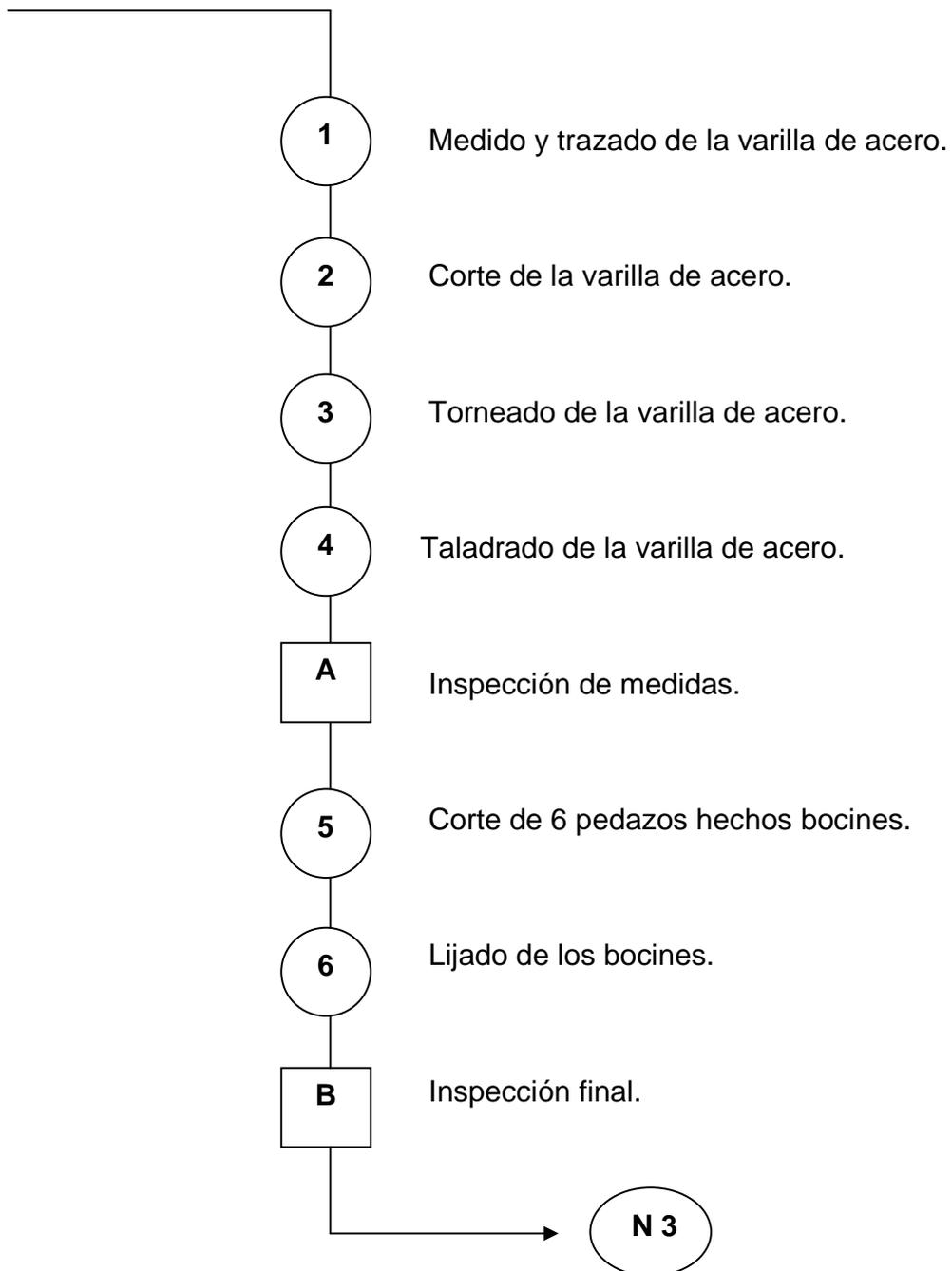
### 3.4.2 Diagrama de proceso de construcción de la base de madera donde va fijada la base de los servos actuadores

**Material:** Madera.



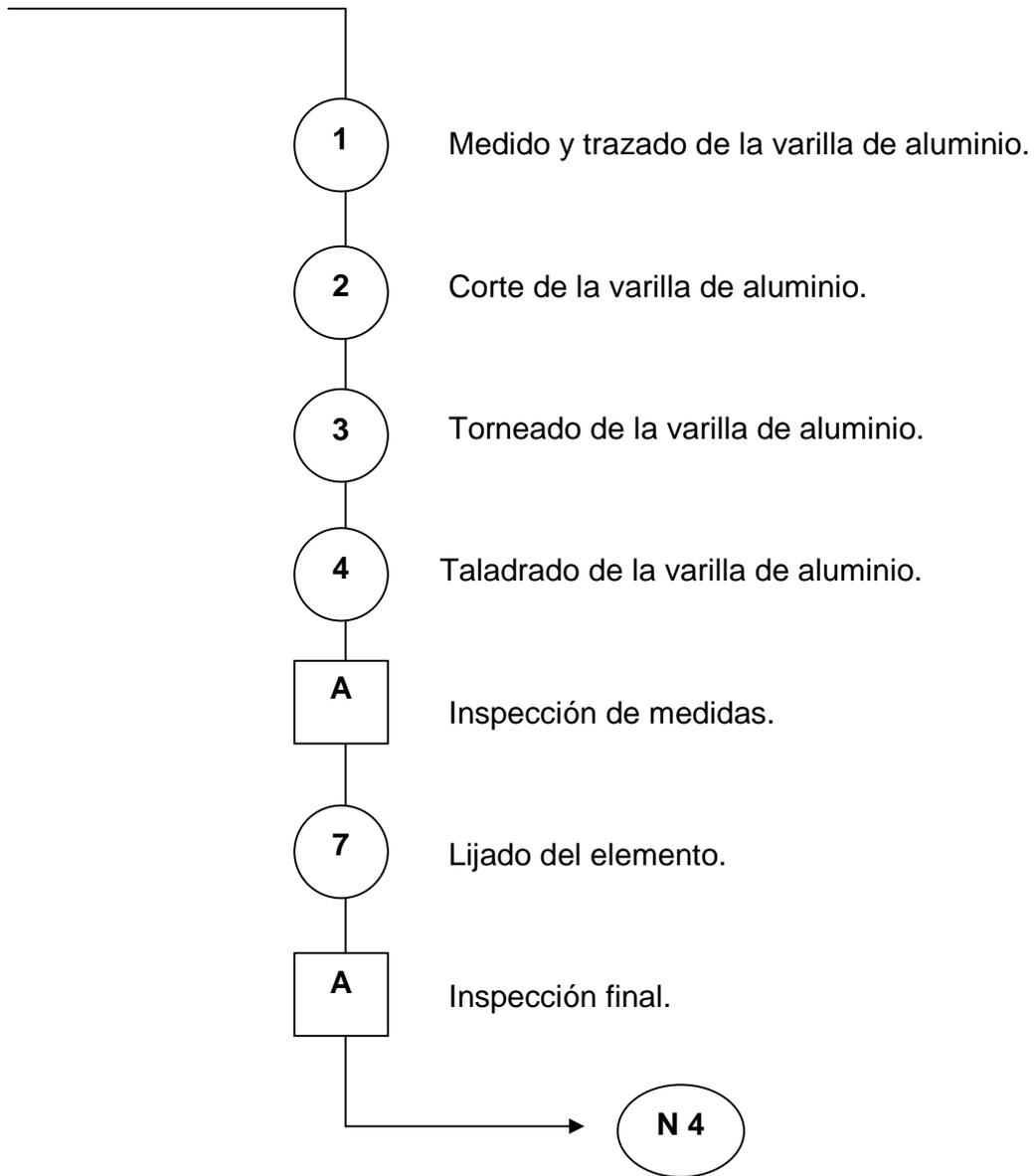
### 3.4.3 Diagrama de procesos de construcción de los bocines donde van acoplados los truños de los servos actuadores

**Material:** Barra de acero de 1½" de espesor.

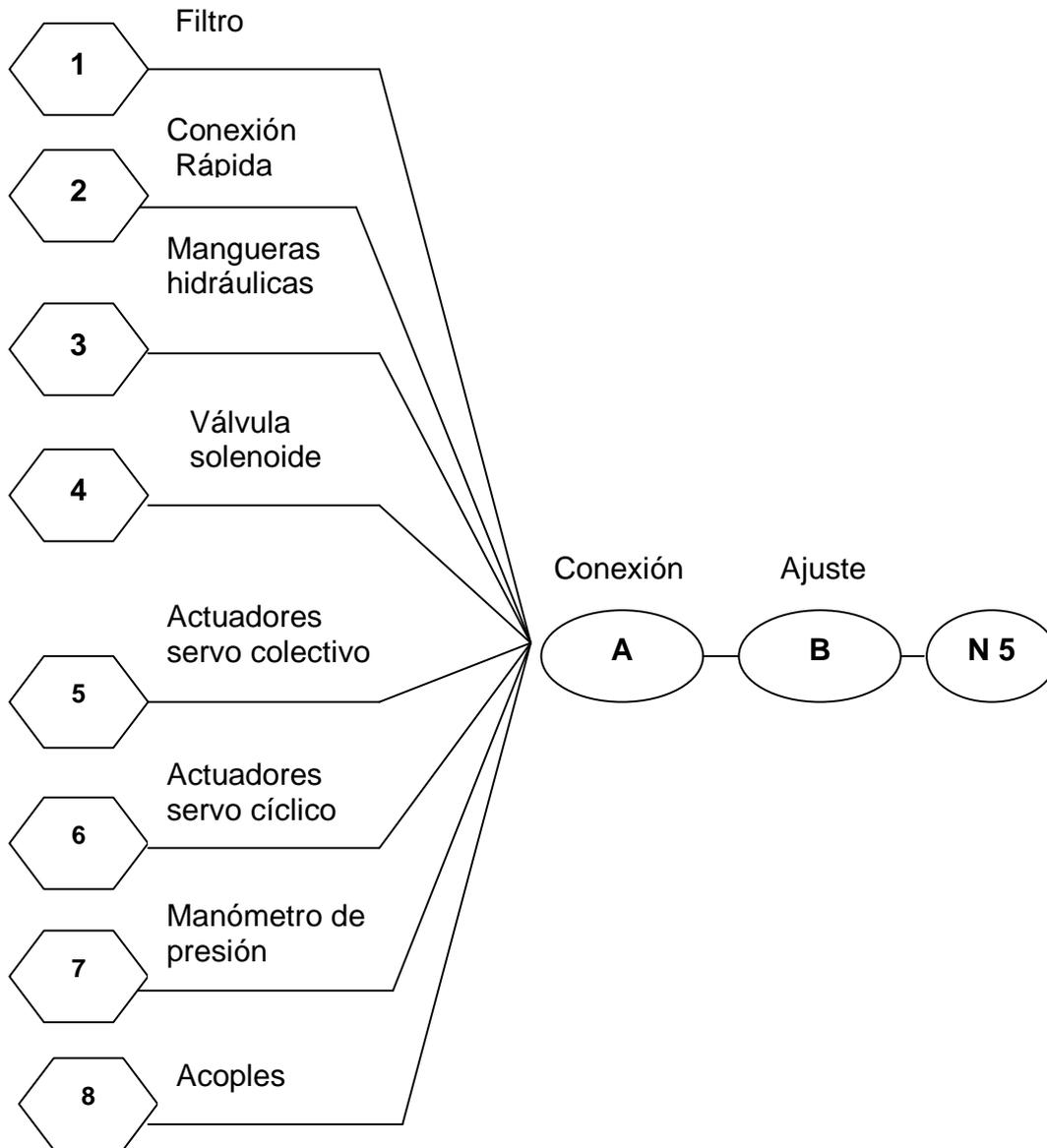


### 3.4.4 Diagrama de procesos de construcción del elemento del filtro hidráulico

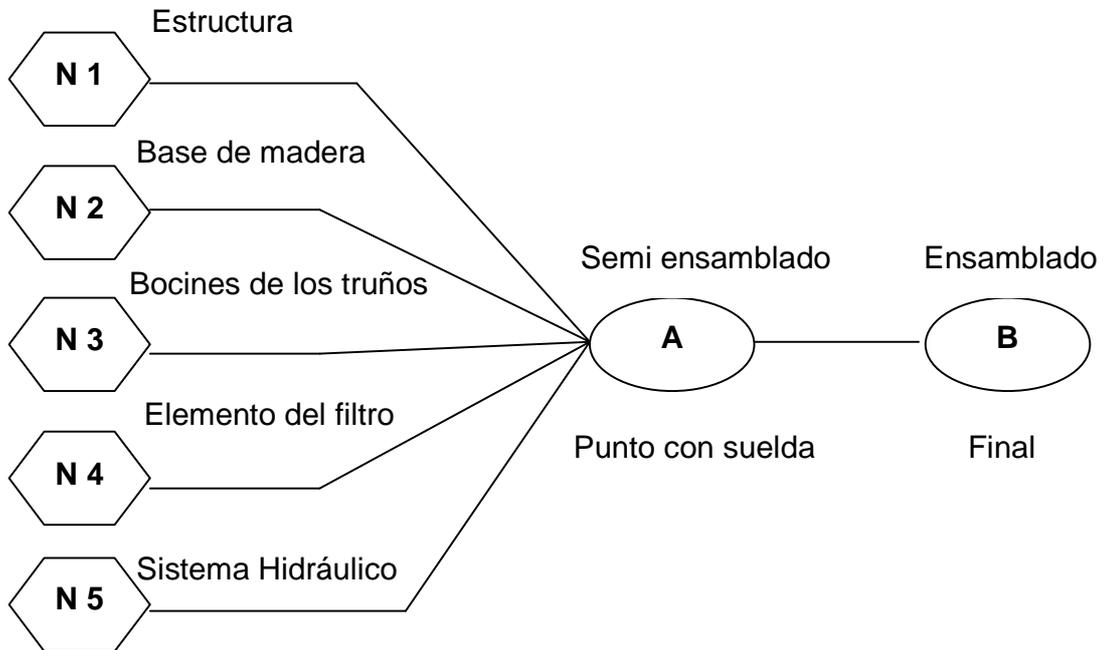
**Material:** Barra de aluminio de 1½” de espesor.



### 3.4.5 Diagrama del proceso del montaje del sistema hidráulico



### 3.5 Diagrama de ensamble del banco de pruebas.



**Figura 3.12 Banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B.**

### 3.6 Elaboración de manuales

#### 3.6.1 Descripción general

Para el presente proyecto se realizó distintos manuales ya que el técnico debe tener conocimientos básicos del manejo y las precauciones que deben tomarse para un buen funcionamiento del banco de prueba.

La designación de códigos y procedimientos para el chequeo, se realiza de acuerdo a las características de la aeronave y se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 3.5 Codificación de los procedimientos de prueba del banco.**

	PROCESO	CODIGO
1	Manual de Mantenimiento del banco de prueba.	JMN-AN-P1
2	Manual de Operación del banco de prueba.	JMN-AN-P2
3	Manual de Seguridad del banco de prueba.	JMN-AN-P3
4	Hoja de registros del banco de prueba.	JMN-AN-R1

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

##### 3.6.1.1 Manual de Mantenimiento del banco de prueba

El manual de mantenimiento establece el mantenimiento que se debe realizar al banco de prueba con el fin de prolongar su vida útil y asegurar su correcto funcionamiento.

ITSA	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	Pág. 1 de 2
	<b>MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA PARA  EL CHEQUEO OPERACIONAL DEL BOTÓN  INDICADOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DEL  FILTRO HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL  206 A/B</b>	Código : JMN-AN-P1
	Elaborado por: Cbos-Mc-Av. Navarrete José	Revisión No : 1
Mecánica	Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo	Fecha :

### 1. OBJETIVO

Documentar el procedimiento de mantenimiento del banco de prueba para el chequeo funcional del filtro en el sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B.

### 2. ALCANCE

El banco de prueba está dirigido a ser utilizado en el taller de mantenimiento de ESANGU.

### 3. PROCEDIMIENTOS

1. Se deberá mantener libre de fugas para evitar la acumulación de polvo en el banco de prueba.
2. Ajuste de acoples y partes cada vez que exista fugas
3. Cambie las mangueras, acoples o empaques si no se eliminan las fugas con el ajuste.
4. Pintar el banco de prueba con pintura anticorrosivo cada 3 años o antes en caso de que existieran partes del banco que se vean con corrosión.
5. Los servos hidráulicos deberán limpiarlos cada vez que se utilice el banco.

ITSA	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	Pág. 2 de 2
	<b>MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA PARA          COMPROBAR EL CHEQUEO OPERACIONAL DEL          BOTÓN INDICADOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL          DEL FILTRO HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO          BELL 206 A/B</b>	Código : JMN-AN-P1
	Elaborado por: Cbos-Mc-Av. Navarrete José	Revisión No : 1
Mecánica	Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo	Fecha :
<p>6. Durante la no operación del banco de prueba, este debe mantenerse en un lugar seco y cubierto.</p> <p>7. Los manómetros deben ser enviados a calibrar cada año a Maestranza (Dpto. de la Armada del Ecuador).</p> <p>8. Limpieza general del banco cada 30 días o máximo 40 días.</p> <p>9. Cambie el líquido hidráulico del banco de prueba por condición.</p> <p><b>4. FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b> _____</p>		

### 3.6.1.2 Manual de Operación del banco de prueba

Este manual abarca la operación y utilización del banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B

ITSA	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	Pág. 1 de 2
	<b>OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO OPERACIONAL DEL BOTÓN INDICADOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206 A/B</b>	Código : JMN-AN-P2
	Elaborado por: Cbos-Mc-Av. Navarrete José	Revisión No : 1
Mecánica	Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo	Fecha :
<p><b>1. OBJETIVO.</b></p> <p>Documentar los procedimientos de operación del banco de prueba para el chequeo funcional del filtro en el sistema hidráulico del helicóptero Bell 206.</p> <p><b>2. ALCANCE.</b></p> <p>Contempla el banco de prueba destinado a realizar el chequeo del filtro en el sistema hidráulico.</p> <p><b>3. PROCEDIMIENTOS PARA LA OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conectar la fuente del tester hidráulico a la toma de corriente de 220 V.</li> <li>2. Conectar la fuente del Regulador de voltaje a la toma de corriente de 110 V.</li> <li>3. Conectar los acoples rápidos de presión y de retorno al banco de prueba.</li> <li>4. Verificar nivel de líquido hidráulico en el reservorio del tester hidráulico.</li> <li>5. Seleccione la válvula del reservorio en la posición deseada.</li> <li>6. Abra la válvula de paso del tester hidráulico.</li> <li>7. Hale el switch de control de encendido del test hidráulico.</li> </ol>		

ITSA	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	Pág. 2 de 2
	<b>OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA EL CHEQUEO OPERACIONAL DEL BOTÓN INDICADOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206 A/B</b>	Código : JMN-AN-P2
	Elaborado por: Cbos-Mc-Av. Navarrete José	Revisión No : 1
Mecánica	Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo	Fecha :

8. Seleccione el control de flujo requerido.
9. Cierre la válvula de paso del tester hidráulico.
10. Seleccione el control de presión requerida.
11. Abra la válvula de paso o cerrar lentamente durante periodos.
12. Verificar si salta el pihuelo del filtro hidráulico.

#### **4. PROCEDIMIENTOS PARA EL APAGADO DEL BANCO DE PRUEBA.**

1. Abra la válvula de paso del test hidráulico.
2. Pulse el switch de apagado del test hidráulico.
3. Desconectar los acoples rápidos de presión y de retorno del banco de prueba.
4. Desconectar la fuente del test hidráulico de la toma de corriente de 220 V.
5. Desconectar la fuente del Regulador de voltaje de la toma de corriente de 110 V.

**5. FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

### 3.6.1.3 Manual de Seguridad del banco de prueba

Establece las normas básicas de seguridad que el operador del banco de prueba debe tener en cuenta para su protección personal y operación segura del banco de prueba.

ITSA	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	Pág. 1 de 2
	<b>SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO OPERACIONAL DEL BOTÓN INDICADOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206 A/B</b>	Código : JMN-AN-P3
	Elaborado por: Cbos-Mc-Av. Navarrete José	Revisión No : 1
Mecánica	Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo	Fecha :
<p><b>1. OBJETIVO.</b></p> <p>Documentar condiciones de seguridad que se deben observar para un trabajo seguro con el banco de prueba.</p> <p><b>2. ALCANCE.</b></p> <p>El banco de prueba está dirigido a ser utilizado en el taller de mantenimiento de ESANGU.</p> <p><b>3. PRECAUCIONES.</b></p> <p>1. Verificar que los manómetros del test y del banco de prueba estén encerados antes de realizar la operación.</p>		

ITSA	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	Pág. 2 de 2
	<b>SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO OPERACIONAL DEL BOTÓN INDICADOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206 A/B</b>	Código : JMN-AN-P3
	Elaborado por: Cbos-Mc-Av. Navarrete José	Revisión No : 1
Mecánica	Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo	Fecha :
<p>2. Verificar el estado de llaves de paso, filtro y bomba antes de la operación.</p> <p>3. Verificar el nivel de líquido hidráulico.</p> <p>4. Verificar que los acoples de las cañerías estén apretados.</p> <p>5. Verificar que el test y el regulador de voltaje éste conectado.</p> <p><b>4. FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b> _____</p>		

#### 4.6.1.4 Hojas de registro

El operario y la persona que realiza el mantenimiento del banco de prueba deben registrar los trabajos de verificación y mantenimiento realizados en el mismo.

ITSA	<b>HOJA DE REGISTROS</b>	Pág. 1 de 2
	<b>HOJA DE REGISTROS DEL BANCO DE PRUEBA          PARA EL CHEQUEO OPERACIONAL DEL BOTÓN          INDICADOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DEL          FILTRO HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL          206 A/B</b>	Código : JMN-AN-R1
	Elaborado por: Cbos-Mc-Av. Navarrete José	Revisión No : 1
Mecánica	Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo	Fecha :

### INSPECCIÓN DEL BANCO DE PRUEBA

Solicitado por:

Fecha de realización del mantenimiento:

Realizado por:

Fecha de culminación del mantenimiento:

Nº	Componente, # de Serie	Trabajo realizado	Observaciones

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

ITSA	<b>HOJA DE REGISTROS</b>	Pág. 2 de 2
	<b>HOJA DE REGISTROS DEL BANCO DE PRUEBA  PARA EL CHEQUEO OPERACIONAL DEL BOTÓN  INDICADOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DEL  FILTRO HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL  206 A/B</b>	Código : JMN-AN-R1
	Elaborado por: Cbos-Mc-Av. Navarrete José	Revisión No : 1
Mecánica	Aprobado por: Ing. Guillermo Trujillo	Fecha :

### INSPECCIÓN DEL BOTÓN INDICADOR DEL FILTRO HIDRÁULICO

Solicitado por:

Fecha de realización de la Inspección:

Realizado por:

Fecha de finalización de la Inspección:

Nº	Helicóptero	# de serie del filtro	Tipo de inspección	Estado

Observaciones:.....

.....

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

### **3.7 Pruebas de funcionamiento**

Una vez concluida la elaboración del banco de prueba se procede a realizar las pruebas correspondientes para verificar su buen funcionamiento del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B.

#### **Prueba con filtros fuera de servicio**

- Al realizar la prueba de funcionamiento del botón indicador con un filtro hidráulico fuera de servicio, se procedió a comprobar el filtro con una presión de  $70\pm 10$  Psi, se chequeo que el botón indicador no salto debido a que el filtro tiene el botón indicador pegado esto pone al filtro en condiciones no operativo.
  
- Al realizar la siguiente prueba de funcionamiento con otro filtro hidráulico fuera de servicio, se procedió a comprobar el botón indicador con una presión de  $70\pm 10$  Psi, se chequeo que el botón indicador no salto debido a que la cabeza del filtro esta obstruido esto pone al filtro en condiciones no operativo.

#### **Prueba con filtros con discrepancias**

- Al realizar la prueba de funcionamiento del botón indicador con un filtro hidráulico con discrepancia, se procedió a comprobar el filtro con una presión de  $70\pm 10$  Psi, se chequeo que el botón indicador si salto esto quiere decir que el filtro esta operativo y se puede utilizar.
  
- Al realizar la siguiente prueba de funcionamiento del botón indicador con otro filtro hidráulico con discrepancia, se procedió a comprobar el filtro con una presión de  $70\pm 10$  Psi, se chequeo que el botón indicador no salto

bebido a la condición del esprín (Resorte) ha perdido su propiedad de tención esto pone al filtro hidráulico en condiciones no operativo.

### **Prueba con un filtro nuevo**

- Al realizar la prueba de funcionamiento del botón indicador con un filtro hidráulico nuevo, se procedió a comprobar el filtro con una presión de  $70\pm 10$  Psi, se chequeo que el botón indicador si salto esto quiere decir que el filtro esta operativo.



**Figura 3.13 Pruebas de funcionamiento**

## **3.8 Estudio económico**

### **3.8.1 Presupuesto**

Para la construcción del banco de prueba, se consideraron principalmente cuatro rubros los cuales son: Materiales, alquiler de máquinas, herramientas y equipos; mano de obra y otros que fueron escogidas de la mejor manera con el fin de minimizar costos de construcción tomando en cuenta la operación y mantenimiento de la misma.

### 3.8.2 Materiales

Este rubro comprende todos los materiales utilizados en la construir del banco de prueba.

**Tabla 3.6 Materiales**

<b>CANTIDAD.</b>	<b>MATERIALES PARA EL BANCO DE PRUEBA</b>	<b>VALOR USD.</b>
1lt	Líquido Hidráulico	15.00
08	Mangueras de presión flexibles	70.00
03	Acoples	25.00
02	Ángulos de 1"1/8	14.77
01	Tablero de madera	14.00
1lt	Pintura de diferentes colores	12.00
1lb	Soldadura E6011	2.00
04	Ruedas	4.00
01	Regulador de voltaje	10.00
04	Pernos de diferentes medidas	5.00
01	Manómetro de presión	20.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 191.77</b>

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

### 3.8.3 Máquinas, equipo y herramientas

Para la construcción del banco de prueba se realizaron operaciones de torneado, soldado, pintura entre otro. A continuación se presenta el cuadro del costo de alquiler de las máquinas, herramienta, equipo y varios.

**Tabla 3.7 Máquinas, Equipo, Herramientas**

<b>MÁQUINAS, EQUIPO; HERRAMIENTAS</b>	<b>VALOR USD.</b>
Torno	20.00
Proceso de suelda	15.00
Cepilladora	3.00
Esmeril	5.00
Equipo de pintura	10.00
Sierra manual	2.00
Escuadra	1.00
Herramientas varias	2.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 58.00</b>

Elaborado por: CBOS Navarrete José

**Tabla 3.8 Mano de obra**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD.</b>
Operario	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>

Elaborado por: CBOS Navarrete José

### **3.8.4 Gastos varios**

Este rubro comprende básicamente los costos de transportación, alimentación, gastos de útiles y equipo de oficina, impresión, etc.

**Tabla 3.9 Gastos varios**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD.</b>
Equipo y útiles de Oficina	80.00
Transporte y alimentación	120.00
<b>TOTAL</b>	<b>200.00</b>

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

**Tabla 3.10 Costo total**

<b>DETALLE</b>	<b>VAOR USD.</b>
Materiales	191.77
Máquinas, equipo y herramientas	58.00
Mano de Obra	100.00
Otros	200.00
<b>TOTAL</b>	<b>549.77</b>

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

El costo total empleado en la construcción del banco de prueba asciende a los quinientos cuarenta y nueve Dólares con setenta y siete Centavos (\$ 549.77).

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

- Se ha implementado el banco de prueba para comprobar el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B, para la Estación Aeronaval de Guayaquil, obteniendo gran aceptación del personal técnico que labora en el área de helicóptero.
  
- El banco de prueba para comprobar el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B es fácil de usar, siempre y cuando se sigan los procedimientos establecidos en el manual de operación del banco de pruebas.
  
- Luego de analizar las pruebas de funcionamiento, se comprueba que el banco de prueba se encuentra en óptimas condiciones de realizar los chequeos del filtro.
  
- Se elaboró manuales de operación, mantenimiento, seguridad y hojas de registro, con el fin de obtener un óptimo rendimiento del banco de prueba durante su utilización.

## 4.2 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda al personal técnico de mantenimiento de ESANGU hacer referencia al manual de mantenimiento del SISTEMA HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206 A/B Capítulo-29 y a las normas de seguridad indicadas en los manuales de operación y mantenimiento evitando así que estos provoquen accidentes y evitar daños a los componentes del banco de prueba.
- La operación del banco debe ser realizada por personal debidamente calificado, es decir personal técnico que trabaje en los helicópteros.
- Llenar los diferentes formularios después de realizar la inspección para constancia del trabajo realizado y contabilidad de las horas de trabajo del banco de prueba para futuros mantenimientos.
- Posteriormente es recomendable llevar un mantenimiento periódico del banco de prueba y componente del sistema hidráulico

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Actuadores hidráulicos.-** Se denomina actuadores hidráulicos a los mecanismos que tienen como función transformar la presión hidráulica en fuerza mecánica. Los elementos fundamentales de un actuador son: pistón y vástago del pistón, en los cilindros se encuentran los orificios de entradas y salida del líquido.

**Avión.-** Aeronave propulsado por motor que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

**Bomba Hidráulica.-** La bomba hidráulica, tiene como misión de mover el líquido y obligarle a trabajar.

**Cañería rígida.-** Se denomina cañería rígida a un elemento, más o menos largo, formado por la unión de varios tubos metálicos, que se acoplan mediante tuercas de unión, u otros procedimientos de empalme.

**Cañería flexible.-** Se denomina cañería flexible a un elemento tubular flexible, fabricado de productos elásticos sintéticos protegidos con una superficie metálica de aluminio y acero flexible.

**Ergonomía.-** Ciencia que trata de la integración del hombre con las máquinas, en especial con el entorno de trabajo, para evitar fatiga en la realización de tareas.

**Filtro hidráulico.-** La función del filtro es suministrar el líquido a todos los componentes hidráulico con el grado de pureza.

**Grado de filtración.-** El grado de filtraciones el conjunto de mecanismos de control que se sitúan en los sistemas hidráulico para impedir la contaminación del fluido, el grado de filtración.

**Helicóptero.-** Aeronave que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores propulsados por motor, lo cual le permite elevarse y descender verticalmente

**Hidráulica.-** Es la ciencia que estudia las leyes que regulan el equilibrio y el movimiento de los líquidos.

**Líquido hidráulico.-** El líquido hidráulico de origen mineral es muy empleado en aviación. El líquido hidráulico estándar de este grupo tiene el número de especificación MIL-H-5606, la sigla MIL indica que es una especificación militar, y la inicial H indica que es de empleo hidráulico.

**Mantenimiento.-** Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc. Puedan seguir funcionando adecuadamente

**Mecanismo.-** Es el conjunto de elementos mecánicos, de los que alguno será móvil, destinado a transformar la energía proporcionada por el motor en el efecto útil buscado.

**Método.-** Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

**Metodología.-** Conjuntos de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.

**Motor.-** Es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

**Operatividad.-** Capacidad para realizar una función.

**Potencia hidráulica.-** Es la cantidad de trabajo efectuado en un mecanismo hidráulico, por unidad de tiempo.

**Presión.-** Es el cociente que resulta de dividir una fuerza por la superficie sobre la que

actúa.

**Válvulas Hidráulica.-** La misión de la válvula hidráulica es de regular la presión, regular el caudal, distribuir el líquido hidráulico o cerrar cierta parte del circuito.

**Viscosidad.-** La viscosidad de un líquido es la resistencia que oponen sus partículas a su desplazamiento, a deslizarse unas sobre las otras.

## **ABREVIATURAS Y SIGLAS**

**I.T.S.A.** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

**ESANGU.** Estación Aeronaval de Guayaquil.

**MM** Manual de Mantenimiento.

**OHM** Manual de Overhaul.

**R.P.M.** Revoluciones por Minuto.

**H.P.** Caballos de Fuerza.

**M.** Metros

**S.E.G.** Segundo

**M.I.N.** Minutos

**L.B.S** Libras

**B.T.U** Unidad Técnico Británica

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- Manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206 A/B 07/Julio/2003 Segunda edición.
- Manual de mantenimiento y Overhaul del helicóptero Bell 206 A/B (15/Septiembre/1993) Primera edición.
- Energía Hidráulica de Esteban Oñate.

## **Páginas WEB visitadas.**

<http://www.aeroshell.com.ec>

<http://www.bellhelicopter.com.ec>

<http://www.rollsroyce.com.ec>

<http://www.tecnica.de.la.hidraulica.com.ec>

**A  
N  
E  
X  
O  
S**

**ANEXO A**  
**INFORME DEL PROBLEMA (ANTEPROYECTO)**

**ANTEPROYECTO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.**

**DATOS REFERENCIALES:**

Nombre de la institución para la que se desarrolla el trabajo de investigación:

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.**

**FECHA DE PRESENTACIÓN:**

01-10-2009

**Entidad de Apoyo:**

Ing. Guillermo Trujillo J.

**Responsable del trabajo de investigación:**

Cbos. Mt. Av. Navarrete Gualpa José Miguel

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La Aviación Naval de Guayaquil es parte muy importante dentro de la Armada del Ecuador, fue creada hace 39 años con el propósito principal de prestar apoyo operativo y logístico a las unidades de superficie, con el objeto de contribuir de manera eficiente, responsable y profesional con el control de la soberanía Nacional. La Aviación Naval de Guayaquil cuenta con aeronaves de ala fija (aviones) y de ala rotatoria (helicópteros), aeronaves con las cuales cumple sus misiones.

La estación aeronaval radicado en la ciudad de Guayaquil Provincia del Guayas, es el encargado del mantenimiento de las aeronaves de ala rotatoria (helicóptero) cuenta con un departamento de mantenimiento de mecánicos que es el ente principal de la misma; pues gracias a él, pueden realizar diferentes tipos de mantenimiento (inspecciones) a los helicópteros.

Dentro de los hangares de mantenimiento los técnicos realizan diferentes trabajos en las áreas estructurales, motores y aviónica. Entre las operaciones que se realizan, se encuentra la inspección del sistema hidráulico y sus componentes, por lo que ha venido presentando dificultades debido a que el personal de técnico, no tienen una optimización de los procedimientos y chequeo para el cumplimiento de las inspecciones en el filtro del sistema Hidráulico, ocasionando pérdida de tiempo y recursos que impiden el mantenimiento de los helicópteros. Que de no solucionarse seguirán la pérdida de esfuerzos, tiempo y recursos; así como la falta de una herramienta fundamental para el desempeño del mantenimiento e inspecciones de los helicópteros. La eficiencia profesional, su preparación académica, pedagógica y valores agregados no está siendo aprovechado en su totalidad.

De ahí el valor de la "Optimización del procedimiento del chequeo en el filtro del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B", para que sean más efectivas y eficientes las inspecciones. Mejorando de esta manera la eficiencia profesional, con el propósito principal de mantener listos los helicópteros para el cumplimiento de las misiones encomendadas.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Cómo incrementar la vida útil de los componentes de los helicópteros Bell 206 A/B, mediante la optimización de herramientas adecuadas y la utilización de manuales?

## **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.**

En vista que la Estación Aeronaval de Guayaquil dispone de técnicos muy capaces en cada una de sus funciones de trabajo. Sin embargo, hay trabajos específicos como son las inspecciones del filtro en el sistema hidráulico, pero la falta de una herramienta de prueba, para el filtro hidráulico produce retrasos que impiden el fortalecimiento y la eficiencia profesional en el mantenimiento de los helicópteros, lo cual podría ser mejorado mediante la Optimización del procedimiento del chequeo en el filtro del sistema hidráulico, permitiendo optimizar tiempo y recursos.

Del presente trabajo investigativo se beneficiará la institución, así como todo el personal técnico que labora en las diferentes áreas de mantenimiento. Ayudando de este modo al desempeño profesional y por ende lograr que las actividades se realicen de una manera efectiva y eficiente. Por lo antes señalado es importante y prioritaria la Optimización del procedimiento del chequeo en el filtro del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B, y con esto también se está contribuyendo al mantenimiento de los helicópteros en estado de operatividad, para el cumplimiento de las misiones encomendadas.

## **1.4 OBJETIVOS:**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL.**

Establecer las condiciones física y técnica mediante la observación, análisis y estudio de los manuales de mantenimiento, overhaul, herramientas y equipos, que permitan mejorar la ejecución de operaciones del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B, y por ende brindar un buen servicio a la Estación Aeronaval de Guayaquil.

### **1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.**

- Recopilar información técnica para el buen desarrollo del proyecto.
- Analizar las condiciones de trabajo en que se efectúan las inspecciones del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B.
- Analizar el funcionamiento de los componentes del sistema hidráulico.
- Analizar las posibles alternativas de solución para el problema.

## **1.5 ALCANCE.**

El presente trabajo investigativo se realizará en la Estación Aeronaval Guayaquil en el departamento de mantenimiento en el área de helicóptero, éste trabajo pretende brindar beneficios al personal técnico de la Estación Aeronaval Guayaquil, ya que se convertirá en una clave muy importante para el buen desarrollo de las inspecciones que realizan el personal técnico de helicóptero y todas aquellas personas que estén relacionadas con la institución.

## **CAPÍTULO II**

### **PLAN DE INVESTIGACIÓN**

#### **2.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.**

Se ha determinado que será preciso utilizar las modalidades de campo no participante, ya que se llevará a cabo en el lugar del problema, es decir en el hangar de la estación aeronaval de Guayaquil, así también se podrá establecer contacto directo con los técnicos para comprender el funcionamiento del sistema hidráulico, sin intervenir en sus actividades normales.

Así mismo se utilizará la bibliografía documental, permitirá mediante la utilización de estos recursos bibliográficos primarios, obtener información de libros y manuales de mantenimiento, la información requerida para el desarrollo sostenido y sustentable del presente trabajo, complementando con bibliografía secundaria, como son las fuentes de internet y/o cualquier otra fuente que proporcione el material necesario para el proceso de la investigación.

#### **2.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.**

En este tipo de modalidad se utilizará la investigación no experimental puesto que la variable dependiente no puede ser intervenida ya que es evidente la pérdida de tiempo y recursos.

#### **2.3 NIVELES DE INVESTIGACIÓN.**

Se realizará una investigación exploratoria ya que permitirá identificar el problema y examinarlo mediante la observación, encuesta al personal técnico de la Estación Aeronaval de Guayaquil, permitiendo así plantear y desarrollar de mejor manera la investigación.

La investigación será descriptiva porque detallará las operaciones secuenciales que realizan los técnico de ESANGU durante las inspecciones del sistema hidráulico.

## **2.4 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA.**

Para obtener los mejores resultados estadísticos de la investigación será necesario señalar que el universo es el personal de supervisores que laboran en el área de en mantenimiento de la Estación Aeronaval de Guayaquil, teniendo como población investigar al personal técnico de mecánicos que laboran en el área de helicóptero, a quienes beneficiará el presente proyecto de investigación. Se realizara mediante una muestra en razón a que la población es muy pequeña se considera a toda la población como la muestra total a ser investigado.

## **2.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **2.5.1 MÉTODOS:**

Como métodos para la ejecución del presente proyecto investigativo, con el fin de obtener datos que permitan su tabulación y en base a su análisis determinar los problemas que requieren pronta solución.

El análisis de los procesos de inspección del filtro hidráulico determinará el propósito de entender el objeto de estudio, es así que se realizará el análisis de la situación actual del área de mantenimiento de la Estación Aeronaval de Guayaquil, en su totalidad y posteriormente una evaluación de los procedimientos del chequeo del filtro hidráulico, para determinar la necesidad del que se está investigando.

La síntesis permitirá determinar los problemas relevantes en referencia a las herramientas y bancos de prueba requeridos en el taller de la Estación Aeronaval de Guayaquil.

### **2.5.2 TÉCNICAS:**

Observación; ayudará a obtener información que servirá como base para el desarrollo de la investigación, las técnicas recomendables y necesarias a utilizarse las cuales son:

La observación documental; permitirá el reconocimiento documental bibliográfico que ayudará a construir el marco teórico.

La observación de campo, se realizará en la Estación Aeronaval de Guayaquil, lugar en el que se producen los hechos a través del contacto directo con el personal técnico que trabaja en la misma.

La encuesta estará direccionada a los técnicos relacionados directamente con el área de mantenimiento de helicóptero, para determinar las necesidades de bancos o herramientas, requeridos para facilitar las inspecciones del filtro hidráulico.

### **2.6 RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Para la recolección de datos informativos, se utilizara una fuente primaria, es decir de primera mano, con la ayuda de la observación directa, encuestas mediante cuestionario que se aplican al personal técnico de mantenimiento de helicóptero. Posteriormente se llevará a cabo un análisis minucioso y critico de toda la información recolectada, la misma que nos permitirá dar soluciones al problema planteado en el presente proyecto de investigación.

## **2.7 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.**

Para el procedimiento de los resultados se tomará en cuenta los datos que arrojen las encuestas, y se realizará mediante los siguientes pasos:

- Codificar y tabular.
- Analizar los resultados
- Representar en forma grafica.
- Interpretar y formular a conclusiones y recomendaciones.

## **2.8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

El análisis se lo ejecutará de acuerdo a la información obtenida permitirá definir y/o establecer los requerimiento de equipos especiales a satisfacer en el hangar de la Estación Aeronaval de Guayaquil, así también definir los problemas de mayor relevancia y propender a dar soluciones en corto tiempo.

La interpretación se la llevará a cabo mediante la aplicación del programa Excel, el cual permitirá una visión más clara de los problemas y necesidades que atraviesan la Estación Aeronaval de Guayaquil, mediante representación graficas.

## **2.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

La formulación de conclusiones y recomendaciones permitirá verificar el cumplimiento de los objetivos propuesto para la investigación y realizar recomendaciones para resolver los problemas producidos por la carencia de equipos especiales que se utilizan en el mantenimiento de los helicópteros Bell 206 A/B.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.**

De acuerdo a una indagación previa en la biblioteca de la institución, se encontró un proyecto de grado relacionada a nuestro tema de investigación, misma que se detalla a continuación.

- Proyecto de grado presentada el 05 de mayo del 2007, realizada por el CBOS-MC-AV Jácome Vásquez Franklin Javier <sup>4</sup>

Tema:

Construcción de una maqueta didáctica del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 para demostrar el funcionamiento de los servos hidráulicos, dicha maqueta se encuentra en la Escuela de Aviación Naval en la ciudad de manta obteniendo resultados favorables para el personal de alumnos en la realización de sus prácticas en el sistema hidráulico.

- Manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206 (07/Julio/2003).<sup>5</sup>

Tema:

Sistema Hidráulico (Volumen # 4, Capitulo # 29), ya que en ésta sección encontramos temas relacionados con el sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B, generalidades y características.

---

<sup>4</sup> Tesis N-01 de Mecánica Aeronáutica 2007.

<sup>5</sup> Segunda Edición del Helicóptero 206 2003.

## **3.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.**

### **3.2.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA HIDRÁULICA.**

La hidráulica es la ciencia que estudia las leyes que regulan el equilibrio y el movimiento de los líquidos.

De una parte, entonces, estudia las condiciones de equilibrio de los líquidos en reposo, y de otra la circulación o movimiento de los mismo.

- Los líquidos adoptan la forma del recipiente que los contienen, ya que no tienen forma propia.
- Los líquidos no pueden ser comprimidos, lo cual hace que sean excelentes transmisores de fuerza a diferencia del aire y de los gases que son comprimibles.
- Los líquidos transmiten las presiones que se les aplica en todas las direcciones con la misma intensidad.

### **3.2.2 POTENCIA HIDRÁULICA.**

Es la cantidad de trabajo efectuado en un mecanismo hidráulico, por unidad de tiempo.

La potencia hidráulica es definida como:

$$\text{Pot} = P \times Q$$

En donde

P = Presión

Q = Caudal

Midiéndose Potencia en vatios, presión en pascal, y caudal en metros cúbicos de líquido por segundo.

Cabe hacer hincapié que a mayor presión se necesita menor caudal de líquido (Q) para obtener una potencia determinada, lo que permite la construcción de equipo más pequeño y de menor peso.

### 3.2.3 PRESIÓN.

La presión, es el cociente que resulta de dividir una fuerza por la superficie sobre la que actúa, en términos de formulación matemática es:

$$P= F/S$$

En donde:

P= Presión

F= Fuerza

S= Superficie<sup>6</sup>

### 3.2.4 UNIDADES DE CONVERSIÓN.

**Tabla. 3.1 Sistema de unidades de longitud.**

LONGITUD							
UNIDAD	PULGADAS	PIES	MILLAS	MILÍMETROS	CENTÍMETROS	METROS	KILÓMETROS
PULGADAS	1	0.0833	-	25.4	2.54	0.0254	-
PIES	12	1	-	304.8	30.48	0.3048	-
MILLAS	63,360	5,280	1	-	-	1,609.34	1.609344
MILÍMETROS	0.03937	0.00328	-	1	0.1	0.001	-
CENTÍMETROS	0.3937	0.03288	-	10	1	0.01	-
METROS	39.3701	3.28084	-	1,000	100	1	0.001
KILÓMETROS	39,370	3,2808	0.62137	-	100,000	1,000	1

Elaborado por: CBOS Navarrete José

<sup>6</sup> Antonio Esteban Oñate (1992-pag11-22)

**Tabla 3.2 Sistema de unidades de área o superficie.**

<b>ÁREA O SUPERFICIE</b>					
<b>UNIDAD</b>	<b>PULGADAS CUADRADAS</b>	<b>PIES CUADRADAS</b>	<b>MILÍMETROS CUADRADOS</b>	<b>CENTÍMETROS CUADRADOS</b>	<b>METROS CUADRADOS</b>
PULGADAS CUADRADAS	1	0.006944	645.16	6.4516	0.00064516
PIES CUADRADOS	144	1	92,903.04	929.0304	0.09290
MILÍMETROS CUADRADOS	0.00155	-	1	0.01	-
CENTÍMETROS CUADRADOS	0.1550	0.001076	100	1	0.0001
METROS CUADRADOS	1,550.0031	10.76391	-	10,000	1

Elaborado por: CBOS Navarrete José

**Tabla 3.3 Sistema de unidades de peso y volumen.**

<b>EQUIVALENCIAS DE PESO Y VOLUMEN</b>							
<b>UNIDAD</b>	<b>GALÓN</b>	<b>GALÓN IMOERIAL</b>	<b>PULGADAS CÚBICAS</b>	<b>PIES CÚBICOS</b>	<b>METROS CÚBICOS</b>	<b>LITROS</b>	<b>LIBRAS</b>
GALÓN	1	0.833	321.0	0.1337	0.00378	3.785	8.33
GALÓN IMPERIAL	1.20	1	277.41	0.1605	0.00455	4.546	10
PULGADAS CÚBICAS	1.00432 9	0.003607	1	0.00057	0.000016	-	0.0361
PIES CÚBICOS	7.48	6.232	1,728.0	1	0.0283	28.317	62.425
METROS <sup>3</sup>	284.17	220.05	-	35.314	1	1,000	2,204.5
LITROS	0.26417	0.220	61.023	0.0353	0.001	1	2.205

Elaborado por: CBOS Navarrete José

**Tabla 3.4 Sistema de unidades de caudal de agua.**

UNIDADES DE CAUDAL DE AGUA						
UNIDAD	Galones/min	Pie <sup>3</sup> /seg	m <sup>3</sup> /hora	Litros/seg	Barriles/min	Barriles/día
Galones/min	1	0.0022	0.02271	0.0631	0.0238	34.286
Pie <sup>3</sup> /seg	448.83	1	101.9	28.32	10.686	15,388
m <sup>3</sup> /seg	15,850	35.315	3,600	1,000	377.4	543,447
m <sup>3</sup> /min	264.2	0.5883	60.0	16.667	6.290	9,058
m <sup>3</sup> /hora	4-403	0.00982	1	0.2778	0.1048	151
Litros/seg	15.85	0.0353	3.60	1	0.3773	543.3
Litros/min	0.2642	0.000589	0.060	0.0167	0.00629	9.055
Barriles/min	42	0.09357	9.5256	2.65	1	1,440
Barriles día	0.0292	0.000065	0.00662	0.00184	0.00069	1

Elaborado por: CBOS Navarrete José

**Tabla 3.5 Sistema de unidades de presión.**

INGLÉS A MÉTRICO	
1Bar = 100,000 Pascal (N/m <sup>2</sup> )	1 Dinas = 10 <sup>11</sup> Julios/m
1Btu/min = 12.96Pies Libras/seg	1 Dinas = 2.248x10 <sup>11</sup> libras
1Btu/min = 0.02356 Caballos fuerza	1 Ergios = 9.480x10 <sup>11</sup> Btu
1Btu/min = 0.01757 Kilovatios	1Ergios = 10 <sup>11</sup> Julios
1Btu/min = 17.17 vatios	1 Julios = 9.480x10 <sup>11</sup> Btu
1Bares = 0.9869 Atmósfera	1 Julios = 10 <sup>11</sup> Ergios
1Bares = 1000000 Dinas	1 Julios = 0.7376 Pies libras
1Bares = 2089.0 Libras/pies <sup>2</sup>	1 Libras/pul <sup>2</sup> (psi) = 0.00689 Mega pascales
1Bares = 14.50 Libras/pulgadas <sup>2</sup> (psi)	1 Libras/pul <sup>2</sup> (psi) = 0.070307 Kg/cm <sup>2</sup>
1 Btu = 1.0550x10 <sup>10</sup> Ergio	1 Libras/pie <sup>2</sup> = 47.8803 Pascales
1 Btu = 778.3 Pie libras	1 Libras/pie <sup>2</sup> = 0.000488 Kg/cm <sup>2</sup>
1 Btu = 1054.8 Julios	1 Libras/pie <sup>2</sup> = 4.8824 Kg7m <sup>2</sup>
1 Caballo fuerza = 745.7 Vatios	1 Pulgadas de Hg = 3,376.8 Pascales

1 Caballo fuerza = 0.7457 Kilovatios	1 Tonelada = 1.000 Kg.
1 Dinas = 1.020x10 <sup>3</sup> Gramos	1 Litro = 0,001 m <sup>3</sup>
1 Dinas = 1.020x10 <sup>3</sup> Kilogramos	1 Micra = 0.000001 m
1 Dinas = 10 <sup>7</sup> Julios/cm	
<b>MÉTRICO A INGLÉS</b>	
1 Pascales = 1 N/m <sup>2</sup>	1 Kilogramos/metro <sup>2</sup> = 0.2048 lb/pie <sup>2</sup>
1 Pascales = 0.000145 lbs/pulg <sup>2</sup>	1 kilogramos fuerza = 9.80665 Newton
1 Kilo pascales = 0.145 lbs/pulg <sup>2</sup>	1Centímetros de Hg = 0.1939 lb/pulg <sup>2</sup>
1 kilogramos/cm <sup>2</sup> = 14.22 lbs pulg <sup>2</sup>	

**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

### **3.3 SISTEMA HIDRÁULICO.**

El sistema hidráulico del helicóptero aeronaval Bell 206 A/B consta de un sistema hidráulico independiente.

Este sistema hidráulico proporciona el poder para operar los servos de los controles de vuelo de mando como son el cíclico y el colectivo.

El sistema hidráulico provee la presión necesaria para facilitar el movimiento de los controles de vuelo y minimizar el esfuerzo de los pilotos, con este sistema se ha logrado muy buenas características de control ya que hay un control preciso aun en condiciones de turbulencias.

Este sistema consiste de la bomba y el regulador, actuadores servos, válvula solenoide, montajes de tubo, montajes de manguera y filtro hidráulico el cual tiene un botón indicador rojo que salta para indicar que el filtro se está obstruyendo. El depósito es un componente de la bomba y un regulador.

Este sistema es alimentado a la bomba por gravedad es un sistema abierto por el respiradero del reservorio.

Este sistema opera con una presión hidráulica de  $600 \pm 50$  PSI, trabaja con una data de flujo de 1,75 Gal x min. Su capacidad es de 1 pinta en el reservorio y 1 pinta en el sistema total 2 pintas (0.95 litros) y están diseñados para operar con un fluido hidráulico (MIL-H-5606), tiene una Inspección cada 100hrs.

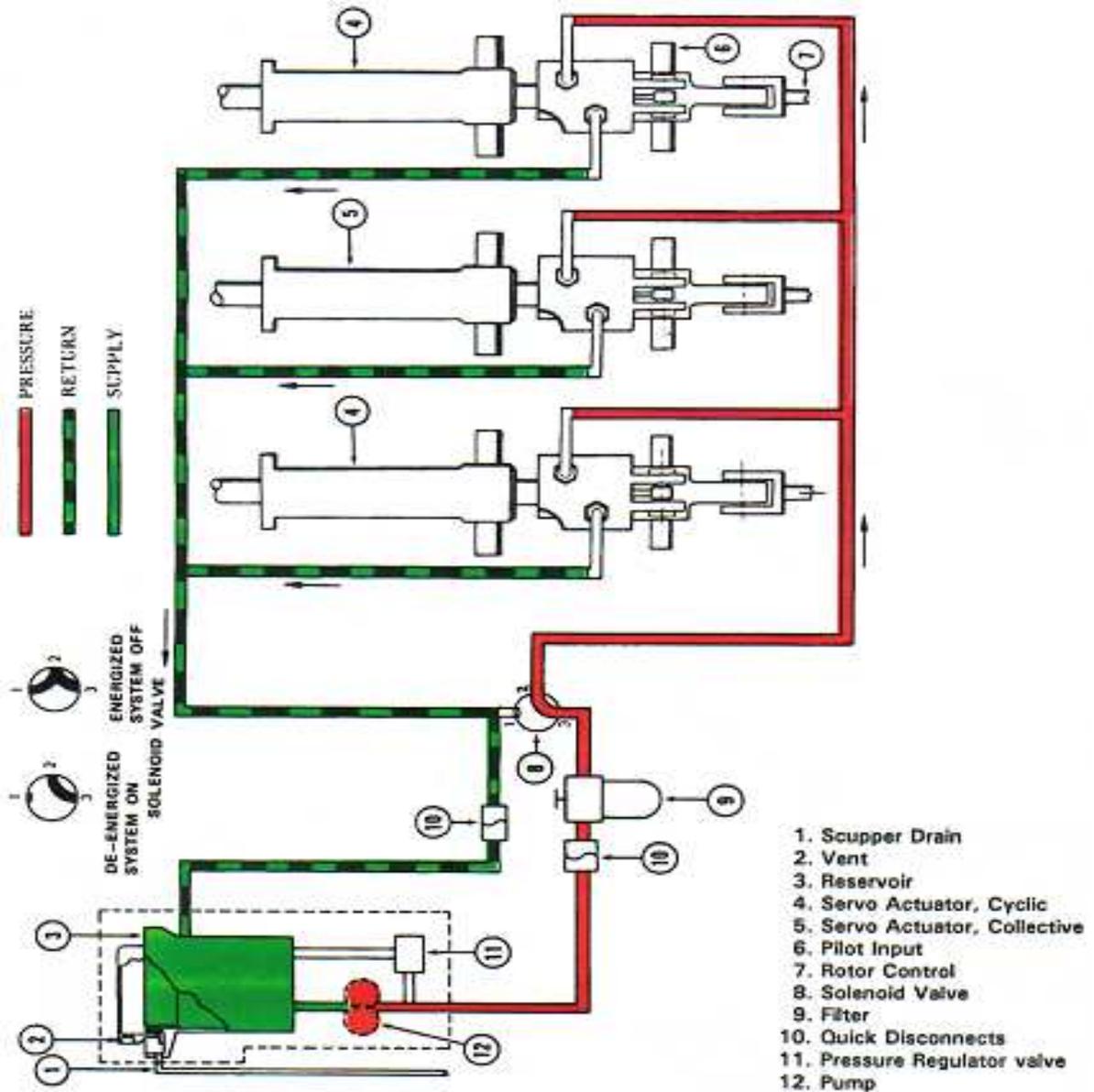


Figura. 1 Esquema del sistema hidráulico

Fuente: Manual de mantenimiento del Bell 206 A/B  
 Elaborado por: CBOS Navarrete José

### 3.4 LIQUIDO HIDRÁULICO.

El líquido hidráulico de origen mineral es muy empleado en aviación. El líquido hidráulico estándar de este grupo tiene el número de especificación MIL-H-5606, la sigla MIL indica que es una especificación militar, y la inicial H indica que es de empleo hidráulico. Su campo operacional térmicamente hablando, se encuentra entre  $-54\text{ }^{\circ}\text{C}$ , su viscosidad es baja y como muchos otros fluidos hidráulicos es inhibidor de la corrosión.



Figura. 2. Recipiente de líquido hidráulico MIL- H-5606

**Fuente:** Investigación de campo  
**Elaborado por:** CBOS Navarrete José

El MIL-H-5606 se deriva de la refinación del petróleo, es de color rojo, e incorpora aditivos depresores del punto de congelación, aditivos que mejoran el índice de viscosidad, aditivos antiespumantes, antioxidantes. La inhibición de la corrosión es reducir la cantidad de oxidación que ocurre en fluidos derivados del petróleo, cuando estos están sujetos a alta presiones y temperatura, y para minimizar la corrosión de las partes metálicas con las que está en contacto. El manual de mantenimiento del helicóptero (Cap-29) manda a cambiar el líquido hidráulico cada 100 hrs o por condición.

### 3.5 VISCOSIDAD.

La viscosidad de un líquido es la resistencia que oponen sus partículas a su desplazamiento, a deslizarse unas sobre las otras, como si una lámina se deslizara sobre otra. Esta definición práctica de la viscosidad da idea de la facilidad o dificultad con la que un líquido puede circular por una tubería. Si el líquido tiene mucha viscosidad, el desplazamiento por un tubo es lento y difícil; si el líquido tiene una viscosidad pequeña, el movimiento es fácil. Se dice entonces que el líquido tiene fluidez. Fluidez es una propiedad inversa de la viscosidad; los líquidos muy viscosos poseen. Fluidez, y su derrame es lento y difícil.

La importancia de la viscosidad, como propiedad fundamental de un fluido, se debe a que afecta numerosas facetas de su funcionamiento práctico: afecta a las fugas que se producen en los mecanismos, a la pérdida de energía por el rozamiento interno, muy en particular, a los posibles daños que se pueden producir por las interferencias y los roces mecánicos debidos al empleo de líquidos de viscosidad inadecuada.

### 3.6 COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRÁULICO.

El sistema hidráulico está formado por los siguientes componentes:

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1 Filtro                                    | 9 Válvula reguladora de presión |
| 2 Desconexión rápida de la línea de presión | 10 Generador tacómetro          |
| 3 Desconexión rápida de la línea de retorno | 11 Tapón                        |
| 4 Manguera de presión                       | 12 Tapón                        |
| 5 Manguera de retorno                       | 13 Válvula solenoide            |
| 6 Bomba y deposito                          | 14 Actuador servo cíclico       |
| 7 Línea de drenaje                          | 15 Actuador servo colectivo     |
| 8 Salida del drenaje de la bomba            |                                 |

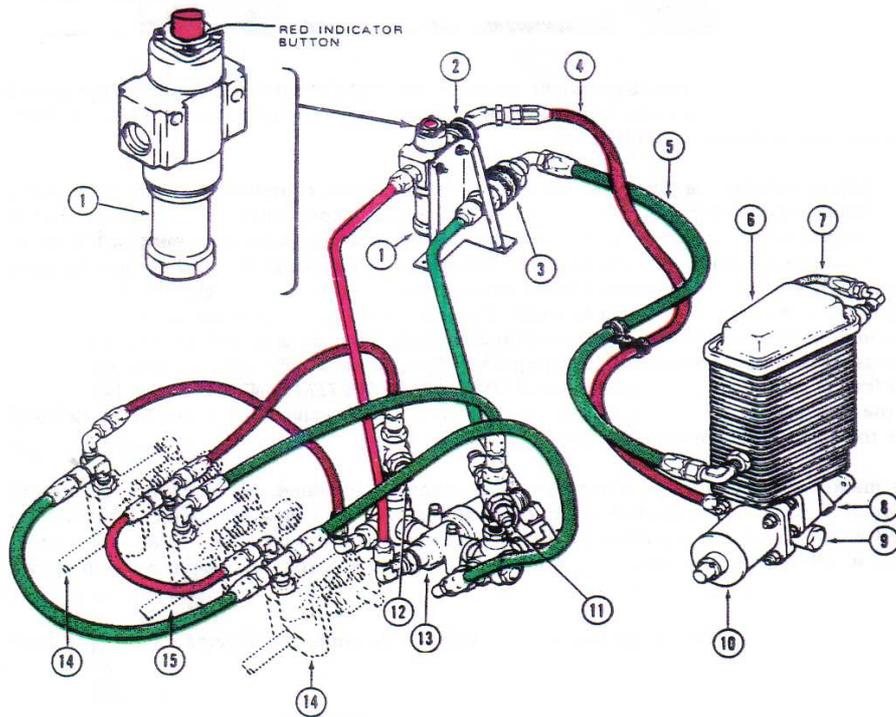


Fig  
ur

a. 3. Componentes del sistema hidráulico

Fuente: Manual de mantenimiento del Bell 206 A/B  
Elaborado por: CBOS Navarrete José

### 3.6.1 DEPÓSITO Y BOMBA HIDRÁULICA.

La bomba hidráulica, el depósito y el regulador en el lado delantero de la bomba de aceite de la transmisión es una unidad. Tiene ventilación y tiene una línea de drenaje para sacar el exceso de fluido hidráulico hacia el exterior. Hay dos puertos de drenaje de los sellos adyacentes a la pestaña de montaje para permitir que cualquier aceite de lubricación o fluido hidráulico de la transmisión que puedan gotear pasando los sellos, se drenen al exterior. El conjunto de la bomba y el regulador incluye también una placa de montaje para el generador tacómetro del rotor.

La bomba hidráulica tiene un acople impulsor colocado entre los engranajes del eje impulsor de la bomba de aceite de la transmisión y las estrías de la bomba hidráulica. En caso de una falla de la bomba hidráulica o del generador tacómetro, el eje impulsor de la bomba de transmisión se romperá dentro del

acople separando los dos sistemas.

La bomba de aceite de la transmisión continuara operando pero la bomba hidráulica dejara de girar. La bomba es de caudal variable y descargan presión en un rango de  $600\pm 50$  PSI.

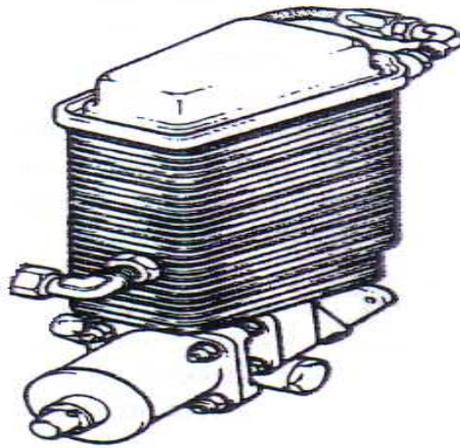


Figura. 4 Depósito y bomba hidráulica

**Fuente: Manual de mantenimiento del Bell 206 A/B**  
**Elaborado por: CBOS Navarrete José**

La bomba hidráulica es el mecanismo, encargado de producir la presión hidráulica, hasta el valor nominal que precisa el sistema, de acuerdo con sus condiciones de diseño, para ello la bomba se alimenta de líquido hidráulico almacenado en el depósito hidráulico.

El reservorio de líquido hidráulico es el recipiente que almacena el fluido hidráulico (1pinta), la cantidad de líquido que almacena es suficiente para las necesidades del sistema.

### **3.6.2 FUNCIONES DEL RESERVORIO HIDRÁULICO.**

- Almacenar líquido hidráulico que se emplea como medio transmisor de potencia.
- Compensar las pérdidas de líquido debido a pequeñas fugas.
- Permitir la desimulsión del líquido.

#### **3.6.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL RESERVORIO.**

Tiene una capacidad de llenado de 1pinta de líquido hidráulico, el tapón de la boca de llenado debe hacer un cierre hermético, pero a su vez lleva un orificio de respiración que filtre aire que entre en el depósito.

El indicador de nivel es muy útil ya que nos permite saber la cantidad de líquido hidráulico del reservorio.

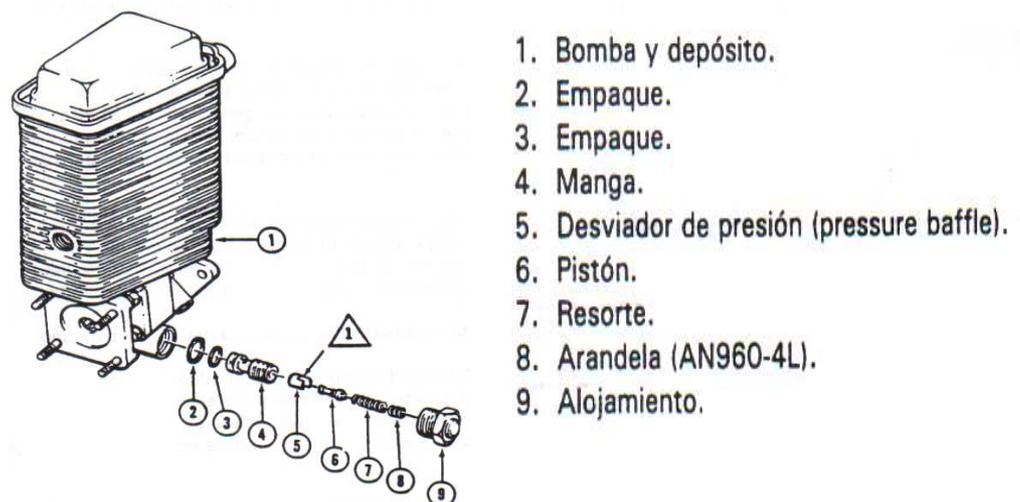
Las tuberías de entrada y salida de líquido hidráulico se deben disponer, de forma que comuniquen con el depósito en los puntos de menor turbulencia y aireación. Esto quiere decir que sus bocas deben quedar, cerca del fondo del depósito.

#### **3.6.3 VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN HIDRÁULICA.**

Se usan para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varíe el flujo o la presión.

En general el funcionamiento de una válvula reguladora de presión es como sigue: en el tubo existe una presión de entrada ( $P_e$ ), la presión de salida ( $P_s$ ), y la presión que se ejerce sobre el diafragma ( $P_d$ ). Si la válvula piloto está cerrada, tendremos  $P_e = P_d$ , por lo que el disco por su propio peso y la fuerza del resorte auxiliar permanecerá cerrado.

Si la válvula piloto está abierta, se establece una corriente de líquido y debido a la estrangulación se producirá un  $P_d$  menor que un  $P_e$ , por lo cual la válvula permanecerá abierta. El hecho de que la válvula piloto esté abierta, cerrada o estrangulada depende de la diferencia de presión entre  $P_e$  y  $P_s$ , por lo que deberá cumplir una función reguladora sobre el flujo, y consecuentemente, por medio de la estrangulación sobre la presión de la cara del diafragma.



**Figura. 5 Válvula reguladora de presión hidráulica**

Fuente: Manual de mantenimiento del Bell 206 A/B  
 Elaborado por: CBOS Navarrete José

### 3.6.4 VÁLVULA HIDRÁULICA SOLENOIDE.

La válvula hidráulica solenoide se encuentra en la plataforma de servicio delante de la transmisión y es controlada por el interruptor ON/OFF del sistema colocado en el panel de controles misceláneos. Cuando el interruptor esta en OFF, el solenoide esta energizado permitiendo que la presión del sistema hidráulico sea sobrepasada (bypassed). Poniendo el interruptor en ON activa la presión del sistema hidráulico.

En el caso de una falla de energía, el sistema sigue funcionando en la posición en ON.

En caso de una falla de funcionamiento, el movimiento de los controles de vuelo permanece igual, pero la fuerza requerida para mover el cíclico y el colectivo se incrementa. El rango en que los movimientos pueden hacerse disminuye. Como el control de retroalimentación no es excesivo, el piloto puede aislar el sistema (apagarlo) y regresar con seguridad a una área para aterrizar. Como resultado, el sistema de reserva no es necesario.



**Figura. 6 Válvula hidráulica solenoide.**

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: CBOS Navarrete José

### **3.6.5 FILTRO HIDRÁULICO Y ELEMENTO.**

La función del filtro es suministrar el líquido a todos los componentes hidráulico del helicóptero con el grado de pureza. Son filtro hechos con malla de tejido fino de acero inoxidable con el fin de soportar la alta presión de servicio.

La suciedad se introduce inevitablemente dentro del sistema durante el montaje inicial del mismo, y en general sigue penetrando del exterior durante su funcionamiento.

De la misma manera los sistemas generan su propia suciedad debido al desgaste de sus piezas móviles (tales como bomba hidráulica y mecanismos internos)

La contaminación del fluido por sólidos es la presencia de partículas sólidas contaminantes, que pueden producir tres efectos en el sistema:

- Impedir el funcionamiento del sistema.
- Degradar la actuación del sistema.
- Acelerar el desgaste del sistema.

Para impedir la contaminación del fluido por dicha suciedad, se hace necesaria la inclusión de un elemento filtrante el mismo que evitará el mal funcionamiento y deterioro del sistema.



**Figura. 7 Filtro hidráulico y elemento.**

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: CBOS Navarrete José

### **3.6.7 CONJUNTOS DE CAÑERÍAS HIDRÁULICAS.**

Las canalizaciones hidráulicas de los helicópteros se denominan tuberías hidráulicas. Las tuberías hidráulicas pueden ser de dos tipos:

3. Cañerías rígidas, metálica.
4. Cañerías flexibles, de materiales tipo caucho sintético protegidos con una superficie metálica de aleación de aluminio y acero flexible.

#### **3.6.7.1 CAÑERÍA RÍGIDA**

Se denomina cañería rígida a un elemento, más o menos largo, formado por la unión de varios tubos metálicos, que se acoplan mediante tuercas de unión, u otros procedimientos de empalme.

Es característico de las cañerías que poseen un cierto espesor de pared, que varía de acuerdo con la presión hidráulica que deben soportar. Las cañerías metálicas es preferible en los tres casos siguientes: cuando la línea en cuestión no está sometida a vibraciones importantes, cuando no conecte elementos que desplazan uno respecto del otro, cuando no pertenece a líneas de conexión directa de las bombas.

#### **3.6.7.2 CAÑERÍA FLEXIBLE**

Se denomina cañería flexible a un elemento tubular flexible, fabricado de productos elásticos sintéticos protegidos con una superficie metálica de aluminio y acero flexible.

Las cañerías flexibles se emplean en todas aquellas zonas de los sistemas en los que existe movimiento relativo entre los equipos o elementos

del circuito, bien por desplazamiento mecánicos, o por desplazamientos ocasionados por las condiciones de servicio.



Figura.8 Cañerías flexibles

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: CBOS Navarrete José

### **3.6.8 ACTUADORES HIDRÁULICOS.**

Se denomina actuadores hidráulicos a los mecanismos que tienen como función transformar la presión hidráulica en fuerza mecánica. Los elementos fundamentales de un actuador son: pistón y vástago del pistón, en los cilindros se encuentran los orificios de entradas y salida del líquido.

#### **3.6.8.1 SERVOS ACTUADORES.**

El servo actuador de presión hidráulica sirve de control para mover al plato universal desde los controles de vuelo cíclico y colectivo. El actuador servo consiste de un cilindro, una varilla en el extremo y una cabeza servo



Figura. 9 Servos actuadores

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: CBOS Navarrete José

### 3.6.8.2 SOPORTE DEL SERVO ACTUADOR.

El soporte de los servo actuadores colectivo y cíclico está instalado en el techo de la cabina y sirve como un montaje para los servo actuadores. El servo actuador del control colectivo está montado en el centro y los dos servo actuadores del cíclico están montados en los lados.<sup>7</sup>



Figura. 10 Soporte de los servos actuadores

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: CBOS Navarrete José

---

<sup>7</sup> Manual de Mantenimiento Cap-29

## **CAPÍTULO IV**

### **EJECUCIÓN DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN.**

#### **4.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.**

Se tomo como modalidad básica la investigación de campo no participante, esta investigación se realizó en el hangar de ESANGU, con la finalidad de constatar los bancos de prueba y herramientas especiales, existente en las instalaciones del mismo. De la observación realizada, se pudo establecer que no existen bancos de prueba para realizar el chequeo operacional del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B.

También se constató que el personal necesita capacitación ya que no todos tienen los cursos impartidos por la institución de la casa fabricante de los helicóptero y solo se imparten conocimientos del personal que tienen dicho conocimientos y a su vez experiencia pero no se las da con pedagogía correcta, debido a esto se estableció que es preciso y necesario el mejoramiento en la optimización de procedimientos para el chequeo operacional del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B.

También se utilizó la investigación bibliografía la misma que permitió realizar una búsqueda de información necesaria para solucionar el problema expuesto, para lo cual fue útil investigar en los manuales de mantenimiento y documento donde se guarda información relacionada al sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B, en la oficina ARI (Área de Registros e Informes) de la Estación Aeronaval de Guayaquil.

#### **4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

Se utilizó la investigación no experimental, porque se limitó a la observación de las inspecciones operacionales que se realizan en los hangares de ESANG, sin intervenir los trabajos de los técnicos de helicóptero.



**Figura. 11 Inspección del helicóptero Bell 206 A/B**

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: CBOS Navarrete José

#### **4.3 NIVELES DE LA INVESTIGACIÓN.**

Se realizó una investigación exploratoria, porque detalla la visita que se realizó en el hangar de mantenimiento, lugar en donde se realizan diferentes trabajos en el área de motores, estructurales y aviónica.

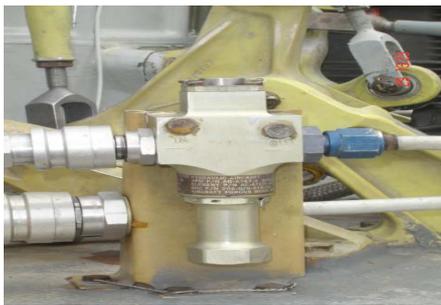


**Figura. 12 Hangar de la Estación Aeronaval de Guayaquil**

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: CBOS Navarrete José



**Figura. 13 Sistema hidráulico**



**Figura. 14 Desarmado del filtro hidráulico**

La investigación que se realizó fue descriptiva porque detalla las operaciones secuenciales que realizan los técnicos de mantenimiento de helicóptero durante las inspecciones del filtro hidráulico. (Ver Anexo A).

Detalle de la inspección y limpieza del filtro hidráulico:

- Desarme el filtro hidráulico
- Limpie el elemento del filtro hidráulico. (Con aire a presión y con combustible JP)
- inspeccione el botón rojo indicador de presión diferencial. (Visual)

#### **4.4 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA.**

Se tomó como Universo al personal de supervisores que laboran en el área de en mantenimiento de la Estación Aeronaval de Guayaquil.

La Población la constituye al personal técnico de mecánicos que laboran en el área de helicóptero a quienes beneficiará el presente proyecto de investigación.

Y la Muestra en razón a que la población es muy pequeña se considera a toda la población como la muestra total a ser investigada.

**Tabla 4.1 Población y muestra**

<b>PERSONAL A ENCUESTAR</b>	
Jefe de mantenimiento	1
Supervisor	1
Técnico	11



**Figura. 15 Personal Técnico de “ESANGU”**

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: CBOS Navarrete José

## **4.5 TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **MÉTODOS.**

El análisis realizado mediante los resultados obtenidos de las encuestas permitió determinar el propósito de la investigación por lo cual este método facilitó el estudio a cada uno de los elementos que forma parte del problema existente en las inspecciones de mantenimiento del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B.

El análisis permitió descomponer el problema para analizar individualmente sus variables independientes y dependientes, como son la falta de optimización del procedimiento del chequeo en el filtro del sistema hidráulico causando pérdida de tiempo, recursos, mala eficiencia del personal técnico en el desarrollo de las actividades de mantenimiento y afectando a la operatividad del

helicóptero.

Posteriormente la síntesis que se llevó a cabo uniendo todos los criterios alcanzados individualmente, permitió lograr una hipótesis general que es:

La falta de optimización del procedimiento del chequeo en el filtro del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B influye en la pérdida de tiempo, recursos, eficiencia del personal técnico en el desarrollo del trabajo de inspección y la operatividad del helicóptero, permitiendo más tarde determinar las conclusiones y recomendaciones.

## **TÉCNICAS.**

La observación ayudó a obtener información concreta y real que sirvió como base para el desarrollo de la investigación, las técnicas que se utilizaron son:

La observación documental, permitió obtener el conocimiento científico bibliográfico, información de internet, manuales de mantenimiento del helicóptero Bell 206 A/B lo cual ayudó a construir el marco teórico.

La observación de campo, se realizó en la Estación Aeronaval de Guayaquil, específicamente en la sección de mantenimiento de helicóptero lugar en el que se producen una mala eficiencia en el desarrollo de las actividades de mantenimiento, presión laboral, a través del contacto con el personal técnico que trabaja en la misma y que esto afecta a la seguridad personal y del material.

Es importante señalar que se hizo uso de la ficha de observación como instrumento de recopilación para obtener una mejor visión de la situación actual de la optimización del procedimiento del chequeo en el filtro del sistema hidráulico en el hangar de mantenimiento de helicóptero de la Estación Aeronaval de Guayaquil. **(Ver anexo B).**

## **LA ENCUESTA**

Mediante este instrumento que se lo conoce también como cuestionario, (**Ver Anexo C**) o auto administrados para no interrumpir las labores del personal técnico de mantenimiento de helicóptero, mediante el empleo de preguntas de selección múltiple, que permitieron obtener respuestas claras, específicas y concretas para despejar incógnitas.

### **4.6 RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Para la recopilación de datos informativos, se utilizó una fuente primaria, es decir de primera mano con la ayuda de encuestas a través de cuestionarios que se aplican al personal técnico de mantenimiento de helicóptero en el hangar de ESANGU, poniendo énfasis los requerimientos a satisfacer. Para validar y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos se solicitó antes de su aplicación el criterio juicioso de experto en el área de mantenimiento, esto permite desarrollar instrumentos de recolección de datos confiables y veraces.

### **4.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.**

Para procesar los resultados de la investigación, con los resultados obtenidos en las encuestas se procedió a:

- Codificar y tabular.
- Analizar los resultados
- Representar en forma gráfica.
- Interpretar y Formular conclusiones y recomendaciones.

### **4.8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

Tomando en cuenta los objetivos que en la presente investigación se han propuesto, así como las fundamentaciones presentadas en el marco teórico, se

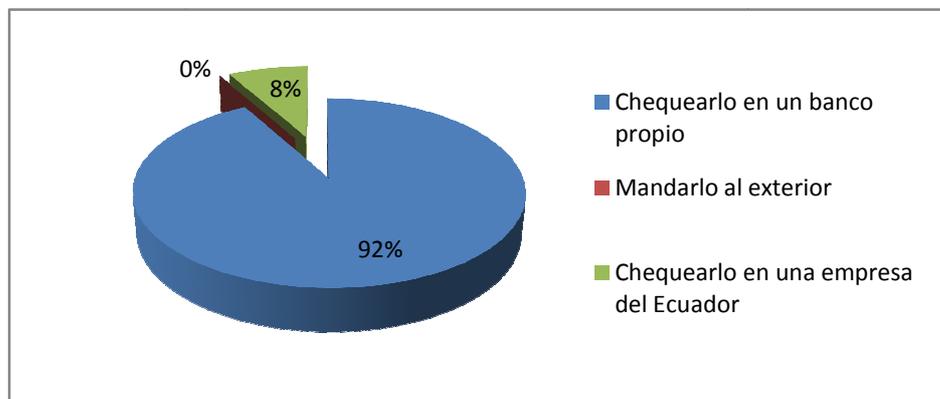
han realizado encuestas al personal técnico de helicóptero que labora en la Estación Aeronaval de Guayaquil, cuya respuesta se presenta a continuación conjuntamente con el análisis realizado.

### Preguntas:

1. ¿Para chequear el filtro y el botón indicador de presión diferencial del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B como usted lo prefiere?

**Tabla 4.2 Análisis de resultados**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Chequearlo en un banco propio	12	92%
Mandarlo al exterior	0	0%
Chequearlo en una empresa del Ecuador	1	8%
Total	13	100%



FUENTE: Encuesta al personal técnico de helicóptero

ELABORACION: CBOS Navarrete José

### Análisis de Datos:

De acuerdo a los datos obtenidos se determina que el 92% de los técnicos encuestados, prefiere chequear el filtro y el botón indicador de presión diferencial del sistema hidráulico en un banco propio, el 0% mandarlo al exterior y tan solo el 8% chequearlo en una empresa del Ecuador.

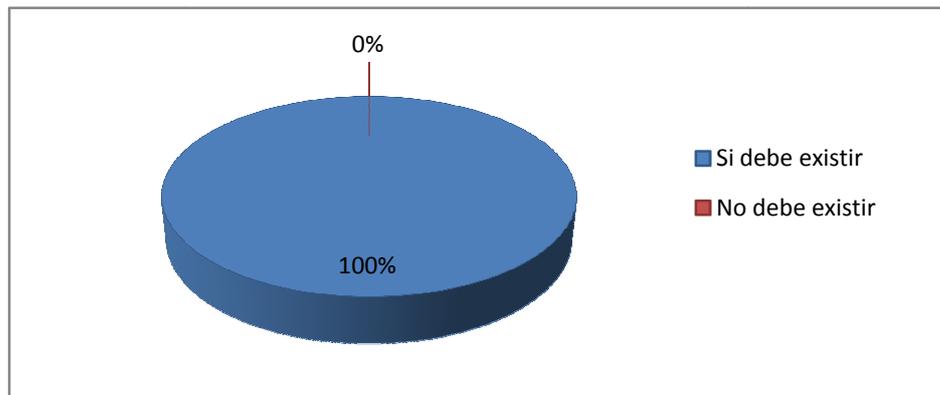
**Interpretación de resultados:**

La mayoría de los técnicos están de acuerdo que se realice el chequeo del filtro y el botón indicador de presión diferencial del sistema hidráulico en un banco propio.

2. **¿Cree usted que debe existir un banco de prueba para el chequeo del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B en la Estación Aeronaval de Guayaquil?**

**Tabla 4.3 Análisis de resultados**

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si debe existir	13	100%
No debe existir	0	0%
Total	13	100%



**FUENTE:** Encuesta al personal técnico de helicóptero

**ELABORACION:** CBOS Navarrete José

**Análisis de Datos:**

El 100% del personal técnico está consciente que en la Estación Aeronaval de Guayaquil debe existir un banco de prueba para el chequeo del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B.

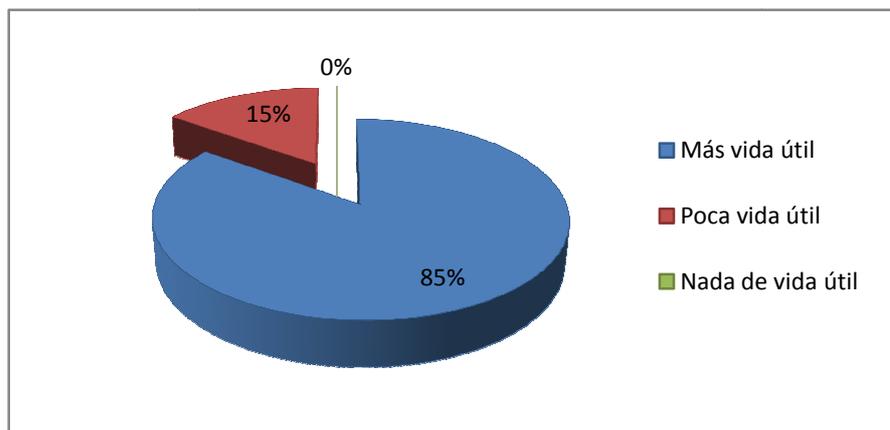
### Interpretación de resultados:

De acuerdo a los resultados obtenidos, es urgente la creación de un banco de prueba para realizar los chequeos correspondientes del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B.

### 3. ¿Cree usted que el banco de prueba le dará más vida útil de operación al filtro hidráulico?

**Tabla 4.4 Análisis de resultados**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Más vida útil	11	85%
Poca vida útil	2	15%
Nada de vida útil	0	0%
Total	13	100%



FUENTE: Encuesta al personal técnico de helicóptero

ELABORACION: CBOS Navarrete José

### Análisis de Datos:

El 85% del personal técnico, considera que el banco de prueba le dará más vida útil de operación al filtro hidráulico, el 15% que le da poca vida útil y el 0% nada de vida útil.

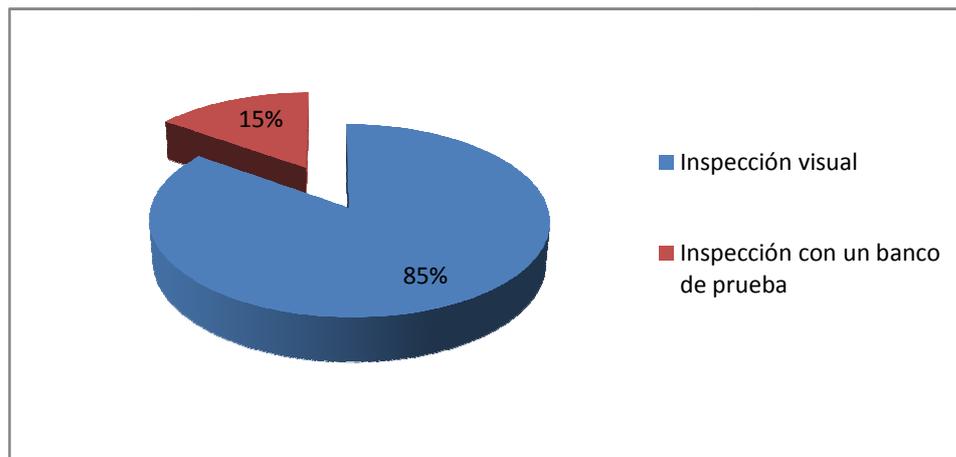
**Interpretación de resultados:**

La mayoría de los técnicos están de acuerdo que el banco de prueba le dará más vida útil de operación al filtro hidráulico.

**4. ¿Como usted está realizando el chequeo del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico?**

**Tabla 4.5 Análisis de resultados**

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Inspección visual	11	85%
Inspección con un banco de prueba	2	15%
Total	13	100%



**FUENTE:** Encuesta al personal técnico de helicóptero

**ELABORACION:** CBOS Navarrete José

**Análisis de Datos:**

El 85% del personal técnico realiza una inspección visual del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico y el 15% realiza una inspección con un banco de prueba.

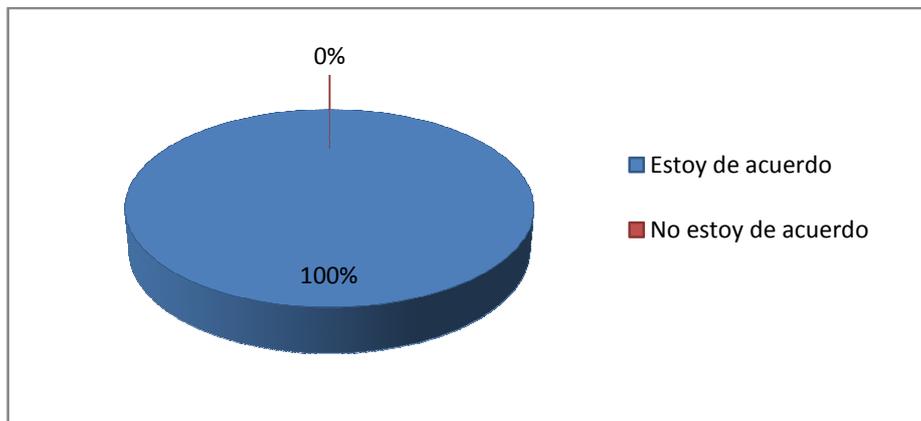
**Interpretación de resultados:**

La mayoría del personal técnico de la Estación Aeronaval de Guayaquil realiza una inspección visual del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico porque no cuenta con un banco de prueba para realizar dichas inspecciones.

**5. ¿Está de acuerdo que se sigan implementando bancos de prueba para el sistema hidráulico?**

**Tabla 4.6 Análisis de resultados**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Estoy de acuerdo	13	100%
No estoy de acuerdo	0	0%
Total	13	100%



**FUENTE:** Encuesta al personal técnico de helicóptero

**ELABORACION:** CBOS Navarrete José

**Análisis de Datos:**

El 100% del personal técnico está consciente que se sigan implementando banco de prueba para el sistema hidráulico.

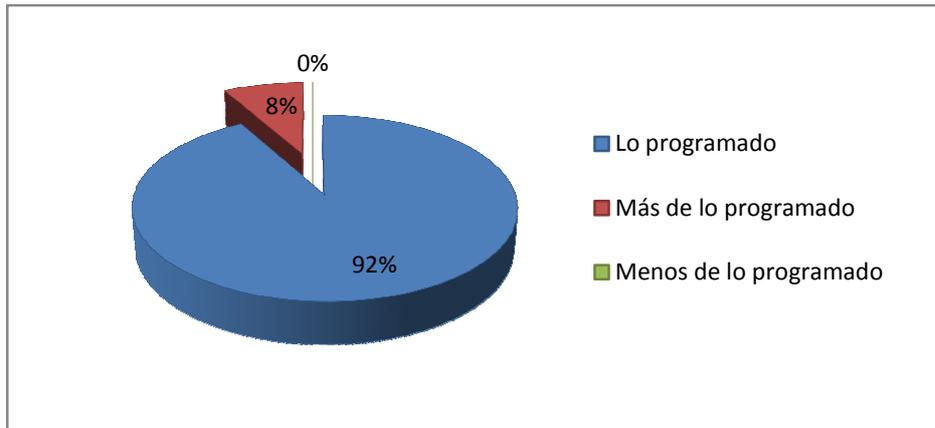
**Interpretación de resultados:**

En su totalidad el personal técnico considera que es importante que se sigan implementando banco de prueba para el sistema hidráulico.

**6. ¿Al chequear Cada componente del sistema hidráulico en una inspección cuanto tiempo le toma la inspección?**

**Tabla 4.7 Análisis de resultados**

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Lo programado	12	92%
Más de lo programado	1	8%
Menos de lo programado	0	0%
Total	13	100%



**FUENTE:** Encuesta al personal técnico de helicóptero

**ELABORACION:** CBOS Navarrete José

**Análisis de Datos:**

El 92% del personal técnico realiza una inspección en el tiempo programado, el 8% más de lo programado y el 0% menos de lo programado.

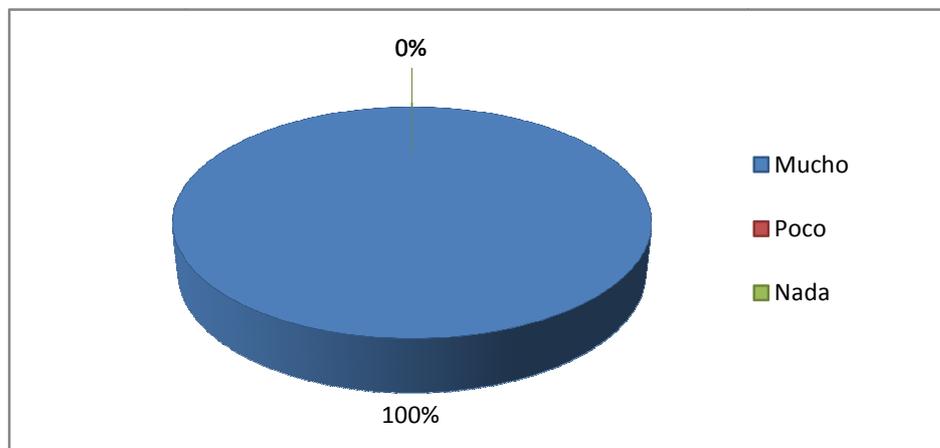
**Interpretación de resultados:**

El personal técnico cumple con las inspecciones en el tiempo programado porque al chequea los componentes del sistema hidráulico solo realiza una inspección visual a los componentes del sistema hidráulico.

7. ¿Al tener un banco de pruebas para el chequeo del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico la eficiencia del personal técnico será?

**Tabla 4.8 Análisis de resultados**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Mucho	13	100%
Poco	0	0%
Nada	0	0%
Total	13	100%



FUENTE: Encuesta al personal técnico de helicóptero  
ELABORACION: CBOS Navarrete José

**Análisis de Datos:**

El 100% de los resultados obtenidos el personal técnico está consciente que si existiera un banco de prueba para el chequeo del botón indicador de presión diferencial, la eficiencia del personal técnico sería mejor.

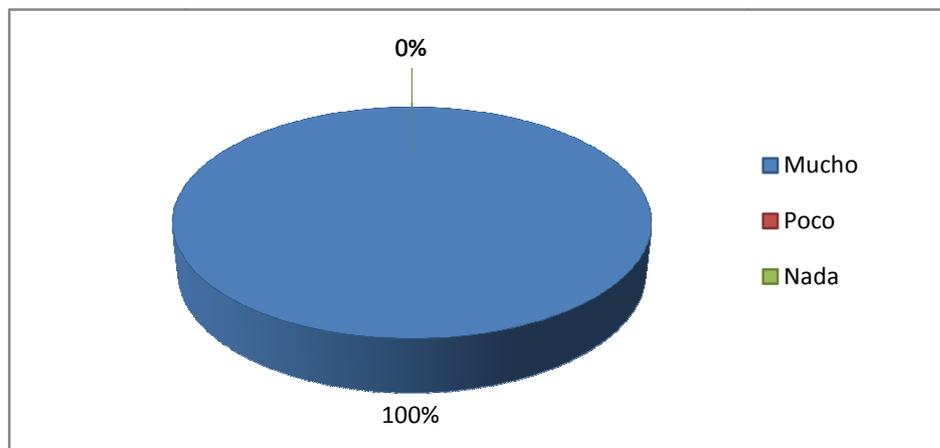
**Interpretación de resultados:**

En su totalidad el personal técnico considera que es importante que se construya un banco de prueba para que la eficiencia de dicho personal técnico sea mejor.

**8. ¿Cuánto ayudaría en las inspecciones de mantenimiento un banco de pruebas para el chequeo del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell-206?**

**Tabla 4.9 Análisis de resultados**

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Mucho	13	100%
Poco	0	0%
Nada	0	0%
Total	13	100%



**FUENTE:** Encuesta al personal técnico de helicóptero

**ELABORACION:** CBOS Navarrete José

**Análisis de Datos:**

El 100% del personal técnico está consciente que el banco de prueba ayudaría mucho en las inspecciones de mantenimiento del sistema hidráulico.

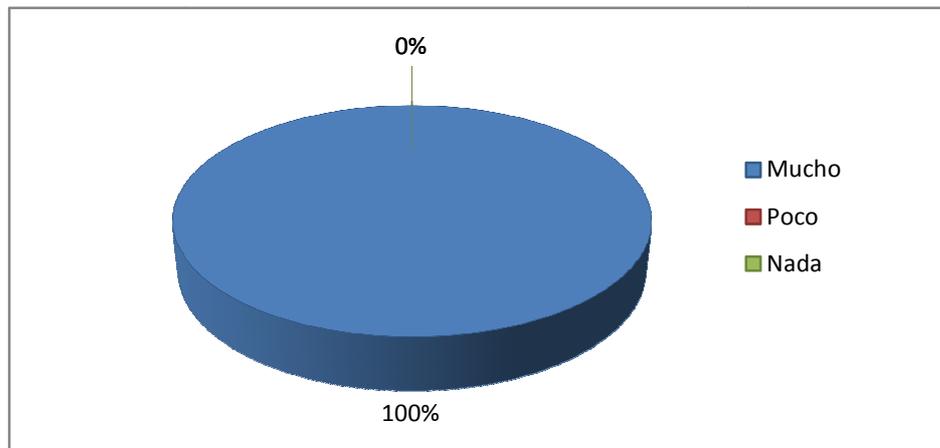
**Interpretación de resultados:**

El banco de prueba ayudaría mucho en las inspecciones porque ya no se realizaría una inspección visual si no una inspección con el banco de prueba.

**9. ¿El banco de prueba para el chequeo del filtro facilitaría una instrucción a los nuevos técnicos de mantenimiento del helicóptero Bell-206 A/B?**

**Tabla 4.10 Análisis de resultados**

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Mucho	13	100%
Poco	0	0%
Nada	0	0%
Total	13	100%



**FUENTE:** Encuesta al personal técnico de helicóptero

**ELABORACION:** CBOS Navarrete José

**Análisis de Datos:**

El 100% del personal técnico está consciente que el banco de prueba le será de mucha ayuda a las instrucciones de los nuevos técnicos de mantenimiento.

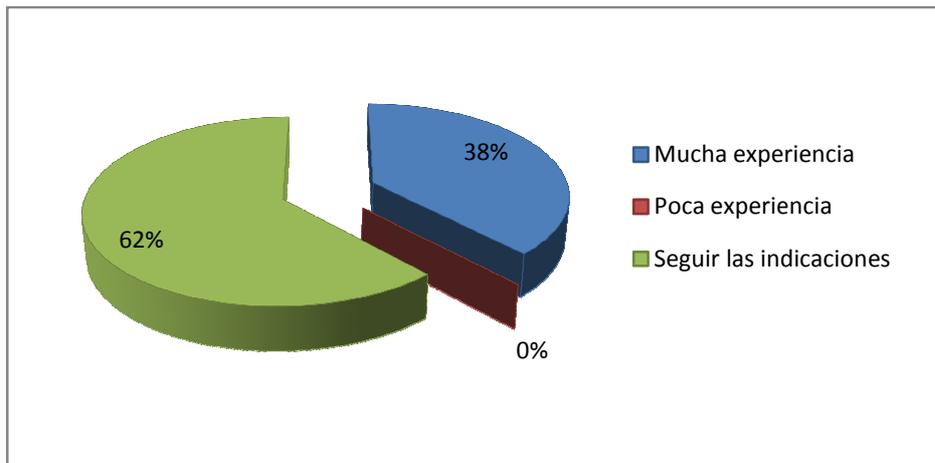
**Interpretación de resultados:**

El banco de prueba ayudaría mucho a los nuevos técnicos de mantenimiento porque ellos podan chequear y palpar los componentes del sistema hidráulico.

**10. ¿Para realizar este tipo de chequeo del filtro hidráulico es necesario que el personal tenga experiencia o solo seguir las indicaciones del M.M?**

**Tabla 4.11 Análisis de resultados**

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Mucha experiencia	5	38%
Poca experiencia	0	0%
Seguir las indicaciones	8	62%
Total	13	100%



**FUENTE:** Encuesta al personal técnico de helicóptero

**ELABORACION:** CBOS Navarrete José

**Análisis de Datos:**

El 62% del personal técnico, considera que para seguir los procedimientos del chequeo del filtro hidráulico solo debe seguir las indicaciones, el 38% que debe tener mucha experiencia y el 0% poca experiencia.

**Interpretación de resultados:**

Para el procedimiento del chequeo del filtro hidráulico se debe seguir las indicaciones del manual de mantenimiento del sistema hidráulico capítulo-29.

**RESULTADO DEL ANÁLISIS.**

De acuerdo al criterio del personal técnico de helicóptero reflejado en la encuesta están de acuerdo casi en su totalidad que es importante la construcción de un Banco de prueba para chequear el botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico ya que con las experiencias permiten reforzar las inspecciones del filtro hidráulico, la elaboración del Banco de prueba es urgente, porque en la actualidad no se dispone de banco de prueba ni equipos aptos para realizar el chequeo del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico.

**4.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.****CONCLUSIONES.**

- Al analizar las condiciones de trabajo se pudo constatar que las inspecciones del filtro hidráulico no se la realiza de una forma ergonómica
- Posterior a la recopilación de información que permitió visualizar que el hangar de mantenimiento de ESANGU, no posee un banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico.
- Los resultados obtenidos de la investigación presenta la necesidad de construir un banco de prueba para mejorar la eficiencia de los técnicos en las inspecciones del chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico.

- Los resultados obtenidos en las encuestas dirigidas al personal técnico mantenimiento de helicóptero, se dio la mejor alternativa de construir un banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico.

## **RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda que la Estación Aeronaval de Guayaquil, debe contar con un banco de prueba para el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico, adecuado y equipado acorde a las necesidades actuales en la sección de helicóptero
- Hacer referencia siempre a las normas de seguridad indicadas en los manuales de operación y mantenimiento evitando así que estos provoquen accidentes y los componentes sufran desperfectos.
- Se recomienda la capacitación del personal técnico por parte de instructores calificado y que cumplan con normas pedagógicas para el mejor desarrollo de las actividades en las inspecciones de mantenimiento de los helicópteros Bell 206 A/B.

## **DENUNCIA DEL TEMA.**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA PARA EL CHEQUEO OPERACIONAL DEL BOTÓN INDICADOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206 A/B”**

## **CAPÍTULO V**

### **FACTIBILIDAD DEL TEMA**

#### **5.1 TÉCNICA.**

El presente trabajo investigativo, dará como resultados que es factible la construcción del banco de prueba para comprobar el chequeo operacional del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B, puesto que cuento con los materiales, taller y equipo necesario para hacerlo

#### **5.2 LEGAL**

Para le realización del proyecto se incurre en la infracción de tipo legal por que se tiene como referencia básica Órdenes técnicas en el Capítulo 29 (sistema hidráulico) tomado del Manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206 A/B.

#### **5.3 APOYO.**

Para el desarrollo de esta investigación se cuenta con el apoyo de los técnico de helicóptero al cual va a beneficiar el proyecto.

#### **RECURSOS:**

<b>Recurso Humano</b>	
Cbos-Mt-Av-Navarrete Gualpa José Miguel	Investigador
Ing. Guillermo Trujillo J	Director de proyecto de Grado

## RECURSO MATERIAL.

<b>Materiales para el Diseño</b>	<b>Materiales para la Construcción</b>	<b>Equipo utilizado para la Implementación</b>
Un computador	Angulo de Hierro	Máquina de Soldar
Impresora	Madera	Esmeril
Resma de hojas	Ruedas	Sierra Manual
Internet	Electrodos	Pulidora
	Filtro Hidráulico	Compresor para pintura
	Manguera de presión flexible	Martillo
	Bomba y deposito	Taladro
	Válvula solenoide	
	Soporte de los servos	
	Servos Hidráulico	
	Líquido Hidráulico	
	Manómetros de presión	

## 5.5 PRESUPUESTO.

### COSTO PRIMARIO.

<b>Cantidad.</b>	<b>Descripción.</b>	<b>Costo Unitario.</b>	<b>Costo Total.</b>
01	Líquido Hidráulico	\$ 15.00	\$ 15.00
23	Empaques	\$ 0.65	\$ 15.00
08	Mangueras presión flexibles	\$ 8.75	\$ 70.00
03	Acoples	\$ 8.34	\$ 25.00
02	Ángulos de 1"1/8	\$ 14.77	\$ 14.77
01	Tablero de madera	\$ 14.00	\$ 14.00
2lts	Pintura de diferentes colores	\$ 12.00	\$ 12.00
1lb	Soldadura E6011	\$ 2.00	\$ 2.00
04	Ruedas	\$ 1.00	\$ 4.00
01	Regulador de voltaje	\$ 10.00	\$ 10.00

02	Manómetros de presión	\$ 20.00	\$ 20.00
	Tornero	\$ 20.00	\$ 20.00
	Mano de Obra	\$ 100.00	\$ 100.00
	Proceso de Suelta	\$ 15.00	\$ 15.00
<b>Total Gasto</b>			\$ 336.77

#### **COSTO SECUNDARIO.**

<b>Cantidad.</b>	<b>Descripción.</b>	<b>Costo Unitario.</b>	<b>Costo Total.</b>
02	Resma de Papel	\$ 3.90	\$ 7.80
04	Anillado	\$ 1.50	\$ 6.00
03	Empastado	\$ 6.00	\$ 18.00
10	Horas de internet	\$ 0.70	\$ 7.00
	Trasporte y Alimentación	\$ 120.00	\$ 120.00
	Varios imprevisto	\$ 163.60	\$ 163.60
<b>Total Gasto</b>			\$ 322.40

#### **COSTO TOTAL DEL PROYECTO.**

COSTO PRIMARIO	\$ 336.77
COSTO SECUNDARIO	\$ 322.40
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 659.17</b>

EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO DE GRADO ES DE SEISCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE DÓLARES CON DIECISIETE CENTAVOS.

## CRONOGRAMA

TIEMPO ACTIVIDADES	DICIEMBRE 2008				ENERO 2009				AGOSTO 2009				SEPTIEMBRE 2009				OCTUBRE 2009			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación del problema	■																			
Recolección y Análisis de datos		■																		
Presentación primer avance			■	■																
Presentación segundo avance					■	■														
Presentación tercero avance							■	■												
Presentación cuarto avance									■	■										
Presentación quinto avance											■	■								
Presentación del informe de la investigación													■							
Desarrollo del proyecto														■	■					
Entrega de ejemplares																■				
Pre defensa del proyecto																	■			
Designación tribunal																		■		
Defensa oral del proyecto																			■	
Entrega de ejemplares empastados																				■

---

**Cbos. Mt. Av. Navarrete José**  
Investigador

---

**Ing. Trujillo Guillermo J**  
Asesor de la Investigación

## **GLOSARIO.**

**Actuadores hidráulicos.-** Se denomina actuadores hidráulicos a los mecanismos que tienen como función transformar la presión hidráulica en fuerza mecánica. Los elementos fundamentales de un actuador son: pistón y vástago del pistón, en los cilindros se encuentran los orificios de entradas y salida del líquido.

**Avión.-** Aeronave propulsado por motor que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

**Bomba Hidráulica.-** La bomba hidráulica, tiene como misión de mover el líquido y obligarle a trabajar.

**Cañería rígida.-** Se denomina cañería rígida a un elemento, más o menos largo, formado por la unión de varios tubos metálicos, que se acoplan mediante tuercas de unión, u otros procedimientos de empalme.

**Cañería flexible.-** Se denomina cañería flexible a un elemento tubular flexible, fabricado de productos elásticos sintéticos protegidos con una superficie metálica de aluminio y acero flexible.

**Ergonomía.-** Ciencia que trata de la integración del hombre con las máquinas, en especial con el entorno de trabajo, para evitar fatiga en la relación de tareas.

**Filtro hidráulico.-** La función del filtro es suministrar el líquido a todos los componentes hidráulico con el grado de pureza.

**Grado de filtración.-** El grado de filtraciones el conjunto de mecanismos de control que se sitúan en los sistemas hidráulico para impedir la contaminación del fluido, el grado de

filtración.

**Helicóptero.-** Aeronave que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores propulsados por motor, lo cual le permite elevarse y descender verticalmente.

**Hidráulica.-** Es la ciencia que estudia las leyes que regulan el equilibrio y el movimiento de los líquidos.

**Líquido hidráulico.-** El líquido hidráulico de origen mineral es muy empleado en aviación. El líquido hidráulico estándar de este grupo tiene el número de especificación MIL-H-5606, la sigla MIL indica que es una especificación militar, y la inicial H indica que es de empleo hidráulico.

**Mantenimiento.-** Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc. Puedan seguir funcionando adecuadamente

**Mecanismo.-** Es el conjunto de elementos mecánicos, de los que alguno será móvil, destinado a transformar la energía proporcionada por el motor en el efecto útil buscado.

**Método.-** Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

**Metodología.-** Conjuntos de métodos que se siguen en una investigación científica en una exposición doctrinal.

**Motor.-** Es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

**Operatividad.-** Capacidad para realizar una función.

**Potencia hidráulica.-** Es la cantidad de trabajo efectuado en un mecanismo hidráulico, por unidad de tiempo.

**Presión.-** Es el cociente que resulta de dividir una fuerza por la superficie sobre la que actúa.

**Válvulas Hidráulica.-** La misión de la válvula hidráulica es de regular la presión, regular el caudal, distribuir el líquido hidráulico o cerrar cierta parte del circuito.

**Viscosidad.-** La viscosidad de un líquido es la resistencia que oponen sus partículas a su desplazamiento, a deslizarse unas sobre las otras.

## **ABREVIATURAS.**

<b>I.T.S.A.</b>	Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
<b>ESA.NGU.</b>	Estación Aeronaval de Guayaquil.
<b>MM</b>	Manual de Mantenimiento.
<b>OHM</b>	Manual de Overhaul.
<b>R.P.M.</b>	Revoluciones por Minuto.
<b>H.P.</b>	Caballos de Fuerza.
<b>M.</b>	Metros
<b>S.E.G.</b>	Segundo
<b>M.I.N.</b>	Minutos
<b>L.B.S</b>	Libras
<b>B.TU.</b>	Unidad Técnico Británica

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- Manual de mantenimiento del helicóptero Bell 206 A/B 07/Julio/2003 Segunda edición.
  
- Manual de mantenimiento y Overhaul del helicóptero Bell 206 A/B (15/Septiembre/1993) Primera edición.
  
- Energía Hidráulica de Esteban Oñate.

## **Páginas WEB visitadas.**

<http://www.aeroshell.com.ec>

<http://www.bellhelicopter.com.ec>

<http://www.rollsroyce.com.ec>

<http://www.tecnica.de.la.hidraulica.com.ec>

# **ANEXO DEL ANTEPROYECTO**

(Anexo "A")

Hoja de Inspección del sistema hidráulico.

<b>INSPECCIÓN PERIÓDICA DE MANTENIMIENTO APLICABLE AL HELO BELL 206 A/B</b>	
<b>INSPECCIÓN DE 100 HORAS "MC"</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN:</b>	
<b>FECHA:</b>	
<b>SERIE:</b>	<b>MATRICULA:</b>
<b>HORAS DEL HELICÓPTERO:</b>	
<b>HORAS DEL MOTOR:</b>	<b>CICLOS:</b>

Capitulo 29	SISTEMA HIDRÁULICO	MEC	SUPV	C/C.
	1. Inspeccione las líneas de hidráulico por rozamientos, fugas y seguridad.			
	2. Chequee el botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico.			
	3. Chequee el nivel de aceite hidráulico y cambie el aceite si el color ha cambiado a oscuro o si el aceite emite mal olor.			
	4. Inspeccione todos hidráulico servo actuador válvula linkage pivot pernos por libertad de rotación y seguridad de fijación. Inspeccione los actuadores por fugas y condición.			

(Anexo "B")

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**OBSERVACIÓN EN EL HANGAR DE LA ESTACIÓN AERONAVAL DE GUAYAQUIL.**

**DATOS INFORMATIVOS:**

**Lugar:** Estación Aeronaval de Guayaquil  
**Fecha:** 24 de febrero del 2009  
**Observador:** Cbos- Mt- Av Navarrete Gualpa José Miguel

**OBJETIVO:**

- Obtener una mejor visión de la situación actual de los procedimientos para la optimización del procedimiento del chequeo en el filtro del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 A/B en la sección mantenimiento.

**OBSERVACIONES:**

Se pudo observar que el personal de técnicos de mantenimiento de helicópteros no tienen un desempeño del 100% en la realización de las inspecciones del sistema hidráulico debido a que uno de sus componentes como es el filtro hidráulico, posee un botón indicador de presión diferencial, que es inspeccionado visualmente debido a que no existe un banco de prueba para en el chequeo del botón indicador de presión diferencial lo cual se pone en peligro el helicóptero con dicho componente sin saber si el botón indicador esta operativo o no.

(Anexo "C")

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**Encuesta dirigida al personal técnico de la sección de helicóptero de la  
"ESTACIÓN AERONAVAL DE GUAYAQUIL"**

**Objetivo:** Investigar la importancia de un banco de prueba para el chequeo del filtro hidráulico del helicóptero Bell-206 A/B.

**Indicaciones:** Lea detenidamente las preguntas y luego conteste cada una de ellas en forma muy honesta y franca. Ponga a su criterio una **X** en el sitio que considere conveniente:

**1. ¿Para chequear el filtro y el botón indicador de presión diferencial del sistema hidráulico del helicóptero Bell 206 como usted lo prefiere?**

CHEQUEARLO EN UN BANCO PROPIO

MANDARLO AL EXTERIOR

CHEQUEARLO EN UNA EMPRESA DEL ECUADOR

**2. ¿Cree usted que debe existir un banco de prueba para el chequeo del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero bell-206 en la Estación Aeronaval de Guayaquil?**

SI DEBE EXISTIR

NO DEBE EXISTIR

**3. ¿Cree usted que el banco de prueba le dará más vida útil de operación al filtro hidráulico?**

MÁS VIDA ÚTIL

POCA VIDA ÚTIL

NADA DE VIDA ÚTIL

**4. ¿Como usted está realizando el chequeo del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico?**

INSPECCIÓN VISUAL

INSPECCIÓN CON UN BANCO DE PRUEBA

**5. ¿Está de acuerdo que se sigan implementando banco de prueba para el sistema hidráulico?**

ESTOY DE ACUERDO.

NO ESTOY DE ACUERDO.

**6. ¿Al chequear Cada componente del sistema hidráulico en una inspección cuanto tiempo le toma la inspección?**

LO PROGRAMADO

MÁS DE LO PROGAMADO

MENOS DE LO PROGRAMADO

**7. ¿Al tener un banco de prueba para el chequeo del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico la eficiencia del personal técnico será?**

MUCHO

POCO

NADA

**8. ¿Cuánto ayudaría en las inspecciones de mantenimiento un banco de pruebas para el chequeo del botón indicador de presión diferencial del filtro hidráulico del helicóptero Bell-206?**

MUCHO

POCO

NADA

**9. ¿El banco de prueba para el chequeo del filtro facilitaría una instrucción a los nuevos técnicos de mantenimiento del helicóptero Bell-206?**

MUCHO

POCO

NADA

**10. ¿Para realizar este tipo de chequeo del filtro hidráulico es necesario que el personal tenga experiencia o solo seguir las indicaciones del M.M?**

MUCHA EXPERIENCIA.

POCA EXPERIENCIA.

SEGUIR LAS INDICACIONES

.....

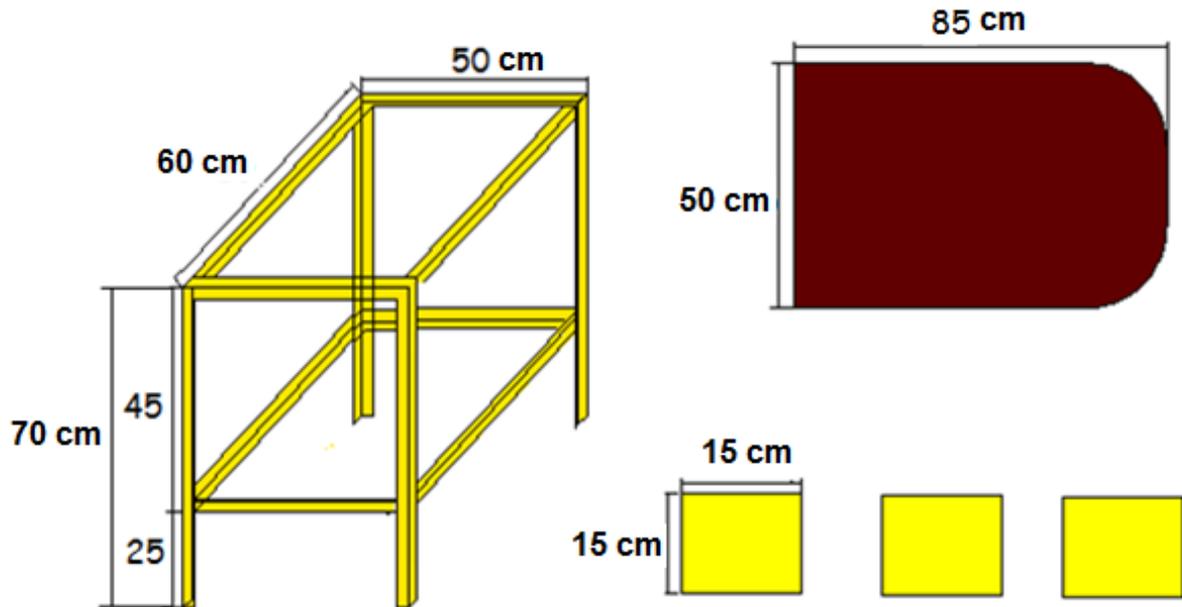
FIRMA

**Cl.**.....

## ANEXO B

### FOTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBA

Diseño básico de la estructura del banco de prueba



**Material:** Angulo de Hierro 1 ¼" x 3mm de espesor

Alto: 70 m

Ancho: 50 m

Largo: 60 m

**Material:** Tablero de Madera.

Largo: 85 m.

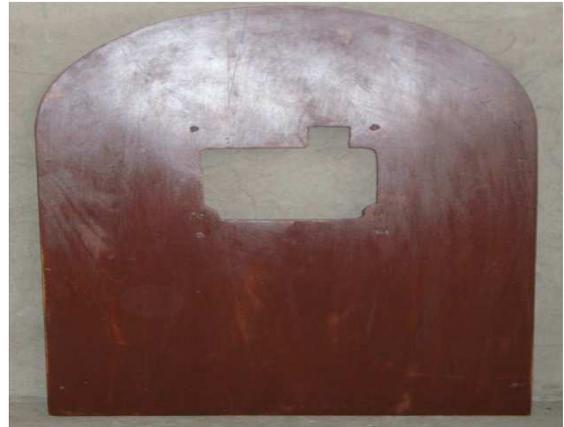
Ancho: 50 m



Foto # 1 Construcción de la estructura del banco de prueba



**Foto # 2 Pintado de la estructura del banco de prueba**



**Foto # 3 Tablero de madera**



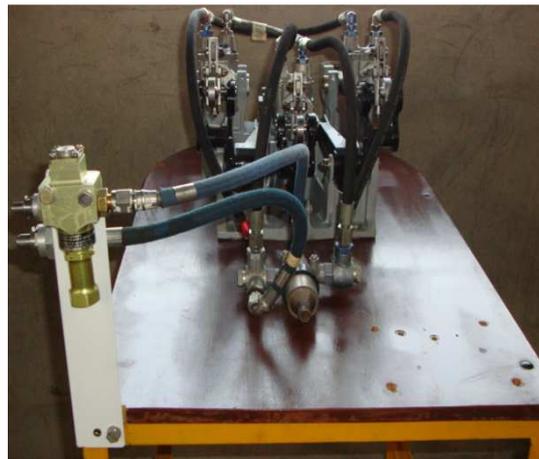
**Figura # 4 Fijación del tablero de madera**



**Figura # 5 Pintado del soporte de los servos actuadores**



**Figura # 6 Fijación del soporte y servos actuadores**



**Figura # 7 Conexiones de cañerías e instalación del filtro**



**Figura # 8 Instalación del regulador de voltaje**



**Figura # 9 Banco de prueba terminado**

## ANEXO C

### CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD DEL BANCO DE PRUEBAS

El Ecuador ha sido, es  
Y será País Amazónico.



**FUERZA NAVAL**  
**ESTACIÓN AERONAVAL DE GUAYAQUIL**  
**Guayaquil**  
**-o-**

EI SUSCRITO SEÑOR TNNV-AV-BYRON OSEGUEDA PADILLA, JEFE DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN AERONAVAL DE GUAYAQUIL (ESANGU).

#### **CERTIFICA:**

Que el Señor CBOS-MT-AV José Miguel Navarrete Guallpa, con cedula de ciudadanía No, 091816117-5, habiendo realizado el trabajo de grado cuyo tema es “ **BANCO DE PRUEBA PARA COMPROBAR EL CHEQUEO OPERACIONAL DEL BOTÓN INDICADOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DEL FILTRO HIDRÁULICO DEL HELICÓPTERO BELL 206 A/B**” y luego de haber culminado su trabajo se realizaron las pruebas necesarias para verificar su correcto funcionamiento, el mismo que se encuentra en perfectas condiciones operativas.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad el interesado puede hacer uso de este documento para los fines correspondiente.

Guayaquil/ 05 / 09/ 09

Byron **Osegueda** Padilla

TNNV-AV

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRES : Navarrete Gualpa José Miguel  
NACIONALIDAD : Ecuatoriana  
FECHA DE NACIMIENTO : 19 de Noviembre de 1980  
CÉDULA DE CIUDADANIA: 091816117-5  
TELÉFONOS : 096790990  
CORREO ELECTRÓNICO: [jmnavag@hotmail.com](mailto:jmnavag@hotmail.com)  
DIRECCIÓN : Cooperativa dignidad popular



### ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA : Escuela Fiscal Mixta  
"IGNACIA BÉJAR SÁNCHEZ", Guayaquil  
SECUNDARIA : Benemérita Sociedad Filantrópica del Guayas  
Instituto Tecnológico Superior "SIMON BOLIVAR"  
SUPERIOR : Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA)  
TÍTULOS OBTENIDOS : Maestro en Mecánica Automotriz  
Técnico en Mecánica Automotriz  
Técnico en Mecánica Naval  
TITULO A OBTENER : Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE  
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

---

**Navarrete Guallpa José Miguel  
CBOS-MT-AV**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**Ing. Guillermo Trujillo**

Latacunga, Noviembre 19 del 2009