

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO SOPORTE MÓVIL
PARA EL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL DEL
AVIÓN AVRO AV 748**

POR

MARGOTH NATALI MONTESDEOCA RODRÍGUEZ

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2006

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta. MONTESDEOCA RODRÍGUEZ MARGOTH NATALI, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

Ing. Cuyachamín Santiago
DIRECTOR

Latacunga, julio del 2006.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico especialmente la carrera de Mecánica Aeronáutica por abrirme las puertas permitiéndome obtener mi título profesional, a sus docentes por enseñarme sus valiosos conocimientos y ayudarme desinteresadamente, al Ing. Santiago Cuyachamín por su asesoría y apoyo en este proyecto.

Natali

DEDICATORIA

A **DIOS**, por darme la oportunidad de vivir, conocerlo y por estar siempre junto a mí.

A mis padres, **JOSÉ** y **MARÍA DE LOURDES** por todo su amor, sacrificio y ejemplo que siempre me han brindado para que mis sueños y anhelos se vuelvan una realidad; siendo mi fuente de inspiración y fuerza para nunca desmayar en la vida.

A, **MARÍA** por su amor y compañía durante toda mi vida.

A mis hermanos, **GALO**, **VERÓNICA** Y **WENDY** por el amor y apoyo que siempre me lo demuestran.

A mis amigos y amigas, que siempre están ahí para brindarme su cariño y amistad.

Naty.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
Resumen.....	1
Definición del problema.....	2
Justificación.....	2
Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
Alcance.....	4
Diagrama del proyecto.....	5

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

1.1.1 Generalidades del avión AVRO 748.....	6
1.1.1.1 Reseña histórica.....	6
1.1.1.2 Descripción del avión.....	7
1.1.1.3 Especificaciones técnicas.....	8
1.1.2 Trenes de aterrizaje del avión.....	9
1.1.2.1 Trenes principales del avión AVRO 748.....	10
1.1.2.1.1 Descripción de las partes del tren principal.....	10
1.1.2.1.1.1 Generalidades.....	10
1.1.2.1.1.2 Descripción.....	13
1.1.2.1.2 Operación del tren principal.....	24
1.1.2.1.3 Características técnicas del tren principal.....	25
1.1.2.2 Tren de nariz del avión AVRO 748.....	27

1.2 Fundamentación teórica

1.2.1 Tipos de soportes para trenes de aterrizaje.....	28
--	----

1.2.1.1 Soporte fijo.....	28
1.2.1.2 Soporte móvil.....	28
1.2.2 Selección del material.....	29
1.2.3 Definiciones fundamentales.....	31
1.2.3.1 Roscas.....	31
1.2.3.1.1 Geometría de una rosca.....	33
1.2.3.1.2 Tipos de rosca.....	34
1.2.3.2 Tornillo.....	36
1.2.3.2.1 Tipos de tornillos.....	37
1.2.3.3 Tornillo de transmisión de potencia.....	38
1.2.3.3.1 Coeficientes de rozamiento en los tornillos de potencia.....	39
1.2.3.3.2 Consideraciones de esfuerzo para el diseño de tornillos de potencia.....	40
1.2.3.4 Soldadura.....	41
1.2.3.4.1 Soldadura ordinaria o de aleación.....	42
1.2.3.4.2 Soldadura por fusión.....	43
1.2.3.4.3 Soldadura por presión.....	45

CAPÍTULO II.

2. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 Identificación de alternativas.....	47
2.2 Estudio de factibilidad.....	47
2.2.1 Estudio técnico.....	47
2.2.2 Ventajas y desventajas.....	49
2.3 Parámetros de evaluación.....	52
2.4 Selección de la mejor alternativa.....	58
2.5 Requerimientos técnicos.....	58

CAPÍTULO III.

3. DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 Diseño del banco soporte móvil para el tren de aterrizaje principal del avión avro av 748.....	59
3.1.1 Parámetros del diseño.....	59
3.1.1.1 Cálculo del peso del banco soporte.....	60
3.1.1.2 Calculo del torque positivo y negativo del tornillo.....	61
3.1.1.2.1 Diseño del sistema de elevación del soporte	61
3.1.1.3 Diseño del tornillo de potencia.....	63
3.1.1.4 Justificación del resorte.....	65
3.1.1.5 Tuerca del tornillo de potencia.....	66
3.1.1.6 Cálculo de la fuerza mínima para mover el soporte.....	67
3.1.1.7 Justificación de los materiales empleados.....	68
3.1.1.8 Selección de las ruedas.....	68

CAPÍTULO IV.

4. CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

4.1 Construcción.....	73
4.1.1 Orden secuencial de la construcción.....	74
4.1.2 Detalle de la construcción de las partes del soporte.....	77
4.1.2.1 Construcción de la base.....	77
4.1.2.2 Perno y soporte de su base.....	78
4.1.2.3 Soporte de la pierna.....	79
4.1.2.4 Volante.....	80
4.1.2.5 Soporte de apoyo.....	81
4.1.2.6 Base de la corredera.....	82
4.1.2.7 Ruedas.....	83
4.2 Diagrama de procesos.....	85

4.2.1 Diagrama del proceso de construcción de la estructura vertical y horizontal de la base del banco soporte móvil para el tren principal del avión AVRO AV 748.....	86
4.2.2 Diagrama de la construcción de la base del banco soporte móvil para el tren principal del avión AVRO AV 748.....	87
4.2.3 Diagrama de la fabricación de los tubos de refuerzo para la base.....	88
4.2.4 Diagrama de la construcción del soporte de la base del perno y perno del soporte móvil.....	89
4.2.5 Diagrama de la fabricación del soporte de la pierna como parte central para los soportes y para el ascenso o descenso del tornillo.....	90
4.2.6 Diagrama de la construcción de la tuerca, bocin y volante para controlar el ascenso o descenso del soporte de apoyo.....	91
4.2.7 Diagrama de la fabricación del soporte de apoyo de la pierna del tren principal.....	92
4.2.8 Diagrama de la construcción de las tuercas y platinas para alojar las garruchas.....	93
4.3 Diagrama de ensamble.....	94
4.3.1 Diagrama de ensamble del banco soporte móvil.....	95
4.4 Pruebas de funcionamiento.....	97
4.4.1 Pruebas en vacío.....	97
4.4.2 Pruebas con carga.....	97

CAPÍTULO V.

5. ELABORACIÓN DE MANUALES

5.1 Descripción de manuales.....	99
5.2 Tipos de manuales.....	99
5.2.1 Manual de mantenimiento.....	100

5.2.2	Manual de operación.....	101
5.2.3	Manual de seguridad.....	102
5.3	Registro de datos técnicos.....	103

CAPÍTULO VI.

6. ESTUDIO ECONÓMICO

6.1	Presupuesto.....	112
6.2	Análisis de costos.....	112
6.2.1	Materiales.....	113
6.2.2	Maquinas – herramientas.....	115
6.2.3	Mano de obra.....	116
6.2.4	Varios.....	116
6.2.5	Costo total del proyecto.....	117

CAPÍTULO VII.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	Conclusiones.....	118
7.2	Recomendaciones.....	119

BIBLIOGRAFÍA

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
CAPÍTULO I	
1.1.- Avión AVRO 748.....	6
1.2.- Tren de aterrizaje principal del Avión AVRO 748.....	10
1.3.- Pierna del tren principal de aterrizaje del Avión AVRO 748.....	12
1.4.- Conjunto de la pierna del tren principal de aterrizaje.....	14
1.5.- Conjunto del pistón de la pierna del tren principal de aterrizaje del Avión AVRO 748.....	16
1.6.- Conjunto del eje y tubo deslizante de la pierna del tren principal de aterrizaje del Avión AVRO 748.....	18
1.7.- Conjunto de accesorios para usar sin frenos anti-patinaje de la pierna del tren principal de aterrizaje del Avión AVRO 748.....	20
1.8.- Conjunto de accesorios para usar con frenos anti-patinaje de la pierna del tren principal de aterrizaje del Avión AVRO 748.....	23
1.9.- Tren de nariz del Avión AVRO 748.....	27
1.10.-Elementos de una rosca.....	31
1.11.- Tipos de avance.....	32
1.12.- Descripción del ángulo de una rosca.....	33
1.13.- Perfil básico de los hilos para roscas métricas.....	33
1.14.- Tornillo de transmisión de potencia.....	38
1.15.- Rosca Acme.....	39
1.16.- Soldadura por arco.....	43
CAPÍTULO II	
2.1.- Esquema de la primera alternativa.....	48
2.2.- Esquema de la segunda alternativa.....	49

CAPÍTULO III

3.1.- Fuerzas que intervienen en el tornillo de potencia.....	61
3.2.- Esquema del soporte de apoyo y la base.....	67
3.3.- Vista superior de la base del soporte móvil.....	69
3.4.- Diagrama espacial de la vista superior del banco.....	69
3.5.- Diagrama de cuerpo libre de la vista superior del banco.....	70

CAPÍTULO IV

4.1.- Estructura del soporte móvil del tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748.....	73
4.2.- Base del soporte móvil.....	77
4.3.- Perno del soporte móvil.....	78
4.4.- Soporte de la pierna del soporte móvil.....	79
4.5.- Volante del soporte móvil.....	80
4.6.- Soporte de apoyo.....	81
4.7.- Base de la corredera.....	82
4.8.- Ruedas y soportes para nivelar la estructura.....	83
4.9.- Ensamblaje total del banco soporte móvil.....	96

LISTA DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
CAPÍTULO I	
1.1.- Datos técnicos de la pierna del tren.....	26
CAPÍTULO II	
2.1.- Matriz de evaluación.....	56
2.2.- Matriz de decisión.....	57
CAPÍTULO III	
3.1.- Peso aproximado de la estructura del banco soporte móvil.....	60
CAPÍTULO IV	
4.1.- Maquinas y sus características.....	75
4.2.- Herramientas-Accesorios y su especificación.....	75
4.3.- Tiempo de operación de los sistemas en maquinas-herramientas.....	76
4.4.- Prueba en vacío.....	97
4.5.- Prueba con carga.....	98
CAPÍTULO V	
5.1.- Codificación de los procesos de operación del banco soporte móvil para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748.....	104

CAPÍTULO VI

6.1.- Costo de materiales.....	113
6.2.- Costo de maquinas – herramientas.....	115
6.3.- Costo de mano de obra.....	116
6.4.- Costo de varios.....	116
6.5.- Costo del proyecto.....	117

ANEXOS

ANEXOS A

Especificaciones del material

Tabla A.1 Peso específico de los elementos y cuerpos.

Tabla A.2 Ángulos “L”.

Tabla A.3 Características generales de las platinas.

Tabla A.4 Características generales de la barra cuadrada.

Tabla A.5 Características generales de la barra redonda.

Tabla A.6 Perfiles estructurales - canales.

Tabla A.7 Tubería estructural – tubería redonda.

Tabla A.8 Coeficiente de rozamiento.

ANEXOS B

Ordenes técnicas de referencia

ANEXOS C

Especificaciones de electrodos

Tabla C.1 Especificación del electrodo 7018

ANEXOS D

Pruebas de funcionamiento del banco soporte móvil con carga (quito)

ANEXOS E

Fotos del funcionamiento del banco soporte móvil con carga (Quito).

REFERENCIAS

PLANOS

RESUMEN

La construcción del banco soporte móvil para el tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748, surge con la necesidad de facilitar el mantenimiento y overhaul de los trenes que llegan a la sección trenes en la ciudad de Latacunga.

Primeramente se plantea el objetivo de construir el banco soporte móvil para el transporte, mantenimiento y overhaul de la pierna del tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748.

Realizando un análisis que cumpla con las necesidades técnicas, operativas de taller, para esto planteamos dos alternativas, escogiendo la más adecuada que cumple con los objetivos planteados.

Ya escogida la mejor alternativa, se realiza un estudio detallado para el diseño y construcción del banco soporte móvil, como son los factores de calidad del material, la forma del soporte, entre otros en base al peso y forma de la pierna del tren. Una vez realizado este análisis se empezó la construcción del banco soporte móvil.

Concluida la construcción del banco soporte móvil se elaboran manuales de mantenimiento, operación, seguridad, para su correcto uso y mantenimiento así se preservará la vida útil del banco.

Después de la construcción total del banco soporte se realizó las debidas pruebas de funcionamiento y operación, los resultados de estas pruebas fueron positivos, ya que cumple con los objetivos planteados facilitando el trabajo a los técnicos y se justifica la construcción del banco soporte móvil para el tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748.

INTRODUCCIÓN

Definición del problema

En un mundo caracterizado por rápidos y complejos cambios en la tecnología aeronáutica, cada vez se plantean problemas más difíciles que afectan no solo a la aviación sino a los técnicos que laboran en esta cada vez tienen mayor necesidad de enfrentar las situaciones de modo creativo e innovador. Todo esto cambian los estilos de trabajo y se da una transformación total de los sistemas de mantenimiento y overhaul en la aviación mundial caracterizado por un sistema de competencias individuales y por su infraestructura orientada hacia la investigación en los inicios de la era de la creatividad y del proceso de conocimiento.

En la sección trenes de aterrizaje se viene realizando el overhaul de diferentes trenes de distintos aviones que por su tamaño causan incomodidad y dificultad a los técnicos del ALA N° 12, por lo que se ha visto la necesidad de construir un banco soporte móvil para el overhaul de los trenes de aterrizaje del avión AVRO como una solución para precautelar la salud y estado físico del personal, facilitando de esta manera las actividades de mantenimiento y overhaul de los trenes que se caracterizan en esta sección, con ayuda de este banco el trabajo se realizará sin mayor esfuerzo por su fácil movilización por parte de los técnicos dentro del taller.

Justificación

En la sección trenes de aterrizaje de la escuadrilla de accesorios del ALA N° 12 en la ciudad de Latacunga, el alto crecimiento de trabajos que se vienen realizando de mantenimiento, overhaul de trenes de aterrizaje de los diferentes aviones de la Fuerza Aérea, demanda también un gran crecimiento de maquinaria y herramientas especiales que sean efectivas para la movilización, mantenimiento y overhaul de dichos trenes.

En el ALA N° 12 se necesita un soporte móvil para el tren principal de aterrizaje del avión AVRO en vista que se realiza overhaul de dichos trenes por primera vez en el país. Se ha hecho imprescindible este banco para transportar la pierna del tren principal, evitando esfuerzos físicos exagerados por parte de los técnicos y facilitando los trabajos en el proceso de desarmado y armado, como también facilitando la movilización para las diferentes pruebas y trabajos de taller. Por las razones que se citan anteriormente la construcción del soporte móvil es una ventaja para el desarrollo del trabajo.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Construir un banco soporte móvil para el mantenimiento y overhaul de los trenes principales de aterrizaje del avión AVRO.

Objetivos Específicos

- Realizar un estudio, análisis y selección de la mejor alternativa de construcción de un banco soporte para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO.
- Diseñar las partes del banco soporte móvil para overhaul del tren de aterrizaje principal del avión AVRO.
- Construir el banco con la alternativa seleccionada que permita tener un banco que cumpla con las necesidades requeridas de fácil operación, mantenimiento y bajo costo.
- Efectuar pruebas de funcionamiento y operación.

Alcance

El siguiente proyecto a desarrollarse va encaminado a facilitar el trabajo de los técnicos del ALA N° 12 en especial la sección trenes de aterrizaje para el traslado, armado, desarmado y mantenimiento del tren principal del avión AVRO evitando la incomodidad y problemas al realizar el trabajo, así como también para salvaguardar la integridad física de los técnicos; obteniendo un trabajo de calidad.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1.1 GENERALIDADES DEL AVIÓN AVRO AV 748



Figura 1.1.- Avión AVRO AV 748

1.1.1.1 Reseña histórica

El diseño original 748 comenzó en 1958, y Avro nuevamente retorno al mercado civil. Avro decidió diseñar un avión más pequeño para reemplazar a los muchos DC-3's. Avro no era la única compañía que tenía potencial para un reemplazo del Dc-3, y por este punto la competencia con Fokker F27 fue más productiva. Avro decidió competir produciendo un diseño con un funcionamiento de corto-campo, operando en aeropuertos más pequeños.

El primer avión voló de la planta de Woodford de Avro el 24 de junio de 1960, y dos prototipos probaron rápidamente el funcionamiento corto del campo del tipo. Dieciocho 748 series 1 fueron producidas, el primero para el Coche-Aire británico de Skyways (conocido más adelante como Dan-Aire) y la mayoría solamente para Aerolíneas Argentinas. Por este punto Avro había sido combinado en el grupo de Halconero-Hawker-Siddeley y el diseño era conocido como el Hs-748.

La producción incorporada de la serie 2 en 1961 con un peso más alto de despegue, y produjeron 198 ejemplos, fabricando uno de los diseños británicos de la posguerra más populares. La serie contó con más fabricaciones de gran alcance serie A continuando con otros 71, junto con otros 25 series 2C.

La Royal Air Force pidió una versión modificada con una cola-T y la puerta de carga posterior como el halconero Siddeley Andover C1, también con licencia para producir en Hindustan Aeronautics de la India.

El halconero Siddeley hizo parte del espacio aéreo británico en mediados de los años setenta con la serie 2B que hacía el modelo principal de la producción. Varias flotas grandes siguen siendo activas alrededor del mundo, perceptiblemente en la India, Canadá y el Reino Unido.

1.1.1.2 Descripción del avión

AVRO AV 748 es un avión bimotor de ala baja con un fuselaje semimonocoque sellado con thicol totalmente metálico su tren de aterrizaje tipo triciclo retractil, con motores turbohélice Rolls Royce Dark mark 5342, motor diseñado para inyección de agua metanol con una potencia de 1910 a 2080 Hp y sus hélices de cuatro palas Dowty Rotol, los controles de vuelo de tipo convencional, actuados por medio de barras y cables.

Es un avión presurizado con un techo máximo de 25.000 pies, sus flaps de tipo fowler, tiene tres puertas, excepto el 739 que tiene cuatro, y dos ventanillas de emergencia también posee equipos de emergencia tales como: toboganes, cuerdas de escape, equipo de oxígeno, kit de primeros auxilios, hacha, palanca de flaps de emergencia excepto el 739 que tiene sistema eléctrico, extintores manuales y tres bodegas de carga.

Cuenta con equipos de radio y navegación tales como: receptores, radar, interfono a tierra, sistema de alarma de stall.

El avión esta en capacidad de cumplir misiones tales como: transporte de tropas y material, vuelos presidenciales, vuelos vip, entrenamiento de pilotos, vuelos logísticos, vuelos de reconocimiento, búsqueda y rescate, lanzamiento de paracaidistas 739, evacuación aeromédica.

1.1.1.3 Especificaciones técnicas

Origen

- *Fabricación:* Inglesa (GRAN BRETAÑA)
- *Modelo:* 246
- *Tipo:* hs 748
- *Serie:* 2A
- *Constructor:* Hawker Siddeley Aviation Ltda. Manchester
- *Fecha de fabricación:* 19 de agosto de 1970

Dimensiones

- *Longitud:* 20,42 m
- *Altura:* 7,57 m
- *Envergadura:* 30,02 m
- *Disposición Estándar:* 48 asientos +3 máximo (con tripulación)

Peso

- *Peso de despegue máximo: 23.133 kilogramos*

Plano motriz

- *Motores: Tiene dos turbohélices Rolls-Royce Dart con un grado máximo 1.700 KW.*
- *Velocidad de funcionamiento normal: 243 nudos*
- *Altitud de funcionamiento máxima: 7.620 m*
- *gama Lleno-full-laden: 1456 kilómetros.*

1.1.2 TRENES DE ATERRIZAJE DEL AVIÓN AVRO 748

Son de tipo triciclo retráctil hacia delante, los amortiguadores son oleoneumático y esta sustentado en 6 llantas, la presión del amortiguador con el avión en gatos, es de 520 a 570 psi.

Los trenes están diseñados para en caso de emergencia que no asegure abajo, estos al topar las ruedas se hacen hacia atrás y se aseguran, la palanca selectora de los trenes tiene un seguro mecánico para seguridad tanto en tierra como en vuelo las compuertas del tren de aterrizaje se abren y se cierran mecánicamente.

1.1.2.1 Trenes principales del avión AVRO 748



Figura 1.2.- Tren de aterrizaje principal del Avión AVRO 748

En los trenes principales están ubicados todos los componentes de los frenos como son: cañerías y mangueras de alta presión, moduladores de los frenos. Están sustentados en 4 llantas con una presión de 75 ± 5 psi, tiene 8 lonas.

1.1.2.1.1 Descripción de las partes del tren de aterrizaje principal

1.1.2.1.1.1 Generalidades.- (referente a la figura 1.3)

- a.- El tren de aterrizaje principal es una unidad retráctil que incluye un eje y un amortiguador de movimiento alternativo (sin separador).

b.- Cañerías hidráulicas permiten al fluido ser transferido para abastecer a los frenos cuando la unidad es instalada y un interruptor eléctrico, alambres y cables ordenados y unidos dan una indicación de la extensión total de la unidad.

Dos configuraciones básicas de cañerías hidráulicas y partes asociadas se utilizan con diferentes sistemas de frenado cuando son instalados.

c.- En el reemplazo de las configuraciones; las partes eléctricas, cañerías hidráulicas y partes asociadas forman el conjunto de accesorios, todo lo cual se une con el tren de aterrizaje principal básico que incluye una unidad completa.

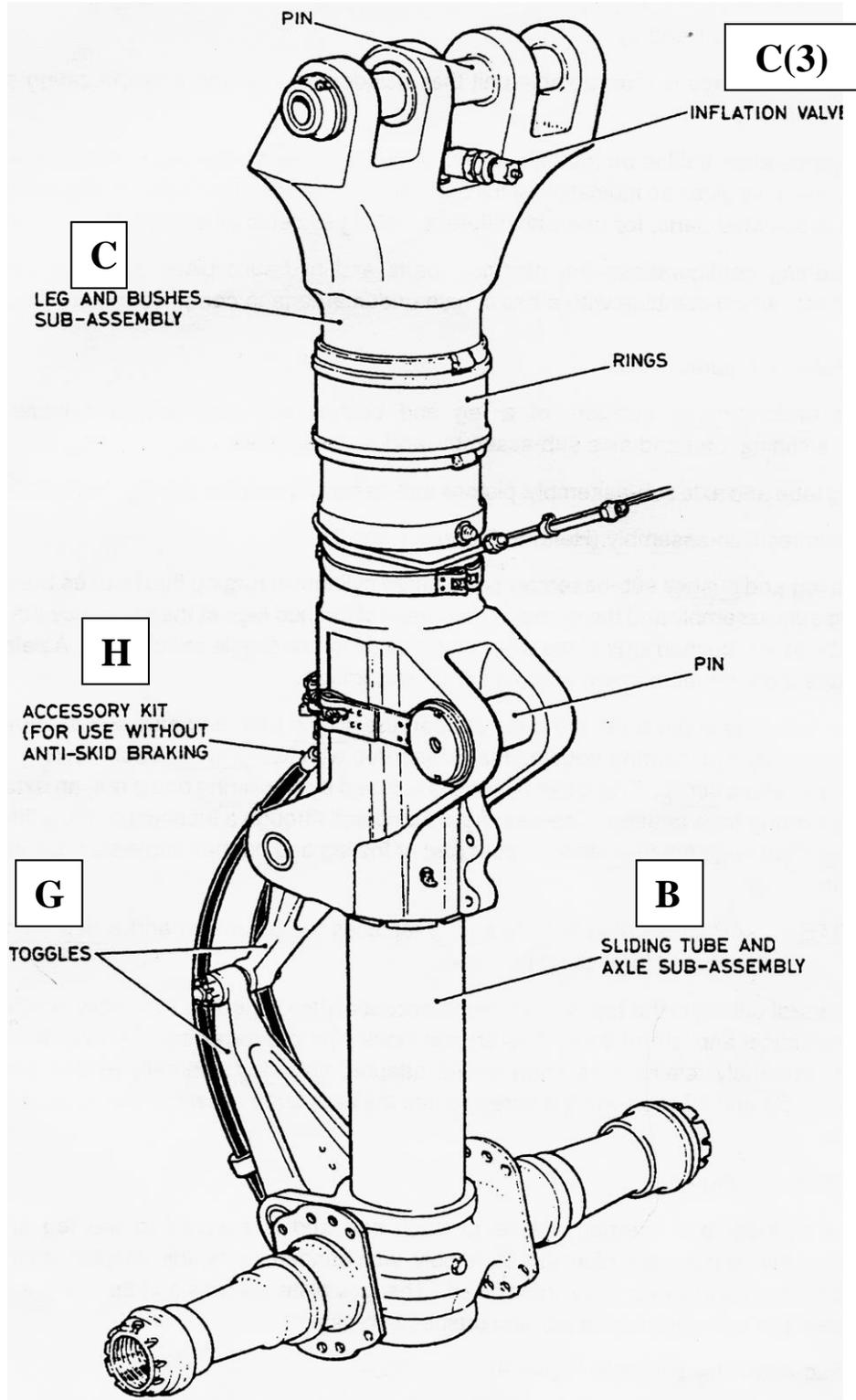


Figura 1.3.- Pierna del tren principal de aterrizaje del Avión AVRO 748

1.1.2.1.1.2 Descripción .- (referente a la figura 1.3 a 1.8)

A.- El tren de aterrizaje principal consta de un subconjunto de la pierna, cilindro, subconjunto de pistones, subconjunto del eje y tubo deslizante, y un conjunto de accesorios.

B.- El subconjunto del eje y tubo deslizante, subconjunto de pistones, y el cilindro forma el amortiguador.

C.- El subconjunto de la pierna (referente a la figura 1.3 y 1.4)

(1) El subconjunto de la pierna aloja al subconjunto del eje, al tubo deslizante y al cilindro. Dos pares de lengüetas alojadas en la punta enlazadas con un pasador de fijación y un par de lengüetas alojadas, un pasador de fijación para enlazarlas del indicador de posición del tren de aterrizaje principal.

(2) Dos cojinetes en el diámetro interior del cilindro de la pierna soportan el subconjunto del eje y del tubo deslizante. El cojinete superior sentado en la cubierta de cojinetes esta sujetado con dos pasadores; cada pasador esta asegurado con una arandela y un resorte circular. El cojinete inferior esta asegurado por un anillo dividido y una tuerca; una extensión que permite al cojinete rodar. El cojinete esta lubricado por una válvula de lubricación ajustada a la extensión. Dos aros están ajustados a ala parte superior del subconjunto de la pierna y asegurados con el sujetador.

NOTA.- En las unidades del borne de acumulador SB32-40E un tapón reemplaza la extensión y un tornillo prisionero con un punto trinquete es introducido con el propósito de bloquear.

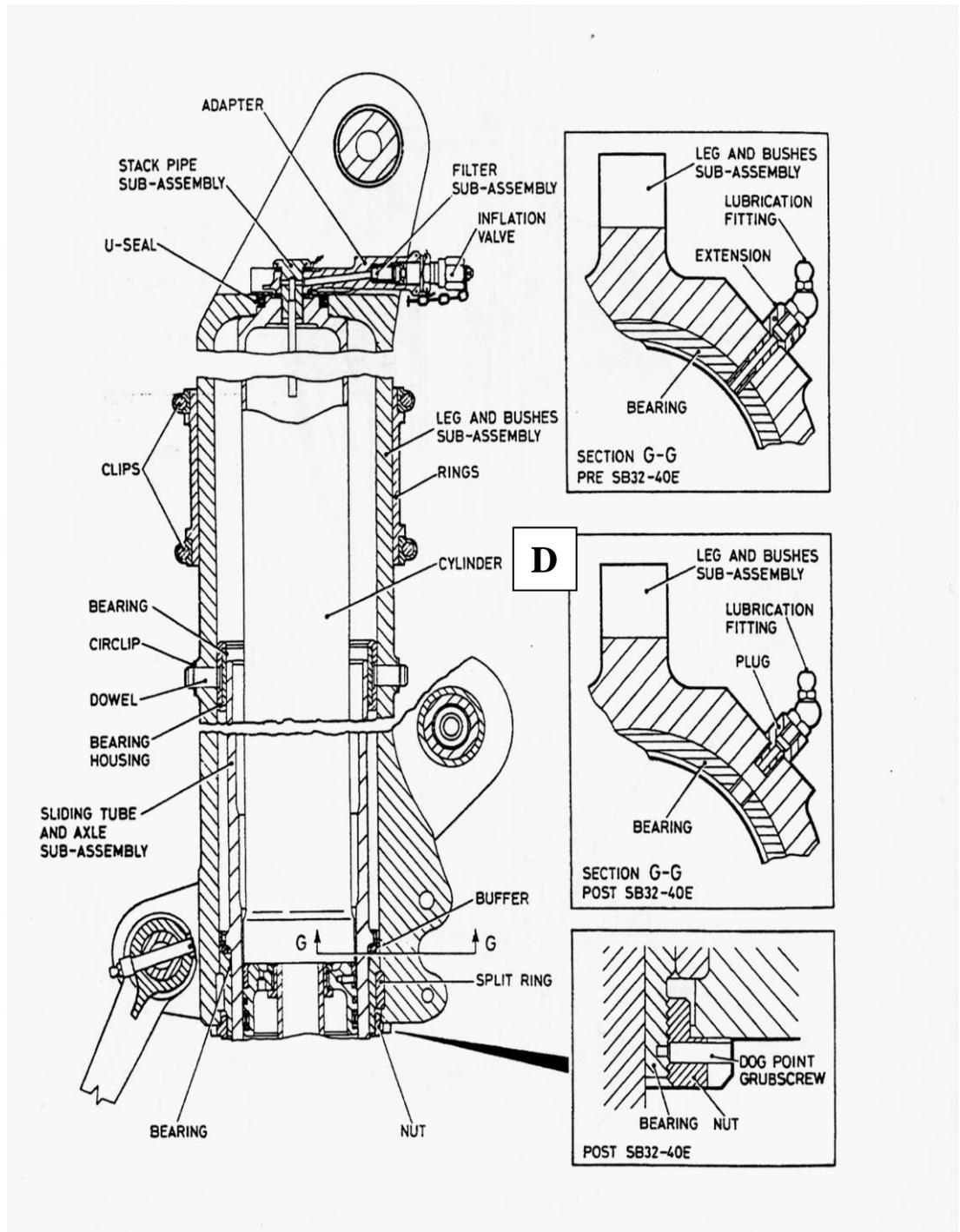


Figura 1.4.- Conjunto de la pierna del tren principal de aterrizaje

- (3) Una perforación central roscada en la punta acepta un subconjunto de cañerías de escape, la cual esta perforado con un diámetro longitudinal y lateral del interior del cilindro. La cañería de escape soldada con latón

empuja hacia el interior del cilindro. El subconjunto de cañerías de escape retiene una perforación adaptándola, esta roscada internamente en un extremo. El subconjunto del filtro y la válvula de inflación están atornillados en el adaptador permitiendo a la unidad ser cargada con nitrógeno.

D.- Cilindro (referente a la figura 1.4)

- (1) El cilindro tiene roscas internas en cada extremo y esta asegurado al subconjunto de la pierna y manguitos por el subconjunto de cañerías de escape con uniones de sellos, el adaptador, arandela de resorte (post SB32-74E) y una placa de fijación interpuesta. La placa de fijación asegura un U-empaque y un espaciador ajustando entre el cilindro y el subconjunto de la pierna y manguito.

E.- Subconjunto de pistones (Referente a la figura 1.5)

- (1) El subconjunto de pistones incluye un accesorio sellado en el extremo, placas de la válvula, anillos, vástago, cubierta y el sellado de pistones están encajados en el cilindro y en el subconjunto del eje y el tubo deslizante.
- (2) El extremo del accesorio esta asegurado en el subconjunto del eje y del tubo deslizante con un perno y sellado al extremo inferior del tubo deslizante. El vástago esta atornillado dentro del extremo del accesorio. La placa de la válvula y el anillo están ajustando al extremo el accesorio y un pasador cónico asegura al vástago, al anillo y al extremo de los accesorios juntos. El extremo del accesorio esta perforado para el paso del fluido.

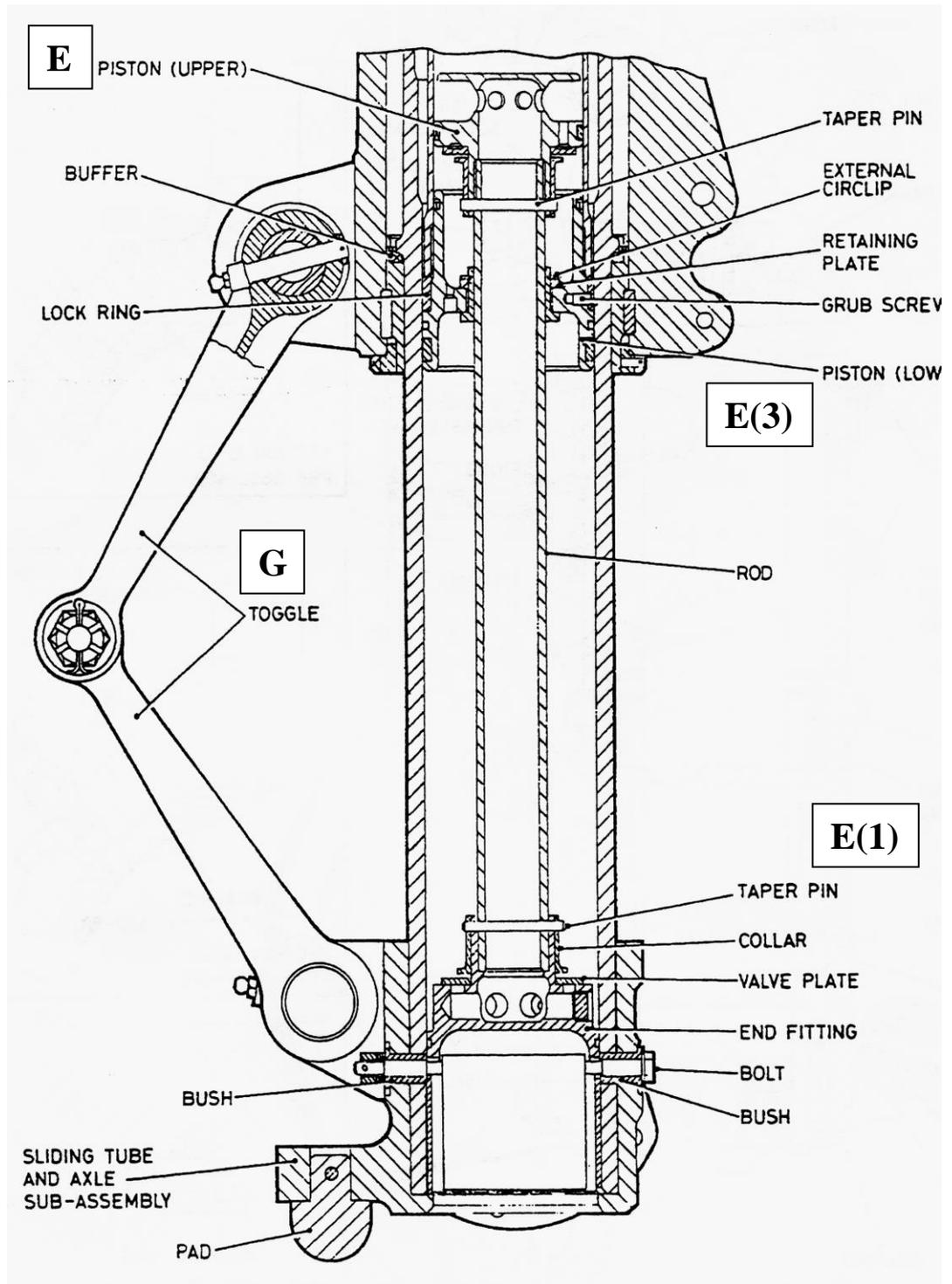


Figura 1.5.- Conjunto del pistón de la pierna del tren principal de aterrizaje del Avión AVRO 748

NOTA.- En las unidades sustituidas el pasador cónico esta reemplazado por un pasador común (tornillo).

- (3) La cubierta esta ajustada dentro del vástago, y el vástago esta libre para moverse dentro de la cubierta. El pistón inferior esta asegurado con un anillo de fijación y esta asegurado con un tornillo ranurado sin cabeza; esta ajustado a la cubierta y asegurado con una lámina de sujeción y un resorte circular externo. El pistón atornillado dentro del cilindro y las espigas del anillo de fijación encanjan con las hendiduras en el cilindro. El pistón esta perforado para el paso del fluido.
- (4) El pistón inferior esta atornillado dentro del otro extremo del vástago. La segunda placa de la válvula y el anillo están ajustados al pistón y un pasador cónico asegura al pistón, anillo y al vástago juntos. El pistón esta perforado para el paso del fluido.

F.- El subconjunto del eje y del tubo deslizante (Referente a la figura 1.4, 1.5 y 1.6)

- (1) El subconjunto del eje y del tubo deslizante consta de un tubo deslizante y un eje. Un adaptador esta ajustado a una lengüeta incrementada desde lo mas bajo del eje y asegurado por un pasador de aletas.
- (2) El tubo deslizante esta descubierto ambos extremos y alojados en el subconjunto de la pierna. El tubo deslizante esta libre para moverse en el subconjunto de la pierna y sobre el cilindro.
Un reborde en el punto medio sobre los límites de la extensión del tubo deslizante. El extremo del accesorio este ajustado asegurado en el subconjunto del eje y tubo deslizante por un perno que pasa a través de dos manguitos que aseguran el tubo deslizante al eje.

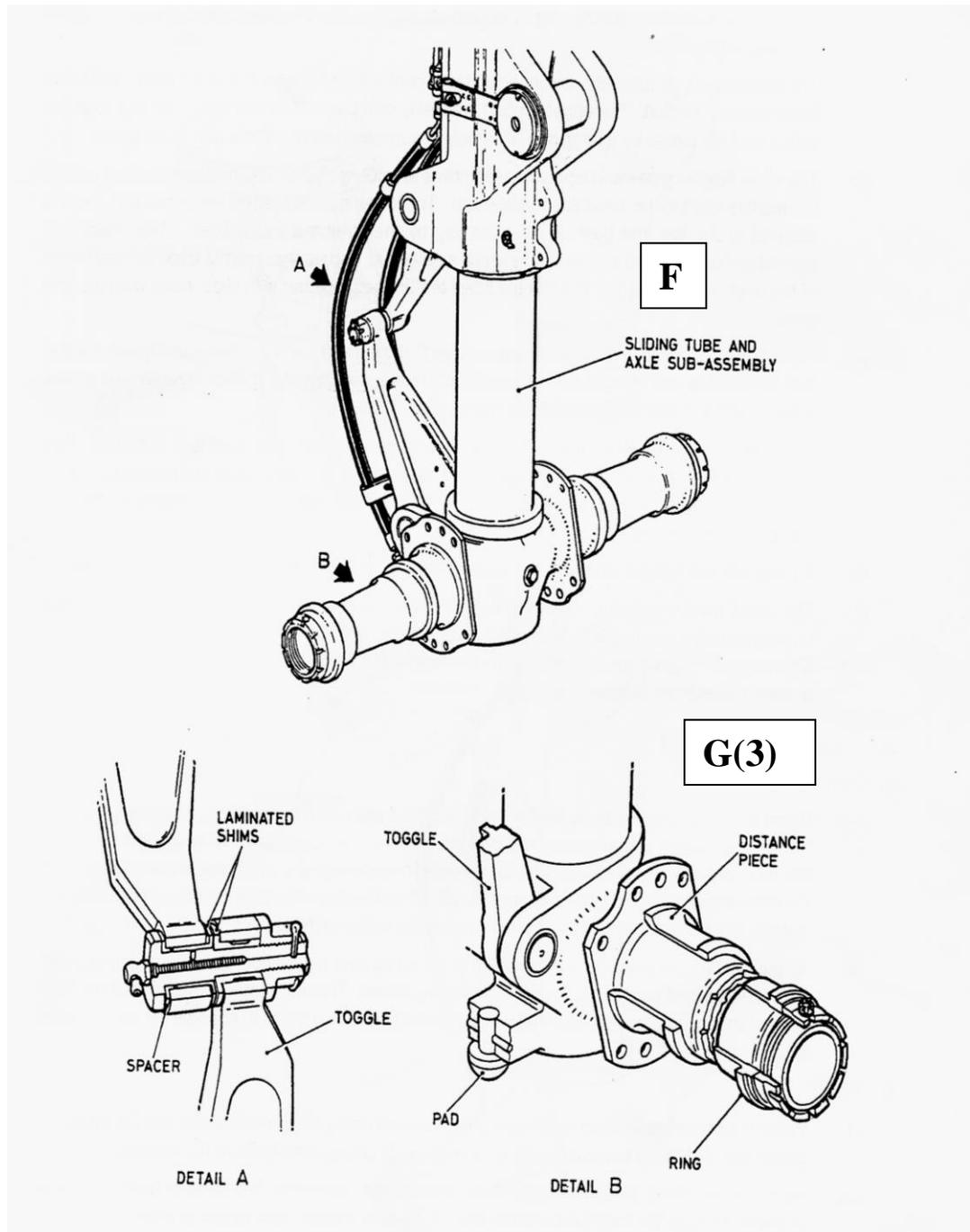


Figura 1.6.- Conjunto del eje y tubo deslizante de la pierna del tren principal de aterrizaje del Avión AVRO 748

- (3) El eje tiene un diámetro interior cruzado del cilindro que aloja el tubo deslizante. Dos lengüetas mantienen a la palanca articulada sujeta. En cada lado del eje esta un reborde integral perforado. Ajustado a

cada extremo del eje esta una pieza distante, un anillo y tuercas; las tuercas son aseguradas con tuercas, arandelas y pernos. Cada anillo tiene espinas internas que están ubicadas en hendiduras sobre el eje.

G.- Palancas articuladas (referente a la figura 1.5 y 1.6)

- (1) Las palancas articuladas son la estructura de la construcción. En la intersección del vértice las palancas articuladas están juntas. Lamina, un pasador, una tuerca, un perno, un pasador de aletas y un accesorio de lubricación.
- (2) La palanca articulada superior esta conectada al subconjunto de la pierna y retenida con un pasador acodillado, una clavija, y un pasador con un accesorio de lubricación, una argolla y un pasador de aletas.
- (3) La palanca articulada inferior esta conectada al subconjunto del eje y tubo deslizante. El pasador acodillado esta sosteniendo en posición con una clavija, un pasador con un accesorio de lubricación, una arandela y un pasador de aleta.

H.- Conjunto de accesorios (para usar sin frenar anti-patinaje) (referente a la fig. 1.7)

- (1) El conjunto de accesorios contiene dos subconjuntos de conductos tubulares rígidos, dos conductos tubulares flexibles y un cable, interruptor y un subconjunto de clavijas.

- (2) Los subconjuntos de conductos tubulares están conectados a conductos tubulares flexibles con uniones de fuselaje que están ajustados a un subconjunto de soporte de placa. El subconjunto del soporte de placa esta sujetado con abrazaderas al subconjunto de la pierna con los subconjuntos de bandas. El subconjunto de bandas esta asegurado con argollas, un tornillo un pasador, arandela de campana y una tuerca usada para la instalación del indicador de posición del tren de aterrizaje principal.

Los subconjuntos de conductos tubulares están soportados por un subconjunto de banco de cilindros asegurado al subconjunto de la pierna con subconjuntos de bandas. Los conductos tubulares flexibles están sujetos con abrazaderas juntas con sujetadores que son asegurados con tuercas, arandelas y pernos.

- (3) El interruptor del cable y subconjunto de la clavija esta ajustado al indicador de posición del tren de aterrizaje principal con abrazaderas, buje hendido y sujetadores asegurados con tuercas, arandelas y pernos. El micro interruptor esta ajustado a una abrazadera ajustada a la palanca articulada superior.

I.- Conjunto de accesorios (para usar con frenos anti-patinaje) (referente a la fig. 1.8)

- (1) El conjunto de accesorios consta de cuatro subconjuntos de conductos tubulares rígidos, tres conductos tubulares flexibles, un cable, interruptor y subconjunto de clavija.
- (2) El centro del subconjunto de conductos tubulares esta conectado al centro del conducto tubular flexible con la unión del fuselaje ajustado al la abrazadera del soporte inferior. La abrazadera del soporte inferior esta ajustado en el indicador de posición del tren de aterrizaje principal junto con una pieza de empaque, por un subconjunto de bandas

asegurada con anillo, un tornillo de cabeza panorámica y movable de un trípode.

- (3)** Los otros conductos tubulares flexibles y los subconjuntos de conductos tubulares están conectados en la instalación de la unidad (a los moduladores ajustado a la abrazadera del soporte inferior). La abrazadera del soporte inferior con una pieza de empaque está asegurada al subconjunto de la pierna por los subconjuntos de bandas. Los subconjuntos de bandas están asegurados con anillos, un tornillo, pasador, arandelas de campana y una tuerca usados para la instalación del indicador de posición del tren de aterrizaje principal. Los conductos tubulares flexibles están conectados en puente con mordazas, tuercas, arandelas y pernos.
- (4)** El empalme del banco de cilindros, lamina y una abrazadera están aseguradas al subconjunto de la pierna con el perno que asegura el extremo del accesorio en el subconjunto del eje y el tubo deslizante. Un adaptador conector y un adaptador cónico con empaques conectados a masa están ajustado al empalme del banco de cilindros.
- (5)** Un segundo banco de cilindros está ajustado a la abrazadera y asegurado con tuercas, arandelas y pernos. Dos cajas del carter del diferencial están ajustadas al banco de cilindros y asegurado con dos pernos del carter del diferencial y empaques conectados a masa. Un adaptador cónico con un empaque conectado a masa está también ajustado al banco de cilindros. Un subconjunto de conductos tubulares conectados a dos bancos de cilindros.
- (6)** Una lámina y dos abrazaderas y subconjuntos de tuercas están aseguradas al eje con tuercas y pernos.

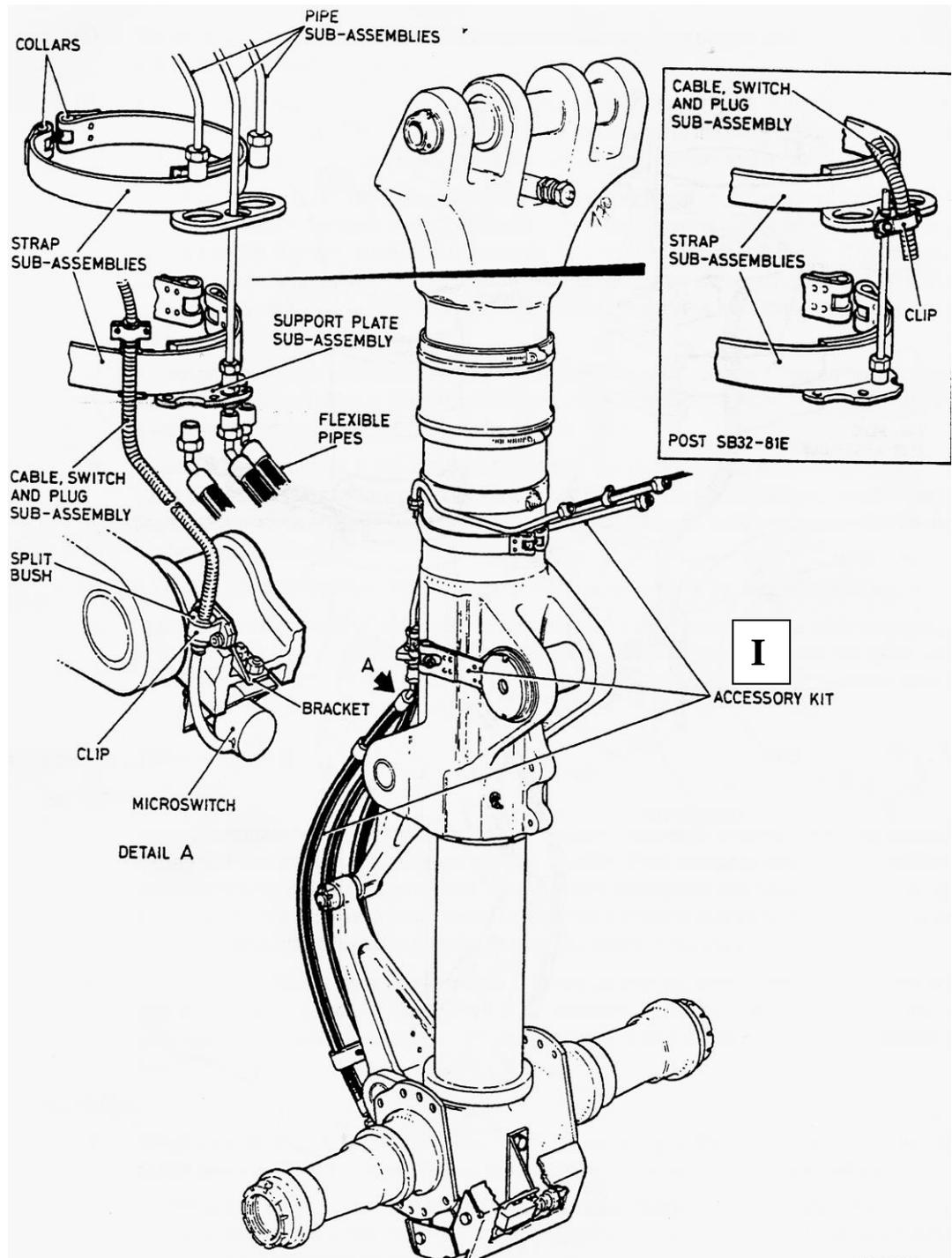


Figura 1.8.- Conjunto de accesorios para usar con frenos anti-patinaje de la pierna del tren principal de aterrizaje del Avión AVRO 748

- (7) Un cable, interruptor y subconjunto de clavijas están ajustados al indicador de posición del tren de aterrizaje principal con abrazaderas, buje hendido, y corchetes asegurados con tuercas, arandelas y pernos. En las unidades del borne de acumulador SB32-81E el cable, interruptor y subconjuntos de clavijas están reposicionados en los subconjuntos de bandas. El micro interruptor está ajustado a la abrazadera que está ajustada a la palanca articulada superior.

1.1.2.1.2 Operación del tren principal.-

A.- Compresión

- (1) Cuando la carga de compresión está aplicada al subconjunto del eje y del tubo deslizante, este se mueve hacia arriba en el subconjunto del eje y del tubo deslizante encima del cilindro. La válvula inferior de placa sobre el extremo del accesorio en la cámara inferior cierra permitiendo al fluido transferir solamente a través de la superficie de las cavidades en el extremo del accesorio. En igual tiempo la válvula superior de la placa se abre permitiendo la transferencia libre del fluido a través de todos los puertos en el pistón superior. El fluido es también permitido transferir a través del orificio en el pistón inferior.
- (2) Mientras el subconjunto del eje y del tubo deslizante está en el cilindro, el volumen en las cámaras está disminuyendo y el nitrógeno está más allá de comprimirse. La resistencia progresiva del nitrógeno para comprimirse; junto con la restricción de la transferencia de fluido, absorbe la carga de compresión.

B.- Recuperación

- (1)** Cuando la carga de compresión es removida, la presión actúa sobre el área diferencial del pistón superior y el extremo del accesorio fuerza al subconjunto del eje y del tubo deslizante a descender el cilindro.
- (2)** Mientras con el movimiento toma la posición, la válvula superior de la placa se cierra, restringiendo el fluido que transfiere desde la mitad de la cámara a través del orificio en el pistón inferior. La válvula inferior de la placa se abre permitiendo la transferencia del fluido en la cámara inferior.
- (3)** El fluido restringido transfiere más despacio en el régimen de recuperación.
- (4)** Datos

Hydraulic fluidDEF STAN 91-48(MIL-H-5606E)
Stroke.....10.723 to 10.820 in (272,37 to 274,82 mm)

1.1.2.1.3 Características técnicas de la pierna del tren principal

Los datos más importantes para el diseño y construcción del banco soporte móvil se detallan a continuación en la tabla 1.1.

TABLA 1.1: Datos técnicos de la pierna del tren

DENOMINACIÓN	DATOS
Longitud extendida	125 cm. (aprox.)
Longitud comprimida	107 cm. (aprox.)
Peso de la pierna del tren	200 lb. (aprox.)
Ancho de la parte inferior de la pierna	71 cm. (aprox.)
Ancho de la parte superior de la pierna	33 cm. (aprox.)
Espesor	50 cm. (aprox.)

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

1.1.2.2 Tren de nariz del avión AVRO 748



Figura 1.9.- Tren de nariz del Avión AVRO 748

Tiene dos cámaras de aire, y una de líquido, la presión de la cámara baja es de 1620 a 1720 psi, y la superior es de 170 a 190 psi, esto con el avión en gatos. (500 a 600 psi más en la cámara alta) con el avión en tierra.

En este tren se encuentran todos los componentes del steering cuando el amortiguador se estira 10 pulg. Se desconecta el control del steering y se centran automáticamente las ruedas.

1.1.2.2.1 Dirección del tren de nariz.-

Las ruedas de nariz pueden ser dirigidas en tierra por una palanca tiller, localizada al lado izquierdo del piloto, conectadas las tijeras puede girar 45

grados tanto a la izquierda como a la derecha, es seleccionado eléctricamente, controlada mecánicamente y operada hidráulicamente.

1.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.2.1 TIPOS DE SOPORTES PARA TRENES DE ATERRIZAJE

Existen dos tipos de soportes más importantes como son:

- Soporte fijo
- Soporte móvil

1.2.1.1 Soporte fijo

El soporte fijo es un apoyo que esta acoplado al piso de un taller o lugar de trabajo, tiene como ventaja el movimiento en su propio eje para la comodidad del técnico al realizar su mantenimiento, como también tiene la desventaja de no poder desplazarse hacia otro lugar donde sea necesario.

Para el diseño y construcción de un soporte fijo en este caso su costo seria elevado igual que su mantenimiento ya que el diseño de este soporte fijo se lo realiza con un sistema hidráulico que le permita deslizarse al soporte de apoyo en forma ascendente y descendente, pero el desempeño del soporte es el mismo.

1.2.1.2 Soporte móvil

Un soporte móvil al igual que el fijo cumple con la misma función pero con ciertas comodidades adicionales, una de las más importantes es el transporte de la pierna del tren de aterrizaje a cualquier lugar para el mantenimiento y

overhaul de la pierna del tren de aterrizaje e inclusive el propio mantenimiento del soporte para conservarlo.

El costo de este soporte no es muy elevado ya que el diseño se lo realizaría con un tornillo de operación manual para el ascenso y descenso del soporte de apoyo de la pierna del tren.

1.2.2 SELECCIÓN DEL MATERIAL

Es importante realizar una selección adecuada de los materiales que se utilizaran, en base a la carga a la que esta sometida como es el peso de la pierna del tren principal.

Si se tienen que utilizar dos o más materiales diferentes, es necesario conocer sus propiedades antes de llegar a la etapa del ensamblaje del banco, para así evitar problemas de acoplamiento, juntas y otro tipo de averías.

La elección de un material debe iniciarse en la etapa conceptual, en la cual se identifica una categoría o categorías muy amplias como posibles materiales. Las restricciones en cuanto a temperatura y corrosión permiten identificar fácilmente una clase de materiales.

El diseño con un material adecuado permite tener un buen rendimiento y aumentar la vida útil del banco.

Para hacer esta elección, es necesario conocer con detalle las características de los materiales en términos de sus propiedades (mecánicas, físicas y químicas), y su costo.

Para la construcción de estructuras y máquinas, los problemas de la calidad del material, del diseño, y del uso se interrelacionan.

Un buen material y el diseño correcto aseguran una construcción satisfactoria dentro de los límites del uso asignado, si el material resiste el mayor abuso posee una ventaja sobre sus competidores.

La selección del material depende del:

- ✓ El conocimiento o los antecedentes de desempeño de los materiales en servicio real.
- ✓ Los resultados de los ensayos realizados para aportar datos sobre el desempeño.

Los ensayos se necesitan para identificar el material deseado.

Para el diseño y fabricación hay algunas consideraciones involucradas:

1. Clases de materiales disponibles
2. Propiedades de varios materiales.
3. Requerimientos de servicio de los materiales.
4. Economía relativa de varios materiales y varias formas de un material particular.
5. Métodos de preparación o fabricación de varios materiales o productos y la influencia de los procesos sobre sus propiedades.
6. Métodos de especificación y su relación con la uniformidad y la dependabilidad del producto logrado.
7. Métodos de ensayo e inspección y su significación con respecto a las medidas de las propiedades deseadas.

1.2.3 DEFINICIONES FUNDAMENTALES

1.2.3.1 Roscas

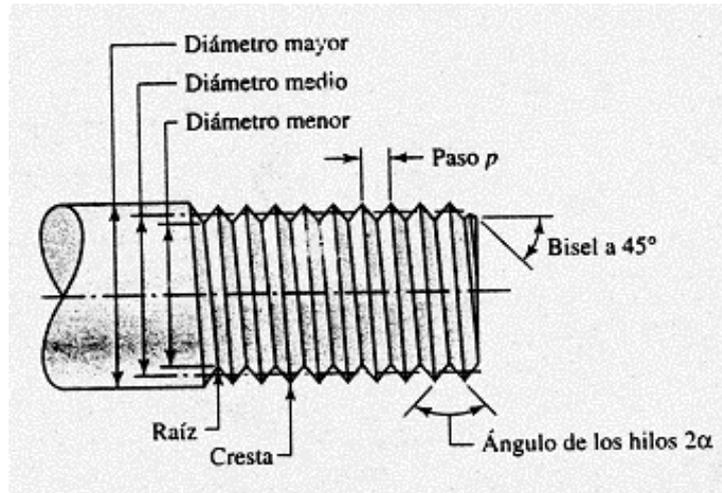


Figura 1.10.- Elementos de una rosca

- ❖ **Rosca:** Es un filete continuo de sección uniforme y arrollada como una elipse sobre la superficie exterior e interior de un cilindro.
- ❖ **Rosca externa:** Es una rosca en la superficie externa de un cilindro.
- ❖ **Rosca Interna:** Es una rosca tallada en el interior de una pieza, tal como en una tuerca.
- ❖ **Diámetro Interior:** Es el mayor diámetro de una rosca interna o externa.
- ❖ **Diámetro del núcleo:** Es el menor diámetro de una rosca interna o externa.
- ❖ **Diámetro en los flancos (o medio):** Es el diámetro de un cilindro imaginario que pasa por los filetes en el punto en el cual el ancho de estos es igual al espacio entre los mismos.

- ❖ **Paso:** Es la distancia entre las crestas de dos filetes sucesivos. Es la distancia desde un punto sobre un filete hasta el punto correspondiente sobre el filete adyacente, medida paralelamente al eje.
- ❖ **Avance:** Es la distancia que avanzaría el tornillo relativo a la tuerca en una rotación. Para un tornillo de rosca sencilla el avance es igual al paso, para uno de rosca doble, el avance es el doble del paso, y así sucesivamente.

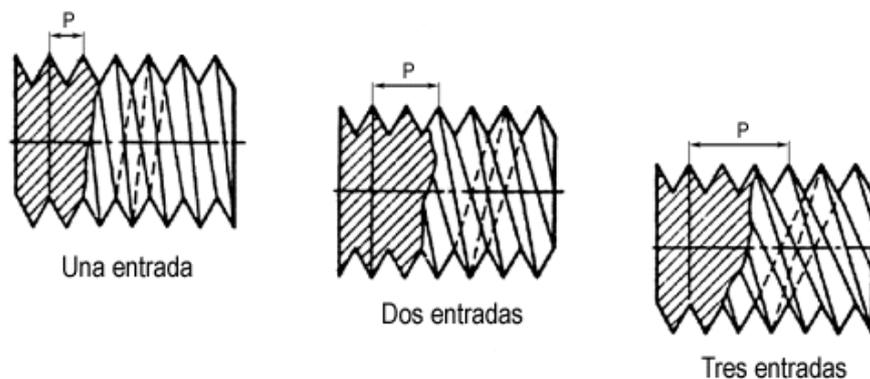


Figura 1.11.- Tipos de avance

- ❖ **El ángulo de la hélice o rosca (α):** Esta relacionado en el avance y el radio medio (r_m) por la ecuación:

$$\tan \alpha = \frac{\text{avance}}{2 \cdot \pi \cdot r_m} \quad (\text{Ec. 1.1})$$

En algunos casos se utilizará el ángulo θ_n que mide la pendiente del perfil de la rosca en la sección normal, esta relacionado en el ángulo θ en la sección axial y el ángulo de la hélice como sigue:

$$\tan \theta_n = \tan \theta \cdot \cos \alpha \quad (\text{Ec. 1.2})$$



Figura 1.12.- Descripción del ángulo de la rosca

Nota: Cuando aparece, $\cos \theta_n$ en las ecuaciones, se reemplazan con frecuencia por $\cos \theta$. Esto da una ecuación aproximada pero, para los valores normalmente pequeños de α , no introduce error apreciable.

1.2.3.1.1 Geometría de una rosca

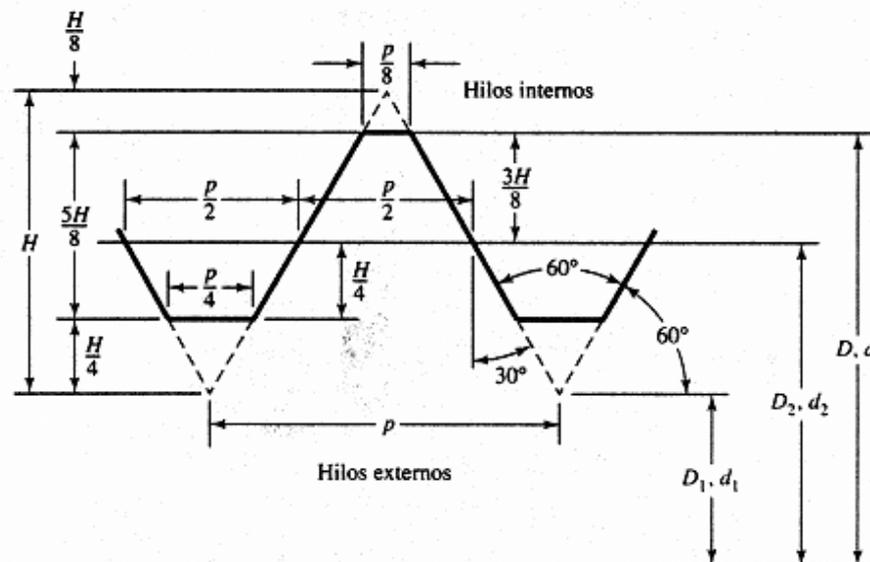


Figura 1.13.- Perfil básico de los hilos para roscas métricas

D (d) = diámetro mayor básico del hilo externo

D₁ (d₁)= diámetro básico menor del hilo interno (externo)

D₂ (d₂)= diámetro de paso básico del hilo interno (externo)

p = paso

H = altura

Todas las roscas se hacen de acuerdo con la regla de la mano derecha, a menos que se indique de otra forma.

La norma para roscas de la American National (Unificada) se ha aprobado en Estados Unidos y Gran Bretaña para su empleo en todos los productos roscados estandarizados.

El ángulo de la rosca es 60° y sus crestas son aplanadas o redondas.

En la figura 1.13 se ilustra la geometría de la rosca de los perfiles métricos M y MJ.

El perfil M reemplaza la clase de pulgadas y es el perfil básico ISO68 con roscas simétricas a 60° . El MJ tiene un entalle redondeado en la raíz de la rosca externa y un diámetro menor más grande en las roscas interna y externa. Dicho perfil resulta especialmente útil cuando se requiere alta resistencia a la fatiga.

1.2.3.1.2 Tipos de Rosca

❖ Rosca en V Aguda

Se aplica en donde es importante la sujeción por fricción o el ajuste, como en instrumentos de precisión, aunque su utilización actualmente es rara.

❖ Rosca Redondeada

Se utiliza en tapones para botellas y bombillos, donde no se requiere mucha fuerza, es bastante adecuada cuando las roscas han de ser moldeadas o laminadas en chapa metálica.

❖ **Rosca Nacional Americana Unificada**

Esta la forma es la base del estándar de las roscas en Estados Unidos, Canadá y Gran Bretaña.

❖ **Rosca Cuadrada**

Esta rosca puede transmitir todas las fuerzas en dirección casi paralela al eje, a veces se modifica la forma de filete cuadrado dándole una conicidad o inclinación de 5° a los lados.

❖ **Rosca Acme**

Ha reemplazado generalmente a la rosca de filete truncado. Es más resistente, más fácil de tallar y permite el empleo de una tuerca partida o de desembrague que no puede ser utilizada con una rosca de filete cuadrado.

Las roscas Acme se emplean donde se necesita aplicar mucha fuerza. Se usan para transmitir movimiento en todo tipo de máquinas herramientas, gatos, prensas grandes "C", tornillos de banco y sujetadores.

Las roscas Acme tienen un ángulo de rosca de 29° y una cara plana grande en la cresta y en la Raíz. Las roscas Acme se diseñaron para sustituir la rosca cuadrada, que es difícil de fabricar y quebradiza.

Hay tres clases de rosca Acme, 2G, 3G y 4G, y cada una tiene holguras en todas dimensiones para permitir movimiento libre. Las roscas clase 2G se usan en la mayor parte de los conjuntos.

Las clases 3G y 4G se usan cuando se permite menos juego u holgura, como por ejemplo en el husillo de un torno o de la mesa de una maquina fresadora.

❖ Rosca Whitworth

Utilizada en Gran Bretaña para uso general siendo su equivalente la rosca Nacional Americana.

❖ Rosca Sin Fin

Se utiliza sobre ejes para transmitir fuerza a los engranajes sinfín.

❖ Rosca Trapezoidal

Este tipo de rosca se utiliza para dirigir la fuerza en una dirección. Se emplea en gatos y cerrojos de cañones.

1.2.3.2 Tornillo

Pieza cilíndrica de metal cuya superficie tiene un resalte en espiral de separación constante; este se emplea como elemento de unión, suele enroscarse en una tuerca y el mismo puede terminar en punta, planos o cualquier otra forma estandarizada.

Las crestas formadas por el plano enroscado se denominan filetes, y según el empleo que se les vaya a dar pueden tener una sección transversal cuadrada, triangular o redondeada.

La distancia entre dos puntos correspondientes situados en filetes adyacentes se denomina paso. Si los filetes de la rosca están en la parte exterior de un cilindro, se denomina rosca macho o tornillo, mientras que si está en el hueco cilíndrico de una pieza se denomina rosca hembra o tuerca.

1.2.3.2.1 Tipos de Tornillos

❖ Tornillo De Unión

Se utiliza para la unión de dos piezas y se hace a través de un agujero pasante (sin rosca) de una de ellas y roscando en la otra, como la tuerca.

❖ Tornillo Pasante

Es un tornillo que atraviesa las piezas a unir sin roscar en ninguna de ellas. Se usan para piezas de fundición o aleaciones ligeras.

❖ Espárragos

Es una varilla roscada en los dos extremos sin variación de diámetro. Un extremo va roscando en la pieza mientras que el otro tiene rosca exterior, no tiene cabeza y la sujeción se logra por medio de una tuerca.

❖ Tornillo Autoroscante

Estos se usan para uniones que deban saltarse raramente, se recomienda para metales blandos o aceros de menos 50 Kg/cm². de resistencia, en carrocerías, en mecánica fina y electrónica.

❖ Tornillo Prisionero

Es una varilla roscada por uno o dos extremos, su colocación se realiza entre la tuerca y el tornillo, taladrado previamente.

1.2.3.3 Tornillo de transmisión de potencia



Figura 1.14.- Tornillo de transmisión de potencia

Los tornillos de transmisión de potencia son un dispositivo para cambiar movimiento angular por lineal y, usualmente para transmitir potencia.

Los tornillos de potencia se utilizan:

1. Para obtener una ventaja mecánica mayor con el objeto, por ej. De levantar pesos (Ej.: gatos del tipo de tornillo de los automóviles).
2. Para ejercer fuerzas de gran magnitud; como en los casos de los compactadores o prensas.
3. Para obtener un posicionamiento preciso de un movimiento axial, como en el tornillo de un micrómetro o en el tornillo de avance de un torno.

En cada una de estas aplicaciones se utiliza un par de torsión en los extremos de los tornillos por medio de conjuntos de engranajes, creando de esta forma una carga sobre el dispositivo.

En los tornillos de potencia se usa el perfil de rosca Acme. El ángulo de la rosca es de 29° y sus dimensiones se pueden determinar fácilmente después que se conoce el paso:

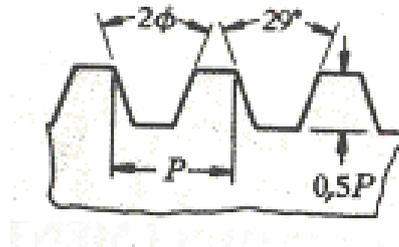


Figura 1.15.- Rosca Acme

Con el diámetro de la cresta, el número de roscas por pulgada, y las áreas de esfuerzo de tensión y compresión (Tabuladas) para las roscas de los tornillos de potencia Acme.

En el caso de los tornillos de fuerza o potencia, la rosca Acme no es tan eficiente como la rosca cuadrada debido al rozamiento extra ocasionado por la acción de cuña; pero suele preferírsela porque es más fácil de formar a máquina y permite el empleo de una tuerca partida, que puede ajustarse para compensar el desgaste.

1.2.3.3.1 Coeficientes de rozamiento en los tornillos de potencia

Si las superficies de los hilos de rosca son lisas y están bien lubricadas, el coeficiente de rozamiento puede ser tan bajo como $f = 0.10$, pero con materiales de mano de obra de calidad promedio, *Ham* y *Ryan* recomienda $f = 0.125$. Si la ejecución es de calidad dudosas se puede tomar $f = 0.15$. Para el aumento en el arranque se aumentan estos valores en 30-35%.

Ham y *Ryan* en base a sus experimentos dedujeron que el coeficiente de rozamiento es independiente de la carga axial; que está sometido a cambios despreciables debido a la velocidad para la mayoría de los intervalos de ésta que se emplean en la práctica; que disminuye algo con lubricantes espesos;

que la variación es pequeña para los diferentes combinaciones de materiales comerciales, siendo menor la correspondiente de los aceros sobre el bronce, y que las ecuaciones teóricas dan una buena predicción sobre las ecuaciones reales.

1.2.3.3.2 Consideraciones de esfuerzo para el diseño de tornillos de potencia

Comúnmente se ha aceptado que la carga soportada por tornillo y tuerca se distribuye en forma uniforme en el acoplamiento. Esto, de hecho no es del todo cierto; Goodier demuestra que debido a la deflexión, solamente la primera o las dos primeras vueltas de la rosca soportan la parte principal de la carga, las restantes vueltas llevan menos carga o porciones mayores de la carga dependen de la deformación elastoplástica de las primeras dos vueltas de las roscas.

El análisis de Goodier no hace la suposición de que el esfuerzo por aplastamiento está uniformemente distribuido en todo el acoplamiento, sin embargo con lubricación adecuada puede ser un factor de apoyo a dicha hipótesis.

El esfuerzo de tensión en el área de la raíz es mayor en el punto donde la carga fluye del tornillo a la tuerca que en cualquier otro punto del área de raíz. Por último se observa que algunos otros factores adicionales tales como los radios del filete, el acabado de la superficie y la clase de ajuste tienen también efectos significativos en los valores del esfuerzo real.

Debido a lo anterior es que, a la hora de proyectar un tornillo de transmisión de potencia se deberán de tomar las precauciones necesarias en cuanto a factor de seguridad (**F.S.**) se refiere.

1.2.3.4 Soldadura

La soldadura es una coalescencia localizada de metal, en donde esta conglutinación se produce por el calentamiento a temperaturas adecuadas, con o sin la aplicación de presión y con o sin la utilización de metal de aporte, cuya temperatura de fusión es inferior a la de las piezas que se han de soldar.

La mayor parte de procesos de soldadura se pueden separar en dos categorías: soldadura por presión, que se realiza sin la aportación de otro material mediante la aplicación de la presión suficiente y normalmente ayudada con calor, y 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.

En cuanto a la utilización de metal de aportación se distingue entre soldadura ordinaria y soldadura autógena. Esta última se realiza sin añadir ningún material. La soldadura ordinaria o de aleación se lleva a cabo añadiendo un metal de aportación que se funde y adhiere a las piezas base, por lo que realmente éstas no participan por fusión en la soldadura.

Se distingue también entre soldadura blanda y soldadura dura, según sea la temperatura de fusión del metal de aportación empleado; la soldadura blanda utiliza metales de aportación cuyo punto de fusión es inferior a los 450 °C, y la dura metales con temperaturas superiores.

Gracias al desarrollo de nuevas técnicas durante la primera mitad del siglo XX, la soldadura sustituyó al atornillado y al remachado en la construcción de muchas estructuras, como puentes, edificios y barcos. Es una técnica fundamental en la industria del motor, en la aeroespacial, en la fabricación de maquinaria y en la de cualquier producto hecho con metales.

El tipo de soldadura más adecuado para unir dos piezas de metal depende de las propiedades físicas de los metales, de la utilización a la que está destinada

la pieza y de las instalaciones disponibles. Los procesos de soldadura se clasifican según las fuentes de presión y calor utilizadas.

El procedimiento de soldadura por presión original es el de soldadura de fragua, practicado durante siglos por herreros y artesanos. Los metales se calientan en un horno y se unen a golpes de martillo. Esta técnica se utiliza cada vez menos en la industria moderna.

1.2.3.4.1 Soldadura ordinaria o de aleación

Es el método utilizado para unir metales con aleaciones metálicas que se funden a temperaturas relativamente bajas. Se suele diferenciar entre soldaduras duras y blandas, según el punto de fusión y resistencia de la aleación utilizada.

Los metales de aportación de las soldaduras blandas son aleaciones de plomo y estaño y, en ocasiones, pequeñas cantidades de bismuto. En las soldaduras duras se emplean aleaciones de plata, cobre y cinc (soldadura de plata) o de cobre y cinc (latón soldadura).

Para unir dos piezas de metal con aleación, primero hay que limpiar su superficie mecánicamente y recubrirla con una capa de fundente, por lo general resina o bórax. Esta limpieza química ayuda a que las piezas se unan con más fuerza, ya que elimina el óxido de los metales.

A continuación se calientan las superficies con un soldador o soplete, y cuando alcanzan la temperatura de fusión del metal de aportación se aplica éste, que corre libremente y se endurece cuando se enfría. En el proceso llamado de resudación se aplica el metal de aportación a las piezas por separado, después se colocan juntas y se calientan. En los procesos industriales se suelen emplear hornos para calentar las piezas.

Este tipo de soldadura lo practicaban ya, hace más de 2.000 años, los fenicios y los chinos. En el siglo I d.C., Plinio habla de la soldadura con estaño como procedimiento habitual de los artesanos en la elaboración de ornamentos con

metales preciosos; en el siglo XV se conoce la utilización del bórax como fundente.

1.2.3.4.2 Soldadura por fusión

Este tipo agrupa muchos procedimientos de soldadura en los que tiene lugar una fusión entre los metales a unir, con o sin la aportación de un metal, por lo general sin aplicar presión y a temperaturas superiores a las que se trabaja en las soldaduras ordinarias.

Hay muchos procedimientos, entre los que destacan la soldadura por gas, la soldadura por arco y la aluminotérmica. Otras más específicas son la soldadura por haz de partículas, que se realiza en el vacío mediante un haz de electrones o de iones, y la soldadura por haz luminoso, que suele emplear un rayo láser como fuente de energía.

❖ Soldadura por gas

La soldadura por gas o con soplete utiliza el calor de la combustión de un gas o una mezcla gaseosa, que se aplica a las superficies de las piezas y a la varilla de metal de aportación. Este sistema tiene la ventaja de ser portátil ya que no necesita conectarse a la corriente eléctrica. Según la mezcla gaseosa utilizada se distingue entre soldadura oxiacetilénica (oxígeno/acetileno) y oxhídrica (oxígeno/hidrógeno), entre otras.

❖ Soldadura por arco



Figura 1.16.- Soldadura por arco

La soldadura de arco aprovecha el intenso calor que produce un arco voltaico. El arco se forma cuando fluye una corriente entre dos electrodos separados. La corriente atraviesa el aire u otro gas situado entre los electrodos, y produce luz y calor. Una pantalla protectora permite al soldador observar el proceso sin sufrir daños en la vista.

Los procedimientos de soldadura por arco son los más utilizados, sobre todo para soldar acero, y requieren el uso de corriente eléctrica. Esta corriente se utiliza para crear un arco eléctrico entre uno o varios electrodos 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 desnudas; 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 gaseosa y con fundente en polvo.

Soldadura por arco con electrodo recubierto.- En este tipo de soldadura el electrodo metálico, que es conductor de electricidad, está recubierto de fundente y conectado a la fuente de corriente. El metal a soldar está conectado al otro borne de la fuente eléctrica. Al tocar con la punta del electrodo la pieza de metal se forma el arco eléctrico. El intenso calor del arco funde las dos partes a unir y la punta del electrodo, que constituye el metal de aportación. Este procedimiento, desarrollado a principios del siglo XX, se utiliza sobre todo para soldar acero.

Esta soldadura es la utilizada en la construcción del banco soporte móvil por sus múltiples beneficios mencionados anteriormente, específicamente con electrodo E7018, cuyas características técnicas y aplicación se encuentran detalladas en el Anexo C - Especificaciones de electrodos (Catálogo de electrodos comunes, especiales & gases para corte y soldadura).

Soldadura por arco con protección gaseosa.- Es la que utiliza un gas para proteger la fusión del aire de la atmósfera. Según la naturaleza del gas utilizado se distingue entre soldadura MIG, si utiliza gas inerte, y soldadura MAG, si utiliza un gas activo. Los gases inertes utilizados como protección suelen ser argón y helio; los gases activos suelen ser mezclas con dióxido de carbono. En ambos casos el electrodo, una varilla desnuda o recubierta con fundente, se funde para rellenar la unión.

Otro tipo de soldadura con protección gaseosa es la soldadura TIG, que utiliza un gas inerte para proteger los metales del oxígeno, como la MIG, pero se diferencia en que el electrodo no es fusible; se utiliza una varilla refractaria de wolframio. El metal de aportación se puede suministrar acercando una varilla desnuda al electrodo.

Soldadura por arco con fundente en polvo.- Este procedimiento, en vez de utilizar un gas o el recubrimiento fundente del electrodo para proteger la unión del aire, usa un baño de material fundente en polvo donde se sumergen las piezas a soldar. Se pueden emplear varios electrodos de alambre desnudo y el polvo sobrante se utiliza de nuevo, por lo que es un procedimiento muy eficaz.

❖ **Soldadura aluminotérmica**

El calor necesario para este tipo de soldadura se obtiene de la reacción química de una mezcla de óxido de hierro con partículas de aluminio muy finas. El metal líquido resultante constituye el metal de aportación. Se emplea para soldar roturas y cortes en piezas pesadas de hierro y acero, y es el método utilizado para soldar los raíles o rieles de los trenes.

1.2.3.4.3 Soldadura por presión

Este método agrupa todos los procesos de soldadura en los que se aplica presión sin aportación de metales para realizar la unión. Algunos procedimientos coinciden con los de fusión, como la soldadura con gases por presión, donde se calientan las piezas con una llama, pero difieren en que la

unión se hace por presión y sin añadir ningún metal. El proceso más utilizado es el de soldadura por resistencia; otros son la soldadura por fragua (descrita más arriba), la soldadura por fricción y otros métodos más recientes como la soldadura por ultrasonidos.

❖ **Soldadura por resistencia**

Este tipo de soldadura se realiza por el calentamiento que experimentan los metales debido a su resistencia al flujo de una corriente eléctrica. Los electrodos se aplican a los extremos de las piezas, se colocan juntas a presión y se hace pasar por ellas una corriente eléctrica intensa durante un instante. La zona de unión de las dos piezas, como es la que mayor resistencia eléctrica ofrece, se calienta y funde los metales. Este procedimiento se utiliza mucho en la industria para la fabricación de láminas y alambres de metal, y se adapta muy bien a la automatización.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

Al presentar algunas alternativas factibles para la construcción, se escoge los 2 siguientes soportes móviles para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748, para analizarlas:

- Banco soporte fijo para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748 con un sistema hidráulico que le permita deslizarse en forma ascendente y descendente.
- Banco soporte móvil para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748 con un tornillo de potencia manual que le permita deslizarse en forma ascendente y descendente.

2.2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

2.2.1 ESTUDIO TÉCNICO

PRIMERA ALTERNATIVA

Banco soporte fijo para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748 con un sistema hidráulico que le permita deslizarse al soporte de apoyo en forma ascendente y descendente.

En la figura 2.1. Se puede observar las partes y componentes de la primera alternativa.

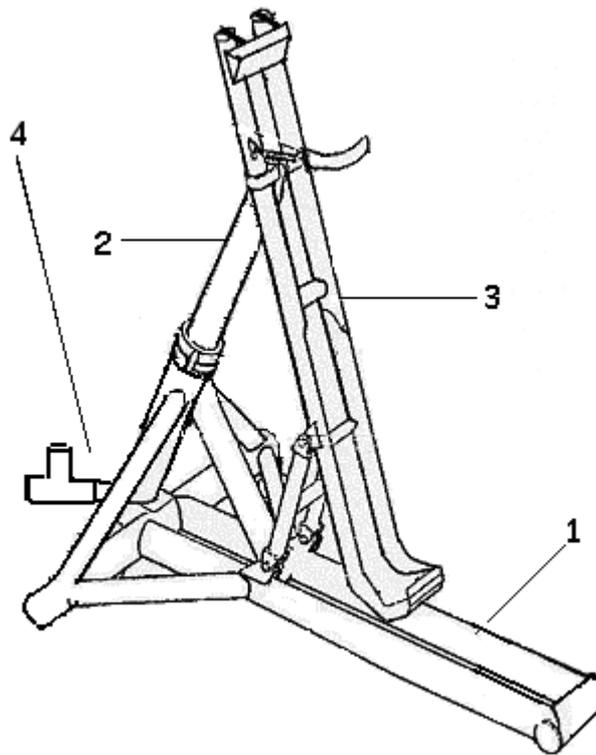


Figura 2.1.- Esquema de la primera alternativa

1. Base
2. Cilindro
3. Soporte de apoyo
4. Soporte para colocar la palanca

SEGUNDA ALTERNATIVA

Banco soporte móvil para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748 con un tornillo de potencia manual que le permita deslizarse al soporte de apoyo en forma ascendente y descendente.

En la figura 2.2. Se puede observar las partes y componentes de la segunda alternativa.

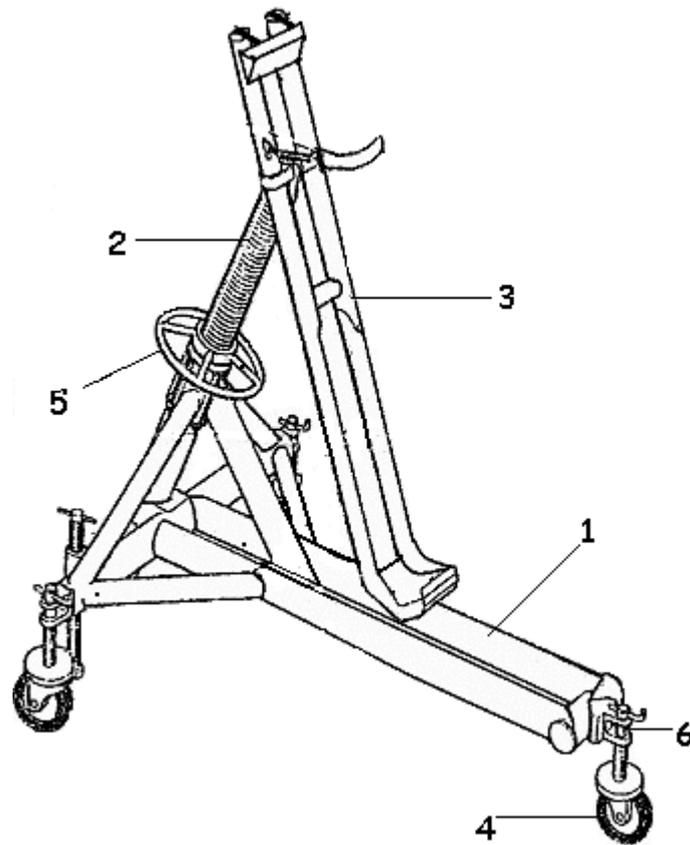


Figura 2.2.- Esquema de la segunda alternativa

1. Base
2. Tornillo
3. Soporte de apoyo
4. Ruedas
5. Volante
6. Seguros de ruedas

2.2.2 Ventajas y Desventajas

Las ventajas y desventajas son los puntos que permiten elegir la mejor alternativa analizando los requerimientos técnicos de la misma para su construcción.

PRIMERA ALTERNATIVA

Banco soporte fijo para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748 con un sistema hidráulico que le permita deslizarse en forma ascendente y descendente.

Ventajas

- Minimiza el trabajo del técnico al ajustar la posición de ascenso y descenso por su sistema hidráulico
- Es de fácil operación.
- Ayuda a que el ascenso o descenso de la pierna del tren sea con mayor rapidez.

Desventajas

- Ocupa mucho espacio.
- Su costo es relativamente alto.
- La construcción es más compleja.

SEGUNDA ALTERNATIVA

Banco soporte móvil para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748 con un tornillo de potencia manual que le permita deslizarse en forma ascendente y descendente.

Ventajas

- Permite realizar el mantenimiento del tren de una manera cómoda ya que el tornillo de potencia ayuda a deslizar el soporte de apoyo en forma ascendente y descendente dependiendo del trabajo del técnico.
- Facilita el traslado del tren desde el avión a los talleres para su mantenimiento.
- El esfuerzo físico del técnico es mínimo para conducir el soporte y darle mantenimiento a la pierna del tren.
- El mantenimiento de este soporte es básico.
- Su costo no es muy elevado.

Desventajas

- Ocupa mucho espacio.
- No tiene mucha rapidez para ascender o descender.

2.3 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Al evaluar cada una de las alternativas, se asigna un valor X_i a los parámetros de selección, considerados los mas importantes que nos permitirán seleccionar la alternativa que cumpla con todas los objetivos planteados.

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

$$0 < X_i \leq 1 \quad (\text{Ec. 2.1})$$

En función de las ventajas y desventajas que presentan las alternativas, se evaluará cada parámetro y la alternativa que obtenga el valor mas alto en la calificación de parámetros será la selecciona para ser construida. Las alternativas también tendrán una calificación entre cero y uno.

Los parámetros de construcción que se consideran estan clasificados en tres aspectos que son el técnico, económico y complementario.

Aspecto técnico

- Funcionalidad
- Rendimiento
- Facilidad de operación y control
- Mantenimiento
- Materiales
- Proceso de construcción
- Precisión
- Fiabilidad

Aspecto económico

- Costo de fabricación
- Costo de operación

Aspecto complementario

- Forma
- Tamaño

Cada uno de los parámetros están definidos a continuación.

Funcionalidad.-

La funcionalidad en los soportes permite que por medio de su diseño y construcción se haya atendido, a la facilidad, utilidad y comodidad de su empleo. Tiene un valor de 0.8 por la importancia del parámetro.

Rendimiento.-

Este parámetro permite que exista confiabilidad al realizar el trabajo brindándole seguridad al trabajador consiguiendo un trabajo eficiente. Este parámetro tiene un valor de 0.8 ya que la seguridad y eficiencia son lo más importante en un trabajo.

Facilidad de operación y control.-

Toda máquina está 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. Tiene un valor de 0.7 este parámetro.

Mantenimiento.-

Para preservar una máquina de cualquier tipo se debe darle mantenimiento cada vez que sea necesario para tenerla en óptimo funcionamiento, para lo cual necesita algunos repuestos dependiendo si han cumplido su vida útil, por lo cual a este parámetro se le asigna un valor de 0.6.

Materiales.-

En este parámetro se considera el tipo de material, sus características y facilidad de adquisición, por lo cual se le da una calificación de 0.6.

Proceso de construcción.-

Todas las alternativas requieren de piezas, instrumentación, elementos con tolerancia de construcción y necesitan de maquinaria adecuada que permitan obtenerlas, por lo que este parámetro obtiene un valor de 0.7.

Precisión.-

Con este parámetro se puede evitar daños a corto plazo debe existir precisión sobre todo al momento de construir el soporte de apoyo donde se va apoyar la pierna del tren, se le asigna un valor de 0.7.

Fiabilidad.-

Este parámetro permite trabajar con seguridad y evaluar el funcionamiento satisfactorio de cada una de las alternativas, su valor es de 0.8.

Costo de fabricación.-

Es muy importante este parámetro para elegir la alternativa correcta del soporte móvil, como la construcción no se la realiza en serie, se trata de buscar la alternativa más económica y su parámetro tiene un valor de 0.6.

Costo de operación.-

Ya construido el soporte móvil, se busca economizar la energía utilizada en el proceso de operación. Su valor es de 0.6.

Forma.-

La estética de cada uno de los dispositivos. Obtiene un valor de 0.5.

Tamaño.-

Se refiere al espacio ocupado por la máquina. El valor de este criterio es de 0.5

En la tabla 2.1 se muestran los valores que se asigna a cada parámetro para evaluar y hacer la selección de la mejor alternativa para la construcción del proyecto.

TABLA 2.1: Matriz de evaluación

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	F. POND. XI	ALTERNATIVAS	
		1	2
FUNCIONALIDAD	0.8	0.6	0.7
RENDIMIENTO	0.8	0.6	0.6
FACILIDAD DE OPERACIÓN Y CONTROL	0.7	0.5	0.7
MANTENIMIENTO	0.6	0.3	0.6
MATERIALES	0.6	0.4	0.6
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	0.7	0.2	0.6
PRECISIÓN	0.7	0.6	0.5
FIABILIDAD	0.8	0.5	0.5
COSTO DE FABRICACIÓN	0.6	0.3	0.5
COSTO DE OPERACIÓN	0.6	0.5	0.6
TAMAÑO	0.5	0.5	0.5
FORMA	0.5	0.4	0.4

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

TABLA 2.2: Matriz de decisión

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS	
	1 Xi	2Xi
FUNCIONALIDAD	0.48	0.56
RENDIMIENTO	0.48	0.48
FACILIDAD DE OPERACIÓN Y CONTROL	0.35	0.49
MANTENIMIENTO	0.18	0.36
MATERIALES	0.24	0.36
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	0.14	0.42
PRECISIÓN	0.42	0.35
FIABILIDAD	0.40	0.40
COSTO DE FABRICACIÓN	0.18	0.30
COSTO DE OPERACIÓN	0.30	0.36
TAMAÑO	0.25	0.25
FORMA	0.20	0.20
TOTAL	3.62	4.53

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

En la tabla 2.2 tenemos como resultado que la alternativa 2 es la mas factible porque cumple con el objetivo del proyecto por lo tanto es seleccionada y se considera la adecuada para la construcción.

2.4 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Después de realizar el estudio técnico, analizando cada alternativa y la evaluación de parámetros la alternativa seleccionada es la segunda; ya que cumple con las necesidades requeridas minimizando el esfuerzo físico del técnico al transportar la pierna del tren y existe mayor comodidad para el desarrollo del trabajo, también la segunda alternativa es menos costosa en relación a la primera alternativa, y finalmente su mantenimiento es más fácil.

2.5 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Los requerimientos técnicos son los siguientes:

- La seguridad que debe ofrecer el soporte móvil para el tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748 al ser transportado por el técnico.
- El soportar el peso de la pierna del tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748.

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 DISEÑO DEL BANCO SOPORTE MÓVIL PARA EL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL DEL AVIÓN AVRO AV 748.

Para el diseño del banco soporte se consideran los factores de diseño como son: resistencia, confiabilidad, seguridad, peso, entre otros para que su rendimiento y funcionamiento sea adecuado y cumpla con su función.

3.1.1 PARÁMETROS DEL DISEÑO

El cálculo y selección de algunas partes y accesorios se los realiza siguiendo un orden secuencial.

- ✓ Cálculo del peso del banco soporte
- ✓ Cálculo del torque positivo y negativo del tornillo de potencia
- ✓ Diseño del tornillo de potencia
- ✓ Justificación del resorte
- ✓ Tuerca del tornillo de potencia
- ✓ Cálculo de la fuerza mínima para mover el soporte de apoyo
- ✓ Justificación de los materiales empleados para la construcción del soporte
- ✓ Selección de las ruedas.

3.1.1.1 Cálculo del peso del banco soporte

El cálculo del peso del banco soporte se lo realiza mediante tablas preestablecidas, que se detalla en la siguiente tabla.

TABLA 3.1: Peso aproximado de la estructura del banco soporte móvil

Denominación	Dimensión	Peso [Kg/m]	Peso total [Kg]
Tubo TR	2 x 2.0 x 4.77 m	2.43	11.59
Tubo TR	1 ½ "x 1.5 x 1.9 m	1.38	2.62
Canal U	100 x 50 x 4 x 4.7 m	5.87	27.59
Eje	Φ 15 x 71 cm.	1.39	0.98
Varilla lisa	Φ 18 x 69 cm.	2.00	1.38
Platinas	4 x 21 x 16 cm.	0.67	0.107
Angulo	120x90x3mmx31cm.	11.52	3.57
Eje	Φ 25 x 110 cm.	1.78	1.95
Platinas	9 x 9 x 100 cm.	0.64	0.64
Eje	Φ 38 x 1 m.	7.86 Kg/dm ³	2.34
Bronce	Φe50xΦi38 x 20 cm.	8.8 Kg/dm ³	1.46
TOTAL			54.22

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

La masa de la estructura es de 54,22 Kg. sin tomar en cuenta la masa de las llantas, soldadura, pintura, entre otras; que es un valor aproximado al que se realiza mediante la medición con una balanza electrónica de **AVINDAC**, la misma que da como resultado **58 kg**.

3.1.1.2 Cálculo del torque positivo y negativo del tornillo de potencia

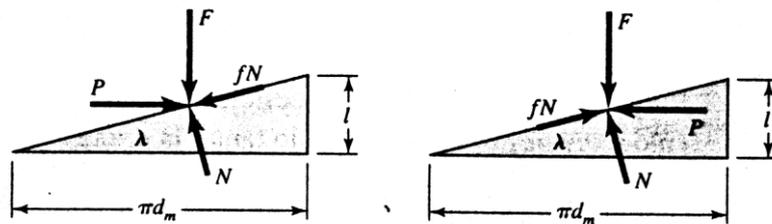
3.1.1.2.1 Diseño del sistema de elevación del soporte de apoyo

El peso a vencer del tornillo de potencia es de 200 lbs. aproximadamente; que pesa la pierna del tren de aterrizaje principal.

Características del tornillo de potencia

- ✓ Rosca redonda.
- ✓ Paso de 6.35 mm.

En la figura 3.1 se representan las fuerzas que intervienen para subir o bajar el soporte de apoyo.



(a) Al subir la soporte de apoyo (b) Al bajar el soporte de apoyo

Figura 3.1.-Fuerzas que intervienen en el tornillo de potencia

De la figura 3.1 se obtiene la siguiente relación:

$$\lambda = \operatorname{tg}^{-1} \left[\frac{l}{\pi \cdot d_m} \right] \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Donde:

λ = Ángulo de avance.

l = Avance = 6.35 mm.

d_m = Diámetro medio [mm].

El diámetro medio se calcula con la siguiente ecuación:

$$d_m = d - p/2 \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Donde:

d = Diámetro exterior del tornillo = 1 ½ " = 38 mm.

p = Paso = 6.35 mm.

Reemplazando los valores se obtiene:

$$d_m = 34,92 \text{ mm.}$$

Aplicando la ecuación 3.1:

$$\lambda = 3.31^\circ$$

El momento de rotación necesario para que el tornillo gire en contra de la carga es:

$$T = F \frac{d_m}{2} \left[\frac{\mu \pi d_m + l}{\pi d_m - \mu l} \right] \quad (\text{Ec. 3.3})$$

Donde:

F = Carga o fuerza a vencer el tornillo aprox. 200 lbs. = 90.9 kg.

l = Avance = 6.35 mm.

d_m = Diámetro medio del tornillo = 34,92 mm.

μ = Factor de rozamiento = 0.19 Acero-Bronce (Anexo A tabla A-8).

T = Momento de rotación en contra de la carga [kg-mm].

Reemplazando los valores en la ecuación, se obtiene:

$$T = 397.79 \text{ kg-mm.}$$

El momento de rotación necesario para que el tornillo gire a favor de la carga es:

$$T = F \frac{d_m}{2} \left[\frac{\mu \pi d_m - l}{\pi d_m + \mu l} \right] \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Reemplazando los valores en (Ec. 3.4):

$$T = 207.404 \text{ kg-mm.}$$

Para que el tornillo sea autobloqueante debe cumplir la siguiente condición:

$$\pi \mu d_m > l$$

20.84 > 6.35 (la condición cumple por lo tanto el tornillo es autobloqueante).

3.1.1.3 Diseño del tornillo de potencia

Para el banco soporte móvil se utiliza un acero de transmisión 1040 cuya resistencia a la fluencia es:

$$S_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

Debido a la fuerza axial se calcula este esfuerzo utilizando la siguiente expresión:

$$\sigma_x = \frac{4F}{\pi d_m^2} \quad (\text{Ec. 3.5})$$

Donde:

F = Fuerza = 90.9 kg.

d_m = Diámetro medio del tornillo = 34,92 mm.

σ_x = esfuerzo axial [kg/mm²].

Reemplazando los valores, se obtiene:

$$\sigma_x = 0.0949 \text{ kg/mm}^2; (9.49 \text{ kg/cm}^2)$$

Debido al torque, se calcula el esfuerzo de torsión, utilizando la siguiente expresión:

$$\tau_{xy} = \frac{16T}{\pi d_m^3} \quad (\text{Ec. 3.6})$$

Donde:

T = Torque = 397.79 kg-mm.

τ_{xy} = Esfuerzo de torsión [kg/mm²]

Reemplazando los valores, se obtiene:

$$\tau_{xy} = 0.0475 \text{ kg/mm}^2; (4.75 \text{ kg/cm}^2)$$

Aplicando la teoría de Von Mises-Hencky, se obtiene:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq \frac{S_y}{n} \quad (\text{Ec. 3.7})$$

Donde:

σ_{eq} = Esfuerzo equivalente [Kg/mm²].

σ_x = Esfuerzo axial = 0.0949 kg/mm².

τ_{xy} = Esfuerzo de torsión = 4.75 kg/mm².

n = Coeficiente de seguridad.

Reemplazando los valores en la (Ec. 3.7), se obtiene:

$$\sigma_{eq} = 0.1255 \text{ kg/mm}^2; (12.559 \text{ kg/cm}^2)$$

Despejando n de la (Ec. 3.7), se obtiene:

$$n = 191.09$$

Este coeficiente es alto, ya que el tornillo de potencia utilizado ya esta prefabricado, pero se justifica al dar estabilidad y rigidez al banco soporte móvil.

3.1.1.4 Justificación del resorte

En el diseño del banco se utiliza un resorte de tracción con sus 2 ganchos exteriores, los mismos que se sujetan al tubo que sirve de base del tornillo.

Se realizaron algunas pruebas para la selección del resorte, la finalidad del resorte es facilitar el ascenso y descenso en forma regular del soporte de apoyo.

Las medidas del resorte son las siguientes:

- ✓ Diámetro de la galga = 35 mm.
- ✓ Longitud extendida = 540 mm.
- ✓ Longitud comprimida = 235 mm.
- ✓ Separación entre galga en longitud extendida = 7 mm.
- ✓ Separación entre galga en longitud comprimida = 1 mm.

3.1.1.5 Tuerca del tornillo de potencia

Para la tuerca del tornillo de potencia se utiliza bronce fosfórico, se escoge este material por las siguientes condiciones

- ✓ El material de la tuerca debe tener menos resistencia al del tornillo, en caso de desgaste se cambia la tuerca y no el tornillo.
- ✓ Se utiliza este material para distribuir uniformemente la carga.
- ✓ Reduce la fricción entre el tornillo y la tuerca.
- ✓ Evita el desgaste de los primeros filetes porque el torque de entrada es mayor que el torque de salida, como se explica en el literal (3.1.1.2).

La tuerca que se utiliza en el banco tiene las siguientes dimensiones:

- ✓ Diámetro exterior = 55 mm.
- ✓ Diámetro interior = 38.1 mm.
- ✓ Paso = 4 hilos / pulg
- ✓ Longitud de la tuerca= 100 mm.

3.1.1.6 Cálculo de la fuerza mínima para mover el soporte de apoyo

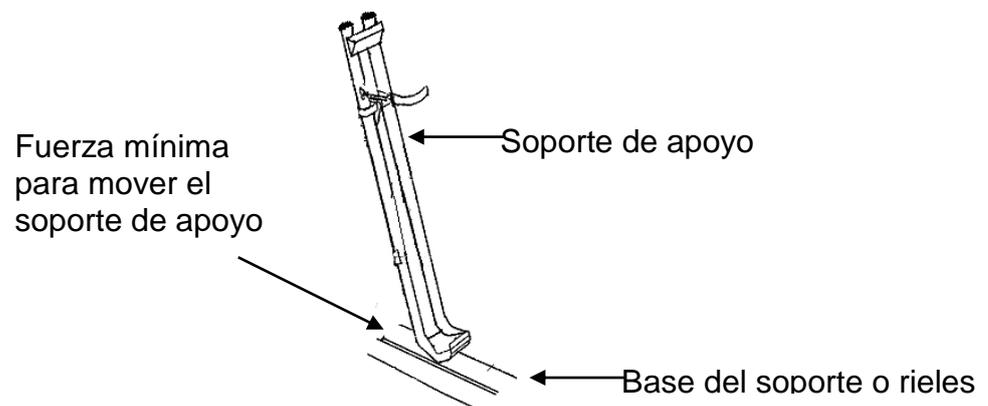


Figura 3.2.- Esquema de soporte de apoyo y la base

La fuerza mínima que se utiliza para mover el soporte de apoyo, se calcula con la siguiente expresión:

$$f_r = \mu \cdot F_N \quad (\text{Ec. 3.8})$$

Donde:

f_r = Fuerza de rozamiento [kg]

F_N = Normal [kg] = peso del tren = 90.9 kg.

μ = Coeficiente de rozamiento dinámico lubricado
Acero-Acero (Anexo A tabla A-8).

Reemplazando los valores en la (Ec. 3.7), se obtiene:

$$f_r = 8.18kg$$

Como la fuerza de rozamiento se opone al movimiento entonces la fuerza mínima para mover el soporte de apoyo es contraria a esta fuerza.

Según el diseño del banco se puede comparar el avance que realiza el tornillo de potencia en una vuelta con el desplazamiento que realiza el soporte de apoyo y se concluye lo siguiente:

$$\text{Avance del tornillo} = \text{Desplazamiento del soporte de apoyo}$$

3.1.1.7 Justificación de los materiales empleados para la construcción del soporte

Los materiales utilizados en la construcción del banco soporte móvil están seleccionados mediante tablas de los Anexos A, ya que se realiza un análisis para que el banco soporte la carga de la pierna del tren es decir 200 lbs. aprox. Como son algunos materiales utilizados en la construcción del soporte no se realiza un estudio detallado para cada uno de estos como son aceros, perfiles, bronce fosfórico, platinas, entre otros.

3.1.1.8 Selección de las ruedas

Para la selección de las ruedas se utiliza como datos el peso de la estructura y de la pierna del tren, de acuerdo a la configuración del banco se tiene una figura triangular como se indica a continuación:

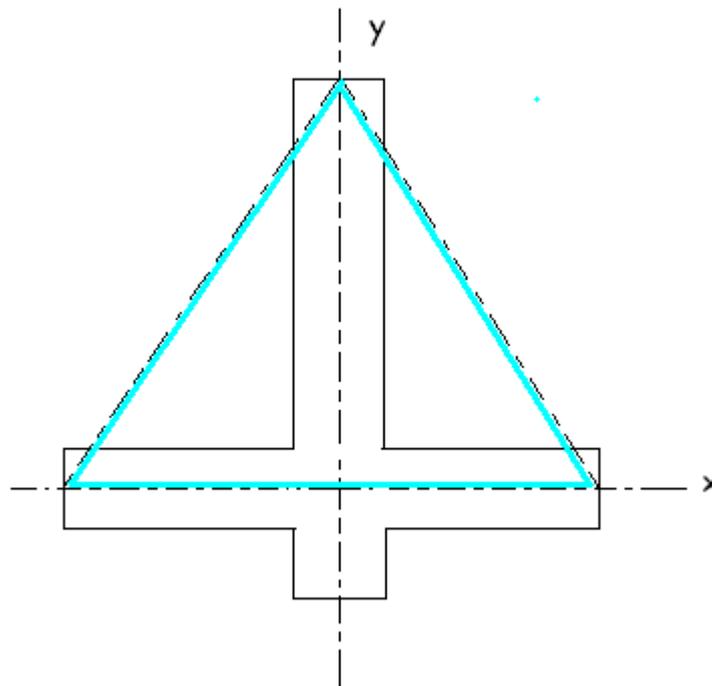


Figura 3.3.- vista superior de la base del soporte móvil

Según la figura 3.3, si se suman los pesos de la estructura y de la pierna del tren, al asumir una figura triangular entre las 3 ruedas el peso va concentrado en el centro de gravedad, el mismo que es a los $\frac{2}{3}$ del vértice y a $\frac{1}{3}$ de la base.

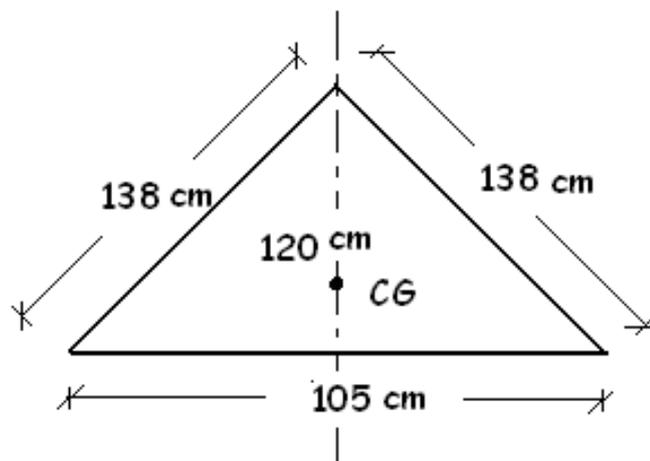


Figura 3.4.- Diagrama espacial de la vista superior del banco

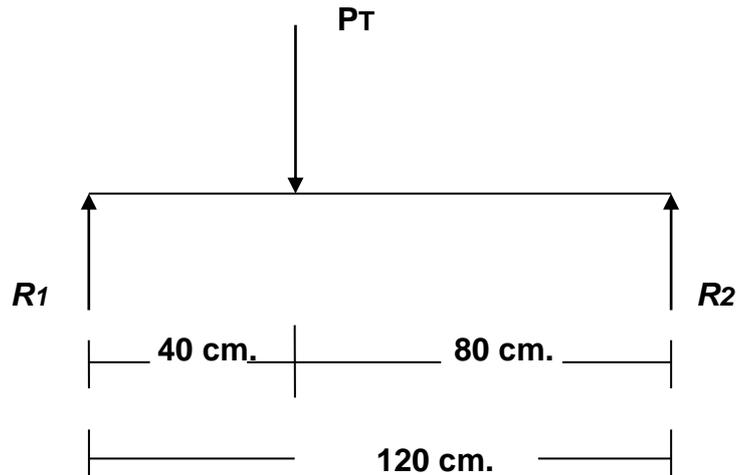


Figura 3.5.- Diagrama de cuerpo libre de la vista superior del banco

$$P_T = P_{estr} + P_p \quad (\text{Ec. 3.9})$$

Donde:

P_{estr} = Peso de la estructura = 58 [kg]

P_p = Peso de la pierna = 90.9 [kg]

P_T = Peso total [kg]

Reemplazando en (Ec. 3.8), se obtiene:

$$P_T = 148.9 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0$$

Desarrollando:

$$R_1 + R_2 - P_T = 0$$

$$R_1 = R_a + R_b \quad (\text{Ec. 3.10})$$

Como,

$$R_a = R_b$$

Entonces,

$$R_1 = 2R_a$$

Despejando, se obtiene:

$$R_a = \frac{R_1}{2}$$

Reemplazando, se obtiene:

$$R_b = R_a = \frac{99.26}{2} = 49.63kg$$

$$\sum M_{R_1} = 0 \text{ s.m.r (+)}$$

Desarrollando:

$$P_T * 40cm - R_2 * 120cm = 0$$

Reemplazando se obtiene:

$$R_b = \frac{(148.9 \times 40)kg.cm}{120cm}$$

$$R_b = 49.63kg$$

Reemplazando en (Ec. 3.9), se obtiene:

$$R_1 = 99.26kg$$

Con este valor obtenido se compara con las Guías para seleccionar una rueda según la carga y la superficie de trabajo¹.

A continuación se selecciona las dimensiones de las ruedas para el banco soporte móvil mediante la capacidad [kg] se aproxima a 55 kg, cuyas dimensiones son:

- ✓ Diámetro exterior = 3”
- ✓ Ancho de la rueda = 1”
- ✓ Ancho de banda = 1”
- ✓ Diámetro del eje = ½ “

- ✓ Giro = 360° para las ruedas posteriores, mientras que para la rueda delantera se selecciona una rueda fija por la dirección.

El terreno en el que pueden deslizarse las ruedas son:

- ✓ Asfalto
- ✓ Cemento
- ✓ Tierra

(1) Hurtado, K. Tesis De Grado-Itsa, Construcción de un Banco Soporte Móvil para el Overhaul del Tren de Nariz del Avión C-130, 2004, Anexo D, tabla 3.4 y 3.5

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

4.1 CONSTRUCCIÓN

Se procede a la construcción del soporte móvil con las características señaladas, la construcción se realiza por etapas siguiendo un orden secuencial con el fin de optimizar recursos y tiempo, para finalmente ser ensambladas todas las partes con la debida precisión.

A continuación se describe todo el proceso incluyendo las máquinas-herramientas utilizadas para la construcción:



Figura 4.1.- Estructura del soporte móvil para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748

4.1.1 ORDEN SECUENCIAL DE LA CONSTRUCCIÓN

Construcción de la estructura

- Base horizontal y vertical
- tubos de refuerzo para la estructura

Perno y soporte de su base

- Soporte de la pierna
- Tuercas, platinas para alojar las garruchas
- Tuerca
- Volante
- Bocin

Soporte de apoyo de la pierna

- Guías de la base
- Base superior de apoyo de la pierna
- Plancha inferior del soporte de la pierna

Pintura y lubricación del soporte móvil.

Para construir cada una de las piezas que conforman el conjunto, se emplean diferentes procesos para la fabricación de cada pieza cumpliendo con una secuencia maquinada con la ayuda de: torno, suelda eléctrica, entre otros; herramientas manuales como: escuadras, rayadores, mango de sierra, llaves para ajustar los pernos, calibrador, lija; equipos auxiliares tales como: equipos de soldadura, pintura.

En la tabla 4.1 se encuentran las herramientas que se utilizan en la construcción del banco soporte móvil.

TABLA 4.1: Máquinas y sus características

ESPECIFICACIÓN	MÁQUINAS	CARACTERÍSTICAS
M1	Torno E 400 M 1500 2/04	220 V, 60 Hz, 22 A
M2	Suelda eléctrica ESAB THF 250	45 A / 22 V – 250 A / 30 V
M3	Moladora DE WALT	110 V, 5000 rpm.
M4	Taladro de mano	600 rpm.
M5	Compresor (pintura)	1730 rpm.

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

TABLA 4.2: Herramientas-Accesorios y su especificación

ESPECIFICACIÓN	HERRAMIENTAS-ACCESORIOS
H	Escuadras
H	Rayadores
H	Mango de sierra
H	Llaves para ajustar los pernos
H	Calibrador
H	Lija
H	Flexómetro
H	Brocas
H	Guantes
H	Mascarilla
H	Gafas
H	Overol

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

Para la fabricación de los diferentes sistemas a continuación se presenta un detalle del número de horas empleadas con ayuda de la tabla 4.2.

TABLA 4.3: Tiempo (h) de operación de las piezas en maquinas-herramientas

PIEZA	OPERACIÓN							
	Denominación	M1	M2	M3	M4	M5	H	TOTAL
P1: Base horiz. y vertical		0.48	0.48			0.20	0.40	1.56
P2: Refuerzos de estructura		0.45	0.45			0.12	0.44	1.46
P3: Platinas movimiento		0.58	0.41	0.48		0.08	0.47	2.02
P4: Tornillo y sop. de la base	4.54	0.55	1.44	0.55		0.12	0.45	7.65
P5: Soporte de la pierna		0.59	0.46			0.07	0.49	1.61
P6: Tuercas-platinas ruedas	5.10		1.25	1.42		0.05	0.48	8.30
P7: Tuerca	2.56					0.09	0.40	3.05
P8: Volante		1.05				0.10	0.36	1.51
P9: Soporte apoyo pierna		2.15	0.59			0.07	0.44	3.25
P10: Guías de la base		0.46	0.43			0.11	0.42	1.42
P11: Base superior apoyo		0.49	0.55			0.09	0.45	1.58
P12: Plancha inferior soporte		0.58				0.08	0.45	1.11
TOTAL	12.20	7.38	6.06	2.45		1.18	5.25	34.52

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

Existen algunas operaciones realizadas, que no se pueden determinar el número de horas de operación como el montaje de la materia prima en las máquinas, punto de soldadura, mediciones, entre otras.

4.1.2 DETALLE DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PARTES DEL SOPORTE

4.1.2.1 Construcción de la base



Figura 4.2.- Base del soporte móvil.

El diseño de base está construido en un perfil C reforzado, de 100 x 50 x 4 mm. Los dos perfiles están unidos en forma de cuadrado con el propósito de que soporte el peso de la estructura.

En las partes externas o esquinas están soldadas dos platinas en forma de cuadrados con una dimensión de 85 mm. El largo total de la horizontal es de 1m.

La base vertical tiene iguales características de construcción que la base horizontal con un largo de 1m.

Para unir la estructura vertical y horizontal están soldadas a una distancia de 450 mm. de los extremos para que esté en el centro.

La estructura está soldada con electrodo E-7018. Además se refuerza la estructura horizontal y vertical con 2 tubos de 50 mm. de diámetro, los mismos, que están cortados en un extremo con un ángulo de 45° y el otro extremo en ángulo recto, con una longitud de 500 mm. también están soldados a la estructura con electrodo E-7018.

4.1.2.2 Perno y soporte de su base



Figura 4.3.- Perno del soporte móvil.

La base está construida en platina de 50.8 mm. x 6.35 mm. x un largo de 76.2 mm. en sus extremos.

La base de la estructura es también de platina de 50.8 mm. x 6.35 mm, soldadas con electrodo E-7018. La base sirve para que exista un movimiento de ascenso y descenso.

La construcción del perno se realiza en eje de 38 mm. la rosca tiene un terminado redondo con un paso de 4 hilos por pulgada, el núcleo interno del perno es de 35 mm. El perno tiene un largo total de 1.22 m.

La base tiene 88.9 mm. de ancho x 44.45 mm, las guías internas las mismas que van sujetas a la base tienen un diámetro interno de 25.4 mm. x 15.88 mm. ya que sirven para el movimiento.

En la base del tubo de la estructura se suelda una platina de 6 mm. x 60 mm. con una perforación de 6 mm. en la guía principal del tornillo se construye un tubo en forma de U de 16 mm. de diámetro x 200 mm. de largo, las dos piezas sirven para soportar el resorte de tracción.

4.1.2.3 Soporte de la pierna



Figura 4.4.- Soporte de la pierna del soporte móvil.

Para el soporte de la pierna se utilizan dos tubos de 40 mm. de diámetro con un espesor de 4 mm. y un largo total de 645 mm. en sus extremos tienen unos cortes de 45° en la parte superior y 30° en la parte inferior.

Los soportes van soldados al tubo de 50 mm. de diámetro con un espesor de 4 mm. y un largo de 700 mm, el tubo sirve de parte central para los soportes y para que suba y baje el tornillo.

Los ángulos de los tubos son de 45° para la conformación de la estructura.

En la parte inferior de la base se construye una extensión de 150 mm. x 100 mm. la misma que es soldada para que sirva de apoyo al soporte de la pierna.

4.1.2.4 Volante



Figura 4.5.- Volante del soporte móvil.

El volante tiene un diámetro de 200 mm. x 15 mm. sujeto con dos platinas de 6 mm. x 75 mm. x 50 mm.

Con dos perforaciones en la parte superior de 19 mm. sirven para darle movimiento a la tuerca, el volante esta sujeto con dos varillas de 15 mm. con un largo de 50 mm. soldado en los extremos con electrodo E-7018.

Para la construcción de la tuerca se utiliza bronce fosfórico con un diámetro interno de 35 mm, un largo de 100 mm. y el diámetro externo es de 43 mm.

En la tuerca va ubicado el volante, ayuda a dar movimiento de ascenso y descenso la soporte móvil para la pierna del tren principal del avión AVRO AV 478.

Para darle movimiento al volante se le encamisa con un bocin de hierro que tiene un diámetro exterior de 54 mm. y un largo de 100 mm. la característica

que tiene son las guías que alojar las platinas para el volante. El bocin tiene la función de ascenso y descenso y va sujeto al nervio superior de la estructura.

4.1.2.5 Soporte de apoyo



Figura 4.6.- Soporte de apoyo.

Para el soporte de apoyo se utiliza tubería reforzada con un largo de 1.3 m. un espesor de 4 mm. con curvaturas de 90° en las partes inferiores que sirven para sostener la pierna.

Un refuerzo del mismo diámetro de tubería con un largo de 240 mm. en la parte inferior se varoló una plancha de 3 mm. con un largo de 240 mm. x 222 mm. en la parte superior donde se apoya la pierna se dobla una plancha de 4 mm. a 90°.

Y en las partes laterales estan dos triángulos de 15 mm. (Refuerzos), a una distancia de 333 mm. se suelda un eje de 19.05 mm. con un largo de 225 mm. el mismo, que sirve de soporte del perno para que ascienda o descienda la pierna, en sus extremos se tornea dos rodela de 44 mm. de diámetro x 7 mm. de espesor con un diámetro interior de 19 mm.

El perno tiene un agujero a una distancia de 30 mm. y con un diámetro de 19 mm. con el objetivo de que suba y baje la pierna.

4.1.2.6 Base de la corredera



Figura 4.7.- Base de la corredera.

La base de la corredera esta formada por dos cuadrados de un largo de 610 mm. x 8 mm. en la parte superior se utiliza el mismo de 460 mm. con dobleces de 20 mm. en forma de U, sirven como guías internas del rodillo de rodamiento.

El rodillo tiene un largo de 80 mm. con un diámetro de 36 mm. en sus esquinas se coloca tapas torneadas para los rodajes con un diámetro de 30 mm. y un diámetro interior de 18 mm.

4.1.2.7 Ruedas



Figura 4.8.- Ruedas y soportes para nivelar la estructura.

Para alojar las ruedas se construye en las partes laterales tres tuercas de las siguientes dimensiones, un diámetro exterior de 35 mm. x 70 mm. con un pase de 4 hilos por pulgada. el tornillo tiene un largo de 200 mm.

En la parte superior esta la cabeza, la misma que tiene una perforación de 8 mm. para nivelar la estructura.

En la parte inferior del perno se construye una platina de 100 mm. x 80 mm. x 4mm. la misma que esta empernada con 4 pernos de 6.35 mm. en esta cantidad para darle movilidad a la estructura.

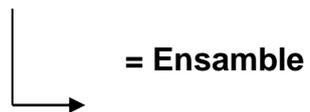
Las garruchas tienen las medidas de 85/25-50. las dos con un movimiento de 360° de baja altura para estabilizar la estructura, mientras que la tercera es fija.

Además se coloca dos pernos de 23.813 mm. de diámetro con un largo de 217 mm. los que sirven de soportes para nivelar la estructura con un pase de 13 hilos por pulg, en la parte superior se tornea una guía de 15.88 mm. con un largo de 43 mm. el cual sirve para colocar el mango que ayuda a elevar la estructura.

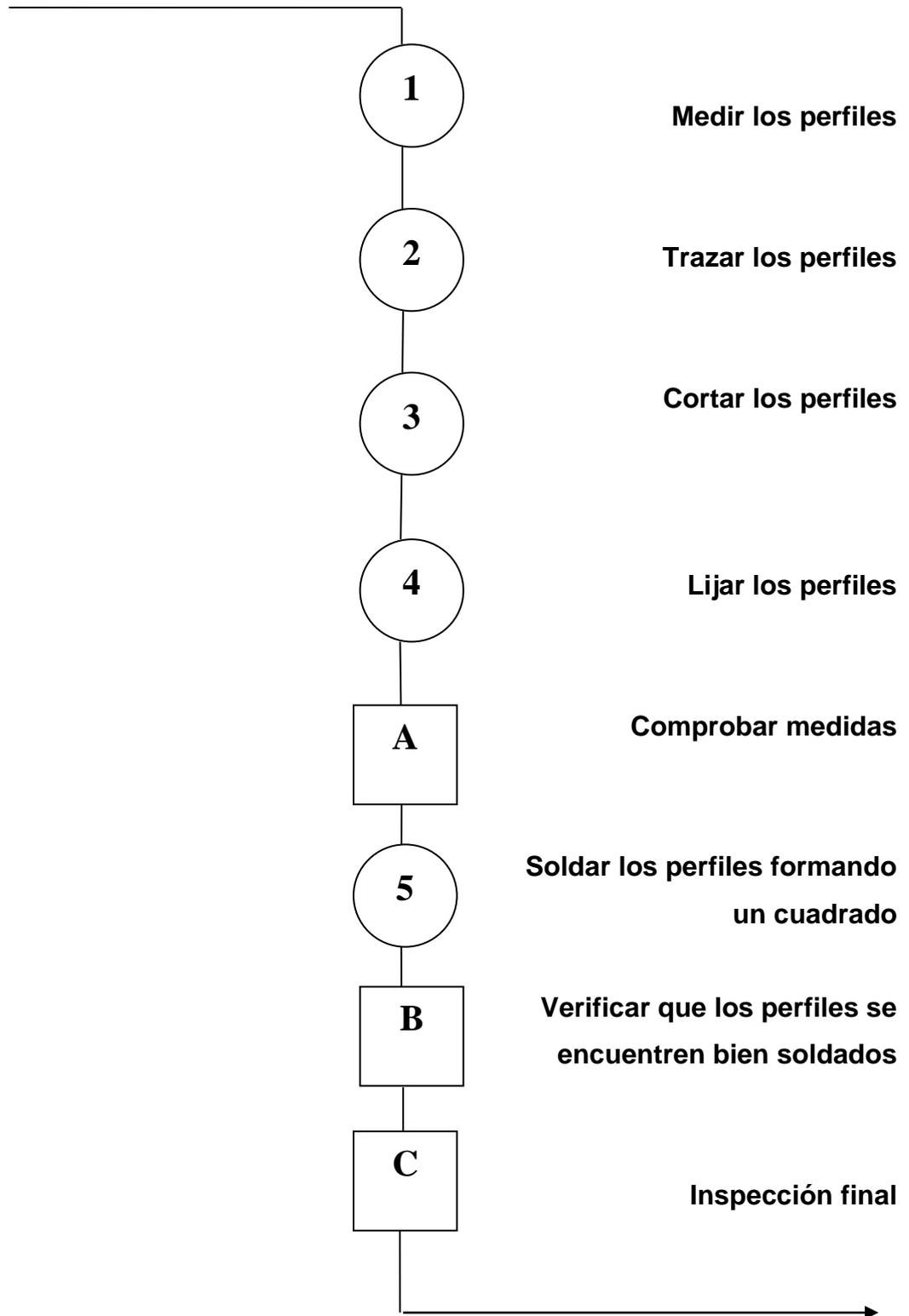
La base del soporte tiene un diámetro de 14 mm. con una altura de 45 mm. en la parte superior tiene un diámetro de 45 mm. con una altura de 14 mm. se realiza un agujero de 5 mm. donde va alojado un pasador de presión se llama así porque no está sujeto a las paredes.

4.2 DIAGRAMA DE PROCESOS

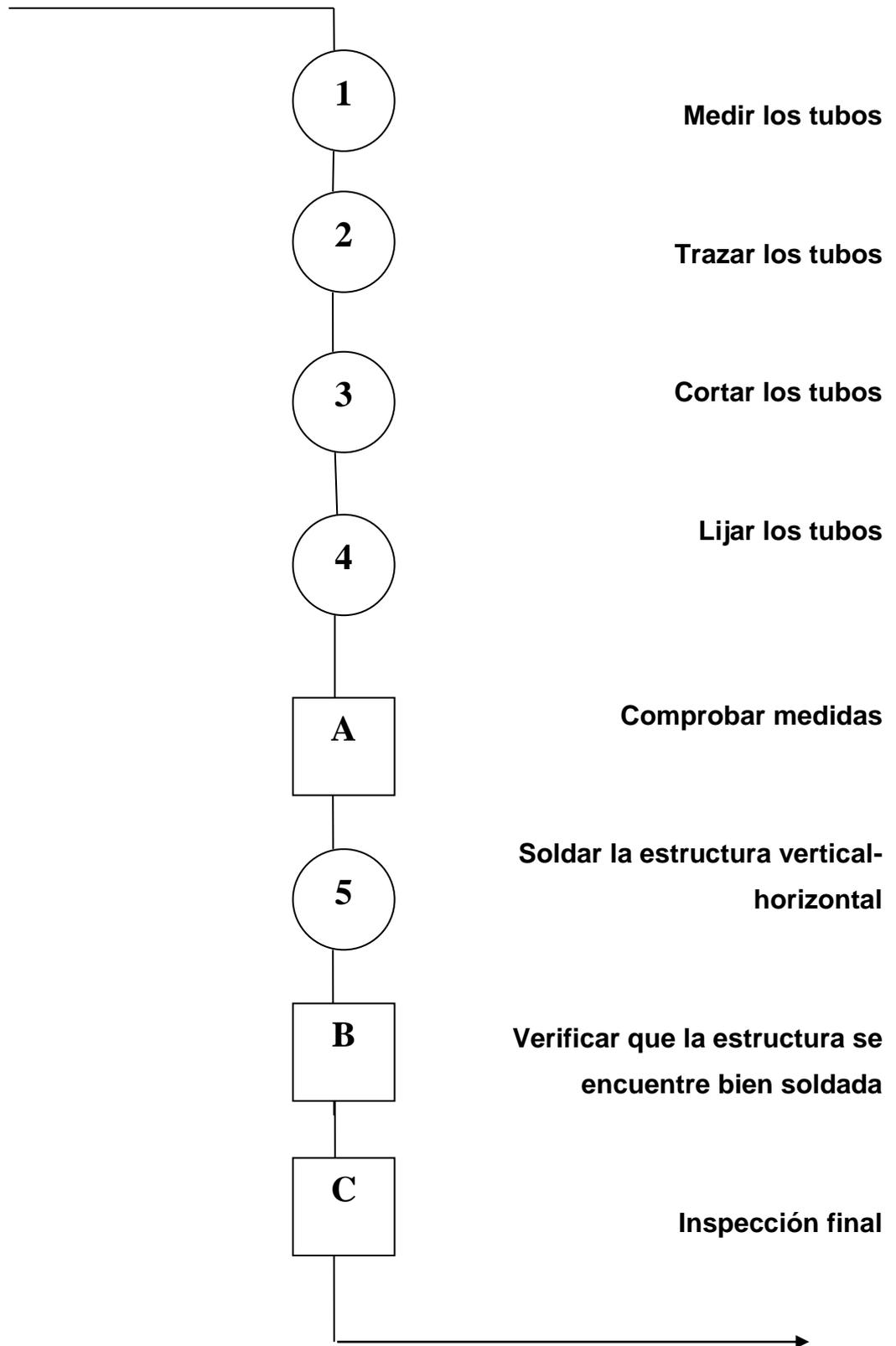
La siguiente simbología para los diagramas representa a los diferentes procesos en los sistemas del soporte móvil.



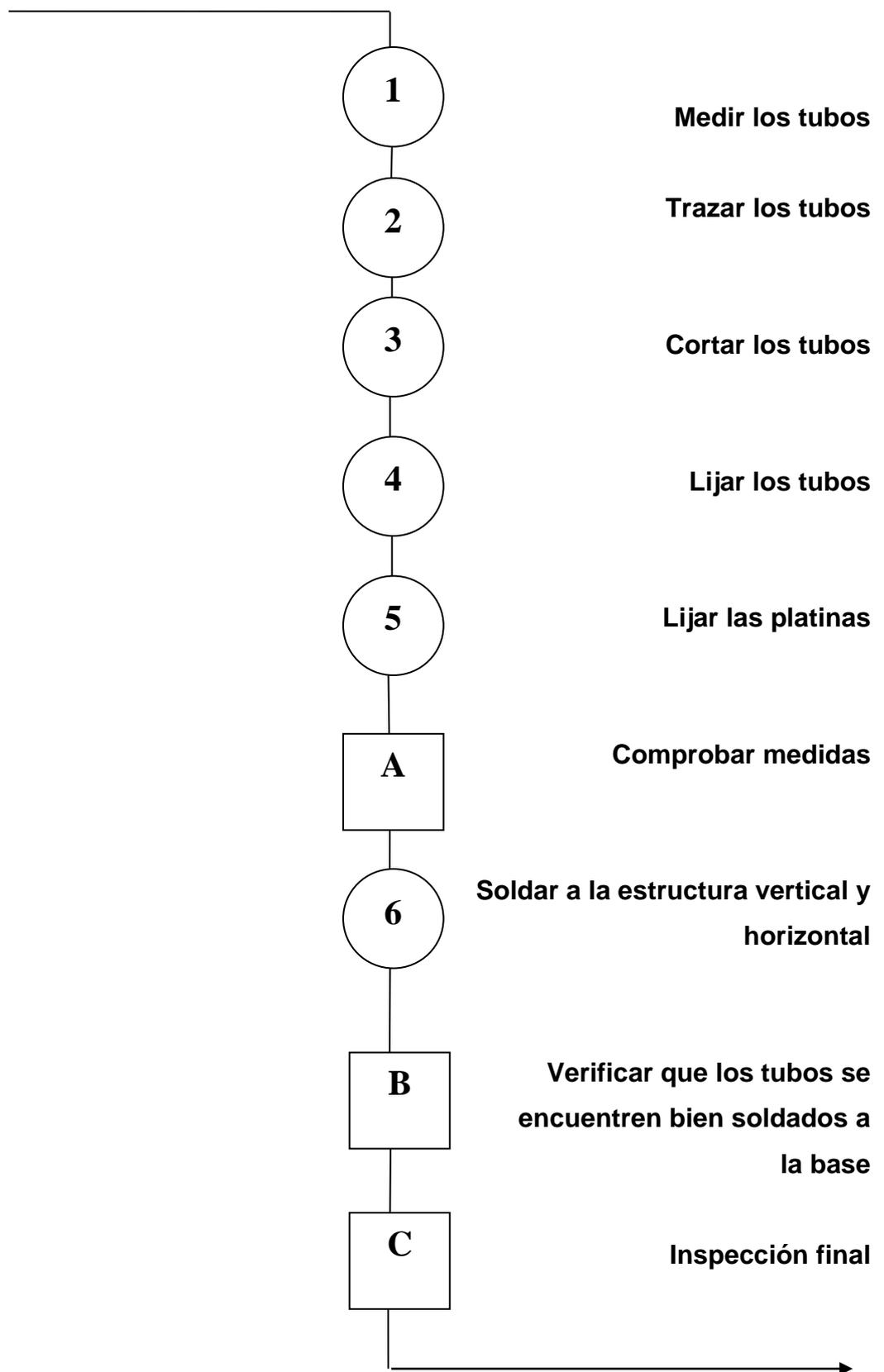
4.2.1 Diagrama del proceso de construcción de la estructura vertical y horizontal de la base del banco soporte móvil para el tren principal del avión AVRO AV 748



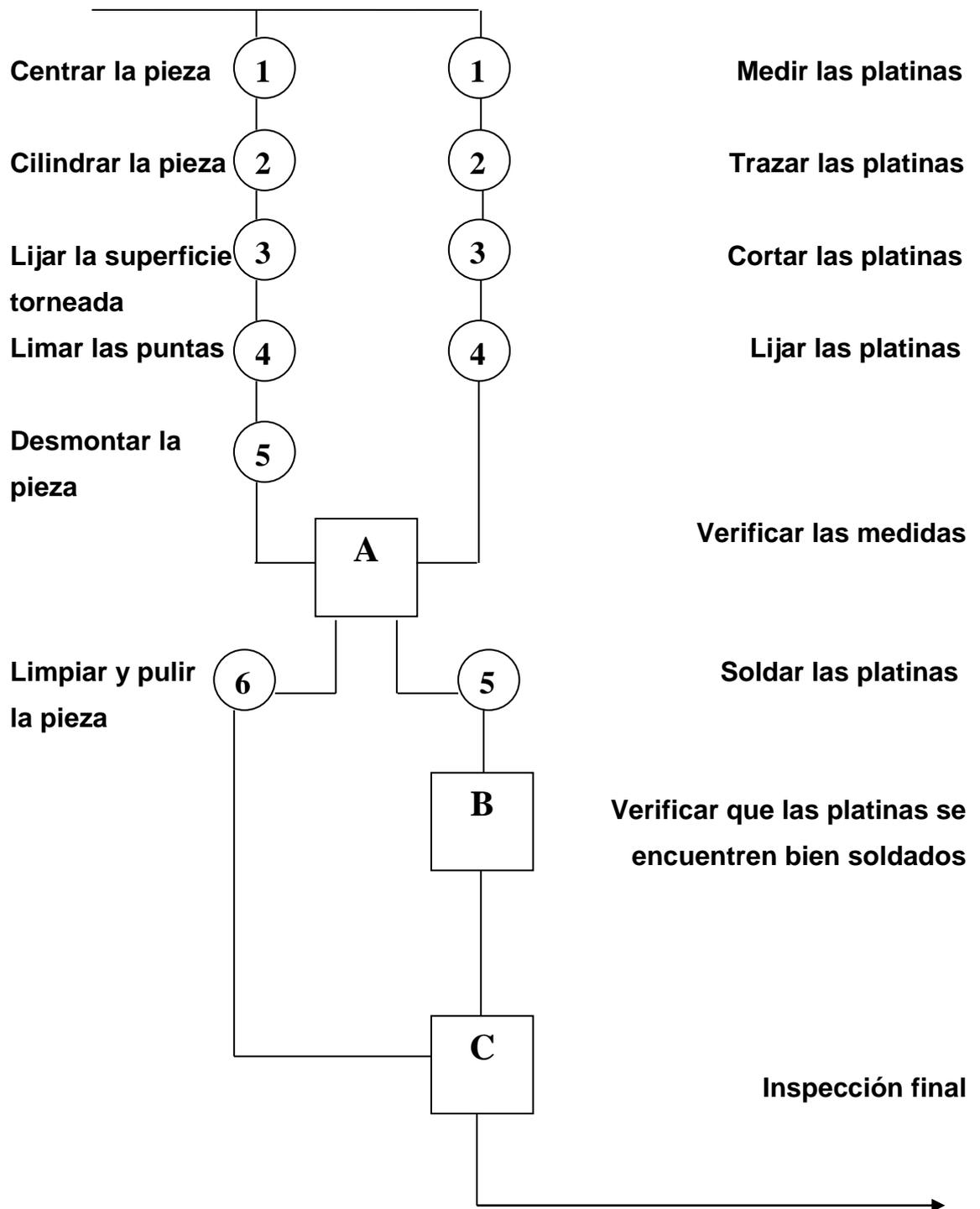
4.2.2 Diagrama de la construcción de la base del banco soporte móvil para el tren principal del avión AVRO AV 748



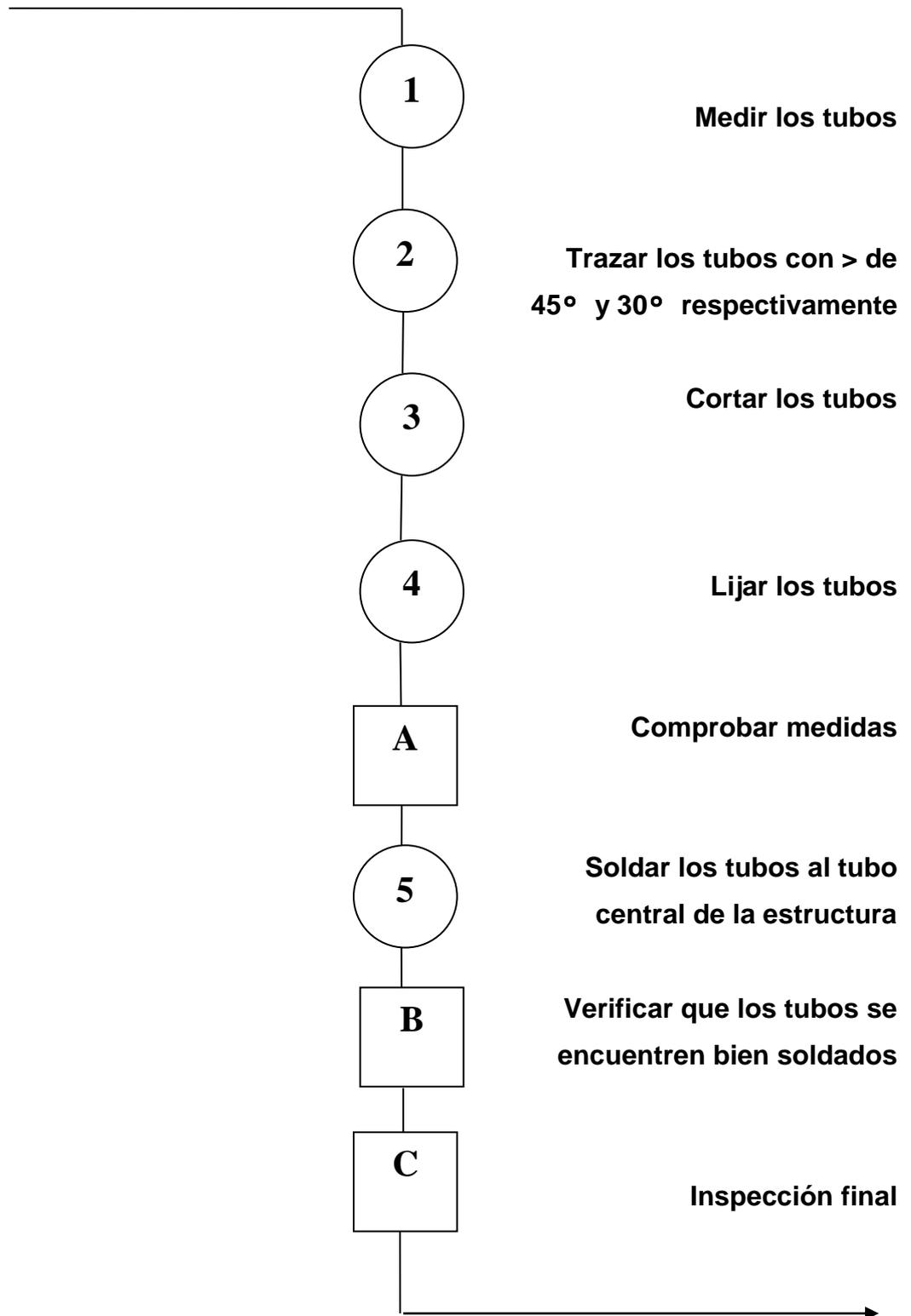
4.2.3 Diagrama de la fabricación de los tubos de refuerzo para la base



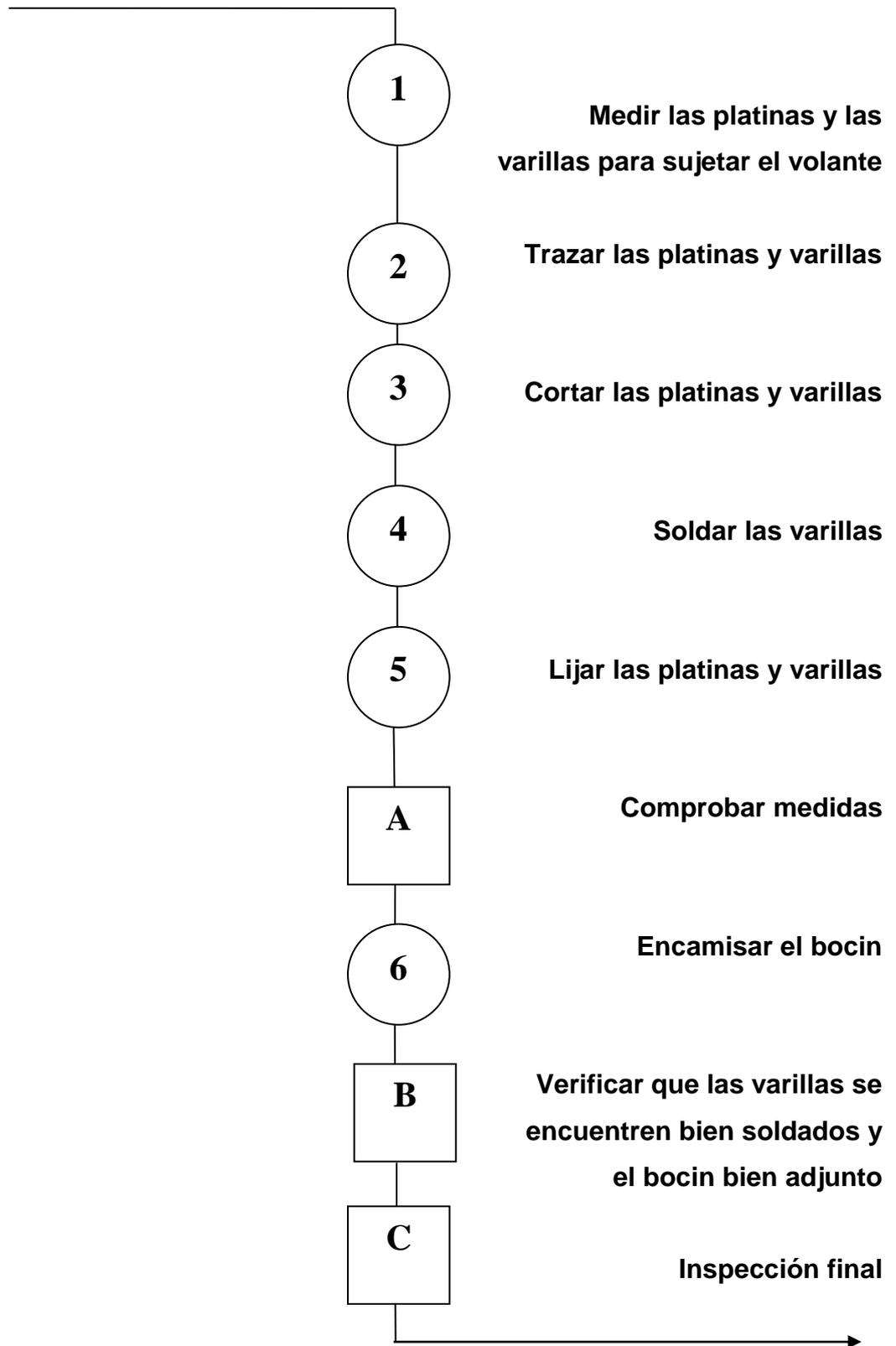
4.2.4 Diagrama de la construcción del soporte de la base del perno y del soporte móvil



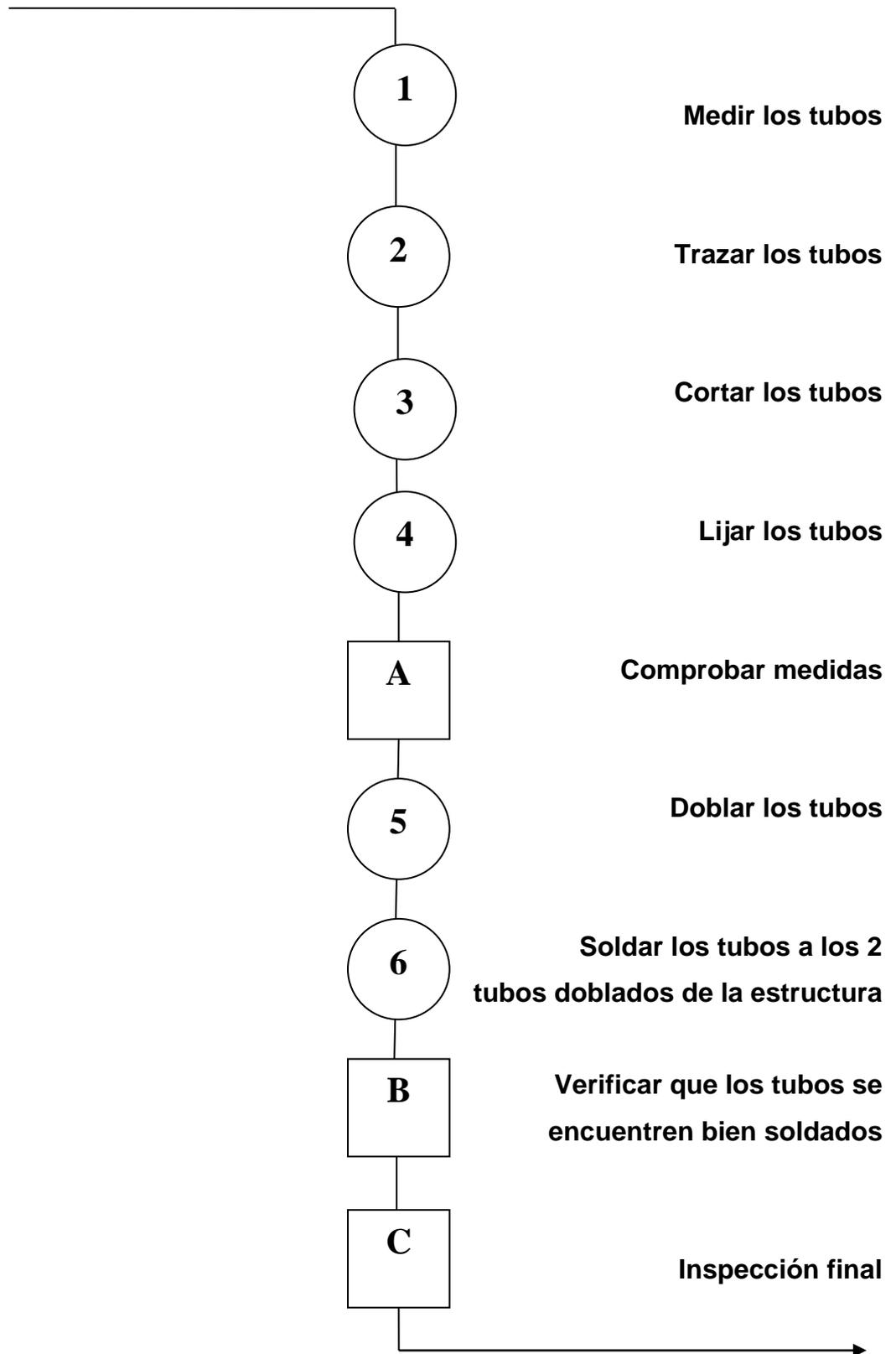
4.2.5 Diagrama de la fabricación del soporte de la pierna como parte central para los soportes y para el ascenso o descenso del tornillo



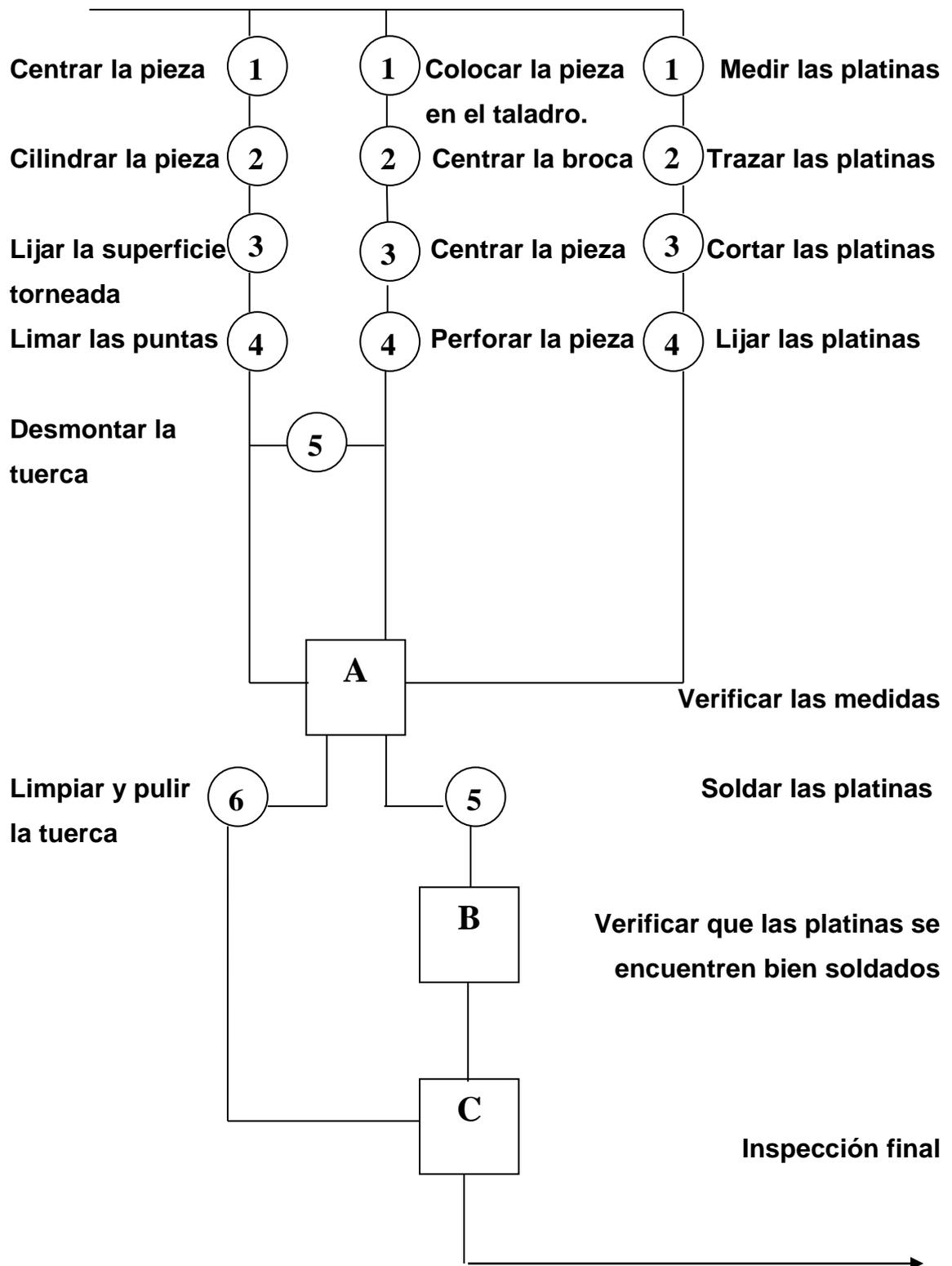
4.2.6 Diagrama de la construcción de la tuerca, bocin y volante para controlar el ascenso o descenso del soporte de apoyo.



4.2.7 Diagrama de la fabricación del soporte de apoyo de la pierna del tren principal



4.2.8 Diagrama de la construcción de las tuercas y platinas para alojar las garruchas



4.3 DIAGRAMA DE ENSAMBLE

Una vez realizado los diferentes procesos se va a ensamblar toda la estructura con el debido cuidado porque existen piezas que deben ser soldadas con mucha exactitud para que la pierna del tren se acople sin dificultad.

Se debe lubricar las partes móviles del banco soporte móvil como el tornillo para evitar rozamiento y desgaste de las piezas.

En el siguiente diagrama se puede observar como se ensamblan los diferentes sistemas del banco soporte móvil.

4.3.1 Diagrama de ensamble del banco soporte móvil

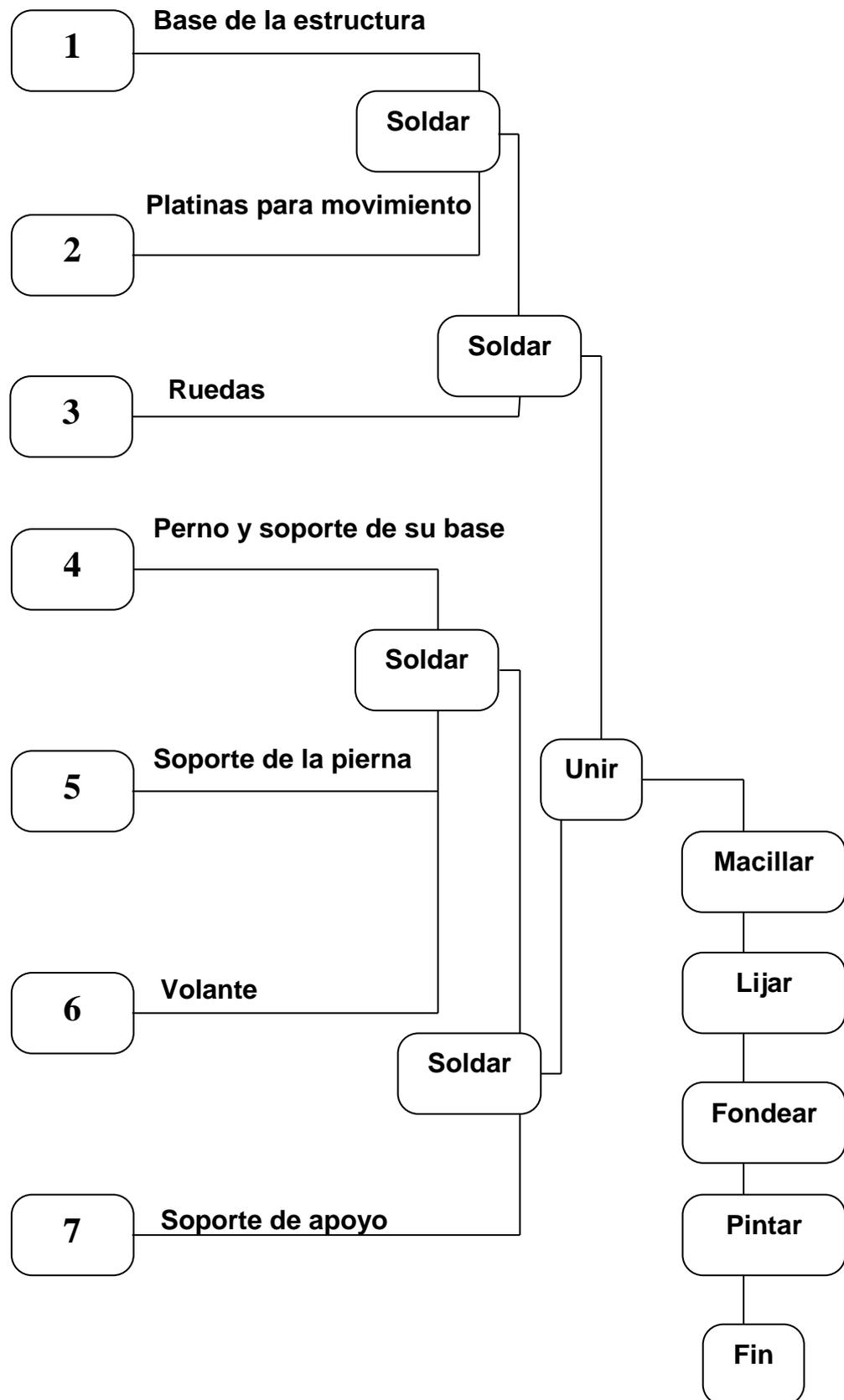


Figura 4.9.- Ensamblaje total del banco soporte móvil

4.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.4.1 Prueba en vacío (sin la pierna del tren)

Para realizar la prueba en vacío se pone el banco soporte sin carga, se revisa que todos los elementos están unidos de acuerdo a la función que desempeñan.

En la tabla 4.4 se muestra si pasó el soporte la prueba en vacío.

TABLA 4.4: Prueba en vacío

DENOMINACIÓN	CUMPLE
Estructura de la base	✓
Conjunto del tornillo	✓
Soporte de apoyo	✓

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

4.4.2 Prueba con carga

Esta prueba se realiza montando la pierna del tren al soporte de apoyo, se observa que todos los elementos del banco soporte cumplen a cabalidad su función presentando rigidez, estabilidad y seguridad.

En la tabla 4.5 se muestra detalladamente la prueba con carga del banco soporte móvil.

TABLA 4.5: Prueba con carga

ESTADO DE LAS PARTES DEL BANCO SOPORTE MÓVIL		
Denominación	Cumple	Ensamble óptimo
Base de la estructura	✓	✓
Platinas para movimiento	✓	✓
Perno y soporte de su base	✓	✓
Soporte de la pierna	✓	✓
Volante	✓	✓
Tuercas, platinas para alojar las garruchas	✓	✓
Soporte de apoyo	✓	✓
Guías de la base	✓	✓
Base superior de apoyo de la pierna	✓	✓
Plancha inferior del soporte de la pierna	✓	✓
Ruedas	✓	✓

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DE MANUALES

5.1 DESCRIPCIÓN DE MANUALES

Para el manejo del banco soporte móvil a continuación se va a describir algunos manuales que van ayudar a inspeccionar y reparar el soporte antes que se produzca alguna imperfección así se alargará la vida útil del soporte móvil.

5.2 TIPOS DE MANUALES

Los siguientes manuales van ayudar a conservar el banco soporte móvil del tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748 para su mantenimiento correcto.

- Manual de mantenimiento
- Manual de operación
- Manual de seguridad
- Hoja de registros.

5.2.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO

DESCRIPCIÓN GENERAL

Este manual se compone de un conjunto de operaciones y cuidados necesarios para preservar el banco soporte móvil, al igual que todas las maquinas tienen un manual de mantenimiento el mismo que ayuda a evitar problemas externos ya sea por el clima como la presencia de oxido o agentes externos como rajaduras.

Se encuentra en el manual una breve descripción de los pasos a seguir al darle mantenimiento al soporte móvil ya sea quincenal, semestral, y anual.

El mantenimiento del soporte es fácil ya que no se utiliza alguna herramienta, lo más importante para evitar el envejecimiento del soporte es protegerlo de agentes externos que puedan deteriorarlo.

Este manual es de gran ayuda para el técnico ya que le indica como operar y darle mantenimiento al soporte, con estos parámetros el trabajo del técnico será correcto y eficiente.

5.2.2 MANUAL DE OPERACIÓN

DESCRIPCIÓN GENERAL

La manipulación correcta de las maquinas ya sean manuales o hidráulicas permite un trabajo eficiente. Ya que siguiendo un proceso controlado para su manejo permitirá encontrar pequeños inconvenientes en el proceso asi se puede evitar un problema mayor al paso del tiempo.

Se encuentra en el manual una breve descripción de los pasos a seguir para operar correcta al soporte móvil mediante un grupo de normas de funcionamiento y sus debidas precauciones.

Las normas de funcionamiento son básicas por lo que esta basada más en una inspección visual al montar la pierna del tren en el soporte móvil la verificación de la estabilidad y de colocar correctamente los seguros del soporte.

Mientras que en las precauciones que se deben tomar al montar, transportar, y poner los seguros del soporte para la pierna del tren son muy importantes para evitar accidentes de trabajo.

5.2.3 MANUAL DE SEGURIDAD

DESCRIPCIÓN GENERAL

El manual de seguridad sin duda es uno de los más importantes al momento de realizar cualquier trabajo ya que teniendo precaución se puede salvaguardar la integridad física y psicológica de los trabajadores; mientras que si ocurre un accidente esto producirá una paralización del trabajo, tal vez pérdidas humanas, e inclusive una pérdida económica para la empresa o institución.

Este manual indica un pequeño conjunto de normas a seguir para evitar daños en el trabajo.

Este conjunto de normas indican la manera de prevenir los posibles accidentes mas comunes, por ejemplo en la integridad física del trabajador la parte mas expuesta del cuerpo son las manos ya que existe un contacto directo con la pierna del tren hasta colocarla sobre el soporte; no se debe poner las manos en las partes que se va apoyar la pierna ya que puede existir posibles golpes e inclusive fracturas.

También otro accidente frecuente se puede dar por la forma de transportar la pierna del tren. Una vez montada la pierna del tren en el banco soporte móvil se debe colocar los seguros de una manera correcta y transportar el tren lentamente, de manera que exista un equilibrio.

Para complementar la seguridad en cualquier trabajo un factor muy importante es la vestimenta del trabajador ya que hoy en día los accidentes por este motivo son mas frecuentes, se debe utilizar ropa y la protección (ojos, cabeza, manos, pies, etc.) apropiada dependiendo del tipo de trabajo a realizar.

5.3 REGISTRO DE DATOS TÉCNICOS

DESCRIPCIÓN GENERAL

La hoja de registros es un instrumento necesario para la organización del trabajo realizado ya que se registran los datos de todas las imperfecciones que se van dando del banco soporte móvil desde el momento que se empieza a funcionar.

Es un respaldo para el técnico que realiza el cambio de partes o da mantenimiento, también es de gran ayuda ya que si aquella persona no puede continuar con el trabajo otra lo podrá hacer sin dificultad porque se indica la última actividad que se realizó con respecto al banco soporte móvil.

La hoja de registro esta compuesta de una serie de datos a completar como son: número de registro, número de actividad, fecha del trabajo realizado especificando su inicio y final, trabajo realizado, material o repuesto utilizado, nombre del técnico o encargado de hacer el trabajo, y observaciones que pueden existir, por último la rubrica del técnico o encargado responsable del trabajo.

Hay otros registros como el registro de funcionamiento del banco soporte móvil este contiene: número de registro, fecha, el motivo, pruebas ejecutadas, horas de funcionamiento, observaciones, firma del técnico responsable.

Mientras que el registro de daños del soporte móvil tiene los siguientes datos: Número de registro, número de actividad, fecha del trabajo realizado, daño ocasionado, causa del daño, acción correctiva, observaciones y firma del técnico responsable.

TABLA 5.1: Codificación de los procesos de operación del banco soporte móvil para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748

CODIFICACIÓN DE PROCESOS Y DOCUMENTOS	
PROCEDIMIENTOS	CÓDIGOS
Banco soporte móvil para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748.	ITSA-BSM-01
Mantenimiento del banco soporte móvil para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748.	ITSA-BSM-M1
Verificación del banco soporte móvil para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748.	ITSA-BSM-M2
Operación del banco soporte móvil para el tren principal del avión AVRO AV 748.	ITSA-BSM-M3
Seguridad del banco soporte móvil para el tren principal del avión AVRO AV 748.	ITSA-BSM-M4
Libro de vida del mantto del banco soporte móvil para el tren principal del avión AVRO AV 748.	ITSA-BSM-L1
Libro del funcionamiento del banco soporte móvil para el tren principal del avión AVRO AV 748.	ITSA-BSM-L2
Libro de vida de los daños del banco soporte móvil para el tren principal del avión AVRO AV 748.	ITSA-BSM-L3

A continuación se describe los formatos de cada manual y libro para el mantenimiento, operación, funcionamiento, daños, entre otros del banco soporte móvil del tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. :
	MANTENIMIENTO DEL BANCO SOPORTE MÓVIL PARA EL TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE DEL AVIÓN AVRO AV 748.		Código : ITSA-BSM-M1
	Elaborado por: Srta. Montesdeoca Nataly		Revisión Nº. : 1
	Aprobado por: Ing. Cuyachamín	Fecha :	Fecha :
<p>1. OBJETIVO Documentar los procedimientos para el mantenimiento óptimo del banco soporte móvil para el tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748.</p> <p>2. ALCANCE Abarcar el banco soporte móvil para el tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748, el mismo que cumplirá con las expectativas de trabajo en la ciudad de Latacunga en el ALA 12.</p> <p>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA Ordenes técnicas de los trenes de aterrizaje del avión AVRO AV 748.</p> <p>4. DEFINICIONES Se debe realizar una limpieza continua del banco soporte retirando todas las suciedades de la superficie.</p> <p>5. PROCEDIMIENTO Los siguientes mantenimientos deben ser realizados por el técnico.</p> <p>5.1. Mantenimiento quincenal. 5.1.1 Realizar una inspección visual a los soportes sobre los cuales se apoya la pierna del tren, así se verifica que no exista fisuras superficiales.</p> <p>5.2. Mantenimiento semestral. 5.2.1 Limpiar el banco soporte móvil, específicamente los soportes donde se apoya la pierna del tren. 5.2.2 Revisar y lubricar el tornillo de operación manual y las llantas del banco soporte móvil. 5.2.3 Limpiar la estructura del banco soporte móvil.</p> <p>5.3. Mantenimiento anual. 5.3.1 Inspeccionar cuidadosamente el estado del soporte sobretodo los puntos de soldadura. 5.3.2 Pintar la estructura del banco soporte para evitar corrosión.</p> <p>Nota: La vida útil del soporte móvil es de 25 años siempre y cuando se realice el mantenimiento descrito anteriormente.</p> <p>Firma del técnico: _____</p>			

ITSA 	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. :
	VERIFICACIÓN DEL BANCO SOPORTE MÓVIL PARA EL TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE DEL AVIÓN AVRO AV 748.		Código : ITSA-BSM-M2
	Elaborado por: Srta. Montesdeoca Nataly		Revisión N°. : 1
	Aprobado por: Ing. Cuyachamín	Fecha :	Fecha :
<p>1. OBJETIVO Documentar los procedimientos de verificación para el uso del banco soporte móvil para el tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748.</p> <p>2. ALCANCE Abarcar el banco soporte móvil para el tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748, el mismo que cumplirá con las expectativas de trabajo en la ciudad de Latacunga en el ALA 12.</p> <p>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA Ordenes técnicas de los trenes de aterrizaje del avión AVRO AV 748.</p> <p>4. DEFINICIONES Se debe verificar que el mantenimiento se realice en una forma correcta.</p> <p>5. PROCEDIMIENTO Los siguientes procedimientos deben ser realizados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Se debe revisar el banco soporte móvil cada seis meses, para evitar futuros accidentes. 5.2. Revisar y limpiar las superficies de los soportes donde se apoya la pierna del tren. 5.3. Verificar que el tornillo de operación manual este lubricado y funcionando correctamente. 5.4. Antes de colocar el banco soporte móvil se debe revisar el piso que este nivelado. 5.5. Verificar que la pierna del tren principal se encuentre bien colocada sobre el soporte móvil y que los seguros estén bien colocados. 5.6. Verificar que todos los miembros de la estructura del banco soporte móvil no tenga fisuras o golpes. 5.7. Verificar el desgaste de las ruedas del banco soporte móvil. 5.8. Revisar los arneses de seguridad para la estabilidad de la pierna del tren que no estén deteriorados, ni en mal estado. <p>Firma del técnico: _____</p>			

ITSA 	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. :
	OPERACIÓN DEL BANCO SOPORTE MÓVIL PARA EL TREN PRINCIPAL DE ATERRIJAJE DEL AVIÓN AVRO AV 748.		Código : ITSA-BSM-M3
	Elaborado por: Srta. Montesdeoca Nataly		Revisión Nº. : 1
	Aprobado por: Ing. Cuyachamín	Fecha :	Fecha :
<p>1. OBJETIVO Documentar los procedimientos de operación del banco soporte móvil para el tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748.</p> <p>2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA Ordenes técnicas de los trenes de aterrizaje del avión AVRO AV 748.</p> <p>3. CÓDIGO DEL EQUIPO</p> <p>4. UBICACIÓN DEL EQUIPO: No determinado.</p> <p>5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 5.1. Voltaje: N/A. 5.2. Fases: N/A. 5.3. Peso: 5.4. Capacidad máxima de carga: 5.5. Combustibles: N/A 5.6. Refrigerante: N/A 5.7. Tipo de motor: N/A.</p> <p>6. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO 6.1. Preparar el banco soporte móvil. 6.2. Al transportar la pierna del tren principal de aterrizaje desde el avión verificar que las bases del tren queden correctamente asentadas en los soportes del banco. 6.3. Asegurar la pierna del tren principal de aterrizaje al banco soporte móvil a través de los seguros del soporte de apoyo. 6.4. Transportar la pierna del tren principal de aterrizaje de un lugar a otro con lentitud y facilidad.</p> <p>7. PRECAUCIONES 7.1. Al colocar la pierna del tren en el soporte se debe ubicar bien las manos para evitar accidentes de trabajo. 7.2. Se debe trasladar con precaución y cuidado. 7.3. Los seguros deben estar bien puestos y fijos a las bases de la pierna.</p> <p>Firma del técnico: _____</p>			

ITSA 	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS		Pág. :
	SEGURIDAD DEL BANCO SOPORTE MÓVIL PARA EL TREN PRINCIPAL DE ATERRIZAJE DEL AVIÓN AVRO AV 748.		Código : ITSA-BSM-M4
	Elaborado por: Srta. Montesdeoca Nataly		Revisión N°. : 1
	Aprobado por: Ing. Cuyachamín	Fecha :	Fecha :
<p>1. OBJETIVO Ofrecer seguridad al manipular el soporte móvil y transportarlo de un lugar a otro con o sin carga.</p> <p>2. ALCANCE Minimizar el esfuerzo físico del técnico al transportar la pierna del tren con seguridad.</p> <p>3. VERIFICACIONES</p> <p>3.1. Todos los trabajos a realizar deben ser con responsabilidad y seguridad</p> <p>3.2. Inspeccionar la zona para frenar el banco soporte móvil para montar la pierna del tren principal de aterrizaje.</p> <p>3.3. Al colocar la pierna del tren principal se debe inspeccionar la zona donde se va a frenar el banco soporte para evitar posibles accidentes y colocarse en una posición cómoda para evitar que las manos sufran golpes o lesiones.</p> <p>3.4. Al transportar la pierna del tren poner los seguros apretados para evitar posibles accidentes en la trayectoria, y llevarlo lentamente por seguridad.</p> <p>3.5. Bajar el tornillo de operación manual en su totalidad para evitar descensos que provocarían inestabilidad y posibles accidentes.</p> <p>3.6. Antes de utilizar el banco soporte móvil asegurarse que se encuentre en perfectas condiciones sobretodo su estructura, tornillo de operación manual, llantas.</p> <p>Firma del técnico: _____</p>			

CAPÍTULO VI

ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico es necesario para obtener un total del costo real del banco soporte móvil del tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748, concluida la construcción del banco soporte móvil se detalla los costos en materiales, maquinas-herramientas, mano de obra, entre otros.

6.1 PRESUPUESTO

En el perfil presentado antes de iniciar el proyecto el costo aproximado del banco soporte móvil era de 1260 USD, a continuación se presenta el detalle de los costos reales del proyecto.

6.2 ANÁLISIS DE COSTOS

Los siguientes factores intervienen en la construcción del banco soporte móvil para el tren principal del avión AVRO AV 748:

- Materiales
- Máquinas-herramientas
- Mano de obra
- Varios

6.2.2 Máquinas-herramientas

TABLA 6.2: Costo de máquinas – herramientas

DETALLE DE COSTOS DE MAQUINAS - HERRAMIENTAS				
Máquinas – herramientas	Características	Tiempo(h) utilización	Valor usd./ h	Total
Torno E 400 M 1500 2/04	220 V, 60 Hz, 22 A	12.20	10.00	122.00
Suelda eléctrica ESAB THF 250	45 A / 22 V – 250 A / 30 V	7.38	8.00	59.04
Moladora DE WALT	110 V, 5000 rpm.	6.06	6.00	36.36
Taladro de mano	600 rpm.	2.45	5.00	12.25
Compresor		1.18	4.50	5.31
TOTAL				234.96

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

6.2.3 Mano de obra

TABLA 6.3: Costo de mano de obra

DETALLE DE COSTOS DE MANO DE OBRA			
Mano de obra en la operación de maquinas-herramientas	Tiempo utilización (h)	valor usd./ hora	total
Torno E 400 M 1500 2/04	12.20	6.00	73.20
Suelda eléctrica ESAB THF 250	7.38	5.00	36.90
Moladora DE WALT	6.06	4.00	24.24
Taladro de mano	2.45	2.00	4.90
Compresor	1.18	2.00	2.36
TOTAL			141.60

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

6.2.4 Varios

TABLA 6.4: Costo de varios

DETALLE DE COSTOS DE VARIOS	
Detalle	Valor en USD.
Hojas	4.00
Electrodos	15.00
Pintura	20.00
Transporte	20.00
Imprevistos	20.00
TOTAL	79.00

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

6.2.5 Costo total del proyecto

TABLA 6.5: Costo del proyecto

DETALLE DEL COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
Detalle	Valor en USD.
Materiales	550.20
Máquinas-herramientas	234.96
Mano de obra	141.60
Varios	79.00
TOTAL	1005.76

FUENTE: Investigación de campo.

ELABORADO POR: Srta. Montesdeoca Nataly

El costo total de este proyecto es de mil cinco dólares con setenta y seis centavos.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al concluir este proyecto se ha conseguido cumplir con los objetivos propuestos, planteando las siguientes conclusiones y adicionalmente se darán algunas recomendaciones para el uso correcto del banco soporte móvil para el tren principal de aterrizaje del avión AVRO AV 748.

7.1 CONCLUSIONES

- ✓ El banco soporte móvil para el tren principal de aterrizaje del avión AVRO 748 esta construido satisfactoriamente y cumple con las necesidades requeridas en base al record de pruebas.
- ✓ Se realizó un estudio, análisis y selección entre dos alternativas, la seleccionada es el soporte móvil para el tren de aterrizaje principal del avión AVRO AV 748 con un tornillo de potencia manual que le permita deslizarse en forma ascendente y descendente para transportar la pierna del tren principal, evitando esfuerzos físicos exagerados por parte de los técnicos y facilitando los trabajos en el proceso de armado y desarmado.
- ✓ El diseño construido tiene partes elementales, fáciles de operar y un mantenimiento básico; la alternativa seleccionada permite al técnico disminuir su esfuerzo físico en la transportación de la pierna del tren, tiene una operación manual, un mantenimiento fácil y su costo es bajo.

7.2 RECOMENDACIONES

- ✓ El uso y mantenimiento del banco soporte móvil deben ser realizados guiándose en las instrucciones detalladas en los manuales para conservar en buen estado el soporte.

- ✓ Este banco soporte debe utilizarse exclusivamente para las piernas de los trenes principales del avión AVRO.

- ✓ Debe ser trasladado el banco soporte móvil a la sección de trenes del ala N° 12 (Latacunga) para que cumpla con el trabajo requerido.