

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

**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA PARA LA  
VERIFICACIÓN DE FUGAS EN LOS TANQUES INTEGRALES  
PRINCIPALES DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN K-FIRC2.**

**POR:**

**PAREDES CASTRO RAÚL ISRAEL**

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

**TECNÓLOGO EN MÉCANICA AERONÁUTICA**

**2004**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. PAREDES CASTRO RÁUL ISRAEL, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

---

Ing. Guillermo Trujillo  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

Latacunga, 5 de Agosto del 2004

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo el cariño del mundo, este proyecto de grado a quienes supieron brindarme su apoyo incondicional en las situaciones mas difíciles, de manera especial a mi madre Miriam Castro, mis primos Washington y José quienes fueron el pilar fundamental para alcanzar esta meta.

Nunca podré pagarles toda su abnegación y sacrificio que me dieron, para poder cristalizar este sueño.

**Paredes Castro Raúl Israel**

## **AGRADECIMIENTO**

El siguiente trabajo va dirigido al amigo que nunca falla, Dios que siempre esta conmigo y me ayuda a enfrentar toda clase de obstáculos, también agradezco desde el fondo de mi corazón a mi madre, abuelita, tías, primos, quienes con su sabiduría supieron guiarme y brindarme su apoyo para culminar esta meta.

Por último a mis maestros y director de proyecto Ing. Guillermo Trujillo, a mis amigos de manera especial al equipo técnico de estructuras del ala N° 12 y de manera general al I.T.S.A, porque en ella se guardan los mejores recuerdos de mi juventud.

**Paredes Castro Raúl Israel**

## INDICE

PORTADA .....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
INDICE GENERAL .....	v
LISTADO DE FIGURAS .....	x
LISTADO DE TABLAS .....	xi
LISTADO DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
JUSTIFICACIÓN .....	2
ALCANCE .....	2
OBJETIVOS .....	3
CAPÍTULO I	
GENERALIDADES .....	4
1.1 Sistema de Combustible del Avión K-fir .....	4
1.1.1 Tanques de Combustible .....	4
1.1.1.1 Depósitos Rígidos .....	4
1.1.1.2. Depósito Flexibles .....	6
1.1.1.3. Depósitos Integrales .....	7
1.1.2 Capacidad de Tanques Internos .....	10
<b>1.1.3.</b> Capacidad de Tanques Externos .....	11
1.2. Tipos de Tanques de Combustible .....	12

1.2.1	Tanques de Fuselaje Principales .....	12
1.2.2	Tanque de Fuselaje delantero Superior .....	15
1.2.3	Tanques de Ala .....	16
1.2.4.	Tanque Trasero de Vientre .....	17
1.2.5	Tanque de Vuelo Invertido .....	17
1.2.6	Tanque de Ala Externo .....	18
1.2.7	Tanque de Externo de Vientre .....	18
1.3	Sistema de Carga A Presión .....	18
1.4	Vaciado de Combustible .....	18
1.5	Presurización .....	19
1.6	Controles e Indicadores .....	19
1.6.1	Indicador de Cantidad de Combustible .....	19
1.6.2	Detotalizador de Cantidad de Combustible .....	20
1.6.3	Indicador de Transferencia de Combustible .....	20
1.6.4	Advertencia de Presión de Combustible .....	20
1.6.5	Advertencia de A/R Fail-Air Refuel .....	20
1.6.6	Dispositivos de Medición .....	20
 CAPÍTULO II		
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....		
2.1.	Definición de Alternativas .....	21
2.1.1.	Definición de Alternativas .....	21
2.1.2.	Estudio Técnico .....	21
2.1.2.1.	Primera Alternativa .....	21
2.1.2.2.	Segunda Alternativa .....	22

2.1.2.3.	Tercera Alternativa .....	23
2.2.	Estudio de Factibilidad .....	24
2.2.1.	Primera Alternativa .....	24
2.2.2.	Segunda Alternativa .....	25
2.2.3.	Tercera Alternativa .....	25
2.3.	Parámetros de Evaluación .....	26
2.3.1.	Factor Mecánico. ....	26
2.3.2.	Factor Financiero .....	26
2.3.3.	Factor Complementario. ....	27
2.4.	Matriz de Decisión. ....	28
2.5.	Selección de la Mejor Alternativa. ....	28
CAPÍTULO III		
CONSTRUCCIÓN. ....		30
3.1.	Estructura con sus Respectivas Ruedas .....	31
3.1.1.	Tubo Estructural de Hierro Cuadrado de 1 ½ X 2”	31
3.1.2.	Estructura de Protección del Tanque de Combustible	32
3.1.2.2	Angulo de 1 ½ X 3/16” .....	33
3.1.4	Tanque Exterior. ....	35
3.1.4.1	Tool Galvanizado 125mm.X 210mm. ....	35
3.1.5	Manivela y Seguro .....	35
3.1.5.1	Manivela .....	35
3.1.5.2	Seguro .....	36
3.2.	Diagramas de Procedimientos .....	37
3.2.1.	Tipo de máquinas y herramientas utilizados en la	

construcción del banco de prueba para la verificación de fugas en los tanques integrales principales de combustible del Avión. K-fir C2.	38
3.3.Diagrama de proceso de fabricación de la estructura del banco para el chequeo de fugas del Avión Kfir. C2	41
3.3.1. Diagrama de proceso de la estructura del tanque principal de combustible Del Avión K-fir . . . . .	43
3.3.2. Diagrama de proceso de fabricación del tanque que contiene el agua jabonosa para el chequeo de fugas de los tanques de combustible del Avión K-fir. . . . .	45
3.3.3. Diagrama de proceso de montaje de los rodamientos y eje a la estructura. . . . .	46
3.3.4. Diagrama de proceso de fabricación del seguro , manibela del banco de prueba del Avión K-fir . . . . .	48
3.3.4.1.Piñón . . . . .	48
3.3.4.2.Varilla que conforma el seguro . . . . .	50
3.4.Diagrama de ensamble . . . . .	51
3.5.Pruebas de Funcionamiento . . . . .	53
 <b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>EVALUACIÓN Y MANTENIMIENTO . . . . .</b>	<b>55</b>
4.1. Manual de Operación . . . . .	55
4.2. Manual de Mantenimiento . . . . .	57
4.3. Manual de Seguridad . . . . .	58
 <b>CAPÍTULO V</b>	



ESTUDIO ECONÓMICO .....	59
5.1. Presupuesto .....	59
5.2. Análisis Económico Financiero .....	59
CAPÍTULO VI	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
6.1. Conclusiones .....	64
6.2. Recomendaciones .....	65
BIBLIOGRAFÍA .....	66
ANEXOS .....	67

## LISTADO DE FIGURAS

Figura N° 1.1. Depósito metálico de aviones ligeros	5
Figura N° 1.2. Depósitos flexibles de combustible del avión K-Fir	7
Figura N° 1.3. Depósito integral	8
Figura N° 1.4. Capacidad de los tanques de combustible	12
Figura N° 1.5. Tanque de fuselaje delantero superior	16
Figura N° 2.1. Banco de pruebas estándar	22
Figura N° 2.2. Banco de prueba tipo cápsula hidromática	23
Figura N° 2.3. Banco de prueba de Madera	24
Figura N° 2.4. Banco de prueba estándar	29
Figura N° 3.1. Estructura	30
Figura N° 3.2. Estructura terminada	31
Figura N° 3.3. Tubo estructural	31
Figura N° 3.4. Platina	32
Figura N° 3.5. Rodamientos	33
Figura N° 3.6. Eje de acero	34
Figura N° 3.7. Tanque exterior	35
Figura N° 3.8. Manivela	36
Figura N° 3.9. Seguro terminado	36
Figura N° 3.10. Vista frontal	37
Figura N° 3.11. Vista lateral derecha	37
Figura N° 3.12. Varoladora	40

## LISTADO DE TABLAS

Tabla N° 1.1. Tanques Internos .....	11
Tabla N° 1.2. Tanques externos .....	11
Tabla N° 2.1. Parámetro de evaluación .....	27
Tabla N° 2.2. Matriz Decisión .....	28
Tabla N° 3.1. Simbología de los procesos de construcción .....	38
Tabla N° 3.2. Herramientas utilizadas .....	39
Tabla N° 3.3. Máquinas utilizadas .....	39
Tabla N° 3.4. Equipos utilizados .....	39
Tabla N° 3.5. Tiempo utilizado E. H. M .....	52
Tabla N° 3.6. Récord de pruebas .....	54
Tabla N° 3.7. Evaluación del Estado del tanque .....	54
Tabla N° 5.1. Lista de costo de materiales .....	60
Tabla N° 5.2. Lista de costo de utilización máquinas .....	61
Tabla N° 5.3. Costo de mano de obra .....	62
Tabla N° 5.4. Costo de otros gastos .....	62
Tabla N° 5.5. Costo del Banco de pruebas .....	63

## **LISTADO DE ANEXOS**

**ANEXOS A** PLANOS GENERALES

**ANEXOS B** PLANOS DE DESPIECE

**ANEXOS C** CARACTERÍSTICAS DEL ELASTÓMERO  
CARACTERÍSTICAS DEL DETERGENTE

**ANEXOS D** CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA  
CARACTERÍSTICAS DE LA SUELDA

## **RESUMEN**

El banco de pruebas es utilizado para la comprobación de fugas en los tanques principales del avión K- Fir, por lo cual es uso exclusivo del mismo.

El banco está diseñado de manera que el técnico realice una inspección completa, por lo que ahorra tiempo y dinero, el tanque de combustible al ser inspeccionado, se amolda completamente a una estructura interior que puede rotar 360° sobre su eje con la utilización de una manivela, también posee un seguro para fijarlo a la posición deseada

Tiene dos maneras de detección mediante la variación de presión de aire en el manómetro y la observación de fugas en el exterior del tanque de combustible por medio de agua jabonosa.

El presente proyecto de grado ayudará a los alumnos a conocer sobre el sistema y tipos de depósitos de combustible del avión K- Fir, la existencia de otras alternativas de construcción y los procedimientos de ensamblaje del banco así como también la utilización del mismo.

## **INTRODUCCIÓN**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El centro de mantenimiento de la Fuerza Aérea de Latacunga no cuenta con el equipo indispensable para realizar el chequeo respectivo de los tanques integrales de combustible del avión K-FIR C2 por lo que el grado de revisión no es completo. El personal que trabaja en el mismo necesitaría un banco de pruebas que verifique y se pueda comprobar si los tanques se encuentran con alguna avería o fuga.

### **JUSTIFICACIÓN**

La construcción de un banco de prueba para la verificación de fugas de los tanques integrales del avión K-fir contribuirá de una manera necesaria a ayudar como una herramienta extra.

Este banco servirá como una guía y un aporte, proporcionando en la inspección de los tanques una observación clara del mismo permitiendo una revisión eficiente y eficaz de los técnicos.

### **ALCANCE**

La construcción del presente proyecto trata de un Banco de Prueba para la verificación de fugas en los tanques integrales de combustible del avión K-fir C2, en el que se pruebe la existencia de algún daño que pueda tener debido a su tiempo de uso, este banco tendrá la forma del tanque de combustible teniendo un fácil amoldamiento

para su inspección el material usado en la construcción permitirá ver claramente los objetos, para que el técnico proceda a la verificación.

Además contará con una toma de aire y un instrumento que mida la presión de aire que ingresa al tanque para su verificación. En la construcción de este banco se tomará en cuenta un soporte con ruedas para el traslado al lugar donde se requiera su utilización. Los técnicos serán beneficiados con la construcción de este banco, ya que podrán tener una herramienta eficaz de trabajo.

## **OBJETIVOS:**

### **OBJETIVO GENERAL**

Construir un banco de prueba para la verificación de fugas en los tanques integrales de combustible de avión K-fir C2

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las partes y componentes del sistema de combustible.
- Estudiar los diferentes tipos de alternativas.
- Seleccionar materiales y equipos para el banco de prueba.
- Construir el banco en base a los materiales seleccionados
- Elaboración de manuales de mantenimiento, verificación y operación.

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVION K-FIR**

El sistema de combustible del avión K-fir incorpora tanques externos y tanques integrales internos.

El sistema de combustible provee a los diversos tanques principales del fuselaje automáticamente y con seguridad a través de todo el vuelo, manteniendo el centro de gravedad del avión. Para el abastecimiento del combustible durante el vuelo, posee una sonda de repostaje.

#### **1.1.1 Tanques de combustible**

El combustible a bordo se almacena en depósitos, en aviación existen tres tipos de depósitos de combustible.

- Rígidos
- Flexibles
- Integrales

##### **1.1.1.1 Depósitos Rígidos**

El deposito rígido es el más antiguo de los utilizados en aviación. Es de poca utilización en la actualidad, salvo en aviones ligeros. Se emplean como recipientes en otros fluidos del avión, como aceite, liquido hidráulico, etc.



La Fig. 1.1. muestra un tanque de combustible metálico para aviones ligeros, fabricado con chapa de aleación de aluminio, las chapas se pliegan y sueldan para conseguir la estanqueidad necesaria. El depósito tiene una boca de carga , de manera que cuando el combustible alcanza el nivel máximo, a un existe suficiente espacio en el tanque para permitir la expansión térmica del combustible.

Todos los depósitos deben tener un volumen determinado para la expansión térmica del combustible. No debe ser inferior al 2% de la capacidad del depósito.

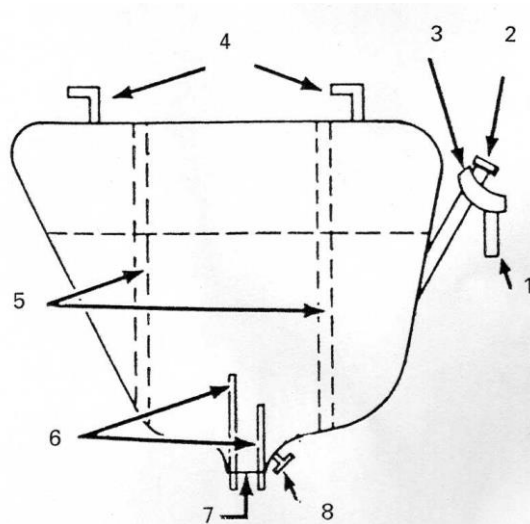


Fig1.1. Deposito metálico de aviones ligeros.

Del gráfico 1.1 se detalla los siguientes componentes:

1. Drenaje
2. Boca de llenado
3. Manguera de drenaje
4. Ventilación
5. Tabiques separadores
6. Tuberías de salida de combustible
7. Sumidero
8. Grifo de drenaje

La reserva de combustible en el depósito de la ilustración está fijada por la tubería de nivel (6). La altura entre los dos tramos de la tubería de nivel representa la

reserva de combustible disponible a bordo. Otros aviones pueden tener un depósito suplementario para estos fines.

Puesto que la presencia de agua en el depósito de combustible es inevitable, los depósitos tienen un sumidero para contener y drenar el agua. La capacidad del sumidero no es nunca inferior al 0,10% de la del depósito.

#### **1.1.1.2. Depósito Flexibles**

Los depósitos de combustible flexible tienen un gran campo de aplicación en la aviación general. Se emplean también en aviones de transporte, combinados con depósitos integrales en las alas.

Los depósitos flexibles están fabricados en material elastómero. Por consiguiente tienen la flexibilidad suficiente para adaptarse a volúmenes internos más o menos complicados del interior del avión. Se fabrican; pues, expresamente para situarlos en zonas determinadas del ala o del fuselaje.

La zona de avión que recibe un depósito flexible está especialmente diseñada y protegida para evitar roces y el desgarramiento del material elástico del depósito. Una vez instalados en su sitio, por la abertura prevista en la estructura del avión, se sujetan a ella con broches u otros medios, adaptándose el depósito al habitáculo interno previsto.

La Fig. 1.3. muestra el dibujo de un depósito integral. Note que las esquinas de los compartimentos estructurales, que pasan a ser depósitos de combustible, se sellan

con materiales apropiados (sellantes) para impedir las fugas de combustible. Todas las uniones de la chapa, así como las cabezas de los remaches o tornillos, etc., que se emplean en estas zonas, deben quedar perfectamente selladas para asegurar la estanqueidad del depósito.

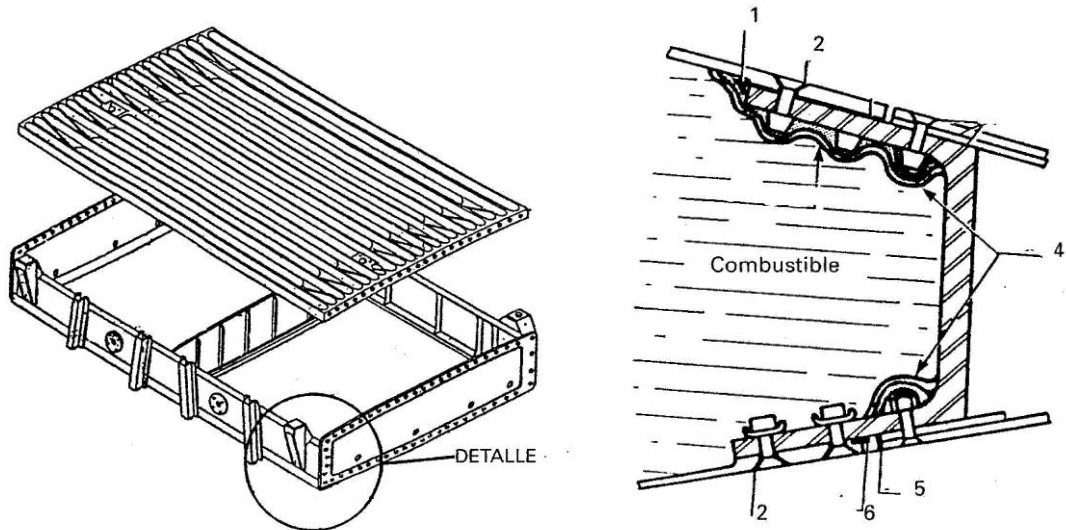


Fig. 1.3. Depósito integral.  
Zonas de sellado del depósito para estanqueidad.

De la Fig. 1.3. se detallan los siguientes componentes:

1. Cordón de sellante
2. Capa de sellante
3. Doble capa de sellante
4. Tres capas de sellante
5. Junta sellada de refuerzo
6. Cordón auxiliar

Los depósitos integrales se constituyen en el momento de fabricación del avión. Se comprende entonces que el requisito de estanqueidad es clave en el éxito de esta construcción.

El interior de los depósitos integrales recibe un tratamiento especial de pintura de protección contra la corrosión y capas de pintura antibacteriana.

Los depósitos de combustible rígidos, por ser obsoletos en el campo comercial, se les ha dejado a un lado, mientras que los depósitos flexibles tienen muchas ventajas como veremos a continuación:

1. El depósito flexible podrá ubicarse en cualquier posición del avión, dejando los registros de acceso correspondientes en la estructura.
2. Posibilidad de desmontaje del mismo, para reparación, e incluso para reparación estructural en la zona de ubicación del avión.
3. Buena resistencia a la vibración y al impacto en circunstancias de aterrizajes de emergencia.

Las desventajas son éstas:

- a) Costo elevado
- b) Grave peligro de grietas en las operaciones de doblado, desdoblado, montaje y desmontaje.
- c) Presencia de posibles grietas en las operaciones de doblado, desdoblado, montaje y desmontaje.

Con todo, hay una desventaja singular del depósito flexible en el campo de la aviación comercial: el depósito flexible es luego añadido a la estructura; por tanto, es

un diseño que no respeta las reglas de mínimo peso del avión, tan importante en los fines comerciales.

Los depósitos por su parte, resuelven de manera eficiente el problema de almacenamiento de combustible con los requisitos de peso mínimo del sistema.

El volumen de las “cajas” que se forman en la unión de los planos con el fuselaje, y del estabilizador horizontal en la zona de cola, es enorme en términos de capacidad de almacenamiento. Desde el punto de vista del peso total del avión hay que tener en cuenta que la estructura del depósito integral ya está en el avión: sólo hay que protegerla y acondicionarla a las funciones propias del sistema de combustible, esto es, estanqueidad y bombeo.

No obstante, el gran problema del depósito integral es el referente a las fugas de combustible. Los depósitos integrales de ala resultan más accesibles, y a veces las fugas se detectan en el mismo pre vuelo. Sin embargo, los depósitos de fuselaje y cola tienen una posición muy interna y el problema de fugas en esta zona implica siempre unos costos de mantenimiento mayores.

### **1.1.2. Capacidad de Tanques Internos**

La capacidad de los tanques internos de combustible del avión K- fir se detalla en la siguiente tabla.

**TABLA 1.1. Capacidad de tanques internos**

<b>TANQUES INTERNOS</b>	<b>CAPACIDAD</b>
Tanques de fuselaje principales (10,14)	2 x 475 = 950 litros
Tanques de fuselaje delantero superior (1)	1 x 460 = 460 litros
Tanques de vientre trasero (27)	2 x 182.5 = 365 litros
Tanque de ala (30)	2 x 545 = 1090 litros
Tanque de borde de ataque(32)	2 x 117.5 = 235litros
Acumulador de vuelo invertido (7)	1 x 63 = 63 litros
Capacidad total de los tanques internos	3163 litros

### 1.2.3. Capacidad de Tanques Externos

Existen dos tipos de tanques externos; tanque externo de ala y tanque externo de vientre, en la siguiente tabla presentamos la capacidad en litros de estos tanques.

**TABLA 1.2. Capacidad de Tanques Externos**

<b>TANQUES EXTERNOS</b>	<b>CAPACIDAD</b>
<u>Tanques externos de ala:</u>	
Tanque 1302L contiene	1285 litros
Tanque 500L contiene	480 litros
<u>Tanques de vientre externo:</u>	
Tanque 1301L contiene	1260 litros
Tanque 825 contiene	845 litros

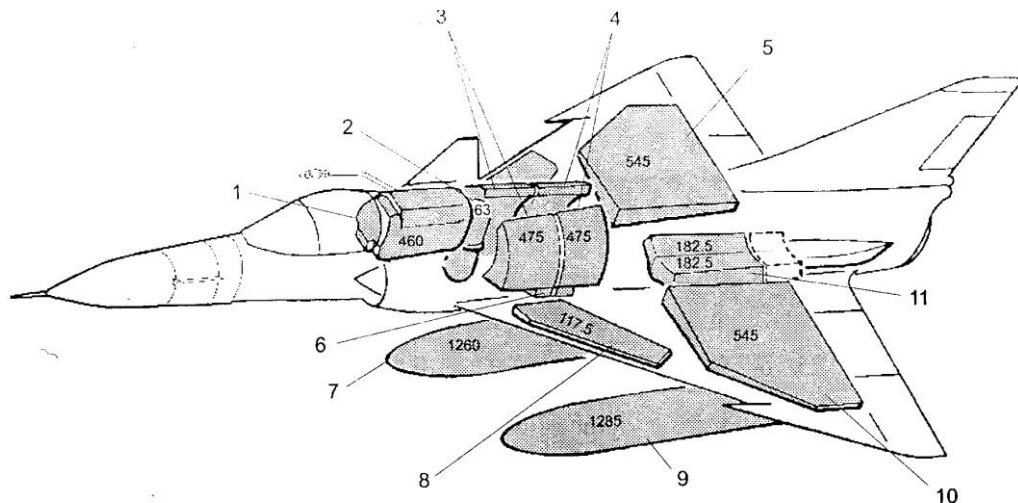


Fig.1.4. Capacidad de los tanques de combustible

1. Tanque de fuselaje delantero superior (460 litros); 2. Acumulador de vuelo invertido (63 litros); 3. Tanque de fuselaje delantero (475 litros); 4. Tanque de fuselaje (475 litros); 5. Tanque de ala (545 litros); 6. Tanque de alimentación; 7. Tanque externo de vientre (1260 litros); 8. Tanque de borde de ataque (117.5 litros); 9. Tanque externo (1285 litros); 10. Tanque de ala (545 litros); 11. Tanque de vientre (365 litros)

## 1.2 TIPOS DE TANQUES DE COMBUSTIBLE

### 1.2.1 Tanques de Fuselaje Principales

- Los tanques son de material flexible , ubicados en las paredes del compartimento en el fuselaje central del avión alrededor del conductor de la entrada de aire. Los tanques están ubicados entre los mamparos 17 y 23 en el fuselaje central y son dispuestos de la siguiente manera:
- Cuatro tanques en forma de banana alrededor de la entrada de aire, dos en cada lado.

- Dos tanques de alimentación, uno en cada lado ubicados debajo de los tanques de forma de banana traseros, frente al compartimento del tren de aterrizaje principal.

La capacidad de los tanques de fuselaje es 475 litros en cada lado del avión (sin incluir el combustible contenido por el acumulador de combustible de vuelo invertido).

**a. Tanque de fuselaje delantero**

El tanque delantero está ubicado entre los mamparos 17 y 20. Contiene:

- Válvulas flotadoras que controlan la transferencia de combustible de los diversos tanques.
- Válvula de transferencia en el tanque externo de ala . Usada para transferir el combustible del tanque de ala externo controlado por la válvula flotador.
- Válvula de cierre de carga (en el tanque izquierdo). usada para la carga de los tanques de fuselaje principales.
- Conexión al sistema de presurización.
- Conexión al tubo de transferencia delantero superior.
- Interconexión de aire y combustible con el tanque trasero.
- Puerta superior e inferior, para acceso al equipo.



**b. Tanque de fuselaje trasero**

El tanque de fuselaje trasero esta ubicado entre los mamparos 20 y 23.

Contiene:

1. Válvula de transferencia. Usada para transferir el combustible del tanque externo del vientre.
  
2. Válvulas de transferencia
  
3. Proporcionador de flujo de combustible, usado para proveer combustible simultáneamente.
  
4. Válvula piloto del flotador de carga controla el flujo de combustible hacia los tanques de fuselaje principales.
  
5. Válvula de cierre en línea, usada para cargar a presión del tanque externo del vientre
  
6. Válvulas de retención.
  
7. Boca de carga por gravedad , solo en el tanque derecho.
  
8. Sistema de vaciado
  
9. Adaptador de vaciado en tierra.

## 10. Válvula de retención

### **c. Tanque de alimentación**

El tanque de alimentación esta conectado debajo del tanque trasero entre los mamparos 20 y 22. Contiene:

1. Bomba de combustible de baja presión
2. Bomba de combustible de emergencia
3. Unidad de tanque (sensor de cantidad de combustible)

### **1.2.2 Tanque de fuselaje delantero Superior**

El tanque es de caucho flexible y esta fijado en las paredes del compartimento en la estructura del compartimento del tanque (mamparos 12,13,14) esta reforzadas por barras de metal que pasan a través de pasajes de caucho y que atraviesan el ancho de la parte superior del tanque de combustible.

Contenido del tanque 460 litros de combustible.

Consiste de:

1. Válvula de retención de aire . Usada para transferir combustible hacia los tanques de fuselaje principales.
2. Válvula piloto de flotador. Usada para controlar el flujo de carga al tanque delantero superior.

3. Llave de flotador. Usada para indicar finalización de la carga de tanque delantero superior.
4. Válvula de retención. Usada para cargar a presión el tanque delantero superior.
5. Válvula de retención . Usada para prevenir reboso durante carga en vuelo.
6. Dispositivo de drenaje. Usado para el vaciado del tanque en tierra.
7. Conexión al sistema de presurización.

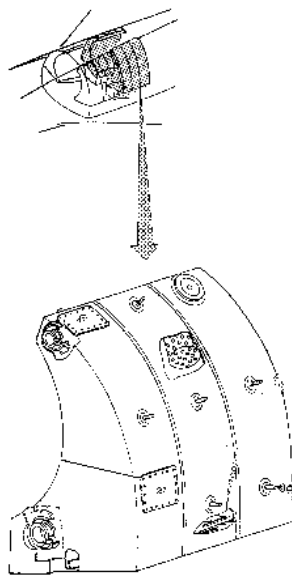


Fig. 1.5. Tanque de fuselaje delantero superior

### 1.2.3 Tanques de Ala

Cada ala incorpora un tanque adaptada a la estructura del avión y un tanque de borde de ataque.

**a. Tanque de caja del ala**

En cada ala este tanque llena el volumen de cada caja se ala principal. Contiene 545 litros de combustible.

**b. Tanque de borde de ataque**

Formado por la sección interna del borde de ataque , desde la raíz del ala hasta el borde de ataque. Contiene 118 litros de combustible; incorpora lo siguiente:

1. Válvula piloto de flotador .Controla el flujo.
2. Válvula de flotador, usada para indicar finalización de la carga del tanque trasero.

**1.2.4. Tanque trasero de vientre**

Este tanque es de metal y adaptado a la estructura y forma aerodinámica del avión.

Este tanque contiene 265 litros de combustible este tanque posee secciones no interconectables. Posee bombas y puertas de acceso a las mismas.

**1.2.5. Tanque de vuelo invertido**

Este tanque ayuda en vuelo cuando el avión esta en posición invertida la cantidad que posee este tanque es de 63 litros de combustible y le ayuda para 15 segundos de vuelo en posición negativa.

### **1.2.6. Tanque de ala externo**

En cada ala del avión existen puntos donde van fijados los tanques externos que poseen una cantidad de 1285 litros de combustible. La transferencia de combustible es mediante presión.

### **1.2.7. Tanque de externo de vientre**

Este tanque es fijado en puntos en el vientre del avión posee 2 tipos de tanques de 1260 litros y 845 litros respectivamente, la transferencia se realiza mediante presión.

## **1.3. SISTEMA DE CARGA A PRESIÓN**

Con este sistema carga a presión los tanques internos de combustible en tierra y vuelo a través de un punto único.

La presión suministrada es de 50 psi, el combustible fluye para cada uno de los tanques internos y por medio de válvulas activadas por un selenoide se distribuye hacia los tanques externos.

La carga es realizada y también puede ser interrumpida automáticamente . La cantidad de combustible debe ser ajustada manualmente usando un detotalizador de cantidad de combustible.

## **1.4. VACIADO DE COMBUSTIBLE**

El avión esta equipado para vaciar el combustible en tierra de todos los tanques incluyendo los externos.

Componentes:

- Adaptador
- Válvula de retención

El vaciado requiere de una tobera de vaciado aplicando presurización a los tanques de combustible y apertura a la válvula.

Este combustible es transferido mediante succión la secuencia de vaciado es la misma que la de la transferencia de combustible.

## **1.5. PRESURIZACIÓN**

Los tanques de combustible son presurizados por aire del compresor del motor. Esta presión de aire es reducida a fin de cumplir con ciertos requerimientos; como asegurar la transferencia de presión de combustible para vuelo invertido.

Prevenir la formación de espuma del combustible. Después de salir el aire del compresor pasa por un filtro, una válvula selenoide (abierta) y una válvula de retención.

## **1.6. CONTROLES E INDICADORES**

### **1.6.1. Indicador de cantidad de combustible.**

Este indicador tiene dos punteros indicando la cantidad de combustible en los tanques derecho e izquierdo del fuselaje y es usado para una indicación precisa del combustible restante en el avión después que los otros tanques se encuentran vacíos.

### **1.6.2. Detotalizador de cantidad de combustible**

Este indica la cantidad de combustible restante en el avión, cuando los tanques externos son lanzados el indicador ajusta automáticamente para compensar la cantidad de combustible perdida.

### **1.6.3. Indicador de transferencia de combustible**

Este indicador se encuentra en el panel del piloto incluye seis luces cada una de estas correspondiendo a un tanque específico.

### **1.6.4. Advertencia de presión de combustible**

La advertencia de baja presión en el panel de advertencias se enciende cuando la línea de alimentación al motor baja menos de 6.2 psi indicando que el acumulador de vuelo invertido de 65 litros esta vacío.

### **1.6.5. Advertencia de A/R FAIL-AIR REFUEL**

Se encuentra ubicado en el panel de advertencias. Se enciende cuando alguna de las válvulas del motor esta bloqueada por lo menos tres segundos.

### **1.6.6. Dispositivos de medición**

Dos sensores de cantidad de combustible ubicados en los tanques principales miden cantidad de combustible en esos tanques. Seis llaves de presión indica baja presión de combustible en la entrada al motor. Llaves de nivel en los tanques principales de combustible.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

#### **2.1. DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS**

##### **2.1.1. Definición de Alternativas**

Dentro de las Alternativas propuestas se ha escogido las siguientes tomando en cuenta el diseño, aplicación, tamaño y costo; las cuales son:

- Banco de Pruebas Estándar de chequeo a Presión neumática
- Banco de Pruebas Individual tipo Cápsula Hidromática.
- Banco de Pruebas de madera, a Presión Neumática.

##### **2.1.2. Estudio Técnico**

###### **2.1.2.1. Primera Alternativa**

La primera alternativa habla sobre un banco de pruebas estándar de chequeo a presión neumática.

1. Estructura móvil
2. Estructura de protección del tanque
3. Rodamientos y eje
4. Tanque exterior



5. Manivela y seguro

6. Manómetro

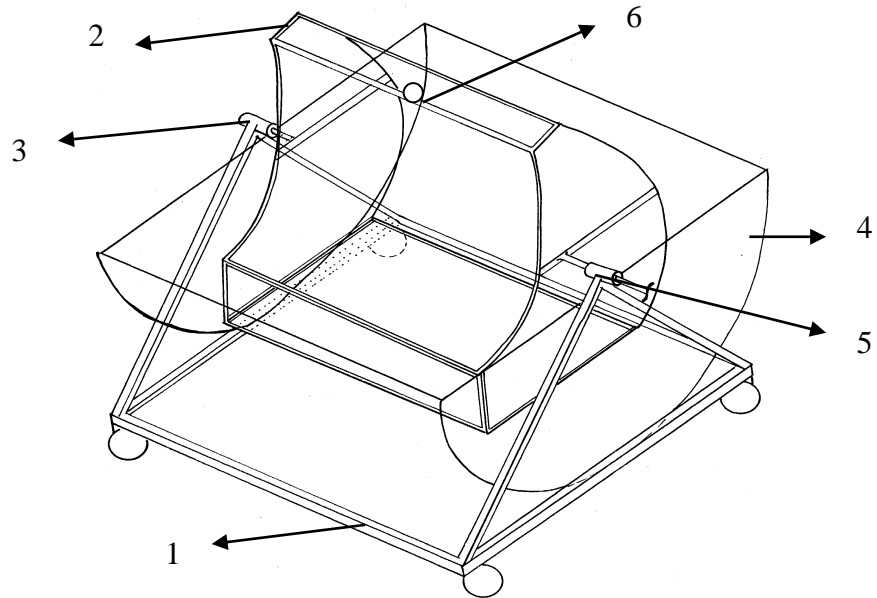


Fig. 2.1. Banco de pruebas estándar

#### 2.1.2.2. Segunda Alternativa

La segunda alternativa trata sobre el banco de pruebas individual, tipo cápsula hidromática éste banco tiene las siguientes partes:

1. Estructura de protección
2. Cubierta de láminas acrílicas
3. Manómetro
4. Cañerías
5. Ruedas transportadoras

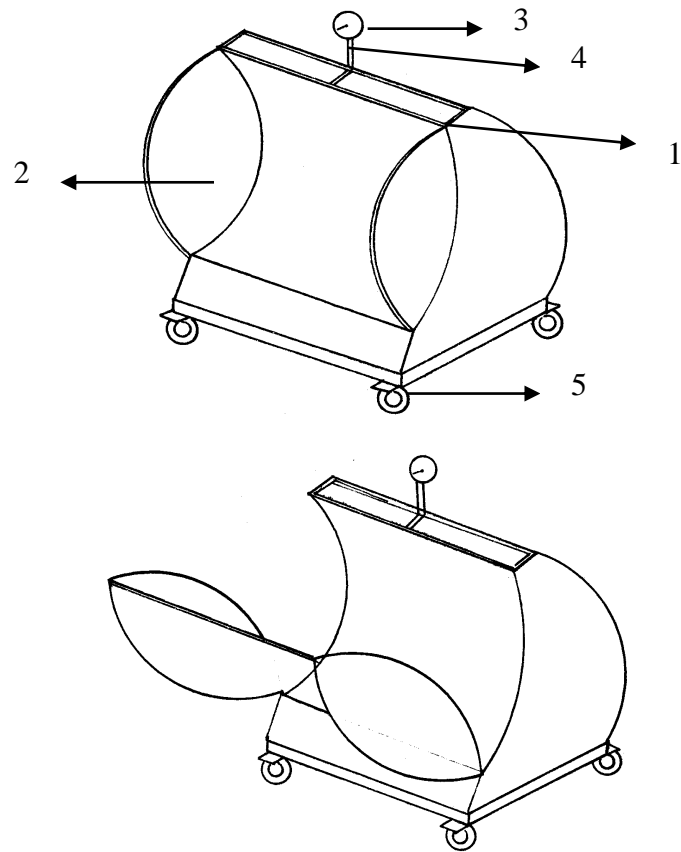


Fig. 2.2. Banco de pruebas tipo cápsula hidromática

### 2.1.2.3. Tercera Alternativa

La tercera alternativa manifiesta sobre un banco de prueba de madera a presión neumática. Este banco contiene las siguientes partes:

1. Estructura de protección
2. Manómetro
3. Cañerías
4. Ruedas transportación

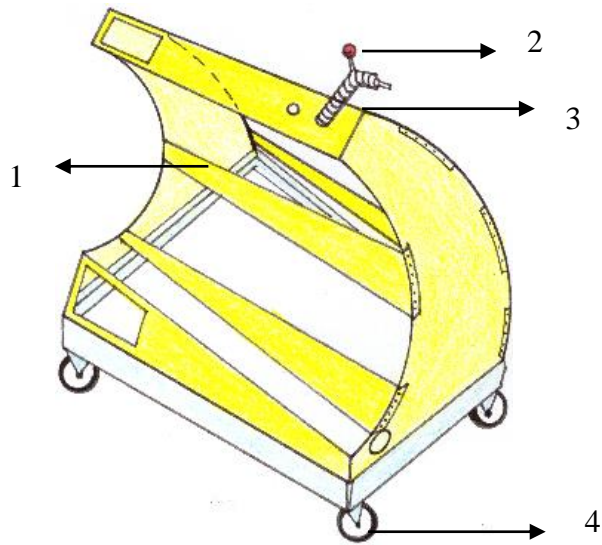


Fig. 2.3. banco de prueba de madera

## 2.2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Se tomará en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas para determinar la mejor y analizar requerimientos el banco de pruebas escogido.

### 2.2.1. Primera Alternativa

Banco de prueba estándar a presión neumática.

#### VENTAJAS:

- Adaptación para los dos tanques izquierdo y derecho
- Interior altamente visible
- Dos maneras de detección de fugas
- Fácil mantenimiento
- Seguridad el momento de realizar las pruebas
- Fácil manipulación

DESVENTAJAS:

- Operación lenta
- Necesaria fuente de aire a presión

**2.2.2. Segunda Alternativa**

Banco de prueba individual tipo cápsula hidromática.

VENTAJAS:

- Precisión en la verificación
- Funciona herméticamente cerrada
- Operación rápida

DESVENTAJAS:

- Adaptación solo de un tanque
- Necesita compresor para la presión de aire
- Inadecuada manipulación puede causar accidentes
- Sus costo es elevado.

**2.2.3. Tercera Alternativa**

La tercera alternativa habla sobre un banco de prueba de madera a presión neumática.

VENTAJAS:

- Resistencia a altas presiones

- Económico
- La construcción no es compleja

#### DESVENTAJAS:

- Hecho solo para un tanque
- Escasa visibilidad interior
- Necesita compresor
- Su peso es mayor

### **2.3. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**

Para evaluar cada una de las alternativas se tomará en cuenta las ventajas y desventajas que presentan y la opción que obtenga la mayor calificación será el seleccionado para ser construido. Las opciones de construcción tendrá un valor de 0 a 1 propuesto en este proyecto.

Los parámetros de evaluación seleccionados son los siguientes divididos en tres factores (mecánico, financiero, variable).

#### 1. FACTOR MECÁNICO

- Material: La puntuación de 0.7 para la primera alternativa es por su facilidad de adquisición y para el tipo de trabajo este es el mas adecuado.
- Construcción: Se califica de acuerdo a la complejidad de construcción del banco de pruebas y ésta es de 0.5.

- Operación: La operación del banco de pruebas no necesita de experiencia en el caso de la primera alternativa se califica con un valor de 0.8.
- Mantenimiento: el mantenimiento de la primera alternativa no es complicado por eso se le califica a la primera alternativa con un valor de 0.8.

## 2. FACTOR FINANCIERO

- Costo de fabricación: La primera alternativa tiene un costo de fabricación representativo por esa razón se le evalúa con un valor de 0.6.

## 3. FACTOR COMPLEMENTARIO

- Tamaño: las alternativas presentadas tienen el tamaño del tanque de combustible por lo tanto este tamaño es significativamente grande y lo calificamos con un valor 0.6.
- Forma: la primera alternativa presenta mejores cualidades de diseño ya que puede albergar en su interior tanto el tanque derecho como el tanque izquierdo de combustible por esa razón se le evalúa con 0.8.

A continuación cada uno de los factores:

### **2.3.1. Factor Complementario**

Tabla N° 2.1. de evaluación:

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	f. Pond X	ALTERNATIVAS		
		1	2	3
<b>1. Factor Mecánico</b>				
Materiales	0.7	0.7	0.7	0.5
Construcción	0.5	0.5	0.4	0.7
Operación	0.8	0.9	0.5	0.6
Mantenimiento	0.8	0.8	0.8	0.2
<b>2. Factor Financiero</b>				
Costo Fabricación	0.5	0.6	0.6	0.5
<b>3. Factor Complementario</b>				
Tamaño	0.6	0.6	0.7	0.6
Forma	0.8	0.7	0.6	0.5

#### 2.4. MATRIZ DE DECISIÓN

Tabla N° 2.2. Matriz de Decisión.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	f. Pond X	ALTERNATIVAS		
		1xXi	2xXi	3xXi
<b>1. Factor Mecánico</b>				
Materiales	0.7	0.49	0.49	0.35
Construcción	0.5	0.25	0.20	0.35
Operación	0.8	0.72	0.40	0.48
Mantenimiento	0.8	0.64	0.64	0.16
<b>2. Factor Financiero</b>				
Costo Fabricación	0.5	0.30	0.30	0.25
<b>3. Factor Complementario</b>				
Tamaño	0.6	0.36	0.42	0.36
Forma	0.8	0.56	0.48	0.40
<b>Total</b>		<b>3.32</b>	<b>2.93</b>	<b>2.35</b>

## 2.5. SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Una vez realizado el estudio de la evaluación cualitativa se determina que la primera alternativa, presenta las mejores condiciones para la construcción del banco de pruebas para la detección de fugas en los tanques principales de combustible del avión K-fir puesto que este banco puede ser utilizado por los técnicos que realizan mantenimiento de los tanques de combustible del avión K-fir.



Fig. 2.4. Banco de pruebas estándar.



## CAPÍTULO III

### CONSTRUCCION

En este capítulo se tiene como objetivo principal detallar los principales procesos de construcción y ensamblaje de las partes que conforman el banco de prueba para la verificación de fugas en los tanques integrales principales de combustible del avión K-fir C2.

El banco de prueba para la verificación de fugas en los tanques de combustible del avión K-fir C2 esta compuesto de cinco partes que cumplen con el trabajo para lo cual fue diseñado estas son:

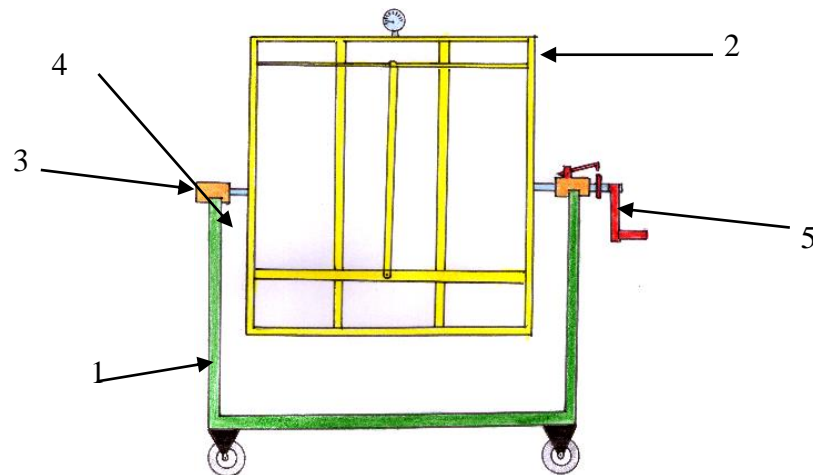


Fig.3.1. Estructura

1. Estructura con sus respectivas ruedas
2. Estructura de protección del tanque de combustible
3. Rodamientos y eje

4. Tanque exterior
5. Manivela y seguro

### **3.1. ESTRUCTURA CON SUS RESPECTIVAS RUEDAS**

La estructura es parte principal del banco de prueba ya que en esta se ubica el tanque exterior y al mismo tiempo soporta a la estructura de protección del tanque, esta estructura posee ruedas lo cual le brinda facilidad al querer trasladar de un lugar a otro.



Fig. 3.2. Estructura Terminada

Los materiales tomados en cuenta para la construcción de esta estructura son los siguientes:

#### **3.1.1. Tubo estructural de hierro cuadrado de 1 ½ x 2”**



Fig. 3.3. Tubo estructural

Las características que presenta este material facilidad al cortar, soldar y resistencia a altas cargas.

### **Utilización**

En la construcción este material fue seleccionado para dar forma a la estructura principal

### **Ruedas**

Las ruedas son de tipo industrial de 15 cm de diámetro están hechas para soportar el peso del banco que es aproximadamente 70 Kg. distribuido para cada rueda, estas ayudan al fácil traslado del banco de prueba a donde se lo requiera.

### **3.1.2 Estructura de protección del tanque de combustible**

Esta estructura será la encargada de alojar al tanque de combustible a ser chequeado, cabe destacar que al construirse de una manera simétrica puede albergar en su interior al tanque derecho e izquierdo.

#### **3.1.2.1 Platina de hierro de 1 ¼ x ¼”**



Fig. 3.4. Platina

Las características que presenta este material es su dureza y resistencia a grandes fuerzas hecha de hierro fundido.

### **Utilización**

La platina fue utilizado para dar la forma curva a la estructura, ya que se necesitaba dar la forma del tanque de combustible para un fácil amoldamiento.

#### **3.1.2.2 Angulo de 1 ½ x 3/16”**

Las características que presenta este material es resistencia a torsión, fácil de soldar, material es hierro.

### **Utilización**

En la construcción de la estructura de protección del tanque se utilizó para dar forma a la base y ciertas partes donde requería el uso obligado del mismo, cabe recalcar que dos ángulos utilizados para esta construcción se tuvieron que fabricar utilizando la maquinaria del bloque de estructuras del ala N°12.

#### **3.1.3 Rodamientos y eje**



Fig. 3.5. Rodamientos

Las características que esta presenta es la facilidad de dar al eje una rotación sobre el mismo con gran facilidad los rodamientos tienen un diámetro exterior de 52mm. y diámetro interior 25mm.



Fig. 3.6. Eje de Acero

Las características que presenta este material su resistencia, rigidez y facilidad para darle forma.

### **Utilización**

Este material se utilizó para unir a la estructura de protección del tanque con la estructura principal.

Para soldar la estructura externa e interna del banco de prueba se utilizaron los electrodos tipo E 6011.

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

Color del revestimiento: Blanco

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

## **Tanque Exterior**

Este tanque es parte fundamental del banco de pruebas ya que en este se procederá a llenarlo de agua con una substancia jabonosa para la inspección visual.

### **3.1.4.1 Tool Galvanizado 125mm.x 210mm**

Las características que este presenta este material es su facilidad para darle forma, por ser galvanizado es resistente a la corrosión.

## **Utilización**

Este material fue empleado en la fabricación del tanque que contendrá el líquido para la detección de fugas en los tanques de combustible.



Fig. 3.7. Tanque exterior

## **3.1.6 Manivela y Seguro**

### **3.1.5.1 Manivela**

La manivela es la parte del banco, por medio de esta la persona que realiza la inspección. Puede girar a la estructura de protección del tanque 360° para tener como resultado un chequeo total.

Esta manivela puede desmontarse del eje mediante un perno prisionero que se encuentra en la parte inferior de la misma.



Fig. 3.8. Manivela

### 3.1.5.3 Seguro

Su utilización es indispensable ya que con el podemos colocar a la estructura de protección del tanque en una posición deseada, permitiendo así realizar detenidamente la inspección visual.

El seguro trabaja mediante el engrane de una pequeña varilla en forma de L a un piñón fijo colocado en el eje.

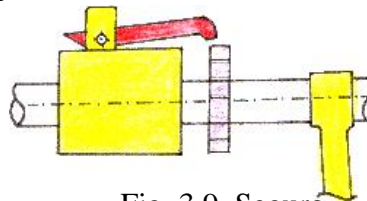


Fig. 3.9. Seguro

Para soldar el piñón, seguro, y manivela se utilizó electrodo tipo Rutilico de color gris claro.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Este electrodo diseñado para depositar cordones y filetes de un aspecto excelente y sobresalientes características mecánicas. Es un electrodo de gran velocidad de avance y poca pérdida por salpicadura.

A continuación se presenta el Banco de Prueba para la verificación de fugas ensamblado y pintado.



Fig. 3.10. vista frontal



Fig. 3.11 Vista lateral derecha

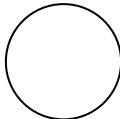
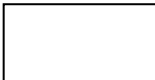


### **3.2. Diagramas de procedimientos**

A continuación se presentan los diagramas de los diferentes procesos en la construcción del banco de prueba para la verificación de fugas en los tanques integrales principales de combustible del avión K-fir C2.



Estos diagramas están compuestos por símbolos que indican la forma como se ha trabajado en la construcción del banco. A continuación se presenta una tabla con la simbología utilizada en cada uno de los procesos de construcción del banco.

**Tabla 3.1. Simbología de los procesos de construcción del banco.**

Num.	SIMBOLO	SIGNIFICADO
1		PROCESO
2		INSPECCIÓN
3		PROCESOS TERMINADOS
4		ENSAMBLAJE

**3.2.1 Tipo de máquinas y herramientas utilizados en la construcción del banco de prueba para la verificación de fugas en los tanques integrales principales de combustible del avión. K-fir C2.**

En esta parte se presenta las herramientas, maquinas y equipos utilizados en la construcción del banco de prueba para la verificación de fugas en los tanques integrales principales de combustible del avión K-fir C2.

**Tabla 3.2. Herramientas utilizadas**

<b>Num.</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	Taladro	<b>h1</b>
2	Sierra manual	<b>h2</b>
3	Lima plana y circular	<b>h3</b>
4	Martillo neumático	<b>h4</b>
5	Entenalla	<b>h5</b>
6	Moladora	<b>h6</b>

**Tabla 3.3. Máquinas utilizadas**

<b>Num.</b>	<b>MÁQUINA</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	Soldadora	110/220 V AC 60 Hz	M1
2	Esmeril	110 V AC disco 6 plg.	M2
3	Varoladora	220 V AC con motoreductor	M3
4	Dobladora de caja	Manual	M4

**Tabla 3.4. Equipos utilizados**

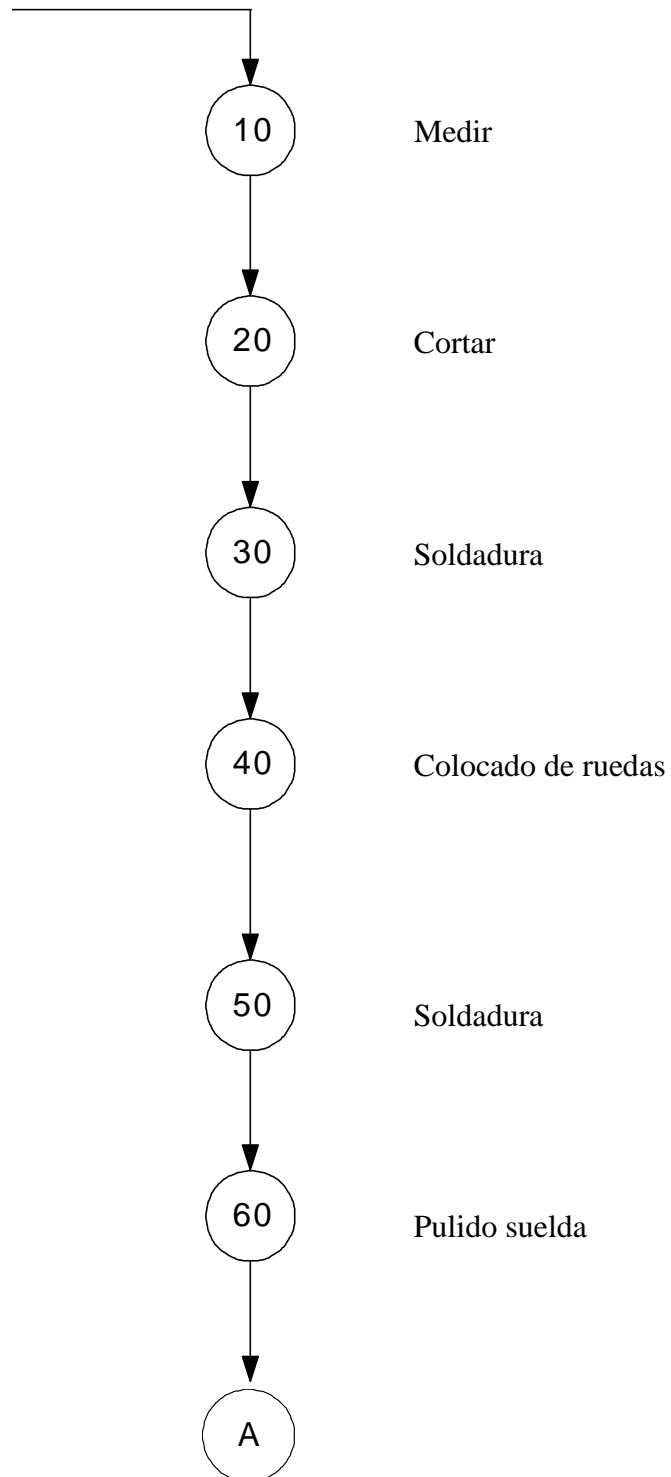
<b>Num.</b>	<b>MÁQUINA</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	Compresor para pintura	50 psi, ½ HP	E1

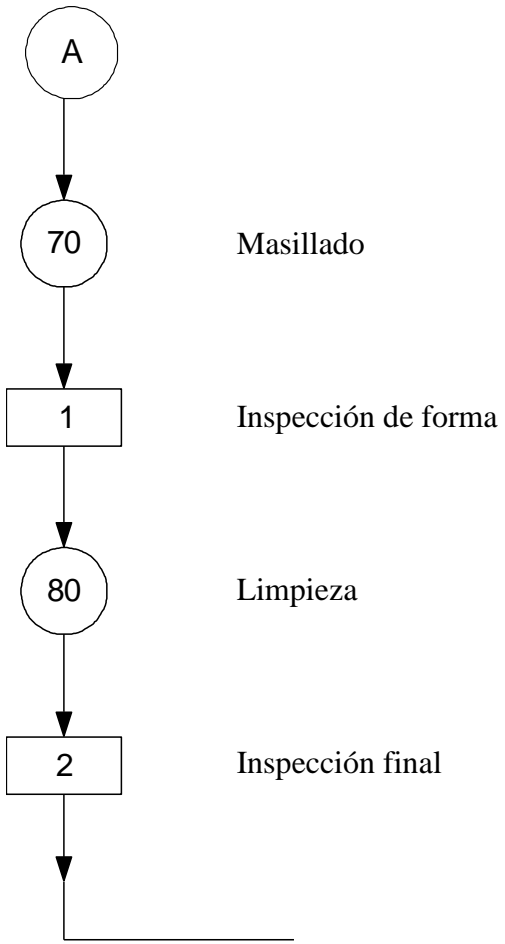


Fig. 3.12. Varoladora

**3.3. Diagrama de proceso de fabricación de la estructura del banco para el chequeo de fugas del avión Kfir. C2:**

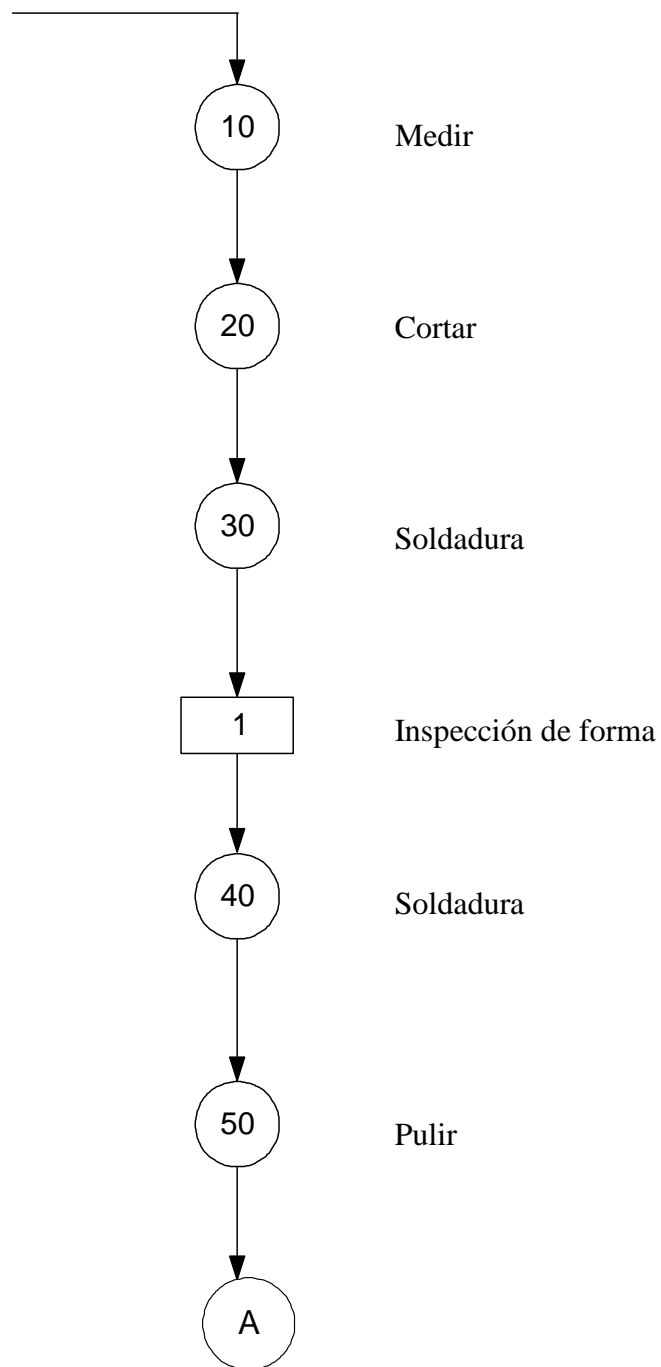
Material tubo diámetro 2 plg. y garruchas

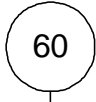
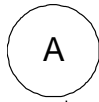




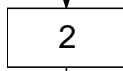
### 3.3.1. Diagrama de proceso de la estructura del tanque principal de combustible del Avión K-fir

Material: Platina de 5mm; 3mm y ángulo de 1 ½

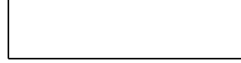




Masillado

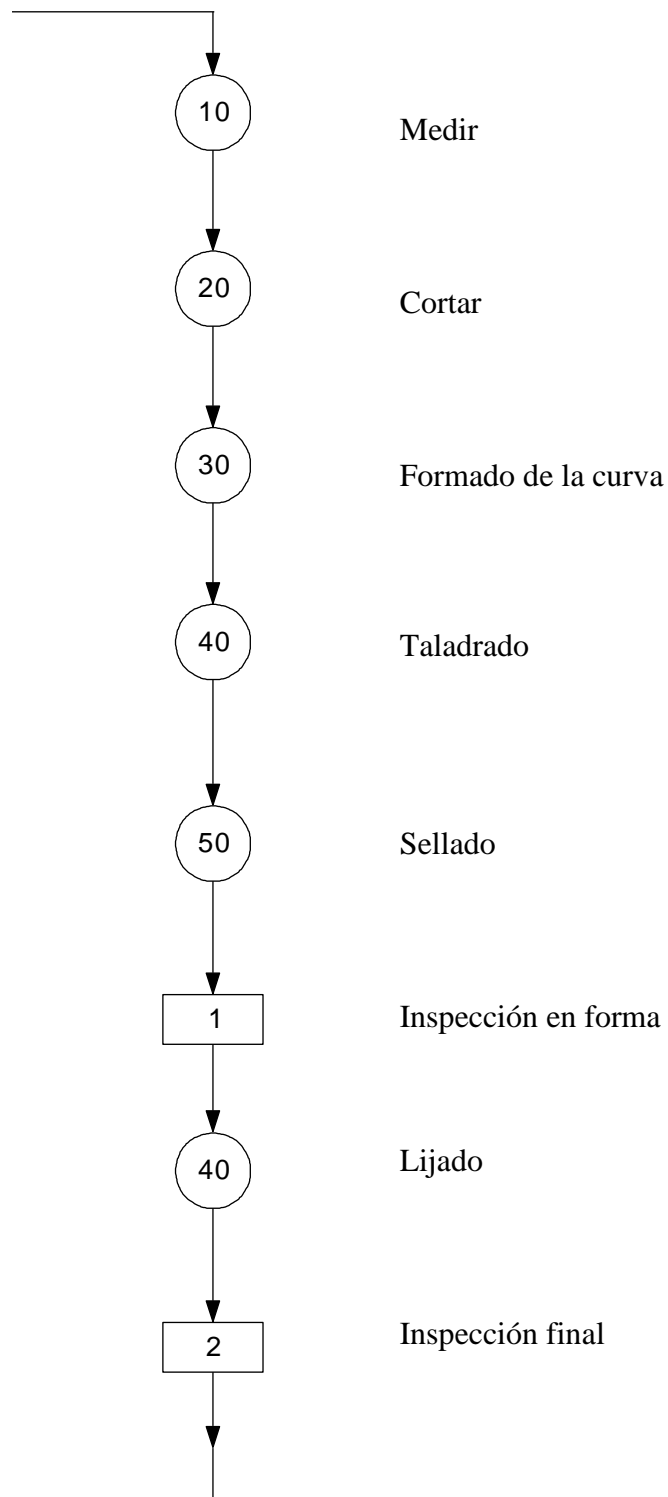


Inspección final



**3.3.2. Diagrama de proceso de fabricación del tanque que contiene el agua jabonosa para el chequeo de fugas de los tanques de combustible del Avión K-fir.**

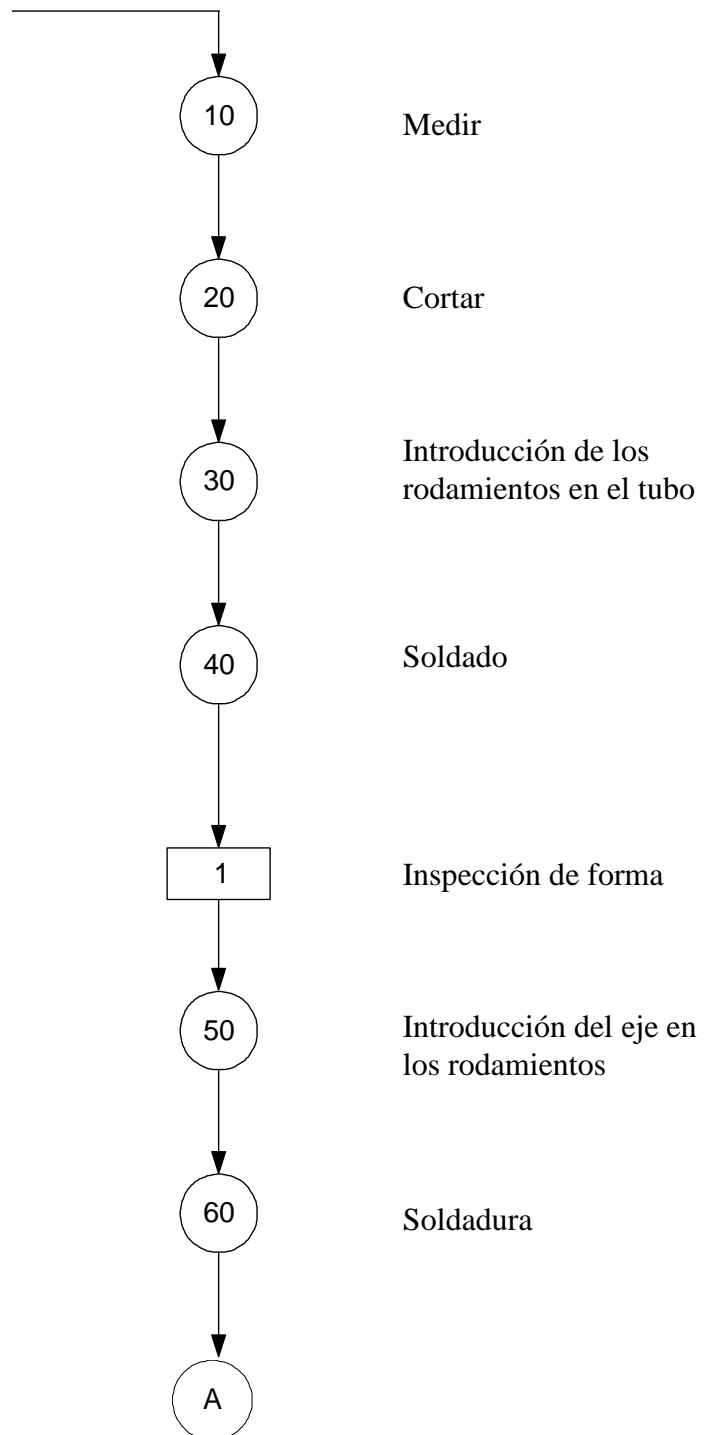
Material: Tol galvanizado y remaches

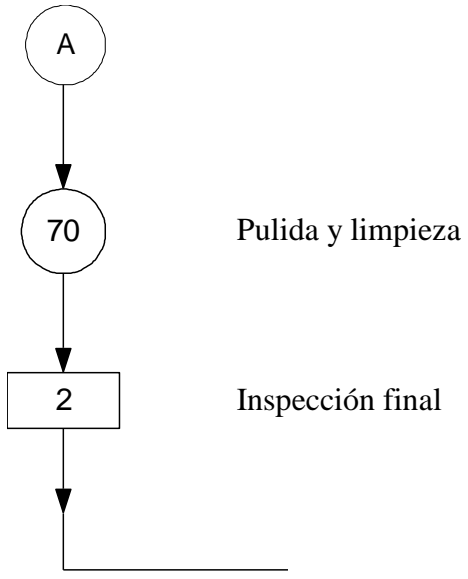




### 3.3.3. Diagrama de proceso de montaje de los rodamientos y eje a la estructura.

Material: Rodamiento, tubo 299, eje

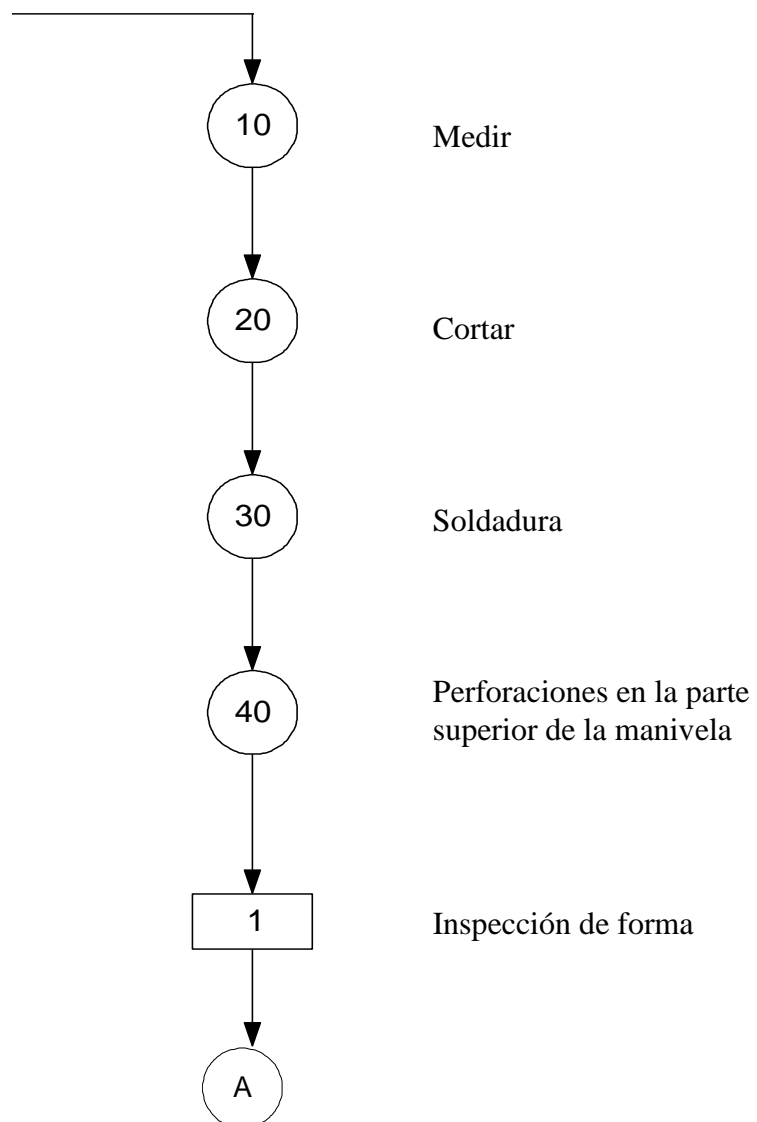


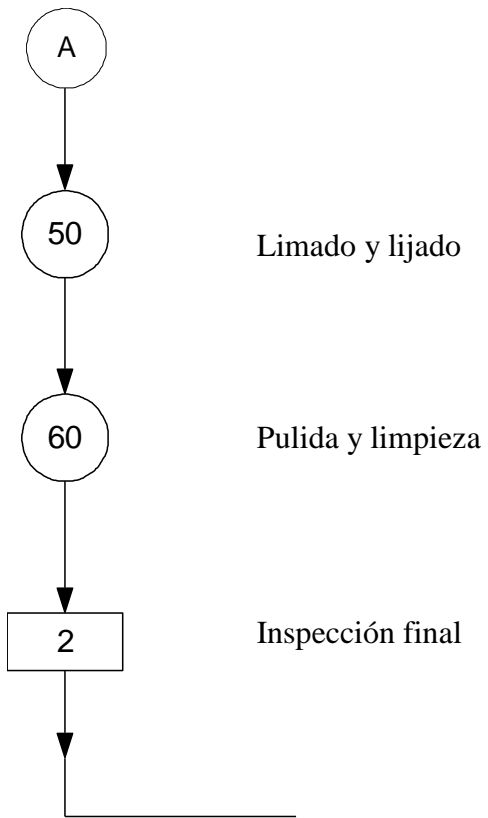


### 3.3.4. Diagrama de proceso de fabricación del seguro manivela del banco de pruebas del Avión K-fir

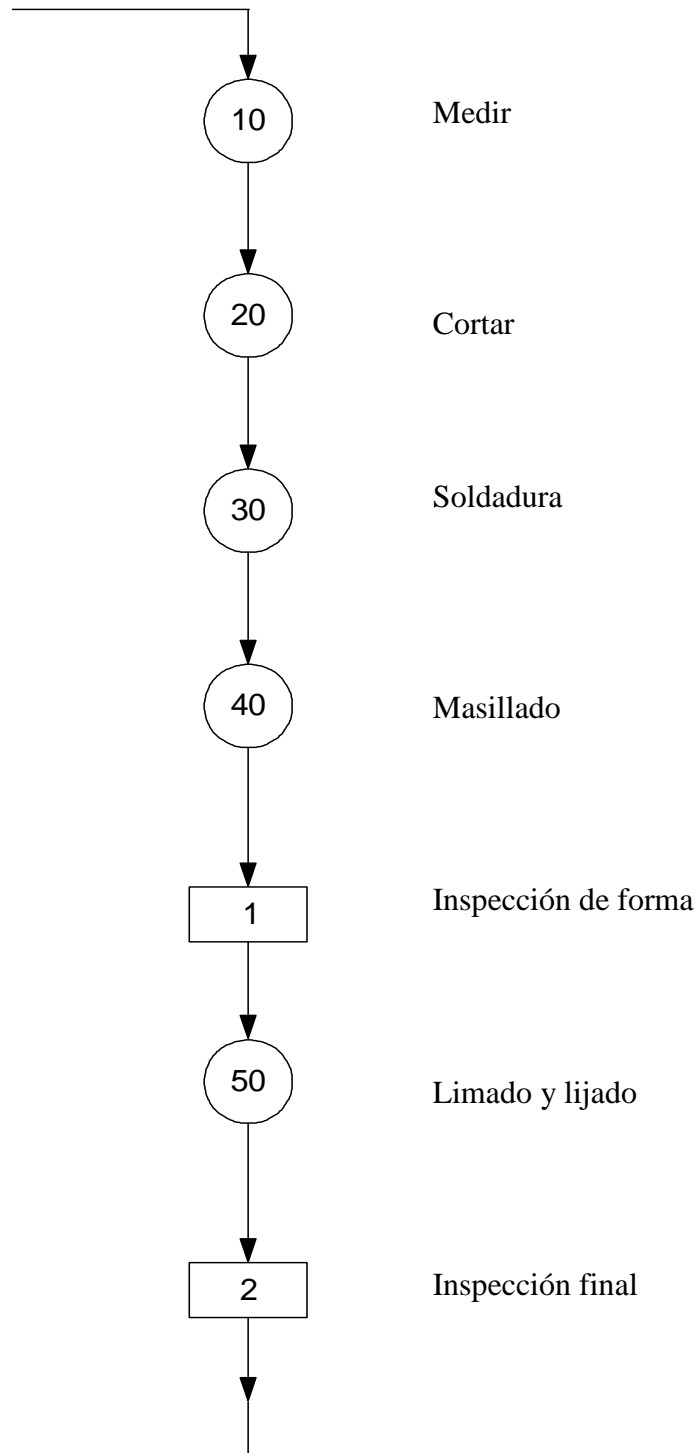
Material: tubo reforzado y platina de hierro (piñón y barilla)

#### 3.3.4.1. Piñón

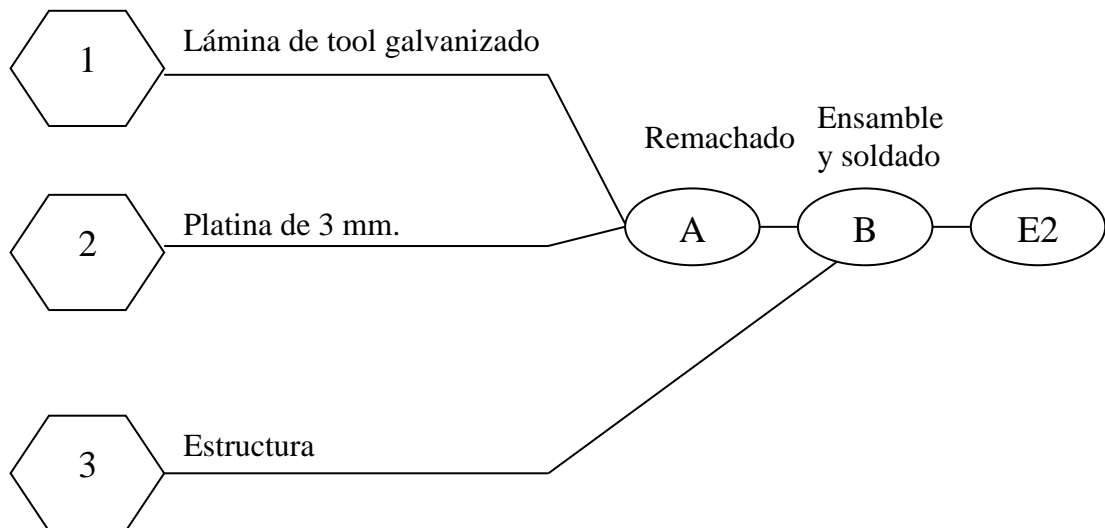
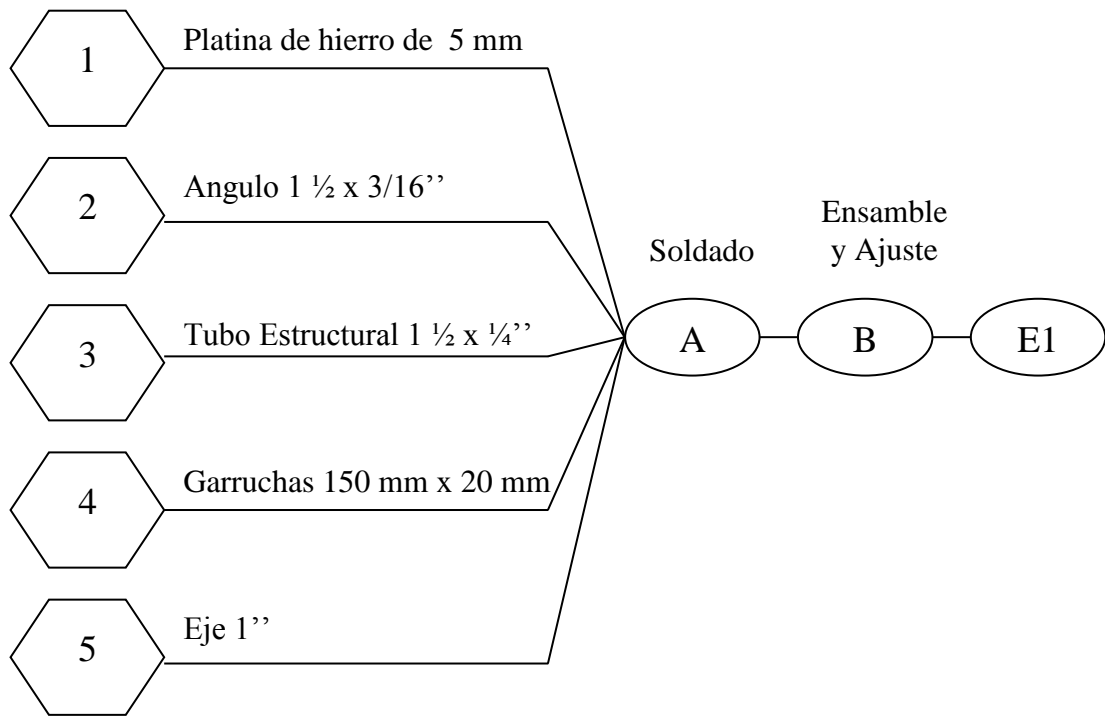




### 3.3.4.2. Varilla que conforma el seguro



### 3.4. DIAGRAMA DE ENSAMBLE



**Tabla 3.5. Tiempo utilizado en Herramientas - Máquinas - Equipos.**

<b>Num.</b>	<b>H - M - E</b>	<b>COD.</b>	<b>TIEMPO (HORAS)</b>
1	Taladro	h1	2
2	Sierra manual	h2	3
3	Escuadra metálica	h3	3
4	Martillo	h4	2
5	Entenalla	h5	3
6	Moladora	h6	3
7	Soldadora	M1	4
8	Esmeril	M2	6
9	Varoladora	M3	4
10	Compresor para pintura	E1	4
11	Dobladora de caja	M4	1
12	Lima plana y redonda	h3	2

### 3.5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Una vez realizada la construcción de la estructura y el acoplamiento de los componentes de la misma, se procede a verificar su correcto funcionamiento.

Para el chequeo de fugas de los tanques principales de combustible del avión K-fir se calcula la diferencia de presión de aire que se encuentra en el interior del tanque, con respecto al 100% que es 5 Psi de presión máxima que puede ingresar al tanque de combustible, como lo indica la tabla 3.6.

Para saber el porcentaje de la presión se utilizó una regla de tres simple a continuación se presenta un ejemplo.

$$\begin{array}{r} 5 \quad 100\% \\ 4.5 \quad X = \frac{4.5 \times 100}{5} = 90 \end{array}$$

Es decir que para una presión de 4.5 Psi el valor en porcentaje va ser del 90%.

Para comprobar si existe algún tipo de fuga en el tanque de combustible inflamamos al tanque al 100% que es 5 Psi y esperamos durante un tiempo de 10 minutos, si durante este periodo de tiempo sucede una caída de presión como muestra la tabla 3.6 procedemos a detectar la fuga mediante la observación física de la misma mediante el chequeo por burbujeo.



Tabla.3.6. Récord de pruebas.


<b>%</b>	<b>TIEMPO (Min.)</b>	<b>DIFERENCIA DE PRESIÓN</b>	<b>ESTADO DEL TANQUE</b>
100	10	5	A
90	10	4.5	B
80	10	4	B
70	10	3.5	B
60	10	3	B
50	10	2.5	B
40	10	2	C
30	10	1.5	C
20	10	1	C
10	10	0.5	C
0	10	0	C

Tabla. 3.7. Evaluación del estado del tanque.

<b>PARÁMETRO DE EVALUACIÓN</b>	<b>ESTADO DEL TANQUE</b>
A	BUENO
B	VOLVER A CHEQUEAR
C	CONDENADO

## CAPÍTULO IV

### ELABORACIÓN DE MANUALES

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Página:</b> 1 de 2
	<b>OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>Código</b> DDTP
		<b>Revisión N°:</b> 01
	<b>Elaborado por:</b> Paredes C. Raúl I.	<b>Fecha:</b> 26-07-2004
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Trujillo Guillermo	
<b>I.T.S.A.</b>	<b>MECÁNICA – AERONÁUTICA</b>	<b>F.A.E.</b>

#### 1.0. OBJETIVO:


Documentar el procedimiento de operación para el funcionamiento del Banco de Prueba para la verificación de fugas en los tanques integrales principales del Avión K-fir.

#### 2.0. ALCANCE:

Contempla un seguimiento de funcionamiento y mantenimiento del banco.


#### 3.0. PROCEDIMIENTOS:

- Preparar el tanque central de combustible del avión K-fir para la inspección sellando completamente el mismo.
- Asegúrese que la válvula de admisión de aire al tanque se encuentre en la posición correcta y asegurada con una abrazadera, consecuentemente verifique que el manómetro se encuentre en buenas condiciones.
- Introducir el tanque en la estructura echa para el mismo y asegure con la platina ajustando a esta con una tuerca.
- Cargue el tanque con aire a presión y siempre asegúrese que el manómetro se encuentre en los parámetros de 60 a70 psi.
- Desconecte la toma de aire del tanque de combustible.

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Página:</b> 2 de 2
	<b>OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>Código</b> DDTP
		<b>Revisión N°:</b> 01
	<b>Elaborado por:</b> Paredes C. Raúl I.	<b>Fecha:</b> 26-07-2004
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Trujillo Guillermo	
<b>I.T.S.A.</b>	<b>MECÁNICA – AERONÁUTICA</b>	<b>F.A.E.</b>

- Llene el tanque del banco con agua y luego vierta detergente cerciorándose que produzca la suficiente espuma para la inspección visual.
- Procedemos a comprobar la disminución de presión en el manómetro, durante un lapso de tiempo de 10 minutos, si la variación de presión disminuye notablemente en este periodo de tiempo revisamos el lugar donde se produce la fuga de aire.
- En la inspección visual para la detección de la fuga procedemos a girar la estructura que contiene al tanque con la manivela y ayuda extra de otra persona.
- Para detener al tanque en una posición deseada, engranamos el seguro que se encuentra junto a la manivela.
- En la inspección visual el agua jabonosa facilitara la observación de fugas de aire ya que al girar al tanque los 360° quedara una película jabonosa en el tanque de combustible, esto provocara una reacción de burbujeo.
- Luego de realizar la inspección visual vaciar el agua utilizando la válvula que se encuentra en la parte inferior del tanque del banco de pruebas.
- Alivie lentamente la presión de aire del tanque de combustible utilizando la válvula que se encuentra en la parte superior del mismo.
- Girar el tanque 180° lo aseguramos, y retiramos la platina que asegura al tanque con la estructura.
- Se retira el tanque de combustible de la estructura.

**4.0.FIRMA DE RESPONSABILIDAD:** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Página:</b> 1 de 1
	<b>MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>Código</b> DDTP
		<b>Revisión N°:</b> 01
	<b>Elaborado por:</b> Paredes C. Raúl I.	<b>Fecha:</b> 26-07-2004
<b>Aprobado por:</b> Ing. Trujillo Guillermo		
<b>I.T.S.A.</b>	<b>MECÁNICA – AERONÁUTICA</b>	<b>F.A.E.</b>

### 1.0. OBJETIVO:

Documentar el procedimiento de mantenimiento para el banco de prueba para la verificación de fugas en los tanques integrales principales de combustible del avión K-fir.


### 2.0. ALCANCE:

Contempla instrucciones para el mantenimiento del banco.

### 3.0. PROCEDIMIENTO:

- Verifique que el eje de la estructura que contiene al tanque no haya sufrido movimiento transversal con respecto a su eje porque puede causar desalinización con el seguro realizarlo después de cada chequeo.
- Si se ha producido este movimiento gire continuamente esta estructura asta poder alinear al piñón con el seguro.
- Lubrique trimestralmente los rodamientos utilizar grasa.
- Después de lubricar los rodamientos remover el exceso de grasa.
- Remueva cualquier residuo de polvo del tanque que contiene al agua, para evitar que se raye.
- Revisar periódicamente las garruchas chequeando que no exista ningun tipo de alteración o desgaste de la goma.
- En caso de encontrarse fugas en el tanque del banco selle utilizando silicona transparente.

### 4.0. FIRMA DE RESPONSABILIDAD \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	<b>Página:</b> 1 de 1
	<b>NORMAS DE SEGURIDAD PARA UTILIZAR</b>	<b>Código</b> DDTP
	<b>EL BANCO</b>	<b>Revisión N°:</b> 01
	<b>Elaborado por:</b> Paredes C. Raúl I.	<b>Fecha:</b> 26-07-2004
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Trujillo Guillermo	
<b>I.T.S.A.</b>	<b>MECÁNICA – AERONÁUTICA</b>	<b>F.A.E.</b>

### 1.0. OBJETIVO:

Documento las normas de seguridad a tomar en cuenta para una correcta utilización del banco.

### 2.0. ALCANCE:

Contempla instrucciones para evitar accidentes y daños en el banco.

### 3.0. PROCEDIMIENTOS:

3. Revisar el área a ser utilizada para la inspección.
4. Realizar el chequeo solo a los tanques principales del avión K- fir.
5. Antes de introducir el tanque a ser chequeado, asegúrese que este se encuentre sellado completamente.
6. La persona que esta operando el banco de pruebas no debe utilizar joyas (anillos, pulseras, relojes, etc.).
7. Verifique que la válvula de admisión de aire se encuentre asegurada correctamente con una abrazadera.
8. Introducido el tanque, cerciorase de colocar la platina que lo asegura a la estructura.
9. No realizar presiones excesivas ya que puede causar deformación al tanque.
10. En el momento de inflar el tanque verifique que la presión que ingresa no sobrepase los 70 psi.
11. En el momento de girar el tanque no introduzca las manos, ya que el peso que posee es suficientemente fuerte como para regresarle a su posición inicial.

### 4.0. FIRMA DE RESPONSABILIDAD \_\_\_\_\_

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

#### **5.3. PRESUPUESTO**

Después de realizar un estudio económico y antes de concretar este proyecto de grado se llegó a la conclusión que el banco de pruebas para el chequeo de fugas de los tanques principales del avión K-fir costaba 500 USD.

#### **5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO**

Existen principalmente cuatro rubros en la construcción del banco de pruebas que son:

1. Materiales
2. Máquinas herramientas
3. Mano de obra
4. Otros

##### **1. Materiales:**

Este rubro comprende todos los elementos y componentes utilizados para construir el banco de pruebas.

**Tabla No.5.1. Lista de costo de materiales del banco de pruebas**

<b>DETALLE</b>	<b>COSTOS USD</b>
Platinas de acero espesor 5mm y 3mm	21.50
Tubos estructural 1 ½ x ¼	30.00
Angulo 1 ½ x 3/16	14.00
Sierra sanfle	1.30
Remaches	5.00
Llave de bola de ½ c/ pico	3.75
Electrodos tipo E 6011; E 6013	5.00
Eje Ø 1 plg.	7.00
Rodamientos Ø 2plg.	10.00
Tubo Ø 2plg.	5.00
Láminas de tool galvanizado	60.00
Manómetro	3.00
Garruchas de Ø 150mm x 20mm.	10.00
Manivela y seguro	10.00
Silicona	3.00
Pintura amarillo caterpillar	11.00
Fondo laca	4.00
Thiñer	5.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 208.55</b>

## 2. Máquinas Herramientas:

Para la construcción del banco de pruebas, se utilizaron las maquinas y herramientas existentes en los talleres del Ala de Investigación y Desarrollo No.12 de la FAE en Latacunga y se realizaron tareas de varolado doblado maquinado y pintura.

A continuación se presenta un cuadro con el costo de utilización de máquinas – herramientas.

**Tabla No. 5.2 Costo de utilización de las máquinas - herramientas.**

<b>MÁQUINAS - HERRAMIENTAS</b>	<b>COD.</b>	<b>V/HORA</b>	<b>TOTAL</b>
Taladro	h1	2.00	4.00
Sierra manual	h2	1.00	3.00
Lima plana y circular	h3	0.50	1.00
Martillo neumático	h4	0.50	1.00
Entenalla	h5	0.50	1.50
Moladora	h6	2.00	4.00
Soldadora	M1	1.00	3.00
Esmeril	M2	1.00	6.00
Varoladora	M3	3.00	12.00
Compresor para pintura	E1	2.50	10.00
Dobladora de caja	M4	1.50	1.50
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 47.00</b>



### 3. Mano de obra:

Los costos de mano de obra están comprendidos principalmente por el montaje, limpieza, pintura, lubricación, etc.

**Tabla No.5.3 Costo de la mano de obra.**

<b>DETALLE</b>	<b>COSTO USD.</b>
Montaje	90.00
Pintura	20.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 110.00</b>

### 4. Otros:

Este rubro comprende los materiales utilizados para las pruebas de funcionamiento, costo de impresión de planos, texto, transporte, alimentación etc.

**Tabla No.5.4 Costo de otros gastos**

<b>DETALLE</b>	<b>COSTO USD</b>
Transporte	50.00
Alimentación	70.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 120.00</b>

Por lo tanto el costo total de nuestro banco de pruebas es:

**Tabla No. 5.5. Costo total del Banco de Prueba.**

<b>DETALLE</b>	<b>COSTO USD.</b>
Materiales	208.55
Máquinas - herramientas - equipos	47.00
Mano de obra	110.00
Otros	120.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 485.55</b>

Existe una diferencia entre el presupuesto anterior y el presupuesto actual y es de 40.55 USD.

Las válvulas y sellos del tanque de combustible no han sido cotizados ya que son parte del equipo del avión K-fir.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. CONCLUSIONES.

- ® El banco de pruebas brinda la seguridad necesaria al técnico que realiza la inspección.
- ® Cumple con el objetivo propuesto de detección de fugas en los tanques principales de combustible del avión K-fir.
- ® La presión de aire existente en el interior del tanque, hace que tienda a deformarse, para evitar esto la estructura contuvo al tanque en los parámetros normales de elasticidad del mismo.
- ® El diseño del banco de pruebas esta hecho de manera sencilla que es muy fácil de utilizarlo.
- ® El costo del banco justifica el trabajo realizado ya que podemos ahorrar en el momento de cambiar un tanque de combustible por otro de mejores condiciones.

## **6.2. RECOMENDACIONES.**

- ® Las pruebas se deben realizar en un ambiente que brinde seguridades.
- ® No introducir las manos en el interior del tanque cuando se esta girando para el chequeo porque puede causar algún accidente.
- ® Para realizar la inspección se debe tener la ayuda de dos personas.
- ® Se debe tener mucha paciencia de parte de las personas que realizan la inspección ya que puede demorarse mucho tiempo la comprobación de fugas para dar el veredicto final del estado del tanque de combustible.
- ® Después de realizar el trabajo de comprobación de fugas aliviar la presión de aire lentamente para evitar complicaciones.
- ® Cumplir estrictamente con los manuales de mantenimiento, operación y seguridad.

## BIBLIOGRAFÍA

- **I.A.I.** (Israel Aircraft Industries LTD). Descripción General del Avión K-fir
- **OÑATE, Antonio Esteban** (1996), Conocimientos del Avión, México, Editorial Paraninfo
- **Novacero** (2000) Características Técnicas de Tubería Estructural
- **AGA.**(2003) Características Técnicas de la suelda.
- **www. flexitank.com.** Características Técnicas del Elastómero.

# ANEXOS