

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA EL DESMONTAJE Y
MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVIÓN T-34C-1”**

POR:

TOALOMBO TUQUINGA PAULINA DEL PILAR

Trabajo de graduación como requisito para la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2010

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Srta. PAULINA DEL PILAR TOALOMBO TUQUINGA, como requerimiento parcial para la obtención del Título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

Ing. Juan Medina.
DIRECTOR DEL TRABAJO
DE GRADUACIÓN

Latacunga, Septiembre 16 del 2010

DEDICATORIA

A DIOS, a la VIRGEN y al DIVINO NIÑO JESUS, por haberme permitido alcanzar mi sueño y obtener un triunfo más en la vida.

A mi padre Luis Antonio Toalombo Tenelema ,a mi madre Mariana de Jesús Tuquinga Balla ,quienes con su comprensión, esfuerzo, apoyo incondicional y amor han sido el impulso más importante para cumplir con esta meta de culminar mis estudios superiores, y culminar este proyecto de grado para obtener el título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica.

A mis hermanas, Alexandra y Verónica Toalombo quienes son las personas, que me dan fuerza y así poder terminar con mi carrera.

Paulina del Pilar Toalombo Tuquinga

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por permitirme estar aquí así como también a agradezco, a mis padres por estar siempre apoyándome y estar a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida.

A todos los profesionales del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, por su paciencia, respeto y ayuda en todo momento para el logro de esta meta.

A mis amigos, y compañeros por estar en los buenos y malos momentos apoyándome con sus consejos.

También agradezco a la Sra. Norma Sánchez, por guiarme en los momentos más difíciles y a pesar de todo por brindarme su amistad.

Paulina del Pilar Toalombo Tuquina

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
Resumen.....	1
Summary.....	2

CAPÍTULO I

EL TEMA

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

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Reparaciones aeronáuticas.....	6
2.1.1 Concepto.....	6
2.1.2 Reparación mayor.....	6
2.1.3 Reparación menor.....	6
2.1.4 Reparaciones mayores estructurales.....	6
2.2 Versiones del avión T-34C-1.....	7
2.2.1 Datos técnicos del avión T-34C-1.....	7
2.2.2 Componentes básicos del avión.....	9
2.2.2.1 Fuselaje.....	9
2.2.2.2 Fuselaje monocasco.....	9
2.2.2.3 Alas.....	9
2.2.2.3.1 Ala trapezoidal.....	10
2.2.2.4 Sistemas de control.....	10
2.2.2.4.1 Estabilizador horizontal.....	10
2.2.2.4.2 Estabilizador vertical.....	10
2.2.2.4.3 Alerones.....	11
2.2.3 Motor.....	11
2.2.3.1 Motor turbohélice.....	11

2.3 Acero.....	11
2.3.1 Definición.....	11
2.3.2 Propiedades del acero.....	12
2.4 Soldadura.....	12
2.4.1 Soldadura por arco eléctrico.....	13
2.4.2 Tipos de electrodos.....	14
2.4.2.1 Electrodos desnudos.....	14
2.4.2.2 Electrodos revestidos.....	14
2.4.2.3 Nomenclatura de los electrodos.....	15
2.4.2.3.1 Electrodo E-6011.....	16
2.4.2.3.2 Nomenclatura del electrodo E-6011.....	16
2.5 Ruedas.....	17
2.6 Gato hidráulico.....	17
2.7 Planteamiento y estudio de alternativas.....	18
2.7.1 Planteamiento de alternativas.....	18
2.7.1.1 Primera alternativa.....	18
2.7.1.2 Segunda alternativa.....	19
2.8 Estudio de factibilidad.....	20
2.9 Parámetros de evaluación.....	20
2.9.1 Factor mecánico.....	20
2.9.2 Factor económico.....	21
2.9.3 Factor complementario.....	22
2.10 Matriz de evaluación y decisión.....	22
2.11 Selección de la mejor alternativa.....	22

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares.....	23
3.2. Diseño.....	23
3.3 Cálculos básicos de los soportes.....	24
3.4 Construcción.....	35
3.4.1 Construcción de la estructura de los soportes.....	36
3.4.2 Orden de construcción de los soportes.....	36
3.4.2.1 Estructura trípode del soporte.....	37
3.4.2.2 Refuerzos inferiores (travesaños).....	39
3.4.2.3 Placa base para el gato hidráulico.....	41
3.4.2.4 Columna deslizante del gato hidráulico.....	41
3.4.2.5 Ensamble de la estructural trípode con los refuerzos y la base soporte.....	42
3.4.2.6 Construcción de la base superior unión al fuselaje del ala.....	43
3.4.2.7 Pintura y acabados del soporte.....	44
3.5. Diagramas de proceso.....	48
3.5.1 Diagrama de proceso para la construcción de la estructura trípode.....	50
3.5.2 Diagrama de proceso para la construcción de los refuerzos inferiores.....	52
3.5.3 Diagrama de proceso del eje de desplazamiento del gato hidráulico.....	54
3.5.4 Diagrama de proceso para la construcción de la placa base soporte del gato hidráulico.....	56
3.5.5 Diagrama de proceso para ensamble de la estructura principal con los refuerzos y la base soporte.....	58
3.5.6 Diagrama de proceso para la construcción de la base superior unión al fuselaje del ala.....	60
3.6 Pruebas de funcionamiento.....	61
3.7 Manuales.....	64
3.7.1 Manual de operación.....	64
3.7.2. Manual de mantenimiento.....	64
3.7.3. Manual de seguridad.....	64

3.7.4. Hojas de registro.....	64
3.8. Presupuesto.....	71
3.8.1 Análisis económico.....	72
3.8.1.1. Costo de los materiales empleados en la construcción.....	72
3.8.1.2. Costo de alquiler de las máquinas empleadas en la construcción.....	73
3.8.1.3. Costo de alquiler de herramientas empleadas en la construcción.....	73
3.8.1.4 Costo de la mano de obra.....	74
3.8.1.5 Varios.....	74
3.8.2 Costo total de la construcción de los soportes.....	74
3.9 Pruebas y análisis de resultados.....	75

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	76
Recomendaciones.....	77
Glosario de términos.....	78
Bibliografía.....	79

ÍNDICE GENERAL DE TABLAS

CAPITULO II

Tabla 2.1 Ventajas y desventajas de la primera alternativa.....	18
Tabla 2.1 Ventajas y desventajas de la segunda alternativa.....	20
Tabla 2.3 Matriz de evaluación y decisión.....	22

CAPITULO III

Tabla 3.1 Verificación del factor de seguridad del soporte.....	35
Tabla 3.2 Datos técnicos de las máquinas utilizadas en la construcción.....	36

Tabla 3.3 Datos técnicos de los equipos utilizados en la construcción.....	36
Tabla 3.4 Datos técnicos de las herramientas utilizados en la construcción....	36
Tabla 3.5 Datos técnicos de los instrumentos utilizados en la construcción.....	37
Tabla 3.6 Simbología de los diagramas de proceso.	49
Tabla 3.7 Proceso de construcción de la estructura en trípode.....	51
Tabla 3.8 Proceso de construcción de los refuerzos inferiores.....	53
Tabla 3.9 Proceso de construcción del eje deslizante.....	55
Tabla 3.10 Proceso de construcción de la placa base del gato.....	57
Tabla 3.11 Proceso de construcción de la base superior.....	59
Tabla 3.12 Parámetros de las pruebas de funcionamiento.....	61
Tabla 3.13 Codificación de los manuales.....	65
Tabla 3.14 Costo de los materiales empleados en la construcción.....	72
Tabla 3.15 Costo de alquiler de las máquinas empleadas en la construcción...	73
Tabla 3.16 Costo de alquiler de herramientas empleadas en la construcción..	74
Tabla 3.17 El costo de la mano de obra	74
Tabla 3.18 Costo total de la construcción de los soporte.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO II

Figura 2.1 Avión T-34C-1.....	10
Figura 2.2 Soldadura por arco eléctrico.....	14
Figura 2.3 Ruedas de acero.....	17
Figura 2.4 Gato hidráulico.....	17
Figura 2.5 Soporte hidráulico para el desmontaje y montaje de las alas.....	18
Figura 2.6 Soporte con tornillo manual	19

CAPITULO III

Fig. 3.1 Soporte diseñado en soliworks.....	24
Fig. 3.2 Ubicación de los soportes bajo el ala.....	25
Fig. 3.3 Esfuerzo de corte de la base superior.....	26
Fig. 3.4 Esfuerzo de aplastamiento de la base superior.....	27

Fig. 3.5 Diámetro del tubo de 1 ³ / ₄ "	28
Fig. 3.6 Columna deslizante del soporte	29
Fig. 3.7 Diagrama de cuerpo libre de la columna del trípode	30
Fig. 3.8 Diámetro del tubo de 2"	31
Fig. 3.9 Diámetro del tubo de 1 ¹ / ₂ "	33
Fig. 3.10 Medición de la estructura principal	38
Fig. 3.11 Proceso de corte de los tubos de la estructura trípode	38
Fig. 3.12 Suelda de la estructura trípode	38
Fig. 3.13 Ruedas metálicas soldadas a la estructura trípode	39
Fig. 3.14 Medición de los tubos de refuerzo	39
Fig. 3.15 Corte de los tubos de refuerzo de la estructura	39
Fig. 3.16 Tubos de refuerzo previo a la soldadura	40
Fig. 3.17 Colocación de los puntos de suelda en la estructura	40
Fig. 3.18 Suelda de los tubos de refuerzos a la estructura en trípode	40
Fig. 3.19 Corte de la base del soporte	41
Fig. 3.20 Suelda de la base soporte a la estructura en trípode	42
Fig. 3.21 Medición de la columna deslizante del gato hidráulico	42
Fig. 3.22 Componentes previos a la soldadura	42
Fig. 3.23 Gata hidráulica unida al soporte	43
Fig. 3.24 Tubo de parte superior	43
Fig. 3.25 Parte superior del soporte soldada	44
Fig. 3.26 Soporte trípode lijado	44
Fig. 3.27 Soporte A pintado	45
Fig. 3.28 Soporte B pintado	46
Fig. 3.29 Soporte C pintado	47
Fig. 3.30 Soportes Pintados	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A

Ubicación de los soportes bajo el ala del avión

Anexo B

Especificaciones de los materiales

Anexo C

Propiedades de los materiales utilizados

Anexo D

Especificaciones del tablón de chanul

Anexo E

Especificaciones de las ruedas

Anexo F

Certificado de aceptación

Anexo G

Pruebas de funcionamiento

RESUMEN

El presente proyecto se enmarca en la construcción de un soporte para el desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1; en su construcción física se encuentra constituida por una estructura metálica; un sistema de accionamiento hidráulico para el ascenso y descenso del ala.

En el desarrollo del proyecto se considera y estudia el sistema de accionamiento de los soportes. En ascenso y descenso del ala del avión se utiliza un gato hidráulico el cual al ser accionado se desplaza verticalmente de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba.

El traslado del elemento en mención se lo realiza de manera sencilla ya que se encuentra seguro en dicho soporte y además éste soporte posee ruedas que facilita el traslado del mismo.

La construcción de estos soportes tiene como prioridad reducir al mínimo el esfuerzo de los aerotécnicos, al tener que realizar el proceso de desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1, que pesan aproximadamente 400lbs.

En base a las pruebas realizadas el soporte móvil se encuentra en condiciones estándar de operación.

SUMMARY

The present project is framed in the construction of a support for the disassembly and assembly of the wings to aircraft T-34C-1; in their physical construction it is constituted by a metallic structure; a hydraulic working system for the ascent and descent the wing.

In the development of the project it is considered and studies the working system of the support. In ascent and descent the wing is used a hydraulic cat which moves vertically when being worked on up down or of below up.

The transfer of the element in mention is carried out it since in a simple way it is sure in this support and also possesses wheels that it facilitates the transfer of same one.

The constructions of this support have as priority decrease to minimum the stress of the technical, at have that carried the process the disassembly and assembly of the wings to aircraft T-34C-1; that weigh about the 400lbs.

Based on the carried out tests the mobile support is under operation standard conditions.

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES DEL AVIÓN T-34C-1

1.1. Antecedentes de la investigación

La sección de mantenimiento del avión T-34C-1, perteneciente al hangar de aviones militares; el mismo que se encuentra ubicado en la ciudad de Latacunga en la avenida Amazonas, no cuenta con los soportes adecuados para realizar los trabajos de desmontaje y montaje de las alas del avión , esta afirmación se detalla con la investigación desarrollada referente a la optimización de los trabajos de desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1, en la sección de mantenimiento del Proyecto de Modernización del CIMAM/DIAF (Ver anteproyecto , ver anexo A).

Al efectuar los chequeos, reparaciones e inspecciones los técnicos se ven afectados al no contar con los soportes que sirvan para el desmontaje y montaje de las alas del avión.

Para cumplir la inspección interna de las alas del avión, es necesario que la aeronave se encuentre con sus respectivos soportes y cada una de ellas sea utilizada en su respectivo avión, reduciendo de este modo los riesgos laborales de los técnicos.

Por lo tanto la construcción de soportes ,para el desmontaje y montaje de las alas del avión es una prioridad , ya que por falta de estos soportes suceden inconvenientes al realizar los trabajos de chequeo, reparación e inspección; con los soportes prestará mayor seguridad y satisfacción de haber realizado un trabajo en menor tiempo.

1.1 JUSTIFICACIÓN

La sección de mantenimiento del avión T-34C-1, al no contar con soportes para realizar los trabajos de desmontaje y montaje de las alas del avión y que al momento no cuentan con los soportes necesarios, el resultado de esto son los retrasos e inconvenientes en los procedimientos al momento de realizar las

tareas de chequeo, reparación e inspección de este modo se justifica la construcción de estos soportes.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Construir tres Soportes para realizar los trabajos de desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1, para mejorar la eficiencia de los aerotécnicos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar un estudio técnico para el diseño de los soportes para los trabajos de desmontaje y montaje de las alas del Avión T-34C-1.
- Realizar un diseño básico de los soportes
- Ejecutar la construcción de los soportes y realizar las pruebas de funcionamiento.
- Elaborar un manual de mantenimiento, operación, medidas de seguridad y hojas de registro para utilizar de una manera adecuada los soportes.

1.4 ALCANCE.

El presente proyecto pretende beneficiar al personal, que trabaja en la sección de mantenimiento del proyecto de modernización del avión T-34C-1 del CIMAM-DIAF, ubicado en el hangar de aviones militares de la Base Aérea Cotopaxi en la Av. Amazonas sector la FAE.

La construcción de los tres soportes, va encaminada a la solución de los problemas que se producen al momento de realizar el montaje y desmontaje de las alas y de los diferentes trabajos de inspección que se realizan en las mismas.

La razón para la construcción de tres soportes, es por la forma del ala se necesita subir o bajar la misma desde tres puntos específicos con diferentes perfiles y alturas para mantener la seguridad al realizar los trabajos tanto al personal como para la aeronave.

La construcción de los soportes, permitirá poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en el Instituto, además de desarrollar e implementar técnicas de operación y mantenimiento de los soportes las mismas que beneficiaran en el trabajo diario de todo el personal de mantenimiento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Reparaciones aeronáuticas

2.1.1 Concepto

Consiste en restaurar, componer o arreglar la aeronave, planta de poder, accesorios, sistemas y equipos; para llevarlos a condiciones normales de operación, luego de haber sufrido daños, roturas o deterioro.

2.1.2 Reparación mayor

Esta reparación se la hace cada 3000 horas de vuelo o cuando la aeronave cumple doce años de servicio; puede afectar substancialmente el peso y balance, resistencia estructural, desempeño, diseño operación del sistema propulso características de vuelo, y otras condiciones de vuelo que afectan la aeronavegabilidad; o que no se realiza de acuerdo a las practicas aceptadas o que no pueden hacerse por medio de operaciones elementales.

2.1.3 Reparación menor

Reparación que no sea mayor, generalmente las reparaciones menores se contemplan en presupuestos de operación, mientras que las reparaciones mayores se manejan con inversiones ya que normalmente exceden a los presupuestos de operación.

2.1.4 Reparaciones mayores estructurales

La reparación y mantenimiento de piezas estructurales se llama mantenimiento o reparación estructural.

Son reparaciones mayores estructurales:

- De las vigas cajón.
- De las alas o superficies de control monocasco o semi – monocasco.
- De los larguerillos del ala.
- De los largueros.
- De las costillas.
- De la bancada del motor.
- De los largueros del fuselaje.
- De los montantes del tren de aterrizaje.

2.2 Versiones del avión T-34C-1



Fig. 2.1 Avion T-34C-1

Fuente: Internet www.datostecnicosdelavion T-34C-1

- **YT-34A** (3 unidades) prototipos utilizados por la Fuerza Aérea de Estados Unidos para vuelos de prueba.
- **T-34A Mentor** (450 unidades) denominación dada a las aeronaves de la Fuerza Aérea de Estados Unidos.
- **T-34B** (423 un. construidas por Beechcraft) denominación entregada a las variantes adquiridas por la Marina de los Estados Unidos.

- **YT-34C** (2 unidades) prototipos para la evaluación de una variante turbohélice.
- **T-34C Turbo Mentor** entrenador primario de la Marina de Estados Unidos.
- **T-34C-1** variante de exportación del Turbo Mentor, dotada de puntos de anclaje bajo las alas, para ataque ligero.
- **Turbine Mentor 34C** versión civil del T-34C.

2.2.1 Datos técnicos del avión T-34C-1

Dimensiones

- Longitud: 7,90 m
- Altura: 2,90 m
- Envergadura: 10,60 m
- Superficie alar: 16,70 m²

Peso

- Peso vacío: 977 kg
- Peso máximo cargado:
- Peso máximo de despegue: 1.315 kg

Planta Motriz

- Motor: 1 Continental O-470-13 de seis cilindros opuestos y 225 HP

Rendimiento

- Velocidad: 190 millas
- Alcance máximo: 821 m
- Techo de servicio: 20.000 pies
- Razón de ascenso: 1.230 pies/min

2.2.2 Componentes básicos del avión T 34C-1

Los componentes básicos de un avión son el fuselaje, las alas, el empenaje de cola, tren de aterrizaje y el motor.

2.2.2.1 Fuselaje

Es el conjunto principal del avión debido a que el resto de elementos que conforman el avión se unen a él, de forma directa o indirecta.

2.2.2.2 Fuselaje monocasco

Es una construcción que procede de la industria naval. Se trata de un tubo en cuyo interior se sitúan, a intervalos, una serie de armaduras verticales (cuadernas) las cuales tienen la función de dar forma y rigidez al tubo.

Esta construcción proporciona un interior diáfano protegido, donde el revestimiento exterior forma parte integral de la estructura del fuselaje (al contrario que en el fuselaje reticular) debido a que está unido de forma rígida a las cuadernas, lo cual significa que el revestimiento soporta y transmite los esfuerzos a que está sometido el fuselaje del avión.

El problema de esta construcción es que la chapa metálica de recubrimiento ha de tener un grosor importante.

2.2.2.3 Alas

El ala es una superficie aerodinámica que le brinda sustentación al avión debido al efecto aerodinámico, provocado por la curvatura de la parte superior del ala (extrados) que hace que el aire que fluye por encima de esta se acelere y por lo tanto baje su presión (creando un efecto de succión), mientras que el aire que circula por debajo del ala (que en la mayoría de los casos es plana o con una curvatura menor y a la cual llamaremos intrados) mantiene la misma velocidad y presión del aire relativo

2.2.2.3.1 Ala Trapezoidal

También típica de avionetas, es un ala que su anchura de la raíz a la punta se reduce progresivamente dándole una forma trapezoidal. Es más eficiente que el ala recta.

2.2.2.4 Sistemas de control:

Son todas aquellas partes móviles del avión que al ser utilizadas cambiándolas de posición, provocarán un efecto aerodinámico

2.2.2.4.1 Estabilizadores horizontales:

Son 2 aletas más pequeñas que las alas, situadas en posición horizontal (generalmente en la parte trasera del avión), en el empenaje y en distintas posiciones y formas dependiendo del diseño, las cuales le brindan estabilidad y que apoyan al despegue y aterrizaje. En ellos se encuentran unas superficies de control muy importantes que son los elevadores (o también llamados timones de profundidad) con los cuales se controla la altitud del vuelo mediante el ascenso y descenso de estas superficies, que inclinarán el avión hacia adelante o atrás, es decir, el avión subirá o bajara a determinada altitud y estará en determinada posición con respecto al horizonte

2.2.2.4.2 Estabilizador(es) vertical(es)

Es/Son aleta(s) que se encuentra(n) en posición vertical en la parte trasera del fuselaje (generalmente en la parte superior). Su número y forma deben ser determinadas por cálculos aeronáuticos según los requerimientos aerodinámicos y de diseño, que le brinda estabilidad al avión. En éste se encuentra una superficie de control muy importante, el timón de dirección, con el cual se tiene controlado el curso del vuelo mediante el movimiento hacia un lado u otro de esta superficie, girando hacia el lado determinado sobre su propio eje debido a efectos aerodinámicos. Este efecto se denomina movimiento de guiñada.

2.2.2.4.3 Los alerones

Los alerones son superficies móviles que se encuentran en las puntas de las alas y sobre el borde de salida de estas. Son los encargados de provocar el desplazamiento del avión sobre su eje longitudinal al crear una descompensación aerodinámica de las alas, que es la que permite al avión girar, ya que cuando giramos el timón hacia la izquierda el alerón derecho baja, creando más sustentación en el ala derecha, y el alerón izquierdo sube, desprendiendo artificialmente el flujo laminar del ala izquierda y provocando una pérdida de sustentación.

2.2.3 Motor

El motor de un avión es el mecanismo que genera el empuje necesario para el movimiento del avión, que de esa forma gana la suficiente velocidad para generar sustentación en las alas

2.2.3.1 Motor turbohélice

Este motor posee una hélice montada delante del reactor, que a su vez es propulsada por una segunda turbina, denominada turbina libre, o por etapas adicionales de la turbina que mueve el compresor.

2.3 Acero

2.3.1 Definición

Aleación de hierro y carbono, en la que el carbono se encuentra presente en un porcentaje inferior del 2%. El acero es una aleación de hierro y carbono, donde el carbono no supera el 2,1% en peso de la composición de la aleación, alcanzando normalmente porcentajes entre el 0,2% y el 0,3%.

Porcentajes mayores que el 2,0% de carbono dan lugar a las fundiciones, aleaciones que al ser quebradizas y no poderse forjar a diferencia de los aceros que se moldean.

2.3.2 Propiedades del acero

Es difícil establecer las propiedades físicas y mecánicas del acero debido a que estas varían con los ajustes en su composición y los diversos tratamientos, químicos o mecánicos, con los que pueden conseguir aceros con combinaciones de características adecuadas para infinidad de aplicaciones, se pueden citar algunas propiedades:

- Su densidad media es de 7850kg/m^3
- El punto de fusión del acero depende del tipo de aleación y los porcentajes de elementos aleantes.
- Es un material muy tenaz, especialmente en alguna de las aleaciones usadas para fabricar herramientas.
- Relativamente dúctil.
- Permite una buena mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento térmico.
- La dureza de los aceros varía entre la del hierro y la que se puede lograr mediante su aleación.
- Se puede soldar con facilidad
- La corrosión es la mayor desventaja de los aceros ya que el hierro se oxida con suma facilidad incrementando su volumen y provocando grietas superficiales que posibilitan el progreso de la oxidación hasta que se consume la pieza por completo.
- Posee una alta conductividad eléctrica.

2.4 Soldadura

Es un proceso para la unión de dos metales por medio de calor o presión. Para lograr la soldadura, algunos procesos requieren solo de fuerza para la unión, otros requieren de un metal de aporte y energía térmica que derrita a dicho metal.

La mayor parte de procesos de soldadura se puede separar en dos categorías:

- Soldadura por presión
- Soldadura por fusión

Soldadura por presión.- se realiza sin la aportación de otro material mediante la aplicación de la presión suficiente y normalmente ayudada con calor.

Soldadura por fusión.- realizada mediante la aplicación de calor a las superficies, que se funden en la zona de contacto, con o sin aportación de otro metal.

2.4.1 Soldadura por arco eléctrico

Los procedimientos de soldadura por arco son los más utilizados, sobre todo para soldar el acero, y requieren el uso de corriente eléctrica. Esta corriente se utiliza para crear un arco eléctrico el cual se forma cuando fluye una corriente entre dos electrodos separados y aplicados a la pieza, lo que genera el calor suficiente para fundir el metal y crear la unión.

La soldadura por arco tiene ciertas ventajas con respecto a otros métodos. Es más rápida debido a la alta concentración de calor que se genera y por lo tanto produce menos distorsión en la unión.

En algunos casos se utilizan electrodos fusibles, que son los metales de aportación, en forma de varillas recubiertas de fundente o desnudos en otros casos se utiliza un electrodo refractario de wolframio y el metal de aportación se añade aparte.

Los procedimientos más importantes de soldadura por arco son con electrodo recubierto con protección y con fundente en polvo.



Fig. 2.2 Soldadura por arco eléctrico

Fuente: Internet www.Jacks-gatos_mecanicos.com

2.4.2 Tipos de electrodos

2.4.2.1 Electrodo desnudo

En estos electrodos el material fundido no está protegido contra la acción de los gases de la atmósfera tales como el oxígeno y nitrógeno; por ello la soldadura resulta de calidad inferior.

2.4.2.2 Electrodo revestido.

Éstos son los que se emplean generalmente en las estructuras metálicas. El electrodo se encuentra protegido mediante un revestimiento compuesto de varias sustancias distintas según las características que se desee dar al material de la soldadura.

Al producirse el arco, el revestimiento del electrodo se funde originando gases que protegen al metal de aporte del oxígeno y el nitrógeno del aire.

Al mismo tiempo se forman escorias que quedan sobre el metal fundido, lo protegen y también evitan el enfriamiento brusco del material. Estas escorias pueden desprenderse luego con suma facilidad.

Como son los propios electrodos los que aportan el flujo de metal fundido, será necesario reponerlos cuando se desgasten. Los electrodos están compuestos de dos piezas: el alma y el revestimiento.

El alma o varilla es alambre (de diámetro original 5.5 mm) que se comercializa en rollos continuos. Tras obtener el material, el fabricante lo decapa mecánicamente (a fin de eliminar el óxido y aumentar la pureza) y posteriormente lo trefila para reducir su diámetro.

El revestimiento se produce mediante la combinación de una gran variedad de elementos (minerales varios, celulosa, mármol, aleaciones, etc.) convenientemente seleccionados y probados por los fabricantes, que mantienen el proceso, cantidades y dosificaciones en riguroso secreto.

La composición y clasificación de cada tipo de electrodo está regulada por AWS (American Welding Society), organismo de referencia mundial en el ámbito de la soldadura.

Este tipo de soldaduras pueden ser efectuados bajo corriente tanto continua como alterna. En corriente continua el arco es más estable y fácil de encender y las salpicaduras son poco frecuentes; en cambio, el método es poco eficaz con soldaduras de piezas gruesas. La corriente alterna posibilita el uso de electrodos de mayor diámetro, con lo que el rendimiento a mayor escala también aumenta. En cualquier caso, las intensidades de corriente oscilan entre 10 y 500 amperios.

2.4.2.3 Nomenclatura de los electrodos

Los electrodos para la soldadura por arco eléctrico están sujetos a normas de calidad, resultados y tipos de uso. La nomenclatura es la siguiente:

E – XX – Y – Z

Letras: Depende de la marca de los electrodos establece las aleaciones y las características de penetración.

- La E indica que se trata de un electrodo con recubrimiento.
- Los dos primeros dígitos XX se utilizan para indicar la resistencia de la soldadura a la tensión , por ejemplo cuando se añaden 60 se refiere a que la resistencia a la tensión es de 60.000 lb/in²

- El tercer dígito Y se refiere a la posición en la que se puede utilizar la soldadura, por ejemplo 1 es para sobre la cabeza, 2 horizontal y 3 vertical.
- Por medio del cuarto dígito Z, se especifican características especiales de la soldadura como: si es para corriente DC, AC o ambas; si es de alta o baja penetración. En algunas ocasiones los electrodos tienen letras al final, esto depende de la empresa que lo fabrico.

2.4.2.3.1 Electrodo E-6011

Se emplea para soldar todo tipo de aceros de bajo carbono en tuberías, estructuras, construcciones navales, recipientes a presión, etc, especialmente en pases de penetración cuando no se utiliza platina de respaldo, y en filetes en donde no se dispone de equipos rectificadores, también se usa con corriente directa cuando se quiere obtener la mayor suavidad y el mínimo de chisporroteo característicos del electrodo.

2.4.2.3.2 Nomenclatura del electrodo E-6011

E = Electrodo para soldadura por arco eléctrico

60 = Son los primeros números multiplicados por mil indican la resistencia en tracción en miles de libras por pulgada cuadrada

1 = El numero uno indica que este electrodo se puede soldar en toda posición

1 = Este otro numero indica el tipo de revestimiento que tiene el electrodo, en este caso es un celulósico. Todo esto según la norma AWS.

2.5 Ruedas

La rueda es una pieza mecánica generalmente circular que gira alrededor de un eje; puede ser considerada una máquina simple, y forma parte del conjunto denominado elementos de máquinas. (Ver anexo E)

Las ruedas se utiliza en todo tipo de terreno, su diseño con banda de rodamiento es capaz de prestar excelentes condiciones de maniobrabilidad. Ver figura (2.1)



Figura 2.3 Ruedas de acero
www.argentino.com.ar/misiones/ruedas

2.6 Gata hidráulica

El gato mecánico o gata es una máquina empleada para la elevación de cargas que puede ser mecánica o hidráulica. Los gatos hidráulicos se emplean para la elevación de grandes pesos. Mientras que los gatos mecánicos son adecuados para la elevación de pesos pequeños.

Aparato para empujar pesos, transmitiendo el movimiento mediante presión de aceite y un cilindro expandible que ayuda en el empuje del peso designado a elevar o subir una determinada altura. Ver figura (2.4)



Figura 2.4 Gata Hidráulica
Fuente: internet www.hidraulica

2.7 Planteamiento y estudio de alternativas

2.7.1 Planteamiento de alternativas

Al presentar algunas alternativas factibles para la construcción, se escoge los dos siguientes soportes móviles para el desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1, para analizarles:

2.7.1.1 Primera alternativa

- Soporte hidráulico para el desmontaje y montaje de las alas del avión, con un sistema hidráulico que le permita deslizarse en forma ascendente y descendente.



Fig. 2.5 Soporte para el desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1

Tabla 2.1 Primera alternativa-soporte hidráulico

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Es de fácil operación	Solo se puede ocupar para un solo tipo de avión

Mínimo esfuerzo físico del técnico al manipularlo	
La construcción de su estructura no es muy compleja	
Minimiza el trabajo del técnico al realizar el desmontaje de las alas.	
Ahorra tiempo	
No ocupa mucho espacio	

Elaborado por: Srta. Paulina Toalombo

Fuente: Investigación de campo

2.7.1.2 Segunda alternativa

- Soporte mecánico para el desmontaje y montaje de las alas del avión con un perno de operación manual que le permita deslizarse en forma ascendente y descendente.



Fig. 2.6 Soporte para el desmontaje y montaje de las alas del avión T-34c-1

Tabla 2.2 Segunda alternativa-soporte mecánico

Ventajas	Desventajas
Es de fácil operación.	Ocupa mucho espacio.
La construcción de su estructura no es muy compleja.	Operación de manual con el tornillo.
	Se necesita mas tiempo para realizar los trabajos de desmontaje de las alas del avión.

Elaborado por: Srta. Paulina Toalombo

Fuente: Investigación de campo

2.8 Estudio de factibilidad

Se toma en consideración las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas para analizar y establecer las mejores condiciones técnicas de la misma, con el fin de construir el soporte móvil elegido.

2.9 Parámetros de evaluación

Para la evaluación de las alternativas se tomara en consideración las desventajas, ventajas y la opción que tenga mayor calificación será la seleccionada para su construcción.

Los parámetros de evaluación seleccionados se describen a continuación:

Factor mecánico

- Facilidad de construcción
- Facilidad de operación y control
- Mantenimiento
- Material
- Transporte

Factor económico

- Costo de construcción

Factor complementario

- Tamaño
- Forma

Cada uno de los parámetros será descrito a continuación.

2.9.1 Factor mecánico

- **Construcción:** la construcción de los elementos deben caracterizarse por ser óptimas y seguras para que cumplan con los requerimientos de funcionamiento y operatividad.
- **Facilidad de operación y control:** Toda maquina esta creada para facilitar el trabajo o esfuerzo del hombre por lo que la finalidad de este soporte es una operación y control sencillo de fácil manejo.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento del soporte móvil debe ser fácil de realizar y con el menor costo.
- **Material:** Los materiales deben ser adecuados para el trabajo a realizar con el soporte móvil y de fácil adquisición en el mercado local.
- **Transporte:** Es la facilidad de transportar con la que se moviliza de un lugar a otro.

2.9.2 Factor económico

- **Costo de fabricación:** Este parámetro es de gran importancia para la decisión correcta en la selección del soporte y buscar la alternativa más económica.

2.9.3 Factor complementario:

- **Tamaño:** Se refiere al espacio ocupado por el soporte móvil.
- **Forma:** La estética de cada uno de los elementos constitutivos del soporte móvil.

2.10 Matriz de evaluación y decisión

Tabla N° 2.3 Matriz de evaluación y decisión

PARAMETRO DE EVALUACIÓN	F. POND.	ALTERNATIVAS			
		A.1	A.1xFp	A.2	A2xFp
Construcción	0.7	0.6	0.42	0.4	0.28
Facilidad de operación	0.7	0.7	0.49	0.5	0.40
Mantenimiento	0.6	0.6	0.36	0.3	0.24
Materiales	0.7	0.6	0.42	0.4	0.28
Costo de fabricación	0.6	0.5	0.30	0.3	0.21
Tamaño	0.5	0.5	0.25	0.4	0.20
Forma	0.4	0.4	0.16	0.3	0.12
TOTAL	1		2.16		1.73

2.11 Selección de la mejor alternativa

Finalizado con el estudio técnico, el análisis de las alternativas y evaluación de los parámetros, se determina que la mejor alternativa para construir el soporte para realizar los trabajos de desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1, es la primera alternativa la cual reúne mejores condiciones de costo, diseño y operación.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

El modelo que se escogió para la construcción de los soportes, es un modelo básico que se encuentra en el hangar militar en la sección de mantenimiento del avión T-34C-1, este soporte fue fabricado por mismos técnicos de la sección y se utilizó como modelo básico para mejorar, las características físicas y técnicas del soporte. Y de esta manera construir tres soportes para realizar los trabajos de desmontaje y montaje de las alas del avión. Estos soportes ayudaran a efectuar de forma eficaz y sin perdida de tiempo los trabajos de mantenimiento como las inspecciones y chequeos del avión puesto que, los soportes estarán a disposición de los aerotécnicos en el momento que lo requieran.

Considerando que cada uno de los soportes, tendrá su punto específico de ubicación en el ala del avión se los denominara así:

- Soporte A se utilizará en la punta del ala del avión.
- Soporte B se utilizará en el borde de ataque del ala.
- Soporte C se utilizará en el borde de salida del ala.

3.2 Diseño

Para el diseño de los soportes se utilizó un tubo redondo estructural de acero ASTM A-36 para cada una de las piezas de los soportes, porque es uno de los aceros recomendados para realizar este tipo de herramienta, ya que combina alta resistencia mecánica con buena tenacidad y características esenciales para construir los soportes. (Ver anexo C)

3.3 Cálculos básicos de los soportes

Para el presente cálculo, tenemos el siguiente soporte para el desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1.(Ver figura 3.1)

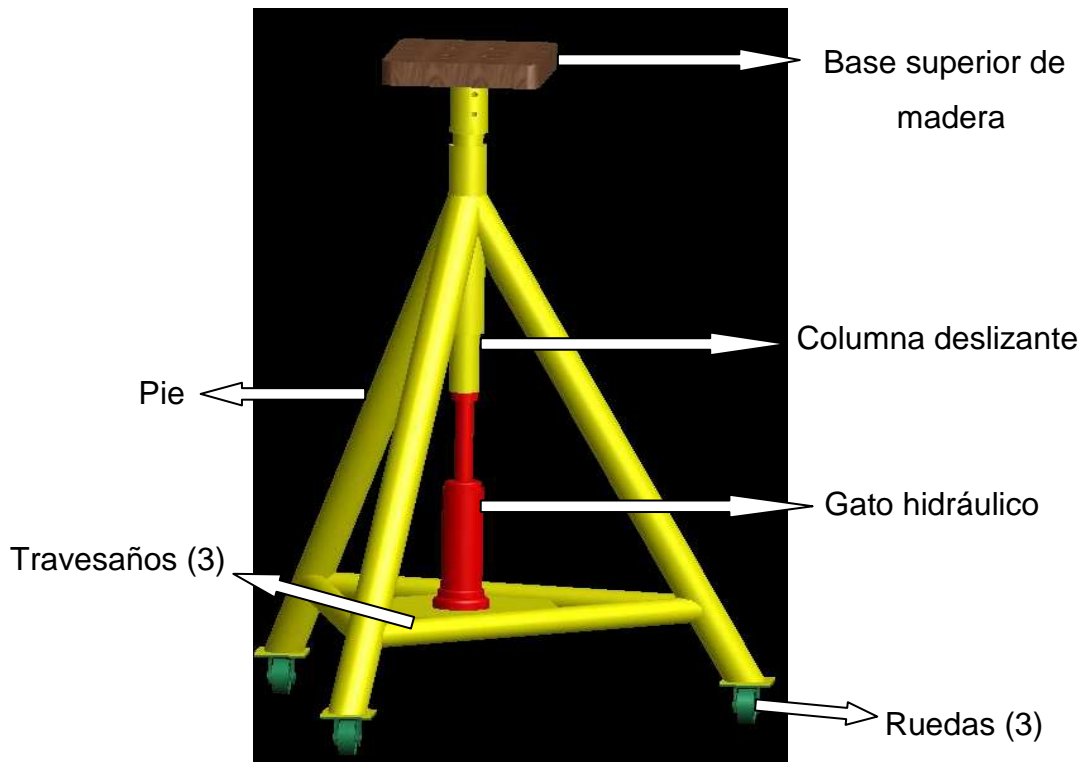


Fig. 3.1 Soporte para el desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1

Fuente: SolidWorks

Se aplicará un factor de seguridad al peso del ala del avión el cual soportará la estructura, mediante la siguiente fórmula:

$$W_T = W * F_s \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Donde:

W_T = Peso total

W = Peso del ala

F_s = Factor de sobrecarga

$$W_T = 400\text{lbs} * 1.5 = 600\text{lbs}$$

La ubicación de los soportes bajo el ala, tendrán puntos específicos (Ver figura 3.2)

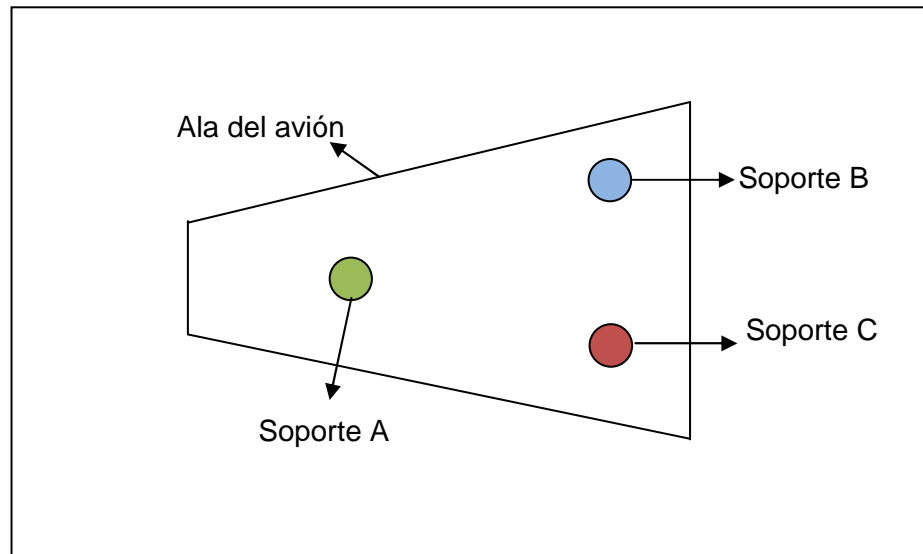


Fig. 3.2 Ubicación de los soportes bajo el ala

El peso total del ala ha sido dividido para los tres soportes que soportan al ala para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$W_{ind} = \frac{600lbs}{3} = 200lbs$$

El peso aplicado a cada uno de los tres soportes es de 200lbs.

3.3.1 Cálculos del soporte A

El soporte A, ha sido dividido en 5 secciones:

- Base superior de madera
- Columna deslizable
- Pie trípode
- Travesaños
- Ruedas

Sección 1: Corresponde a la base superior de madera, a la cual el ala se apoya con una parte de su peso. (Ver figura 3.3)

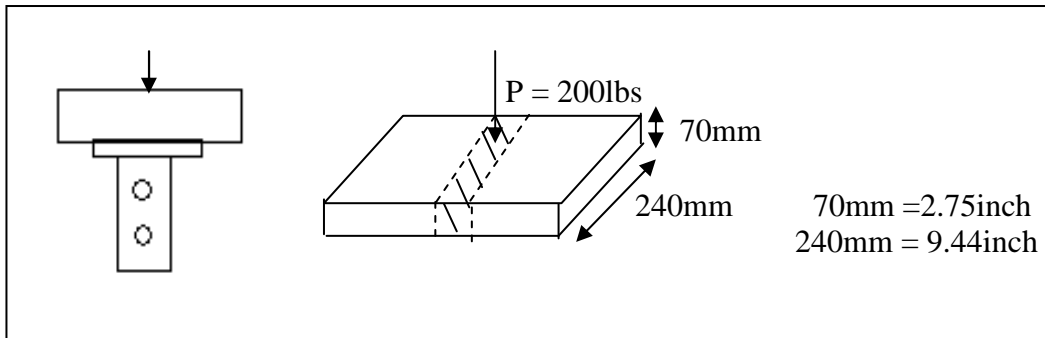


Fig. 3.3 Esfuerzo de corte de la base superior de madera

Esfuerzo de corte de base superior de madera

Para encontrar el esfuerzo de corte de la base superior se aplica la siguiente expresión:

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Donde:

τ = Esfuerzo cortante

F= Fuerza

A = Área

$$\tau = \frac{200\text{lbs}}{240\text{mm} * 70\text{mm}}$$

$$\tau = \frac{200\text{lbs}}{2.75\text{inch} * 9.44\text{inch}}$$

$$\tau = 7.704\text{lbs}/\text{in}^2 = 7.704\text{PSI}$$

Según las especificaciones del tablón de chanúl es de: (Ver anexo D)

$$\tau_{\text{chanul}} = 129 \text{Kg}/\text{cm}^2 = 1834\text{PSI}$$

El esfuerzo cortante de trabajo es mucho menor que el esfuerzo cortante del chanul.

Esfuerzo de aplastamiento de base superior de madera (Ver figura 3.4)

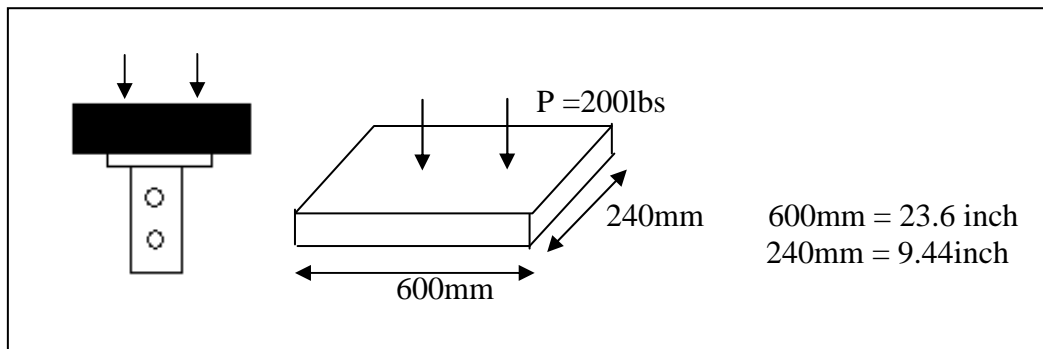


Fig. 3.4 Esfuerzo de aplastamiento de la base superior

Para encontrar el esfuerzo de aplastamiento de la base superior se aplica la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec. 3.3})$$

Donde:

σ = Esfuerzo de aplastamiento

F = Fuerza

A = Área

$$\sigma_{base} = \frac{200lbs}{240mm * 600mm}$$

$$\sigma_{base} = \frac{200lbs}{9.44inch * 23.6inch}$$

$$\sigma_{base} = 0.897 \text{ lbs/in}^2 = 0.897 \text{ PSI}$$

El esfuerzo de aplastamiento del tablón de chanúl (Ver anexo D)

$$\sigma_{CHANUL} = 100.4 \text{ Kg/cm}^2 = 14280 \text{ PSI}$$

Como se puede verificar el esfuerzo de aplastamiento de trabajo es mucho menor que el esfuerzo de aplastamiento del chanul

Sección 2: Columna deslizando del gato hidráulico (Soporta 200lbs.)

El material que se utilizó en la columna es un tubo ASTM A-36 de 1 $\frac{3}{4}$ " de diámetro exterior (Ver figura 3.5)

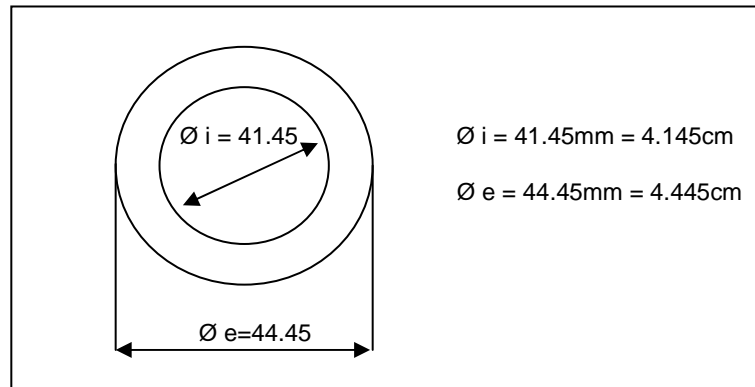


Fig. 3.5 Diámetro del tubo de 1 $\frac{3}{4}$ "

Se procede a calcular el área transversal del tubo aplicando la siguiente fórmula:

$$A_1 = \frac{\pi(D_e^2 - D_i^2)}{4} \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Donde:

A = Área

D_e = Diámetro exterior

D_i = Diámetro interior

$$A_1 = \frac{\pi(4.445^2 - 4.145^2) \text{ cm}^2}{4}$$

$$A_1 = \frac{\pi(2.66) \text{ cm}^2}{4}$$

$$A_1 = 2.09 \text{ cm}^2 = 0.32 \text{ pulg}^2$$

El área transversal del tubo es de 1 $\frac{3}{4}$ " que se utiliza como columna deslizando es de 0.32 pulg².

El peso parcial del ala es de 200lbs que se aplica sobre la columna deslizante del soporte produciendo un esfuerzo de compresión.(Ver figura 3.6)

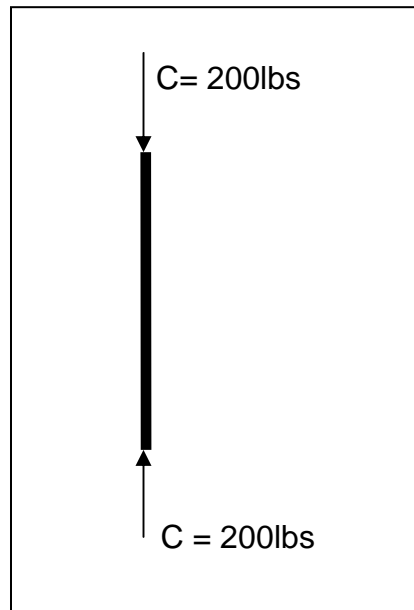


Fig.3.6 Columna deslizante del soporte

Para calcular la fuerza de compresión que va a soportar la columna se aplica la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (\text{Ec. 3.5})$$

Donde:

σ = Esfuerzo de compresión

P= Carga

A= Área

$$\sigma = \frac{200\text{lbs}}{0.32\text{pu l}g^2}$$

$$\sigma = 625\text{PSI}$$

El esfuerzo de compresión de la columna deslizante es de 625 PSI.

Sección 3: Pie trípode de la estructura del soporte

El peso parcial del ala es de 200lbs es el que soportará la estructura y será dividido para los tres pies que forman la estructura en trípode del soporte.

$$W_{columna} = \frac{200lbs}{3} = 66.67lbs$$

Por lo tanto cada pie soportará el peso de 66.67lbs, el mismo que tendrá una longitud de 100cm.(Ver figura 3.7)

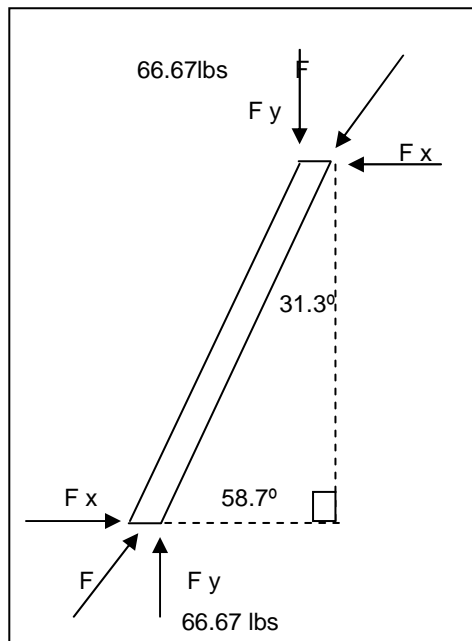


Fig. 3.7 Diagrama de cuerpo libre de la columna del trípode

Para calcular la fuerza de compresión que se aplica en cada una de los pies soportantes del trípode se aplica la siguiente expresión:

$$\text{Sen}58.7^\circ = \frac{Fy}{F} \quad (\text{Ec. 3.6})$$

$$F = \frac{Fy}{\text{Sen}58.7^\circ}$$

$$F = \frac{66.67lbs}{\text{Sen}58.7^\circ} = 78.026lbs$$

La fuerza de compresión que soporta cada uno de los pies soportantes es de 78.026lbs.

El material que se utilizó en los pies soportantes es un tubo redondo ASTM A-36 (Ver anexo B) de 2" de diámetro exterior y se procede a calcular el área transversal del tubo.(Ver figura 3.8)

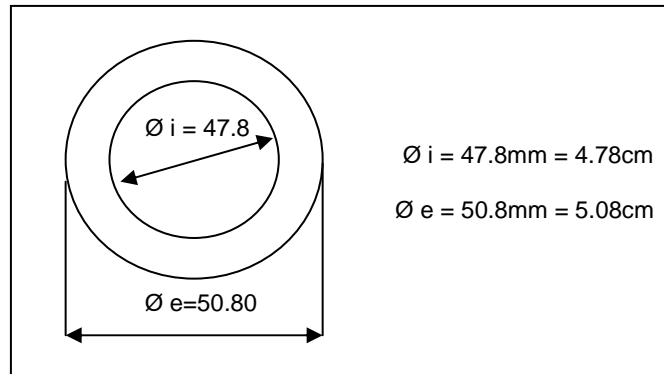


Fig. 3.8 Diámetro del tubo de 2"

Para calcular el área del tubo se aplicará la siguiente expresión:

$$A_1 = \frac{\pi(D_e^2 - D_i^2)}{4} \quad (\text{Ec. 3.7})$$

Donde:

A= Área

D_e = Diámetro exterior

D_i = Diámetro interior

$$A_2 = \frac{\pi(5.08^2 - 4.78^2)cm^2}{4}$$

$$A_2 = \frac{\pi(2.95)cm^2}{4}$$

$$A_2 = 2.32cm^2 = 0.36pu\lg^2$$

El área del tubo de 2" es de 0.36pulg²

Para determinar el esfuerzo de compresión de cada uno de los pies soportantes se aplicará la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{P}{A_2} \quad (\text{Ec. 3.8})$$

Donde:

σ = Esfuerzo de compresión

P= Carga

A_2 = Área

$$\sigma = \frac{78.026lbs}{0.36pu\lg^2}$$

$$\sigma = 216.74PSI$$

El esfuerzo de compresión en cada uno de los tres pies soportantes es de 216.74 PSI.

Sección 4: Travesaños de la estructura en trípode.

El esfuerzo que soportaran los travesaños es de tracción.



$$F' = F_x \cos 30^\circ$$

$$F' = F \cos 58.7^\circ \cdot \cos 30^\circ$$

$$F' = 78.026lbs \cos 58.7^\circ \cdot \cos 30^\circ$$

$$F' = 35.10lbs$$

Para determinar el esfuerzo de tracción de cada travesaño es necesario determinar el área transversal del tubo de 1½" de diámetro exterior. (Ver figura 3.9)

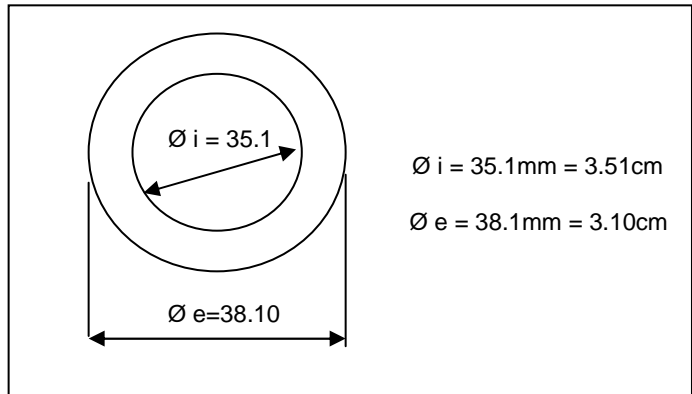


Fig. 3.9 Diámetro del tubo de 1½"

Para calcular el área del tubo se aplicará la siguiente expresión:

$$A_3 = \frac{\pi(D_e^2 - D_i^2)}{4} \quad (\text{Ec. 3.9})$$

Donde:

A= Área

D_e = Diámetro exterior

D_i = Diámetro interior

$$A_3 = \frac{\pi(3.81^2 - 3.51^2)\text{cm}^2}{4}$$

$$A_3 = \frac{\pi(2.2)\text{cm}^2}{4}$$

$$A_3 = 1.72\text{cm}^2 = 0.27\text{pulg}^2$$

El área transversal del tubo de 1½" de diámetro es de 0.27pulg²

Así se determinará el esfuerzo de tracción de los travesaños.

$$\sigma = \frac{F'}{A_3}$$

Donde:

σ = Esfuerzo de tracción

F' = Carga

A₃ = Área

$$\sigma = \frac{35.10 \text{ lbs}}{0.27 \text{ pulg}^2}$$

$$\sigma = 130 \text{ PSI}$$

El esfuerzo de tracción de los travesaños es de 130PSI.

Sección 5: Ruedas de acero

El peso que soporta cada rueda se lo determina mediante la siguiente expresión:

$$W_{\text{ind-rueda}} = \frac{W_{\text{ala}}}{n^{\circ} \text{ruedas}}$$

$$W_{\text{ind-rueda}} = \frac{200 \text{ lbs}}{3} = 66.67 \text{ lbs}$$

El peso que soporta cada una de las ruedas es de 66.67lbs.

Verificación del factor de seguridad del soporte

A continuación, se realiza un resumen de los cálculos realizados y la verificación de funcionamiento, de las partes principales del soporte mediante el factor de seguridad.

Para la verificación del factor de seguridad, de los soportes se determinará de la siguiente manera:

$$n = \frac{C \text{ arg } a - \text{máxima}}{C \text{ arg } a - \text{de - trabajo}}$$

Tabla 3.1 Verificación del factor de seguridad del soporte

Elemento	Especificaciones	Área	Carga máxima	Carga de trabajo	Factor de seg.
Columna deslizante	Tubo de ASTM A-36 de 1¼"	0.32pulg ²	11520	200lbs	57.6
Pie del trípode	Tubo de ASTM A-36 de 2"	0.36pulg ²	12960	66.67lbs.	194.39
Travesaños	Tubo de ASTM A-36 de 1½"	0.27pulg ²	9720	35.10	276.9
Gato hidráulico	2 toneladas		4400lbs.	200lbs	22
Ruedas de acero	Ø50mm*70mm		484lbs	66.67lbs	7.25

De estos cálculos se concluye, que los soportes son aptos para soportar las cargas propuestas y que el material ha sido seleccionado adecuadamente además se encuentran dentro del rango de los esfuerzos máximos del tubo estructural ASTM A-36.

El diseño de los soportes es óptimo para que los técnicos realicen los trabajos de desmontaje y montaje de las del avión.

NOTA: Los cálculos básicos se realizaron para el soporte A.

3.4 Construcción

En este capítulo se toma en cuenta los procesos principales por los que paso el tubo redondo estructural (ASTM A-36). Hasta obtener la forma deseada, la construcción de los soportes se ha realizado, cada una de las

piezas por separado y basadas en las dimensiones del plano de los soportes, teniendo en cuenta que se construirán tres soportes de diferentes longitudes pero contruidos con el mismo tubo estructural.

3.4.1 Construcción de la estructura de los soportes

Para la elaboración de los soportes para el desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1, se utilizó las herramientas, máquinas y equipos existentes en la mecánica industrial que se encuentra dentro del ala 12 de la FAE.

Especificaciones de las máquinas a utilizarse en la construcción.

Tabla 3.2 Datos técnicos de las máquinas utilizadas en la construcción

DESIGNACIÓN	MÁQUINA	MARCA	CARACTERISTICA
M1	Sierra de corte horizontal	Startrite	Longitud de la sierra 150plg.
M2	Soldadora		Lincoln 225 , 220V

Especificaciones de los equipos a utilizarse en la construcción

Tabla 3.3 Datos técnicos de los equipos utilizados en la construcción

DESIGNACIÓN	EQUIPO	MARCA	CARACTERISTICA
E1	Taladro horizontal	Rexon	1/3 HP 60Hz
E2	Esmeril de banco	-----	120v,CA 60Hz
E3	Compresor y equipo de pintura		1/2 Hp ,70 psi

Especificaciones de las herramientas a utilizarse en la construcción

Tabla 3.4 Datos técnicos de las herramientas utilizados en la construcción

DESIGNACIÓN	HERRAMIENTA
H1	Rayador normal

H2	Lima triangular
H3	Lijas H150
H4	Sierra manual
H5	Flexómetro 5m stanley
H6	Entenalla

Especificaciones de los instrumentos a utilizarse en la construcción

Tabla 3.5 Datos técnicos de los instrumentos utilizados en la construcción

DESIGNACIÓN	HERRAMIENTA	CARACTERISTICAS
I1	Calibrador pie de rey	Stanley, A=05mm
I2	Goniómetro	

3.4.2 Orden de construcción de los soportes

- Estructura en trípode del soporte
- Refuerzos inferiores(travesaños)
- Placa base para el gato hidráulico
- Columna deslizante del gato hidráulico
- Construcción de la base superior del soporte
- Pintura y acabado de los soportes

3.4.2.1 Estructura trípode del soporte

Para la construcción de la estructura en trípode, se utilizaron tubos estructurales redondos ASTM-A36, de 2 pulgadas de diámetro por 1.5 mm de espesor, los cuales fueron medidos y marcados con una longitud de 100 cm para luego ser cortarlos. (Ver figura 3.10)



Fig. 3.10 Medición de la estructura principal

Para cortar los tubos redondos se utilizó una sierra de corte horizontal, la cual se debe verificar que se encuentre en perfectas condiciones para el uso adecuado. (Ver figura 3.10)



Fig. 3.11 Proceso de corte de los tubos de la estructura trípode del soporte

Se procedió a soldar la estructura mediante soldadura de arco eléctrico, con electrodos tipo R-10 (AGA E-6011) dando forma trípode a la estructura, tomando en cuenta las medidas específicas del diseño. (Ver figura 3.12)



Fig. 3.12 Suelda de la estructura trípode

También se procede a soldar las ruedas metálicas de 50mm*70mm de diámetro a la estructura trípode (Ver figura 3.13)



Figura 3.13 Ruedas metálicas soldadas a la estructura

3.4.2.2 Refuerzos inferiores (travesaños)

Para la construcción de los travesaños, se utilizaron tubos redondos estructural ASTM A-36 de 1.½ pulgadas de diámetro por 1.5mm de espesor los cuales fueron medidos con una longitud de 90cm y marcados con un rayador para luego ser cortados con una sierra manual. (Ver figura 3.14)



Fig. 3.14 Medición de los tubos de refuerzo.

Utilizamos una sierra manual para cortar los tubos redondos. (Ver figura 3.15)



Fig. 3.15 Corte de los travesaños

Se poseionan los tubos de refuerzo en la estructura trípode para verificar sus dimensiones. (Ver figura 3.16)



Fig. 3.16 Travesaños previo a la soldadura

Luego se procedió a soldar la estructura con electrodos, R-10 (AGA E-6011) tomando en cuenta las medidas estipuladas en el diseño de los soportes.(Ver figura 3.17; 3.18)



Fig.3.17 Colocación de puntos de suelda



Fig. 3.18 Suelda de los pies soportantes y travesaños

3.4.2.3 Placa base para el gato hidráulico

Se realizó el trazo y la medición de la plancha de acero de 0.4 de pulgada de espesor, para así facilitar y dar forma trípode a la base, para la medición se utilizó una regla metálica y rayador. (Ver figura 3.19)



Fig. 3.19 Corte de la base del soporte.

La plancha de acero fue cortada en forma trípode, para ser soldado en la parte inferior en donde se encuentran los tubos de refuerzo del soporte. (Ver figura 3.20)



Fig. 3.20 Suelta de la base soporte a la estructura principal

3.4.2.4 Columna deslizante del gato hidráulico

Se procedió a la medición y marcación del tubo redondo con una longitud de 66 cm el mismo que se soldara al gato hidráulico de capacidad de 2 toneladas, se requirió de un nivel de manera que el eje este perpendicular a la base del soporte, la gata fue soldada con soldadura de arco eléctrico con electrodos tipo R-10 (AGA E-6011).(Ver figura 3.21)



Fig. 3.21 Medición de la columna deslizante del gato hidráulico

3.4.2.5 Ensamble de la estructura trípode con los refuerzos y la placa base del soporte.

Para el ensamblaje se procede a unir la estructura en trípode, los refuerzos verticales con soldadura de arco eléctrico con electrodos tipo R-10 (AGA E-6011).

Se puede observar el posicionamiento de los componentes previo realizar el proceso de soldadura. (Ver figura 3.22)



Fig. 3.22 Componentes previo a la soldadura.

Se procede a soldar el gato hidráulico de 2 toneladas a la placa base del soporte trípode. (Ver figura 3.23)



Fig. 3.23 Gata hidráulica unida al soporte

3.4.2.6 Construcción de la base superior unión al fuselaje del ala

Para la construcción de la parte superior de esta estructura utilizamos tubos redondos de 2 pulgadas de diámetro por 2.65mm de espesor con una longitud de 20cm los cuales fueron medidos y marcados para ser cortarlos con la sierra de corte manual. (Ver figura 3.24)



Fig. 3.24 Tubo de parte superior

Una lamina de acero de 0.4 de pulgada de espesor con medidas de 19cm por 12 cm, la misma que se trazo y se corto con la moladora de corte manual, luego de esto se procedió a soldar con el tubo redondo de 20cm las secciones

mediante soldadura de arco eléctrico con electrodos tipo R-10 (AGA E-6011).(Ver figura 3.25)



Fig. 3.25 Parte superior del soporte soldada

3.4.2.7 Pintura y acabados del soporte.

Se procedió a proveer de acabados a las estructuras de los soportes, estos acabados se los realizaron lijando la estructura con una lija suave H150 para evitar cualquier tipo de escoria en la superficie de los soportes. (Ver figura 3.26)



Fig. 3.26 Soporte trípode lijado

Se procedió a pintar las estructuras de los soportes con pintura caterpila, la estructura de los soportes, la base y la parte superior se realizaron dos pasos, los cuales fueron en primera instancia pintar los soportes con 1 litro de fondo

gris número 301 para acabados metálicos y automotrices, lo cual brindará una protección adicional a los efectos de la corrosión. El segundo paso de la fase de pintura y acabado de los soportes fue pintar con un color caterpila amarillo que es el color para los equipos de apoyo en tierra.(Ver figura 3.27 ; 3.28 ;3.29)

Soporte A: Ubicado en la punta del ala



Fig. 3.27 Soporte de la punta del ala pintado

Soporte B: Ubicado en el borde de ataque del ala.



Fig. 3.28 Soporte B pintado

Soporte C: Ubicado en el borde de salida del ala



Fig. 3.29 Soporte C pintado







Fig. 3.30 Soportes pintados

NOTA: El procedimiento que se utilizó para la construcción del soporte A, es el mismo que se utilizó para los soportes B y C, lo único que cambia son las medidas de cada soporte; siendo así las medidas del soporte A de 128cm, el soporte B de 100cm y el soporte C de 90cm.

3.5.- Diagramas de proceso

En la representación gráfica de pasos secuenciales y lógicos dentro de los procesos productivos, este diagrama permite visualizar el ensamblaje y sub-ensamblaje de la generación de productos.

Tabla N° 3.6 Simbología de los diagramas de proceso.

NUMERO	SIMBOLO	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección
3		Pieza terminada
4		Conectar

Pasos para la elaboración del diagrama de operación

1. Se toma en consideración líneas horizontales para indicar el ingreso de la materia prima.
2. Para indicar los paso de transformación de la materia prima se ubica el símbolo de operación e inspección respectivamente.
3. Se toma en consideración secuencia numérica para la operación y otras para inspección.
4. Unir los sub- ensambles, es decir siempre colocar, las partes más pequeñas a las más grandes.

3.5.1 Diagrama de proceso para la construcción de la estructura trípode

Material utilizado: Tubo redondo estructural ASTM A-36 de 2" de diámetro por 1.5mm de espesor

Estructura en trípode

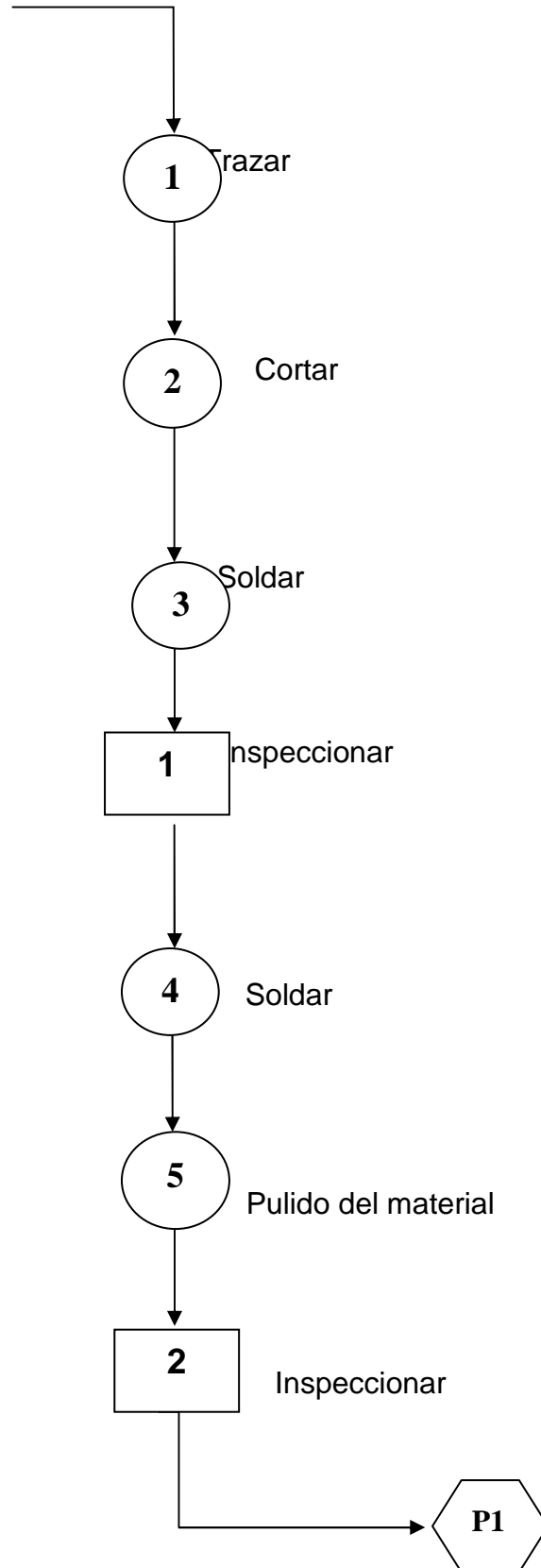


Tabla 3.7. Proceso de construcción de la estructura en trípode

NÚMERO		DESCRIPCIÓN
Operación	Inspeccionar	
1		Medir y trazar el tubo redondo de 2inch con una longitud de 100cm.
2		Cortar según la medida con la sierra de corte horizontal
3		Soldar los tubos formando la estructura en trípode.
	1	Inspección de la soldadura de la estructura
4		Soldadura de las ruedas con la estructura ya soldada utilizando electrodos tipo R-10 (AGA E-6011).
	2	Inspección de la soldadura de las ruedas
5		Producto semi-elaborado

3.5.2 Diagrama de proceso para la construcción de los travesaños

Material utilizado: Tubo redondo de 1½ inch por 1.5mm de espesor

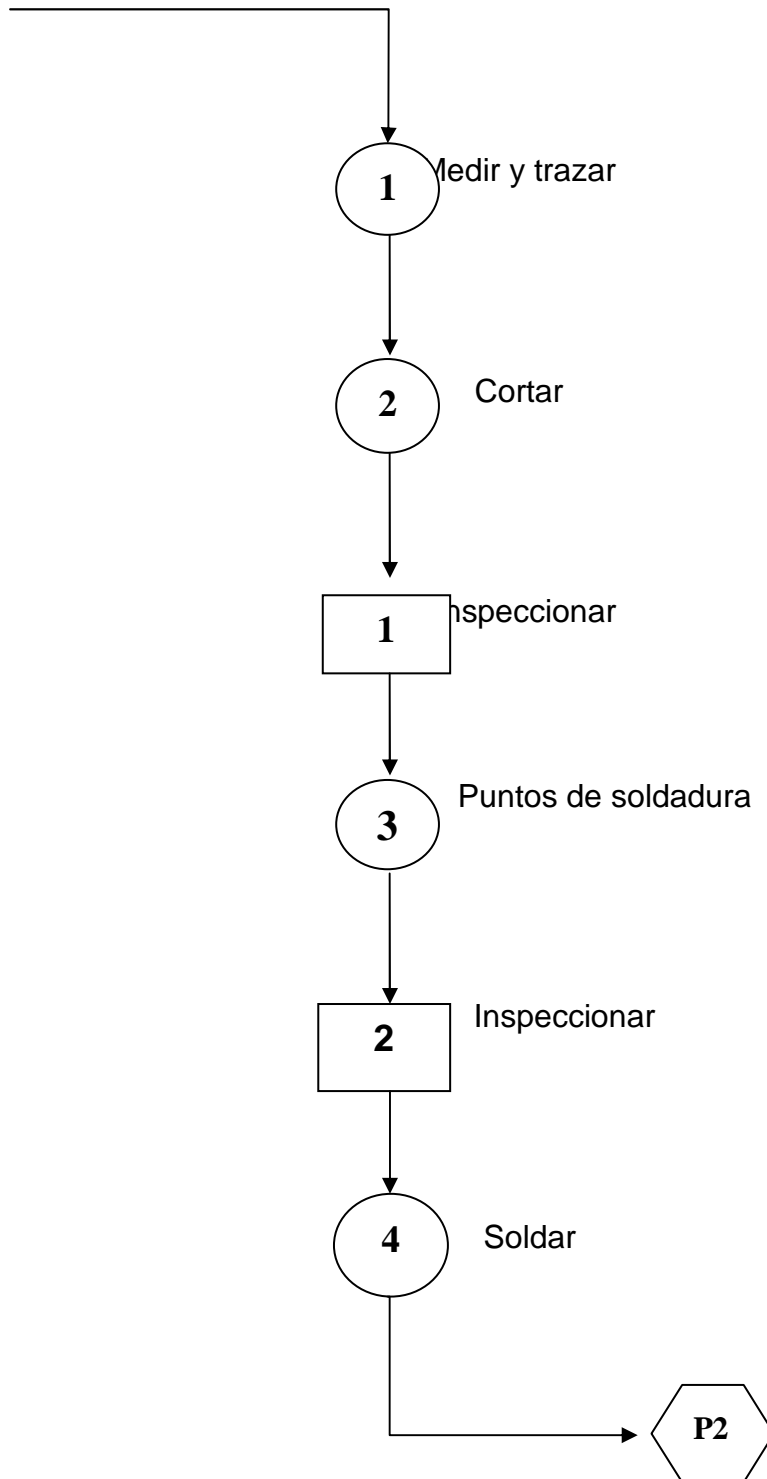


Tabla 3.8 Proceso de construcción de los refuerzos inferiores

NÚMERO		DESCRIPCIÓN
Operación	Inspeccionar	
1		Medir y trazar el tubo redondo de 1½inch con una longitud de 72cm.
2		Cortar según la medida con la sierra manual
	1	Inspección de las medidas
3		Colocar puntos en los tubos de refuerzos
	2	Inspección de los cortes realizados al tubo redondo.
4		Soldar los refuerzos utilizando electrodos tipo R-10 (AGA E-6011).

3.5.3 Diagrama de proceso del eje de desplazamiento del gato hidráulico

Material utilizado: Gato hidráulico de 2 toneladas, tubo de 1 3/4inch

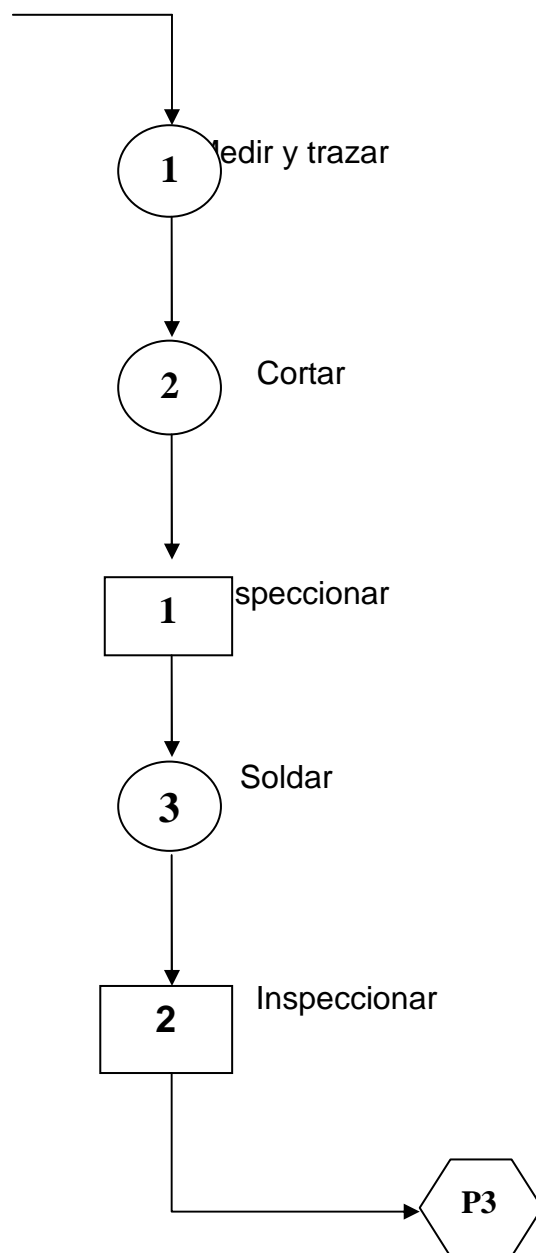


Tabla 3.9. Proceso de construcción del eje deslizante del gato hidráulico.

NÚMERO		DESCRIPCIÓN
Operación	Inspeccionar	
1		Medir y trazar el tubo redondo de 1¼ de diámetro con una longitud de 66cm
2		Cortar según la medida con la sierra manual
	1	Inspección de las medidas
3		Soldar el tubo redondo al gato utilizando electrodos tipo R-10 (AGA E-6011).
	2	Inspección

3.5.4 Diagrama de proceso para la construcción de la placa base del gato hidráulico.

Material utilizado: Lamina de acero de 0.4inch

Base soporte del gato hidráulico

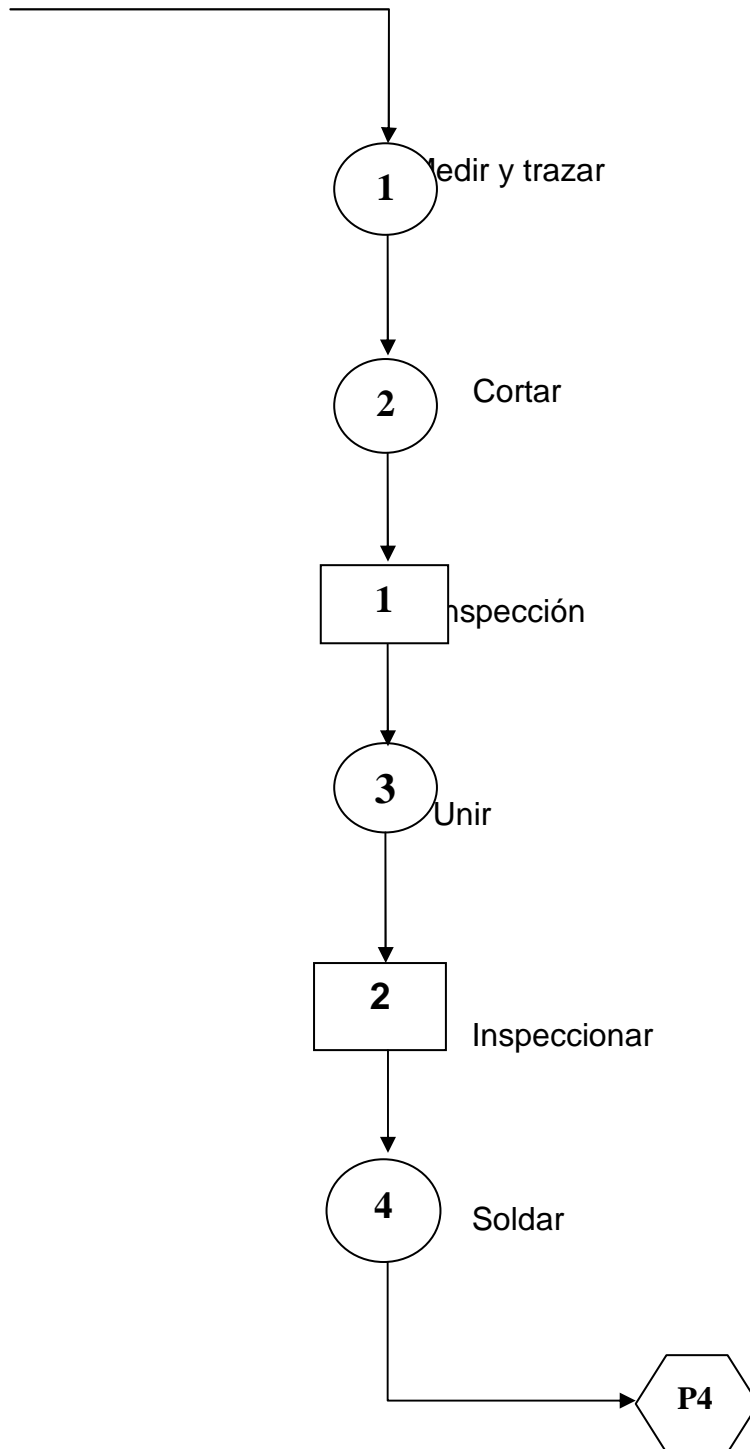


Tabla 3.10 Proceso de construcción de la placa base del gato hidráulico.

NÚMERO		DESCRIPCIÓN
Operación	Inspeccionar	
1		Medir y trazar la lamina en forma triangular con una longitud de 40cm.
2		Cortar según la medida con amoladora.
	1	Inspección de las medidas
3		Unir la placa base del gato hidráulico a la estructura principal.
	2	Inspección del posicionamiento
4		Soldar la placa base a los refuerzos inferiores de la estructura utilizando electrodos tipo R-10 (AGA E-6011).

3.5.5 Diagrama de proceso para la construcción de la base superior.

Material utilizado: lamina de acero de 0.4 de inch. Tubo de acero de 2 inch y tablón de chanul.

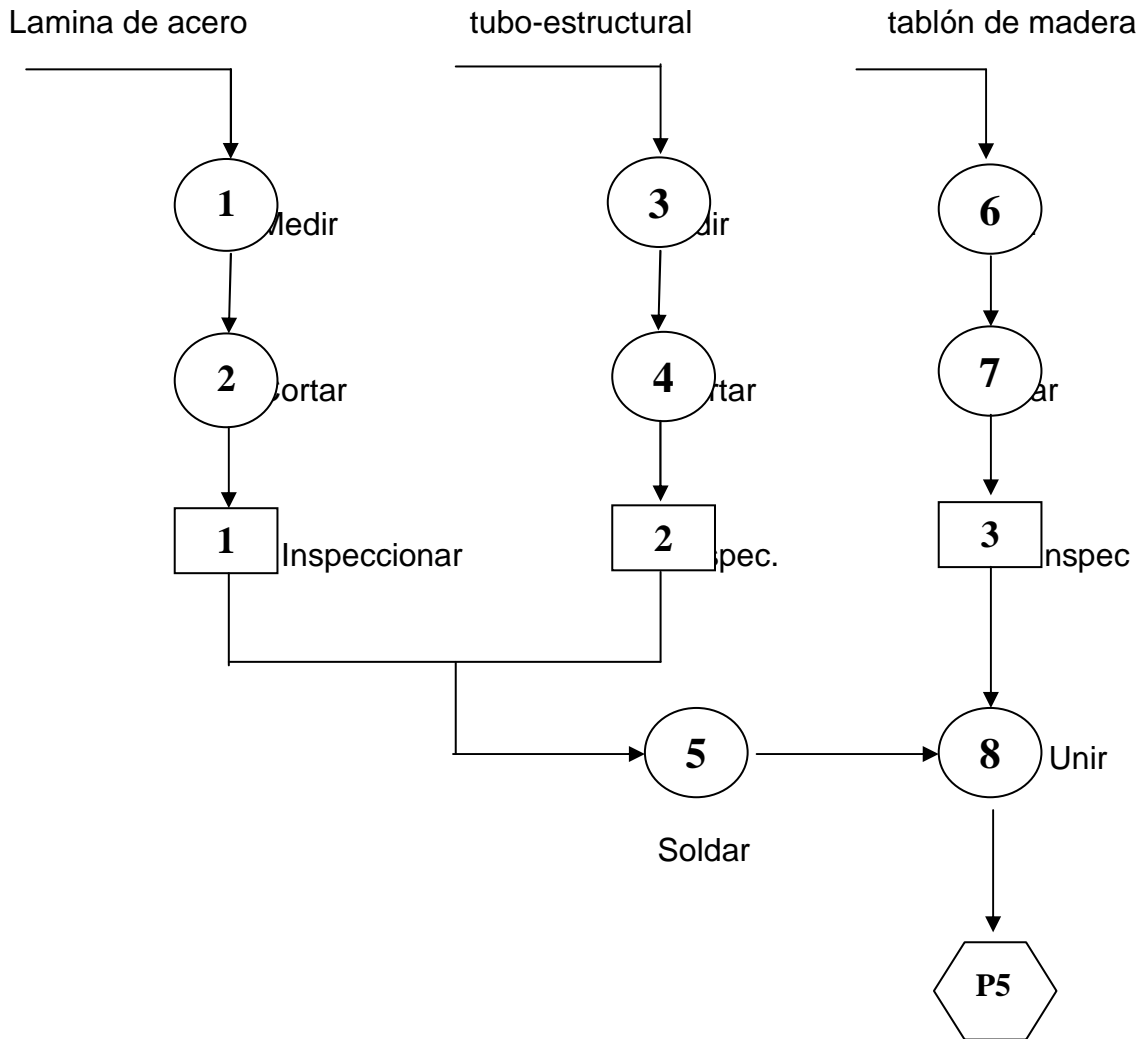
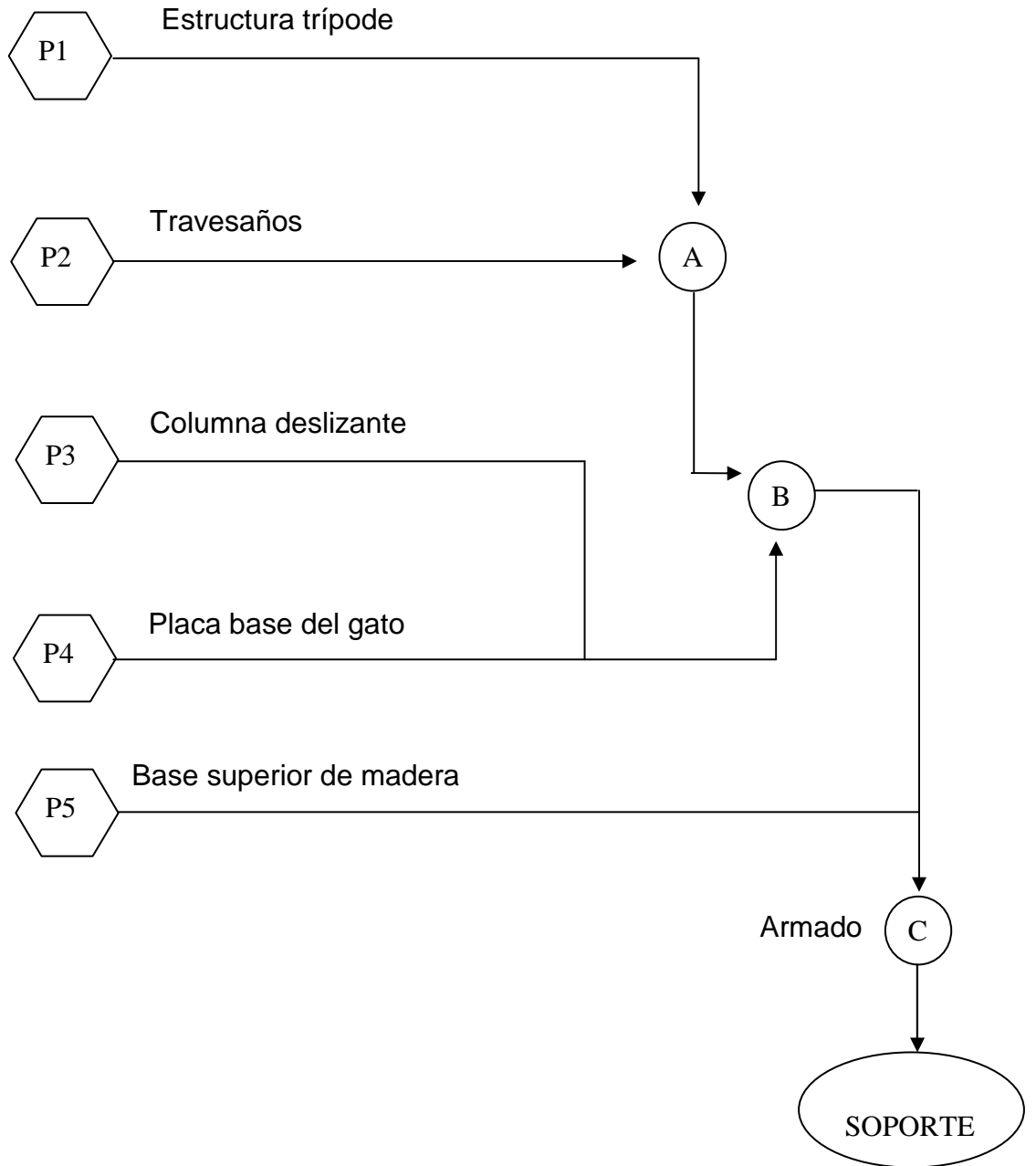


Tabla 3.11 Proceso de construcción de la base superior del soporte

NÚMERO		DESCRIPCIÓN
Operación	Inspeccionar	
1		Medir y trazar la lamina con una longitud de 29x12cm.
2		Cortar según la medida anterior con la amoladora.
	1	Inspección de las medidas
3		Medir y trazar el tubo redondo de 2inch con una longitud de 20cm.
4		Cortar el tubo redondo con la sierra manual
	2	Inspección de las medidas de los tubos redondos.
5		Soldar la lamina con el tubo redondo utilizando electrodos tipo R-10 (AGA E-6011).
6		Medir y trazar el tablón de madera con una longitud de 60x24cm
7		Cortar el tablón de madera
	3	Inspeccionar
8		Unir las lamina con la base de madera mediante pernos de ¼inch*1½inch.

3.5.6 Diagrama de proceso de ensamble de la estructura en trípode, refuerzos inferiores, y eje deslizante del gato hidráulico.




3.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO


Ya construido los soportes para el desmontaje y montaje de las alas del avión, se procede a verificar el desempeño óptimo o posibles fallas de los soportes, por medio de las pruebas de funcionamiento la misma que es emitida por el CIMAM-DIAF con un certificado de aceptación de los soportes.(Ver anexo F)

Tabla 3.12 Parámetros de las pruebas de funcionamiento

SISTEMAS	SI	NO
Estructura de los soportes	✓	
Variación de altura mecánica	✓	
Variación de altura con la gata hidráulica.	✓	
Desplazamiento de los soportes en conjunto con el ala.	✓	
Soporta el peso para el montaje y desmontaje de las alas	✓	

Los soportes se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento y cumple con las expectativas para los que fueron diseñados y construidos.

	ANÁLISIS DE RESULTADOS	Pág. 1 de 2
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	Cod:P.F 01
	Elaborado por: Paulina Toalombo	Fecha: 25/06/10
	Aprobado por: Ing. Juan Medina	
I.T.S.A	MECÁNICA AERONÁUTICA	FAE
<p>1.Objetivo</p> <p>Comprobar y documentar el normal funcionamiento de los soportes, realizando el desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1.</p> <p>2. Alcance</p> <p>La Sección de mantenimiento del avión T-34C-1 del hangar militar de la Base Aérea de Cotopaxi perteneciente a la FAE.</p> <p>3. Documentos de referencia</p> <p>Sin documentos de referencia</p> <p>4. Pruebas realizadas</p> <p>Se realizó varias pruebas de funcionamiento, colocando varias veces los soportes A, B, C en el ala del avión para realizar el desmontaje y montaje del ala.</p>		

	ANÁLISIS DE RESULTADOS	Pág. 2 de 2
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	Cod:P.F 01
	Elaborado por: Paulina Toalombo	Fecha: 25/06/10
	Aprobado por: Ing. Juan Medina	
I.T.S.A	MECÁNICA AERONÁUTICA	FAE
<p>Soporte A</p> <p>Este soporte se ubicó punta del ala del avión , elevando al gato hidráulico a una altura de 130cm. Por lo que la altura fue suficiente para poder realizar los trabajos de desmontaje y montaje de las alas del avión.</p> <p>Soporte B</p> <p>Este soporte se ubicó en el borde de ataque del ala del avión, elevando al gato a una altura de 110cm ,la cual fue suficiente para que los pernos de unión ala fuselaje sean instalados correctamente.</p> <p>Soporte C</p> <p>Este soporte se ubicó en el borde de salida del ala del avión, elevando al gato a una altura de 95 cm.</p> <p>4. Conclusión</p> <p>Una vez finalizado las pruebas de funcionamiento se pudo definir que : LOS SOPORTES PARA EL DESMONTAJE Y MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVION; responde de manera eficiente a todos los parámetros de seguridad y reducción de esfuerzos por parte de los técnicos.</p>		

3.7 MANUALES

Para una apropiada y efectiva operación de los soportes corresponde a seguir y respetar los manuales que se establecen.

3.7.1. Manual de operación

Este manual abarca la verificación y utilización de los soportes al momento de realizar el desmontaje y montaje de las alas del avión.

3.7.2. Manual de mantenimiento

Este manual se compone de las operaciones de comprobación, y mantenimiento las mismas que se deben realizar a los soportes, con el fin de aumentar la vida útil y garantizar su buen funcionamiento.

3.7.3. Manual de seguridad


Establecer normas básicas de seguridad, que el técnico (operador) al momento de realizar los trabajos de desmontaje y montaje de las alas del avión, se comprometa a tener en cuenta para su protección personal, el funcionamiento y operación segura de los soportes.

3.7.4. Hojas de registro

Las hojas de registro son instrumentos necesarios, para la organización del trabajo realizado ya que se registran los datos de todas las imperfecciones que se van dando con los soportes desde el momento que se empieza a utilizar.

Tabla 3.13 Codificación de los manuales

Manual	Código
Operación	M.O.361
Mantenimiento	M.M.362
Seguridad	M.S.363
Hoja de registro	H.R.364

	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág. 1 de 5
	DEL SOPORTE PARA EL DESMONTAJE Y MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVION T-34C-1	Revisión Nº 1
	Elaborado por: Paulina Toalombo	Cod.M.O.361
	Aprobado por: Ing. Juan Medina	Fecha: 25/06/10
I.T.S.A	MECÁNICA AERONÁUTICA	FAE

1. Objetivo

Documentar los procedimientos que se deben tomar en cuenta para la correcta operación y funcionamiento del soporte.

2. Alcance

Sección de mantenimiento del avión T-34C-1 y las operaciones de montaje y desmontaje de las alas de mencionada aeronave.

3. Procedimiento

Previo al desmontaje o montaje de las alas del avión T-34C-1 se debe mantener el área aledaña a los trabajos estén despejados, y verificar para el montaje que todos los componentes que se unen en al fuselaje desde el ala estén instalados o para el desmontaje que estos componentes estén desconectados dependiendo el caso.

3.1 Desmontaje del ala


- Colocar los soportes bajo las estaciones designadas (Ver anexo A) para iniciar la operación de desmontaje, **el soporte A** cerca de la punta de ala en la estación principal, **el soporte B** en el intrados junto al perno delantero de unión del ala al fuselaje, **el soporte C** en el intrados junto al perno posterior de unión del ala al fuselaje.
- Actuar el gato hasta que se obtenga la altura deseado para el desmontaje.
- Asegurar los gatos hidráulicos de los soportes con los seguros de actuación manual.

- Inspeccionar que todas las conexiones del fuselaje al ala se encuentren desconectadas.
- Aflojar los pernos de sujeción del ala.
- Desmontar lentamente el ala del fuselaje recorriendo los soportes hacia un lado del fuselaje.
- Realizar las inspecciones internas del ala.

3.2 Montaje del ala

- Inspeccionar que todas las inspecciones internas del ala se encuentren realizadas.
- Unir lentamente el ala del fuselaje recorriendo los soportes hacia el lado del fuselaje.
- Colocar y ajustar los pernos de sujeción del ala.
- Conectar todas las conexiones del fuselaje al ala.
- Quitar los seguros de actuación manual de las gatas hidráulicas de los soportes.
- Bajar las gatas hasta que se obtenga la altura libre para retirar los soportes del ala.

Firma de responsabilidad

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. 2 de 5
	MANTENIMIENTO DEL SOPORTE PARA EL DESMONTAJE Y MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVION T-34C-1	Revisión N° 1
		Cod:M.M.362
	Elaborado por: Paulina Toalombo	Fecha: 25/06/10
Aprobado por: Ing. Juan Medina		
I.T.S.A	MECÁNICA AERONÁUTICA	FAE

1. Objetivo

Proporcionar al técnico operador un documento con el cual pueda brindar un mantenimiento adecuado para aumentar la vida útil de los soportes para el montaje y desmontaje de las alas.

2. Alcance


Sección de mantenimiento del avión T-34C-1.

3. Procedimiento

El personal encargado del soporte deberá realizar los siguientes tipos de mantenimiento.

3.1. Mantenimiento mensual

- Lubricar cada mes las partes móviles: el eje principal y las ruedas de los soportes con aceite preservante WD-40.
- Realizar una inspección visual de todas las partes estructurales que conforman los soportes.
- Revisar que el caucho antideslizante no se encuentre deformado de ser así reemplazarlo.

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. 3 de 5
	MANTENIMIENTO DEL SOPORTE PARA EL DESMONTAJE Y MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVION T-34C-1	Revisión N° 1
		Cod:M.M.362
	Elaborado por: Paulina Toalombo	Fecha: 25/06/10
	Aprobado por: Ing. Juan Medina	
I.T.S.A	MECÁNICA AERONÁUTICA	FAE


3.2. Mantenimiento semestral

- Revisar el nivel de aceite SAE 40 en los gatos hidráulicos y verificar el normal funcionamiento de las ruedas de los soportes.
- Revisar que la base de madera de los soportes que no se encuentren deformaciones en las misma de ser así reemplazarlos.

3.3. Mantenimiento anual

- Inspeccionar cuidadosamente el estado de los soportes con mayor atención sobre los puntos de soldadura.
- Pintar de color amarillo las estructuras de los soportes para evitar la corrosión.

Firma de responsabilidad

	MANUAL DE SEGURIDAD	Pág. 4 de 5
	SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DEL SOPORTE EN EL DESMONTAJE Y MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVION T-34C-1	Revisión Nº 1
	Elaborado por: Paulina Toalombo	Cod:M.S.363
	Aprobado por: Ing. Juan Medina	Fecha: 25/06/10
I.T.S.A	MECÁNICA AERONÁUTICA	FAE

1. Objetivo

Documentar las normas de seguridad a tomar en cuenta para un trabajo seguro con los soportes.

2. Alcance

Sección de mantenimiento del avión T-34C-1.

3. Procedimiento

El personal que utilice el soporte para el desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1 deberá tomar en cuenta las normas y precauciones de seguridad.

4. Normas de seguridad

- Los soportes deben utilizarse solo para realizar los trabajos de desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1.
- Verificar que los seguros estén bien puestos al utilizar los soportes
- Verificar que exista aceite hidráulico en el gato hidráulico.
- No exceder el peso en los soportes ya que su capacidad máxima es de 880lbs.
- Anotar en la hoja de registro todos los trabajos que se realice con los soporte.

Firma de responsabilidad



HOJAS DE REGISTRO

Pág. 5 de 5

**HOJA DE VIDA DE LOS SOPORTES PARA EL DESMONTAJE Y MONTAJE
DE LAS ALAS DEL AVION T-34C-1**

Cod.H.R.364

Elaborado por : Paulina Toalombo

Revisión N°01

Aprobado por: Ing. Juan Medina

Fecha:25/06/10

N°	Fecha de inicio del trabajo	Fecha de finalización del trabajo	Trabajo realizado	Materiales y repuestos utilizados	Responsable	Observaciones

ESTUDIO ECONÓMICO

3.8. Presupuesto

Para la construcción de los soportes, se consideraron principalmente cinco puntos los cuales son:

- Costo de los materiales empleados.
- Costo del alquiler de máquinas.
- Costo de alquiler de herramientas.
- Costo de mano de obra.
- Varios.

3.8.1 Análisis económico

3.8.1.1. Costo de los materiales empleados en la construcción

Este rubro comprende todos los materiales utilizados en la construcción de los soportes para el desmontaje y montaje de las alas.

Tabla 3.14 Costo de los materiales empleados en la construcción

Nº	Material	Dimensiones	Cant.	Unid	V. Unit	Subtotal \$
1	Gato Hidráulico	Capacidad 2 ton.	3	Unidad	15	45.00
3	Tubo estructural redondo	1inch por 2.5mm	6	m	3	18.00
4	Tubo estructural redondo	1 ¹ / ₂ inch por 2.65mm	6	m	3.5	21.00
5	Tubo estructural redondo	2 inch por 2.65mm	6	m	4	24.00
6	Electrodos		5	lbr.	2.5	12.5
7	Ruedas de acero	50 mm de diámetro por 70 de altura	9	----	2.00	18.00
8	Tablón de madera (chapul)	-----	1	----	12	12.00

9	Pernos	¼ inch* 1 1/2	12	inch	0.25	3.00
10	Plancha de acero	0.4inch * 2	1	unid ad	40.00	40.00
11	Caucho antideslizante		7	pies	1.2	8.4.00
12	Pintura		1	galn	15	15.00
13	Tiñer		2	galn	16	16.00
14	Lija		15	unid	0.70	10.50
15	Aceite preservante		80	g.	25	25.00
SUBTOTAL						\$273.4

3.8.1.2. Costo de alquiler de las máquinas empleadas en la construcción

Para la construcción de los soportes se realizaron operaciones de torneado, soldado, pintura entre otros. A continuación se presenta el cuadro de alquiler de maquinas, herramientas, equipos y varios.

Tabla 3.15 Costo de alquiler de las maquinas empleadas en la construcción

Nº	Maquina	Tiempo (h)	Valor -hora (\$)	Subtotal \$
1	Soldadora	8	5	40.00
2	Amoladora	3	3	9.00
3	Sierra de corte horizontal	1	6	6.00
4	Torno	2	7	14.00
5	Taladro	2	4	8.00
SUBTOTAL				\$ 77

3.8.1.3. Costo de alquiler de herramientas empleadas en la construcción

Para realizar la construcción de los soportes se utilizaron herramientas pequeñas como son calibrador, limas otros. A continuación se demuestra el cuadro del costo de alquiler de herramientas.

Tabla 3.16 Costo de alquiler de herramientas empleadas en la construcción.

Nº	Herramienta	Tiempo (h)	Valor / hora \$	Subtotal \$
1	Rayador	2	0.3	0.6
2	Sierra manual	4	0.5	2.00
3	Flexo metro	5	0.25	1.25
4	Goniómetro	5	0.50	2.5
5	Martillo de caucho	1/2	0.5	0.5
6	Herramientas varias	5	1.00	5.00
SUBTOTAL				\$11.85

3.8.1.4 Costo de la mano de obra

Tabla 3.17 El costo de la mano de obra

Nº	Detalle	Subtotal
1	Diseño del soporte a computadora	50.00
2	Operario	250.00
SUBTOTAL		\$300.00

3.8.1.5 Varios

En este punto se considera la movilización para la obtención de los diferentes materiales y dirigimos a los lugares de trabajo para la culminación de los soportes con un valor de 40 dólares.

3.8.2 Costo total de la construcción de los soportes

Tabla 3.18 Costo total de la construcción de los soportes

Nº	Detalle	Subtotal (\$)
1	Materiales	273.4
2	Alquiler de máquinas	77.00
3	Alquiler de herramientas	11.85
4	Mano de obra	300.00
5	Varios	40.00
TOTAL		\$702.25

El costo total del proyecto de grado es de setecientos dos dólares con veinte y cinco centavos (702.25).

3.9 Pruebas y análisis de resultados

Una vez completadas las pruebas de funcionamiento, se pudo concretar que los soportes para el desmontaje y montaje de las del avión T-34C-1, se encuentra en perfectas condiciones de funcionamiento y cumple con las expectativas para las que fue diseñadas y construida.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- El estudio técnico realizado previa a la construcción de los soportes permitió plantear , analizar y seleccionar la alternativa a construir satisfaciendo los requerimientos dimensionales, geométricos y operacionales para el desmontaje y montaje de las alas del avión , disminuyendo el esfuerzo físico de los técnicos y facilitando los trabajos de mantenimiento.
- El diseño básico realizado de los soportes permitió comprobar que los materiales seleccionados son estructuralmente resistentes para las cargas aplicadas.
- Los tres soportes para el desmontaje y montaje de las alas del avión T-34C-1 han sido construidos en su totalidad y de acuerdo a las pruebas de funcionamiento de los soportes las necesidades requeridas han sido cumplidas en condiciones de operación y funcionamiento.
- Los manuales elaborados permiten realizar un correcto mantenimiento de los soportes y establecer los parámetros operacionales para su correcto empleo.

Recomendaciones:

- Para el uso de los soportes para el montaje y desmontaje de las alas se debe leer primero los manuales de operación y seguridad.
- Realizar siempre el mantenimiento de los soportes según el manual de mantenimiento para garantizar una mayor vida útil.
- Siempre que se utilice los soportes colocarlos en los puntos establecidos por el manual de operación de este proyecto o el manual de mantenimiento del avión.
- No utilizar los soportes para otros trabajos para el cual fue diseñado, así también, realizar mantenimiento en función de lo establecido los manuales.
- La manipulación de los soportes la tiene que realizar solo el personal autorizado o encargados de realizar el montaje y desmontaje de las alas del avión T34C-1.

GLOSARIO

Avión.- o aeroplano, aeronave más pesada que el aire, por lo general propulsada por medios mecánicos y sustentada por las alas fijas como consecuencia de la acción dinámica de la corriente de aire que incide sobre su superficie.

Chequeo.- Acción de chequear los componentes que se están dando mantenimiento.

Estructura.- Parte esencial del fuselaje del avión, que sostiene todos los componentes que forman parte de está.

Eficacia.- Es la capacidad de lograr un efecto deseado o esperado.

Eficaz.- Que surte efecto y da buen resultado.

Factible.- Que se puede hacer.

Hangar.- Estructura cubierta destinada a guardar los aviones.

Modernización.- Actualización de la tecnología.

Productividad.- Capacidad de producir .Capacidad de ser útil y provechosa. Grado de producción en relación con los medios.

Sustentación.- Momento en que se mantiene vuelo, se consigue con medios de tipo aerostático (globos), aerodinámicos (alas, rotores) o propulsión (motores a reacción).

Soporte.- Sustancia inerte que en un proceso proporciona la adecuada superficie de contacto o fija alguno de sus reactivos.

Ductilidad.- La propiedad de un material que le permite soportar deformaciones generales sin fallar.

SIGLAS

FAE.- Fuerza Aérea Ecuatoriana

ITSA.- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutica

BACO.- Base Aérea Cotopaxi.

M.M.- Manual de Mantenimiento.

A.S.T.M. - American Society for testing and materials.

CIMAM.- Centro de Ingeniería y Mantenimiento de Aviación Militar.

A.W.S. - American Welding Society. (Sociedad Americana de la soldadura).

Bibliografía:

- Beadford Liechti (2002), Mecánica de materiales, primera edición, Bogotá-Colombia, Pearson Educación.
- Ferdinand P. Beer * E. Russell Johnstor, Jr. (1993), Mecánica de Materiales, Segunda edición, Bogotá Colombia.
- Tomoshenko (2002), Resistencia de Materiales, Quinta edición.
- Microsoft Encarta 2009@1993-2008 Microsoft Corporación.
- Jack C. McCormac. (1971), Diseño de Estructuras Metálicas, Segunda edición, México, Litográfica Ingramex.

Paginas Web

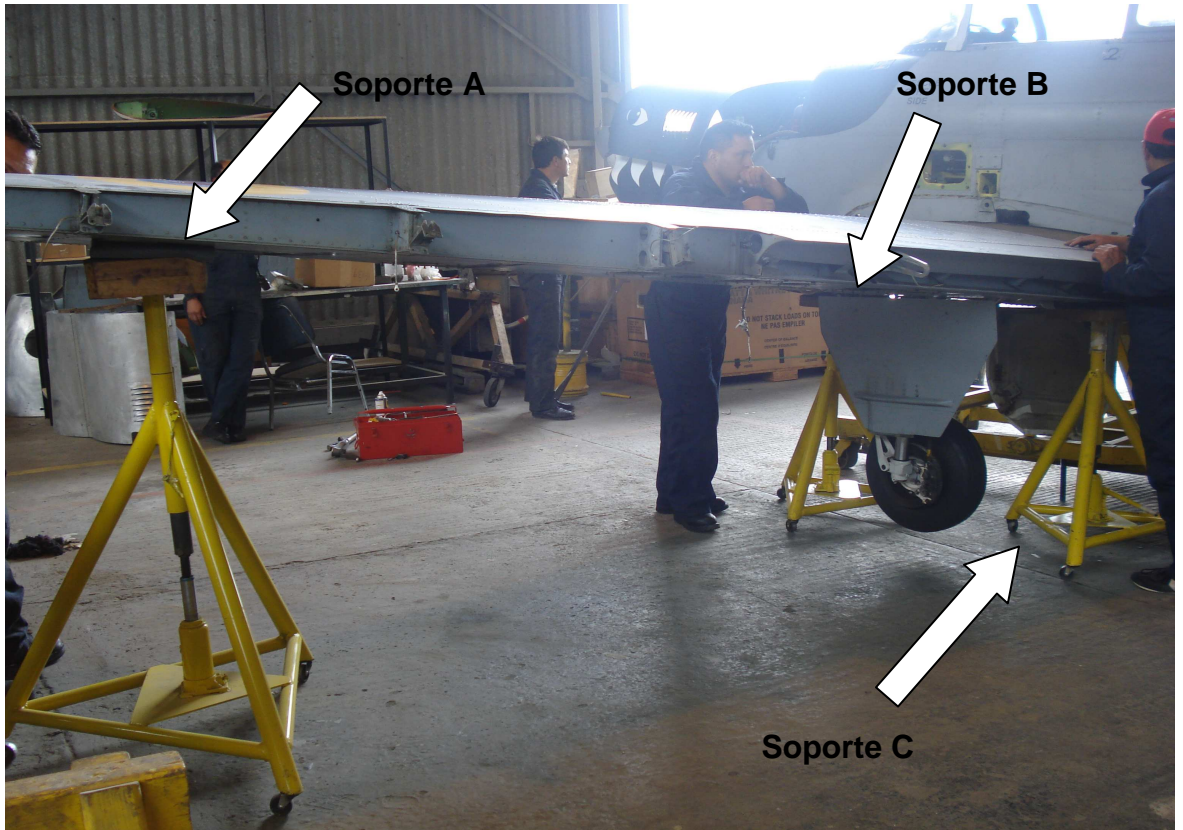
- [http:\ tiposdegatas \Avión –Wikipedia la enciclopedia libre.html](http://tiposdegatas\Avión –Wikipedia la enciclopedia libre.html).
- <http://es.wikipedia.org/w/index.php>.
- es.wikipedia.org/wiki/Electrodo
- www.mpw.cl/gatas_hidraulicas.htm

ANEXOS

ANEXO A:

Ubicación de los soportes bajo el ala del avión

Ubicación de los soportes bajo el ala del avión



Ubicación de los soportes en el ala.

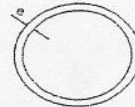
- Soporte A: En la punta del ala.
- Soporte B: En el borde de ataque de la ala.
- Soporte C: En el borde de salida de la ala.

ANEXO B:
ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

TUBERÍA ESTRUCTURAL

Características Generales:

Norma de Fabricación : ASTM - A 36
 Límite de fluencia (mínimo) $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$
 Tolerancias : Diámetro $\pm 0.5\%$
 Longitud $+12 \text{ mm} - 6 \text{ mm}$
 Longitud de Entrega : 6 metros, otras longitudes bajo pedido
 Acabado : Negro o Galvanizado
 Espesor : $\pm 10\%$

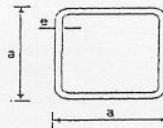


DIÁMETRO EXTERIOR

1. Tubos Redondos

DENOMINACIÓN		ESPESOR		PESO	
Diámetro Exterior (D)		e	P	P	
pulg.	mm	mm	Kg/m	Kg/6m	
5/8	15,88	1,50	0,55	3,28	
3/4	19,05	1,50	0,67	3,99	
7/8	22,22	1,50	0,79	4,73	
1	25,40	1,50	0,90	5,37	
		2,00	1,17	7,02	
1 1/4	31,75	1,50	1,13	6,78	
		2,00	1,48	8,90	
1 1/2	38,10	1,50	1,37	8,20	
		2,00	1,80	10,79	
1 3/4	44,45	1,50	1,60	9,57	
		2,00	2,13	12,76	
1 7/8	47,63	1,50	1,72	10,32	
		2,00	2,27	13,62	
2	50,80	1,50	1,84	11,02	
		2,00	2,43	14,55	
		3,00	3,45	20,69	
2 1/4	57,15	1,50	2,08	12,47	
		2,00	2,79	16,72	
2 3/8	60,50	1,50	2,24	13,42	
		2,00	2,83	17,00	
		3,00	4,38	26,28	
2 1/2	63,50	1,50	2,34	14,04	
		2,00	3,13	18,75	
		3,00	4,62	27,69	
3	76,20	2,00	3,68	22,42	
		3,00	5,26	33,35	
		4,00	7,35	44,09	
3 1/2	89,10	2,00	4,37	26,19	
		3,00	6,50	39,00	
		4,00	8,60	51,62	
4 1/2	114,30	2,00	5,59	33,53	
		3,00	8,36	50,16	
		4,00	11,09	66,51	
5	127,00	2,00	6,22	37,30	
		3,00	9,26	55,53	
		4,00	12,28	73,66	

2. Tubos Cuadrados



DENOMINACIÓN		ESPESOR		PESO	
a		e	P	P	
pulg.	mm	mm	Kg/m	Kg/6m	
3/4	20	1,50	0,88	5,26	
1	25	1,50	1,13	6,78	
		2,00	1,48	8,90	
1 1/4	30	1,50	1,37	8,20	
		2,00	1,80	10,79	
1 1/2	40	1,50	1,72	10,32	
		2,00	2,27	13,62	
		3,00	3,22	19,33	
2	50	1,50	2,32	13,93	
		2,00	3,13	18,75	
		3,00	4,62	27,69	
2 3/8	60	2,00	3,74	22,42	
		3,00	5,56	33,35	
3	75	2,00	4,65	27,88	
		3,00	6,88	41,26	
		4,00	9,11	54,64	
4	100	2,00	6,22	37,30	
		3,00	9,26	55,53	
		4,00	12,28	73,66	

ANEXO C:

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

Material	Peso específico lb/pulg ³	Resistencia última			Fluencia ²		Módulo de Elasticidad 10 ⁶ psi	Módulo de Rigidez 10 ⁶ psi	Coeficiente de expansión térmica 10 ⁻⁶ /°F	Ductilidad, porcentaje de elongación en 2 pulg
		Tensión ksi	Compresión ² ksi	Cortante ksi	Tensión ksi	Cortante ksi				
ACERO:										
(ASTM-A36) Estructural	0.284	58			36	21	29	11.2	6.5	23
Alta resistencia										
ASTM-A242	0.284	70			50	30	29	11.2	6.5	22
ASTM-A441	0.284	67			46		29	11.2	6.5	21
ASTM-A572	0.284	60			42		29	11.2	6.5	24
Templado										
ASTM A-514	0.284	110			100	55	29	11.2	6.5	18
AISI 302 Inoxidable										
Laminado en frío	0.286	125			75		28	10.8	9.6	12
Recocido	0.286	95			38	22	28	10.8	9.6	50
Acero de refuerzo										
Resistencia media	0.283	70			40		29	11	6.5	
Alta resistencia	0.283	90			60		29	11	6.5	
FUNDICIÓN:										
Fundición gris										
4.5% C, ASTM A-48	0.260	25	95	35			10	4.1	6.7	0.5
Hierro fundido										
2% C, 1% Si, ASTM A-47	0.264	50	90	48	33		24	9.3	6.7	10
ALUMINIO:										
Aleación 1100-H14 (99% Al)	0.098	16		10	14	8	10.1	3.7	13.1	9
Aleación 2014-T6	0.101	66		40	58	33	10.9	3.9	12.8	13
Aleación 2024-T4	0.101	68		41	47		10.6		12.9	19
Aleación 5456-H116	0.095	46		27	33	19	10.4		13.3	16
Aleación 6061-T6	0.098	38		24	35	20	10.1	3.7	13.1	17
Aleación 7075-T6	0.101	83		48	73		10.4	4	13.1	11
COBRE										
Libre de oxígeno (99.9% Cu)										
Recocido	0.322	32		22	10		17	6.4	9.4	45
Endurecido	0.322	57		29	53		17	6.4	9.4	4
Latón amarillo (65% Cu, 35% Zn)										
Laminado en frío	0.306	74		43	60	36	15	5.6	11.6	8
Recocido	0.306	46		32	15	9	15	5.6	11.6	65
Latón rojo (85% Cu, 15% Zn)										
Laminado en frío	0.316	85		46	63		17	6.4	10.4	3
Recocido	0.316	39		31	10		17	6.4	10.4	48
Estaño bronce (88 Cu, 8Sn, 4Zn)										
	0.318	45			21		14		10	30
Manganeso bronce (63 Cu, 25 Zn, 6 Al, 3 Mn, 3 Fe)										
	0.302	95			48		15		12	20
Aluminio bronce (81 Cu, 4 Ni, 4 Fe, 11 Al)										
	0.301	90	130		40		16	6.1	9	6

ANEXO D:

ESPECIFICACIONES DEL TABLON DE CHANÚL

DATOS GENERALES
ESPECIFICACIONES DE LA MADERA DE CHANUL
CHANUL, CHANÓ, Aceituno; Batea; Quinilla
Colorada, Corozo, Muidotial; Nevavac

Densidad promedio :	1,0 t/m ³	
Módulo de elasticidad E min mínimo:	75000,00 kg/cm ²	
Módulo de elasticidad E prom promedio:	100000,00 kg/cm ²	*para deflexiones
Esfuerzo por corte admisible:	129,00 kg/cm ²	
Esfuerzo de tracción admisible:	105,00 kg/cm ²	
Esfuerzo admisible por aplastamiento	100,4 kg/cm ²	
Esfuerzo admisible por aplastamiento perpendicular a la fibra:	28,00 kg/cm ²	

cice.org.ec/investiga/columnas/Madera/FormCerchasDeMadera.xls

ANEXO E:

ESPECIFICACIONES DE LAS RUEDAS














CAPACIDAD DE LAS GARRUCHAS

SERIE 61-TA

- Fabricada con chapa de acero hasta 4mm de espesor.
- Rueda de acero (-40° ÷ +300°).
- Horquilla construida para trabajos duros.

Característica de las garruchas SG-40N



Código				Tipo cojinete Eje					
4-0276	50	220	20		105x80	86/80x60	8	75	62
4-0106	85	340	40		128x102	105x80/100x76	10	125	76
4-0279	125	475	50		162x133	140x105/120x95	10	156	98
4-1161	150	680	50		162x133	140x105/120x95	10	181	117
4-0282	150	680	45		162x133	140x105/120x95	10	181	117

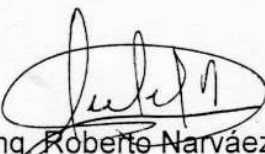
ANEXO F:

CARTA DE ACEPTACIÓN

**CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DE UN SOPORTE PARA EL
DESMONTAJE Y MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVIÓN T-34C-1.**

Yo, Tnte. Téc. Avc. ROBERTO NARVÁEZ AGUILAR, Jefe de la Sección de Sistemas Mecánicos del CIMAM, CERTIFICO que la Señorita **Paulina del Pilar Toalombo Tuquinga**, construyó los "SOPORTES PARA EL DESMONTAJE Y MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVIÓN T-34C-1", bajo la asesoría de los técnicos de la sección de mantenimiento del avión T-34C-1 del CIMAM. Cabe mencionar que los soportes están operativos al 100%, ya que para su operación y certificación de condición operable se realizaron las pruebas funcionales competentes, de las cuales se obtuvo un resultado totalmente satisfactorio

Latacunga mayo 20, 2010



Ing. Roberto Narváez Aguilar

Tnte. Téc. Avc.

JEFE SECCIÓN SISTEMAS MECÁNICOS CIMAM



ANEXO G:

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Ubicación del soporte A, en la punta del ala



Ubicación del soporte B, en el borde de ataque del ala



Ubicación del soporte C, en el borde de salida del ala



Verificación de los puntos de ubicación de los 3 soportes A, B, C. bajo el ala



Instalación del cableado interno del ala al fuselaje del avión

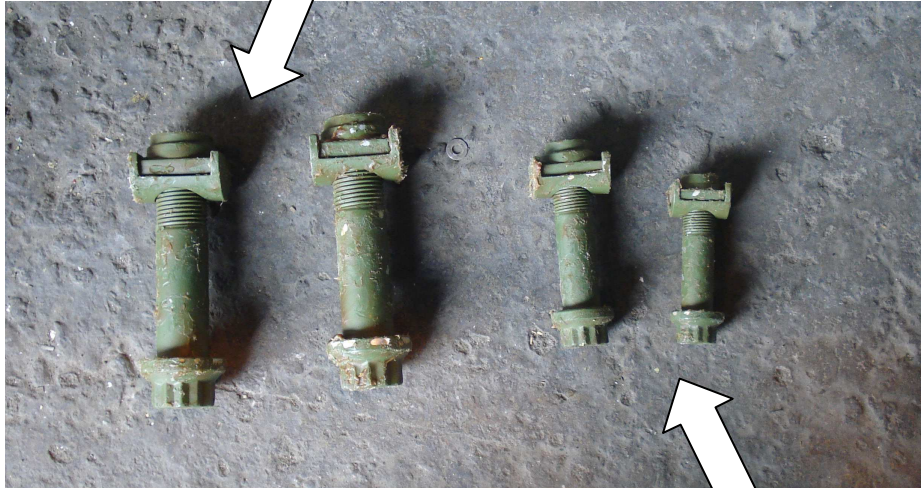


Instalación de los pernos internos que sujetan el ala con el fuselaje



Pernos que sujetan al ala con el fuselaje

Pernos ubicados en la parte inferior del ala



Pernos ubicados en la parte superior del ala

Orificio del perno superior de sujeción del ala



Aerotécnico realizando torque en los pernos inferiores que sujetan el ala.



Técnico realizando torque de 170 psi en el perno de la parte superior del ala



HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES:

Nombres: Paulina del Pilar
Apellidos: Toalombo Tuquinga
Nacionalidad: Ecuatoriana
Estado Civil: Soltera
Cedula de identidad: 180414336-8
Fecha de Nacimiento: 11 de Diciembre de 1987
Edad: 22 años
Ciudad: Ambato
Dirección: Picaihua
Teléfono: 085094410
E-mail: tampysforever@yahoo.com



ESTUDIOS REALIZADOS:

Instrucción Primaria: Escuela "Teresa Flor"
Instrucción Secundaria: Instituto Superior Tecnológico "Hispano América"
Instrucción Superior: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ITSA-FAE

TITULOS OBTENIDOS:

1. Contador Bachiller en Ciencias de Comercio y Administración
2. Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica mención Motores (Egresado)
3. Suficiencia de Ingles

EXPERIENCIA LABORAL:

1. Pasantías realizadas en el Hangar Militar de la Base Aérea Cotopaxi en la sección de los aviones T-34C-1.
2. Pasantías realizadas en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico CEMA – Latacunga en la sección de mantenimiento de los BOING -737

CURSOS REALIZADOS:

- ❖ III Jornadas de Ciencia y Tecnología ITSA 2008.
- ❖ Suficiencia de Ingles

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Paulina del Pilar Toalombo Tuquinga

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Ing. Guillermo Trujillo

Latacunga, Septiembre 16 del 2010

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo. **PAULINA DEL PILAR TOALOMBO TUQUINGA** , Egresado de la carrera de **Mecánica Aeronáutica mención Motores** , en el año 2010, con Cédula de Identidad N°180414336-8 ,autor del Trabajo de Graduación “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA EL DESMONTAJE Y MONTAJE DE LAS ALAS DEL AVIÓN T-34C-1** “, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Paulina del Pilar Toalombo Tuquinga

Latacunga, Septiembre 16 del 2010