

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA DEL
SHOCK ABSORBER DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL
AVIÓN ARAVA T-201”**

POR:

SANDOVAL PERALTA EDWIN AGUSTIN

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2006

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **CBOP. DE A.E. SANDOVAL PERALTA EDWIN AGUSTIN** como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.**

Sgop. Tlgo. Quinatoa Mario.
DIRECTOR DEL PROYECTO

18 de Enero del 2006.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi padre Jaime Sandoval, a mi esposa Cecilia Brucil y a mi hijo Zahid Alejandro que con gran amor, esfuerzo y apoyo incondicional han sabido guiarme por el sendero del bien. Permiéndome de esta manera conseguir una meta que me propuse hace un tiempo atrás y aportar de esta manera con mis conocimientos al beneficio de la Aviación del Ejército.

**SANDOVAL PERALTA EDWIN AGUSTIN
CBOP. DE A.E.**

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar un profundo agradecimiento:

- A Dios Todo poderoso por guiarme en el camino del saber y permitirme terminar con un objetivo que me propuse al momento de ingresar en el Instituto.
- A la AVIACIÓN DEL EJÉRCITO por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente y terminar mis estudios superiores con el fin de ponerlos en práctica dentro de la misma para su beneficio y desarrollo.
- Al INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO por instruirme y capacitarme en el campo de la aviación logrando con ello obtener mi título profesional.
- A todos mis profesores e instructores por impartir en mí sus conocimientos y convertirme en un excelente profesional.

SANDOVAL PERALTA EDWIN AGUSTIN
CBOP. DE A.E.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Introducción.....	01
Planteamiento del problema.....	02
Justificación.....	02
Objetivos y alcance.....	03

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1.- Hidráulica.....	04
1.1.1.- Generalidades.....	04
1.1.2.- Definición.....	04
1.1.3.- Propiedades de los fluidos.....	05
1.1.3.1.- Incompresibilidad.....	05
1.1.3.2.- Transmisión de la presión.....	06
1.1.3.3.- Inestabilidad de forma.....	06
1.1.4.- Términos Hidráulicos.....	07
1.1.5.- Relación entre términos.....	08
1.1.6.- Fluidos Hidráulicos.....	08
1.1.6.1.- Tipos de fluidos hidráulicos.....	09
1.1.7.- Potencia Hidráulica.....	11
1.1.8.-Caudal.....	11
1.1.9.- Ley de Pascal.....	12
1.1.10.- Principio de la prensa hidráulica.....	12
1.2.- Neumática.....	14
1.2.1.- Generalidades.....	14
1.2.2.- Fundamentos físicos del aire.....	14
1.2.3.- Propiedades del aire.....	15

1.2.4.- Ventajas del aire comprimido.....	16
1.2.5.- Desventajas del aire comprimido.....	17
1.3.- Shock Absorber (Amortiguador de choque).....	18
1.3.1.- Generalidades.....	18
1.3.2.- Tipos.....	18
1.3.2.1.- De ballesta.....	19
1.3.2.2.- De cordones elásticos.....	20
1.3.2.3.- Amortiguador Líquido.....	20
1.3.2.4.- Oleoneumáticos.....	20
1.3.3.- Generalidades del avión Arava T-201.....	21
1.3.4.- Datos Generales.....	22
1.3.5.- Conjunto del tren de aterrizaje.....	23
1.3.5.1.- Tren de aterrizaje principal.....	24
1.3.5.2.- Tren de aterrizaje delantero.....	25
1.3.6.- Shock absorber del avión Arava T-201.....	26
1.3.6.1.- Descripción.....	26
1.3.6.2.- Características.....	27
1.3.6.3.- Unidades Fundamentales.....	28
1.3.6.4.- Funcionamiento.....	28

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1.- Enunciado de Alternativas.....	30
2.1.1.- Primera Alternativa.....	30
2.1.2.- Segunda Alternativa.....	32
2.2.- Análisis de factibilidad.....	33
2.2.1.- Primera Alternativa.....	34
2.2.2.- Segunda Alternativa.....	34
2.3.- Parámetros de evaluación.....	35
2.3.1.- Factor Mecánico.....	36

2.3.1.1.- Funcionabilidad.....	36
2.3.1.2.- Rendimiento.....	36
2.3.1.3.- Fiabilidad.....	36
2.3.1.4.- Facilidad de operación y control.....	37
2.3.1.5.- Mantenimiento.....	37
2.3.1.6.- Materiales.....	37
2.3.1.7.- Proceso de construcción.....	37
2.3.2.- Factor Económico.....	37
2.3.2.1.- Costo de fabricación.....	37
2.3.2.2.- Costos de operación.....	37
2.3.3.- Factor Complementario.....	38
2.3.3.1.- Tamaño.....	38
2.3.3.2.- Forma.....	38
2.4.- Selección de la mejor alternativa.....	40

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

3.1.- Diseño.....	41
3.1.1.- Dimensionamiento.....	41
3.1.1.1.- Dimensionamiento de la estructura del soporte del shock absorber.....	41
3.1.1.2.- Dimensionamiento de la estructura del panel de control.....	42
3.1.2.- Descripción general del banco.....	42
3.1.2.1.- Estructura del soporte del shock absorber.....	42
3.1.2.2.- Estructura del panel de control del banco.....	43
3.1.3.- Análisis de materiales y accesorios a utilizarse.....	44
3.1.3.1.- Accesorios a utilizarse.....	45
3.1.3.2.- Materiales a utilizarse.....	52
3.2.- Esquemas y circuitos del banco de pruebas.....	54
3.2.1.- Circuito hidráulico y neumático del banco de prueba.....	54
3.2.1.1.- Descripción del circuito hidráulico del banco.....	54

3.2.1.2.- Descripción del circuito neumático del banco.....	54
3.3.- Diagramas de proceso.....	56
3.4.- Diagramas de ensamble.....	86
3.5.- Pruebas de funcionamiento.....	89
3.5.1.- Elementos que conforman el banco de pruebas.....	89

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE MANUALES

4.1.-Tipos de manuales.....	92
4.2.- Manual de operación.....	94
4.3.- Manual de mantenimiento.....	97
4.4.- Manual de seguridad.....	99
4.5.- Manual de verificación.....	101
4.6.- Hojas de registro.....	102
4.6.1.- Hojas de registro de operación.....	103
4.6.2.- Hojas de registro de mantenimiento.....	104
4.6.3.- Hojas de registro de reparaciones y modificaciones.....	105

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1.- Presupuesto.....	106
5.2.- Análisis Económico.....	106
5.2.1.- Materiales de construcción.....	107
5.2.2.- Mano de obra.....	107
5.2.3.- Maquinaria, equipos y herramientas.....	108
5.2.4.- Varios.....	108
5.2.5.- Costo total de la construcción del banco de pruebas.....	109

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- Conclusiones.....	110
6.2.- Recomendaciones.....	111

BIBLIOGRAFÍA

GLOSARIO

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1: Los líquidos son incompresibles.

FIGURA 1.2: Los líquidos transmiten las presiones en todas las direcciones.

FIGURA 1.3: Inestabilidad de forma.

FIGURA 1.4: Gato Hidráulico.

FIGURA 1.5: Cilindros del mismo tamaño.

FIGURA 1.6: La prensa hidráulica.

FIGURA 1.7: Los gases adoptan la forma del recipiente.

FIGURA 1.8: Los gases son comprimidos.

FIGURA 1.9: Los gases se expanden.

FIGURA 1.10: Shock Absorber.

FIGURA 1.11: Tipo de ballesta.

FIGURA 1.12: Amortiguador tipo oleoneumático.

FIGURA 1.13: Avión ARAVA T-201.

FIGURA 1.14: Conjunto del tren de aterrizaje.

FIGURA 1.15: Tren de aterrizaje principal.

FIGURA 1.16: Tren Delantero.

FIGURA 1.17: Shock absorber del avión Arava.

FIGURA 1.18: Partes fundamentales del shock absorber.

FIGURA 2.1: Banco de prueba estático.

FIGURA 2.2: Esquema del banco de prueba para el shock absorber del tren de aterrizaje del avión ARAVA T-201.

FIGURA 3.1: Estructura del soporte del shock absorber.

FIGURA 3.2: Estructura del panel de control del banco.

FIGURA 3.3: Bomba hidráulica manual.

FIGURA 3.4: Manómetros de alta presión con glicerina.

FIGURA 3.5: Válvula Reguladora.

FIGURA 3.6: Cañerías de presión.

FIGURA 3.7: Gato hidráulico.

FIGURA 3.8: Válvula antiretorno.

FIGURA 3.9: Diagrama del circuito hidráulico y neumático del banco de prueba.

LISTA DE TABLAS

TABLA 2.1: Matriz de Evaluación.

TABLA 2.2: Matriz de decisión.

TABLA 2.3: Matriz de decisión. (Puntajes finales).

TABLA 3.1: Verificación de condición de la estructura del soporte del shock absorber.

TABLA 3.2: Verificación de condición de la estructura del panel de control del banco de prueba.

TABLA 3.3: Verificación de elementos del sistema generador de presión hidráulica.

TABLA 3.4: Verificación de elementos del sistema generador de presión neumática.

TABLA 3.5: Verificación del funcionamiento del banco de pruebas de acuerdo a las presiones proporcionadas por el Manual de Overhaul del Avión Arava T-201.

TABLA 4.1: Codificación de los manuales y hojas de registro del banco de pruebas para el shock absorber del avión ARAVA T-201.

TABLA 5.1: Registro del costo de materiales de construcción.

TABLA 5.2: Registro del costo de mano de obra.

TABLA 5.3: Registro del costo total de la maquinaria, equipo y herramientas utilizadas en la construcción.

TABLA 5.4: Registro del costo de varios.

TABLA 5.5: Registro del costo total utilizado en la construcción del banco de pruebas.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado constituye una herramienta muy importante con la que se optimizará y mejorará el mantenimiento dentro de la AVIACIÓN DEL EJÉRCITO, para lo cual se propone implementar un banco de comprobación de la condición del shock absorber del avión Arava T-201, el mismo que mejorará el trabajo dentro de la sección de mantenimiento del GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO No. 44 "PASTAZA".

Se plantean dos alternativas para la construcción del banco de pruebas en función del funcionamiento que puede tener el banco dentro de la unidad donde va a prestar servicio, primeramente se planteo un banco de prueba con accionamiento electro-hidráulico y como segunda alternativa construir un banco de prueba de acuerdo a la Ordenes Técnicas del avión, de modo que después de realizar un estudio y encontrar la mejor opción, se optó por la segunda alternativa.

Para la construcción de este banco se utilizó el manual de mantenimiento y las Ordenes Técnicas del avión, los cuales son proporcionadas por el fabricante, para la cual se ocupó materiales y accesorios que se encuentran en el mercado nacional. Al finalizar la construcción se comprobó por medio de pruebas de funcionamiento resultados muy satisfactorios, optimizando tiempo en los trabajos de mantenimiento, ya que ahora se tiene disponible un banco para la comprobación del shock absorber del avión Arava T-201.

Se complementa el proceso de aplicación con manuales de operación, mantenimiento, seguridad, verificación y hojas de registro que permitirán tener un perfecto control de los trabajos realizados por el banco y los cambios o modificaciones realizadas en el mismo.

Finalmente se presentan las respectivas conclusiones y recomendaciones del presente proyecto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El tren de aterrizaje de una aeronave es una parte integral que se puede comparar como las piernas de un ser humano para lo cual debe encontrarse en buenas condiciones. Dentro de este sistema se encuentra el shock absorber que es un elemento que sirve para absorber o amortiguar las cargas de choque que recibe la aeronave en el momento que aterriza, taxea o despega. Si este no se encuentra en buenas condiciones podría causar incidentes o producir accidentes lamentables.

En la sección de mantenimiento del GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO No. 44 "PASTAZA" no se realiza el chequeo del shock absorber ya que no cuenta con un banco de prueba propio para realizarlo siendo enviado al exterior para su chequeo retrasando las operaciones y desarrollo de este grupo, razón por la se propone la construcción del Banco de Prueba del Shock Absorber del tren de aterrizaje P/N 204.000.00 para el avión Arava T-201 y facilite el proceso de mantenimiento de dicha sección.

JUSTIFICACIÓN.

La construcción de un banco de prueba para el shock absorber del tren de aterrizaje del avión Arava T-201, que será implementado en la sección de mantenimiento del GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO No. 44 "PASTAZA", permitirá un soporte técnico al personal del área perteneciente a este grupo, optimizando el tiempo, mantenimiento y garantizando la seguridad de un funcionamiento correcto, de esta manera contribuirá al desarrollo de la FUERZA TERRESTRE.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL.

- ✓ Construir un banco de prueba para verificar la condición del shock absorber del tren de aterrizaje del avión Arava T-201.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ✓ Seleccionar la documentación referente a las características técnicas del Banco de Prueba del Shock Absorber según la Orden Técnica.
- ✓ Determinar materiales e instrumentos que se van a utilizar en la construcción del banco de prueba.
- ✓ Elaborar manuales de operación, mantenimiento, seguridad y hojas de registro.
- ✓ Implementar el banco de prueba con su respectiva información técnica en la sección de mantenimiento del GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO No. 44 "PASTAZA".

ALCANCE.

Este proyecto está enfocado al mejoramiento de los chequeos funcionales del sistema del tren de aterrizaje del avión Arava T-201, permitiendo con ello facilitar las tareas de mantenimiento y el ahorro de tiempo, se contará con un banco de prueba propio y no se requerirá su envío al exterior para realizar su chequeo, beneficiando principalmente al personal técnico de mantenimiento, de esa manera contribuye a la economía de la BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO No.15 "PAQUISHA" y al desarrollo del GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO No. 44 "PASTAZA", cabe indicar que dicho banco de prueba será implementado para el área de mantenimiento para su utilización inmediata.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1.- HIDRÁULICA.

1.1.1.- Generalidades.

Es raro el día que pase en que la hidráulica no se use en alguna forma. Cada vez que se abre un grifo para tomar agua se aplica el principio de la hidráulica, cuando se hace girar el volante hidráulico, cuando se frena un auto.

Se emplea la misma forma hidráulica usada para ayudar a los pilotos a volar los aviones más modernos. Los gatos hidráulicos usados para levantar los aviones más grandes, operados de acuerdo con el mismo principio que el pequeño gato hidráulico que se desliza de bajo del eje posterior cuando hay un tubo sin aire.

El nombre correcto es oleohidráulica al ser el aceite el fluido que generalmente circula por las tuberías (en el lenguaje práctico se conoce como hidráulica).

1.1.2.- Definición.

Hidráulica es la ciencia que tiene por objeto el estudio de las leyes de equilibrio y movimiento de los fluidos con miras a su aplicación práctica.

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

Se usa el término HIDRÁULICA para describir un método de transmisión de energía de un lugar a otro empleando un fluido.

Para lograr esto, se debe transformar primero la energía en presión del fluido, transmitir este fluido a presión a cierta distancia y después convertirlo de nuevo en energía para que ejecute un trabajo.

1.1.3.- Propiedades de los fluidos.

Debido a ciertas propiedades principalmente la “incompresibilidad” y la “inestabilidad de forma”, los fluidos son muy apropiados para transmitir fuerza a lugares inaccesibles donde no será práctico usar mecanismos articulados.

Varios tipos de fluidos hidráulicos especiales se han perfeccionado para ser usados en los distintos sistemas del avión, teniendo cada tipo sus características propias. Sin embargo existen ciertas leyes físicas que son aplicables a todos los fluidos y que deberán ser conocidos por el mecánico, las mismas que son las siguientes:

1.1.3.1.- Incompresibilidad.- Los fluidos hidráulicos para todos los fines prácticos son considerados “incompresibles”. Ver figura 1.1.

Bajo presiones extremadamente altas el volumen del fluido puede disminuir en un 0.5 % por cada 70 Kg/cm² de presión externa, como esta disminución es tan ligera que es considerada como insignificante.

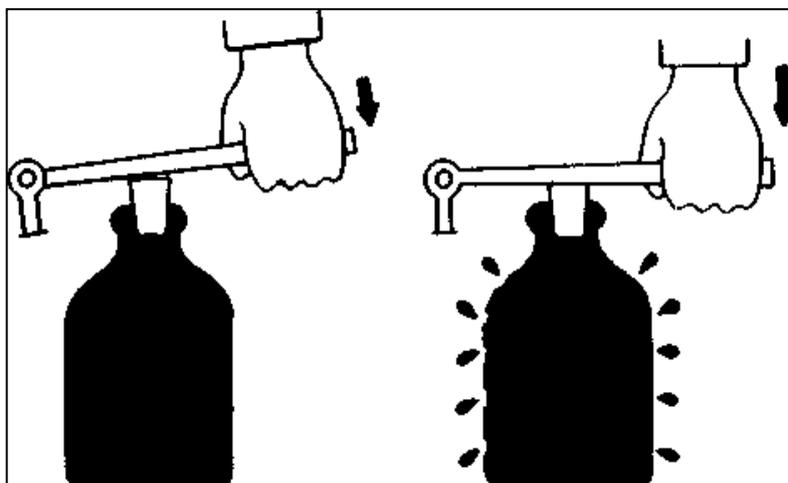


Fig. 1.1. Los líquidos son incompresibles.

1.1.3.2.- Transmisión de la presión.- La presión aplicada a un fluido encerrado es transmitida en todas las direcciones en forma igual y sin disminución. Esta presión actúa en ángulo recto de las paredes del recipiente y la misma cantidad de presión ejercida en toda el área es igual. Según la ley establecida por BLAS PASCAL. Ver figura 1.2.

En un recipiente de forma irregular que tenga paredes rígidas, el fluido confinado en el ejerce la misma presión en todas las direcciones. Si las paredes fueran flexibles, la sección asumiría forma circular.

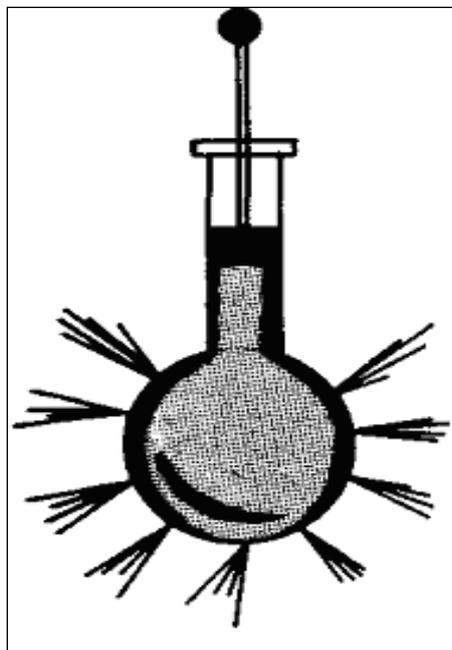


Fig. 1.2. Los líquidos transmiten las presiones en todas las direcciones.

1.1.3.3.- Inestabilidad de forma.- Los líquidos adoptan la forma del recipiente que los contiene, ya que no tienen forma propia. Ver figura 1.3.

Espacio intencionalmente en blanco.

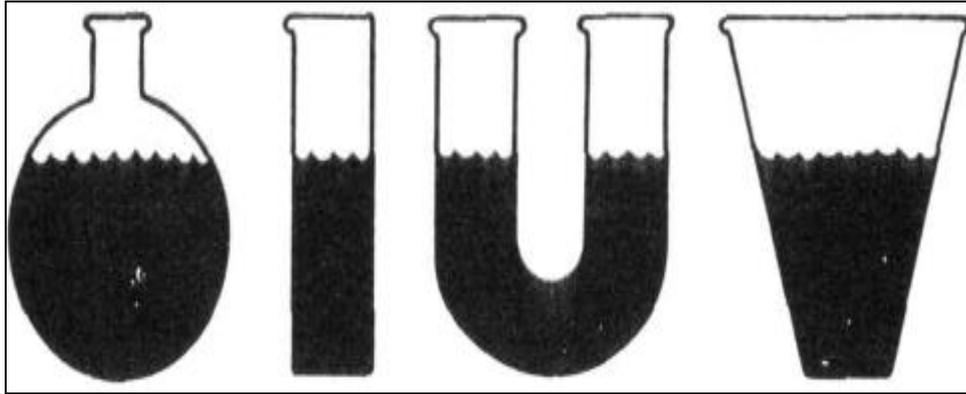


Fig. 1.3. Inestabilidad de forma.

1.1.4.- Términos Hidráulicos.

ÁREA (A).- Es la medición de una superficie medida en pulgadas cuadradas (pulg²). En el sistema hidráulico de un avión por ejemplo tratamos sobre las áreas de las cabezas de los pistones. Conociendo esta área, podemos determinar la cantidad de fuerza que se requiere para hacer funcionar un mecanismo.

FUERZA (F).- Es la cantidad de empuje o de tiro sobre un objeto. La fuerza de un sistema hidráulico se deriva de la presión que actúa sobre el área de la cabeza del pistón.

La fuerza se expresa en lbf, kgf y Newton (1 kgf = 9,8 Newton).

PRESIÓN (P).- Es la cantidad de fuerza en una unidad de área, usualmente una pulgada cuadrada. Esta presión actúa en la cabeza del pistón de un impulsor y es la fuerza que mueve u opera un mecanismo.

La presión se expresa en Kg/cm², bar, atmósferas o PSI (Lb/pulg²).

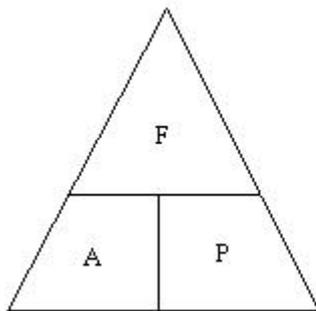
(1 kg/cm² = 1 bar = 1 atmósfera = 14,3 PSI).

RECORRIDO (LONGITUD).- Es una medida de la distancia expresada en pulgadas (pulg.) y representa la distancia que se mueve un pistón en un cilindro.

VOLUMEN (DESPLAZAMIENTO).- Es una medida de cantidad expresada en pulgadas cúbicas (pulg³), que representan la cantidad de fluido contenido en un depósito o desplazado por una bomba o cilindro impulsor.

FLUIDO.- Elemento en estado líquido o gaseoso. Dentro de aviación en los sistemas neumáticos son el "aire comprimido" y en los sistemas hidráulicos son los "aceites derivados de petróleo".

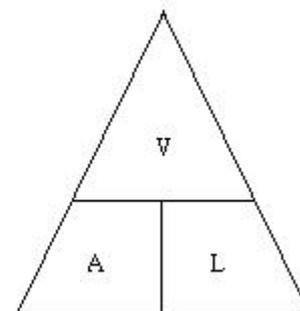
1.1.5.- Relación entre términos.



$$P = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{P}$$

$$F = P \times A$$



$$A = \frac{V}{L}$$

$$L = \frac{V}{A}$$

$$V = A \times L$$

1.1.6.- Fluidos Hidráulicos.

La operación apropiada y el mantenimiento correcto de los sistemas hidráulicos dependen del uso correcto del fluido.

La mejor forma de determinar cual es el fluido que se debe usar en un avión específico es consultando las Ordenes Técnicas de instrucciones de mantenimiento.

Otro método es leer la placa de instrucción fijada en la unidad o depósito y observar el color del fluido hidráulico.

Como precaución al usar cualquier tipo de fluido no se debe volver a utilizar el fluido sacado de un sistema o componente hidráulico de un avión.

El fluido hidráulico hace posible la transmisión de energía y presión, actúa como lubricante reduciendo el rozamiento entre las partes sujetas al mismo que se produce durante el funcionamiento.

1.1.6.1.- Tipos de fluidos hidráulicos.

Existen varios tipos de fluido hidráulico que son utilizados en los sistemas hidráulicos. Se denominan fluidos hidráulicos y agentes de limpieza.

Se pueden distinguir tres tipos de líquidos hidráulicos en aviación, que se clasifican según su origen:

- a) Líquidos hidráulicos de origen mineral.
- b) Líquidos hidráulicos de origen sintético.
- c) Líquidos hidráulicos de origen vegetal.

a) Líquido hidráulico de origen mineral.

Es muy empleado en aviación general. Se utiliza en la carga de amortiguadores, frenos y sistemas hidráulicos completos. Se deben emplear retenes y mangueras sintéticas con estos tipos de líquidos. El líquido hidráulico estándar de este grupo tiene el número de especificación MIL-H-5606.

La temperatura operacional de este líquido es de -54 °C a 135 °C, la ventaja de este amplio margen de operación consiste en la capacidad del fluido hidráulico de ser utilizado adecuadamente en temperaturas de verano e invierno. Se deriva del refinado del petróleo; tiene un color rojo, producido por un tinte que se mezcla en proporciones máximas de una parte de tinte por cada 10.000 de líquido. Su viscosidad es baja y es inhibidor de la corrosión.

Los líquidos MIL-H-5606 incorporan numerosos aditivos que mejoran la propiedad del líquido base. Así, se mezclan aditivos depresores del punto de congelación, aditivos mejoradores del índice de viscosidad, aditivos antiespumantes, antioxidantes, etcétera.

Otro fluido de origen mineral es el MIL-H-6083 es usado como aceite preservante en los montantes amortiguadores y piezas de repuesto y como aceite de prueba o limpieza para algunos componentes hidráulicos.

b) Líquidos hidráulicos de origen sintéticos.

Pertenecen al grupo de los ésteres fosfatados. Se deben emplear con estos líquidos sellos, retenes y mangueras de caucho etileno-propileno o de teflón. Las marcas comerciales y registradas Skydrol 500B, Chevron Hyjet W, y versiones posteriores, pertenecen al grupo de líquidos sintéticos.

Los líquidos hidráulicos sintéticos mejoran todos los índices y propiedades de los fluidos anteriores, salvo, quizás, habría que decir que son más oxidantes que los líquidos minerales.

Tienen tres grandes desventajas: primero, que son muy caros; segundo, que solo admiten elastómeros del tipo etileno-propileno en las juntas de estanqueidad del sistema y tercero, que atacan fácilmente toda clase de pinturas, excepto las de poliuretano. Su temperatura máxima de servicio se sitúa en torno a 150 °C.

c) Líquidos hidráulicos de origen vegetal.

El líquido hidráulico perteneciente a este grupo tiene el número de especificación MIL-H-7644, utiliza obturadores de base vegetal. Es de color azulado lo que lo distingue fácilmente del tipo de origen mineral. Este tipo de fluido en la actualidad es poco utilizado por su tendencia a producir la corrosión.

1.1.7.- Potencia Hidráulica.

La potencia hidráulica es el trabajo que efectúa un mecanismo hidráulico por unidad de tiempo.

El trabajo es el producto de la fuerza aplicada por la distancia que recorre la fuerza.

$$T = p \times S \times d \quad (\text{Ec.1.1})$$

Siendo:

p = presión.

S = Superficie.

d = distancia.

La potencia hidráulica es el trabajo realizado por unidad de tiempo:

$$W = \frac{p \times S \times d}{t} \quad (\text{Ec.1.2})$$

1.1.8.- Caudal.

Es la cantidad de aceite que se desplaza por una tubería o aparato en un tiempo determinado.

$$Q = S \times v \quad (\text{Ec.1.3})$$

Siendo:

Q = Caudal.

S = Superficie tubería.

v = Velocidad.

En hidráulica el caudal se da en litros por minuto (lts/min.), la superficie en centímetros cuadrados (cm²) y la velocidad en metros por segundo (m/seg.).

1.1.9.- Ley de Pascal.

La ley más elemental de la física referida a la hidráulica y neumática fue descubierta y formulada por el matemático y filósofo francés BLAS PASCAL en 1653 y expone: "La presión ejercida en un punto sobre un líquido en equilibrio se transmite íntegramente en todas las direcciones y los hace formando ángulos rectos con la superficie del recipiente". Una aplicación directa y práctica de esta Ley es el conocido "gato hidráulico".

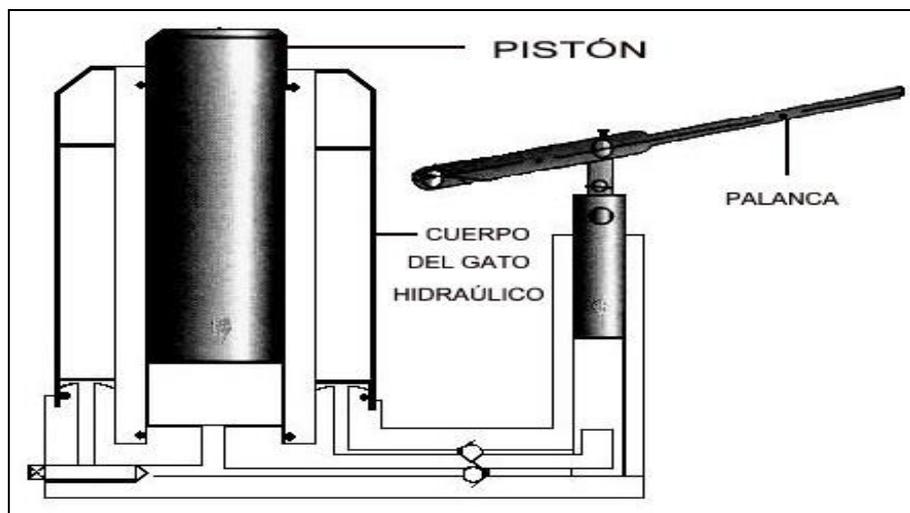


Fig. 1.4. Gato Hidráulico.

1.1.10.- Principio de la prensa hidráulica.

Basándose en los tres principios enumerados anteriormente, puede construirse un dispositivo, llamado prensa hidráulica, este dispositivo sirve para la multiplicación de fuerzas.

Para entender el principio de la prensa hidráulica, se comenzará explicando el caso de cilindros de igual diámetro y tamaño, comunicados por medio de un tubo. Viértase de aceite hasta el nivel indicado. Póngase un pistón en cada cilindro, apoyado sobre la superficie del líquido, ejerciendo una fuerza de 1 kilogramo sobre uno de los pistones. La presión se transmitirá al otro cilindro y el aceite hará subir el otro pistón con la misma fuerza de 1 kilogramo. En este caso no existe una multiplicación de fuerza, ya que con 1 kg. Sólo logramos levantar 1 kg. Ver figura 1.5.

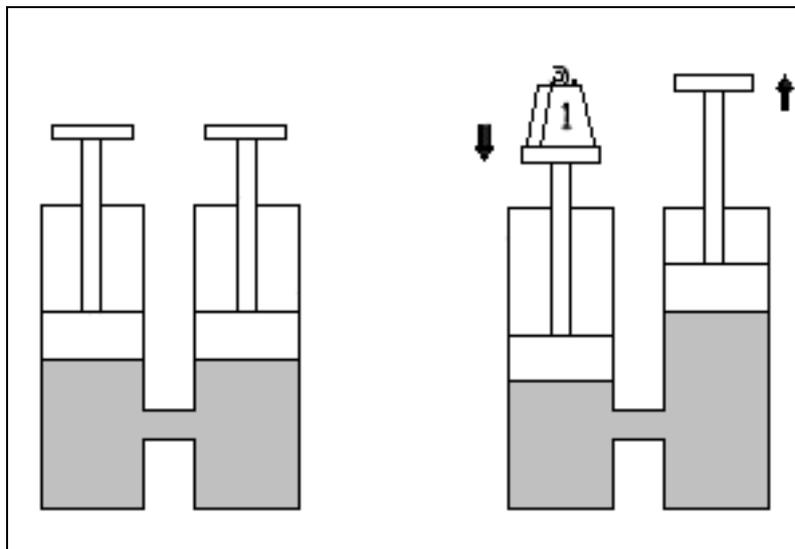


Fig. 1.5. Cilindros del mismo tamaño.

En cambio se podría multiplicar la fuerza si se arma un dispositivo en el que se toma dos cilindros, pero esta vez de diámetro diferente, se comunican por medio de un tubo. Ver figura 1.6.

El primer cilindro tiene una sección de 1 cm^2 , mientras que el segundo cilindro tiene una sección de 10 cm^2 . Aplicando ahora una fuerza de 1 kilogramo al pistón del cilindro de menor diámetro, esta se transmite a todo el sistema como en el caso anterior.

La fuerza transmitida así al pistón de mayor diámetro es de 1 kg/cm^2 . Pero como este cilindro tiene una sección 10 veces mayor, la presión total ejercida

sobre su pistón será de 10 kilogramos. Dicho en otras palabras, se ha multiplicado la fuerza.

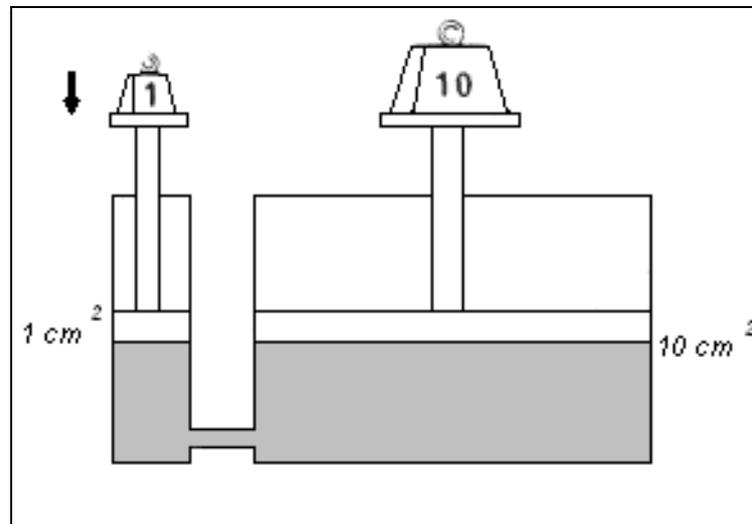


Fig. 1.6. La prensa hidráulica.

1.2.- NEUMÁTICA.

1.2.1.- Generalidades.

El aire comprimido, como energía para su utilización y refuerzos de recursos físicos, es una de las más antiguas que se conocen. La aplicación de la *neumática* es como consecuencia de una necesidad cada vez más acuciante de la automatización y racionalización trabajo.

Se puede definir la neumática como la técnica de aplicación y utilización racional del aire comprimido.

1.2.2.- Fundamentos físicos del aire.

Se precisan conocer algunas de las características físicas del aire comprimido antes de proceder al empleo como fuente de *energía neumática*.

Aire.- Se define aire como la mezcla de gases que envuelven la esfera terrestre formando la atmósfera.

Composición volumétrica del aire:

- 78% de nitrógeno.
- 20% de oxígeno.
- 1,3 % de argón.
- 0,05% de bióxido de carbono, hidrógeno, neón, helio, criptón, xenón, etc., y cantidades variables de agua y polvo.

1.2.3.- Propiedades del aire.

- Como todos los gases, el aire no tiene una forma determinada, toma la del recipiente que lo contiene o la de su ambiente. Ver figura 1.7.

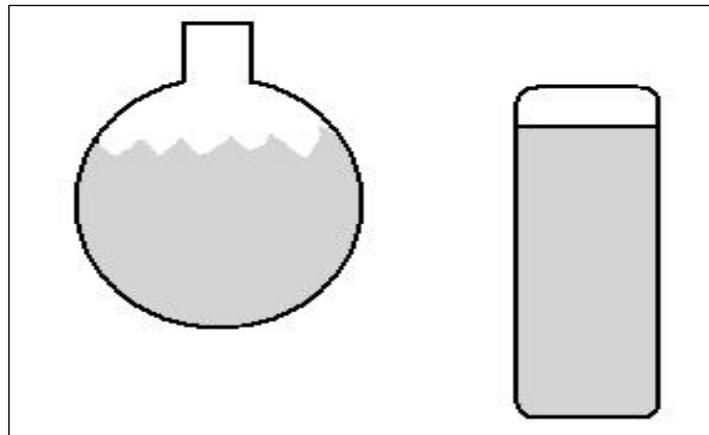


Fig.1.7. Los gases adoptan la forma del recipiente.

- Permite ser comprimido (compresión). Ver figura 1.8.

Espacio intencionalmente en blanco.

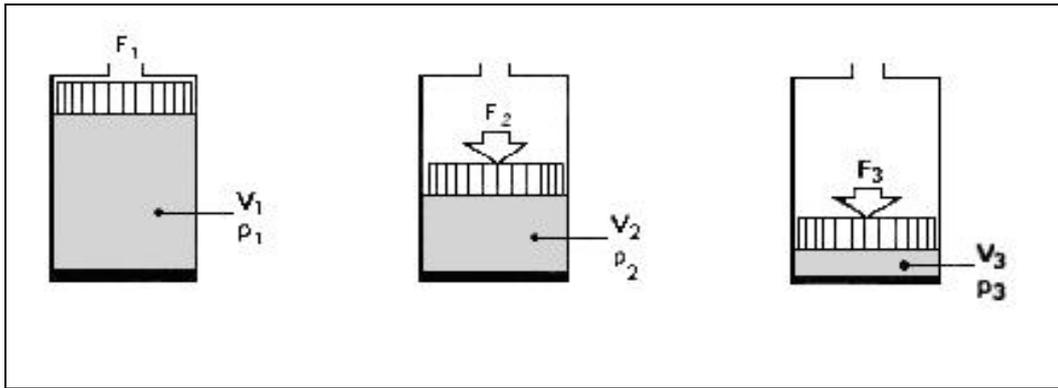


Fig. 1.8. Los gases son comprimidos.

- Tiene la tendencia a dilatarse (expansión) cuando se somete a elevadas temperaturas. Ver figura 1.9.

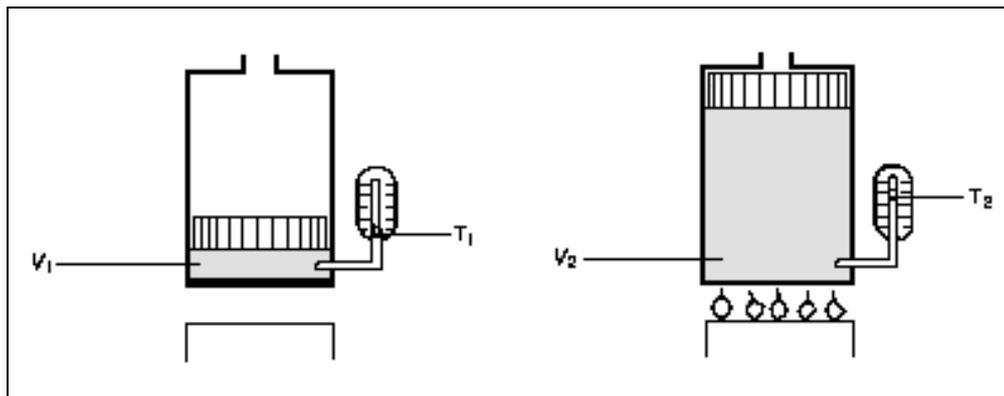


Fig. 1.9. Los gases se expanden.

1.2.4.- Ventajas del aire comprimido.

- *Abundante.*- Es ilimitado y se encuentra gratuitamente en cualquier lugar. No precisa conductos de retorno. El aire utilizado pasa de nuevo a la atmósfera.
- *Almacenaje.*- Almacenado y comprimido en acumuladores o depósitos, puede ser transportado y utilizado donde y cuando se precise.
- *Antideflagrante.*- Esta a prueba de explosiones. No hay riesgo de chispas en atmósferas explosivas. Puede utilizarse en lugares húmedos sin riesgo de electricidad estática.

- *Temperatura.*- Es fiable, incluso a temperaturas extremas.
- *Limpieza.*- Cuando se producen escapes no es perjudicial y pueden colocarse en las líneas depuradoras o extractores para mantener el aire limpio.
- *Elementos.*- El diseño y constitución de elementos es fácil y de simple confección,
- *Velocidad.*- Se obtienen velocidades muy elevadas en aplicaciones de herramientas de montaje (atornilladores, llaves, etc.).
- *Regulación.*- Las velocidades y las fuerzas pueden regularse de manera continua y escalonada, combinando con sistemas oleoneumáticos.
- *Sobrecargas.*- Se puede llegar en los elementos neumáticos de trabajo hasta su total parada, sin riesgo de sobrecargas o tendencia al calentamiento.

1.2.5.- Desventajas del aire comprimido.

- *Preparación.*- Es preciso eliminar impurezas y humedades previas a su utilización.
- *Velocidad.*- Debido a su gran compresibilidad, no se obtienen velocidades uniformes en los elementos de trabajo.
- *Ruidos.*- El aire que escapa a la atmósfera produce a veces ruidos bastante molestos. Se superan mediante dispositivos silenciadores.
- *Esfuerzos.*- Son limitados (2.000 a 3.000 kilogramos con presión de trabajo de 7 kg/cm²).
- *Costo.*- Es una fuente de energía cara, pero compensada con el buen rendimiento y facilidad de implantación.

Espacio intencionalmente en blanco

1.3.- SHOCK ABSORBER (AMORTIGUADOR DE CHOQUE).

1.3.1.- Generalidades.

La mayoría de los aviones están equipados con montantes amortiguadores o shock absorber ubicados en sus respectivos trenes de aterrizaje los mismos que soportan el peso del avión en tierra (carga estática) y absorbe gran parte de las cargas de aterrizaje, despegue y de rodadura (cargas dinámicas). La estructura del avión solo recibe una mínima parte de estas aceleraciones, debidas al contacto del avión con la pista o rodaje por ella y calles de rodadura.

Ver figura 1.10.

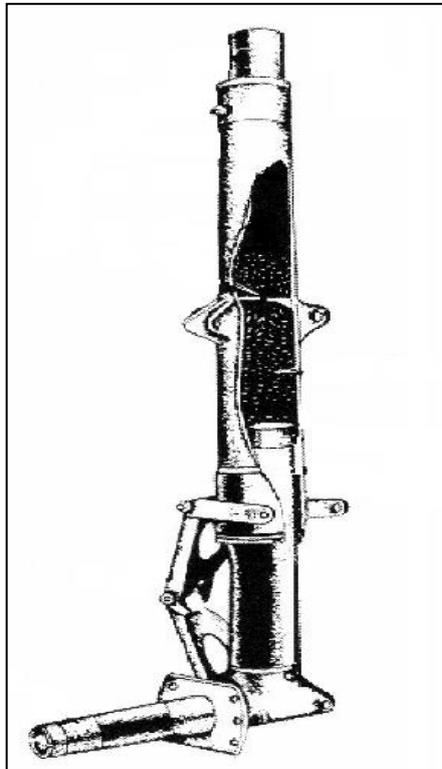


Fig. 1.10. Shock Absorber.

1.3.2.- Tipos.

Dentro de los tipos de montantes amortiguadores, que a su vez dan la clasificación a los trenes por su sistema de suspensión tenemos los siguientes:

- De Ballesta.
- De Cordones Elásticos.
- Amortiguador Líquido.
- Oleoneumáticos.

A continuación se hace una breve descripción y funcionamiento de cada uno de estos, pero se pondrá más énfasis en los del tipo oleoneumático ya que los trenes de aterrizaje del avión Arava T-201 tienen como elemento este tipo.

1.3.2.1.- De Ballesta.

Este tipo de montante amortiguador consiste en un tubo flexible de acero, llamado ballesta, cuya parte superior se atornilla al fuselaje del avión. La parte inferior termina en un eje en el cual se monta la rueda. La ballesta se extiende cuando la rueda hace contacto con el suelo, de modo que se amplia la vía del tren. Ver figura 1.11.

Como ventajas se dirá que es muy sencillo y prácticamente esta libre de problemas de mantenimiento.

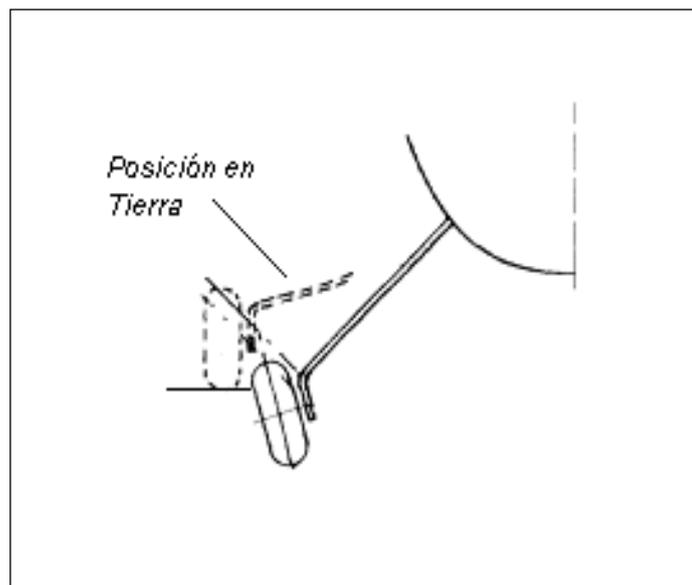


Fig. 1.11. Tipo de ballesta.

1.3.2.2.- De Cordones Elásticos.

Constituido por un cierto número de cordones de caucho dispuestos en forma lazada, absorbe las cargas que se transmiten a las ruedas durante el movimiento del avión en tierra. Se encuentran en trenes de aviones ligeros (aviones agrícolas).

1.3.2.3.- Amortiguador Líquido.

Este tipo de amortiguador son verdaderos "resortes líquidos", que se basan en la compresión de los líquidos a altas presiones, este tipo constituye un cilindro lleno de un fluido de base silicona, a una presión alta que oscila entre (40.000 - 50.000 PSI, equivalentes a 2.720 kg/cm² - 3.400 kg/cm²).

El amortiguador consta de dos cámaras, superior e inferior, que están separadas por un pistón. Cuando las ruedas del avión hacen contacto con el suelo la carga dinámica de la rueda se transmite al pistón del amortiguador, que es forzado hacia arriba. Este movimiento desplaza cierta cantidad de líquido desde la cámara superior a la inferior.

Los amortiguadores líquidos son fiables, compactos y robustos pero, uno de los inconvenientes, es que el avión este apoyado en gatos para efectuar servicios de recarga.

1.3.2.4.- Oleoneumáticos.

Los montantes amortiguadores neumáticos e hidráulicos (comúnmente conocidos como montantes oleoneumáticos), son los que más generalmente se usan en las unidades principales y auxiliares. Tanto el aire como el fluido producen una resistencia controlada contra los choques y las cargas durante el despegue, el aterrizaje y el carreteo del avión. Ver figura 1.12.

El amortiguador oleoneumático consiste en 2 unidades telescópicas, que son el cilindro y el pistón. El cilindro a su vez está dividido en dos cámaras, la superior y la inferior comunicadas por un orificio.

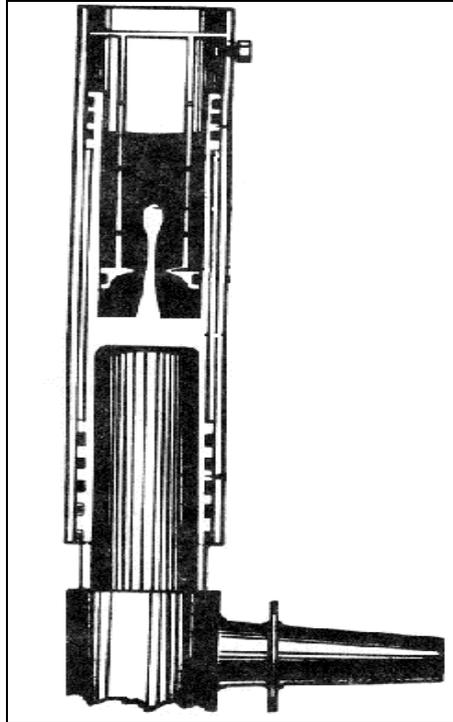


Fig.1.12. Amortiguador tipo oleoneumático.

1.3.3.- Generalidades del avión Arava T-201.

El avión ARAVA en su modelo T-201 (versión militar), ha sido diseñado para realizar múltiples funciones dentro de las más importantes se tiene los de transporte de carga y pasajeros, fabricado por Israel Aircraft Industries (IAI). El avión posee cualidades de despegue y aterrizaje en pistas cortas debido a la gran superficie de sus alas y dobles alerones (flaps). Ver figura 1.13.

El avión posee dos potentes motores Pratt & Whitney PT6 con hélice tripala y capacidad de frenado por ángulo de incidencia negativa.



Fig. 1.13. Avión ARAVA T-201.

Este avión tiene tres métodos de operación que son los siguientes:

- ✓ Avión liviano de pasajeros (taxi aéreo).
- ✓ Como servicio de transporte entre aeropuertos pequeños y un aeropuerto central.
- ✓ Para operar en regiones con pistas de despegue improvisadas.

1.3.4.- Datos Generales.

Longitud	12,99m.
Envergadura de las alas	20,83m.
Altura	5,21m
Distancia entre el extremo de la hélice a tierra	1 ,75 m.
Capacidad/Pasajeros:	20 PASAJEROS
Capacidad/Carga:	INT 4.000 Lbs.

Tripulación:	Dos (Piloto y Copiloto)
Velocidad de Crucero:	130 NUDOS
Velocidad máxima:	170 NUDOS
Autonomía de vuelo:	4,30 HORAS
Techo máximo operativo:	25,000 pies.

1.3.5.- Conjunto del tren de aterrizaje.

El conjunto del tren de aterrizaje del avión ARAVA T-201 es un sistema convencional, de tipo triciclo, no retráctil con tres ruedas, posee tres trenes de aterrizaje: Dos principales, a los costados del avión y uno delantero. Además la rueda delantera permite dirigir al avión hidráulicamente según la necesidad del piloto. Ver figura 1.14.

Las ruedas tienen presión baja para poder usar el avión en campos de aterrizaje temporales o improvisados. El neumático de la nariz se infla a 42 PSI, los neumáticos principales se inflan a 50 PSI para el peso de avión de 15.000 libras, y con 53 PSI para el peso de avión de 16.000 libras.

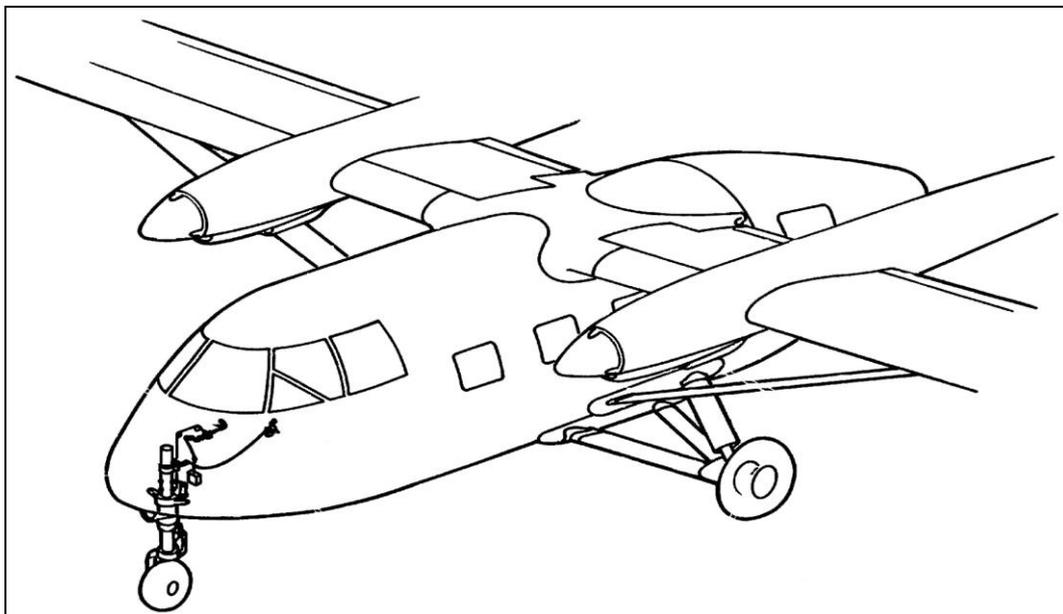


Fig. 1.14. Conjunto del tren de aterrizaje.

1.3.5.1.- Tren de aterrizaje principal.

El tren de aterrizaje principal posee solamente una rueda. Esta formado por un amortiguador y dos brazos, adelante y posterior. Un soporte rígido los une a la estructura del avión. Los brazos junto con el amortiguador constituyen una construcción piramidal fuerte. El tren de aterrizaje tiene puntos de remolque y para levantarse. Ver figura 1.15.

Los brazos del tren de aterrizaje están hechos de acero y tienen en sus puntos, componentes de unión de aleación de aluminio reforzado. El amortiguador es del tipo aceite-aire (oleoneumático). El amortiguador esta hecho de acero y en su extremo tiene un componente de unión hecho de aleación de aluminio.

Cada tren de aterrizaje tiene un neumático "Tubeless" sin cámara con presión de 50 PSI.

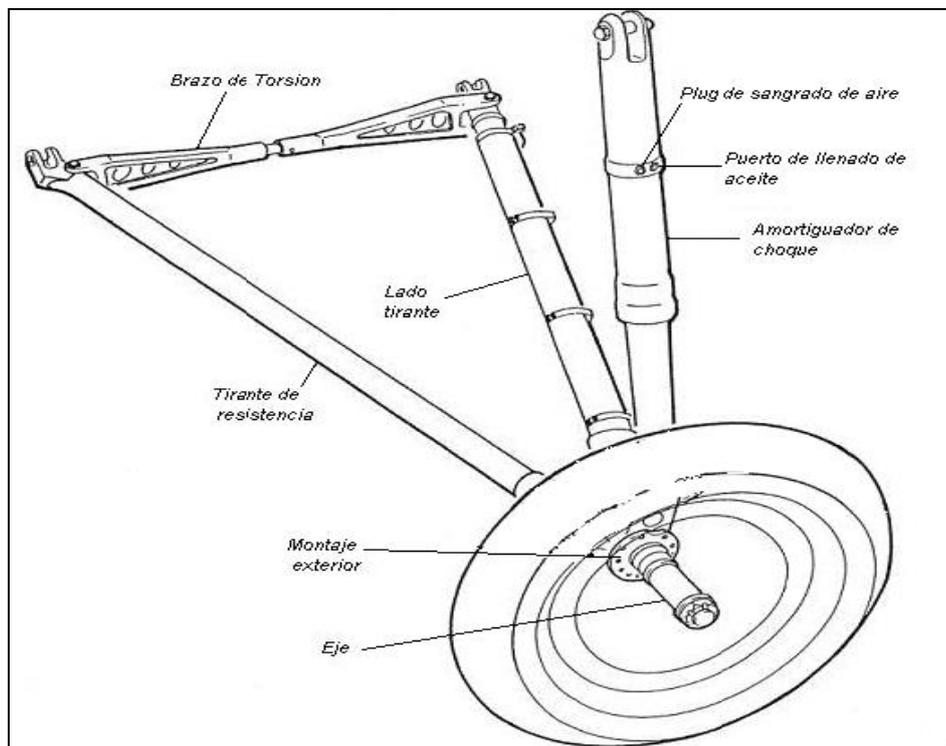


Fig. 1.15. Tren de aterrizaje principal (lado izquierdo).

1.3.5.2.- Tren de aterrizaje delantero.

El tren de aterrizaje de nariz es un montaje orientable no retráctil. Consiste en un amortiguador de choque del tipo de aceite-aire (oleoneumático) montado dentro de una cubierta, de una rueda y de un neumático. Ver figura 1.16.

El tren está conectado a la estructura del avión en la cuaderna No.2. Tiene una horquilla de torsión que se puede desarmar para poder efectuar su remolque.

Posee igualmente un sistema de dirección en tierra que permite efectuar un viraje del tren en un ángulo de 50 para cada lado. El cilindro de dirección contiene un dispositivo de enderezamiento.

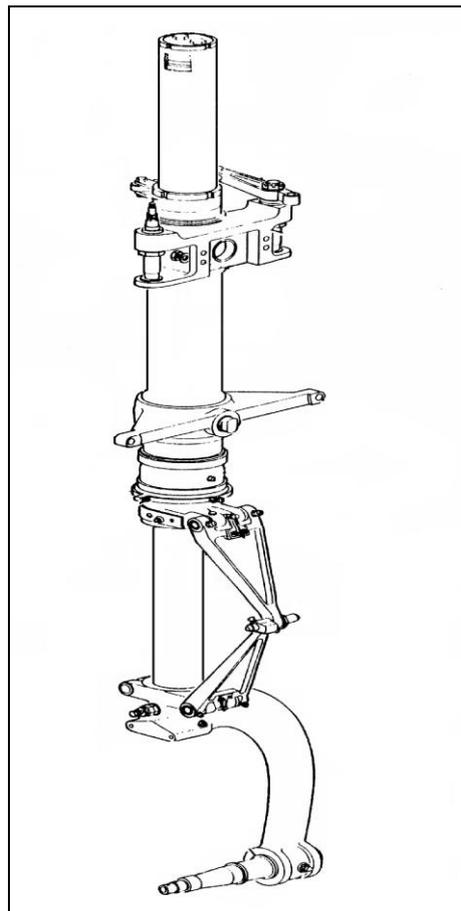


Fig. 1.16. Tren Delantero.

1.3.6.- Shock Absorber del avión Arava T-201.

1.3.6.1.- Descripción.

El amortiguador es de diseño convencional oleoneumático. Este consiste de un cilindro, en el se cual aloja un vástago de pistón y un pistón flotante cuyos flotadores se encuentran dentro del mismo. El pistón flotante separa la cámara superior del fluido hidráulico de la cámara inferior del aire comprimido (nitrógeno).

Los sellos o anillos son usados para prevenir la fuga del aire comprimido (nitrógeno) o fluido hidráulico alrededor del pistón flotante. El vástago del pistón también aloja una válvula con resortes amortiguadores tipo aleta que restringe o limita el flujo del fluido hidráulico entre el cilindro y el vástago del pistón.

El peso estático es llevado por el aire; el mismo que sirve para extender el montante amortiguador, de manera que quede en posición de recibir la próxima carga de impacto.

La energía del impacto del avión que aterriza y la energía desarrollada durante el rodaje son absorbidas por el aire y por el fluido.

A pesar de que los diferentes modelos de montantes amortiguadores difieren un tanto en cuanto a su construcción interna, sus modos de operación son esencialmente los mismos.

Contiene las partes principales necesarias para absorber los impactos, aún cuando los montantes amortiguadores que se usan en los aviones modernos presentan muchos perfeccionamientos. El conjunto básico es un amortiguador del tipo de pistón, cilíndrico, hidráulico y neumático. Ver figura 1.17.

Espacio intencionalmente en blanco.



Fig. 1.17. Shock absorber del avión Arava.

1.3.6.2.- Características.

Longitud	- contraída	924 milímetros (36.4 pulg.)
	- extendido	1097 milímetros (43,3 pulg.)
Diámetro	98 milímetros (3.9 pulg.)
Peso, vacío	11.2 kilogramos (24.6 libras)
Presión de gas	830 PSI
(Peso de Despegue - mínimo de 12.500 libras).....		980 PSI
Líquido hidráulico	MIL-H-5606

Rueda principal por encima del suelo (ningún peso aplicado) y amortiguador de choque extendido completamente.

1.3.6.3.- Unidades Fundamentales.

El montante puede estar dividido en dos subconjuntos, el pistón o émbolo y el cilindro.

- ✓ El cilindro.
- ✓ El embolo (pistón).

El cilindro tiene una recámara superior y una recámara inferior separadas mediante una placa que contiene un pequeño orificio o agujas. La recámara superior esta llena de líquido, mientras que la recámara inferior esta llena con líquido y aire comprimido. Ver figura 1.18.

El émbolo esta equipado con sellos y se mueve hacia arriba y hacia abajo, dentro de la recamara inferior del cilindro.

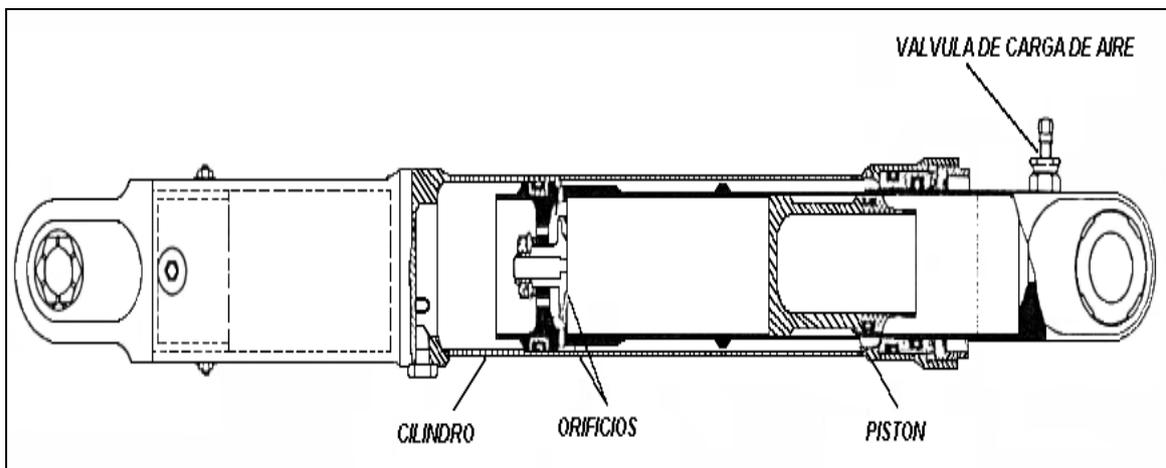


Fig.1.18. Partes fundamentales del shock absorber.

1.3.6.4.- Funcionamiento.

El shock absorber sirve para amortiguar las cargas del choque del aterrizaje, despegue y carreteo en pistas lisas y ásperas (irregulares). Las fuerzas que actúan en el shock absorber provocan que el pistón se deslice dentro del

cilindro. Este movimiento obliga al líquido hidráulico de la cámara del cilindro dirigirse hacia la cámara del pistón a través del orificio de la válvula tipo aleta donde actúa en el pistón de aislamiento. El flujo del líquido hidráulico se restringe y la resistencia del aire comprimido debajo del pistón del aislamiento amortigua el movimiento del pistón, absorbiendo las cargas del tren de aterrizaje.

Cuando el peso del avión es removido del amortiguador de choque, como en el despegue, el gas comprimido de nitrógeno o aire seco fuerza al pistón de aislamiento para conducir el líquido hidráulico hacia arriba a través del orificio de la válvula tipo aleta y en la cámara del cilindro provoca que el vástago del pistón se extienda a su límite del recorrido.

El amortiguador de choque se carga con el gas nitrógeno o aire seco filtrado a través de una válvula de inflado situada en el vástago del pistón, y es llenado de aceite a través de un puerto ubicado en el cilindro. El gas se sangra del compartimiento superior del fluido hidráulico a través de un tapón de purga.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1.- ENUNCIADO DE ALTERNATIVAS.

Dentro del estudio de las alternativas para realizar la construcción del banco de prueba para chequear el correcto funcionamiento del shock absorber del avión Arava T-201, se hace necesario proponer el estudio de dos alternativas para escoger la más idónea y determinar la que nos demuestre garantías en su construcción y seguridad en su funcionamiento.

✓ **PRIMERA ALTERNATIVA.**

Banco de prueba estático para el chequeo del montante amortiguador con accionamiento electro-hidráulico.

✓ **SEGUNDA ALTERNATIVA.**

Banco de prueba para el shock absorber del avión Arava T-201 de acuerdo a las Ordenes Técnicas.

2.1.1.- Primera Alternativa.

Maquina Herramienta.- *Banco de prueba estático para el chequeo del montante amortiguador con accionamiento electro-hidráulico.*

La primera alternativa se refiere a un banco de prueba accionado electro-hidráulicamente, que sirve para comprobar el funcionamiento del montante amortiguador, los accesorios y materiales para su construcción deben ser importados del exterior, este banco ocupa un gran espacio dentro de un taller. Ver figura 2.1.

Y esta conformado por los siguientes elementos:

- Estructura estática.
- Manómetros.
- Válvulas de control.
- Depósito.
- Cañerías de presión y de retorno. (hidráulico, nitrógeno y aire)
- Tomas eléctricas.
- Cilindro de nitrógeno.
- Compresor.
- Válvulas reguladoras de presión.
- Válvulas distribuidoras.
- Soporte del montante amortiguador.



Fig. 2.1. Banco de prueba estático.

2.1.2.- Segunda Alternativa.

Maquina Herramienta.- *Banco de prueba para el shock absorber del avión ARAVA T-201 de acuerdo a las Ordenes Técnicas.*

La segunda alternativa hace referencia a un banco de prueba para el shock absorber del avión Arava T-201, cuyo propósito es el de comprobar la condición de este elemento, este banco es de fácil construcción y ocupa un espacio físico reducido. Para su construcción los accesorios y materiales son de fácil obtención en el mercado nacional, a demás su funcionamiento en manual.

El banco de prueba esta constituido de las siguientes partes:

- Estructura metálica.
- Gato hidráulico manual. 5000 PSI (cap.).
- Bomba hidráulica manual. 3000 PSI (cap).
- Manómetros. (Hidráulico, nitrógeno).
- Válvulas reguladoras de presión.
- Cañerías de presión. (Hidráulico, nitrógeno).
- Cilindro de nitrógeno. 3400 PSI.
- Soporte del shock absorber.
- Llave de paso.
- Tomas de salida y entrada de nitrógeno
- Conexión de salida del líquido hidráulico.

Espacio intencionalmente en blanco.

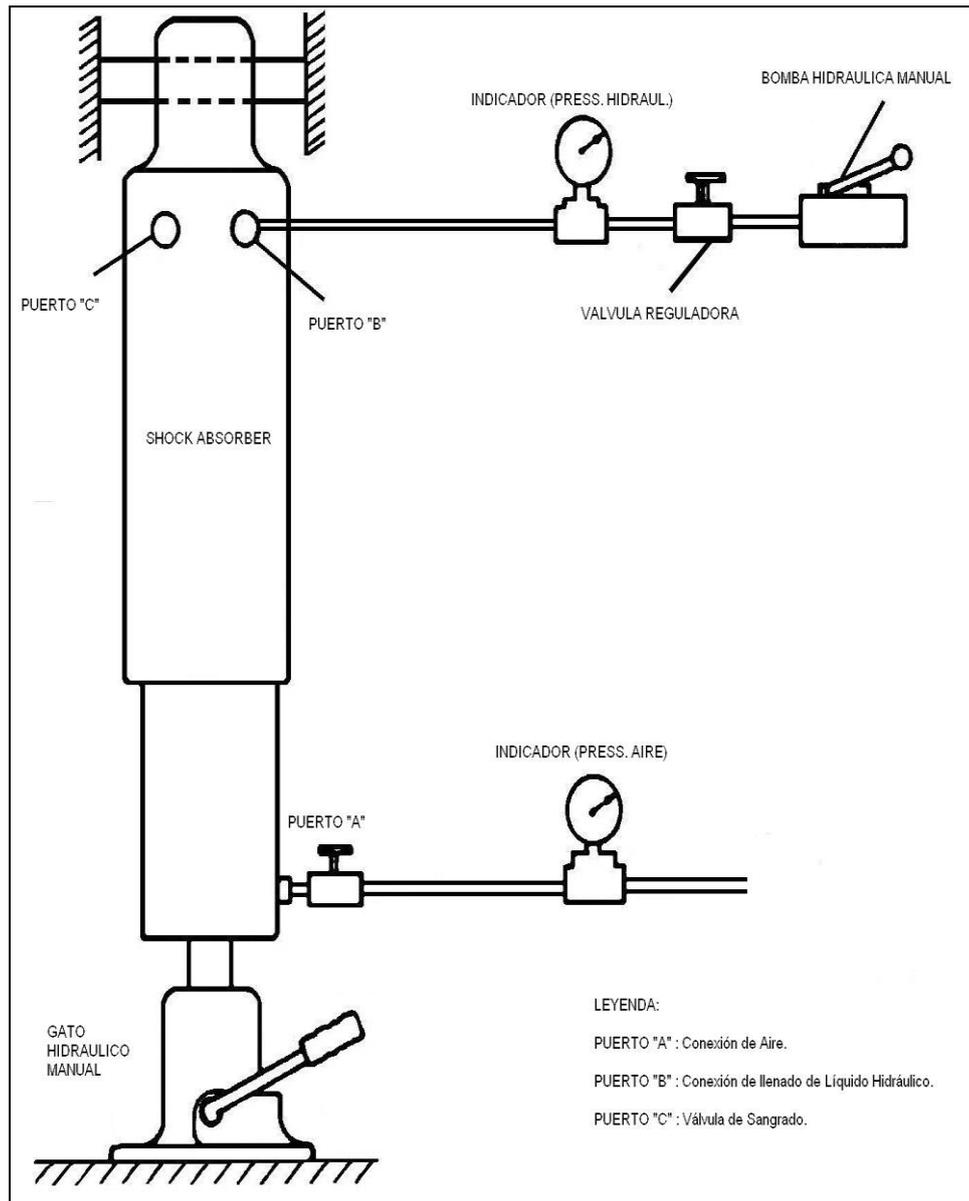


Fig. 2.2. Esquema del banco de prueba para el shock absorber del tren de aterrizaje del avión Arava T-201.

2.2.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

En el análisis de factibilidad se tomará en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas planteadas para determinar la más adecuada, con el fin de construir el banco de prueba para comprobar el funcionamiento del montante amortiguador.

2.2.1.- Primera Alternativa.

Banco de prueba estático para el chequeo del montante amortiguador con accionamiento electro-hidráulico.

Ventajas.

1. Comprobar el correcto funcionamiento del montante amortiguador (shock absorber).
2. Facilidad en la operación.
3. Eficiencia al momento de realizar el trabajo.

Desventajas.

1. Requiere de varios procesos de construcción.
2. Se necesita de personal calificado para su operación.
3. Complejidad al momento de realizar el mantenimiento.
4. Costo elevado en su construcción.
5. Por su forma y tamaño ocupa un mayor espacio físico.

2.2.2.- Segunda Alternativa.

Banco de prueba para el shock absorber del avión Arava T-201 de acuerdo a las Ordenes Técnicas.

Ventajas.

1. Sirve para comprobar el correcto funcionamiento del montante amortiguador (shock absorber).
2. Requiere de poco material para su construcción.
3. El mantenimiento no es complejo.
4. Requiere de pocos procesos de construcción.
5. De fácil operación.
6. Simplicidad del equipo.

7. Fácil transporte.
8. Bajo costo.
9. La forma y el tamaño ocupa poco espacio físico.

Desventajas

1. Solo es usado para chequear el shock absorber del avión Arava T-201.
2. Emplea mayor tiempo en la realización de un trabajo.
3. Para operar el banco se necesita como mínimo dos operarios.

2.3.- PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.

Para evaluar cada una de las alternativas se toma en cuenta las ventajas y desventajas relacionadas anteriormente que presentan cada una de ellas y la opción que obtenga la mayor calificación será la seleccionada para realizar su construcción. Siendo su rango de calificación entre los valores de cero y uno.

Para lo cual se le asignará un valor X_i a los parámetros de selección que se han considerado los más importantes que permitirán seleccionar la mejor alternativa de construcción.

La asignación de los valores X_i dependerá de la importancia del parámetro y su valor de ponderación estará entre:

$$0 < X_i < 1$$

Como referencia para la evaluación se ha tomado en cuenta a los siguientes parámetros de selección divididos en tres factores:

1. Mecánico.
 - Funcionalidad.
 - Rendimiento.
 - Fiabilidad.

- Facilidad de operación y control.
- Mantenimiento.
- Materiales.
- Proceso de construcción.

2. Económico.

- Costo de fabricación.
- Costo de operación.

3. Complementario.

- Forma.
- Tamaño.

A continuación se define cada uno de los parámetros.

2.3.1.- Factor Mecánico.

2.3.1.1.- Funcionalidad.- Este parámetro trata sobre las características de los bancos de prueba para comprobar la condición de los montantes amortiguadores (shock absorber), y que cumplan con los fines para los que fueron construidos. Por la importancia de este parámetro se le asigna un valor de 0,8.

2.3.1.2.- Rendimiento.- Este parámetro hace referencia a que debe tener un alto grado de seguridad de operación en la comprobación del correcto funcionamiento del montante amortiguador, de acuerdo con la finalidad por la que fue construido. A este parámetro se le asigna un valor de 0,8.

2.3.1.3.- Fiabilidad.- Este factor es muy importante ya que trata de analizar el funcionamiento y la seguridad que brinde cada una de las alternativas en su accionamiento. A este parámetro se le asigna un valor de 0,8.

2.3.1.4.- Facilidad de operación y control.- Las alternativas presentadas deben perseguir una finalidad primordial, la misma que constituye su fácil manipulación tanto en su operación y control. A este parámetro se le asigna un valor de 0,7.

2.3.1.5.- Mantenimiento.- Es de vital importancia este parámetro ya que nos proporciona evaluar los procedimientos empleados para mantener el banco en perfectas condiciones operativas, se debe tomar en cuenta la complejidad del sistema y la disponibilidad de los diferentes repuestos que utilizaremos durante su mantenimiento. A este parámetro se le asigna un valor de 0.6.

2.3.1.6.- Materiales.- Este indicador se refiere a los diferentes tipos de materiales a usarse en la construcción y su facilidad de adquisición en el mercado para que la construcción sea óptima, además sus propiedades mecánicas de cada uno. A este indicador se le asigna un valor de 0,9.

2.3.1.7.- Proceso de construcción.- En este parámetro se analiza desde el punto de vista en la que se adquieren los materiales y elementos, así como el requerimiento de instrumentos necesarios en las alternativas propuestas, para obtener una construcción verdaderamente con buenos resultados de funcionamiento. A este parámetro se le asigna un valor de 0,7.

2.3.2.- Factor Económico.

2.3.2.1.- Costo de fabricación.- Este indicador es de gran importancia, ya que el factor costo tanto de los materiales y elementos del banco de prueba, será el punto clave para la selección de la alternativa más idónea, tomando en cuenta que la construcción no se la realiza en serie, se trata de buscar la alternativa más económica. A este indicador se le asigna un valor de 0,6.

2.3.2.2.- Costos de operación.- Para su análisis dependerá del funcionamiento de los elementos que accionen a las diferentes alternativas. A este parámetro se le asigna un valor de 0,6.

2.3.3.- Factor Complementario.

2.3.3.1.- Tamaño.- Se refiere a las dimensiones que posee y el espacio físico que utiliza cada una de las alternativas propuestas. A este parámetro se le asigna un valor de 0,2.

2.3.3.2.- Forma.- Se trata de la estética de cada uno de los bancos de prueba y dependerá del tipo de banco a construirse. A este parámetro se le asigna un valor de 0,2.

Tabla 2.1. Matriz de evaluación.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Factor de Ponderación. X_i	ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN	
		1	2
1.- Factor Mecánico.			
- Funcionalidad.	0.8	0.8	0.8
- Rendimiento.	0.8	0.6	0.7
- Fiabilidad.	0.8	0.8	0.8
- Facilidad de operación y control.	0.7	0.7	0.7
- Mantenimiento.	0.6	0.5	0.6
- Materiales.	0.9	0.8	0.9
- Proceso de construcción.	0.7	0.5	0.7
2.- Factor Económico.			
- Costo de fabricación.	0.6	0.4	0.6
- Costo de operación.	0,6	0.5	0.5
3.- Factor Complementario			
- Forma.	0.2	0.1	0.2
- Tamaño.	0.2	0.1	0.2

Tabla 2.2. Matriz de decisión.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Factor de Ponderación. X_i	ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN	
		$1^* X_i$	$2^* X_i$
1.- Factor Mecánico.			
• Funcionalidad.	0.8	0.64	0.64
• Rendimiento.	0.8	0.56	0.56
• Fiabilidad.	0.8	0.64	0.64
• Facilidad de operación y control.	0.7	0.49	0.49
• Mantenimiento.	0.6	0.30	0.36
• Materiales.	0.9	0.72	0.81
• Proceso de construcción.	0.7	0.35	0.49
2.- Factor Económico.			
• Costo de Fabricación.	0.6	0.24	0.36
• Costo de Operación.	0,6	0.30	0.30
3.- Factor Complementario.			
• Forma.	0.2	0.02	0.04
• Tamaño.	0.2	0.02	0.04

Tabla 2.3. Matriz de decisión. (Puntajes finales)

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN	
	$1^* X_i$	$2^* X_i$
Factor Mecánico.	3.70	3.99
Factor Económico.	0.54	0.66
Factor Complementario.	0.04	0.08
TOTALES	4.28	4.73

2.4.- SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

Una vez concluido el estudio técnico, analizando cada una de las alternativas y evaluando los parámetros se llega a la conclusión de que la segunda alternativa es la más factible para ser construida ya que brinda las mejores y óptimas condiciones de diseño, funcionalidad, rendimiento, factibilidad en la operación y control, además de ser de bajo costo en su construcción y de ocupar un espacio físico reducido, este banco de prueba servirá para chequeo del shock absorber del avión Arava T-201.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

En este capítulo se describe el proceso de construcción y ensamble de los accesorios que forman parte del banco de prueba, para lo cual se describirá el primer punto la estructura que servirá como soporte del shock absorber y del gato hidráulico, el segundo punto se relacionará con la estructura del panel de control que servirá como soporte de los diferentes accesorios de control y manipulación que conforman el banco de pruebas. Analizando cada uno de estos en forma individual, con sus respectivas características y rangos de operabilidad.

3.1.- DISEÑO.

Después de haber realizado una evaluación minuciosa sobre la construcción de las estructuras que conforman el banco se llegó a la determinación del diseño mas adecuado que permita tener la apreciación exacta del material necesario a ser utilizado, resistencia, tamaño, forma, peso y accesorios que forman parte del banco de prueba.

3.1.1.- Dimensionamiento.

El banco de prueba consta de dos estructuras las cuales tienen los siguientes datos técnicos:

3.1.1.1.- Dimensionamiento de la estructura del soporte del shock absorber.

Altura	1,60 m.
Ancho	0,40 m.
Profundidad	0,20 m.
Peso	200 lb.

3.1.1.2.- Dimensionamiento de la estructura del panel de control.

Altura	1,02 m.
Ancho	0,50 m.
Profundidad	0,40 m.
Peso	50 lb.

3.1.2.- Descripción general del banco.

El banco de prueba estará constituido de un soporte para el amortiguador de choque y una estructura móvil donde se encuentra el panel de control del mismo, una bomba manual y una toma externa para la conexión del cilindro de nitrógeno.

El panel de control del banco constará de dos sistemas para su funcionamiento, los mismos que son: un sistema hidráulico y un sistema neumático accionado por nitrógeno, cada uno de estos sistemas están conformado por diferentes elementos que permiten su manipulación siendo estos cañerías, válvula antiretorno (check), válvula reguladora de presión, llave de paso y manómetros de alta presión con glicerina. Todo esto de acuerdo a los requerimientos que son exigidos por el Manual de Mantenimiento del avión Arava T-201.

3.1.2.1.- Estructura del soporte del shock absorber.

Con la ayuda de un apropiado plano de construcción que ofrezca un diseño acorde a las exigencias requeridas para la colocación del shock absorber, esta estructura posee las dimensiones apropiadas y para su construcción se utilizó los siguientes materiales: perfiles U PN de 200 y 140 mm, plancha de $\frac{1}{2}$ " y platina de $\frac{5}{16}$ ". Misma que es unida y fijada mediante soldadura (suelda eléctrica).

Los cálculos para el estudio del perfil a utilizarse en la estructura se hallan en el Anexo G.



Fig. 3.1 Estructura del soporte del shock absorber.

3.1.2.2.- Estructura del panel de control del banco.

Basándose en un apropiado plano de construcción que brinde un diseño acorde a las exigencias requeridas para el mismo, esta estructura posee las dimensiones apropiadas y está elaborada con los siguientes materiales; tubo estructural (cuadrado), platinas y planchas de tol. Para su movilización se han incluido garruchas de 5 cm. de radio. En su totalidad la estructura es unida y fijada mediante soldadura (suelda eléctrica) y remaches.



Fig.3.2 Estructura del panel de control del banco.

3.1.3.- Análisis de materiales y accesorios a utilizarse.

Dentro de los materiales y accesorios a utilizarse para la construcción del banco de prueba para realizar el chequeo de la condición del shock absorber. En primer punto se hace referencia a los elementos necesarios tanto para los sistemas hidráulico y neumático requeridos por el Manual de Mantenimiento del Avión Arava T-201, y en segundo punto respecto a materiales de acuerdo a la resistencia mecánica de los mismos y a la facilidad de encontrarlos en el mercado nacional. A continuación se detalla cada uno de ellos:

3.1.3.1.- Accesorios a utilizarse.

a) Bomba hidráulica manual.

Dispositivo empleado para elevar, transferir o comprimir líquidos y gases. En la mayoría de ellas se toman medidas para evitar la cavitación (formación de un vacío), que reduciría el flujo y dañaría la estructura de la bomba. Las bombas empleadas para gases y vapores suelen llamarse compresores. En el caso del banco utiliza la bomba manual propia del avión. Ver figura 3.1.

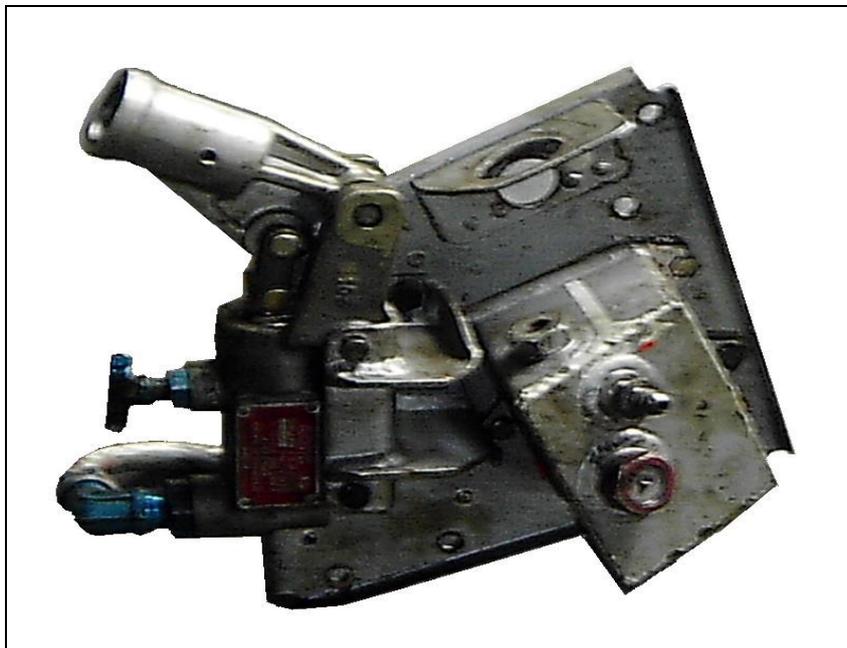


Fig.3.3. Bomba Hidráulica Manual.

Utilización

Bombear el líquido hidráulico por medio de las cañerías hidráulicas hacia el puerto “B” ubicado en el cuerpo del amortiguador de choque, permitiendo de esta manera realizar los chequeos del mismo.

b) Manómetros de alta presión con glicerina.

Este instrumento mide la presión del líquido y se denomina manómetro, puede ser de dos clases:

1. Los que equilibran la presión desconocida con otra que se conoce.
2. Los que la presión desconocida actúa sobre un material elástico que produce el movimiento utilizado para medir la presión.

Los manómetros de tubo elástico (Bourdon) son los más empleados, los mismos que marcan la presión, en bar o psi.

Los manómetros tipo Bourdon van sellados con glicerina, esto es para protegerlos y amortiguar las vibraciones de la aguja, normalmente, en la tubería que va al manómetro o en la misma conexión se restringe el paso de aceite, bien con un restrictor, tubito en espiral, o una restricción en el mismo racor.

Los manómetros utilizados tienen un rango o escala de 0 a 5000 PSI, de acuerdo a los requerimientos del Manual de Mantenimiento del Avión Arava T-201. Ver figura 3.2.



Fig.3.4. Manómetros de alta presión con glicerina.

Utilización

Este instrumento se encuentra ubicado en el panel de control del banco de pruebas y permite observar las presiones que ingresan tanto al sistema hidráulico (300 a 3000 PSI) como al sistema neumático (800 a 3500 PSI), verifica que se encuentren dentro de los parámetros permisibles de acuerdo al Manual de Mantenimiento del Avión Arava T-201.

c) Válvula Reguladora.

Sirven para limitar o reducir la presión dentro de un sistema, para descargar la presión de la bomba. Su función es mantener la presión del sistema entre límites predeterminados. Ver figura 3.3.

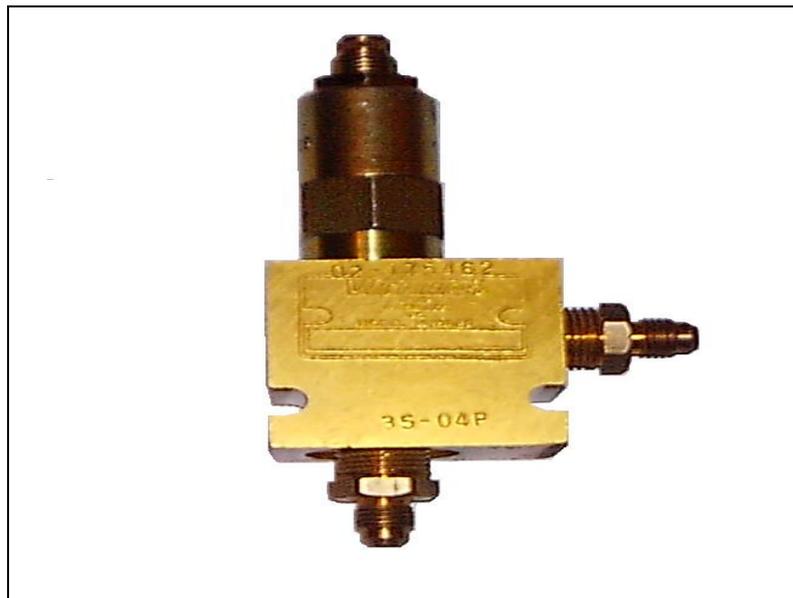


Fig.3.5. Válvula Reguladora.

Utilización

Ubicada en el panel de control del banco de prueba es utilizada para conservar la presión del líquido hidráulico en los parámetros predeterminados según el Manual de Mantenimiento del Avión Arava T-201.

d) Cañerías de presión. (Hidráulico y nitrógeno).

Las cañerías son parte esencial para la transmisión de líquidos o gases en un sistema sea este hidráulico o neumático. Ver figura 3.4.

Pueden ser de dos tipos:

1. Cañerías rígidas, metálicas;
2. Cañerías flexibles, de materiales tipo elastómero o de caucho sintético.

1.- Cañerías rígidas.

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

Las cañerías rígidas que se emplean en los sistemas hidráulicos de los aviones pueden ser de aleación de aluminio, de acero, o de aleación de titanio. Las cañerías de aleación de aluminio se emplean normalmente para presiones hidráulicas medias y bajas, las de acero y de aleación de titanio se emplean para sistemas hidráulicos de alta presión.

2.- Cañerías flexibles.

Se llama cañería flexible a un elemento tubular flexible, fabricado de goma natural o en productos elásticos sintéticos.

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 desplazamientos mecánicos (articulaciones, bisagras), o por desplazamientos ocasionados por las condiciones de servicio.



Fig.3.6. Cañerías de presión.

Utilización

Son utilizadas para permitir el paso de líquido hidráulico y del aire comprimido (nitrógeno) hacia los sistemas tanto hidráulico como neumático para el correcto funcionamiento del banco de prueba.

e) Cilindro de nitrógeno.

El nitrógeno es un gas abundante en la corteza terrestre, constituye las cuatro quintas partes del aire atmosférico y está presente en todos los seres vivos. Inerte, incoloro, inodoro e insípido, se licua a muy baja temperatura.

Con las características antes mencionadas cabe recalcar que es usado mucho en aviación para el inflado de neumáticos, amortiguadores y acumuladores ya que al ser un gas seco no permite la creación de oxidación por humedad.

Utilización

Es utilizado para presurizar la cámara de nitrógeno del amortiguador de choque con el fin de hacer que el amortiguador funcione en forma aceptable.

f) Gato hidráulico manual.

El gato hidráulico de la figura 3.5 trabaja de conformidad con el principio hidráulico. Es idóneo solo para trabajos de levantamiento vertical y no puede ser usado para fuerzas descendentes. El rango de temperatura en el cual puede ser usado es de +45 °C a -35 °C.



Fig.3.7 Gato hidráulico manual.

Espacio intencionalmente en blanco

Utilización

El gato hidráulico va instalado en la base del soporte del amortiguador de choque, es utilizado para contraer o cerrar el mismo a su posición inicial es decir completamente cerrado.

g) Válvula check.

La función de esta válvula es permitir que el líquido hidráulico se mueva en una dirección y evita que se mueva en dirección opuesta. Se requiere una presión aproximada de 3 a 5 PSI sobre para su accionamiento. Ver figura 3.6.

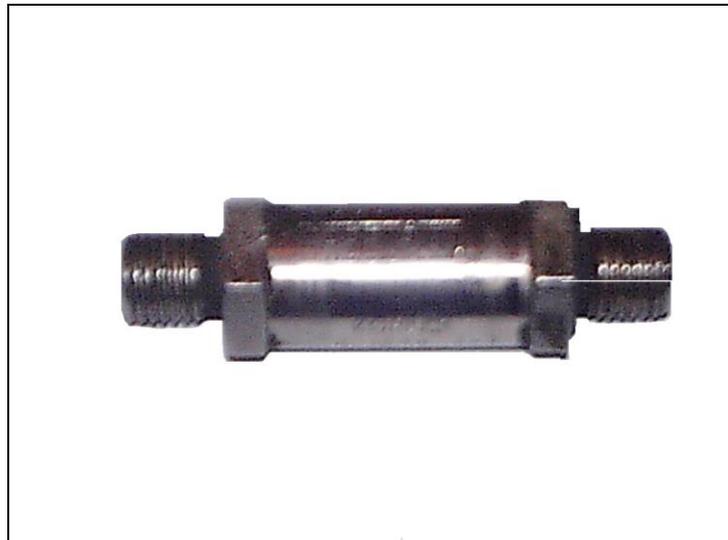


Fig.3.8 Válvula check.

Utilización

Esta válvula va instalada en el panel de control, es utilizado para mantener la presión en una sola dirección y no regrese.

Espacio intencionalmente en blanco

3.1.3.2.- Materiales a utilizarse.

a) Perfiles U PN 140 y 200 mm.

Este material presenta características de gran resistencia ya que es obtenido por medio de un proceso de laminación, además de ser óptimo para la soldadura y pintura.

Utilización

En la construcción este tipo de material se utilizo en la construcción de la estructura para el soporte del shock absorber y soporte del gato hidráulico con el fin de que la estructura sea la mas optima.

b) Tubo estructural de 1¼ pulg.

El hierro es un material que se puede encontrar con mayor facilidad, además es un material resistente de fácil maleabilidad para construir lo que se desea.

Utilización.

En la construcción este tipo de material se utiliza en la creación de la estructura para el soporte del panel de control del banco de pruebas, de esta manera permitiendo la instalación de cañerías, válvulas reguladoras, antiretorno y para el soporte de la bomba manual, con el fin de que la estructura sea óptima para el alojamiento de todos componentes.

c) Plancha de tol al frío.

Las características importantes que presenta este material es que puede ser cortado, soldado y pintado fácilmente

Utilización.

En la construcción este tipo de material se utiliza para forrar la estructura metálica del banco con el fin de que los componentes tengan protección ante los agentes externos que pueden causar daño.

d) Electrodo AWS-E-6011 y E-7018.

a) Electrodo AWS-E-6011

Aunque son adecuados para soldar en todas las posiciones, se suelen emplear exclusivamente para soldar tubería en vertical descendente, por las siguientes razones:

1. Producen muy poca escoria.
2. Se manejan con facilidad.
3. Consiguen una buena penetración en el cordón de raíz, en esta posición.

Satisfaciendo ampliamente las exigencias de la norma AWS (American Welding Society)

b) Electrodo AWS-E-7018

El campo de aplicación es muy amplio. Una de las ventajas de los electrodos básicos es que pueden eliminar el S por su reacción con el Mn, formando compuestos que pasan a la escoria, por lo que la soldadura realizada con este tipo de electrodos muestra una gran resistencia al agrietamiento en caliente.

Se utilizan ampliamente en la soldadura de estructuras metálicas, recipientes sometidos a presión, construcción naval y maquinaria. Para resolver el problema de su fuerte higroscopicidad, actualmente se están desarrollando electrodos básicos menos propensos a captar humedad: electrodos LMA (Low Moisture Absorption).

Utilización.

Por sus características técnicas y su modo de aplicación es utilizado para la soldadura de toda la estructura del banco de prueba.

3.2.- ESQUEMAS Y CIRCUITOS DEL BANCO DE PRUEBAS.

3.2.1.- Circuito hidráulico y neumático del banco de prueba.

3.2.1.1.- Descripción del circuito hidráulico del banco.

El líquido hidráulico (MIL-H-5606) se encuentra en el reservorio de la bomba manual, mediante la bomba manual se impulsa el hidráulico por las cañerías de presión pasando por una válvula reguladora manual que nos permite enviar el flujo necesario, continua por una válvula check la misma que permite el paso del líquido hidráulico en un solo sentido de flujo, en el manómetro se puede observar la presión que ingresa al amortiguador (300 a 3000 PSI), siguiendo hacia el amortiguador de choque. Esto permite que la recámara superior se llene de líquido y que el amortiguador se extienda completamente.

3.2.1.2.- Descripción del circuito neumático del banco.

El aire comprimido (nitrógeno) se encuentra en el cilindro, mediante la válvula regulador ubicada en el cilindro que impulsa el aire comprimido (nitrógeno) por las cañerías de presión pasando por el manómetro (830 a 3500PSI) que nos permite verificar la presión necesaria según el manual de mantenimiento, continúa por una válvula de paso la misma que permite el paso del aire comprimido (nitrógeno) en un solo sentido de flujo, siguiendo hacia el la recámara inferior del amortiguador de choque. Esto permite que el amortiguador se extienda completamente y verificar la operación del mismo.

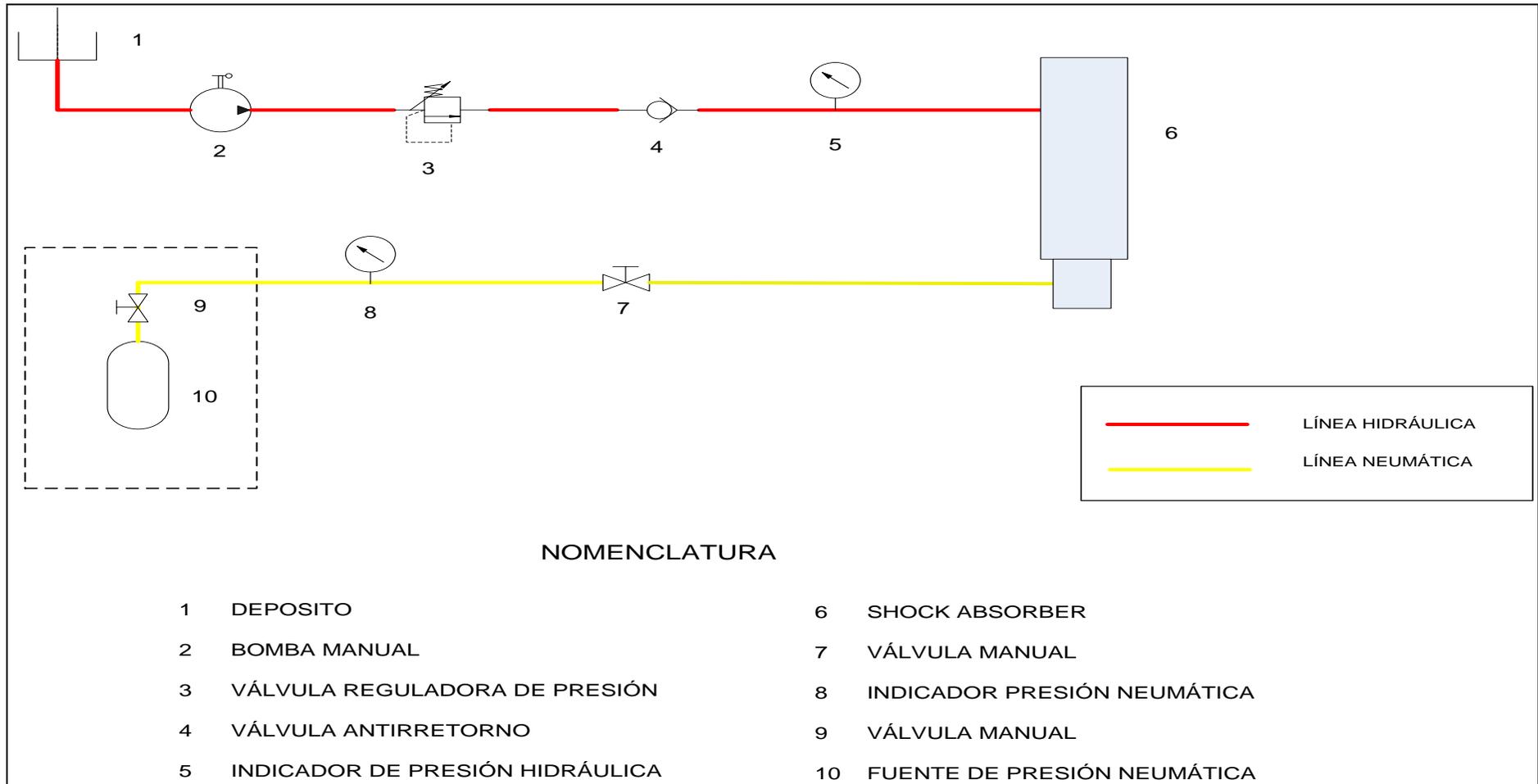
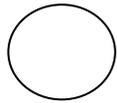


Fig. 3.9. Diagrama del circuito hidráulico y neumático del banco de prueba.

3.3.- DIAGRAMAS DE PROCESO.

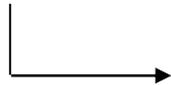
En esta parte del capítulo se presentan los procesos de construcción de los diferentes elementos que conforman el banco de prueba, los mismos que se han realizado de una manera cronológica, según la siguiente simbología:



= Operación



= Inspección o comprobación

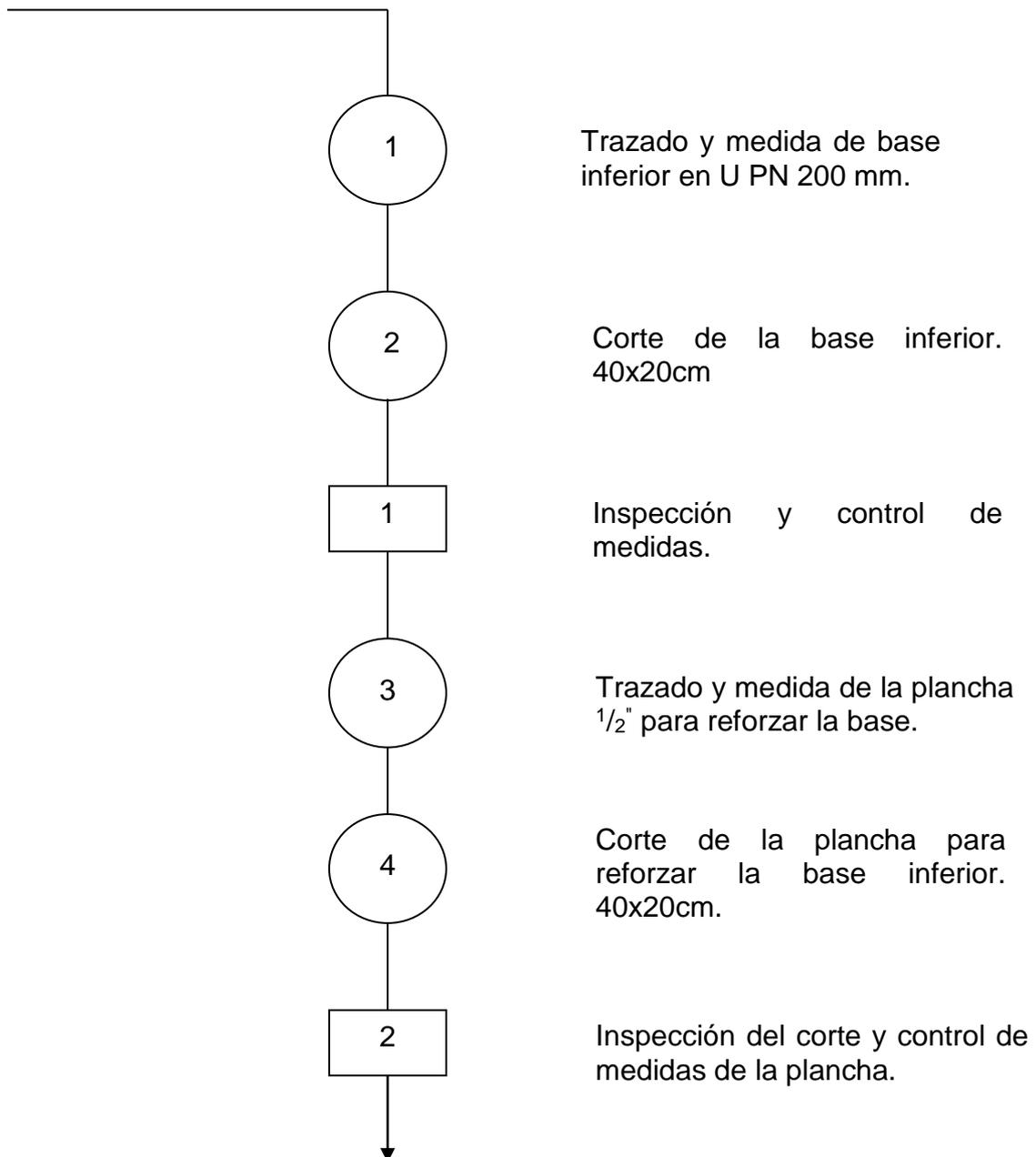


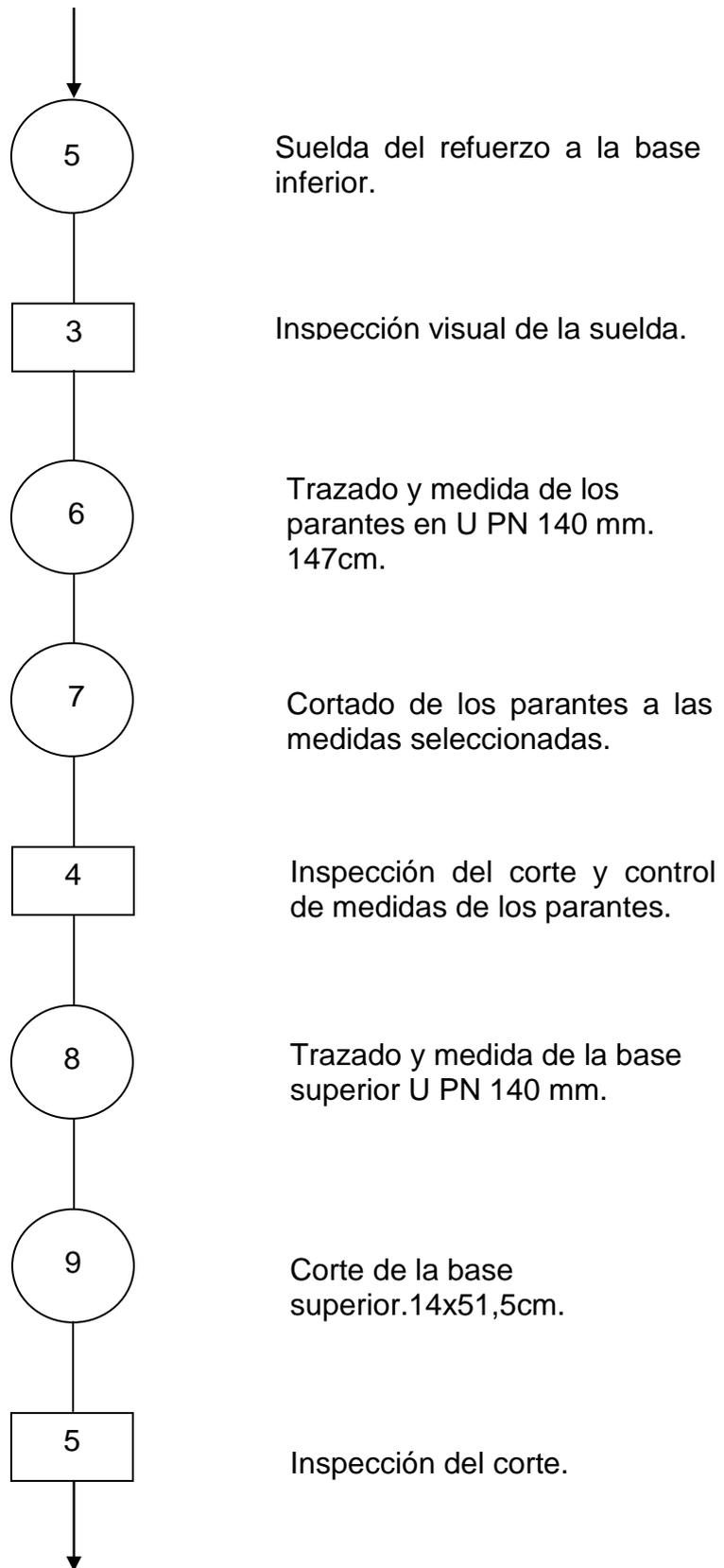
= Ensamble

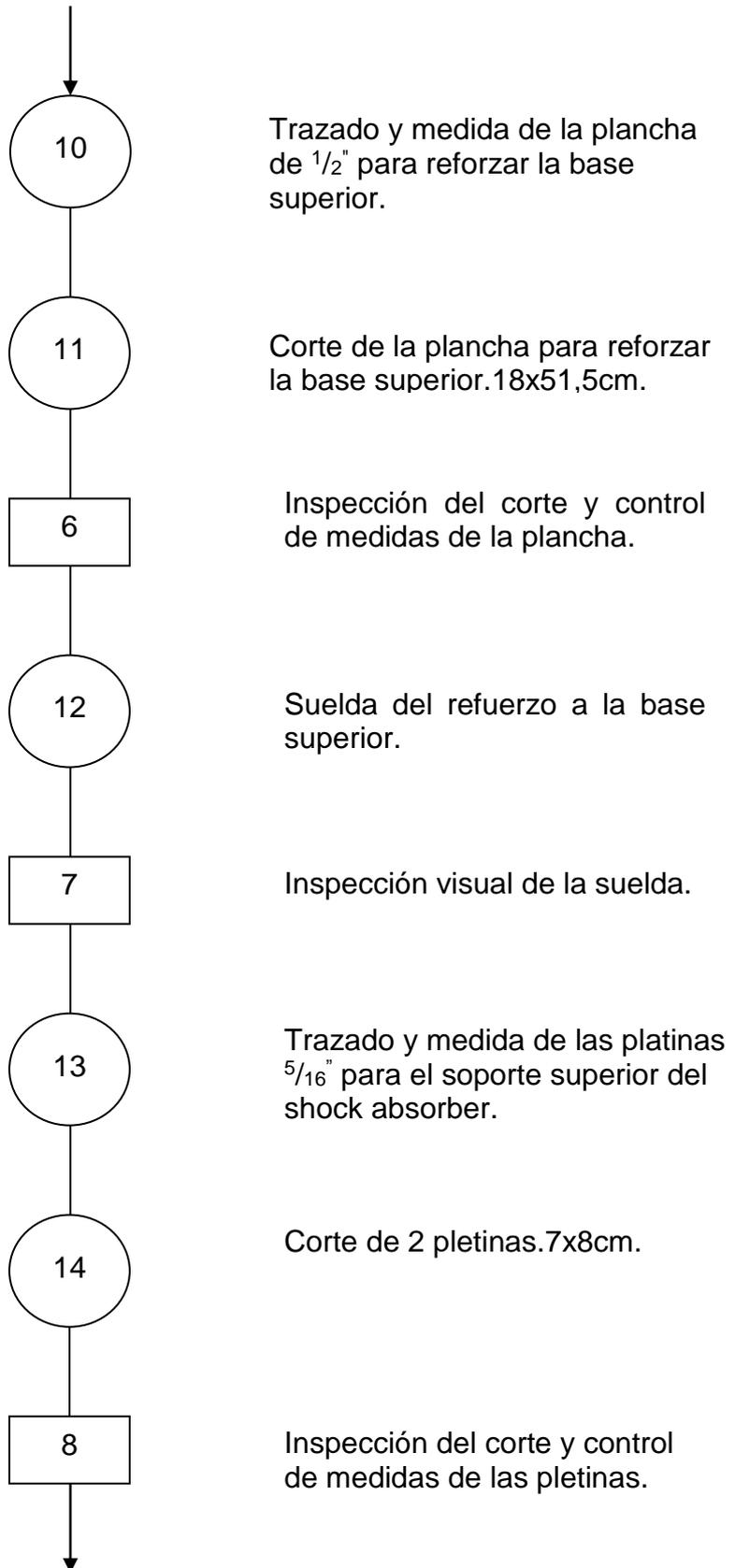
Espacio intencionalmente en blanco.

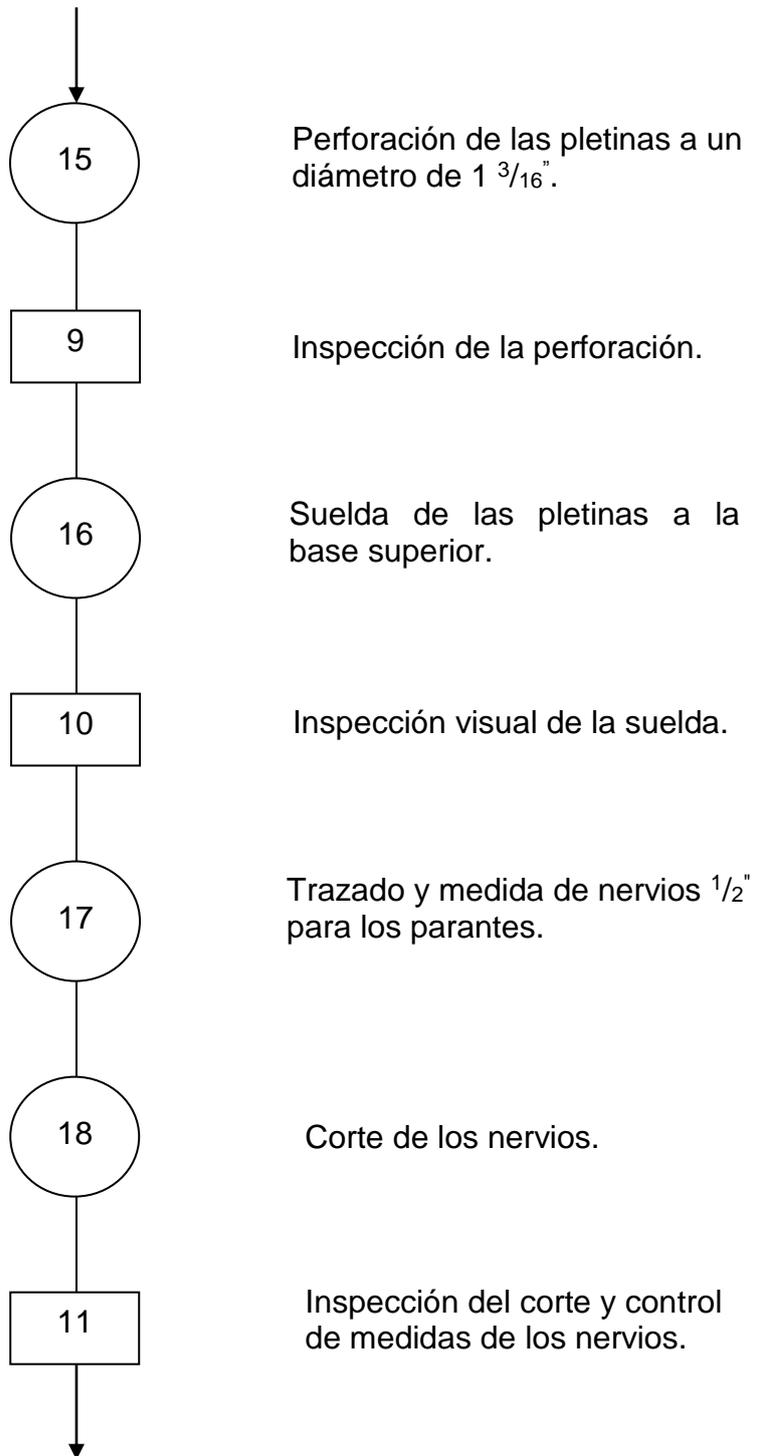
3.3.1.- Diagrama de procesos de construcción de la estructura del soporte del shock absorber.

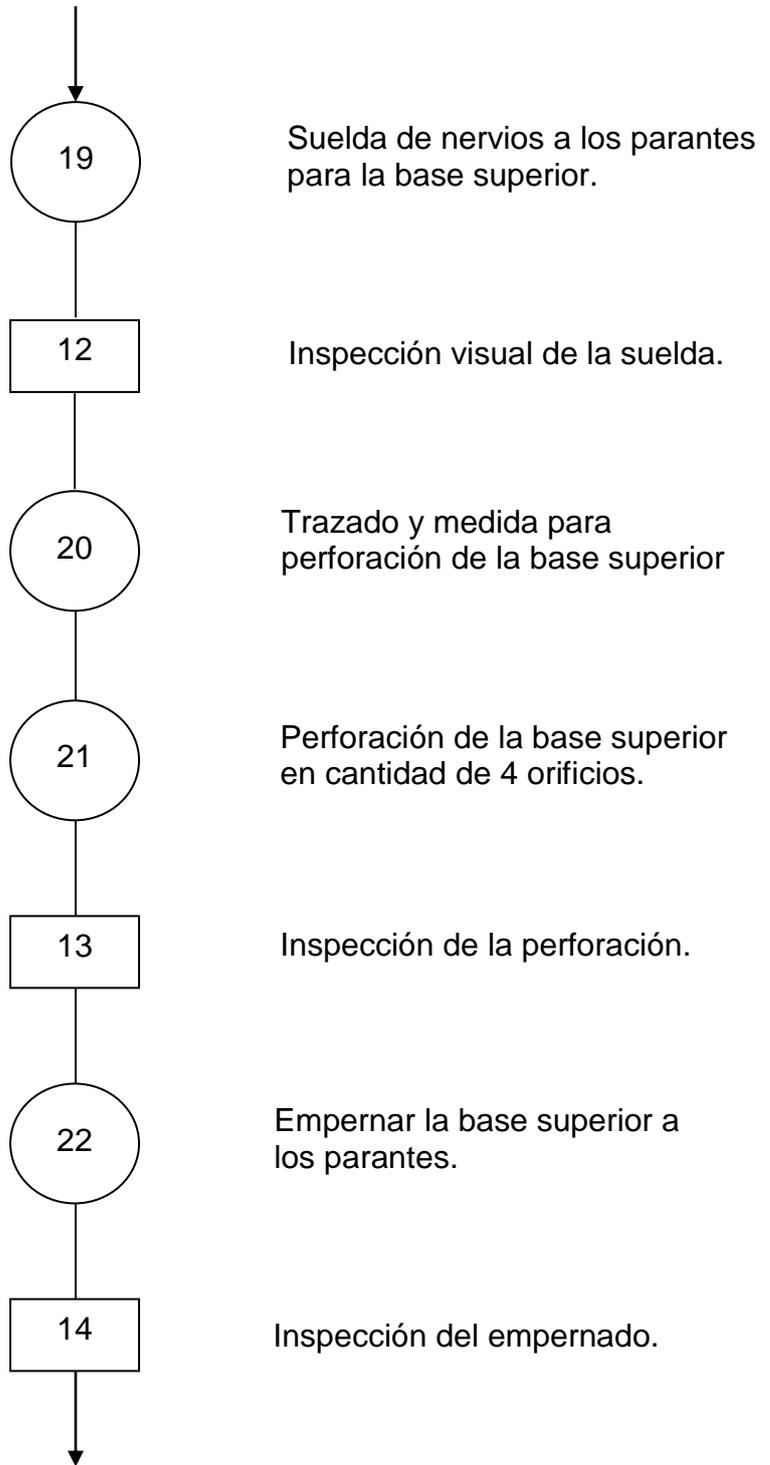
Material: U PN de 200 y 140 mm, plancha de $\frac{1}{2}$ " y pletina de $\frac{5}{16}$ ".

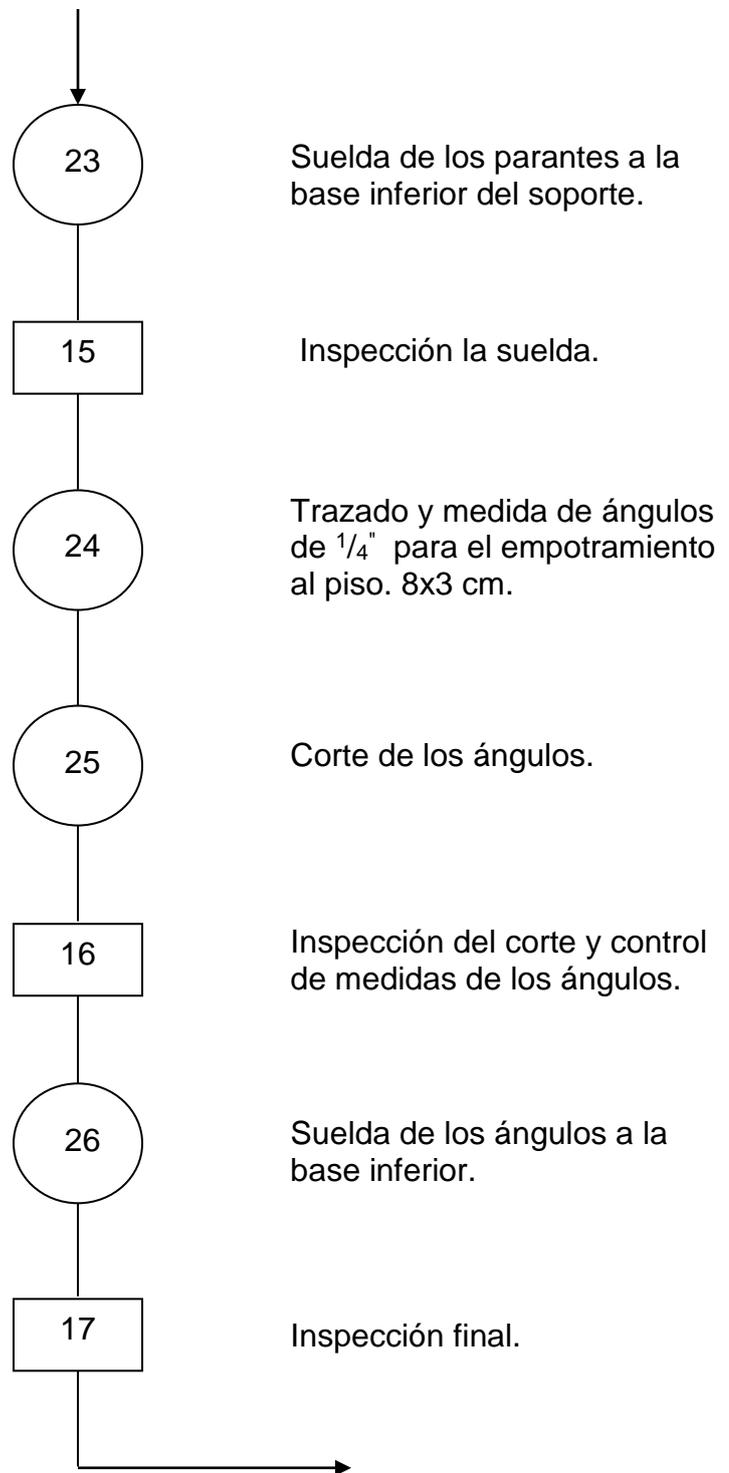






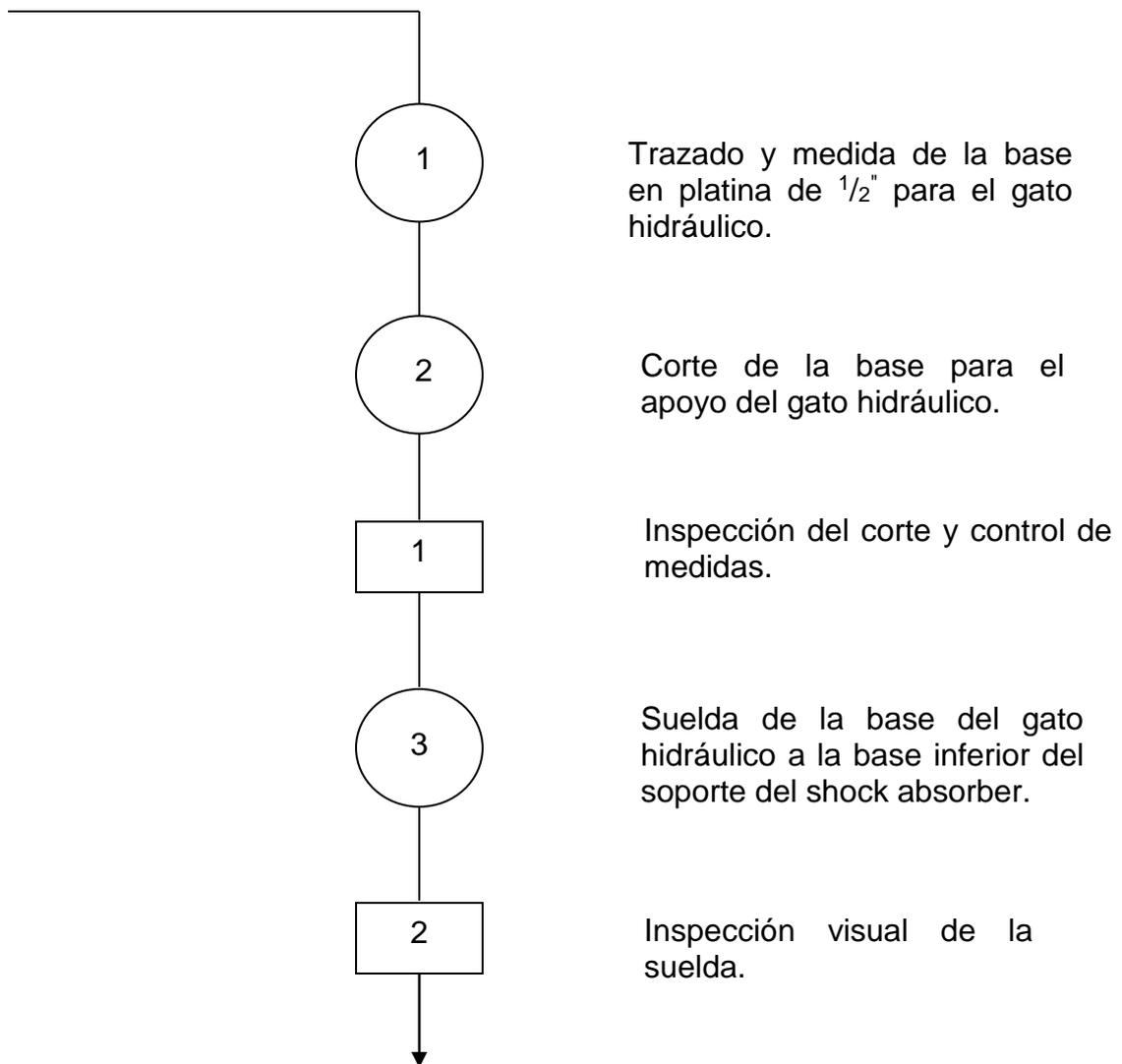


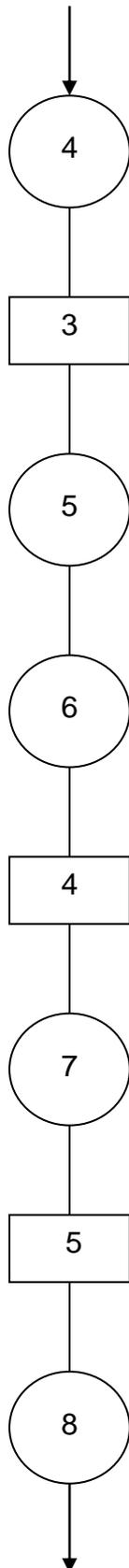




3.3.2.- Diagrama de procesos de construcción de la base y soporte del gato hidráulico.

Material: Plancha de $\frac{1}{2}$ ", platinas de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{5}{16}$ ".





Torneado del soporte para pistón de gato hidráulico en plancha de $\frac{1}{2}$ ".

Inspección y control de medidas.

Perforación del soporte para prisioneros.

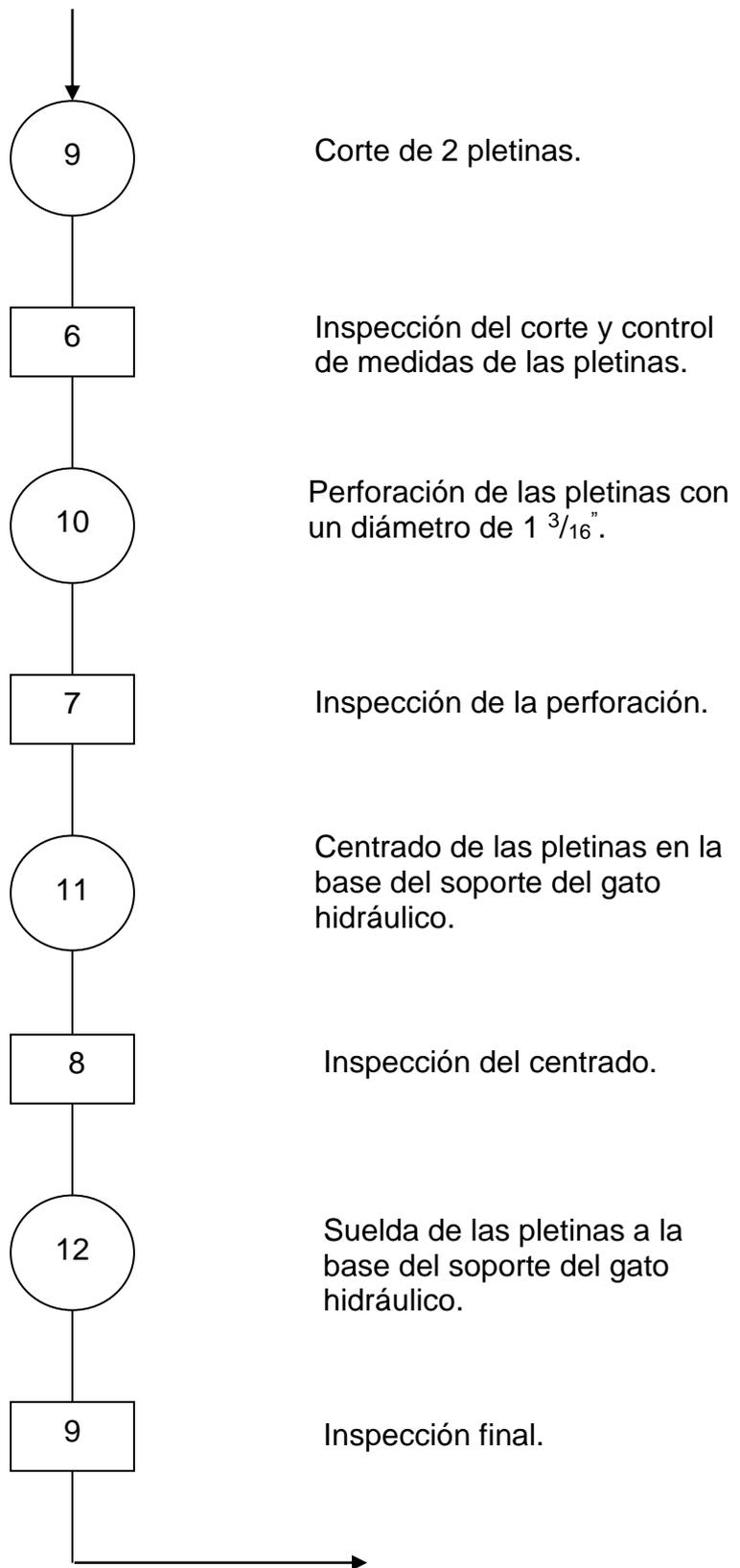
Roscado para los prisioneros.

Inspección del roscado.

Torneado de soporte para la base del soporte del gato hidráulico en plancha de $\frac{1}{2}$ ".

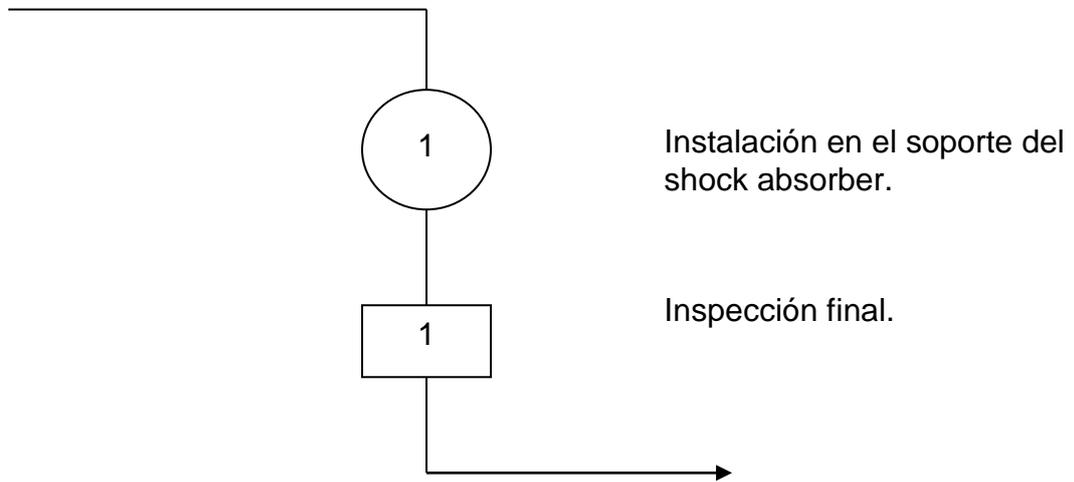
Inspección del torneado de la base.

Trazado y medida en pletina de $\frac{5}{16}$ " para el soporte inferior del shock absorber.



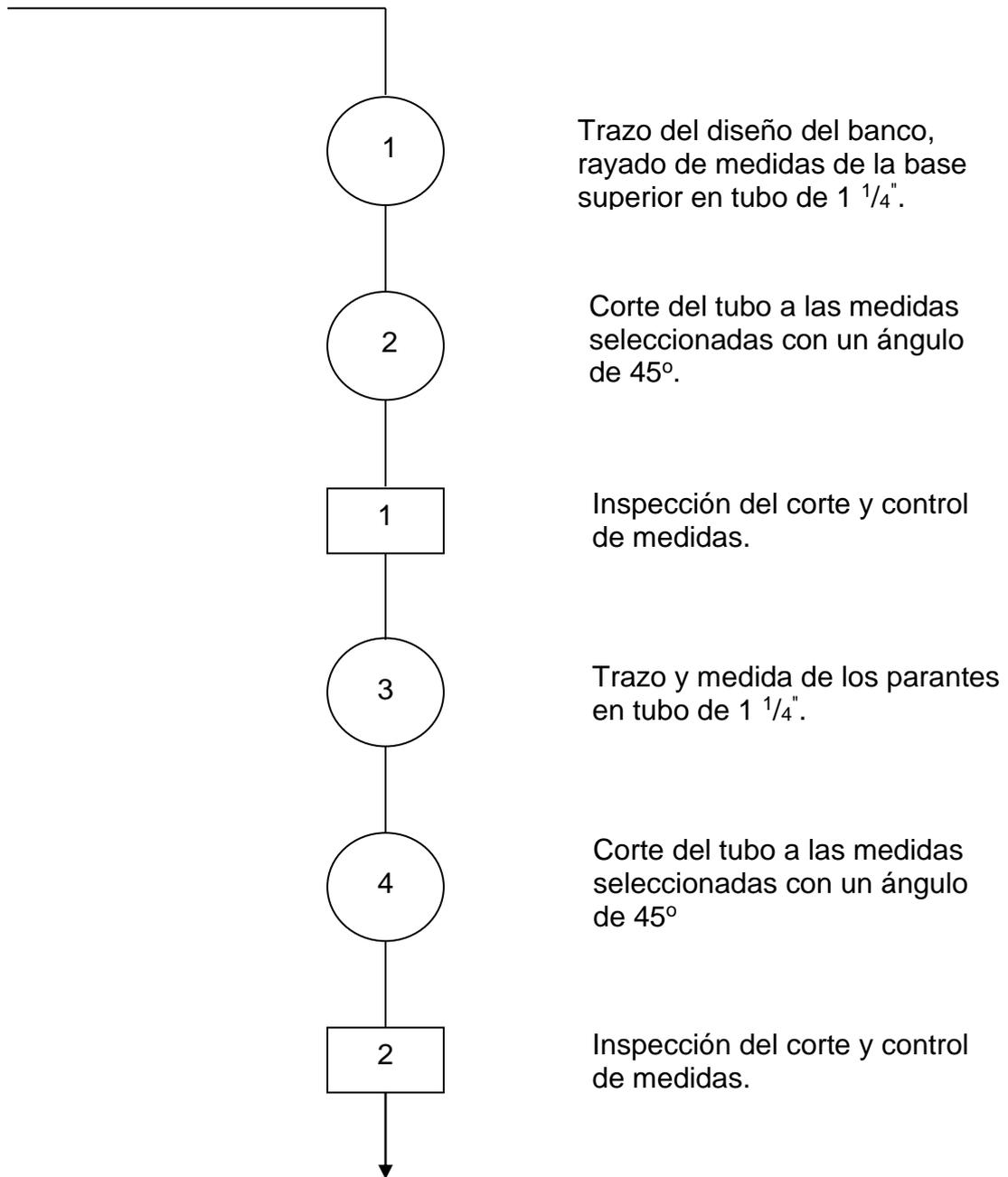
3.3.3.- Diagrama de proceso de instalación del gato hidráulico.

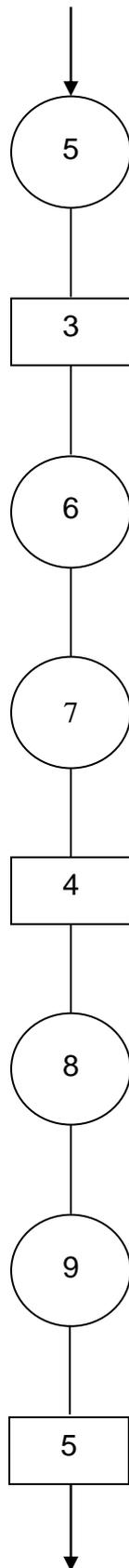
Gato hidráulico. Capacidad: 50 TON.



3.3.4.- Diagrama de procesos de construcción de la estructura del panel de control.

Material: Tubo cuadrado estructural de 1 1/4", plancha de 3/16".





Suelda de los parantes a la base superior del panel de control.

Inspección visual de la suelda.

Trazo y rayado de medidas de la base inferior en tubo de 1 1/4".

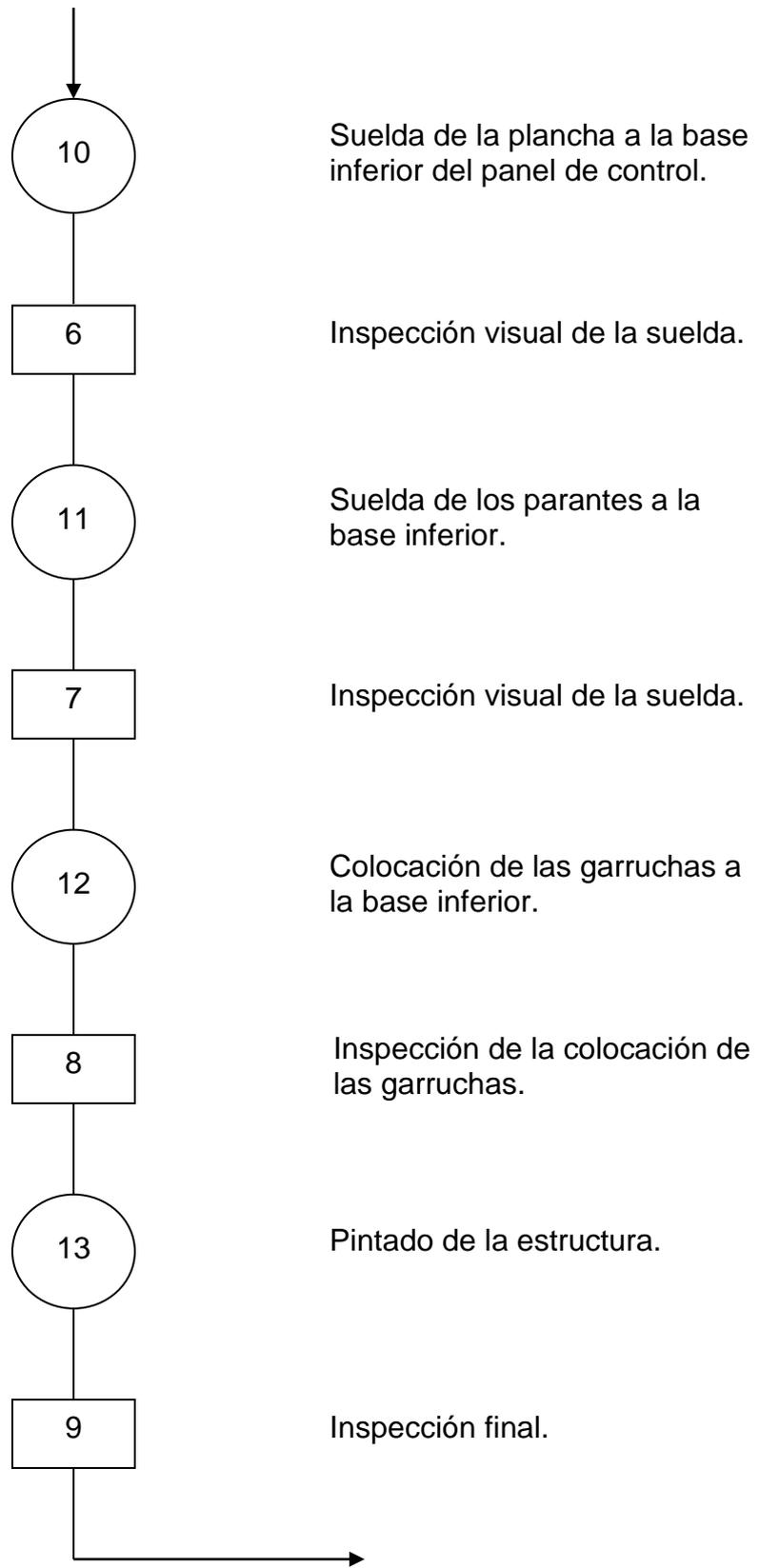
Corte de la base inferior a las medidas seleccionadas con un ángulo de 45°.

Inspección del corte y control de medidas.

Trazo según medidas en una plancha de 3/16" para las garruchas.

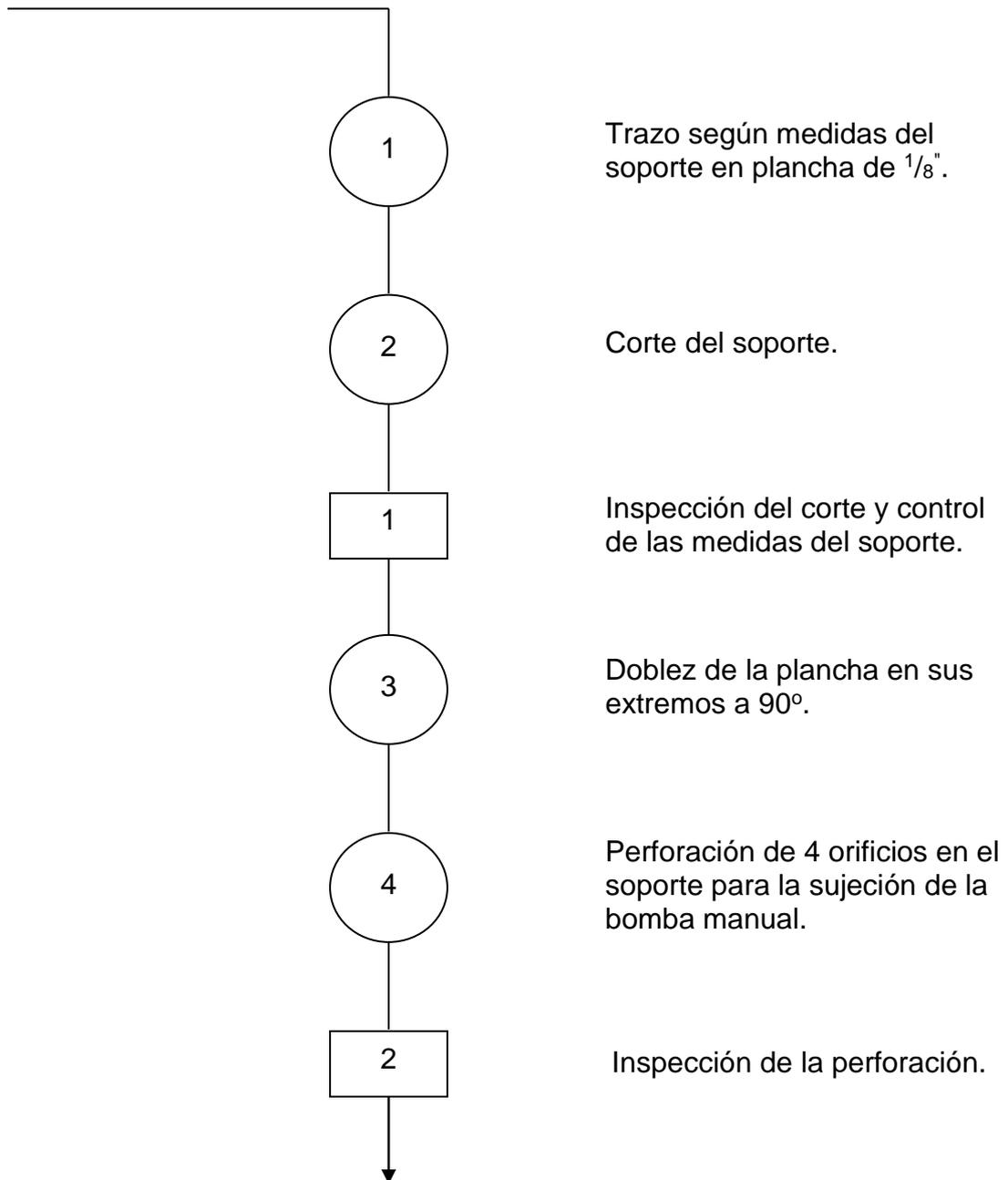
Corte de la plancha para colocar las garruchas.

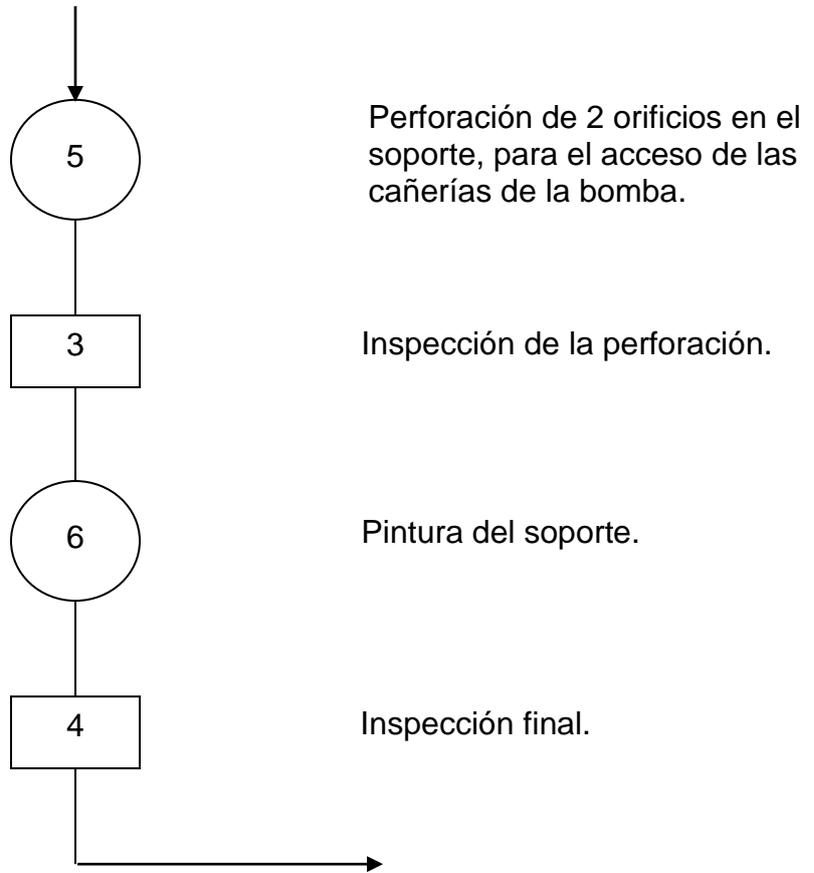
Inspección del corte y control de medidas.



3.3.5.- Diagrama de proceso de construcción del soporte para la bomba manual.

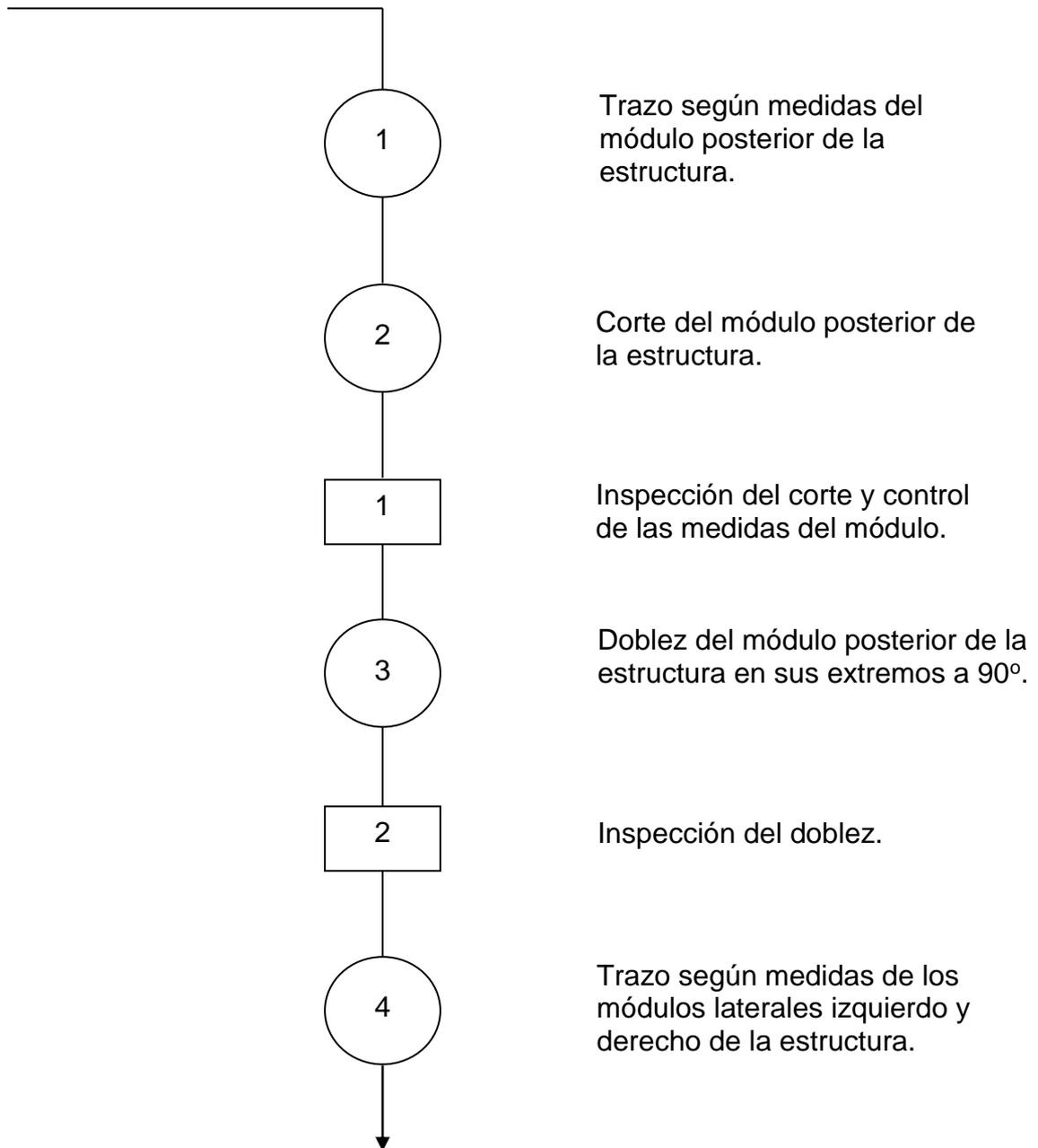
Material: Plancha de $\frac{1}{8}$ ".

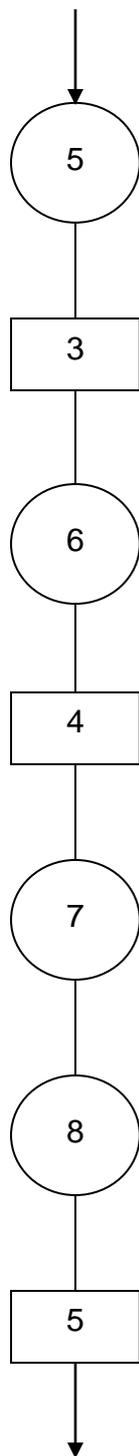




3.3.6.- Diagrama de proceso de construcción por módulos de la cubierta del panel de control de la estructura del banco de prueba.

Material: Plancha de tol $1/70$ ".





Corte de los módulos laterales izquierdo y derecho de la estructura.

Inspección del corte y control de las medidas de los módulos.

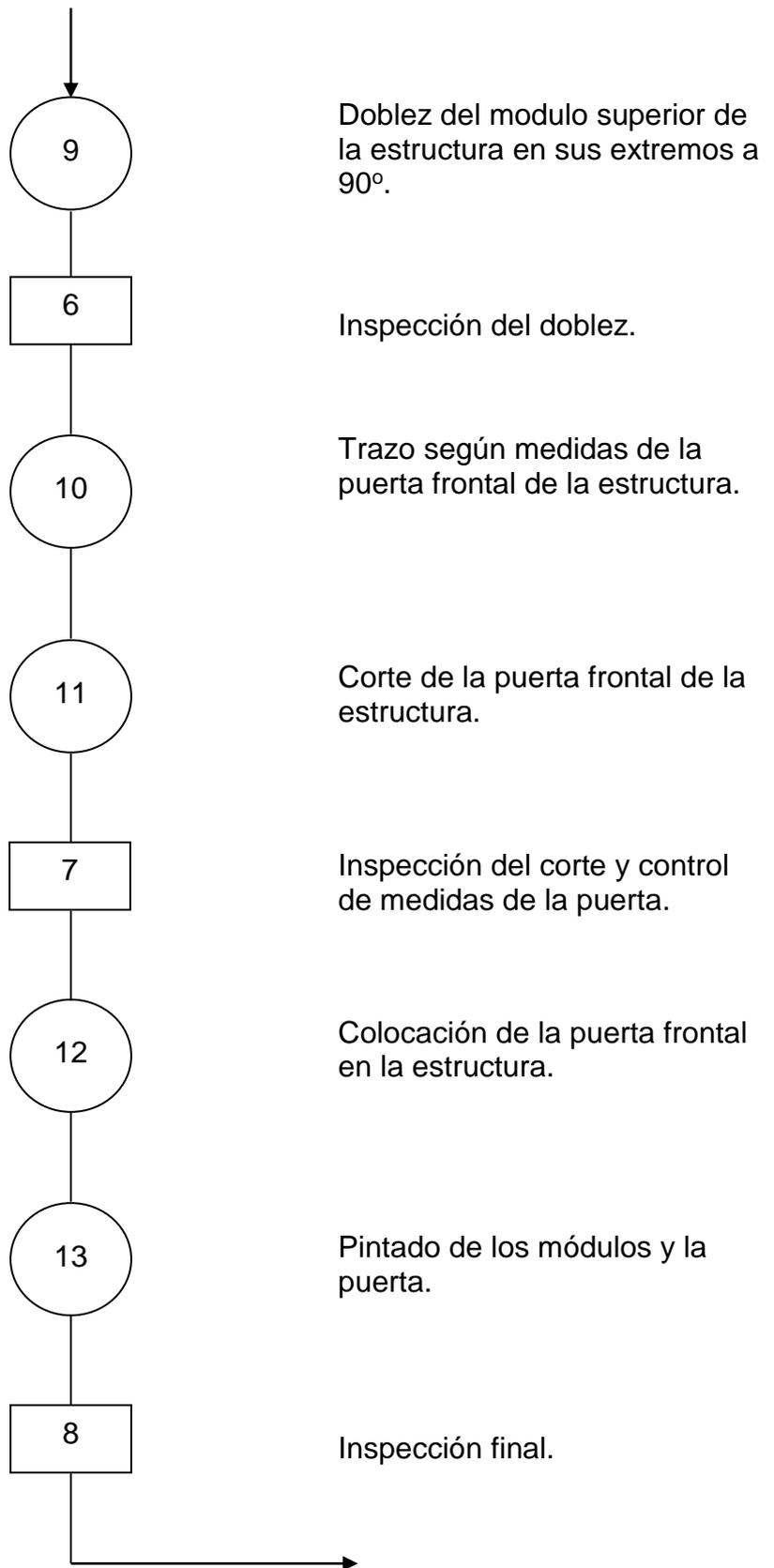
Doblez de de los módulos laterales izquierdo y derecho de la estructura en sus extremos a 90°.

Inspección del dobléz.

Trazo según medidas del modulo superior de la estructura.

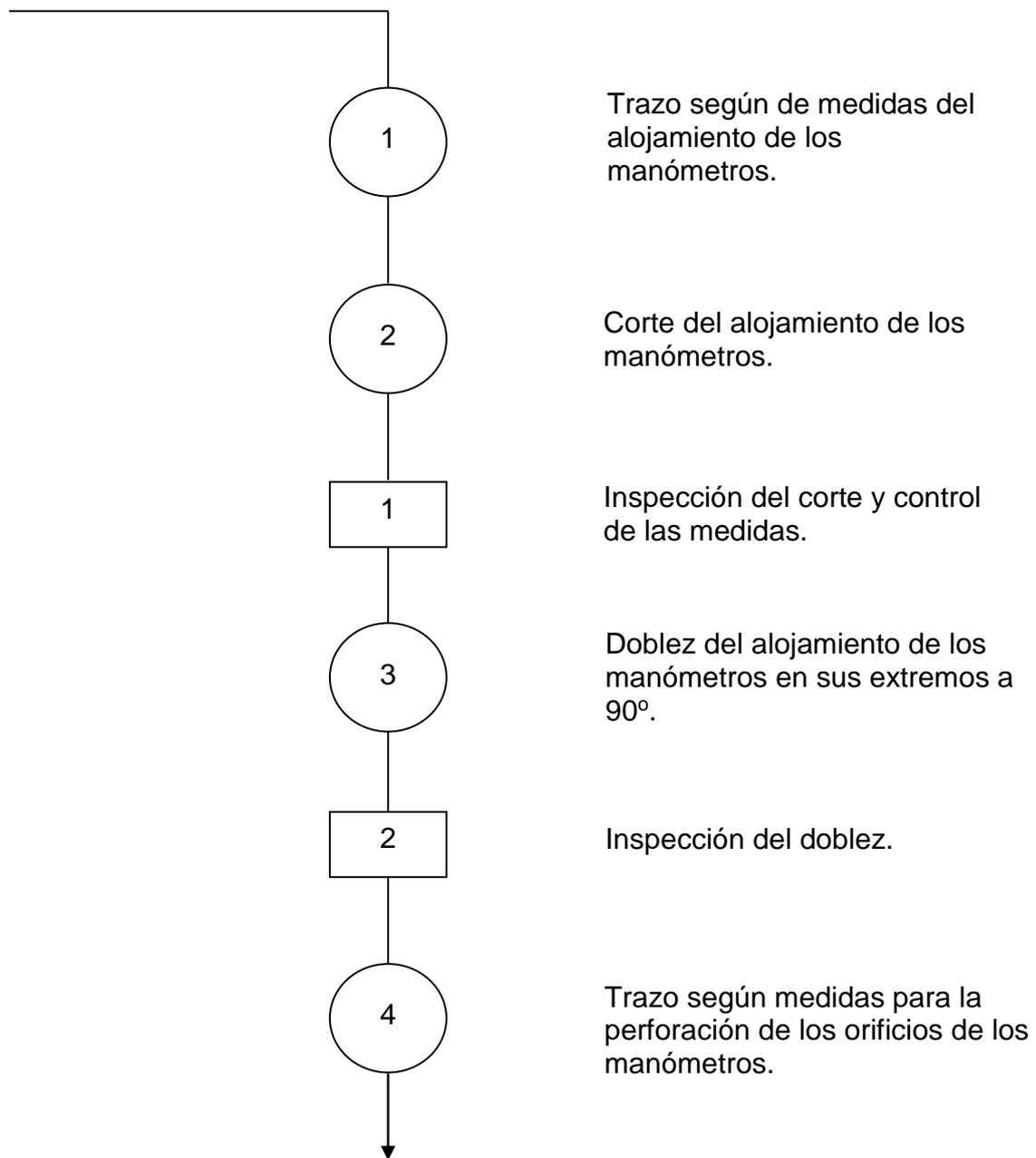
Corte del modulo superior de la estructura.

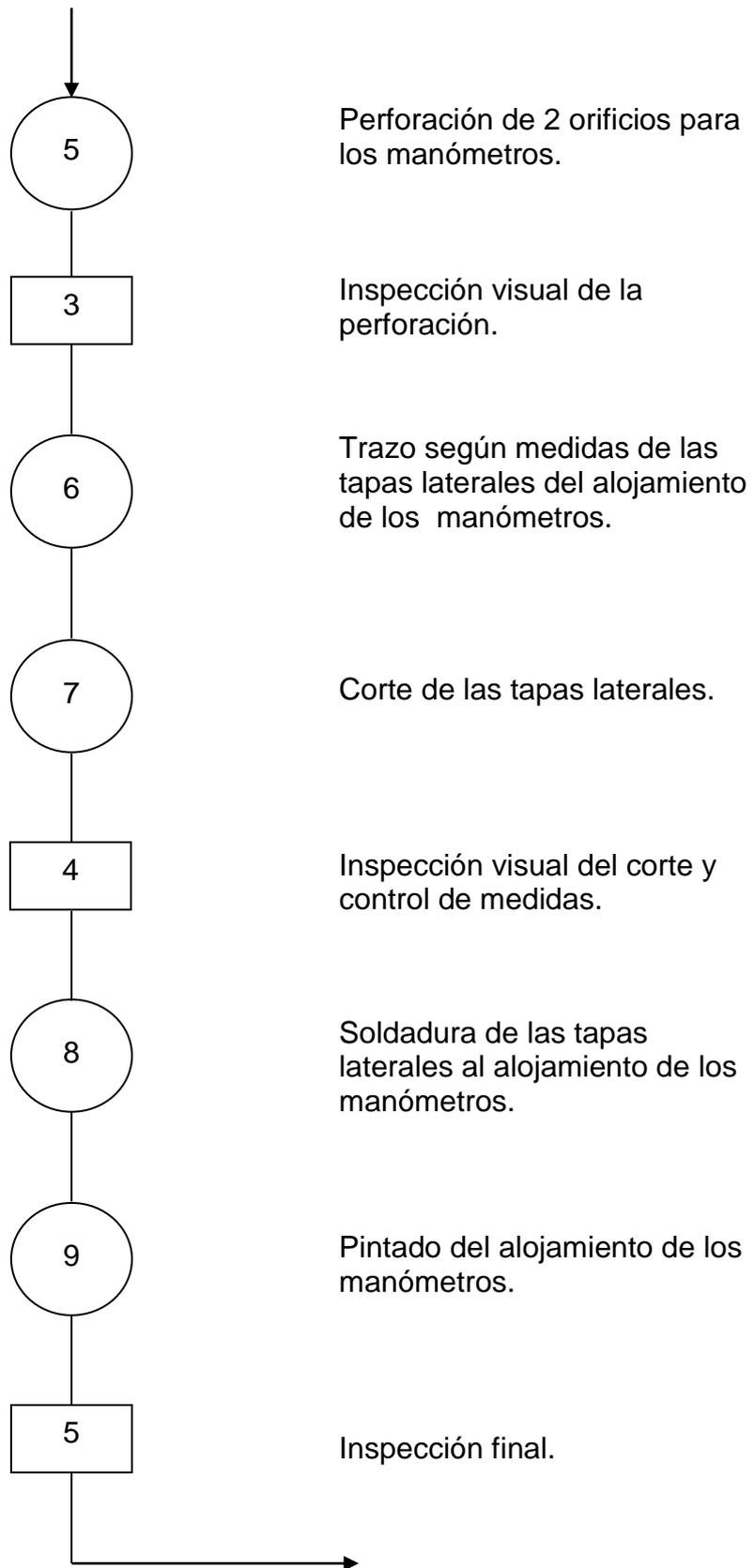
Inspección del corte y control de medidas del modulo.



3.3.7.- Diagrama de procesos de construcción del alojamiento de los manómetros del panel de control.

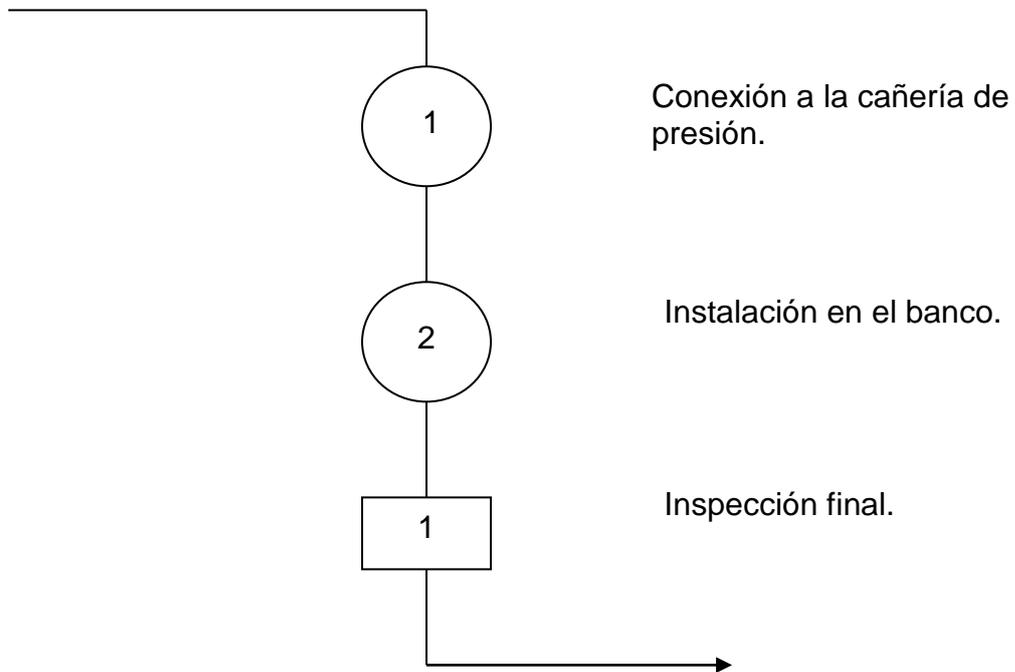
Material: Plancha de tol $1/70$ ".





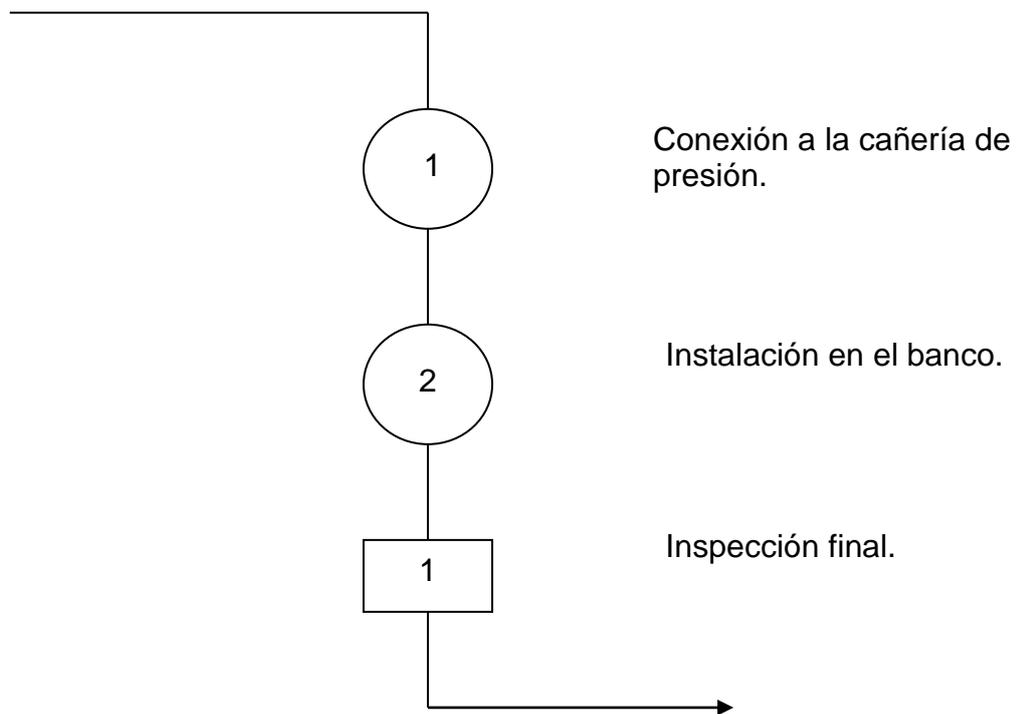
3.3.8.- Diagrama de proceso de instalación de la válvula reguladora de presión del sistema hidráulico.

Válvula reguladora de presión. Presión de trabajo: 3600 PSI.



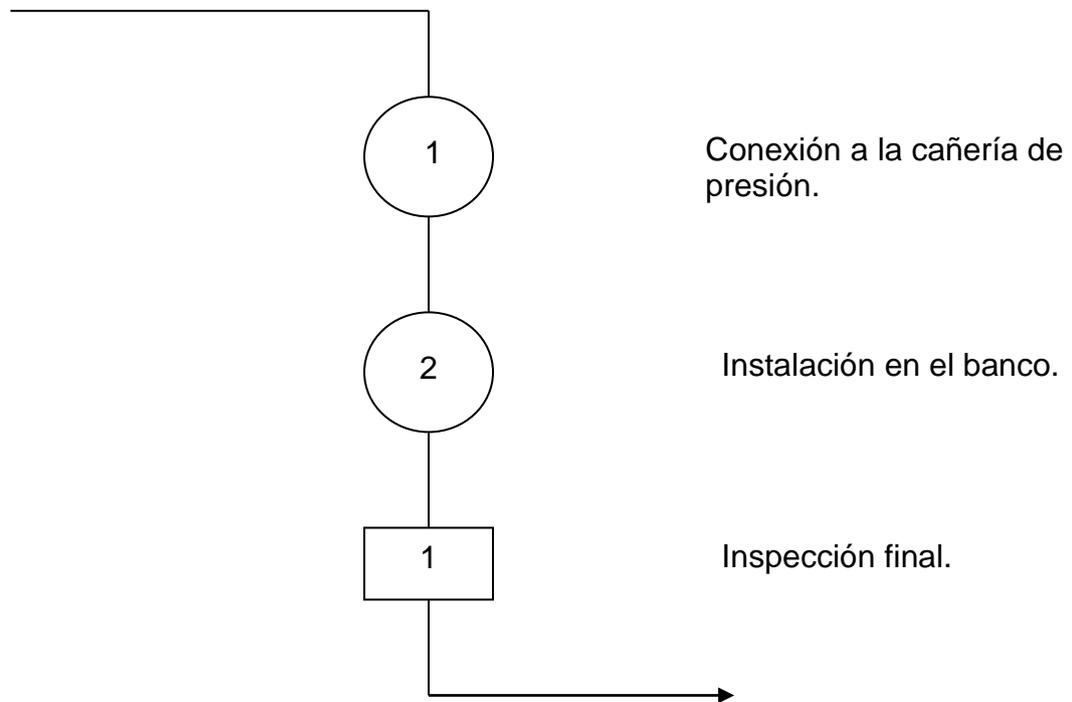
3.3.9.- Diagrama de proceso de instalación de la válvula antiretorno (check) del sistema hidráulico.

Válvula antiretorno (check). Presión de trabajo: 3000PSI:



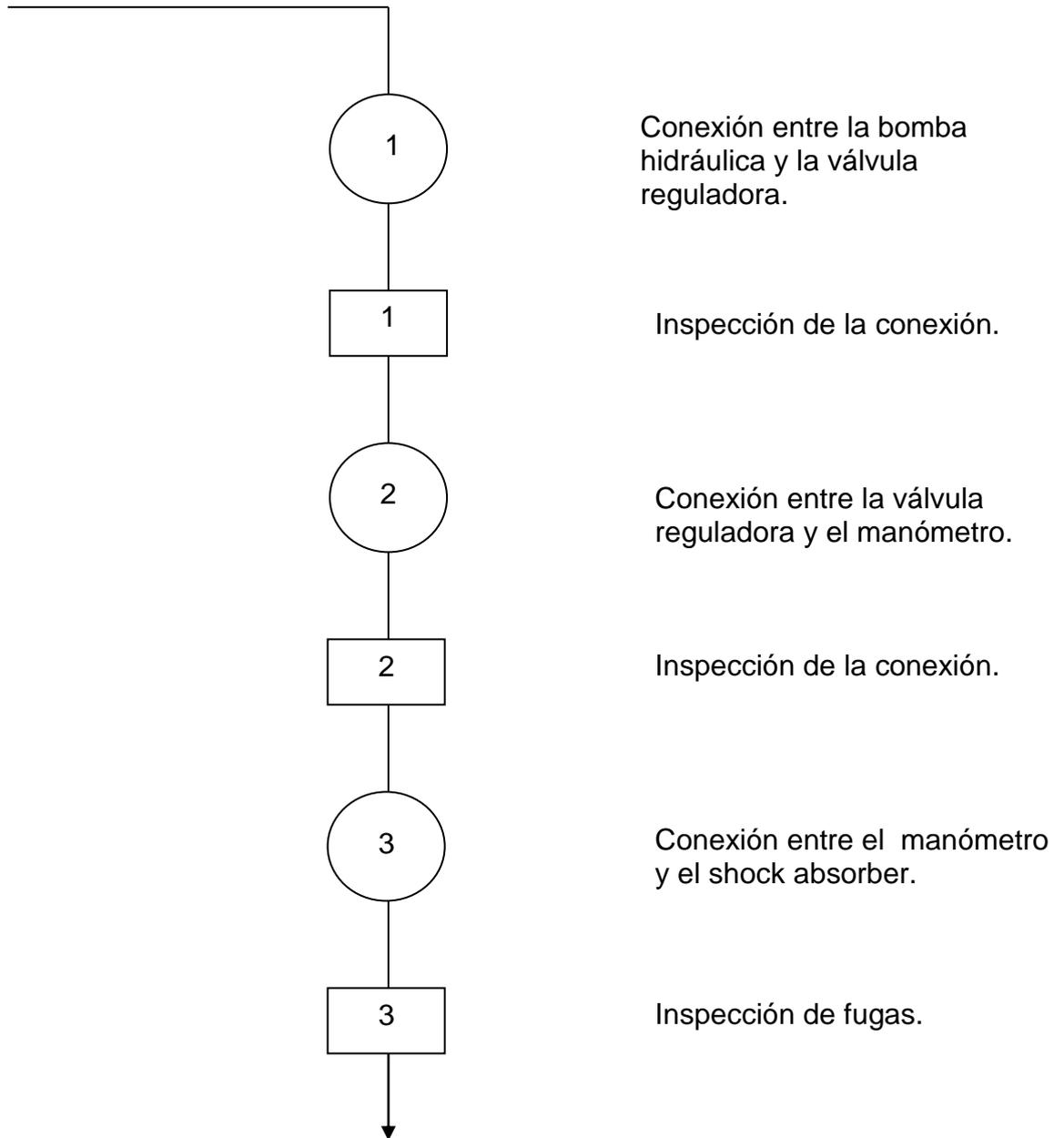
3.3.10.- Diagrama de proceso de instalación del manómetro de presión.

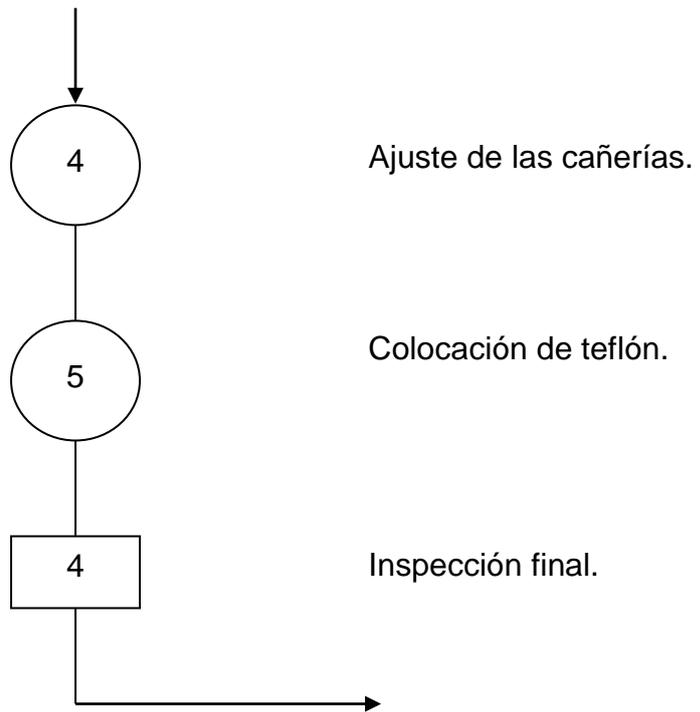
Manómetro de presión con glicerina. Capacidad: 0-5000 PSI.



3.3.11.- Diagrama de proceso de instalación de las cañerías del sistema hidráulico.

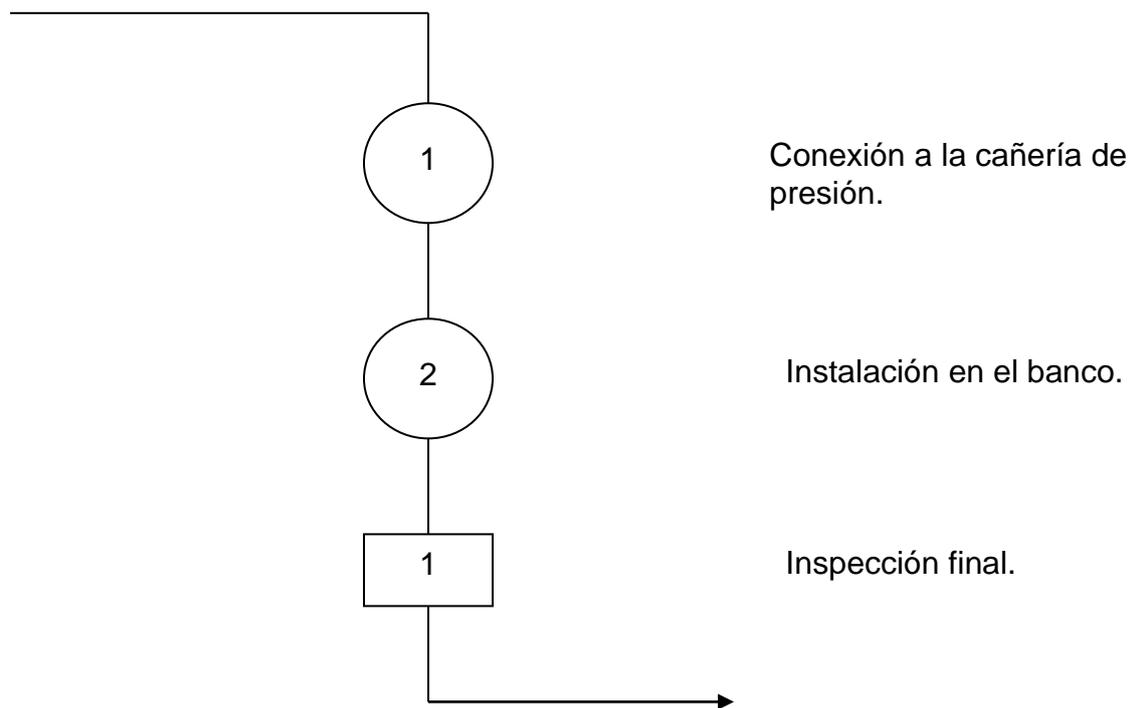
Cañerías del sistema hidráulico de ¼".





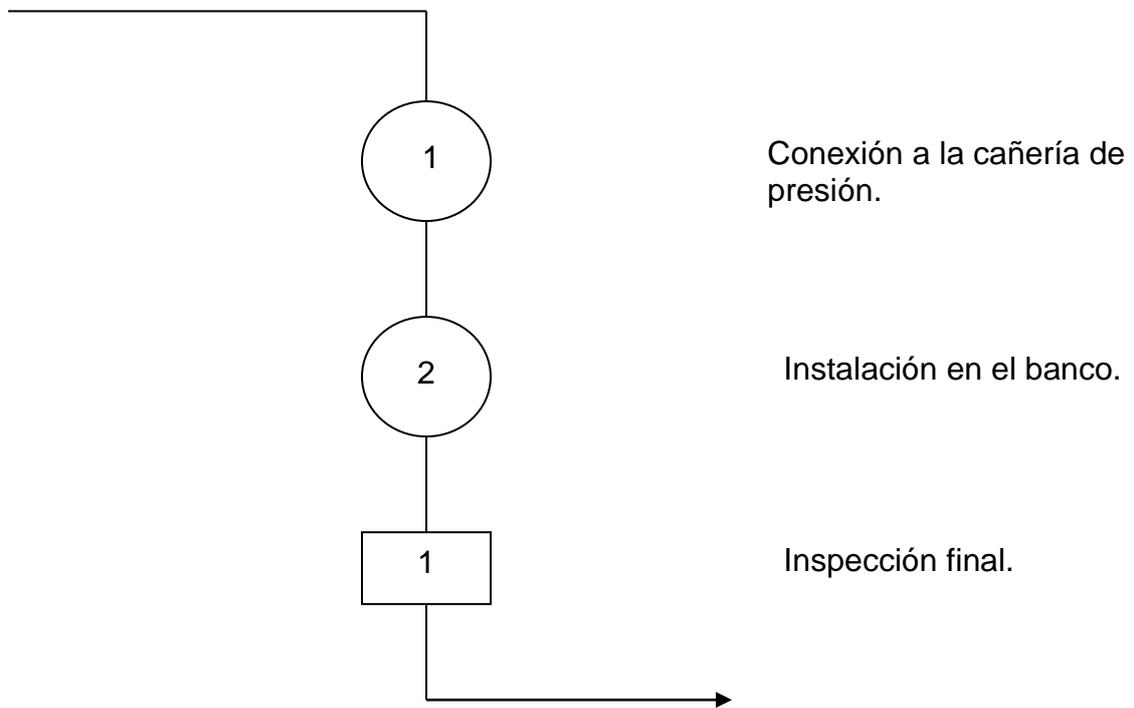
3.3.12.- Diagrama de proceso de instalación del manómetro de presión con glicerina del sistema neumático (nitrógeno).

Manómetro de presión con glicerina del sistema neumático (nitrógeno).
Capacidad: 0-5000 PSI.



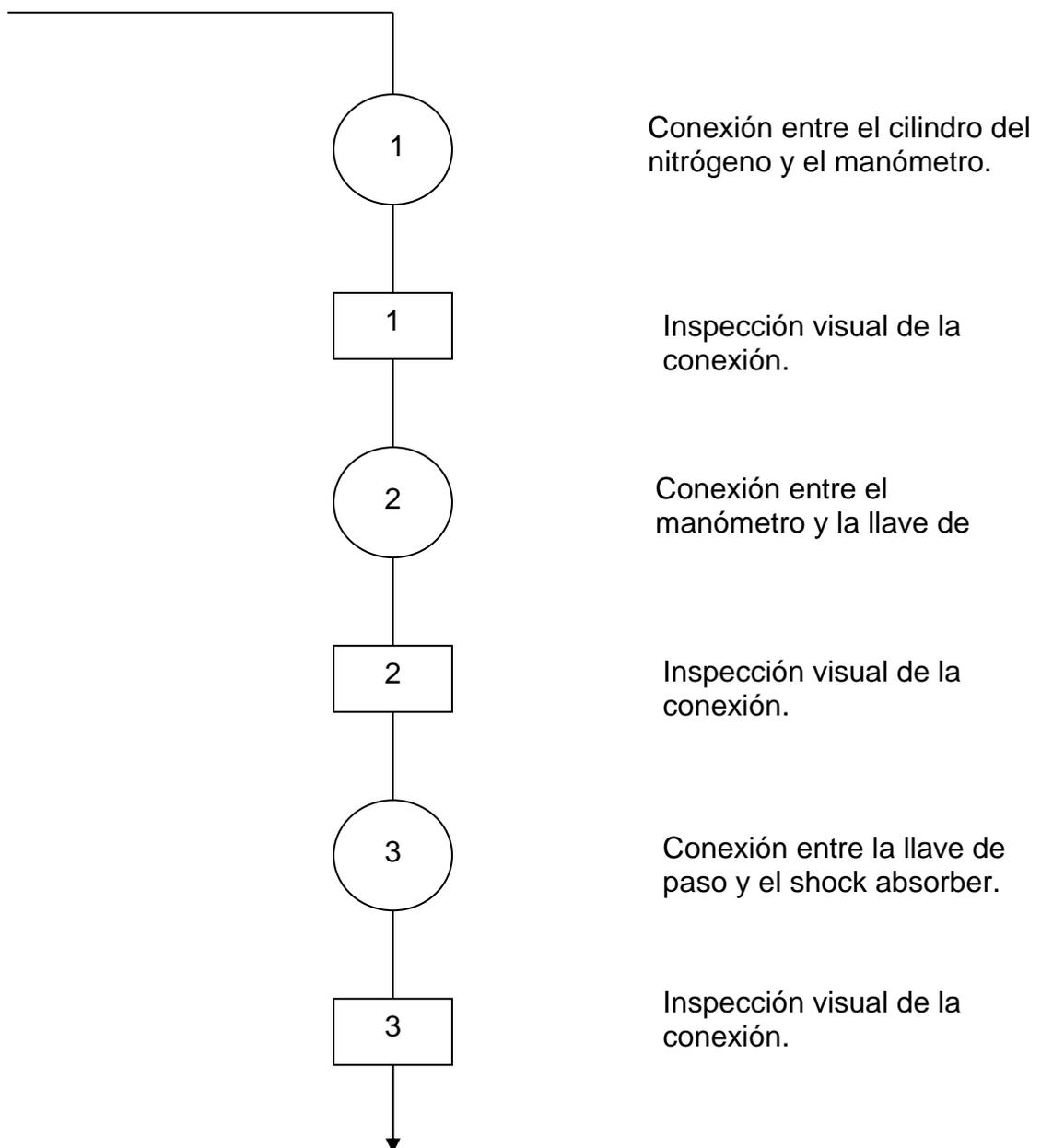
3.3.13.- Diagrama de proceso de instalación de la llave de paso del sistema neumático (nitrógeno).

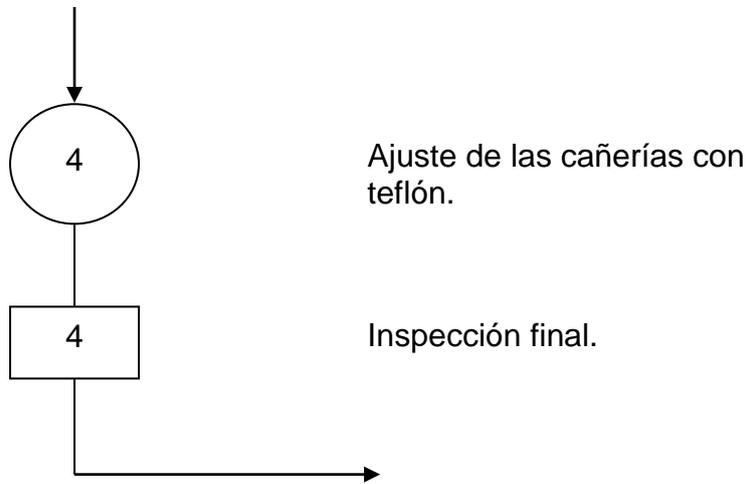
Llave de paso del sistema neumático (nitrógeno).



3.3.14.- Diagrama de proceso de instalación de las cañerías del sistema neumático (nitrógeno).

Cañerías del sistema neumático (nitrógeno) de ¼".



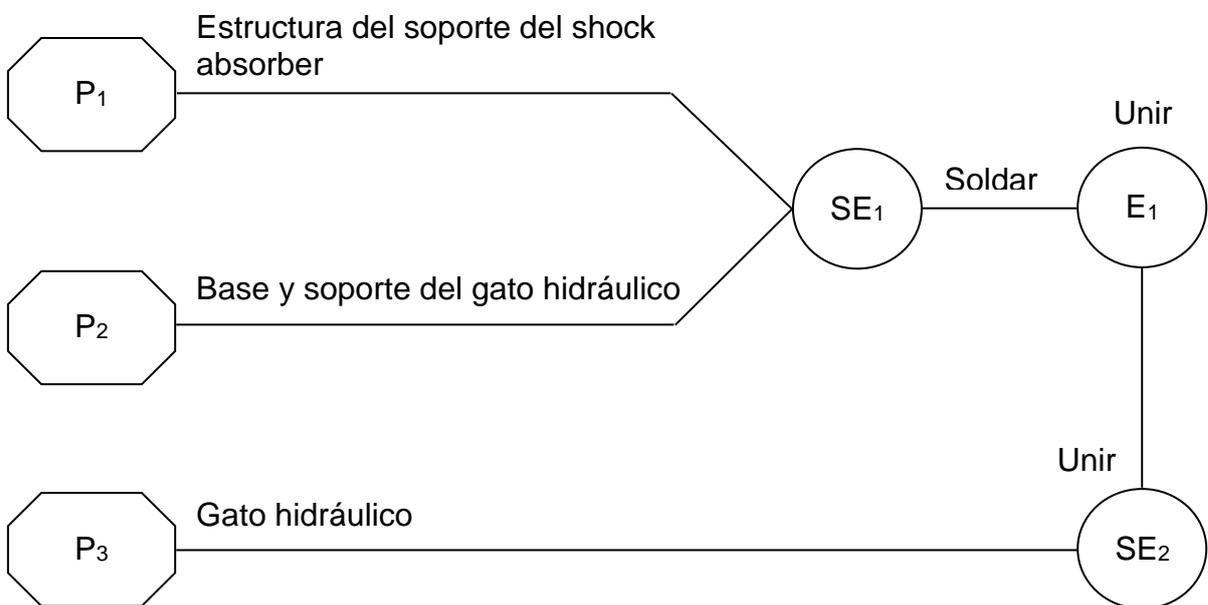


3.4.- DIAGRAMAS DE ENSAMBLE.

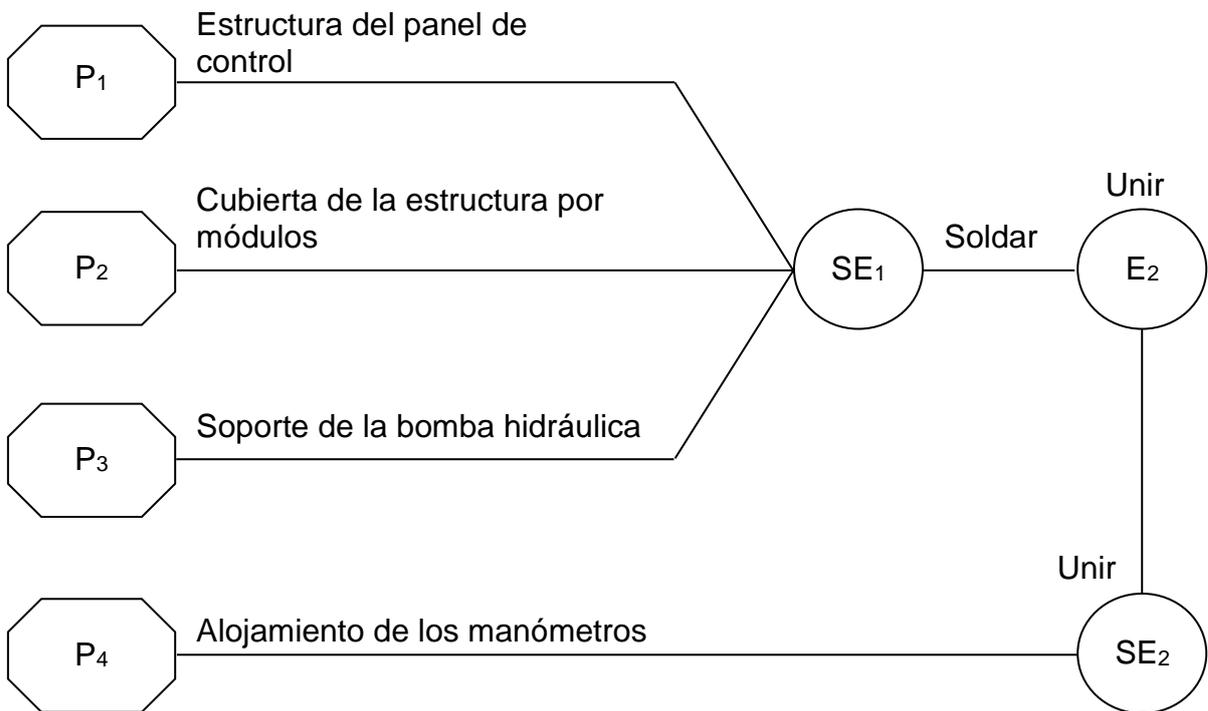
En este subcapítulo se representará el diagrama de ensamble de los diferentes elementos que conforman el banco de pruebas para chequear el funcionamiento del shock absorber, como el diagrama de montaje del mismo. En la realización de este trabajo se procederá con mucha precaución para no causar ningún desperfecto en su configuración y obtener buenos resultados en el funcionamiento de los mecanismos ya que podrían tener fugas al conectarlos.

A continuación se representa los diagramas de ensamble de los diferentes elementos que conforman el banco de prueba.

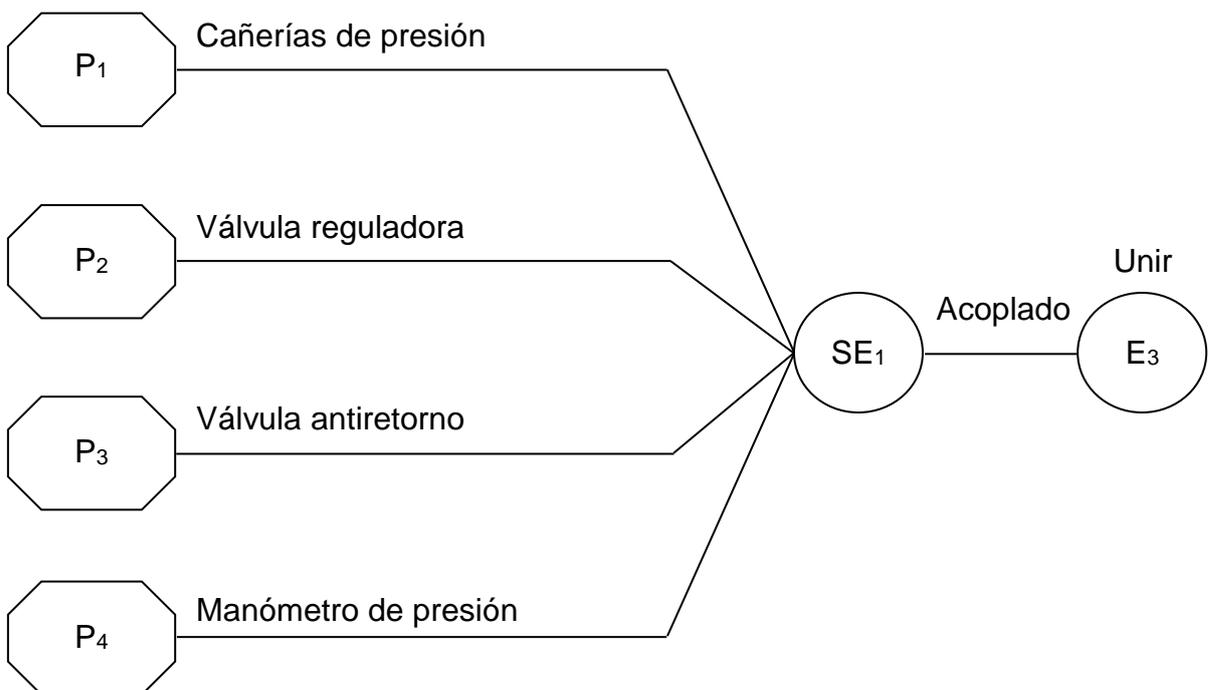
3.4.1.- Diagrama de ensamble de la estructura del soporte del shock absorber.



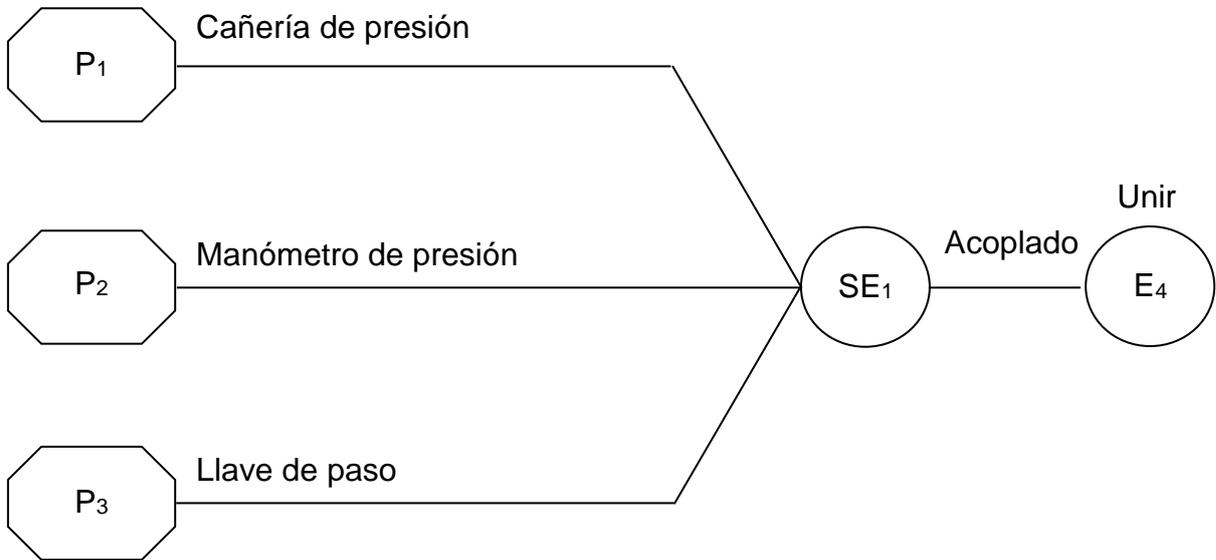
3.4.2.- Diagrama de ensamble de la estructura del panel de control.



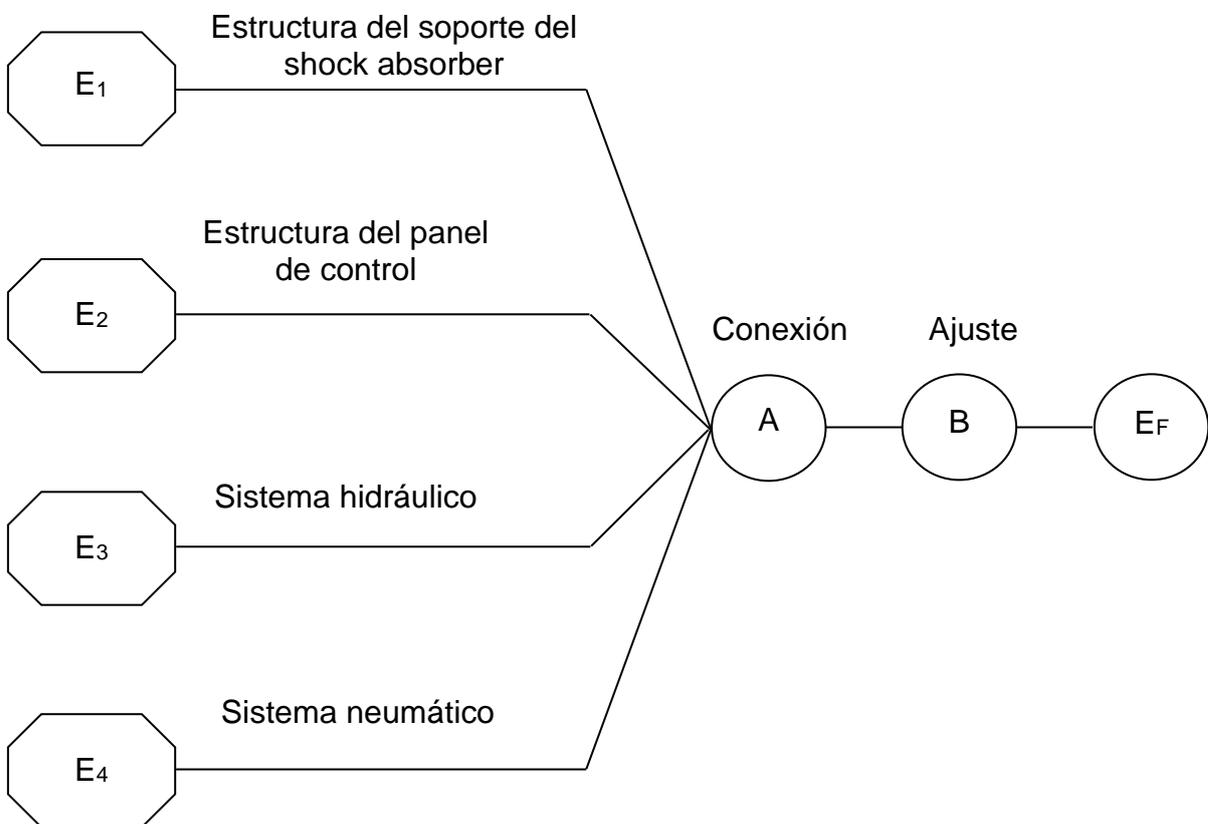
3.4.3.- Diagrama de ensamble de las cañerías y otros componentes del sistema hidráulico.



3.4.4.- Diagrama de ensamble de las cañerías y otros componentes del sistema neumático.



3.4.5.- Diagrama de ensamble final del banco de pruebas.



3.5.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Finalizado los procesos de construcción y ensamble del banco de prueba del shock absorber del avión Arava T-201 con sus respectivos elementos, se procede a hacer una verificación de la configuración correcta de todos los elementos para obtener un acertado funcionamiento de los mecanismos en conjunto, analizando el estado de cada uno de ellos.

Para la verificación y la situación del correcto funcionamiento de las partes del mecanismo, se realiza tablas con el listado de todos los elementos que conforman el banco, con el propósito de verificar la buena configuración de cada uno de ellos. La evaluación es realizada cualitativamente para todos los casos.

3.5.1.- Elementos que conforman el banco de pruebas.

En las siguientes tablas se puede encontrar los elementos que conforman el banco, su estado y funcionamiento de los mismos.

a) Estructura del soporte del shock absorber.

Tabla 3.1. Verificación de condición de la estructura del soporte del shock absorber.

ELEMENTOS	CONDICION DE FUNCIONAMIENTO	CONDICION DE ENSAMBLE
Perfiles U PN	✓	✓
Gato hidráulico	✓	✓
Fijación	✓	✓

b) Estructura del panel de control del banco de prueba.

Tabla 3.2. Verificación de condición de la estructura del panel de control del banco de prueba.

ELEMENTOS	CONDICION DE FUNCIONAMIENTO	CONDICION DE ENSAMBLE
Estructura	✓	✓
Cubierta por módulos	✓	✓
Soporte de la bomba	✓	✓
Alojamiento de los manómetros	✓	✓
Garruchas	✓	✓
Fijación	✓	✓

c) Sistema generador de presión hidráulica.

Tabla 3.3. Verificación de elementos del sistema generador de presión hidráulica.

ELEMENTOS	CONDICION DE FUNCIONAMIENTO	CONDICION DE ENSAMBLE
Bomba manual	✓	✓
Cañerías	✓	✓
Válvula reguladora	✓	✓
Válvula antirretorno	✓	✓
Manómetro	✓	✓
Fijación	✓	✓

d) Sistema generador de presión neumática.

Tabla 3.4. Verificación de elementos del sistema generador de presión neumática.

ELEMENTOS	CONDICION DE FUNCIONAMIENTO	CONDICION DE ENSAMBLE
Cañerías	✓	✓
Manómetro	✓	✓
Llave de paso	✓	✓
Fijación	✓	✓

El funcionamiento y condición del banco hidráulico para el chequeo del shock absorber del avión Arava T-210 es óptimo, y se encuentra en capacidad de brindar una operación segura y confiable.

Tabla 3.5. Verificación del funcionamiento del banco de pruebas de acuerdo a las presiones proporcionadas por el Manual de Overhaul del Avión Arava T-201.

ELEMENTOS	PRESIÓN HIDRÁULICO 300 PSI	PRESIÓN NITRÓGENO 830 PSI	CONDICIÓN DE FUNCIONAMIENTO	CONDICIÓN DE ENSAMBLE
Estructura del amortiguador	✓	✓	✓	✓
Amortiguador	✓	✓	x	✓
Gato Hyd	✓	✓	✓	✓
Bomba Hyd.	✓		✓	✓

Después de realizar las pruebas indicadas en el Manual de Overhaul a las presiones recomendadas el amortiguador presentó fallas en su funcionamiento al evidenciar fugas en el mismo, por lo tanto no es apto para ser colocado en el tren de aterrizaje del avión.

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE MANUALES

En este capítulo, se establece los diferentes procedimientos según los requerimientos que exigen las normas de verificación, mantenimiento, además de realizar un análisis de las normas de seguridad que todo técnico de mantenimiento debe conocer antes de realizar cualquier tipo de trabajo en aviación, ya que cualquier error puede ser el último.

Es muy necesario conocer todas las medidas de seguridad, precauciones y cuidados para no ocasionar accidentes. Consiguiendo un trabajo de mejor calidad, precautelando la seguridad del factor humano y el factor material.

4.1.- TIPO DE MANUALES.

A continuación se da a conocer los diferentes manuales que se aplican en el banco de prueba para su correcta utilización:

- Manual de Operación.
- Manual de Mantenimiento.
- Manual de Seguridad.
- Manual de Verificación.
- Hojas de Registros.

La codificación del banco de prueba y los diferentes manuales de procedimientos, hojas de registro de indican en la siguiente tabla.

Tabla 4.1. Codificación de los manuales y hojas de registro del banco de pruebas para el shock absorber del avión ARAVA T-201.

No.	PROCEDIMIENTO	CÓDIGO
1	Banco de pruebas del shock absorber del avión ARAVA T-201.	AE-BPSA-01
2	Manual de operación del banco de prueba para el shock absorber del avión ARAVA T-201.	AE-BPSA-MO
3	Manual de mantenimiento del banco de prueba para el shock absorber del avión ARAVA T-201.	AE-BPSA-MM
4	Manual de seguridad del banco de prueba para el shock absorber del avión ARAVA T-201.	AE-BPSA-MS
5	Manual de verificación del banco de prueba para el shock absorber del avión ARAVA T-201.	AE-BPSA-MV
6	Registro de vida de la operación del banco de prueba para el shock absorber del avión ARAVA T-201.	AE-BPSA-HRO
7	Registro de vida del mantenimiento del banco de prueba para el shock absorber del avión ARAVA T-201.	AE-BPSA-HRM
8	Registro de vida de reparaciones y modificaciones del banco de prueba para el shock absorber del avión ARAVA T - 201.	AE-BPSA-HRRM

A continuación en las siguientes hojas se describen los formatos y procedimientos a seguirse tanto para la operación, mantenimiento, seguridad y verificación del banco de prueba, así como su respectivo registro de las novedades y observaciones en su operación, mantenimiento, reparaciones y modificaciones con el fin de obtener un trabajo de calidad.

4.2.- MANUAL DE OPERACIÓN.

 M.A	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág.: 1 de 1
	OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SHOCK ABSORBER DEL AVIÓN ARAVA T-201.	Código : AE-BPSA-MO
	Elaborado por: Cbos. Sandoval Edwin.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Tlgo. Quinatoa Mario	Fecha : 12-01-2006

1. OBJETIVO.

Documentar los procedimientos de operación del banco de prueba para comprobar el correcto funcionamiento del shock absorber.

2. ALCANCE.

Describe las operaciones de funcionamiento y el personal indicado para realizar el trabajo en el banco de prueba, además de las precauciones que se debe tomar.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

Manual de Overhaul del avión Arava T-201.

4. PROCEDIMIENTOS.

- 1) Verificar el nivel de fluido hidráulico en el depósito de la bomba.
- 2) Colocar el shock absorber a ser chequeado en el banco de pruebas y sujetarlo con los pasadores
- 3) Verifique que todos los acoples estén perfectamente conectados y que no exista fugas.
- 4) Conecte la bomba hidráulica manual al sistema hidráulico del banco de pruebas.
- 5) Conecte el cilindro de nitrógeno al sistema neumático del banco de prueba.

4.1. PRUEBA DE RESISTENCIA.

- 1) Cerrar el amortiguador. Abrir el puerto "A", cerrar el puerto "C".
- 2) Bombear líquido hidráulico en el puerto "B" hasta que el amortiguador este completamente extendido. Presurizar el puerto "B" a 300 PSI para asegurarse que el pistón del aislamiento este en su tope.



M.A

MANUAL DE OPERACIÓN

Pág.: 2 de 2

OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SHOCK ABSORBER DEL AVIÓN ARAVA T-201.

Código :
AE-BPSA-MO

Elaborado por: Cbos. Sandoval Edwin.

Revisión No. : 1

Aprobado por: Sgop. Tlgo. Quinatoa Mario

Fecha :
12-01-2006

- 3) Libere la presión del líquido y sangre todo el gas del cilindro.
- 4) Aplique la presión de aire en el puerto "A" permitiendo que el exceso del líquido sea expelido a través de los puertos "B" y "C" hasta que el pistón del aislamiento alcance su tope superior. Aumente la presión de gas a 830 PSI y sostenga para un minuto. No debe haber fugas.
- 5) Libere la presión de gas.

4.2. INSTRUCCIONES DE LLENADO (EN BANCO).

- 1) Montar el amortiguador de choque verticalmente en los puertos "B" y "C" de la parte superior. Abra el puerto "A" y cierre completamente el amortiguador.
- 2) Cierre el puerto "C". Bombee el líquido hidráulico en el puerto "B" hasta que el amortiguador este completamente extendido y presurícelo a 300 PSI.
- 3) Abra el puerto "C" y permita la presión descienda a cero.
- 4) Repita los pasos (2) y (3).
- 5) Bombee el líquido lentamente a través del puerto "B" hasta que salga líquido limpio del puerto "C" (libre de burbujas).
- 6) Cierre el amortiguador lentamente a la posición cerrada, permitiendo que exceso del líquido fluya del puerto "C"
- 7) Cierre los puertos "B" y "C".

4.3. CHEQUEO DEL COCIENTE DE COMPRESIÓN (CUADRO 101).

- 1) Comience con el amortiguador en la condición del paso C (Instrucciones de llenado), de los artículos (6) y (7).
- 2) Infle el amortiguador de choque a 830 PSI.



M.A

MANUAL DE OPERACIÓN

Pág.: 3 de 3

OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SHOCK ABSORBER DEL AVIÓN ARAVA T-201.

Código :
AE-BPSA-MO

Elaborado por: Cbos. Sandoval Edwin.

Revisión No. : 1

Aprobado por: Sgop. Tlgo. Quinatoa Mario

Fecha :
12-01-2006

- 3) Cierre la válvula "E", deje el puerto "A" abierto, y cierre el amortiguador lentamente a la posición completamente cerrada usando el gato hidráulico,
- 4) Compruebe que la presión al cerrar el amortiguador no exceda 3550 PSI. Permita que el amortiguador se extienda completamente.
- 5) Compruebe que la presión de inflado en el indicador vuelva a 830 PSI.
- 6) Cierre el puerto "A" y cierre el amortiguador lentamente a la posición completamente cerrada.
- 7) Presurice la línea entre el puerto "A" y la válvula "E" a 3350 PSI.
- 8) Cierre la válvula "E" y después abra el puerto "A".
- 9) Compruebe que en el indicador sea 3350 ± 200 PSI.
- 10) Libere las presiones de gas y líquido hidráulico.

5. PRECAUCIONES.

- 1) Todas las líneas y conexiones usadas deben ser capaces de soportar 3500 PSI de presión de funcionamiento.
- 2) Para cerrar un amortiguador de choque correctamente llenado, abra el puerto "A" y aplique una fuerza externa.

6. FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

4.3.- MANUAL DE MANTENIMIENTO.

 M.A	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág.: 1 de 1
	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SHOCK ABSORBER DEL AVIÓN ARAVA T-201.	Código : AE-BPSA-MM
	Elaborado por: Cbos. Sandoval Edwin.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Tlgo. Quinatoa Mario	Fecha : 12-01-2006

1. OBJETIVO.

Documentar los procedimientos de mantenimiento del banco de prueba para comprobar el correcto funcionamiento del shock absorber.

2. ALCANCE.

Mantener en buenas condiciones de funcionamiento al banco de prueba.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

Manual de mantenimiento del avión Arava T-201.

4. DEFINICIONES.

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

Limpieza general.- Eliminar suciedades superficiales.

5. PROCEDIMIENTOS.

El mecánico debe realizar los siguientes procedimientos de mantenimiento:

- 1) Llevar un control minucioso del mantenimiento, realizando los respectivos registros.

5.1 MANTENIMIENTO SEMANAL.

- 1) Realizar una limpieza general del banco y sus accesorios, para evitar la contaminación con agentes extraños.
- 2) Realizar una inspección visual del banco, antes de realizar la práctica.



M.A

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Pág.: 2 de 2

MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBA PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SHOCK ABSORBER DEL AVIÓN ARAVA T-201.

Código :
AE-BPSA-MM

Elaborado por: Cbos. Sandoval Edwin.

Revisión No. : 1

Aprobado por: Sgop. Tlgo. Quinatoa Mario

Fecha :
12-01-2006

5.2 MANTENIMIENTO MENSUAL.

- 1) Realizar los pasos antes mencionados.
- 2) Verificar que no exista fricción entre las cañerías y la estructura del banco, para evitar desgaste, torceduras, fugas y corrosión.
- 3) Revisar las abrazaderas de sujeción por fisuras, desgaste, fatiga del material.
- 4) Verificar estado de los elementos del banco, cambiar según condición.
- 5) Verificar la condición de los manómetros.

5.3 MANTENIMIENTO ANUAL.

- 1) Realizar una inspección visual de los soportes y estructura del banco.
- 2) Revisar la indicación correcta de los manómetros.

6. FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

4.4.- MANUAL DE SEGURIDAD.

 M.A	MANUAL DE SEGURIDAD	Pág.: 1 de 1
	VERIFICACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SHOCK ABSORBER DEL AVIÓN ARAVA T-201.	Código : AE-BPSA-MS
	Elaborado por: Cbos. Sandoval Edwin.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Tlgo. Quinatoa Mario	Fecha : 12-01-2006

1. OBJETIVO.

Documentar los procedimientos de seguridad que debe seguir el operario del banco de prueba para comprobar el correcto funcionamiento del shock absorber.

2. ALCANCE.

Precautelar la seguridad del operario al momento de utilizar el banco de prueba para comprobar el correcto funcionamiento del shock absorber.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

Manual de Técnicas Corrientes.

4. DEFINICIONES.

Seguridad laboral, sector de la seguridad y la salud pública que se ocupa de proteger la salud de los trabajadores, controlando el entorno del trabajo para reducir o eliminar riesgos. Los accidentes laborales o las condiciones de trabajo poco seguras pueden provocar enfermedades y lesiones temporales o permanentes e incluso causar la muerte.

Accidente.- Es todo acontecimiento imprevisto fuera de control e indeseado, que interrumpe el desarrollo normal de una actividad.

5. PROCEDIMIENTOS.

- 1) Antes de realizar cualquier tipo de trabajo tome todas las medidas de seguridad para evitar algún tipo de lesión.
- 2) Realizar una inspección visual del banco para detectar algún tipo de fugas, antes de realizar la práctica.
- 3) Evitar el contacto del combustible con la piel; lavarse con jabón después de un contacto con el mismo.

 <p>M.A</p>	MANUAL DE SEGURIDAD	Pág.: 2 de 2
	OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SHOCK ABSORBER DEL AVIÓN ARAVA T-201.	Código : AE-BPSA-MS
	Elaborado por: Cbos. Sandoval Edwin.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Tlgo. Quinatoa Mario	Fecha : 12-01-2006
<p>4) Utilizar equipo protector, tales como guantes, mascarillas, ropa adecuada como overoles, no utilice ropa de nylon.</p> <p>5) Descargar la carga estática del personal.</p> <p>6) Las zonas del montaje y de pruebas asignadas para la reparación y el mantenimiento de estos montajes del amortiguador de choque se deben aislar del equipo de generación de la partícula tal como amoladoras, máquinas que traslapan, cabinas de aerosol de pintura.</p> <p>7) La ventilación adecuada y las buenas prácticas de la economía doméstica se deben mantener siempre para asegurar la contaminación mínima.</p>		
<p>6. FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____</p>		

4.5.- MANUAL DE VERIFICACIÓN.

 M.A	MANUAL DE VERIFICACIÓN	Pág.: 1 de 1
	VERIFICACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SHOCK ABSORBER DEL AVIÓN ARAVA T-201.	Código : AE-BPSA-MV
	Elaborado por: Cbos. Sandoval Edwin.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Tlgo. Quinatoa Mario	Fecha : 12-01-2006

1. OBJETIVO.

Documentar los procedimientos de verificación del banco de prueba para comprobar el correcto funcionamiento del shock absorber.

2. ALCANCE.

Mantener el buen funcionamiento del banco de pruebas.

3. PROCEDIMIENTOS.

- 1) El mecánico realiza la verificación de este soporte cada dos meses.
- 2) Limpiar bien los puntos de conexión hidráulica de la bomba y amortiguador.
- 3) Verificar que la estructura del banco esta correctamente fija.
- 4) Verificar que no exista fugas, corrosión, en el sistema hidráulico del banco.
- 5) Verificar que los indicadores de presión no tengan algún desperfecto.

4. FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

4.6.- HOJAS DE REGISTROS.

 <p>M.A</p>	HOJA DE REGISTRO	Pág.: 1 de 1
	HOJA DE REGISTRO DEL BANCO DE PRUEBA PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SHOCK ABSORBER DEL AVIÓN ARAVA T-201.	Código : AE-BPSA-01
	Elaborado por: Cbos. Sandoval Edwin.	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Tlgo. Quinatoa Mario	Fecha : 12-01-2006
<p>REGISTRO</p> <p>UTILIZACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA</p> <p>Solicitado por:</p> <p>Fecha de inicio: Equipo:</p> <p>Fecha de finalización: Elemento:</p> <p>Total horas de servicio: Material:</p> <p>No: Actividad. Fuerza:</p> <p>Descripción: Integrantes:</p> <p style="text-align: center;">FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____</p>		

	HOJA DE REGISTRO		Registro No.: 1
	Registro de vida de la operación del banco de prueba para el shock absorber del avión ARAVA T - 201.		Código: AE-BPSA-HRO
	Elaborado por: Cbop. Sandoval Edwin.	Fecha: 12-01-2006	Revisión No. : 1
	Aprobado por: Sgop. Tlgo. Quinatoa Mario.	Fecha: 12-01-2006	Pág.: 1 de 1

Fecha	Motivo	Pruebas Realizadas	Horas de Funcionamiento	Firma responsable	Observaciones
/ /					
/ /					
/ /					
/ /					
/ /					
/ /					
/ /					
/ /					
/ /					
/ /					
/ /					
/ /					
/ /					
/ /					

JEFE DE TALLER

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

Este capítulo se refiere al costo total de la construcción del banco de prueba para el shock absorber del avión Arava T-201, haciendo mención a todos los costos involucrados en la misma, a continuación se realizó un análisis económico y financiero de este proyecto.

5.1.- PRESUPUESTO.

Al comienzo del estudio de este proyecto se llegó a la conclusión de que la construcción del banco de prueba para el shock absorber del avión Arava T-201, costaba alrededor de 900 USD., pero una vez realizado dicha construcción se sacó otros valores que se anuncian en el transcurso del capítulo.

5.2.- ANÁLISIS ECONÓMICO.

Para la realización del análisis económico de la construcción del banco de prueba para chequear el shock absorber se toma como base cuatro parámetros o rubros fundamentales en los que se invertirá económicamente, los mismos que determinarán el costo total de la construcción del mismo y éstos son los siguientes:

- ✓ Materiales de construcción.
- ✓ Mano de obra.
- ✓ Maquinaria, equipos y herramientas.
- ✓ Varios.

A continuación se hace un desglose de cada uno de estos rubros utilizados en la construcción de este proyecto.

5.2.1.- Materiales de construcción.

En este rubro se describe todos los factores de los materiales utilizados para construir la parte estructural del banco de pruebas, los mismos que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5.1. Registro del costo de materiales de construcción.

No	DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
1	Manómetros de Alta Presión con Glicerina	2	29	58
2	Válvula Reguladora	1	144	144
3	Cañerías de Presión	2	10	20
4	Gato Hidráulico Manual	1	90	90
5	Perfiles U PN 140 y 200 mm	3	40	120
6	Tubo estructural de 1¼ pulg.	3	8	24
7	Plancha de tol al frío	1	20	20
8	Electrodos AWS-E-6011 y E-7018	2	2	4
9	Garruchas fijas	2	3	6
10	Garruchas móviles	2	4	8
11	Pernos de acero con tuercas	6	1	6
12	Fondo	1	6	6
13	Pintura	1	9	9
14	Acoples			30
TOTAL				545 USD

5.2.2.- Mano de obra.

Los costos que se realizaron con respecto a la mano de obra utilizada comprenden principalmente el montaje, manufactura, lijado, pintura, etc.

Tabla 5.2. Registro del costo de mano de obra.

No	DETALLE	SUB TOTAL
1	Trazado	20
2	Cortado y soldado	25
3	Doblado y remachado	25
4	Montaje de los elementos	20
5	Pintado	15
TOTAL		105 USD

5.2.3.- Maquinaria, Equipos y Herramientas.

Para la construcción del banco de prueba, se utilizaron maquinarias, equipos y herramientas los mismos que están localizados en el taller del Ing. Neptalí Martines donde se realizaron tareas de torneado, fresado, soldadura, pintado entre otros. Es necesario anotar el número de horas de trabajo de cada una de las máquinas y herramientas.

Tabla 5.3. Registro del costo total de la maquinaria, equipo y herramientas utilizadas en la construcción.

No	DETALLE	TIEMPO (HORAS)	COSTO HORA	SUB TOTAL
1	Dobladora	8	1,5	12
2	Taladro	6	1,5	9
3	Soldadura	8	4	32
4	Amoladora	5	2	10
5	Equipo de pintura	4	3	12
TOTAL				75 USD

5.2.4.- Varios.

Este parámetro se considera los gastos imprevistos como podemos mencionar materiales utilizados para Internet, uso de computadoras, costo de impresiones, empastados, etc.

Tabla 5.4. Registro del costo de varios.

No	DETALLE	SUB TOTAL
1	Internet	15
2	Computadora	20
3	Impresiones	20
4	Empastados	25
5	Imprevistos	40
TOTAL		120 USD

5.2.5.- Costo total de la construcción del banco de pruebas.

Realizado una descripción parcial de los gastos efectuados en la construcción del banco de prueba para el shock absorber del avión Arava T-201, el costo total de la construcción se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 5.5. Registro del costo total utilizado en la construcción del banco de pruebas.

No	DETALLE	SUB TOTAL
1	Materiales de construcción.	545
2	Mano de obra.	105
3	Maquinaria, equipos y herramientas.	75
4	Varios	120
TOTAL		845 USD

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se realiza un análisis para saber de que manera afecta el proyecto a los técnicos dentro de los talleres, por ello se ha planteado algunas conclusiones y recomendaciones de acuerdo al funcionamiento y mantenimiento del banco de prueba que a continuación se detalla:

6.1.- CONCLUSIONES.

- De acuerdo a los parámetros y objetivos planteados en el proyecto, en base a las pruebas realizadas el banco cumple satisfactoriamente con el propósito para el cual fue construido, de esta manera puede ser implementado a la sección de mantenimiento del GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO No. 44 "PASTAZA".
- Se recopiló toda la información referente a las características técnicas del banco de prueba de acuerdo a las Ordenes Técnicas del avión, para tener una idea clara de la operación, información que permitió su construcción.
- El diseño y construcción del banco de prueba esta de acuerdo a las características técnicas de los materiales y accesorios necesarios para ser implementados.
- Los manuales de operación, mantenimiento, verificación y seguridad, además de hojas de registro, permiten un correcto uso y preservación del mismo, así como mantener el registro las operaciones, mantenimiento, reparaciones y modificaciones realizadas.

6.2.- RECOMENDACIONES.

- Se recomienda la correcta utilización del banco guiándose mediante las instrucciones que se encuentran detalladas en los diferentes manuales. (Operación, mantenimiento, verificación y seguridad).
- El banco debe tener un correcto mantenimiento registro de todos los trabajos realizados en los formatos elaborados para este propósito. (Operación, mantenimiento, reparaciones y modificaciones).
- El uso debe ser estrictamente solo y exclusivo para el shock absorber del avión Arava T-201.
- Antes de realizar un proyecto de grado se debe realizar un análisis de los accesorios a ser utilizados en el mismo, para ahorrar tiempo en la adquisición de los mismos.
- Se recomienda que se de el apoyo necesario en todos los aspectos al personal que esta realizando este tipo de proyectos porque sirven para el desarrollo y beneficio de la Aviación del Ejército.

BIBLIOGRAFÍA:

Israel Aircraft Industries Ltd, ARAVA Maintenance Manual, Temporary Revision No. 7-1, Febrero 24, 1991.

Israel Aircraft Industries Ltd, ARAVA 201 STOL Maintenance Training Handbook, Technical Publications & Training, 2000.

Israel Aircraft Industries Ltd, ARAVA Illustrated Parts List, Technical Publications & Training, Febrero 24, 1991.

Israel Aircraft Industries Ltd, ARAVA Overhaul Manual, Technical Publications & Training, Febrero 24, 1991.

USAF School for Latin America, Conjunto del Tren de Aterrizaje, Volumen 6, USAFSLA-237, Diciembre 1, 1958.

Antonio Esteban Oñate, Conocimientos del Avión, 4^{ta} Edición. Editorial Paraninfo, 1997.

Marcial Carboles, Manual de Mecánica Industrial Neumática e Hidráulica, Edición 2000, Editorial Inmagrag. SL, Tomo II.

Nicolás Larburu, Máquinas Pontuario, 13^{ava} Edición, Editorial Paraninfo, 1999.

<http://www.monografias.com/bombashidraulicas>.

<http://www.sapiensman.com/neumatica>.

<http://www.sapiensman.com/conceptosbasicosdeneumatica-hidraulica>.

<http://www.fas.gob.sv/aeronaves/arava>.

GLOSARIO

A

Acuciante.- Apremiante, urgente.

Aditivo, va.- Sustancia que se agrega a otras para darles cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen.

Aparato.- Conjunto organizado de piezas que cumple una función determinada

C

Cavitación.- Formación de burbujas de vapor o de gas en el seno de un líquido, causada por las variaciones que este experimenta en su presión.

D

Depurador, ra.- Aparato o instalación para depurar o limpiar algo, especialmente las aguas.

E

Elastómero.- Materia natural o artificial que, como el caucho, tiene gran elasticidad.

Empuje.- Acción y efecto de empujar. Fuerza o valimiento eficaces para empujar.

Enfocar.- Dirigir la atención o el interés hacia un asunto o problema desde unos supuestos previos, para tratar de resolverlo acertadamente.

Ensamblar.- Unir, juntar, ajustar.

F

Factibilidad.- Cualidad o condición de factible.

Fiable.- Creíble, fidedigno, sin error.

G

Garrucha.- Polea combinada, polea fija, movable

Grifón.- Llave de cañería o de depósito de líquidos.

H

Higroscopicidad.- Propiedad de algunas sustancias de absorber y exhalar la humedad según el medio en que se encuentran.

Horquilla.- Pieza de un mecanismo con forma de Y, que suele servir para sujetar otras piezas o hacerlas girar.

L

Lazada.- Atadura o nudo que se hace de manera que se suelte tirando de uno de los cabos.

M

Mecanismo. Conjunto de las partes de una máquina en su disposición adecuada.

O

Obturar.- Tapar o cerrar una abertura o conducto introduciendo o aplicando un cuerpo.

P

Parámetro.- Dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación.

Piramidal.- De forma de pirámide.

Ponderación.- Atención, consideración, peso y cuidado con que se dice o hace algo.

Preservativo, va.- Que tiene virtud o eficacia de preservar.

Presurizar.- Mantener la presión atmosférica normal en un recinto, independientemente de la presión exterior, como en la cabina de pasajeros de un avión.

R

Resorte.- Fuerza elástica de algo.

V

Viscosidad.- Propiedad de los fluidos que caracteriza su resistencia a fluir, debida al rozamiento entre sus moléculas.