

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**CONSTRUCCIÓN DE UN DOLLY PARA EL MONTAJE Y  
DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN  
BOEING 737 – 200 PARA EL ÁREA DE EQUIPOS DE  
APOYO DEL CEMA**

**POR:**

**SEGUNDO DAVID MULLO TARCO**

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título  
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2009**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **SEGUNDO DAVID MULLO TARCO** como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN: **MECÁNICA – AERONÁUTICA.**

---

**Sgop. Téc. Avc. Ing. Washington Molina**

Latacunga 07 de julio de 2009

## DEDICATORIA

A Dios por haberme iluminado el camino hacia la formación como Tecnólogo Aeronáutico.

A Mis Padres María Tarco y Segundo Mullo por haberme dado la vida y sabido guiar por el camino del bien y por darme la más bonita de las herencias que es la educación.

A Mis Hermanos por el apoyo inigualable que me supieron brindar durante mi crecimiento y formación como persona y profesionalmente.

A Toda mi familia por el amor y apoyo que me brindaron durante mi educación y formación como un Hombre de bien cuya virtud es siempre sentirse orgulloso de ser de Latacunga.

En especial a Mayra Gabriela por ser una gran persona y por haberme brindado su amistad y esperando que no cambie y siga adelante en su formación como profesional.

---

**Segundo David Mullo Tarco**

## **AGRADECIMIENTO**

A Mis Padres María Tarco y Segundo Mullo por haber depositado en mí sus sueños y anhelos que con la obtención de este Título todos esos sueños se harán realidad.

El más profundo y sincero agradecimiento a todos los profesores quienes han compartido sus conocimientos para lograr mi formación como Mecánico Aeronáutico.

Al Sr. Mayor Edison León T. Gerente del CEMA por haberme brindado la oportunidad de realizar prácticas para engrandecer mis conocimientos como Mecánico y por facilitar el desarrollo del trabajo de investigación el cual va encaminado a precautelar el estado físico de los Técnicos.

A Dios por haber iluminando mi camino, en esos momentos de tristeza, hacia el engrandecimiento como persona y Mecánico de Aviones Comerciales.

---

**Segundo David Mullo Tarco**

## INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN .....	1
SUMMARY .....	2

### CAPITULO I

#### EL TEMA

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

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 Mantenimiento aeronáutico .....	6
2.1.1 Clasificación .....	6
2.1.1.1 Mantenimiento de primera línea o preventivo.....	6
2.1.1.2 Mantenimiento de segunda línea o correctivo .....	7
2.1.1.3 Mantenimiento periódico .....	8
<a href="#">2.2</a> Avión Boeing 737 – 200 .....	9
2.2.1 Generalidades del avión Boeing 737 – 200.....	9
2.2.2 Reseña histórica.....	9
2.2.3 Descripción del avión Boeing 737 – 200 .....	9
2.2.4 Especificaciones técnicas.....	10
2.3 Trenes de aterrizaje del avión Boeing 737 – 200 .....	10
2.3.1 Descripción y funcionamiento del tren de aterrizaje .....	10
2.4 Descripción del tren de aterrizaje principal del avión boeing 737 – 200.....	12
2.4.1 Generalidades .....	13

2.5 Descripción de frenos y ruedas .....	13
2.5.1 Generalidades .....	13
2.6 Descripción y funcionamiento del sistema de freno hidráulico .....	15
2.6.1 Control de la articulación del freno .....	15
2.6.2 Frenos del tren de aterrizaje principal .....	16
2.7 Remoción e instalación del conjunto de frenos .....	18
2.7.1 Remoción de las ruedas y conjunto de frenos del tren principal .....	18
2.7.2 Preparación para la instalación del conjunto de frenos .....	20
2.7.3 Instalación del conjunto de frenos y ruedas del tren principal .....	21
2.8 Selección del material .....	23
2.9 Definiciones fundamentales .....	24
2.9.1 Ruedas giratorias .....	24
2.9.2 Tornillos.....	26
2.9.2.1 Identificación .....	26
2.9.2.2 Utilidad .....	27
2.9.3 Gata hidráulica .....	28
2.9.4 Soldadura .....	29
2.9.4.1 Tipos de soldadura.....	29
2.9.4.1.1 Soldadura con gas.....	29
2.9.4.1.2 Soldadura por arco eléctrico.....	30
2.9.5 Tipos de electrodos .....	31

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1 Preliminares .....	33
3.2 Diseño del Proyecto .....	33
3.2.1 Estimación.....	33
3.2.1.1 Simbología de los cálculos.....	33
3.2.1.2 Cálculo básicos del Dolly.....	34
3.3 Construcción .....	40
3.3.1 Estructura del Dolly .....	40
3.3.2 Base .....	41
3.3.3 Tubos Guías.....	42

3.3.4 Base de soporte de la cuna del Dolly .....	43
3.3.5 Platinas guías de los rodillos .....	44
3.3.6 Rodillos.....	45
3.3.7 Cuna del conjunto de frenos.....	46
3.3.8 Dolly armado y terminado.....	47
3.4 Diagrama de procesos .....	47
3.4.1 Diagrama del proceso de construcción de la estructura horizontal de la base del Dolly .....	48
3.4.2 Diagrama del proceso de construcción de los tubos guías verticales .....	49
3.4.3 Diagrama del proceso de construcción de la base de descanso de la cuna del Dolly para el conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200 .....	50
3.4.4 Diagrama del proceso de construcción de las platinas guías de los rodillos de la parte móvil del Dolly .....	51
3.4.5 Diagrama del proceso de elaboración de los rodillos de la parte móvil del Dolly .....	52
3.4.6 Diagrama del proceso de construcción de la cuna de descanso del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200 .....	53
3.5 Diagrama de ensamblaje.....	54
3.5.1 Diagrama de ensamblaje del Dolly.....	54
3.6 Manual de Mantenimiento .....	55
3.7 Manual de Operación .....	55
3.8 Manual de Seguridad .....	55
3.9 Registro de datos técnicos .....	56
3.10 Pruebas y análisis de resultados.....	63

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones y Recomendaciones .....	64
--	----

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Tabla Nº 1 Dimensiones del Avión Boeing 737 – 100 y 737 – 200 .....	10
Tabla Nº 2 Capacidades del Avión Boeing 737 – 100 y 737 – 200 .....	10
Tabla Nº 3 Nomenclatura de una Rueda Giratoria .....	25
Tabla Nº 4 Identificación de los electrodos.....	31
Tabla Nº 5 Codificación de los procesos de operación del Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200 .....	56
Tabla Nº 6 Detalle de las pruebas de funcionamiento.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1.1 Elevador de Ruedas del Tren Principal .....	3
Figura 2.1 Avión Boeing 737 – 200 .....	9
Figura 2.2 Localización de los Trenes de Aterrizaje en el Boeing 737 – 200 .....	11
Figura 2.3 Componentes del Tren Principal .....	12
Figura 2.4 Localización de los Componentes en el Tren Principal .....	13
Figura 2.5 Palanca de Parking Brake .....	14
Figura 2.6 Control de la Articulación del Freno .....	16
Figura 2.7 Freno del Tren Principal .....	17
Figura 2.8 Remoción de Ruedas y Neumático .....	19
Figura 2.9 Remoción del Conjunto de Frenos .....	20
Figura 2.10 Instalación del Conjunto de Frenos del Tren Principal .....	23
Figura 2.11 Geometría de una Rueda Giratoria .....	25
Figura 2.12 Especificaciones de un tornillo .....	26
Figura 2.13 Partes de un tornillo .....	26
Figura 2.14 Tipos de cabeza .....	27
Figura 2.15 Pasos de una rosca.....	27



Figura 2.16 Utilidades del Tornillo .....	28
Figura 2.17 Gata Hidráulica.....	28
Figura 2.18 Tanque de oxígeno para una soldadura autógena.....	29
Figura 3.1 Ubicación de las fuerzas en la parte fija del Dolly .....	34
Figura 3.2 Ubicación de las fuerzas en la parte móvil del Dolly .....	37
Figura 3.3 Diagrama de cuerpo libre .....	39
Figura 3.4 Diagrama de cuerpo libre .....	39
Figura 3.5 Diagrama de fuerza cortante y momento flector .....	40
Figura 3.6 Corte y unión de la base .....	41
Figura 3.7 Base soldada .....	41
Figura 3.8 Platinas soldadas .....	42
Figura 3.9 Tubos guías Soldados.....	43
Figura 3.10 Ángulos y tubos soldados en la parte móvil del Dolly.....	44
Figura 3.11 Varillas soldadas en la parte móvil del Dolly .....	44
Figura 3.12 Platinas soldadas a los tubos cuadrados .....	45
Figura 3.13 Rodillos probados en las platinas.....	46
Figura 3.14 Unión de la cuna .....	46
Figura 3.15 Dolly armado y terminado .....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

### CONTENIDO

Anexo A:

Fotos de Funcionamiento de Dolly con carga y sin carga.

Anexo B:

Órdenes Técnicas de referencia.

Anexo C:

Especificaciones de los materiales.

ANEXO D:

Propiedades típicas de los materiales seleccionados usados en ingeniería.

Anexo E:

Resultados de la simulación del Dolly en el SolidWorks Simulation.

Anexo F:

PLANOS:

Anexo G:

ANTEPROYECTO:

## **RESUMEN**

El presente proyecto está encaminado a mejorar el desempeño productivo de los técnicos de mantenimiento del Centro de Mantenimiento Aeronáutico, y que mejor con la construcción de un equipo de apoyo indispensable para el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos.

Un equipo de apoyo tiende a reducir a un mínimo el esfuerzo físico de los técnicos de mantenimiento que realizan el proceso de cambio de trenes de aterrizaje principales del avión Boeing 737 – 200.

El Dolly es un equipo diseñado para realizar el proceso de desmontaje y montaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200.

La construcción del Dolly tiene como prioridad reducir al mínimo el esfuerzo de los técnicos del Centro de Mantenimiento Aeronáutico, al tener que realizar el proceso de cambio de trenes y tener que desmontar y volver a montar el conjunto de frenos que pesan aproximadamente 100 lbs.

El Dolly es un equipo indispensable en aviación comercial para el buen desenvolvimiento de los técnicos en sus labores y aumenta la productividad y precautela al técnico que realiza dicho proceso de mantenimiento.

## **SUMARY**

The present project is directed to improve the productive performance of the technical personnel of maintenance of the Center of Aeronautical Maintenance, and that better with the construction of an equipment of indispensable support for the process of assembly and disassembly of the set of brakes.

An equipment of support tends to reduce to a minimum the physical effort of the technical personnel of maintenance who realize the process of change of principal landing gears of the plane Boeing 737 - 200.

Dolly is equipment designed to realize the process of disassembly and assembly of the set of brakes of the principal landing gear of the plane Boeing 737 - 200.

The construction of Dolly has as priority reduce to the minimum the effort of the technical personnel of the Center of Aeronautical Maintenance, on having had to realize the process of change of trains and have to dismount and return to mount the set of brakes that weigh approximately 100 pounds.

Dolly is indispensable equipment in commercial aviation for the good development of the technical personnel in his labors and increases the productivity and takes care of the technician who realizes the above mentioned process of maintenance.

# CAPÍTULO I

## EL TEMA

### 1.1 ANTECEDENTES.

Ya realizada la investigación encontramos un problema que presenta el desmontaje y montaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje por ser un componente muy pesado, por ende los técnicos realizan un esfuerzo físico, y a más de eso encontramos que área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico no cuenta con un equipo para el desmontaje y montaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal, para desmontar y montar el generador del motor JT8D, no cuenta con una cama para el descanso de Unidad de Potencia Auxiliar una vez ya desmontado. En el área encontramos un elevador de ruedas para el desmontaje y montaje de las ruedas del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200 (Ver Fig. 1.1) y con la construcción de este equipo los técnicos realizaron el desmontaje y montaje en menos tiempo y más seguros, sin el riesgo de sufrir algún accidente, se redujo los esfuerzos físicos y las horas hombre de trabajo. Con la construcción de un Dolly el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal, se va a realizar en el menor tiempo posible, sin exponerse a cargas en su columna, sin golpear el conjunto de frenos, sin esfuerzos físicos, para obtener más información de toda la investigación y construcción del Dolly revisar el (Anexo G).



**Figura 1.1 Elevador de Ruedas del Tren Principal.**

## **1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.**

El CEMA oferta servicios de inspección, chequeo, mantenimiento y reparación de aviones comerciales y por lo que es necesario que dispongan de equipos adecuados para la realización de dichos trabajos, como un Dolly para el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del Avión Boeing 737 – 200.

Con la construcción de un Dolly se beneficiará a los técnicos quienes ejecutarán sus actividades con este equipo, el proceso de cambio de trenes con su correspondiente conjunto de frenos se realizaría de forma más segura y no estarían en peligro de sufrir algún daño, y por consiguiente podrán seguir por mucho más tiempo prestando sus servicios a la empresa.

Por lo antes mencionado es indispensable y prioritario, la construcción de un Dolly con el cual los técnicos eviten realizar esfuerzos físicos exagerados al momento de ejecutar dicho proceso, facilitando de este modo el desempeño del personal técnico, con este equipo se puede lograr que los procedimientos detallados en el Manual de Mantenimiento del Avión Boeing 737 – 200, se lo puedan realizar en la forma correcta y segura.

## **1.3 OBJETIVOS:**

### **1.3.1 GENERAL**

- Construir un Dolly que cumpla con las necesidades requeridas por parte del personal de mantenimiento del CEMA, para mejorar el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200, mediante un análisis de las características que debe tener el Dolly para resistir el conjunto de frenos.

### **1.3.2 ESPECÍFICOS**

- Observar el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del Avión Boeing 737 – 200.
- Recopilar y ordenar la información del proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del Avión Boeing 737 – 200.
- Diseñar un Dolly por partes para una buena visualización al momento de proceder a realizar la construcción.
- Construir el Dolly para el desmontaje y montaje del conjunto de frenos y realizar las pruebas de funcionamiento.
- Elaborar los manuales de mantenimiento, operación y seguridad y las respectivas hojas de registro.

### **1.4 ALCANCE.**

La construcción de un Dolly va encaminada a facilitar el trabajo de los técnicos del Centro de Mantenimiento Aeronáutico en especial a aquellos que realizan el proceso de cambio de trenes de aterrizaje, los cuales tendrán a su alcance un equipo seguro para el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200. Evitando así la incomodidad, pérdida de tiempo y problemas al realizar la inspección, chequeo, mantenimiento y reparación así también para salvaguardar la integridad física de los técnicos obteniendo al final un trabajo excelente.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 MANTENIMIENTO AERONÁUTICO**

“Es la actividad técnica que tiene por objetivo la preservación de las aeronaves y sus componentes (estructura, sistemas, planta propulsora, accesorios, instrumentos y equipos) para asegurar su estado operativo por el mayor tiempo posible, extendiendo al máximo su vida útil y brindando la máxima seguridad.

##### **2.1.1 CLASIFICACIÓN:**

Mediante el mantenimiento, se pretende disminuir el desgaste o daño que puedan sufrir los materiales, realizándose las restauraciones y ejecutándose las modificaciones necesarias de acuerdo a las normas vigentes en los manuales. De acuerdo a la finalidad perseguida con estos trabajos, se puede clasificar el mantenimiento de acuerdo al sistema clásico según las actividades que realicen. El mantenimiento se lo realiza con la finalidad de mantener el avión en servicio y en óptimas condiciones, y para conseguir este objetivo, se destacan tres necesidades fundamentales:

- Prevenir las fallas
- Corregir fallas detectadas.
- Reconstruir elementos afectados.

##### **2.1.1.1 MANTENIMIENTO DE PRIMERA LÍNEA O PREVENTIVO:**

Puede realizarse de tres maneras:

- Bajo techo
- Al aire libre
- Bajo condiciones especiales”<sup>1</sup>

<sup>1</sup>[www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/aeronautica](http://www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/aeronautica)



**“Estacionamiento bajo techo:** El avión de hallarse bajo las siguientes condiciones:

1. Sistema eléctrico desconectado.
2. Sistema de combustible cerrado.
3. Sistema hidráulico despresurizado.
4. Avión elevado en gatas y asegurado.

**Estacionamiento al aire libre:** Deben agregarse las siguientes condiciones:

- Avión asegurado.
- Ubicar tacos de madera en las ruedas (adelante y atrás de la rueda).

**Estacionamiento bajo condiciones especiales:**

1. Sistema eléctrico desconectado.
2. Sistema de combustible cerrado.
3. Trabas de comando y de superficies móviles colocadas.
4. Trabas de tren colocadas.
5. Frenos de estacionamiento colocados.

#### **2.1.1.2 MANTENIMIENTO DE SEGUNDA LÍNEA O CORRECTIVO:**

Se realiza en talleres especializados y desde el punto de vista orgánico, puede dividírsele en:

- Mantenimiento periódico.
- Mantenimiento de los elementos de vida propia.
- Tareas de taller.

Además, se complementa con las siguientes operaciones (siempre que estas no impliquen el desmontaje y/o desarmado de grandes conjuntos)<sup>2</sup>:

<sup>2</sup> [www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/aeronautica](http://www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/aeronautica)

1. "Ejecución de los trabajos ordenados en Circulares Técnicas (A.D, Boletines de servicio, etc.)
2. Ejecución de los trabajos originados en las novedades de inspección.
3. Ejecución de reparaciones menores, consecuencia de la aplicación del numeral 1 o 2.

### **2.1.1.3 MANTENIMIENTO PERIÓDICO:**

Comprende las actividades de inspección y de ejecución de tareas que se deben realizar en forma cíclica en función de las horas de vuelo o tiempo calendario. Además la Dirección Nacional de Aeronavegabilidad contempla el mantenimiento de las aeronaves y lo especifica en el RDAC 43.

Donde establece una inspección obligatoria al año ó a las 100 horas de vuelo, lo que ocurra primero, de la aeronave registrada. Los puntos a tener en cuenta en una inspección de este tipo para el correcto funcionamiento de la aeronave son:

1. Potencia de salida.
2. Presión de aceite de combustible.
3. Temperaturas de cilindro y de aceite.
4. Actuador del tren principal.
5. Muñón articulado con grasa.
6. Líneas hidráulicas.
7. Abrazaderas.
8. Presión en las ruedas.
9. Tornillos en perfecto estado.
10. Puntos de engrase engrasados"<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> [www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/aeronautica](http://www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/aeronautica)

## **2.2 AVIÓN BOEING 737 – 200.**

### **2.2.1 GENERALIDADES DEL AVIÓN BOEING 737 – 200.**



**Figura 2.1 Avión Boeing 737 – 200.**

Fuente: [www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha\\_737](http://www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha_737)

### **2.2.2 RESEÑA HISTÓRICA.**

“Es un avión para transporte aéreo de pasajeros a reacción de rango corto a mediano. El 19 de febrero de 1965, la constructora norteamericana, Boeing, anunció su intención de construir el modelo 737, un transporte aéreo de corto alcance propulsado por dos motores a reacción. El primer 737 – 200 voló el 8 de agosto de 1967 y la entrada en servicio fue con United Airlines el 29 de abril de 1968. El Boeing 737 – 200 tiene el fuselaje 1.85 m más largo que el 737 – 100, para dar cabida a 130 pasajeros.

### **2.2.3 DESCRIPCIÓN DEL AVIÓN BOEING 737 – 200.**

Fue diseñado para vuelos de corto y medio alcance pues su autonomía de combustible es de 4 horas aprox. Es un avión bimotor, equipado con motores Pratt & Whitney. Se ubican debajo de cada ala, y cuentan con sistema de reversa. Está equipado con 4 puertas, dos a cada lado situados adelante y atrás. En la parte inferior de cada puerta se encuentra un tobogán de escape. Adicionalmente, hay 2 ventanillas de emergencia a cada lado del fuselaje a la altura de las alas, y otras 2 ventanillas situadas debajo de la cabina de vuelo. En el interior de las alas se encuentran los tanques de combustible con capacidad de 4.780 galones”<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> [www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha\\_737](http://www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha_737)

## 2.2.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

**Tabla Nº 1 Dimensiones del Avión Boeing 737 – 100 y 737 – 200**

<b>DIMENSIONES</b>	<b>737 - 100</b>	<b>737 - 200</b>
Longitud	28,65 m	30,50 m
Envergadura	28,35 m	28,35 m
Altura	11,28 m	11,28 m
Superficie alar	91,10 m <sup>2</sup>	91,10 m <sup>2</sup>

Fuente: [www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha\\_737](http://www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha_737)

Elaborado por: Segundo David Mullo Tarco

**Tabla Nº 2 Capacidades del Avión Boeing 737 – 100 y 737 – 200**

<b>CAPACIDADES</b>	<b>737 - 100</b>	<b>737 - 200</b>
Pasajeros (2 clases)	100	115
Pasajeros (1 clase)	114	130
Capacidad de combustible	17.865 litros (4.720 US. gal.)	18.094 litros (4.780 US. gal.)

Fuente: [www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha\\_737](http://www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha_737)

Elaborado por: Segundo David Mullo Tarco

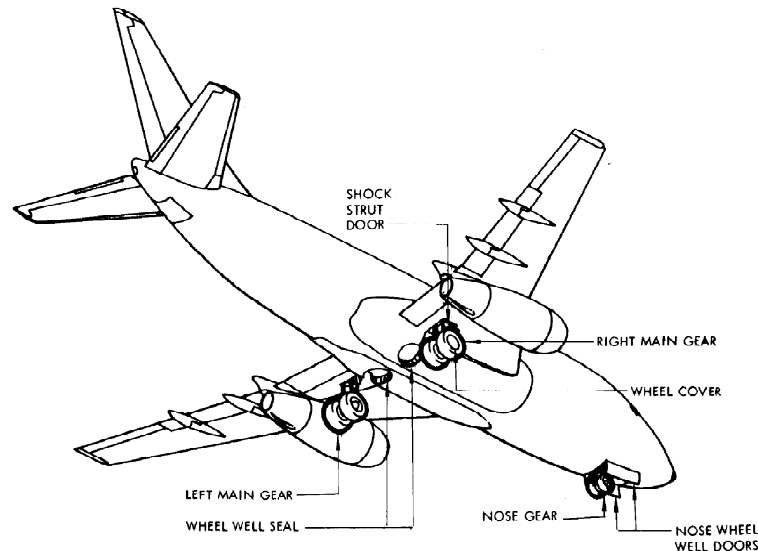
## 2.3 TRENES DE ATERRIZAJE DEL AVIÓN BOEING 737 – 200.

### 2.3.1 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL TREN DE ATERRIZAJE.

“El tren de aterrizaje consiste de dos trenes principales y un tren de nariz (Ver Figura 2.2). Cada tren principal se encuentra localizado en la parte posterior del ala detrás del larguero en el borde interno de los compartimientos del motor. El tren de nariz esta localizado debajo del mamparo posterior de la cabina de control. El tren principal y de nariz usa un amortiguador para absorber el impacto en el aterrizaje y vibraciones, choques desde el momento en que el avión se encuentra sobre la tierra”<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32. (Pag. 18)

“Cada tren principal y de nariz está equipado con 2 neumáticos y un conjunto de ruedas. Cada rueda del tren principal es ajustado por moduladores de freno hidráulico tipo disco; por un sistema de antideslizamiento.



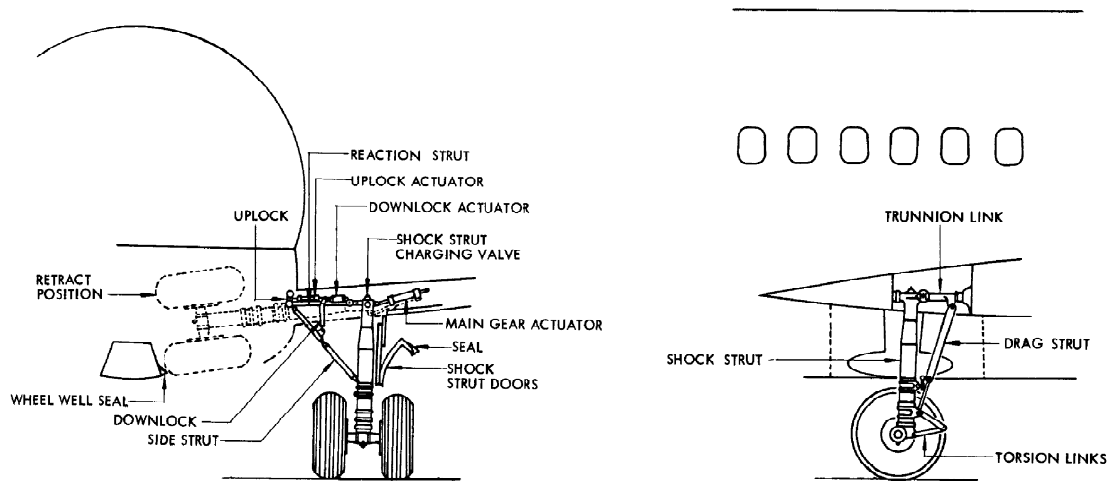
**Fig. 2.2 Localización de los Trenes de Aterrizaje en el Boeing 737 – 200.**

Fuente: THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. Pág. 18.

Cada tren principal es actuado hidráulicamente (Fig. 2.3) para retractarlo hacia el interior del fuselaje. Cada tren principal es asegurado en posición abajo por un seguro plegable y en la parte superior es asegurado mecánicamente por un seguro tipo gancho. La puerta que cierra y asegura el tren principal en la parte superior es abierta por el amortiguador y el brazo de arrastre. Las ruedas del tren principal forman un sello al momento de ingresar a los pozos internos del fuselaje; cuando el avión está en vuelo con los trenes retractados.

El tren de nariz es actuado hidráulicamente para retractarlo hacia el interior del fuselaje. Un conjunto de seguros aseguran el tren de nariz en la parte superior y en posición abajo. Las puertas que cierran el tren de nariz se encuentran a exposición con el contorno del fuselaje y son de tipo concha cuando el tren es retractado y permanecen abiertas cuando el tren es extendido. El tren principal y de nariz tiene un sistema de extensión manual y está operado por cables para liberar cada tren desde la posición superior en la cual se encuentra asegurado y permitir una caída libre del tren y asegurarlo en la posición abajo”<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. (Pág. 18)



**Figura 2.3 Componentes del Tren Principal.**

Fuente: THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. Pág. 19.

## 2.4 DESCRIPCIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL DEL AVIÓN BOEING 737 – 200.

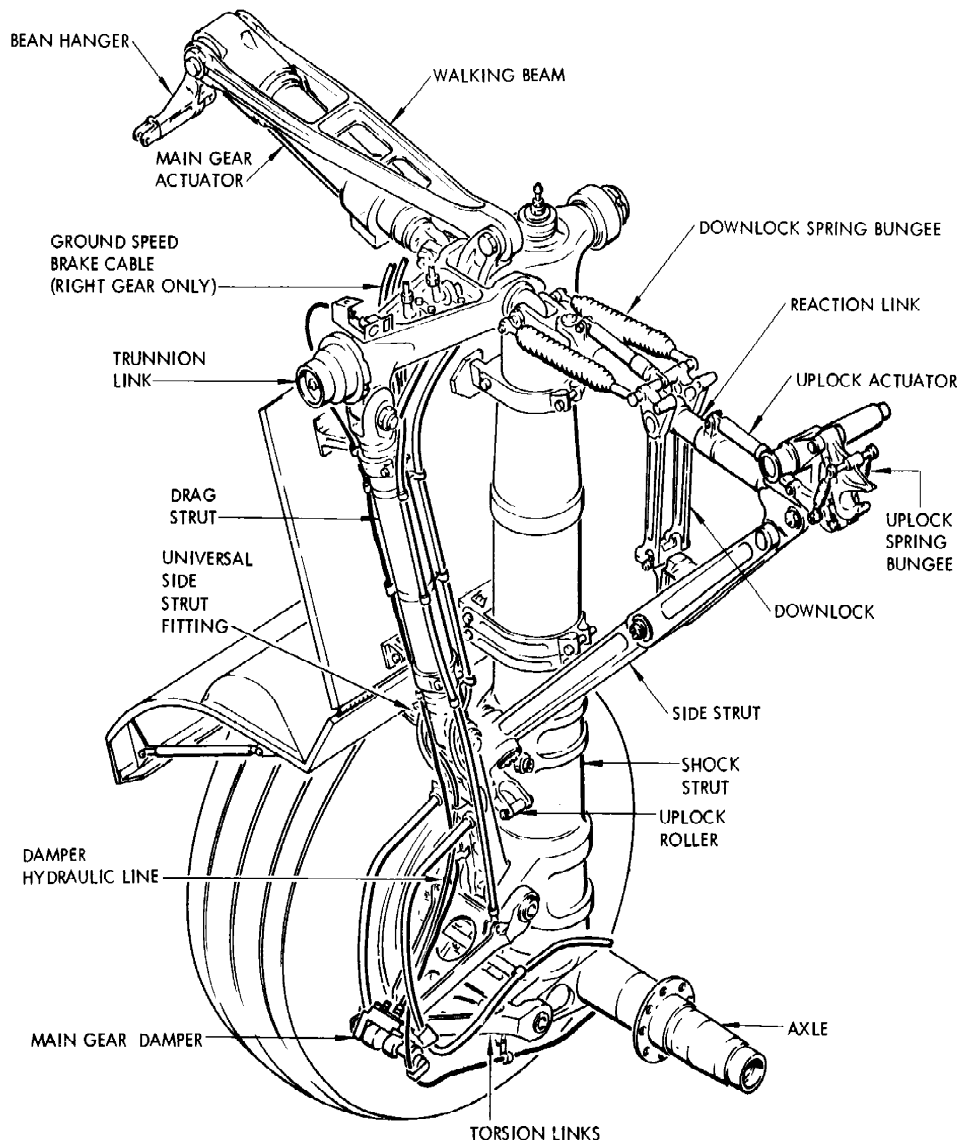
### 2.4.1 GENERALIDADES.

“Cada tren de aterrizaje principal está constituido de:

- Muñón Articulado del Tren Principal (Trunnion Link).
- Amortiguador del Tren Principal (Shock Strut).
- Brazo de Arrastre del Tren Principal (Drag Strut).
- Torsión Articulada del Tren Principal (Torsion Link).
- Regulador del Tren Principal (Damper).
- Brazo Lateral del Tren Principal (Side Strut).
- Reacción Articulada del Tren Principal (Reaction Link).

Cada un de estos componentes se los puede apreciar de una mejor manera en la siguiente. (Fig. 2.4)<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. (Pág. 72)



**Figura 2.4 Localización de los Componentes en el Tren Principal.**

Fuente: THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. Pág. 74.

## 2.5 DESCRIPCIÓN DE FRENOS Y RUEDAS.

### 2.5.1 GENERALIDADES.

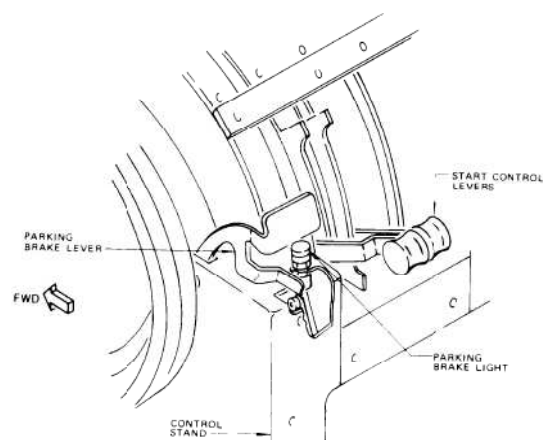
“El avión es protegido durante el aterrizaje; despegue; y operaciones en tierra sobre 6 ruedas y un conjunto de neumáticos, 4 están sobre el tren principal y 2 sobre el tren de nariz. Cada rueda principal está protegida con un freno unidad empernada hacia la ceja sobre el eje. Los frenos son tipo disco, transmisión estacionaria y divide a los discos en un segmento fijo”<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. (Pág. 521)

“Y un segmento giratorio de frenos tipo disco. Cada freno está proveído de discos, los cuales actúan como frenos cuando es aplicada la presión hidráulica. Los frenos están proveídos de una combinación de resortes de retorno y ajuste automático. El ajuste automático compensa el desgaste del freno. Para proveer la capacidad de frenado en tierra y para detener el giro de las ruedas después de despegar, están proveídos de 2 sistemas de freno.

1. Un sistema de freno hidráulico, es un sistema de freno normal y es controlado por el capitán o primer oficial por medio de los pedales o a través de un flujo magnético y cables hacia la válvula reguladora del freno para cada tren principal. Cada válvula reguladora sirve de doble propósito y directo al sistema de presión hidráulica A para los frenos internos y el sistema de presión hidráulica B para los frenos externos de cada tren principal.
2. Un sistema de freno de parqueo (parking brake) provee un frenado mientras el avión se está parqueado o anclado. Aquel es controlado por un mango sobre el control stand. El freno de parqueo retiene los pedales del freno aplicado en posición y un flujo magnético actúa cerrando los interruptores al estacionarse la válvula de corte está en la línea de retorno automático de las válvulas de antideslizamiento (Ver Fig. 2.5).

Un sistema de antideslizamiento asume el control automático de la presión del freno a través de las válvulas de antideslizamiento. El sistema de antideslizamiento es normalmente encendido con el interruptor de posición ON – OFF en el stand de controles del capitán”<sup>9</sup>.



**Figura 2.5 Palanca de Parking Brake.**

Fuente: THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. Pág. 685.

<sup>9</sup> THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. (Pág. 521)



## **2.6 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE FRENO HIDRÁULICO.**

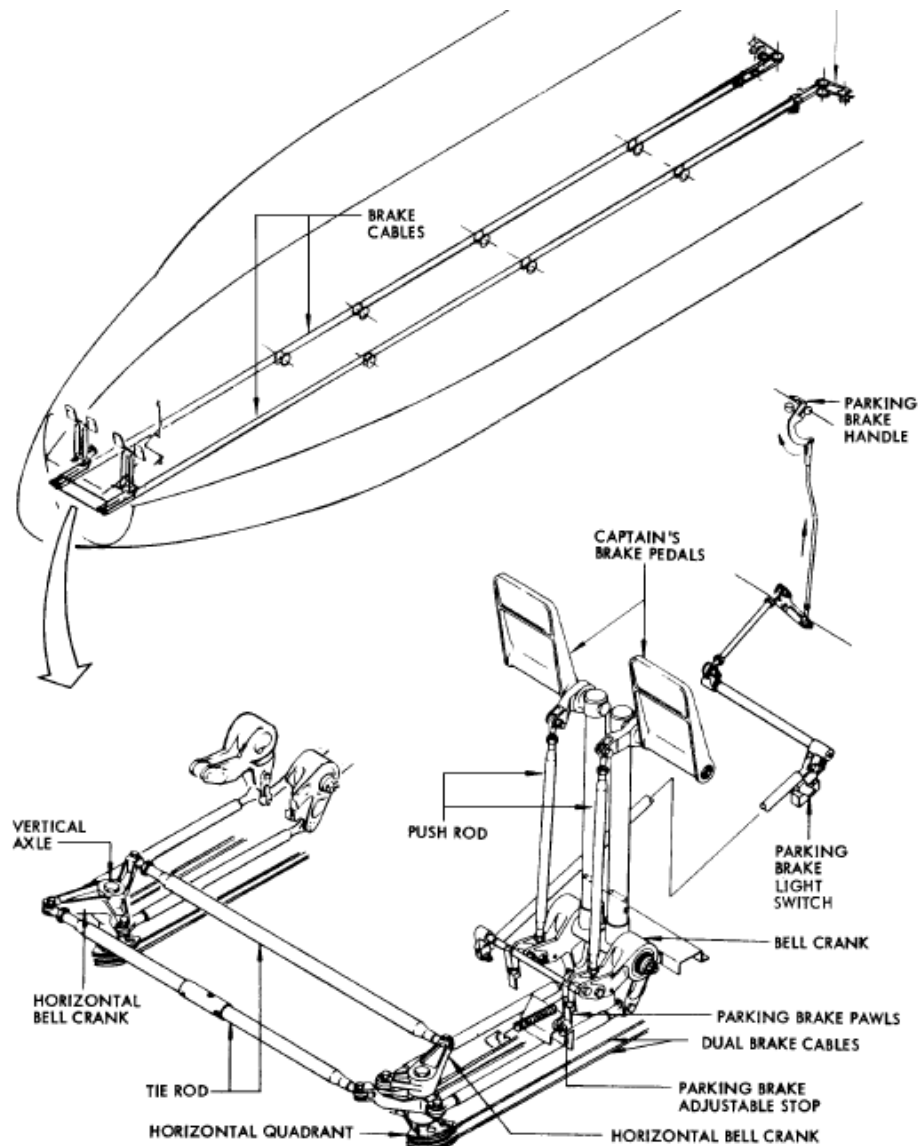
“El sistema de freno hidráulico ayuda al control del avión durante las operaciones en tierra. Los frenos detienen el avión durante el parqueo, taxeo, y corrida de motor; detiene el giro de las ruedas después de despegar; disminuye el movimiento del tren; y asiste en el giro cuando el avión está carreando. El freno es controlado manualmente por el capitán por medio de los pedales o a través de un flujo magnético y cables hacia la válvula reguladora de freno para cada tren principal. Cada válvula reguladora tiene doble propósito direcciona el sistema de presión hidráulica A, que es de 3000 psi hacia el borde interno del freno y el sistema de presión hidráulica B, que es de 3000 psi hacia el borde externo del freno del tren principal. Un sistema de antideslizamiento es incorporado en el interior del sistema de freno sobre todos los aviones. Un sistema de freno automático es incorporado sobre algunos aviones. El sistema de freno consiste de cables y flujo magnético, válvula reguladora, válvula de freno sentidora del aumento del actuador, interruptor de freno del tren principal, freno tipo disco, acumuladores de presión hidráulica, transmisores y calibradores. Una válvula de corte del freno de parqueo, y una válvula de control de antideslizamiento”<sup>10</sup>.

### **2.6.1 CONTROL DE LA ARTICULACIÓN DEL FRENO**

“Los pedales de freno actúan el sistema articulado y se encuentran en el piso debajo de la cabina de control (Ver Fig. 2.6) el capitán y primer oficial actúan los pedales del freno y están interconectados a través de un sistema articulado en el piso debajo de la cabina de control, para tener una indicación de la operación del freno desde ambas posiciones. Conectado hacia el sistema articulado están dos cuadrantes horizontales. El cuadrante está conectado hacia la válvula reguladora de freno por un control doble de cables. El movimiento del pedal de freno derecho o izquierdo va a actuar la correspondiente válvula reguladora de freno del tren principal derecho o izquierdo y el movimiento de ambos pedales de freno a un mismo tiempo van a aplicarse ambos frenos del tren principal”<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32. (Pág. 522)

<sup>11</sup> THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32. (Pág. 523)



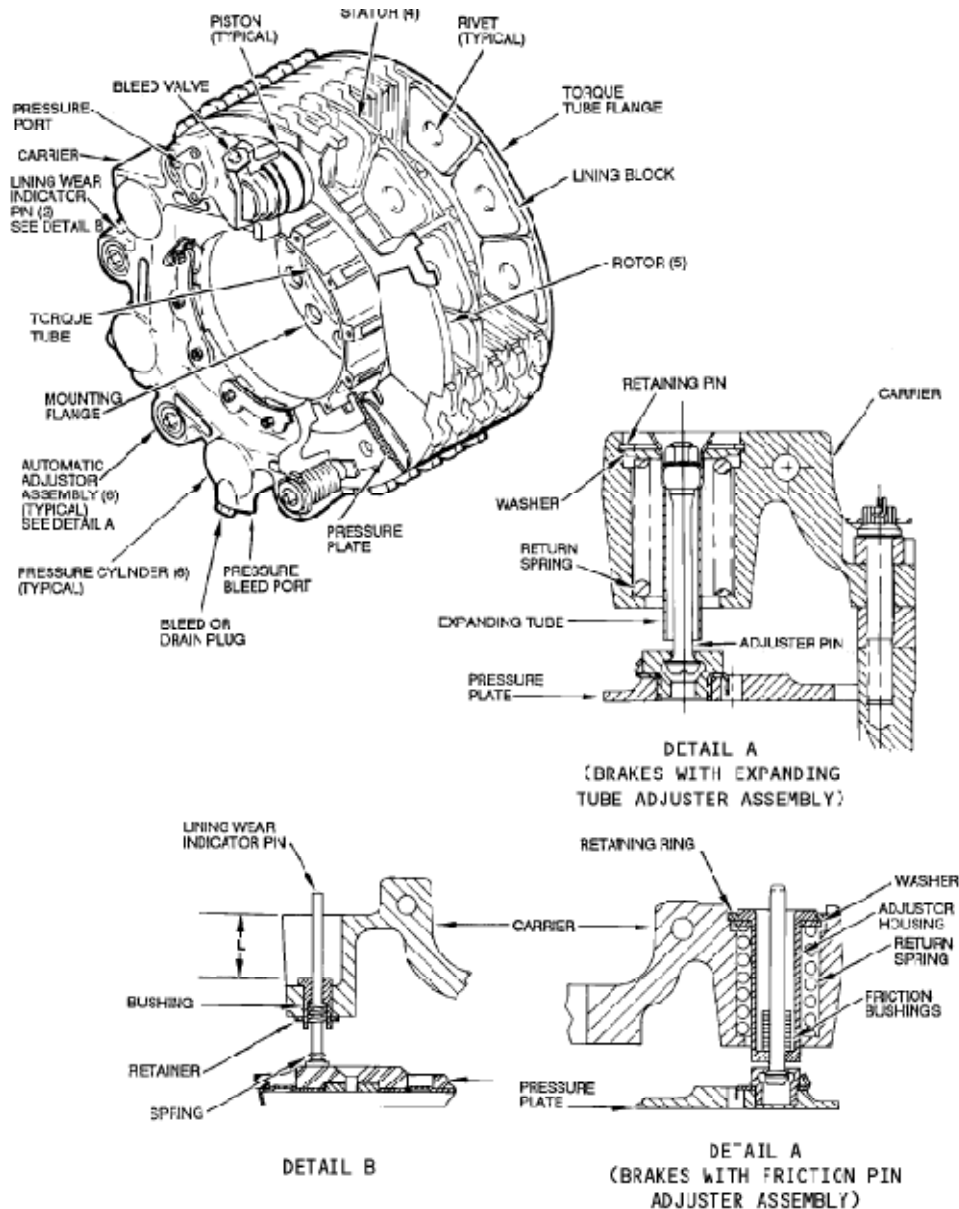
**Figura 2.6 Control de la Articulación del Freno.**

Fuente: THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. Pág. 527.

## 2.6.2 FRENOS DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL

“El freno es de tipo multidisco y consiste de 5 elementos rotativos y 6 de rozamiento estacionarios (Ver Fig. 2.7) 2 discos estacionarios, una placa de presión y una de placa de apoyo, están alineadas sobre una superficie. La permanencia de los 4 discos fijos, estacionarios, están alineados sobre ambas superficies y son ranuradas sobre el interior del diámetro para facilitarlos hasta que sea conveniente y axialmente se deslice sobre el tubo ranurado de torque”<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. (Pág. 530)



**Figura 2.7 Freno del Tren Principal.**

Fuente: THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. Pág. 532.

“El recubrimiento es hecho de un material de cerámica estable inmune al calor y va a mantener la resistencia original del material y habitualmente la fricción en temperaturas incandescentes. Los discos rotativos están asegurados hacia la rueda. Cada rotor consiste de 7 segmentos de acero solido aquellos son asegurados hacia una cruceta con una banda de metal. Las cajas de transmisión del freno de 6 pistones están interconectados a través de pasajes taladrados y 6 conjuntos de ajuste automático. Y en el fondo del recorrido se encuentra un tapón de sangrado y en el tope el conjunto de la válvula de sangrado”<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. Pág. 530.

“Cuando los frenos son aplicados; baja el fluido hidráulico y la presión del sistema ingresa en el puerto interno del freno y es distribuido hacia los pistones, mientras los pistones se mueven hacia afuera, las placas de presión del actuador presionan a las estatoras y rotoras a un mismo tiempo y también la placa del freno del tubo de torque. Mientras se desgastan los elementos del freno, el pasador de fricción se une hacia la placa de presión y se estira a través de los bujes de fricción. Cuando la presión de fluido es liberada, la placa de presión es movida hacia atrás para que retorne el resorte del pistón, así permitiendo que el rotor y la rueda giren libremente”<sup>14</sup>.

## **2.7 REMOCIÓN E INSTALACIÓN DEL CONJUNTO DE FRENOS**

### **2.7.1 REMOCIÓN DE LAS RUEDAS Y CONJUNTO DE FRENOS DEL TREN PRINCIPAL**

- “Chequee que el tren esté abajo y asegurado y los seguros de tierra estén instalados.
- Despresurice el sistema hidráulico A y B.
- Asegúrese que los tacos de las ruedas y el freno de parqueo estén colocados.
- Descargue los acumuladores de freno operando los frenos por 6 veces.
- Rompa el alambre de seguridad y remueva los 3 pernos de unión y el cuerpo externo del resorte de la válvula.

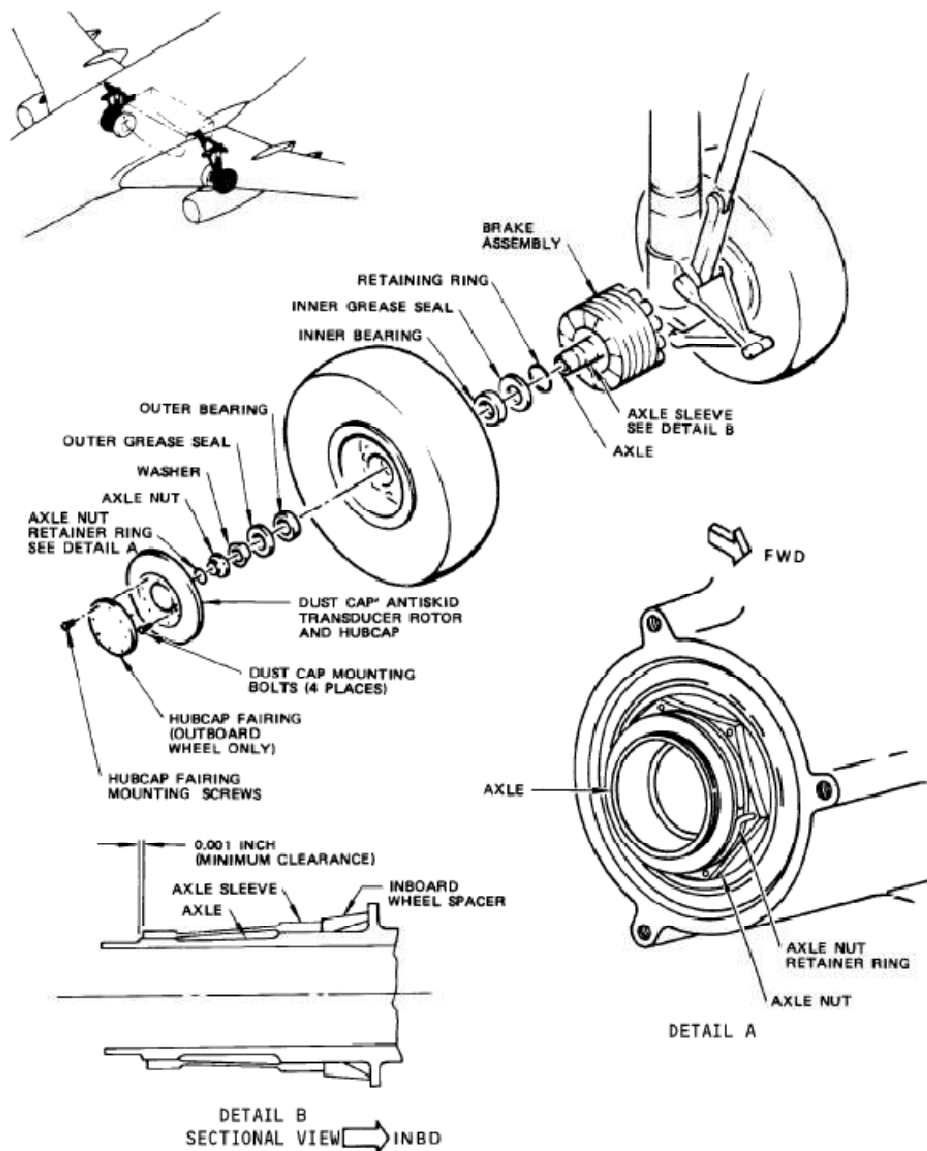
**NOTA:** Los frenos internos están en el sistema hidráulico A y los frenos externos en el sistema B.

**NOTA:** Para prevenir pérdida de fluido hidráulico y entrada de impurezas no se debe proceder a desconectar el montaje de la conexión de la manguera de freno.

- Ponga la gata en el eje para levantar las ruedas y despeje el neumático del suelo.
- Remueva ruedas y neumáticos. (Ver Fig. 2.8)”<sup>15</sup>

<sup>14</sup> THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32. (Pág. 530)

<sup>15</sup> THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32. (Pág. 568)



**Figura 2.8 Remoción de Ruedas y Neumáticos.**

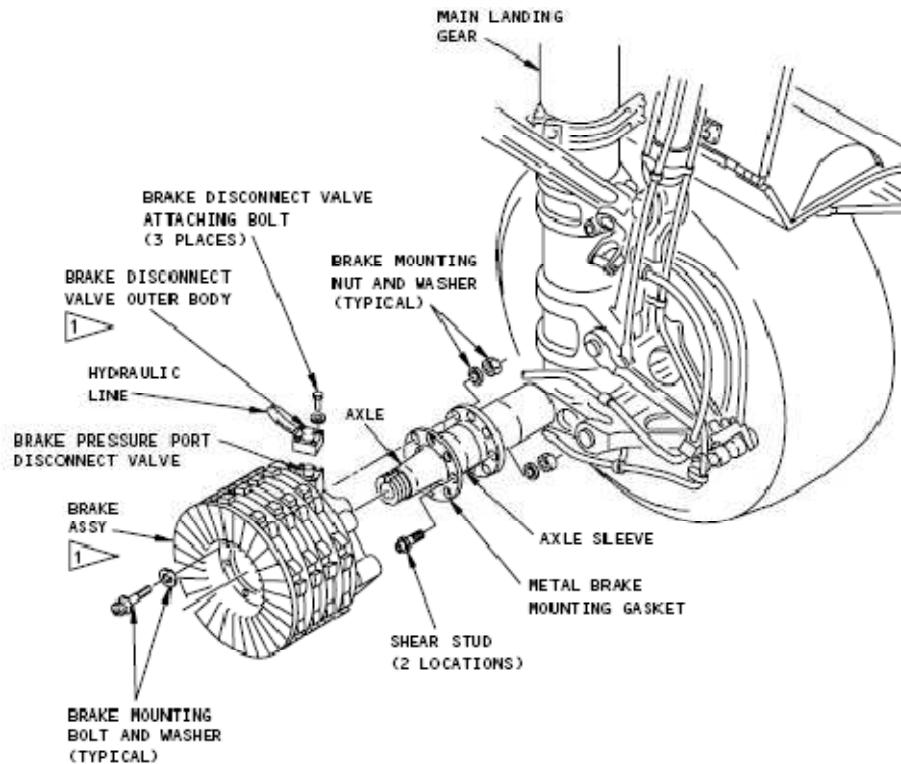
Fuente: THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. Pág. 737.

- “Instale el protector del roscado del eje y la manga de protección del eje.
- Remueva el conjunto de frenos y si está en mala condición, remueva la empaquetadura montada en la ceja del eje (Ver Fig. 2. 9).
- Visualmente inspeccione la ceja de unión del freno por evidencia de rajadura. Si la rajadura está estable, remueva el amortiguador y repare el eje.

**NOTA:** Si una empaquetadura de metal es instalada, el esparrago montado en el freno va a tener que ser removido. Presione y tapone ligeramente si es necesario utilice espárragos”<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. (Pág. 568)

- “Visualmente inspeccione el cuadrante abajo del eje del tren el entre el freno montado y la ceja por evidencia de rajaduras. Si las rajaduras están estables el amortiguador del tren debe ser reemplazado”<sup>17</sup>.



**Figura 2.9 Remoción del Conjunto de Frenos.**

Fuente: THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32. Pág. 570.

## 2.7.2 PREPARACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DEL CONJUNTO DE FRENOS

- A. “Asegúrese que el interior del puerto de presión de la válvula desconectada sea instalada en el orificio de presión sobre el tope de la superficie del transportador del freno.
1. La posición del puerto del tornillo de presión de la válvula debe desconectarse en la saliente cilíndrica en el alojamiento del freno sobre los con actos desconectados del lado de la saliente cilíndrica.
  2. Gire la ceja en contra de las manecillas del reloj para alinear los huecos del perno.
- B. Si es necesario reemplazar la empaquetadura montante del freno.
- a) Limpie la superficie de unión y ponga la empaquetadura en contra de la ceja del freno”<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32. (Pág. 568)

<sup>18</sup> THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32. (Pág. 571)

- b) “Instale 2 espárragos cortados a través de la empaquetadura y hacia el interior del agujero de la ceja del freno en posición de 3 y 9 (y en la posición de 12 es recto superior con el tren abajo y asegurado).
- c) Instale los espárragos de la siguiente manera:
  - 1. Aplicamos una capa de sellante BMS 5 – 95 sobre la parte del vástago del espárrago y no sobre la rosca.
  - 2. Presione el espárrago hacia el interior del agujero sobre la ceja del tren.

**NOTA:** Una temperatura diferencial de ajuste puede ser usada para facilitar la instalación y prevenir daños hacia los espárragos.

- 3. Cubra el roscado y el esparrago con EASE - OFF 990.
- 4. Instale arandelas y tuercas.
- 5. Apriete las tuercas con un cuadrante o una aguja tipo llave de torque para encontrar el recorrido.
- 6. Apriete las tuercas hasta un torque de 200 a 300 lb. plg. pero no hacer de apretar más de 700 lb. plg. que es el torque total.

C. Verifique algún daño por calor sobre las cejas de eje del freno. Si hay daño por calor reparamos el eje del tren.

### **2.7.3 INSTALACIÓN DEL CONJUNTO DE FRENOS Y RUEDAS DEL TREN PRINCIPAL**

- A. Lubrique los pernos de montaje del tren con EASE - OFF 990 o equivalente.
- B. La posición del freno con el puerto de sangrado están en tope e instalamos los pernos montantes del freno, arandelas, y tuercas con las cabezas de los pernos puestos hacia el terminal externo del eje del tren (Ver Fig. 2.10).

**NOTA:** Asegúrese de apretar correctamente los pernos durante la instalación. El largo correcto del perno es de 15/16 plg. Asegúrese de que la cabeza del perno esté puesta hacia adelante del terminal externo del eje del tren. La orientación incorrecta del perno va a resultar una interferencia entre el perno y la grasa sellante de la rueda”<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32. (Pág. 571)

1. “Apriete los pernos montantes del freno de 60 hasta 70 lb. pie.
  
- C. Lubrique el nuevo sello y dos anillos de relleno con fluido hidráulico limpio e instale el sello y los anillos en la ranura posterior del cuerpo externo de la válvula desconectada del freno.
- D. Antes de instalar la manguera de 1/2 del freno desconectado aplicar una capa liviana de grasa sobre el lado debajo de la ceja de montaje de la manguera.
- E. Encaje el cuerpo externo de la válvula desconectando el freno con el puerto interno instalado en el puerto de presión del transportador del freno.
- F. Posicione el cuerpo externo de la válvula desconectada con los 3 orificios alineados y conecte la manguera hidráulica hacia adelante. Instale 3 pernos de ajuste y arandelas, apriete de 130 – 150 lb. plg, y asegure con alambre.

**NOTA:** Solamente 3 de los 4 tapones de los agujeros en el puerto de presión de la saliente cilíndrica del transportador del freno están siendo usados para desconectar la unión de la válvula.

- G. Instale las ruedas y el conjunto neumático (Ver Fig. 2.8)
- H. Baje y remueva la gata del eje.
- I. Presurice el sistema hidráulico B.
- J. El sistema de sangrado del freno es despresurizado por el capitán o primer oficial poniendo los pedales a fondo lentamente por 6 veces seguidas.
- K. Desocupe el reservorio hidráulico.
- L. Añada freno de parqueo”<sup>20</sup>.

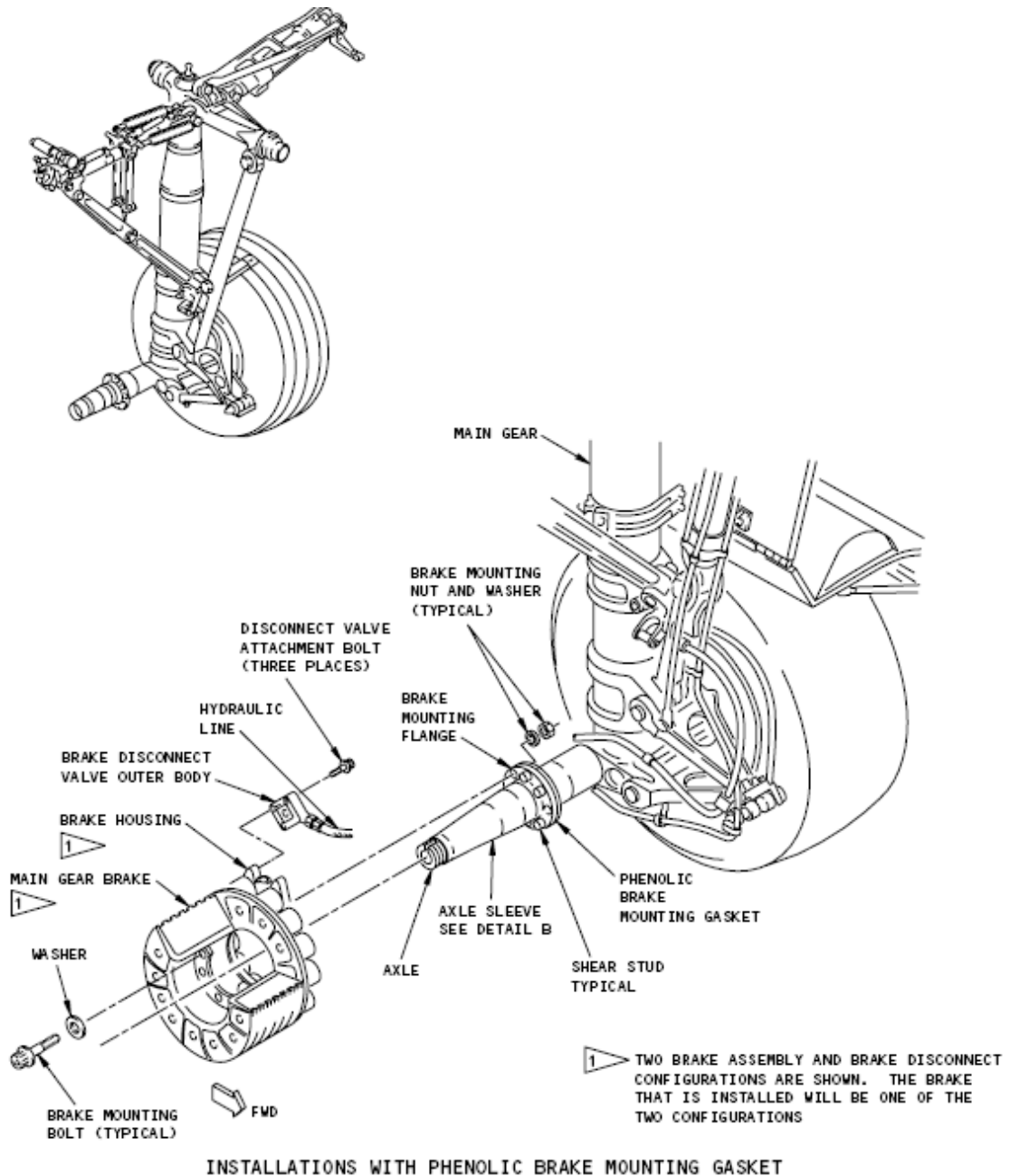
“**ADVERTENCIA:** Los frenos del tren deben ser sangrados después de ser instalados o puede ocurrir que los frenos queden inoperables

**NOTA:** Chequee que la placa de presión del freno no se suspenda durante la aplicación de la palanca de freno”<sup>21</sup>.

<sup>20</sup> THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32. (Pág. 571)

<sup>21</sup> THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32. (Pág. 572)





**Figura 2.10 Instalación del Conjunto de Frenos del Tren Principal.**

Fuente: THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32. Pág. 569.

## 2.8 SELECCIÓN DEL MATERIAL

Es importante realizar la selección de los materiales que se utilizarán en base a las cargas de trabajo como es el peso del conjunto de frenos. Si se tiene que utilizar dos o más materiales es necesario conocer sus propiedades antes de llegar a la etapa del ensamblaje para así evitar problemas de acoplamiento, juntas y otro tipo de averías. La selección de un material debe iniciarse en la etapa

conceptual en la cual se identifica una categoría como posibles materiales. Las restricciones en cuanto a temperatura y corrosión permiten identificar fácilmente la clase del material. El diseño con un material adecuado permite tener un buen rendimiento y aumentar la vida útil del Dolly. 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.

Para lo cual se realizó una investigación de los materiales disponibles en el mercado, y de sus características de resistencia, durabilidad, y así poder obtener los mismos y proceder a la construcción del equipo requerido.

Las características de todos los materiales necesarios para la construcción del equipo se encuentran en el (Anexo C), en las cuales se puede observar lo que es: peso, dimensiones, espesor, área de cada material requerido para la construcción del Dolly.

## **2.9 DEFINICIONES FUNDAMENTALES**

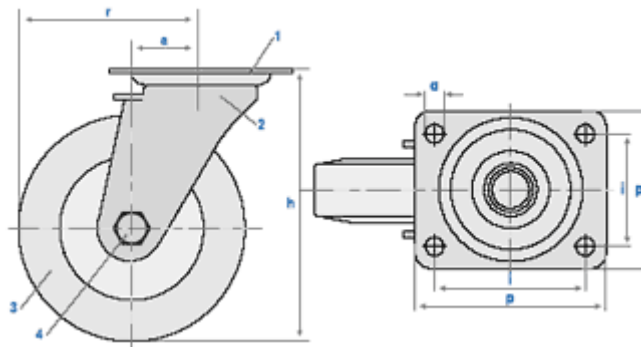
### **2.9.1 RUEDAS GIRATORIAS**

“Las ruedas giratorias pueden girarse verticalmente y proporcionan maniobrabilidad a máquinas y aparatos. Una horquilla (horquilla giratoria) va acoplada al elemento de fijación a través de un cojinete (cabeza giratoria). (Ver Fig. 2.11). El elemento de fijación se monta firmemente en el aparato. La horquilla conserva su capacidad de giro. Para que la horquilla pueda girar fácilmente la rueda normalmente se monta con una distancia horizontal entre los ejes del cojinete giratorio y la rueda”<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> [www.flexelo.com](http://www.flexelo.com)

“Esta distancia se denomina voladizo y siempre y cuando haya sido concebida correctamente. Permite una fácil rotación de la rueda, sin accesorios adicionales, proporcionándole a la misma un movimiento estable con desplazamiento recto.

- El movimiento giratorio (freno de rueda).
- El movimiento giratorio de la horquilla (freno direccional)<sup>23</sup>.



**Figura 2.11 Geometría de una Rueda Giratoria.**

Fuente: [www.flexelo.com](http://www.flexelo.com)

**Tabla N° 3 Nomenclatura de una Rueda Giratoria**

RUEDA GIRATORIA CON PLATINA	
NOMENCLATURA	DIMENSIONES
1 Platina	h altura total/montaje
2 Horquilla giratoria	p tamaño de platina
3 Rueda	i dist. e/ centro de taladro
4 Eje de rueda	d centro de taladro
	a voladizo
	r radio de desplazamiento

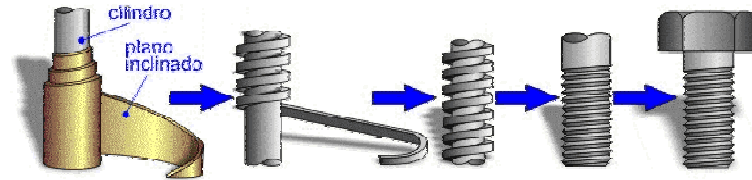
Fuente: [www.flexelo.com](http://www.flexelo.com)

Elaborado por: Segundo David Mullo Tarco.

<sup>23</sup> [www.flexelo.com](http://www.flexelo.com)

## 2.9.2 TORNILLOS

“Es un operador que deriva directamente del plano inclinado y siempre trabaja asociado a un orificio roscado.



**Figura 2.12 Especificaciones de un tornillo**

Fuente: <http://concurso.cnice.mec>.

- **Cabeza** permite sujetar el tornillo o imprimirle un movimiento giratorio con la ayuda de útiles adecuados;
- **Cuello** es la parte del cilindro que ha quedado sin roscar (en algunos tornillos la parte del *cuello* que está más cercana a la cabeza puede tomar otras formas, siendo las más comunes la cuadrada y la nervada)
- **Rosca** es la parte que tiene tallado el surco.

Además cada elemento de la rosca tiene su propio nombre; se denomina **filete** o **hilo** a la parte saliente del surco, **fondo** o **raíz** a la parte baja y **cresta** a la más saliente.



**Figura 2.13 Partes de un tornillo**

Fuente: <http://concurso.cnice.mec>.

### 2.9.2.1 IDENTIFICACIÓN

Todo tornillo se identifica mediante 5 características básicas: cabeza, diámetro, longitud, perfil de rosca y paso de rosca.

- **Cabeza** permite sujetar el tornillo o imprimirle el movimiento giratorio con la ayuda de útiles adecuados. Las más usuales: la hexagonal o cuadrada, pero también existen otras: semiesférica, gota de sebo, avellanada, cilíndrica<sup>24</sup>.

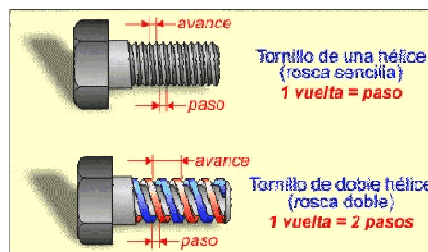
<sup>24</sup> <http://concurso.cnice.mec>.



**Figura 2.14 Tipos de cabeza**

Fuente: <http://concurso.cnice.mec>.

- “**Diámetro** es el grosor del tornillo medido en la zona de la rosca. Se suele dar en mm, aunque todavía hay algunos tipos de tornillos cuyo diámetro se da en plg.
- **Longitud** del tornillo es lo que mide la rosca y el cuello juntos.
- **Perfil de rosca** hace referencia al perfil del *filete* con el que se ha tallado el tornillo; los más empleados.
- **Paso de rosca** es la distancia que existe entre dos *crestas* consecutivas. Si el tornillo es de rosca sencilla, se corresponde con lo que avanza sobre la tuerca por cada vuelta completa. Si es de rosca doble el avance será igual al doble del paso.



**Figura 2.15 Pasos de una rosca**

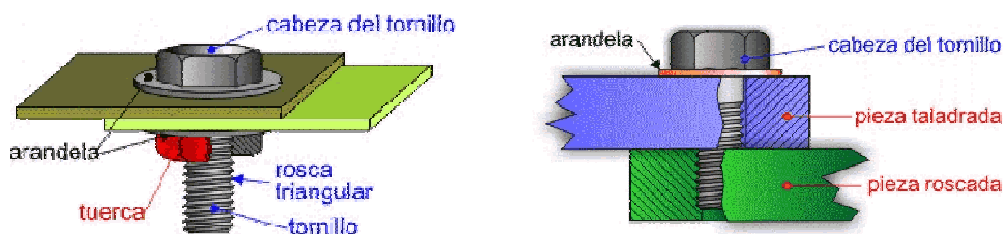
Fuente: <http://concurso.cnice.mec>.

### 2.9.2.2 UTILIDAD

El **tornillo** es en realidad un mecanismo de desplazamiento (el sistema tornillo - tuerca transforma un movimiento giratorio en uno longitudinal), pero su utilidad básica es la de *unión desmontable* de objetos, dando lugar a dos formas prácticas de uso<sup>25</sup>:

<sup>25</sup> <http://concurso.cnice.mec>.

- “Combinado con una tuerca permite comprimir entre esta y la cabeza del tornillo las piezas que queremos unir. En este caso el tornillo suele tener *rosca métrica* y es usual colocar arandelas con una doble función: proteger las piezas y evitar que la unión se afloje debido a vibraciones. Lo podemos encontrar en la sujeción de farolas o motores eléctricos, abrazaderas, estanterías metálicas desmontables etc.
- Empleando como tuerca las propias piezas a sujetar. En este caso es usual que el agujero de la pieza que toca la cabeza del tornillo se taladre con un diámetro ligeramente superior al del tornillo, mientras que la otra pieza (la que hace de tuerca) esté roscada”<sup>26</sup>.



**Figura 2.16 Utilidades del Tornillo**

Fuente: <http://concurso.cnice.mec>.

### 2.9.3 GATA HIDRÁULICA

“Aparato para empujar pesos, transmitiendo el movimiento mediante presión de aceite y un cilindro expandible que ayuda en el empuje del peso designado a elevar o subir una determina altura”<sup>27</sup>.



**Figura 2.17 Gata Hidráulica**

Fuente: <http://www.gatas.com>

<sup>26</sup> <http://concurso.cnice.mec>.

<sup>27</sup> <http://www.gatas.com>

## 2.9.4 SOLDADURA

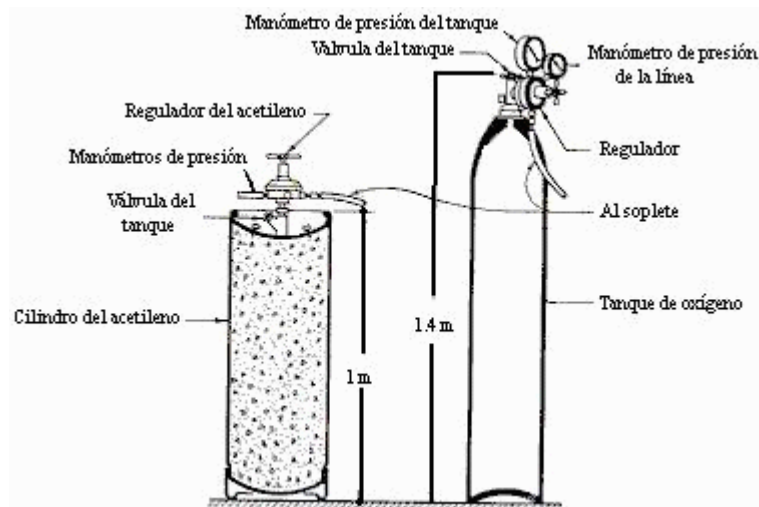
“Es un proceso para la unión de dos metales por medio de calor o presión. Para lograr la soldadura algunos procesos requieren sólo de fuerza para la unión, otros requieren de un metal de aporte y energía térmica que derrita a dicho metal.

### 2.9.4.1 TIPOS DE SOLDADURA

#### 2.9.4.1.1 SOLDADURA CON GAS

Este proceso incluye a todas las soldaduras que emplean un gas combustible para generar la energía que es necesaria para fundir el material de aporte. Los combustibles más utilizados son el metano, acetileno e Hidrógeno, los que al combinarse con el Oxígeno como comburente generan las soldaduras autógena y oxhídrica.

- **Soldadura oxhídrica:** Se logra al combinar el Oxígeno y el Hidrógeno en un soplete. El Hidrógeno se obtiene de la electrólisis del agua y la temperatura que se genera en este proceso es entre 1500 y 2000 °C.
- **Soldadura autógena:** Se logra al combinar al acetileno y al Oxígeno en un soplete. Se conoce como autógena porque con la combinación del combustible y el comburente se tiene autonomía para ser manejada en diferentes medios”<sup>28</sup>.



**Figura 2.18 Tanque de oxígeno para una soldadura autógena**

Fuente: [www.aprendizaje.com](http://www.aprendizaje.com).

<sup>28</sup> [www.aprendizaje.com](http://www.aprendizaje.com).

“En los sopletes de la soldadura autógena se pueden obtener tres tipos de flamas que son reductora, neutral y oxidante. En algunas ocasiones en la soldadura autógena se utiliza aire como comburente, lo que genera que la temperatura de esta flama sea menor en un 20% que la que usa oxígeno, por lo que su uso es limitado a la unión sólo de algunos metales como el plomo. En este tipo de soldadura el soplete es conocido como mechero Bunsen.

#### **2.10.4.1.2 SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO**

Es el proceso en el que su energía se obtiene por medio del calor producido por un arco eléctrico que se forma entre la pieza y un electrodo. Por lo regular el electrodo también sirve de metal de aporte, el que con el arco eléctrico se funde, para que así pueda ser depositado entre las piezas a unir. La temperatura que se genera en este proceso es superior a los 5.500 °C. La corriente que se utiliza en el proceso puede ser directa o alterna, utilizándose en la mayoría de las veces la directa, debido a la energía es más constante con lo que se puede generar un arco estable:

- **Electrodo de carbón.** En la actualidad son poco utilizados, el electrodo se utiliza sólo como conductor para generar calor, el metal de aporte se agrega por separado.
- **Electrodo metálico.** El propio electrodo sirve de metal de aporte al derretirse sobre los materiales a unir. Se pueden utilizar para estos electrodos, máquinas para soldar de corriente directa o alterna.
- **Electrodos recubiertos.** Los electrodos metálicos con un recubrimiento que mejora las características de la soldadura son los más utilizados en la actualidad, las funciones de los recubrimientos son las siguientes:
  1. Proporcionan una atmósfera protectora
  2. Proporcionan escoria de características adecuadas para proteger al metal fundido
  3. Facilita la aplicación de sobre cabeza
  4. Añade elementos de aleación al metal de la soldadura
  5. Desarrolla operaciones de enfriamiento metalúrgico”<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> [www.aprendizaje.com](http://www.aprendizaje.com).



6. "Reduce las salpicaduras del metal
7. Elimina impurezas y óxidos
8. Influye en la profundidad del arco
9. Influye en la formación del cordón"<sup>30</sup>

### 2.10.5 TIPOS DE ELECTRODOS

Los electrodos para la soldadura por arco eléctrico están sujetos a normas de calidad, resultados y tipos de uso. La nomenclatura es la siguiente"<sup>30</sup>:

$$E - XX - Y - Z$$

**Tabla N° 4 Identificación de los electrodos**

ELEMENTO	SIGNIFICADO
E	Electrodo para arco eléctrico
XX	Resistencia a la tensión en lb/in <sup>2</sup>
Y	Posición de aplicación: 1 Cualquier posición 2 Vertical 3 Horizontal
Z	Características de la corriente 0 CC invertida 1 CC y CA sólo invertida 2 CC (directa) y CA 3 CC y CA (directa)
Letras	Depende de la marca de los electrodos establece las aleaciones y las características de penetración

Fuente: [www.aprendizaje.com.mx](http://www.aprendizaje.com.mx)

Elaborado por: Segundo David Mullo Tarco

<sup>30</sup> [www.aprendizaje.com](http://www.aprendizaje.com).

- “La E indica que se trata de un electrodo con recubrimiento.
- Los dos primeros dígitos XX se utilizan para indicar la resistencia de la soldadura a la tensión, por ejemplo cuando señalan 60 se refiere a que la resistencia a la tensión es de 60.000 lb/in<sup>2</sup>.
- El tercer dígito Y se refiere a la posición en la que se puede utilizar la soldadura, por ejemplo 1 es para sobre cabeza, 2 horizontal, y 3 vertical.
- Por medio del cuarto dígito Z, se especifican características especiales de la soldadura como: si es para corriente DC, AC o ambas; si es de alta o baja penetración. En algunas ocasiones los electrodos tienen letras al final, esto depende de la empresa que los fabricó”<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> [www.aprendizaje.com](http://www.aprendizaje.com).

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 PRELIMINARES**

El Dolly es un equipo de apoyo que se lo va a utilizar para el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal de avión Boeing 727 – 200. El cual está hecho de un tubo redondo y cuadrado de 2 plg. soportado por tres ruedas giratorias con capacidad de 100 – 210 lbs cada una y para el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos consta de una parte móvil que se desplaza hacia arriba y hacia abajo impulsado por una gata hidráulica con capacidad de 4 toneladas.

#### **3.2 DISEÑO:**

Para tener un buen diseño de la estructura del Dolly se realizó una simulación en el SolidWorks Simulation, para ver si era o no factible la construcción del equipo, y dando como resultado un buen funcionamiento del equipo y la estructura y soporte con carga, este programa es completo ya que a su vez de simular al equipo, entrega un análisis completo ver (Anexo E), e inmediatamente se procedió a realizar los planos correspondientes para realizar la construcción.

##### **3.2.1 ESTIMACIÓN:**

Para que el gato hidráulico levante la carga derivada del peso del conjunto de frenos debe ser, mayor la fuerza de levantamiento del gato. En la parte donde el gato hidráulico ejerce presión, se calcula el esfuerzo; tomando en cuenta el área de aplicación de la carga.

##### **3.2.1.1 SIMBOLOGÍA DE LOS CÁLCULOS:**

P = Fuerza

A = Área

L = Longitud

E = Módulo de elasticidad

$\delta$  = Deformación

N = Fuerza perpendicular al plano de apoyo de un cuerpo.

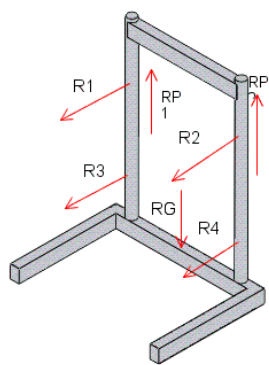
$\tau$  = Esfuerzo cortante

$\sigma$  = Esfuerzo normal

### 3.2.1.2 CÁLCULOS BÁSICOS DEL DOLLY

Para los presentes cálculos, se procedió a seccionar en 2 partes fundamentales, las cuales están directamente sometidas a las cargas a las que el Dolly será expuesto durante su funcionamiento:

#### SECCIÓN 1



**Figura 3.1 Ubicación de las fuerzas en la parte fija del Dolly**

R1, R2, R3, R4, son las reacciones dependientes cuando el conjunto de frenos, es depositado en la cuna teniendo en cuenta su peso de 100 lbs. Siendo R<sub>G</sub>, la Reacción del Gato Hidráulico que realiza el levantamiento del conjunto de frenos, así:

$$R_1 = 25 \text{ lb} \quad \Rightarrow \quad R_1 = R_2 = R_3 = R_4$$

R<sub>G</sub> = 120 lb, asumiendo que está es la fuerza que desarrolla el gato hidráulico para romper el equilibrio y levantar el conjunto de frenos cuando la máquina es accionada. R<sub>P1</sub> y R<sub>P2</sub> serán de 60 lb cada una, corresponden a reaccionantes en

la perfilería donde recorren los rodamientos que unen la sección 1 y 2, provocando esfuerzos normales en la misma, los que son calculados mas abajo.

El peso del conjunto de frenos y la fuerza con la que actúa la gata hidráulica se multiplica por el factor de seguridad número 3, con el cual vamos a demostrar que el Dolly va a soportar 3 veces más de lo que soporta.

### **Cálculo del área del tubo redondo:**

$$\begin{aligned}
 A_{\text{ext}} &= \pi \times (r^2) & d_{\text{int}} &= d_{\text{ext}} - 2 \text{ esp.} \\
 A_{\text{ext}} &= \pi \times (1 \text{ in})^2 & d_{\text{int}} &= 2 \text{ in} - 2(0.118 \text{ in}) \\
 A_{\text{ext}} &= 3.14 \text{ in}^2 & d_{\text{int}} &= 1.764 \text{ in} \\
 \\ 
 A_{\text{int}} &= \pi \times (r^2) & A_r &= A_{\text{ext}} - A_{\text{int}} \\
 A_{\text{int}} &= \pi \times (0.882 \text{ in})^2 & A_r &= 3.14 \text{ in}^2 - 2.443 \text{ in}^2 \\
 A_{\text{int}} &= 2.443 \text{ in}^2 & A_r &= 0.696 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

### **ESFUERZOS:**

Los esfuerzos cortantes en los puntos de ubicación de los rodamientos:

$$\begin{aligned}
 \tau_{R1} &= \frac{P_{R1}}{A} \\
 \tau_{R1} &= \frac{75 \text{ lb}}{0.696 \text{ in}^2} \\
 \tau_{R1} &= 35.9154 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} & \Rightarrow & \text{El esfuerzo cortante } R_1 = R_2 = R_3 = R_4
 \end{aligned}$$

**Ahora procedemos al cálculo de los esfuerzos normales en las columnas:**

$$\begin{aligned}
 \sigma_{P1} &= \frac{R_{P1}}{A} \\
 \sigma_{P1} &= \frac{150 \text{ lb}}{0.696 \text{ in}^2} \\
 \sigma_{P1} &= 215.517 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} & \Rightarrow & \text{El esfuerzo normal } R_{P1} = R_{P2}
 \end{aligned}$$

### **Cálculo del área del tubo cuadrado:**

$$A_{\text{ext}} = L \times L$$

$$A_{\text{ext}} = L^2$$

$$A_{\text{ext}} = 4 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{int}} = L' \times L'$$

$$A_{\text{int}} = (1.764 \text{ in} \times 1.764 \text{ in})^2$$

$$A_{\text{int}} = 3.111 \text{ in}^2$$

$$d_{\text{int}} = d_{\text{ext}} - 2 \text{ esp.}$$

$$d_{\text{int}} = 2 \text{ in} - 2(0.118 \text{ in})$$

$$d_{\text{int}} = 1.764 \text{ in}$$

$$A_r = A_{\text{ext}} - A_{\text{int}}$$

$$A_r = 4 \text{ in}^2 - 3.111 \text{ in}^2$$

$$A_r = 0.888 \text{ in}^2$$

**También tenemos un esfuerzo cortante fruto de la carga correspondiente a la reacción en el punto de asentamiento del gato hidráulico:**

$$\tau_{R_G} = \frac{R_G}{A}$$

$$\tau_{R_G} = \frac{360 \text{ lb}}{0.888 \text{ in}^2}$$

$$\tau_{R_G} = 405.405 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

**DEFORMACIONES:**

$$\delta_{R1} = \frac{R_1 * L}{A * E}$$

$$\delta_{R1} = \frac{75 \text{ lb} * 45.275 \text{ in}}{\left\{ [0.696 \text{ in}^2] * 29000000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \right\}}$$

$$\delta_{R1} = 1.6823 \times 10^{-4} \text{ in}$$

$$\delta_{R_{P1}} = \frac{R_{P1} * L}{A * E}$$

$$\delta_{R_{P1}} = \frac{150 \text{ lb} * 45.275 \text{ in}}{\left\{ [0.696 \text{ in}^2] * 29000000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \right\}}$$

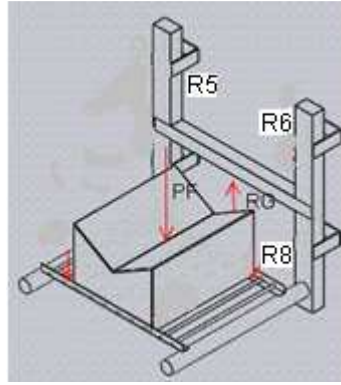
$$\delta_{R_{P1}} = 3.3646 \times 10^{-4} \text{ in}$$

$$\delta_{R_G} = \frac{R_G * L}{A * E}$$

$$\delta_{R_G} = \frac{360 \text{ lb} * 31.49 \text{ in}}{\left\{ [0.888 \text{ in}^2] * 29000000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \right\}}$$

$$\delta_{R_G} = 4.402 \times 10^{-4} \text{ in}$$

## SECCIÓN 2



**Figura 3.2** Ubicación de las fuerzas en la **parte móvil del Dolly**

Estas son las cargas que intervienen el momento mismo del funcionamiento del Dolly en la sección 2, por lo tanto procederemos al cálculo de los respectivos esfuerzos y deformaciones:

**Cálculo del área del ángulo en el cual descansa la cuna:**

$$A_r = (1.5 \text{ in} \times 0.25 \text{ in}) + (1.25 \text{ in} \times 0.25 \text{ in})$$

$$A_r = (0.375 \text{ in}^2) + (0.31 \text{ in}^2)$$

$$A_r = 0.685 \text{ in}^2$$

**ESFUERZOS:**

$$\tau_{R5} = \frac{P_{R5}}{A}$$

$$\tau_{R5} = \frac{75 \text{ lb}}{0.888 \text{ in}^2}$$

$$\tau_{R5} = 84.459 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

⇒ El esfuerzo cortante  $R_5 = R_6 = R_7 = R_8$

$$\tau_{R_G} = \frac{R_G}{A}$$

$$\tau_{R_G} = \frac{360 \text{ lb}}{0.888 \text{ in}^2}$$

$$\tau_{R_G} = 405.405 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

$$\tau_{\text{Ang.}} = \frac{P_{\text{Ang.}}}{A}$$

$$\tau_{\text{Ang.}} = \frac{150 \text{ lb}}{0.685 \text{ in}^2}$$

$$\tau_{\text{Ang.}} = 218.97 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

Se cálculo también el esfuerzo cortante que se produce en el ángulo por efecto del peso del conjunto de frenos que descansa en la cuna.

#### DEFORMACIONES:

$$\delta_{R5} = \frac{R_5 * L}{A * E}$$

$$\delta_{RG} = \frac{R_G * L}{A * E}$$

$$\delta_{R5} = \frac{75 \text{ lb} * 29.52 \text{ in}}{\left\{ [0.888 \text{ in}^2] * 29000000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \right\}}$$

$$\delta_{RG} = \frac{360 \text{ lb} * 19.68 \text{ in}}{\left\{ [0.888 \text{ in}^2] * 29000000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \right\}}$$

$$\delta_{R5} = 8.5973 \times 10^{-5} \text{ in}$$

$$\delta_{RG} = 2.7511 \times 10^{-4} \text{ in}$$

En función del ángulo de descanso de la cuna:

$$\delta_{\text{Ang.}} = \frac{P_{\text{Ang.}} * L}{A * E}$$

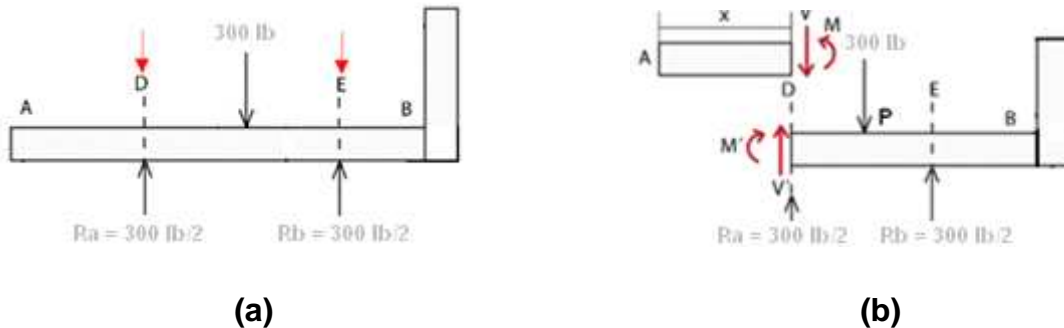
$$\delta_{\text{Ang.}} = \frac{150 \text{ lb} * 21.63 \text{ in}}{\left\{ [0.685 \text{ in}^2] * 29000000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \right\}}$$

$$\delta_{\text{Ang.}} = 1.6332 \times 10^{-4} \text{ in}$$

Y se realizo un diagrama de cortante y de momentos en la sección B del Dolly. Para lo cual tomaremos en cuenta las vigas de la sección que será directamente sometida a la carga fruto del peso del conjunto de frenos del avión. Ver fig. 3.3 literal (a).



Suponiendo que el corte y el momento flector son positivos se dirigen las fuerzas internas  $V$  y  $V'$ , y los pares internos  $M$  y  $M'$ , en las secciones consideradas en el siguiente diagrama de cuerpo libre Ver fig. 3.3 literal (b).



**Fig. 3.3 Diagrama de cuerpo libre**

Así: Considerando el cuerpo libre AD y escribiendo la suma de las componentes verticales y que la suma de los momentos alrededor de D son cero será:

$$V = +\frac{P}{2}$$

$$M = +\frac{P \cdot x}{2}$$

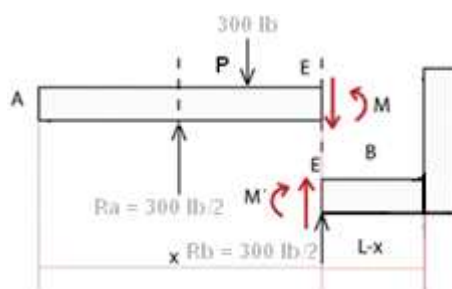
$$V = +\frac{300\text{lb}}{2}$$

$$M = +\frac{300\text{lb} \cdot 3.54\text{ in}}{2}$$

$$V = 150\text{ lb}$$

$$M = 531\text{lb in}$$

Analizando el segmento EB, tenemos el siguiente diagrama de cuerpo libre:



**Fig. 3.4 Diagrama de cuerpo libre.**

$$V = -\frac{P}{2}$$

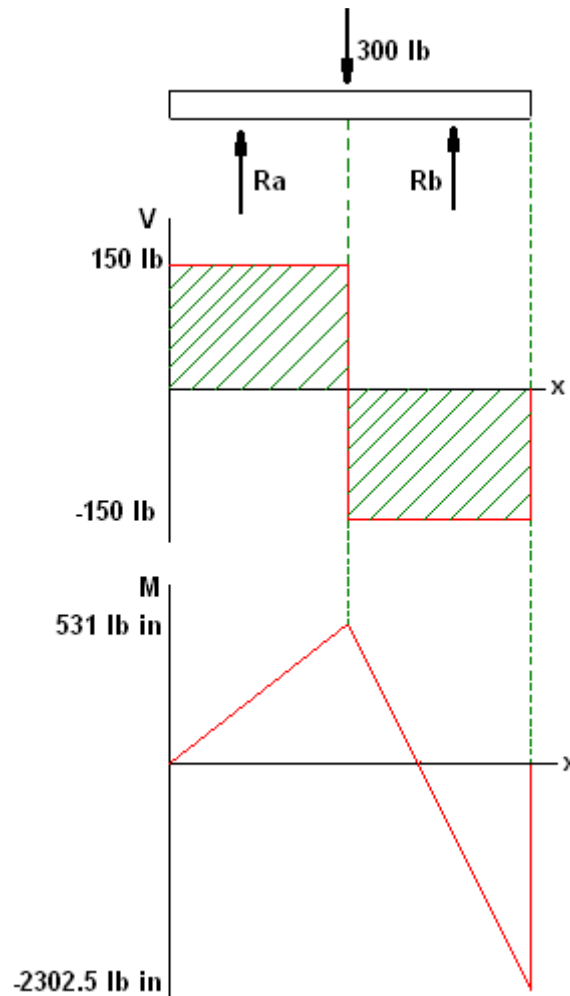
$$M = -\frac{P \cdot (L - x)}{2}$$

$$V = -\frac{300\text{lb}}{2}$$

$$M = -\frac{300\text{lb} \cdot (17.71 - 2.36)\text{in}}{2}$$

$$V = -150\text{ lb}$$

$$M = -2302.5\text{ lb in}$$



**Fig. 3.5 Diagrama de V y M**

### **3.3 CONSTRUCCIÓN:**

#### **3.3.1 ESTRUCTURA DEL DOLLY**

La estructura tiene como objetivo soportar los diferentes esfuerzos producidos en la misma de tal manera que no haya ninguna deformación. Es por eso que a continuación se detalla toda la construcción y utilización de los materiales.

#### **3.3.2 BASE**

El objetivo es soportar todo el peso de la estructura, con el conjunto de frenos ya desmontado y al mismo tiempo facilitar el transporte del mismo por medio de 3 ruedas giratorias.

### **Características Generales:**

Está construido de un tubo cuadrado de 2"x15/127 en forma de C con el propósito de que soporte el peso de la estructura, con una dimensión de 80x60 cm. Fig. 3.5



**Figura 3. 6 Corte y unión de la base**

En sus extremos se suelda unas platinas de 20x10 cm con un espesor de 0.6 mm y en el centro de la base en forma de C, también va soldada una platina de 35x10 cm, del mismo espesor de las otras.



**Figura 3.7 Base soldada**

Cada platina consta de 2 huecos pasantes que servirán para asegurar las ruedas giratorias de 100 – 210 lbs. Las mismas que se aseguran con tornillos de 1"x5/16 cada uno con su correspondiente arandela y su tuerca una vez que ya se termine en su totalidad la construcción del Dolly.



**Figura 3.8 Platinas soldadas**

En la platina que se encuentra en el centro de la base se encuentra soldado un tubo redondo de 2"x15/127 con una longitud de 15 cm, y al mismo tiempo soldamos una platina de 12x10 cm que se encuentra soldada a la base de la gata de 4 toneladas. Toda la estructura de la base del Dolly se encuentra soldada con electrodos AGA C - 13 E – 6011.

### **3.3.3 TUBOS GUÍAS:**

El objetivo es guiar a los rodillos durante su desplazamiento a lo largo de los tubos al momento de subir y bajar la parte móvil del Dolly, por medio de una gata hidráulica de 4 toneladas.

#### **Características Generales:**

Están contruidos de un tubo redondo de 2"x15/127 soldados verticalmente y en la parte superior de los tubos se suelda un tubo cuadrado de 2"x15/127 con una longitud de 60 cm, en forma horizontal que unirá correctamente a los tubos guías que tiene una longitud de 115 cm. Fig. 3.8.



**Figura 3.9 Tubos guías Soldados**

En la base de los tubos guías se refuerza, con unas pequeñas platinas en forma triangular de 0.5 mm de espesor, los mismos que están cortados con un ángulo de 45°. Toda esta estructura de los tubos guías se encuentran soldados con electrodos AGA C - 13 E – 6011.

#### **3.3.4 BASE DE SOPORTE DE LA CUNA DEL DOLLY**

El objetivo es soportar el peso de la cuna con el conjunto de frenos ya desmontado para así desmontarlo de arriba hacia abajo, impulsados por una gata hidráulica de 4 toneladas.

##### **Características Generales:**

Está construido de tubo redondo de 2"x15/127 con una longitud de 45 cm en forma horizontal y estos están soldados a 2 tubos cuadrados de 2"x15/127 con una longitud de 75 cm en forma vertical, y en el centro de estos 2 tubos se encuentra soldado un tubo de la misma característica formando una H. Fig. 3.9.



**Figura 3.10 Ángulos y tubos soldados en la parte móvil del Dolly**

Sobre los tubos redondos se sueldan 2 ángulos de  $1\frac{1}{2}$  x  $\frac{1}{4}$  con una longitud de 55 cm y separados 30 cm cada uno y en estos ángulos se encuentran soldados 2 varillas redondas de  $\frac{3}{8}$  con una longitud de 30 cm. Fig. 3.10. Toda esta estructura de la base de soporte de la cuna del Dolly se encuentra soldada con electrodos AGA C - 13 E – 6011.



**Figura 3.11 Varillas soldadas en la parte móvil del Dolly**

### **3.3.5 PLATINAS GUIAS DE LOS RODILLOS**

El objetivo es alojar a los rodillos durante el desplazamiento de la parte móvil al momento de subir y bajar la cuna con el conjunto de frenos ya desmontado.

#### **Características Generales:**

Están construidas de platinas de 0.5 cm de espesor, las mismas que tienen una longitud de 20 cm, pero las que se encuentran en la parte superior de los tubos

cuadrados y las platinas que se encuentran en la parte inferior son del mismo espesor de las que se encuentra en la parte superior pero con una longitud de 11 cm.

Cada platina consta de un hueco que servirá para introducir un tornillo de 3"x5/16 que servirá de eje a cada rodillo que se encuentra en las platinas al momento de subir y bajar el conjunto de frenos con la gata de 4 toneladas. Fig. 3.11. Cada una de éstas platinas se encuentran soldadas y aseguradas a los tubos cuadrados de 2"x15/127 con electrodos AGA C - 13 E – 6011.



**Figura 3.12 Platinas soldadas a los tubos cuadrados**

### **3.3.6 RODILLOS:**

El objetivo es facilitar el desplazamiento de la parte móvil del Dolly, por los tubos guías actuando la gata hidráulica de 4 toneladas.

#### **Características Generales:**

Están hechos de un eje de acero de 5 cm de espesor por medio de un torno se le dio la forma del tubo redondo de 2", ya que estos servirán para desmontar y montar el conjunto de frenos. Cada uno de estos rodillos constan de un hueco interno en el centro para introducir el tornillo de 3"x5/16 que servirá de eje para dicho rodillo, cada uno está hecho basándose en el diámetro de un tubo redondo, por el cual va a desplazarse y así el rodillo no presente ningún inconveniente y se acople al tubo al momento del desplazamiento.



**Figura 3.13 Rodillos probados en las platinas**

### **3.3.7 CUNA DEL CONJUNTO DE FRENOS:**

El objetivo es brindar estabilidad al conjunto de frenos ya desmontado y ajustado con una faja y asegurado con el seguro.

#### **Características Generales:**

Está hecho en un  $\frac{1}{4}$  de plancha de tol de 1mm de espesor, se traza sobre la platina las dimensiones de la cuna que son: de largo 34x30 cm y de altura 25 cm con todos sus dobléz que van a servir para la unión de la misma, se procede a cortar correctamente por las líneas trazadas en la plancha de tol.

Seguidamente se procede a unir y soldar la plancha dándole la forma de la cuna, y tiene un pequeño corte en forma de V que va a servir para que descansa el conjunto de frenos ya desmontado, se suelda unos ángulos  $1\frac{1}{2}$  x  $\frac{1}{4}$ , que se encuentran soldados a los tubos redondos de la parte móvil del Dolly.



**Figura 3.14 Unión de la cuna**



### 3 3.8 DOLLY ARMADO Y TERMINADO

En la siguiente fotografía se observa el Dolly ya terminado en su totalidad y disponible para entrar en servicio cuando los técnicos lo requieran necesario.



**Figura 3.15 Dolly armado y terminado**

### 3.4 DIAGRAMA DE PROCESOS

La siguiente simbología para los diagramas representa a los diferentes procesos de los sistemas que se realizaron en la construcción del Dolly para el desmontaje y montaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200



Operación

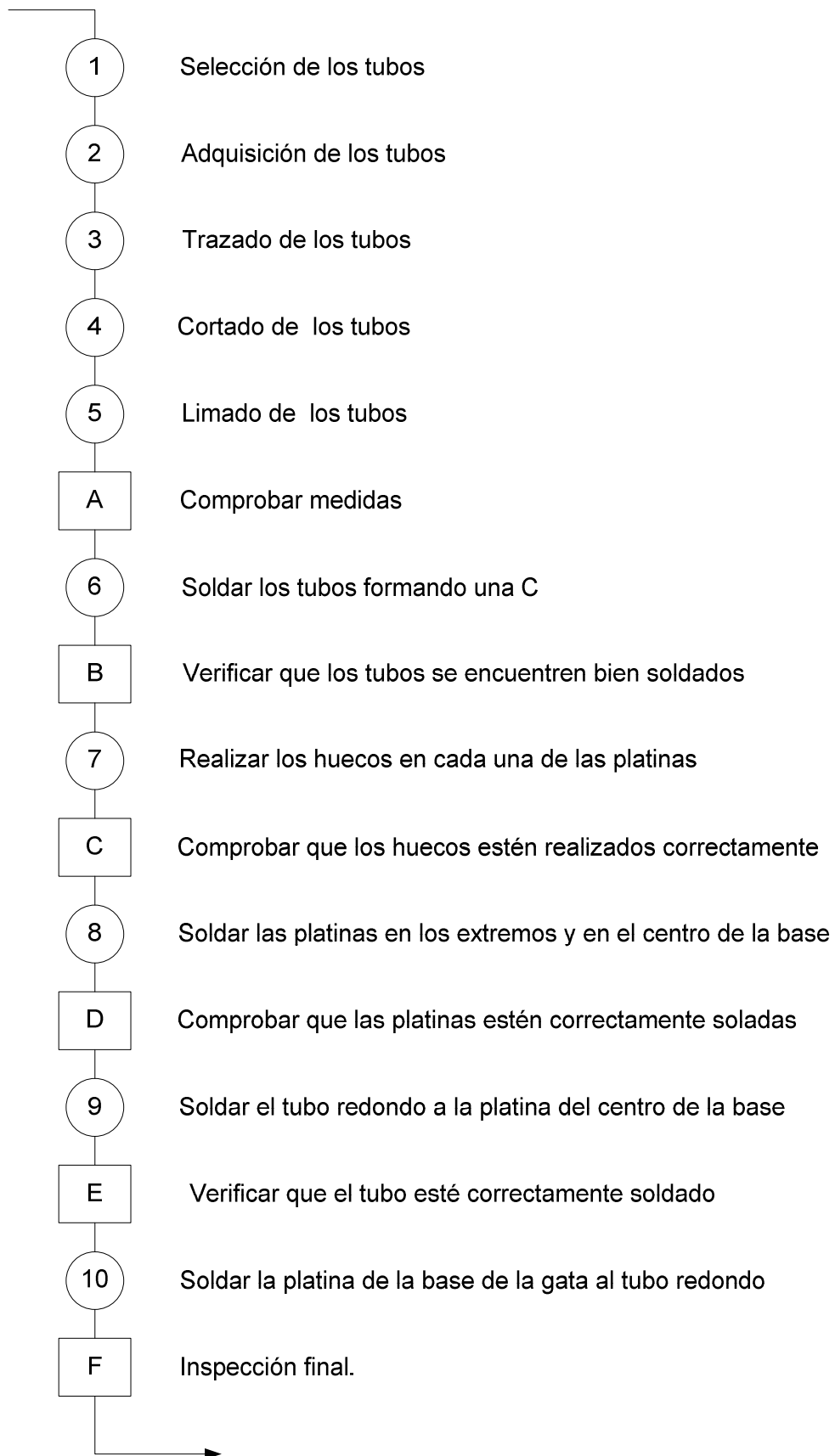


Inspección o comprobación

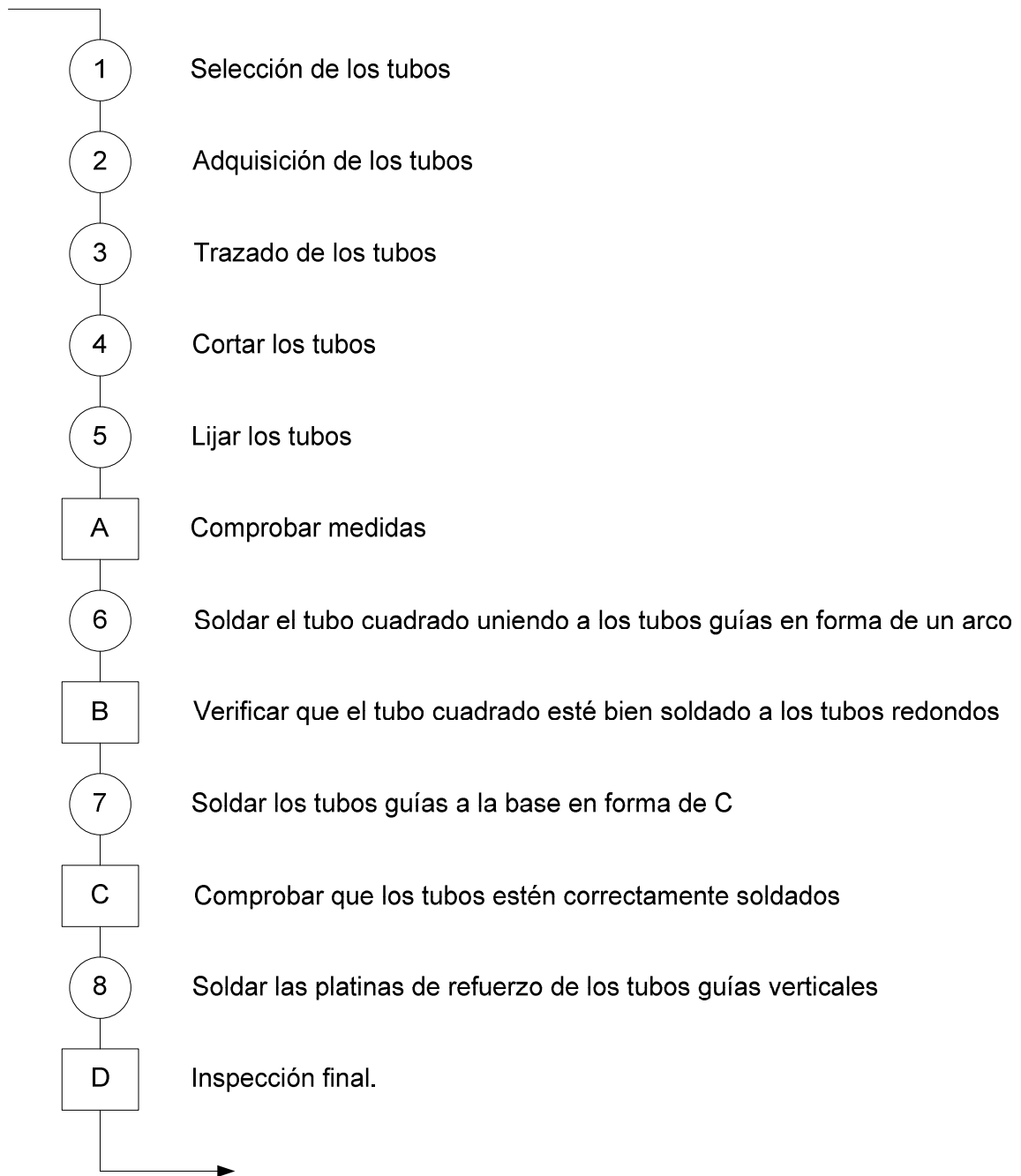


Ensamblaje

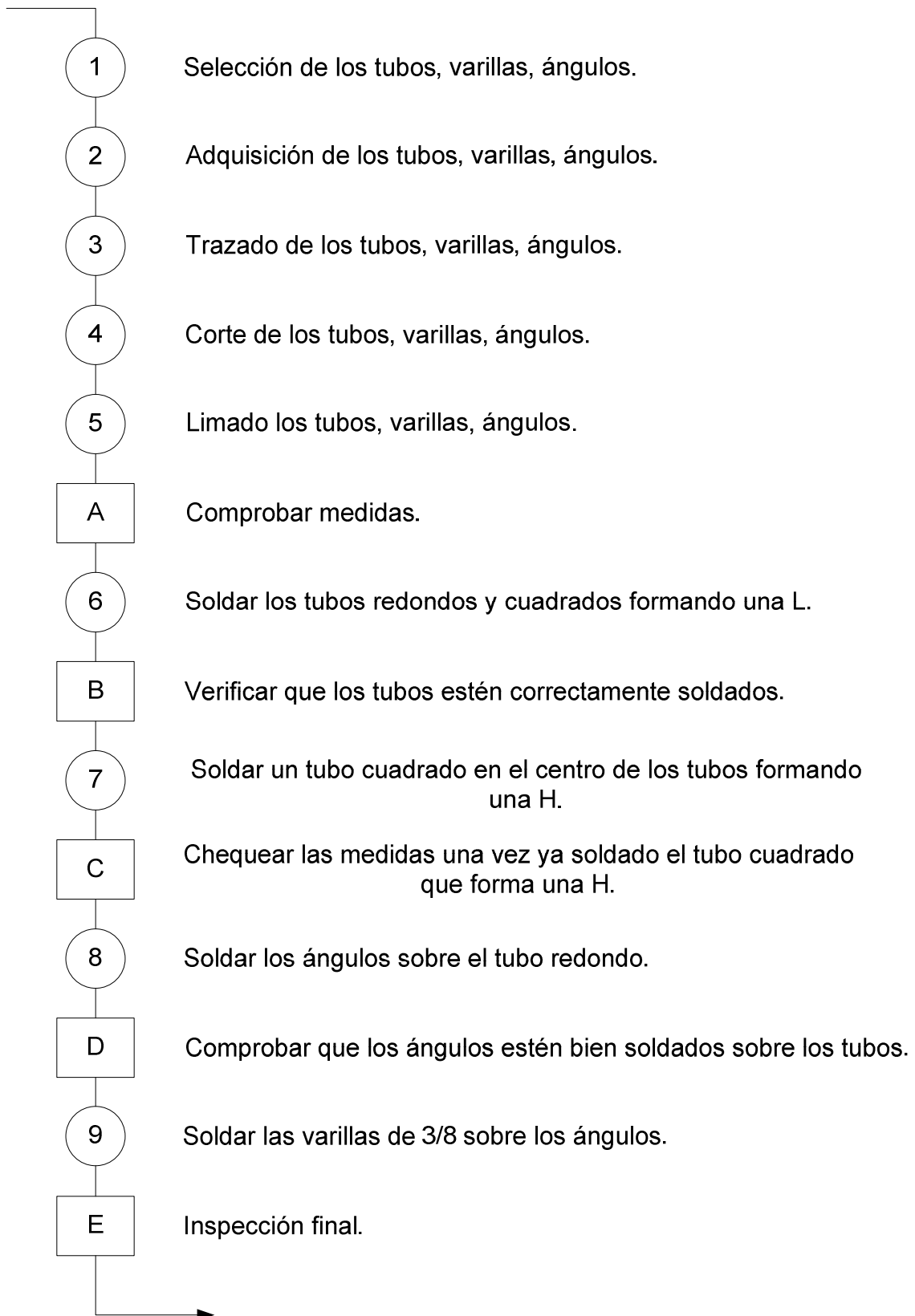
### 3.4.1 Diagrama del proceso de construcción de la estructura horizontal de la base del Dolly.



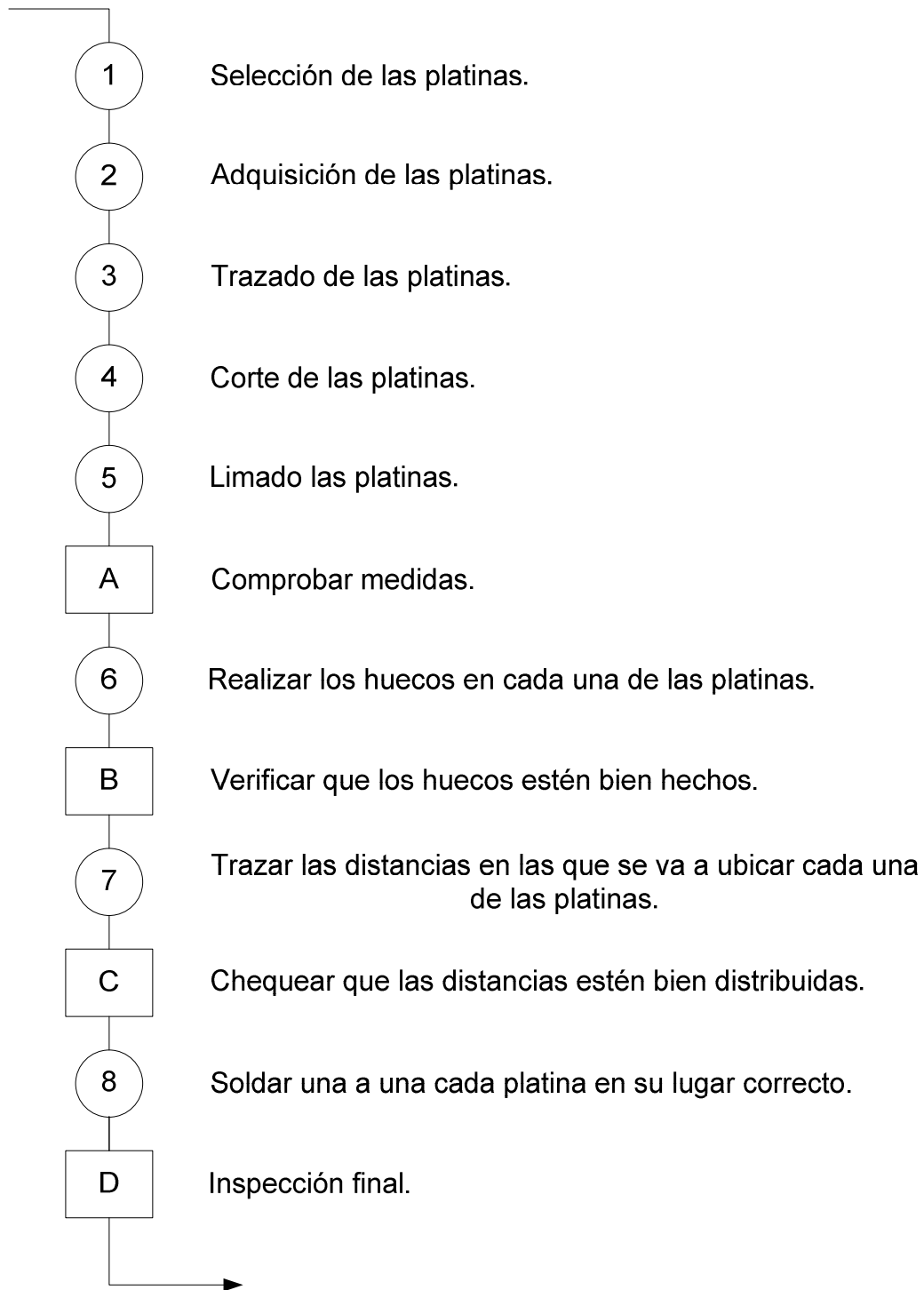
### 3.4.2 Diagrama del proceso de construcción de los tubos guías verticales del Dolly



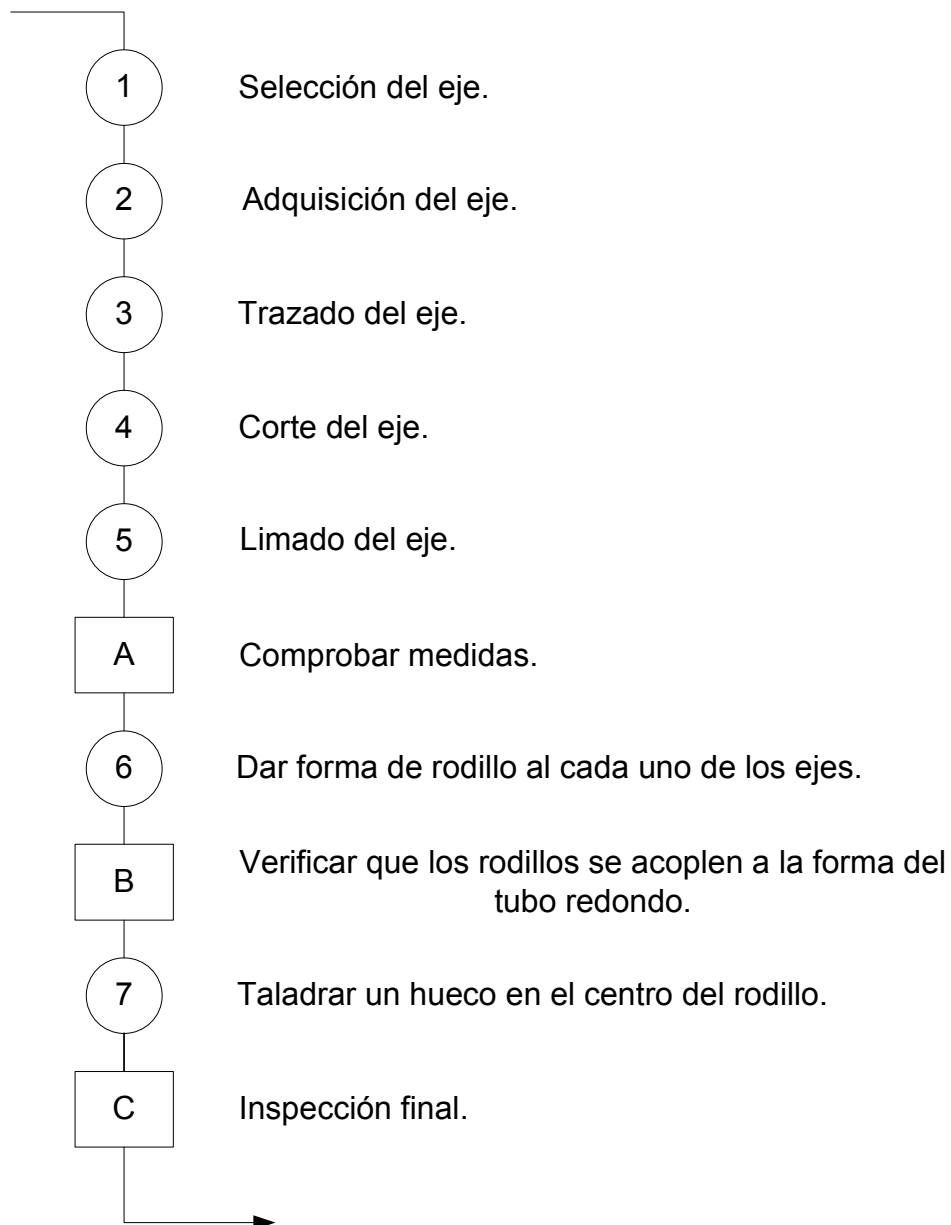
3.4.3 Diagrama del proceso de construcción de la base de descanso de la cuna del Dolly para el conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200.



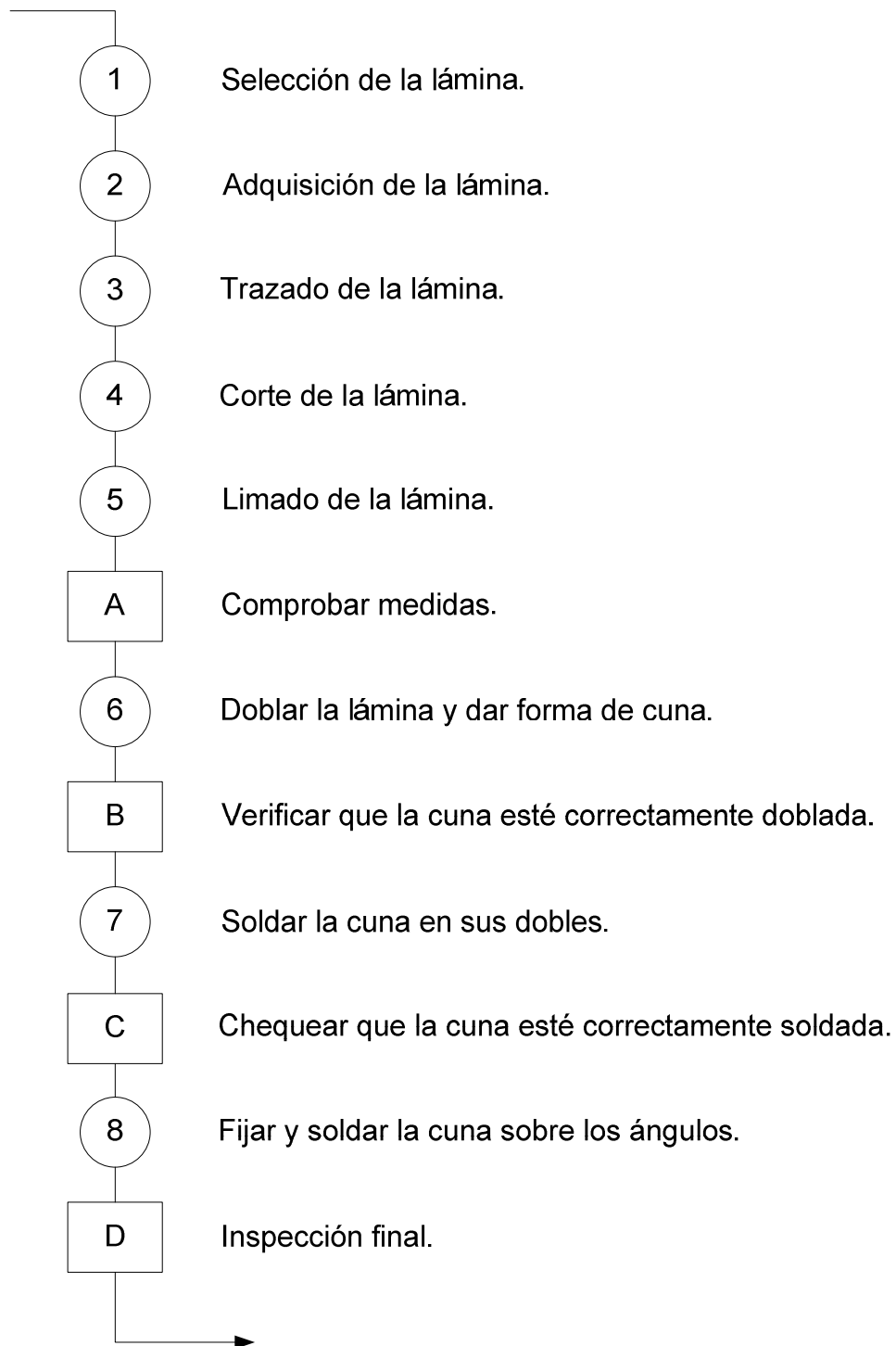
### 3.4.4 Diagrama del proceso de construcción de las platinas guías de los rodillos de la parte móvil del Dolly.



3.4.5 Diagrama del proceso de elaboración de los rodillos de la parte móvil del Dolly.



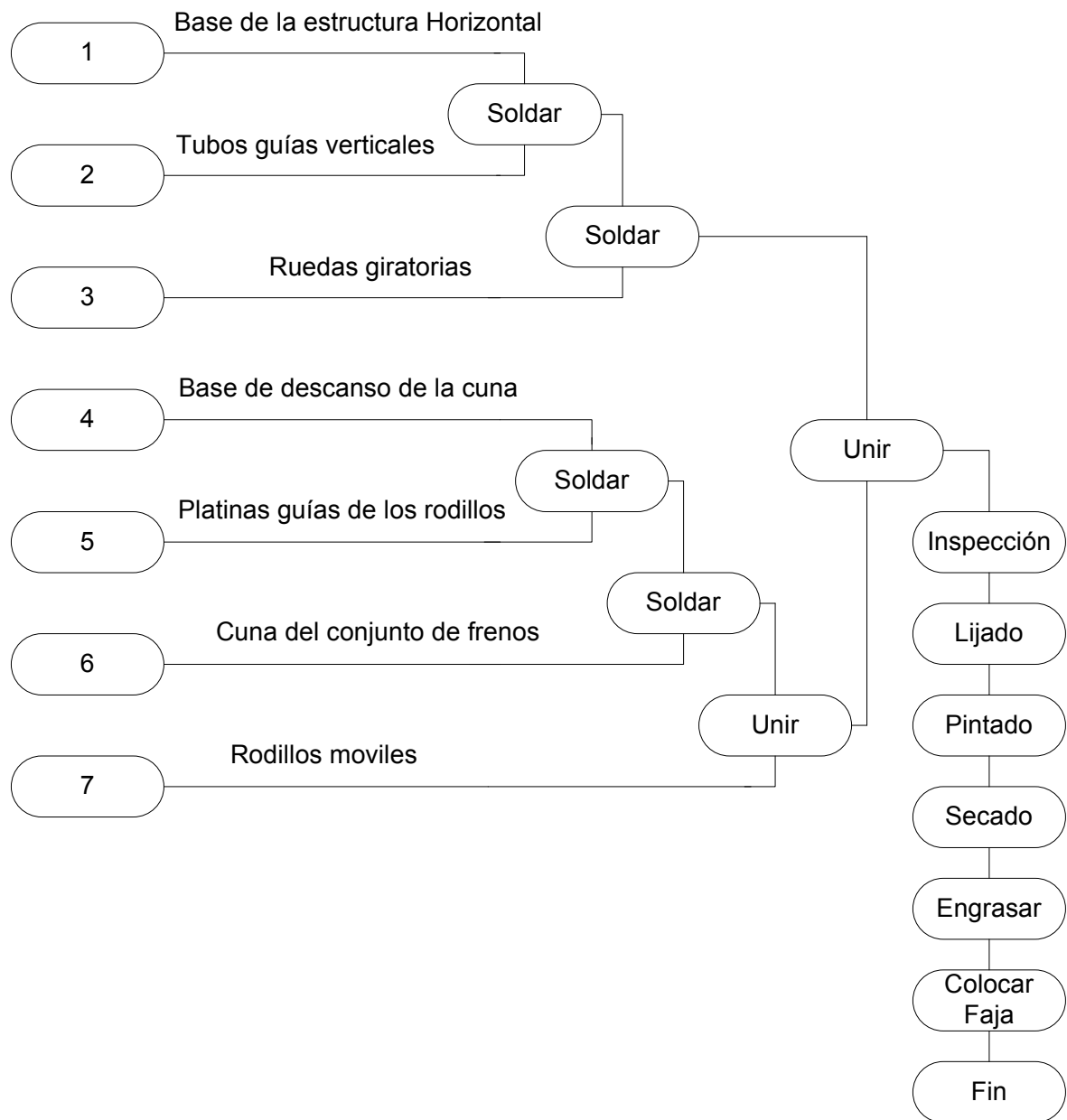
3.4.6 Diagrama del proceso de construcción de la cuna de descanso del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200.



### 3.5 DIAGRAMA DE ENSAMBLAJE

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 el conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200 se acople a la cuna. Se debe engrasar las partes móviles del Dolly para evitar rozamiento y desgaste de las piezas.

#### 3.5.1 Diagrama de Ensamblaje del Dolly.





### **3.6 MANUAL DE MANTENIMIENTO**

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL**

Este manual contiene las operaciones y cuidados necesarios para preservar el Dolly, al igual que todos los equipos de apoyo tienen un manual de mantenimiento el mismo que ayuda a evitar problemas posteriores ya sea por el deterioro del mismo o mala manipulación, en el se encuentra una breve descripción de los pasos a seguir para darle mantenimiento al equipo cada vez que sea utilizado, y muy fácil de realizar ya que no requiere de herramientas especiales.

### **3.7 MANUAL DE OPERACIÓN**

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL**

Este manual se compone de procedimientos a seguir para la operación correcta del Dolly, con una breve descripción de los pasos, con sus debidas precauciones a tener en cuenta durante el montaje, mientras se asegura el conjunto de frenos con la faja de seguridad que es muy importante para evitar accidentes.

### **3.8 MANUAL DE SEGURIDAD**

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL**

El manual de seguridad es importante al momento de realizar cualquier trabajo ya que teniendo precaución se puede salvaguardar la integridad física de los técnicos; mientras que si ocurre un accidente esto producirá una paralización del proceso de cambio de trenes, e inclusive una pérdida económica para la empresa. Aquí encontramos la manera de prevenir los posibles accidentes, por ejemplo la parte más afectada son las manos ya que si existe contacto directo con el conjunto de frenos hasta colocarlo en la cuna estos pueden resultar afectados. 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 más frecuentes, por ello se debe utilizar ropa y protección de: ojos, cabeza, manos, pies, apropiada dependiendo del tipo de trabajo a realizar.

### 3.9 REGISTRO DE DATOS TÉCNICOS


#### DESCRIPCIÓN GENERAL

En la hoja de registro se anotan los datos de todas las imperfecciones que se van dando en el Dolly desde el momento en que empieza a funcionar. Es un respaldo para el técnico, también es de gran ayuda ya que si aquella persona no puede continuar con el trabajo otra lo podrá realizar sin dificultad porque se indica la última actividad que se realizó con respecto al Dolly, y por último el técnico debe firma la actividad que realizó.

**Tabla Nº 5 Codificación de los procesos de operación del Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200.**

<b>CODIFICACIÓN DE PROCESOS Y DOCUMENTOS</b>	
<b>PROCEDIMIENTOS</b>	<b>CÓDIGOS</b>
Mantenimiento del Dolly	ITSA - D - M1
Operación del Dolly	ITSA - D - M2
Seguridad del Dolly	ITSA - D - M3
Registro de mantenimiento del Dolly	ITSA - D - L1
Registro de funcionamiento del Dolly	ITSA - D - L2
Registro de los daños del Dolly	ITSA - D - L3

A continuación se describe los formatos de cada manual y registro para el mantenimiento, operación, funcionamiento, daños, entre otros del Dolly.

<b>ITSA</b> 	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Pág. :</b>
	<b>MANTENIMIENTO DEL DOLLY PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN BOEING 737 – 200 PARA EL ÁREA DE EQUIPOS DE APOYO DEL CEMA</b>	<b>Código:</b> ITSA - D - M1
	<b>Elaborado por: Sr. David Mullo</b>	<b>Revisado:</b> Nº. : 1
	<b>Aprobado por: Ing. Washington Molina</b>	<b>Fecha:</b>

### 1. OBJETIVO:

Documentar los procedimientos a seguir para el mantenimiento óptimo del Dolly que se encuentra a disposición de los técnicos.

### 2. ALCANCE:


Mantener en perfectas condiciones de funcionamiento la estructura del Dolly mismo que debe cumplir con las expectativas de trabajo requerida por los técnicos.

### 3. PROCEDIMIENTOS:

Los siguientes procedimientos deben ser realizados por el técnico:

- 3.1 Revisar que la gata hidráulica funcione correctamente durante el accionamiento para el desmontaje del conjunto de frenos.
- 3.2 En caso de que no funcione revisar la válvula de liberación.
- 3.3 Ajustar la válvula de liberación si existe fuga por ahí.
- 3.4 Cambiar la válvula de liberación si no se elimina la fuga.
- 3.5 Revisar que los rodillos estén engrasados correctamente.
- 3.6 Observar que las ruedas giratorias estén engrasadas y giren correctamente.
- 3.7 Verificar que la fibra falsa esté bien pegada a la cuna.
- 3.8 Asegurarse que el regulador de la faja este funcionando.
- 3.9 Chequear que la gata hidráulica, rodillos, ruedas giratorias, y la fibra falsa se encuentre en buenas condiciones.

**Firma de técnico:** \_\_\_\_\_

<b>ITSA</b> 	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Pág. :</b>
	<b>OPERACIÓN DEL DOLLY PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN BOEING 737 – 200 PARA EL ÁREA DE EQUIPOS DE APOYO DEL CEMA</b>	<b>Código:</b> ITSA - D - M2
	<b>Elaborado por: Sr. David Mullo</b>	<b>Revisado:</b> Nº. : 1
	<b>Aprobado por: Ing. Washington Molina</b>	<b>Fecha:</b>

**1. OBJETIVO:**

Documentar los procedimientos a seguir para la correcta operación del Dolly durante el proceso de montaje y desmontaje.


**2. ALCANCE:**

Operar correctamente el Dolly durante el proceso de mantenimiento que realizan los técnicos en la ciudad de Latacunga.

**3. PROCEDIMIENTOS:**

- 3.1 Movilizar el Dolly hacia el tren una vez que el avión se encuentre en gatas.
- 3.2 Introducir el Dolly en forma recta hacia el conjunto de frenos.
- 3.3 Actuar la gata hasta que la cuna este en contacto con el conjunto de frenos.
- 3.4 Desmontar el conjunto de frenos lentamente en la cuna del Dolly.
- 3.5 Asegurar el conjunto de frenos con la faja de seguridad.
- 3.6 Ajustar el regulador de la faja una vez que ya este el conjunto de frenos.
- 3.7 Desplazar el Dolly lentamente en forma recta hacia atrás.
- 3.8 Abrir la válvula de liberación de líquido para que la cuna descienda.
- 3.9 Retirar el Dolly con el conjunto de frenos hacia una zona segura.
- 3.10 La velocidad de desplazamiento no debe exceder los 5 km/h.
- 3.11 Aflojar el regulador de la faja y proceder a bajar el conjunto de frenos.

**Firma de técnico:** \_\_\_\_\_

<b>ITSA</b> 	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Pág. :</b>
	<b>SEGURIDAD DEL DOLLY PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN BOEING 737 – 200 PARA EL ÁREA DE EQUIPOS DE APOYO DEL CEMA</b>	<b>Código:</b> ITSA - D - M3
	<b>Elaborado por: Sr. David Mullo</b>	<b>Revisado:</b> Nº. : 1
	<b>Aprobado por: Ing. Washington Molina</b>	<b>Fecha:</b>

**1. OBJETIVO:**

Ofrecer seguridad al momento de manipular el Dolly y transportarlo de un lugar a otro con o sin carga.

**2. ALCANCE:**

Minimizar el esfuerzo físico del técnico al transportar el conjunto de frenos con seguridad.

**3. PROCEDIMIENTOS:**

Se debe realizar los siguientes procedimientos:

- 3.1 Verifique que los rodillos giren correctamente.
- 3.2 Chequear que los pernos guías de los rodillos no estén muy ajustados.
- 3.3 Regular la válvula de liberación del líquido de la gata hidráulica.
- 3.4 Chequear que la gata hidráulica este funcionando correctamente.
- 3.5 Verificar que las ruedas giratorias estén en perfecto estado.
- 3.6 Asegúrese que la faja se encuentre en el Dolly y este en perfecto estado.
- 3.7 Observar el estado de la fibra falsa de la cuna.
- 3.8 verifique que el regulador este funcionando correctamente.

**Firma de técnico:** \_\_\_\_\_



**REGISTRO DE MANTENIMIENTO DEL  
DOLLY PARA EL MONTAJE Y  
DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE  
FRENOS DEL AVIÓN BOEING 737 – 200  
PARA EL ÁREA DE EQUIPOS DE APOYO  
DEL CEMA**

Código: ITSA - D - R1

Código: ITSA - D - R1



Hoja: .....de.....

69

Nº	FECHA		TRABAJO REALIZADO	MATERIAL Y/O REPUESTO UTILIZADO	ENCARGADO	OBSEVACIONES
	ENTRADA	SALIDA				

Firma del técnico: \_\_\_\_\_



**REGISTRO DE FUNCIONAMIENTO DEL  
DOLLY PARA EL MONTAJE Y  
DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE  
FRENOS DEL AVIÓN BOEING 737 – 200  
PARA EL ÁREA DE EQUIPOS DE APOYO  
DEL CEMA**

Código: ITSA - D - R2

Código: ITSA - D - R2



Hoja: .....de.....

FECHA	MOTIVO	PRUEVAS EJECUTADAS	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	OBSERVACIONES

Firma del técnico: \_\_\_\_\_



**REGISTRO DE DAÑOS DEL DOLLY PARA  
EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL  
CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN  
BOEING 737 – 200 PARA EL ÁREA DE  
EQUIPOS DE APOYO DEL CEMA**

Código: ITSA - D - R3

Código: ITSA - D - R3



Hoja: .....de.....

62

No	FECHA	DAÑO OCASIONADO	CAUSA DEL DAÑO	ACCIÓN CORRECTIVA	OBSERVACIONES

Firma del técnico: \_\_\_\_\_



### 3.10 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Ya finalizada la construcción de la primera y segunda fase, se procede a verificar el correcto funcionamiento de la estructura y el sistema del giro de los rodillos actuando la gata hidráulica.

**Tabla Nº 6 Detalle de las pruebas de funcionamiento**

<b>PRUEBAS No.</b>	<b>FECHA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>CORRECCIÓN</b>
1	01/06/2009	Rodillos muy apretados	Desajuste
2	02/06/2009	Rodillos no giran al actuar la gata	Engrase
3	03/06/2009	Sin novedad	_____
4	04/06/2009	Sin novedad	_____
5	05/06/2009	Sin novedad	_____
6	06/06/2009	Sin novedad	_____
7	08/06/2009	Sin novedad	_____
8	09/06/2009	Sin novedad	_____

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- El Dolly se construyó, en base a las pruebas realizadas permitiendo el desmontaje y montaje del conjunto de frenos, lo cual satisface los objetivos planteados en el proyecto. El Dolly se encuentra en condición estándar de operación.
- El Dolly cumple con los requerimientos a satisfacer como son: fácil operación, mantenimiento, bajo costo, como equipo de apoyo para facilitar las tareas de mantenimiento a los técnicos del CEMA.
- El Dolly cuenta con manuales de operación, mantenimiento y seguridad que permiten normar los procesos que debe realizar el operario antes, durante y después de la manipulación del Dolly.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Que el Dolly sea utilizado para facilitar las tareas de mantenimiento, desmontando y montando del conjunto de frenos de otras aeronaves con similares características al Boeing 737 – 200.
- Que para la operación del equipo se tome muy en cuenta las instrucciones del manual de operación, así como el manual de mantenimiento con el fin de alargar la vida útil del equipo.
- Se recomienda al personal de mantenimiento del CEMA, que si el Dolly va ser utilizado en el avión BOEING 727-100/200 se utilice con mucha precaución para mayor seguridad del técnico.

## **GLOSARIO DE SIGLAS:**

**CEMA:** Centro de Mantenimiento Aeronáutico

**AMM:** Manual de Mantenimiento

**ITEL:** Herramienta Ilustrada y Lista de Equipos

**ATA:** Asociación de Transporte Aéreo

**DGAC:** Dirección General de Aviación Civil

**RDAC:** Regulación de la Dirección de Aviación Civil

**AD:** Directiva de Aeronavegabilidad

**SB:** Servicio de Boletín

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS:**

**Inspecciones:** Acción o efecto de inspeccionar.

**Mantenimiento:** Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

**Reparación:** Restitución a las condiciones iniciales de una aeronave o producto según su Certificado Tipo.

**Chequeo:** Acción de chequear los componentes que se estaban dado mantenimiento.

**Equipo:** Uno o varios conjuntos de componentes relacionados operacionalmente para el cumplimiento integral de una función determinada.

**Aeronavegabilidad:** Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura.

**Mantenimiento Preventivo:** Son operaciones de preservación simple o menores y el cambio de partes estándar pequeñas que no involucran operaciones de montaje completas.

**Directivas de Aeronavegabilidad:** Comunicación escrita de carácter mandatorio que establece una acción, método o procedimiento para aplicar a los productos aeronáuticos en los cuales existe una condición de inseguridad, con el objeto de preservar y/o garantizar su aeronavegabilidad.

### **Concéntrico**

Se dice de las figuras y de los sólidos que tienen un mismo centro

### **Diafragma**

Es un dispositivo que regula la abertura de un sistema óptico. Suele ser un disco o sistema de aletas dispuesto en el objetivo de una cámara de forma tal que restringe el paso de la luz, generalmente de forma ajustable.

### **Transmisores**

Es un circuito encargado de enviar de alguna manera la información que es aplicada en su entrada a través de un medio hacia un receptor remoto. No hace ninguna interpretación de la señal que tiene en la entrada, solo se encarga de enviarla de manera eficiente a través del medio para el cual fue diseñado.

### **Grasa – BMS 3 – 33**

Inorgánica, aceite base sintética sumada a litio, con aditivos antioxidantes y anticorrosivos.

### **Grasa – MIL – PRF – 23827 (Aeroshell Grease 7)**

Esta especificación cubre las exigencias para un grado de grasa para el empleo en temperaturas sumamente bajas sobre el avión e instrumentos. Esta grasa es eficaz en la gama de temperaturas de -73°C a 121°C.

### **Componente Anti seize – BMS 3 – 28.**

Compuestos Anti-agarre es diseñado para proteger partes metálicas de la herrumbre, la corrosión, irritante y la toma. Ellos alivian el ensamble y el

desmontaje de uniones aptas de resbalón, aptas de prensa, y roscadas y reducen la fricción y la llevada sobre el equipo crítico de operaciones. Formulado para ambientes severos industriales, estos productos protegen contra temperaturas altas, cargas pesadas, sustancias químicas, aporreando y la vibración.

#### **Grasa MIL – G – 21164 (Aeroshell Grease 17)**

Inorgánica (Microgel) con un 5% de bisulfito de Molibdeno, aceite base sintético. Rango de temperaturas entre - 73° C a 149° C.

#### **Aeroshell # 5**

Inorgánica (Microgel), aceite base mineral, con aditivos antioxidantes y anticorrosivos. Rango de temperatura entre - 23° a 177° C.

#### **MIL – G – 81322 (Aeroshell Grease 22)**

Inorgánica (Microgel), aceite base sintético, con aditivos antioxidantes y anticorrosivos. Elevada capacidad de carga y resistencia al agua. Rango de temperatura entre - 65° a 204° C.

#### **MIL – G – 25760 (Aeroshell Grease 16)**

Inorgánica (Microgel), aceite base sintético y mineral, con aditivos antioxidantes y anticorrosivos. Elevada capacidad de carga y resistencia al agua. Rango de temperatura entre - 54° a 204° C.

#### **Componente Anti seize Ease - OFF 990**

Compuesto que previene el agarre, irritante, la corrosión de hilo, y el metal al asimiento metálico sobre la tuerca e hilos de cerrojo y uniones de V.

#### **BMS 3 – 11.**

Fluido hidráulico resistente al fuego Skydrol LD – 4 destaca la densidad baja, la estabilidad excelente termal, la prevención de erosión de válvula, y el control de depósito.

## **Bearing (Cojinete)**

Pieza de acero aleado con cromo, manganeso y molibdeno, para facilitar la ejecución de rigurosos tratamientos térmicos y obtener piezas de gran resistencia al desgaste y a la fatiga. En la selección de los materiales, deben tomarse en consideración las temperaturas de operación y una adecuada resistencia a la corrosión.

## **Válvula check**

Válvula que permite el flujo de líquido en una sola dirección.

## **Actuador**

Dispositivo capaz de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

## **Regulador**

Es un mecanismo que regula para ordenar o normalizar el movimiento o los efectos de una máquina o de alguna de sus piezas.

## **Válvula de alivio**

La válvula de alivio de presión está diseñada para liberar fluido cuando la presión interna supera el umbral establecido. Su misión es evitar una explosión, el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión.

## **Fundente**

Se conocen con el nombre de fundente a una amplia gama de productos químicos que se utilizan en los procesos de fusión de los minerales.

## **Metano**

Es el hidrocarburo más simple, producto de la descomposición anaeróbica. Componente, entre otros, del gas natural y del biogás.

## **Acetileno**

El acetileno o etino es el alquino más sencillo. Es un gas, altamente inflamable, un poco más ligero que el aire e incoloro.

## **Hidrógeno**

Es un elemento químico representado por el símbolo H y con un número atómico de 1. En condiciones normales de presión y temperatura, es un gas diatómico (H<sub>2</sub>) incoloro, inodoro, insípido, no metálico y altamente inflamable.

## **Electrólisis**

La Electrólisis consiste en la descomposición mediante una corriente eléctrica de sustancias ionizadas denominadas electrolitos.

## **Preservación**

Mantener en buen estado todos los componentes que forman parte del avión Boeing 737-200. Y de todos los componentes.

## **Componente**

Es aquel que forma parte del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737-200.

## **Estructura**

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

## **Instrumento**

Maquina, herramienta, equipo que sirve para realizar un trabajo de prueba o funcionamiento.

## **Desgaste**

Acción o efecto que se produce por el continuo contacto de dos o más componentes de la aeronave.

**Daño**

Acción que se produce por el inadecuado uso o manipulación por parte del trabajador.

**Restauración**

Recuperar las características de algún componente que se haya dañado o goleado

**Modificación**

Acción y efecto de modificar, cambiar pero no alterar ninguna parte.

**Sistema eléctrico**

Se entiende por sistema eléctrico, a los elementos, líneas e instalaciones, que en conjunto, forman el sistema de transporte de energía, comprendido el cual desde las centrales productoras hasta los propios abonados.

**Sistema hidráulico**

Se entiende por sistema hidráulico, a los elementos, líneas hidráulicas, que en conjunto, forman el sistema de transporte de líquido hidráulico, comprendido el cual desde el reservorio hasta los diferentes componentes hidráulicos.

**Sistema combustible**

Se entiende por sistema de combustible, a los elementos, líneas, que en conjunto, forman el sistema de combustible, comprendido el cual desde los tanques de combustible hasta componentes que entran en funcionamiento.



## BIBLIOGRAFÍA:

- THE BOEING COMPANY, 737 "Maintenance Manual" ATA 32.
- THE BOEING COMPANY, 737 (ITEL) ATA 32.
- Regulaciones Aeronáuticas del Ecuador.
- Academia Interamericana de la Fuerza Aérea "Diccionario de Inglés Técnico Aeronáutico".
- Avallone, Eugene. A. - Baumeister, Theododre. (1986), Manual del Ingeniero Mecánico Editorial OFGLOMA, S.A. de C.V. I Edición, México.
- Mangonon, Pat L. (2001), Ciencia de los Materiales: Selección y Diseño. Editorial Pearson Educación. I Edición, México.
- Margoth Montesdeoca (2006), Proyecto de Grado - Itsa, Construcción de un Banco Soporte Móvil para el Tren de Aterrizaje del Avión AVRO 748. Latacunga.
- Bautista Rodrigo (2008), Proyecto de Grado - Itsa, Construcción de una Prensa Hidráulica con capacidad de 4 toneladas. Quito.
- R.M: Timoshenko – James M. Gere. Resistencia de los Materiales IV Edición.
- Ferdinand P. Beer; E. Russell Johnston, Jr; John T. DeWolf: Mecánica de Materiales. III Edición, México.

## PÁGINAS WEB

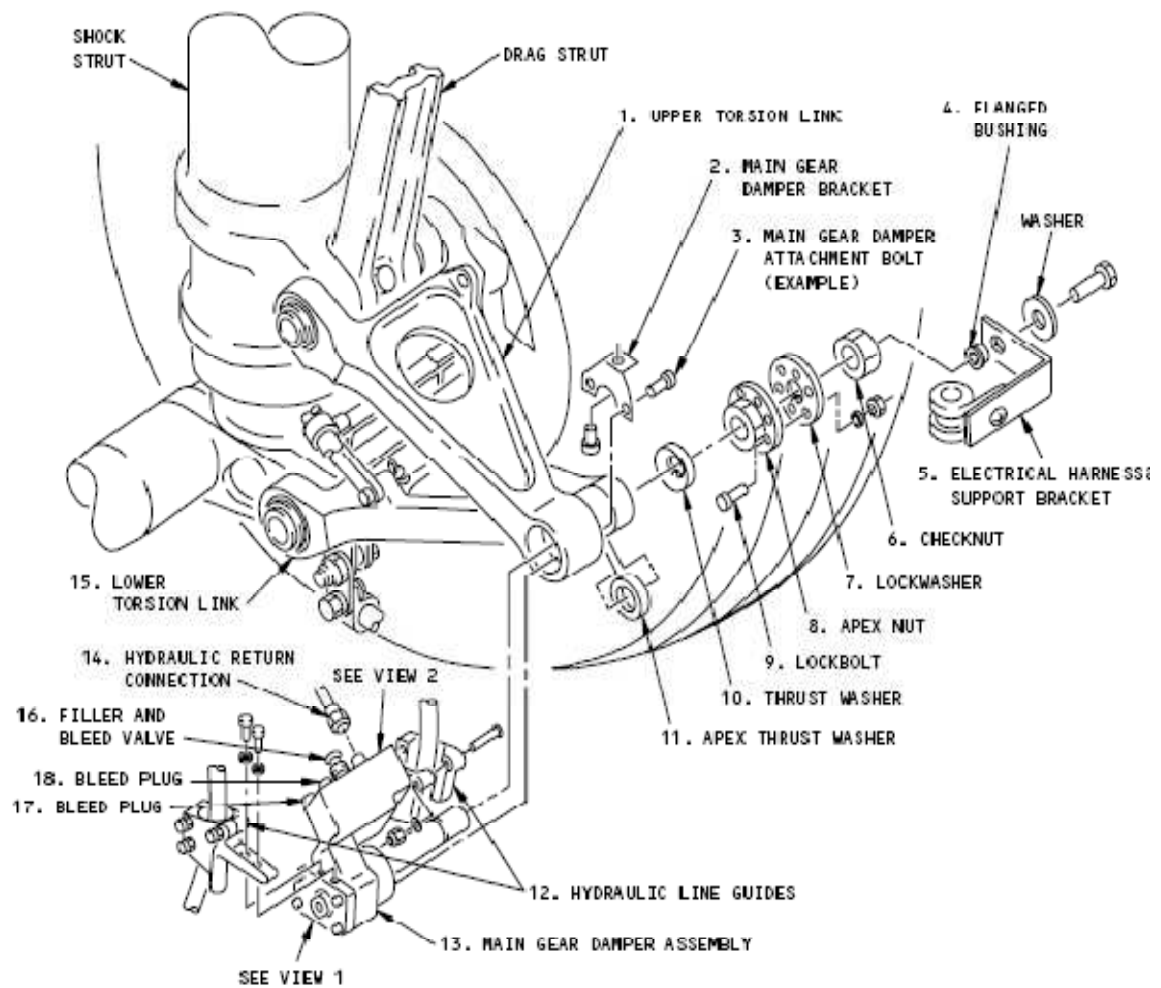
- [www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/aeronautica](http://www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/aeronautica)
- [www.shell.com](http://www.shell.com)
- [www.texacone.com](http://www.texacone.com)
- <http://store.skymartsales.com/aviation-hydraulic-fluids>.
- [www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha\\_737](http://www.todo-aviones.com.ar/usa/boeing737/ficha_737)
- [www.flexelo.com](http://www.flexelo.com)
- [www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso1/Imagenes/soldacos](http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso1/Imagenes/soldacos).
- [http://www.meyerplastics.com/adhesives\\_seal\\_tape/anti-seize\\_comp\\_sht.htm](http://www.meyerplastics.com/adhesives_seal_tape/anti-seize_comp_sht.htm)
- [http://www.armitelabs.com/products\\_leadfree\\_general\\_purpose.html](http://www.armitelabs.com/products_leadfree_general_purpose.html)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Investigaci%C3%B3n>

**ANEXO A:**  
**FOTOS DE FUNCIONAMIENTO DE DOLLY CON CARGA Y**  
**SIN CARGA**

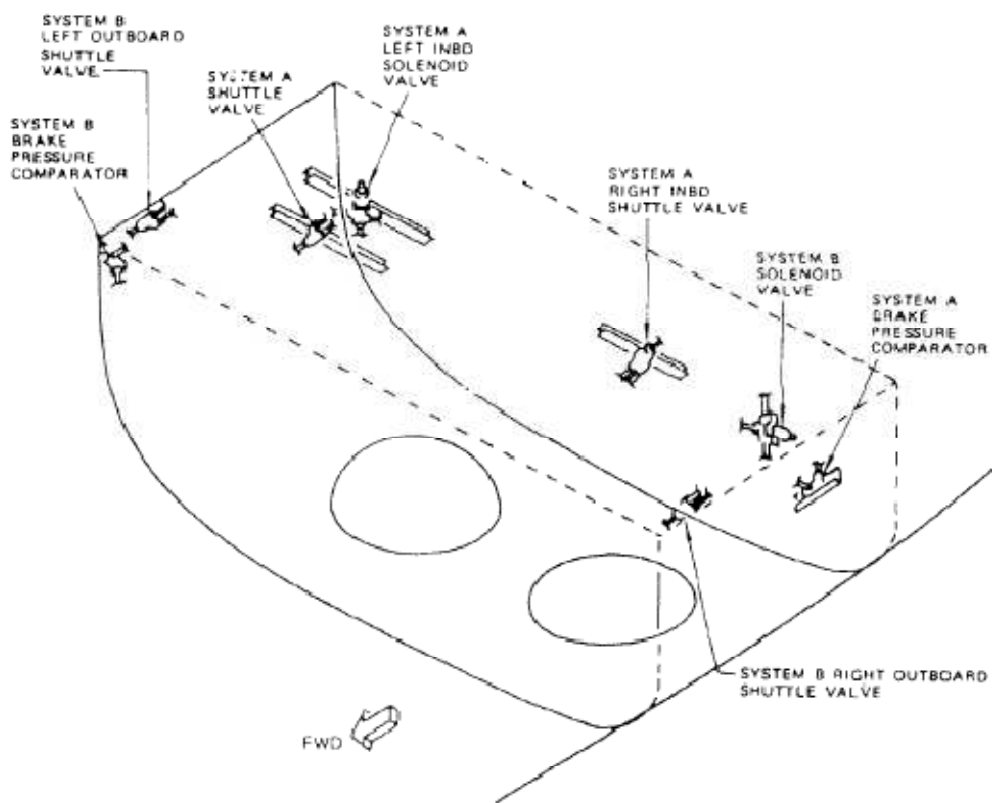
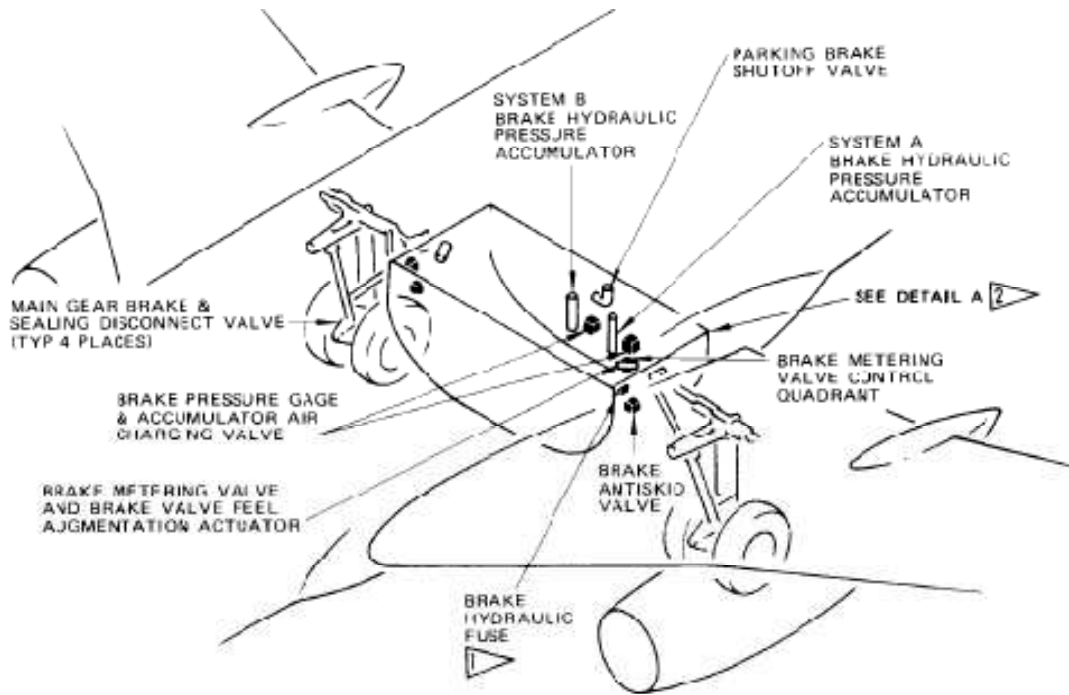




**ANEXO B:**  
**ÓRDENES TÉCNICAS DE REFERENCIA**



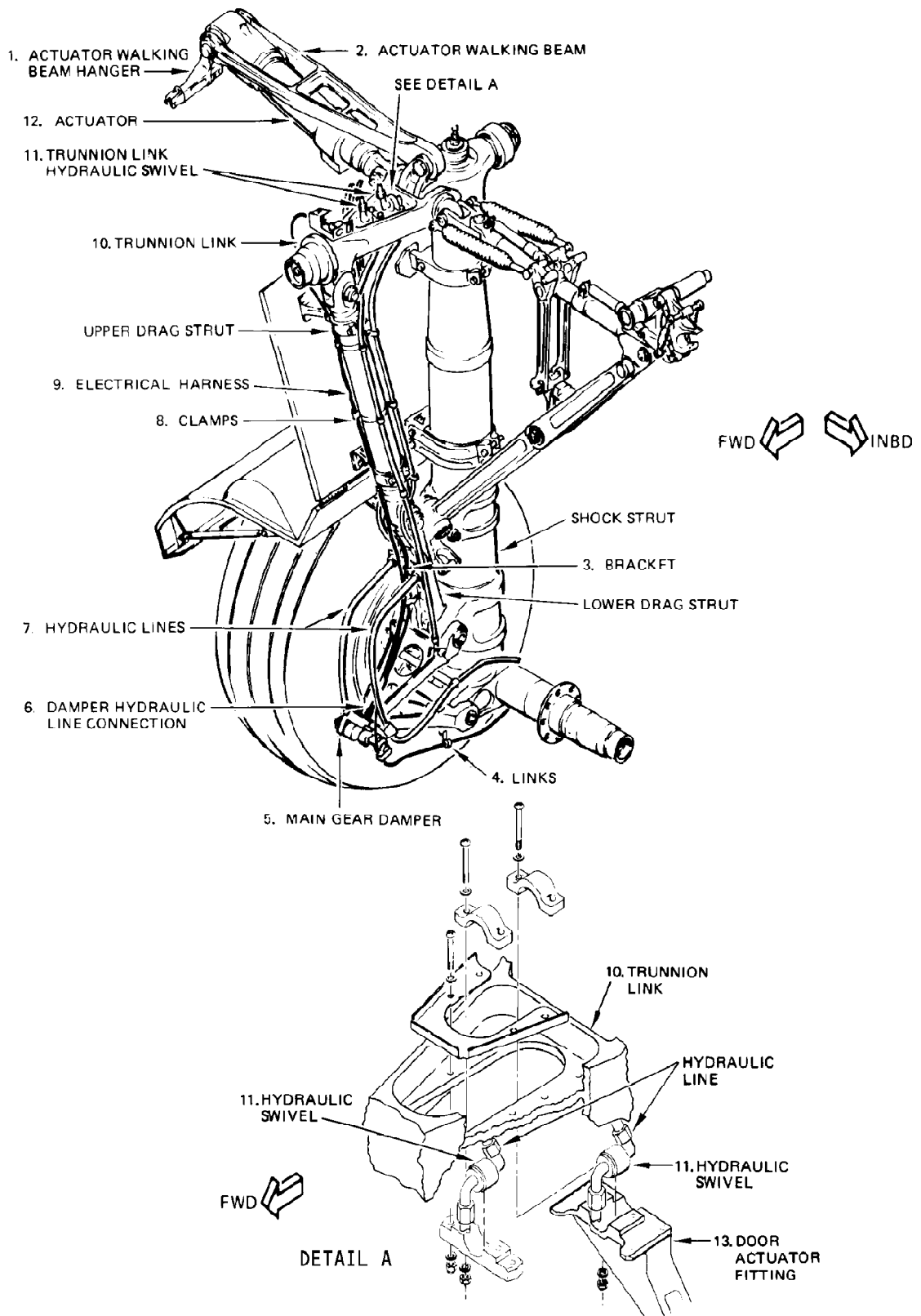
### Instalación del Damper del Tren Principal.



AUTOMATIC BRAKING SYSTEM HYDRAULIC COMPONENTS 2

DETAIL A

Localización de los Componentes del Sistema de Freno Hidráulico.



**Componentes del Tren Principal.**

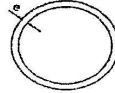


**ANEXO C:**  
**ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES**

# TUBERÍA ESTRUCTURAL

## Características Generales:

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

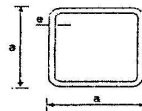


DIÁMETRO EXTERIOR

## 1. Tubos Redondos

DENOMINACIÓN		ESPESOR e	PESO	
Diámetro Exterior (D)			P	P
pulg.	mm	mm	Kg/m	Kg/6m
5/8	15.88	1,50	0,55	3,28
3/4	19.05	1,50	0,67	3,99
7/8	22,22	1,50	0,79	4,73
1	25,40	1,50	0,90	5,37
		2,00	1,17	7,02
1 1/4	31,75	1,50	1,13	6,78
		2,00	1,48	8,90
1 1/2	38,10	1,50	1,37	8,20
		2,00	1,80	10,79
1 3/4	44,45	1,50	1,60	9,57
		2,00	2,13	12,76
1 7/8	47,63	1,50	1,72	10,32
		2,00	2,27	13,62
2	50,80	1,50	1,84	11,02
		2,00	2,43	14,55
		3,00	3,45	20,69
2 1/4	57,15	1,50	2,08	12,47
		2,00	2,79	16,72
2 3/8	60,50	1,50	2,24	13,42
		2,00	2,83	17,00
		3,00	4,38	26,28
2 1/2	63,50	1,50	2,34	14,04
		2,00	3,13	18,75
		3,00	4,62	27,69
3	76,20	2,00	3,68	22,42
		3,00	5,26	33,35
		4,00	7,35	44,09
3 1/2	89,10	2,00	4,37	26,19
		3,00	6,50	39,00
		4,00	8,60	51,62
4 1/2	114,30	2,00	5,59	33,53
		3,00	8,36	50,16
		4,00	11,09	66,51
5	127,00	2,00	6,22	37,30
		3,00	9,26	55,53
		4,00	12,28	73,66

## 2. Tubos Cuadrados



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

**ANEXO D:**  
**PROPIEDADES TÍPICAS DE LOS MATERIALES  
SELECCIONADOS USADOS EN INGENIERÍA**

**Apéndice B.** Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería<sup>1,5</sup>  
(Unidades utilizadas en Estados Unidos)

Material	Peso específico lb/in. <sup>3</sup>	Resistencia última			Fluencia <sup>2</sup>		Módulo de elasticidad, 10 <sup>6</sup> psi	Módulo de rigidez, 10 <sup>6</sup> psi	Coeficiente de expansión, 10 <sup>-6</sup> /°F	Ductilidad, porcentaje de elongación en 2 in.
		Tensión, ksi	Compresión, <sup>2</sup> ksi	Cor-tante, ksi	Tensión, ksi	Cor-tante, ksi				
<b>Acero</b>										
Estructural (ASTM-A36)	0.284	58			36	21	29	11.2	6.5	21
Alta resistencia-baja aleación										
ASTM-A709 Grado 50	0.284	65			50		29	11.2	6.5	21
ASTM-A913 Grado 65	0.284	80			65		29	11.2	6.5	17
ASTM-A992 Grado 50	0.284	65			50		29	11.2	6.5	21
Templado										
ASTM-A709 Grado 100	0.284	110			100		29	11.2	6.5	18
<b>Inoxidable AISI 302</b>										
Laminado en frío	0.286	125			75		28	10.8	9.6	12
Recocido	0.286	95			38	22	28	10.8	9.6	50
<b>Acero de refuerzo</b>										
Resistencia media	0.283	70			40		29	11	6.5	
Alta resistencia	0.283	90			60		29	11	6.5	
<b>Fundición:</b>										
Fundición gris										
4.5% C. ASTM A-48	0.260	25	95	35			10	4.1	6.7	0.5
Hierro fundido										
2% C, 1% Si. ASTM A-47	0.264	50	90	48	33		24	9.3	6.7	10
<b>Aluminio</b>										
Aleación 1100-H14 (99% Al)										
	0.098	16		10	14	8	10.1	3.7	13.1	9
Aleación 2014-T6	0.101	66		40	58	33	10.9	3.9	12.8	13
Aleación 2024-T4	0.101	68		41	47		10.6		12.9	19
Aleación 5456-H116	0.095	46		27	33	19	10.4		13.3	16
Aleación 6061-T6	0.098	38		24	35	20	10.1	3.7	13.1	17
Aleación 7075-T6	0.101	83		48	73		10.4	4	13.1	11
<b>Cobre</b>										
Libre de oxígeno (99.9% Cu)										
Recocido	0.322	32		22	10		17	6.4	9.4	45
Endurecido	0.322	57		29	53		17	6.4	9.4	4
<b>Latón amarillo (65% Cu, 35% Zn)</b>										
Laminado en frío	0.306	74		43	60	36	15	5.6	11.6	8
Recocido	0.306	46		32	15	9	15	5.6	11.6	65
<b>Latón rojo (85% Cu, 15% Zn)</b>										
Laminado en frío	0.316	85		46	63		17	6.4	10.4	3
Recocido	0.316	39		31	10		17	6.4	10.4	48
Estaño bronce (88 Cu, 8 Sn, 4 Zn)	0.318	45			21		14		10	30
Manganeso bronce (63 Cu, 25 Zn, 6 Al, 3 Mn, 3 Fe)	0.302	95			48		15		12	20
Aluminio bronce (81 Cu, 4 Ni, 4 Fe, 11 Al)	0.301	90	130		40		16	6.1	9	6

**ANEXO E:**  
**RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL DOLLY EN EL**  
**SOLIDWORKS SIMULATION**

# ANÁLISIS DE TENSIONES DE LA SECCIÓN A (DOLLY)

AUTOR: ING. FÉLIX MANJARRÉS A.

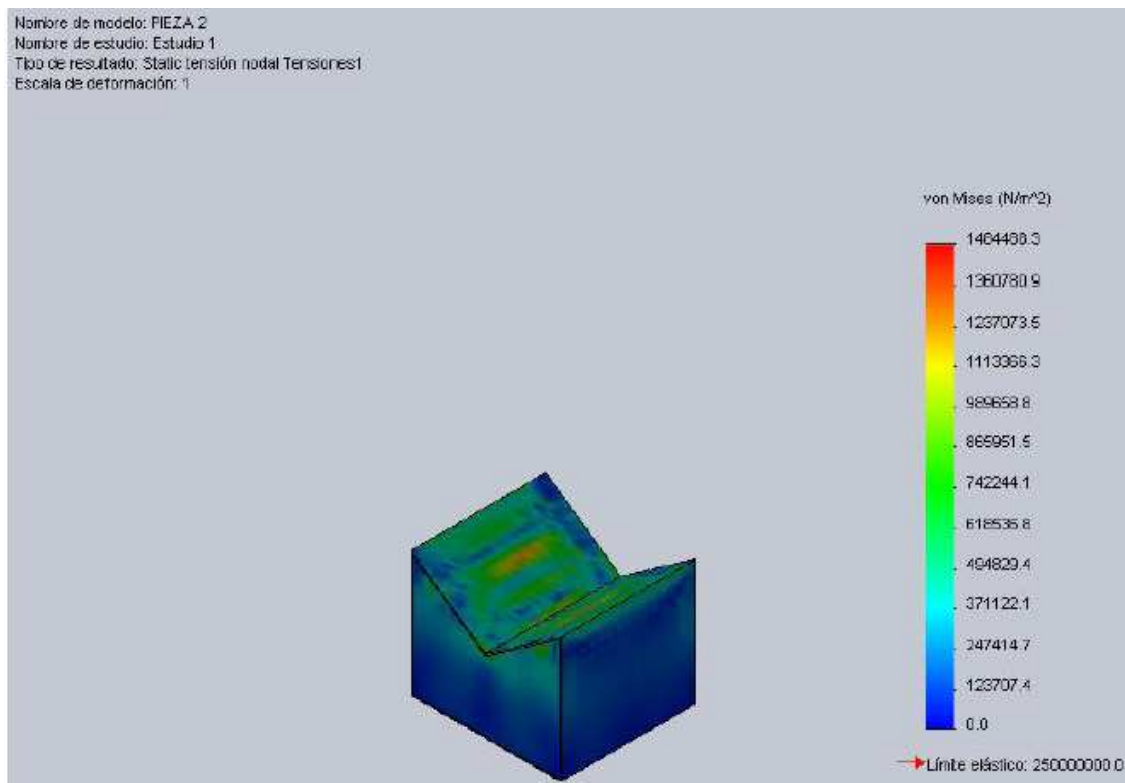
EMPRESA: ITSA

## NOTA:

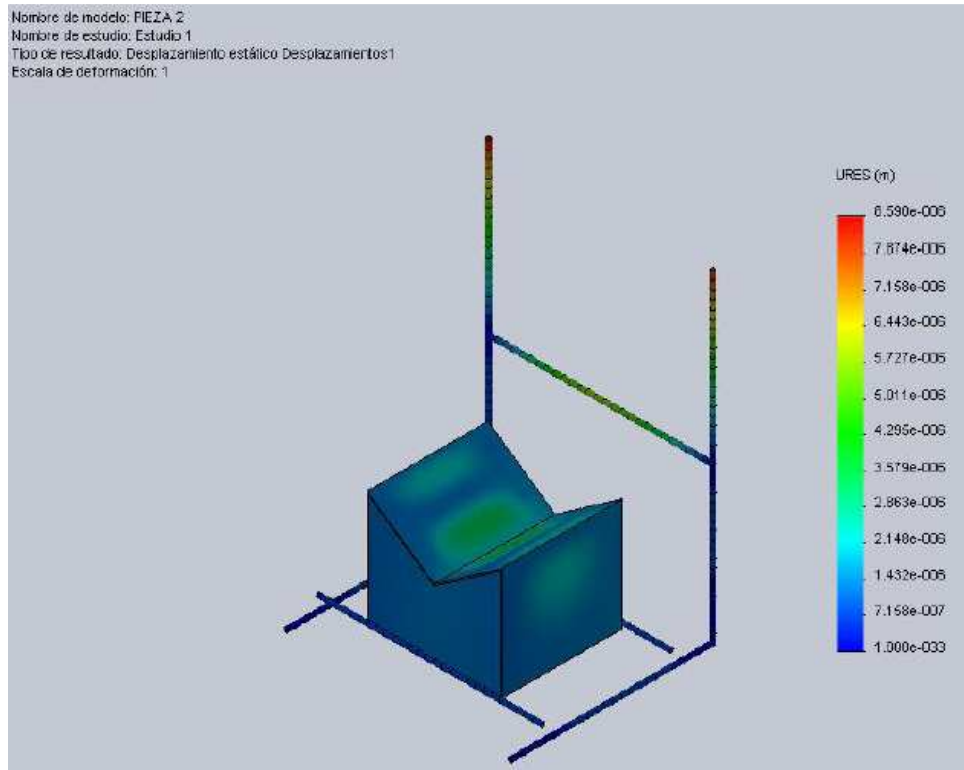
No base sus decisiones de diseño solamente en los datos presentados en este informe. Utilice esta información en conjunción con datos experimentales y con la experiencia práctica. Las pruebas de campo son de obligado cumplimiento para validar su diseño definitivo. SolidWorks Simulation le ayuda a reducir el tiempo de salida al mercado de sus productos, aunque sin llegar a eliminar las pruebas de campo por completo.

## COMENTARIOS:

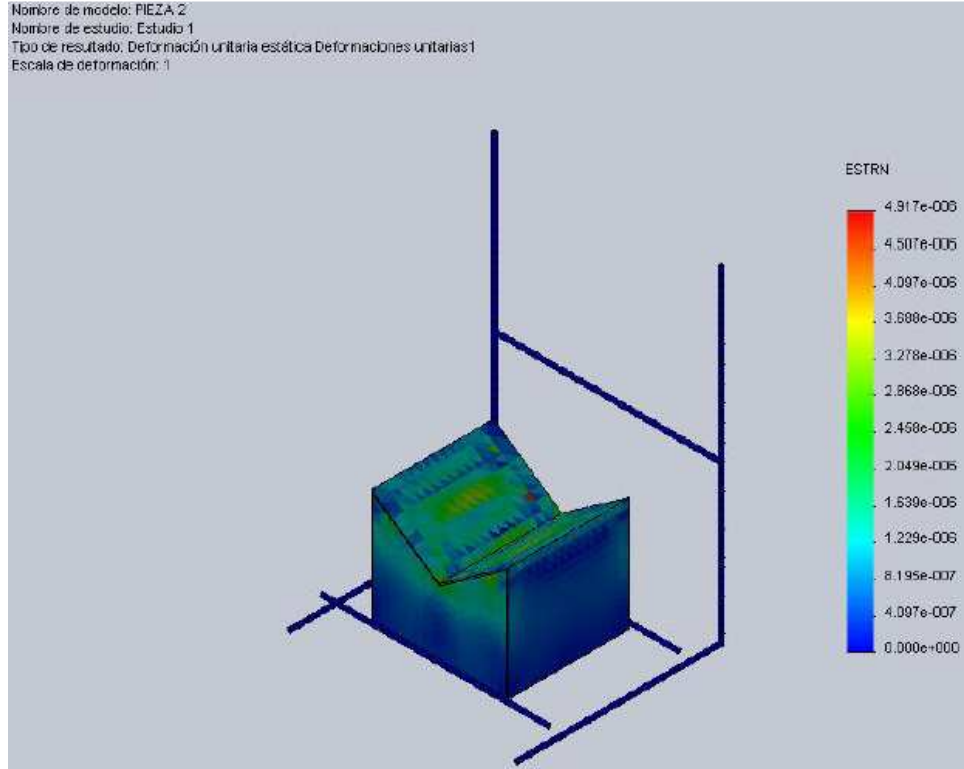
En esta sección se aplican dos cargas simultáneamente el momento mismo del funcionamiento de la máquina, la una equivale al peso del sistema de frenos de 100 lb y la otra carga se estima de 120 lb para que se pueda romper el equilibrio y la máquina funcione.



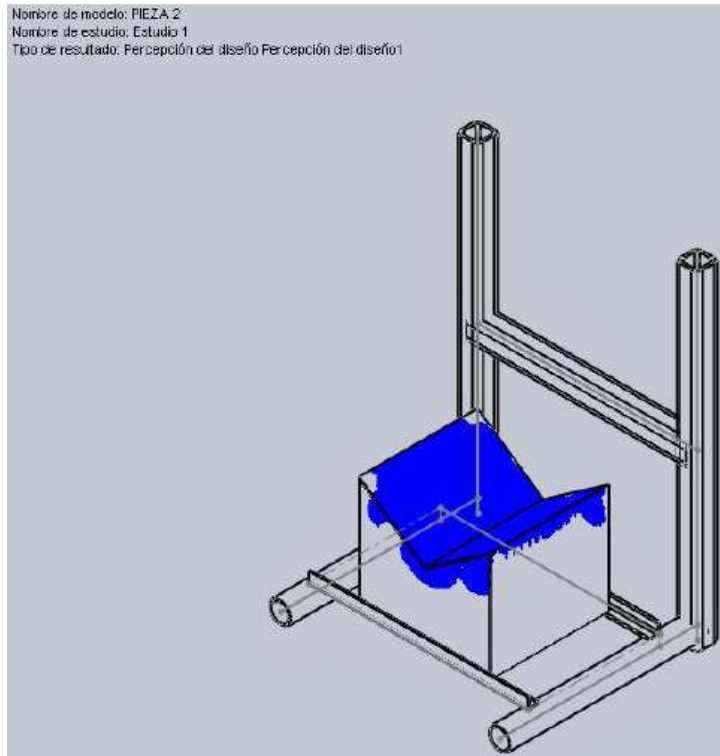
SECCIÓN A – ESTUDIO 1 – TENSIONES – TENSIONES



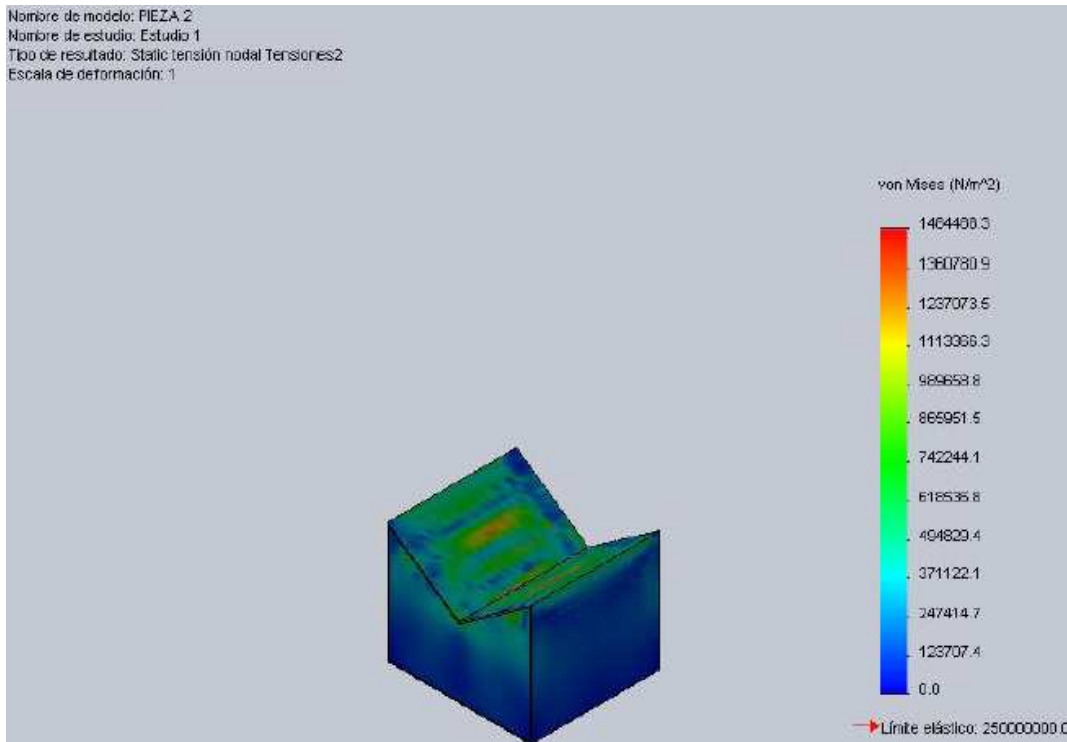
**SECCIÓN A – ESTUDIO 1 – DESPLAZAMIENTOS – DESPLAZAMIENTOS**



**SECCIÓN A – ESTUDIO 1 – DEFORMACIONES UNITARIAS –  
 DEFORMACIONES UNITARIAS 1**



**SECCIÓN A – ESTUDIO 1 – PERCEPCIÓN DEL DISEÑO – PERCEPCIÓN DEL DISEÑO**



**SECCIÓN A – ESTUDIO 1 – TENSIONES – TENSIONES 2**



# ANÁLISIS DE TENSIONES DE SECCIÓN B (DOLLY)

AUTOR: ING. FÉLIX MANJARRÉS A.

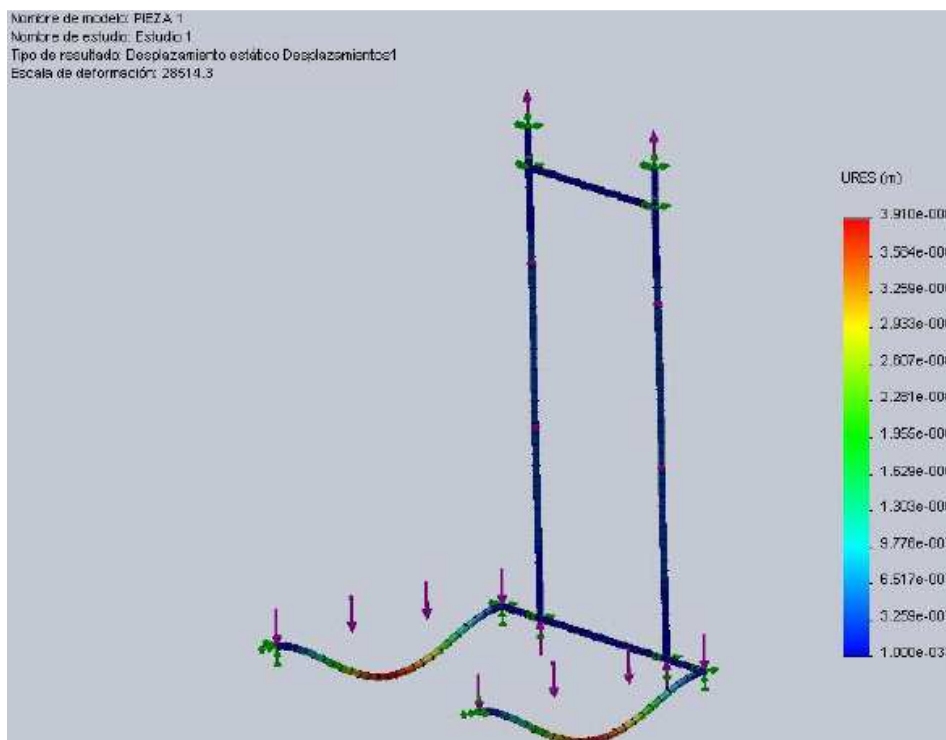
EMPRESA: ITSA

## NOTA:

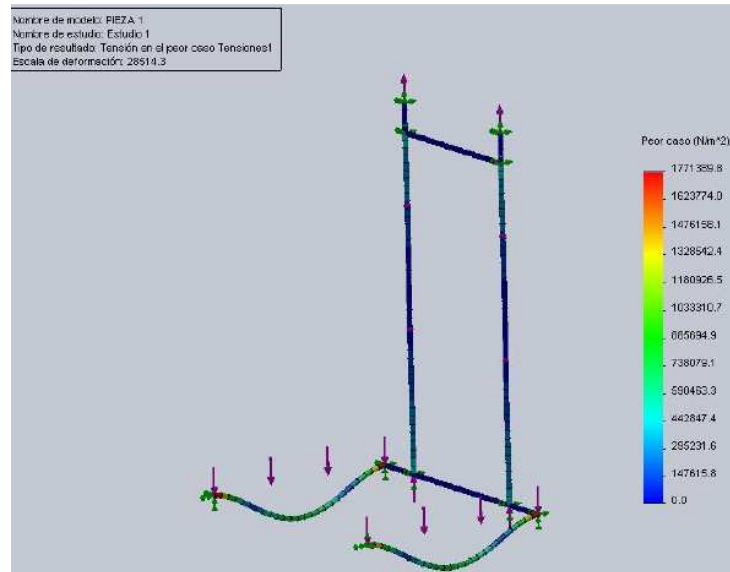
No base sus decisiones de diseño solamente en los datos presentados en este informe. Utilice esta información en conjunción con datos experimentales y con la experiencia práctica. Las pruebas de campo son de obligado cumplimiento para validar su diseño definitivo. SolidWorks Simulation le ayuda a reducir el tiempo de salida al mercado de sus productos, aunque sin llegar a eliminar las pruebas de campo por completo.

## COMENTARIOS:

En esta sección se aplican dos cargas la primera correspondiente a la carga ejercida en forma deslizante del gato hidráulico, la segunda correspondiente al peso del sistema de frenos que carga el dolly, que afecta a los elementos estructurales del tubo redondo de la base de esta sección b.



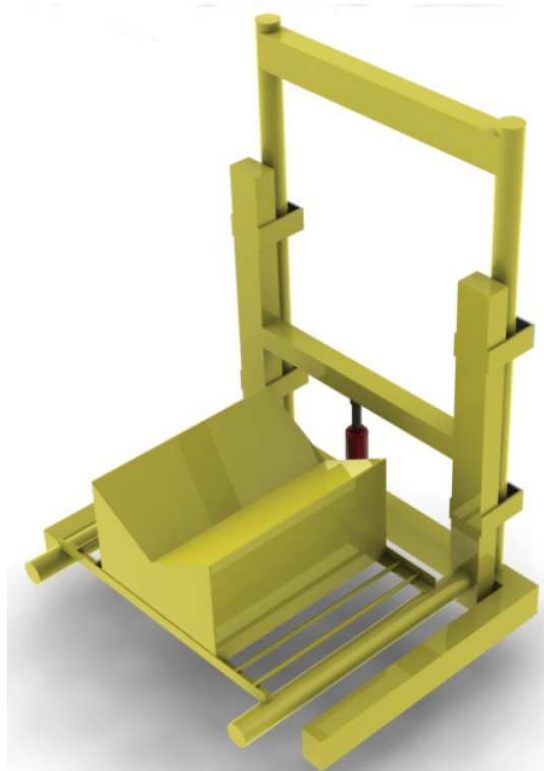
DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO SECCIÓN B



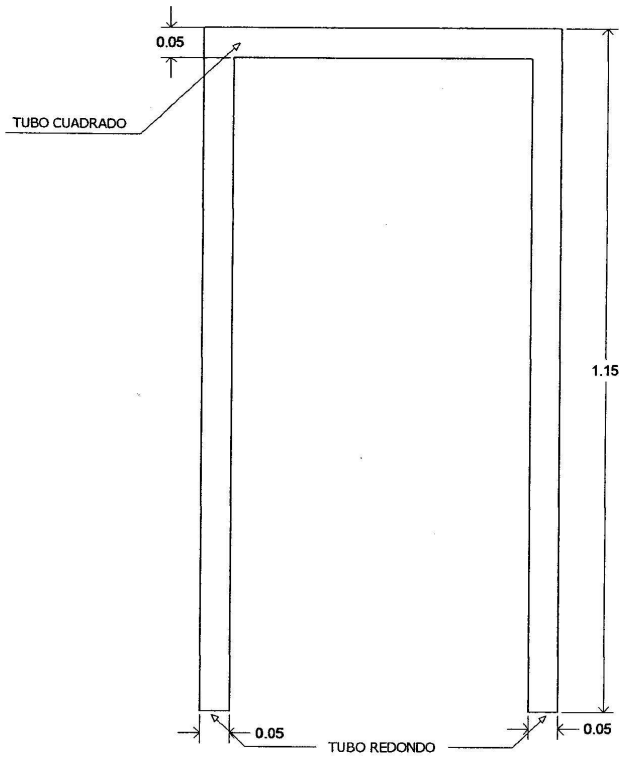
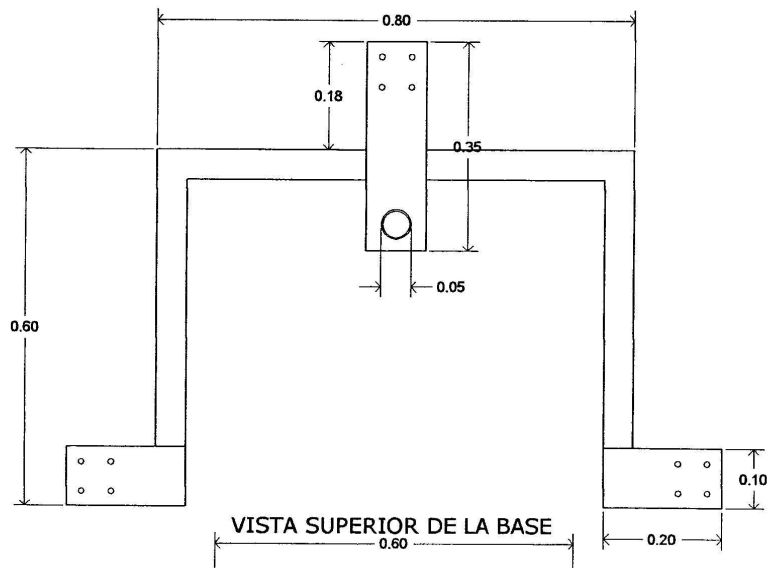
### DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS SECCIÓN B

#### CONCLUSIÓN:

De los análisis realizados, y según las tablas de especificaciones, así como los fotogramas que presenta el software, el diseño es óptimo, soporta las cargas que se le aplicarán, eficientemente con el material seleccionado: acero estructural astm a 36 y electrodos e 6011. Diseño ok.

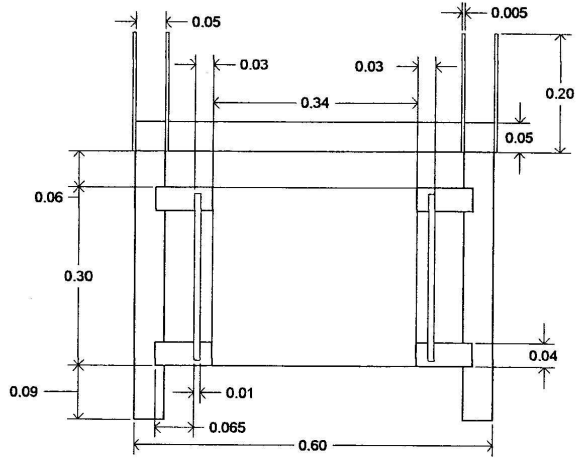


**ANEXO F:**  
**PLANOS**

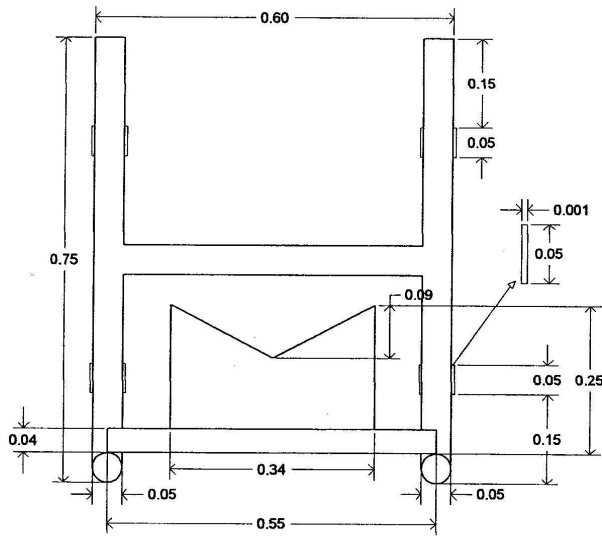


### INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	AVIÓN BOEING 737-200	Lámina N°
Diseñado	06/05/09	Almno. David Mullo	<i>[Signature]</i>		Código: BASE
Dibujado	06/05/09	Almno. David Mullo	<i>[Signature]</i>	Escales:	
Revisado	06/05/09	Sgop. Washington Molina	<i>[Signature]</i>	Material: tubo cuadrado y redondo	1:10
Aprobado	06/05/09	Sgop. Washington Molina	<i>[Signature]</i>		Sistema:

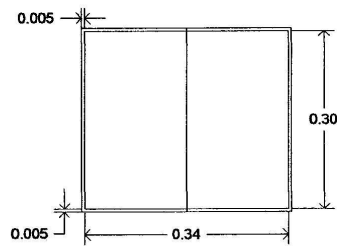
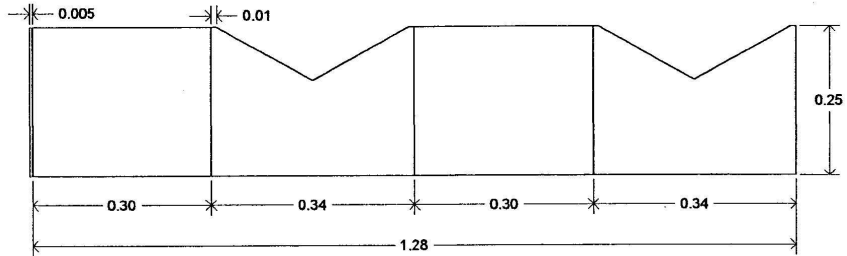


VISTA SUPERIOR DE LA PARTE MOVIL DEL DOLLY



VISTA FRONTAL DE LA PARTE MOVIL DEL DOLLY

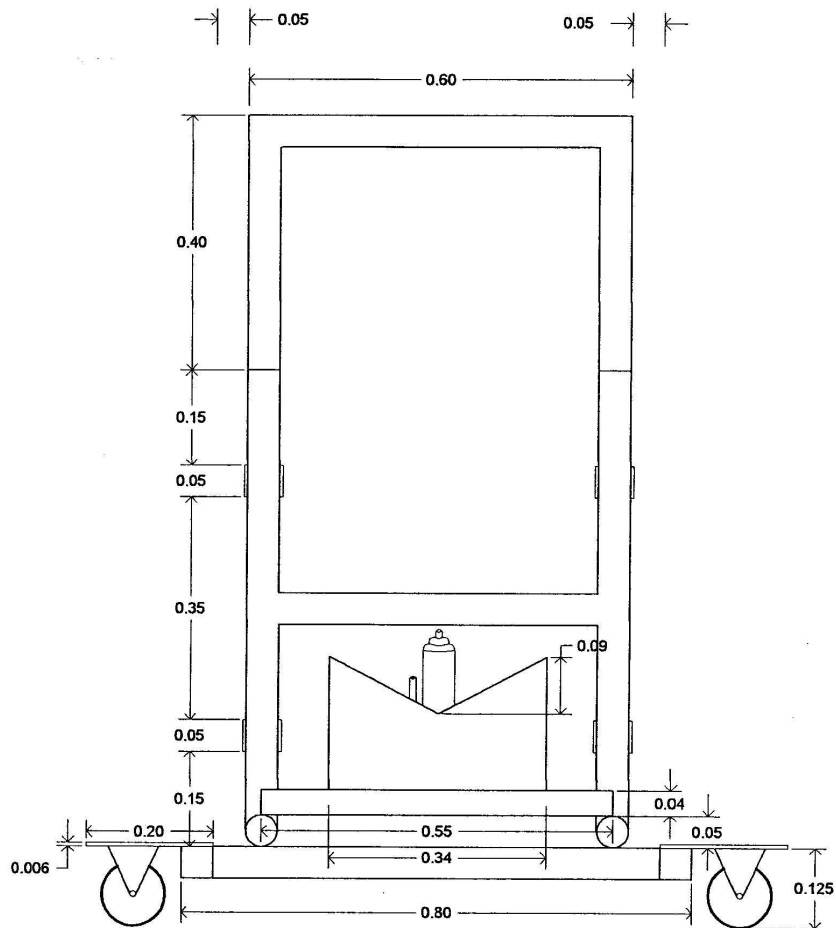
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO					
ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	AVIÓN BOEING 737-200	Lámina N°
Diseñado	06/05/09	Almno. David Mullo	<i>D. Mullo</i>		2
Dibujado	06/05/09	Almno. David Mullo	<i>D. Mullo</i>	Código: PARTE MÓVIL DEL DOLLY	Escala: 1:10
Revisado	06/05/09	Sgop. Washington Molina	<i>W. Molina</i>		
Aprobado	06/05/09	Sgop. Washington Molina	<i>W. Molina</i>	Material: tubo cuadrado y redondo	Sistema:



VISTA DE LA CUNA ABIERTA EN SU TOTALIDAD

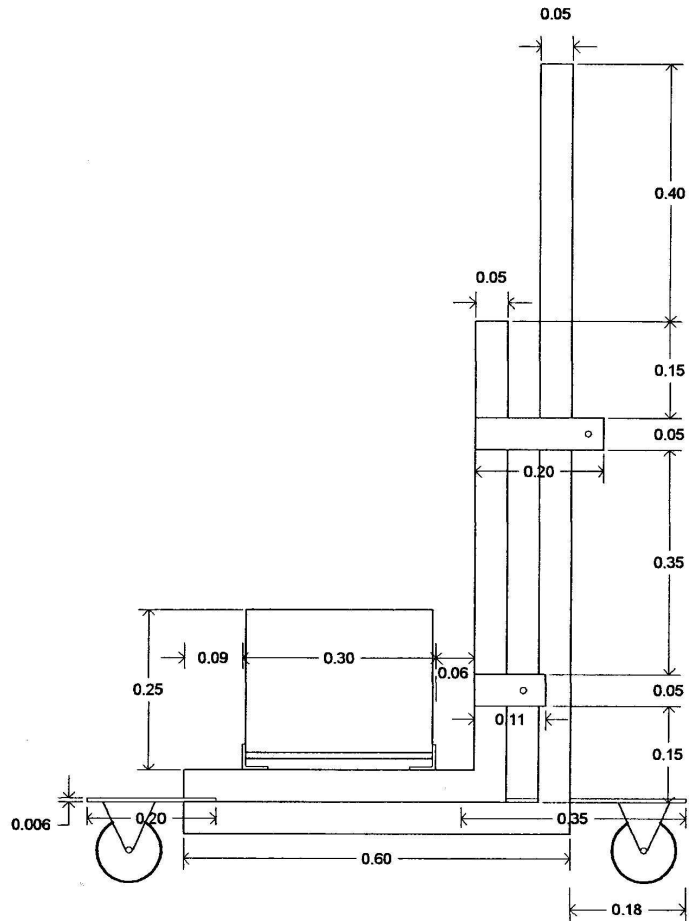
### INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	AVIÓN BOEING 737-200	Lámina N°
Diseñado	06/05/09	Almno. David Mullo	<i>[Signature]</i>	CUNA	3
Dibujado	06/05/09	Almno. David Mullo	<i>[Signature]</i>		Escala:
Revisado	06/05/09	Sgop. Washington Molina	<i>[Signature]</i>	lámina de tol	1:10
Aprobado	06/05/09	Sgop. Washington Molina	<i>[Signature]</i>		Sistema:



VISTA FRONTAL DEL DOLLY

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO					
ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	AVIÓN BOEING 737-200	Lámina N°
Diseñado	06/05/09	Almno. David Mullo	<i>David Mullo</i>		4
Dibujado	06/05/09	Almno. David Mullo	<i>David Mullo</i>		Escala:
Revisado	06/05/09	Sgop. Washington Molina	<i>W. Molina</i>	Código: DOLLY	1:10
Aprobado	06/05/09	Sgop. Washington Molina	<i>W. Molina</i>	Material: tubo cuadrado y redondo	Sistema:



VISTA LATERAL DEL DOLLY

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	AVIÓN BOEING 737-200	Lámina N°
Diseñado	06/05/09	Almno. David Mullo	<i>[Signature]</i>		5
Dibujado	06/05/09	Almno. David Mullo	<i>[Signature]</i>		Escala:
Revisado	06/05/09	Sgop. Washington Molina	<i>[Signature]</i>	Código: DOLLY	1:10
Aprobado	06/05/09	Sgop. Washington Molina	<i>[Signature]</i>	Material: tubo cuadrado y redondo	Sistema:



**ANEXO G:  
ANTEPROYECTO**

# INFORME DEL PROBLEMA

## 1 EL PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

EL CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO (CEMA) fue creado el 31 de julio de 1989, dicha empresa está ubicada en el Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi en la calles Miguel Iturralde y Av. Amazonas. En la actualidad está conformada por 60 personas cada una en sus diferentes áreas y se encuentra a cargo del Mayor. Edison León T. (GERENTE DEL CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO).

EL CEMA fue creado para brindar servicio en lo relacionado a inspecciones, chequeos, mantenimiento y reparaciones de aviones comerciales tanto nacionales como internacionales, a través de varios procesos a seguir en sus diferentes especialidades como son: mantenimiento, estructuras, pintura, electrónica, suelda, logística, personal administrativo y de servicio, con el fin de aportar a la seguridad y desarrollo del país y la ciudad en la que se encuentra ubicado, así como planificar y ejecutar cursos de capacitación para el personal, por lo cual cuenta con un personal altamente capacitado y muy preparado y gracias a ello se a ganado un alto prestigio a nivel nacional como internacional, ya que en el momento se encuentran dando mantenimiento a 3 aviones Boeing 737 – 200 de nacionalidad Venezolana pero de distintas compañías (CONVIASA, AVIOR, RUTACA).

Tomando en consideración lo mencionado y el continuo crecimiento de la empresa, y de la necesidad de tener un área de equipos de apoyo completa para todas aquellas actividades y procesos de mantenimiento que deben cumplir día a día en las aeronaves, ya que sin estos equipos de apoyo los técnicos no tienen las facilidades para realizar su trabajo, por lo que se han presentado dificultades

en los diferentes procesos de mantenimiento, por consiguiente los técnicos se ven en la necesidad de utilizar su fuerza física.

De no solucionarse esta situación seguirán existiendo problemas para realizar los diferentes procesos de mantenimiento de la aeronave y por lo tanto los técnicos seguirán usando su fuerza exponiéndose a graves lesiones en su columna. El potencial de los técnicos no está siendo utilizada en su totalidad por la falta de equipos de apoyo, de ahí la importancia de tener un área de equipos de apoyo equipada para que de este modo los técnicos tengan equipos a su disposición para realizar su trabajo con todas las facilidades y normativas de seguridad que debe tener una estación reparadora.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Optimización del proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200?

## **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Para una investigación coherente y acertada se ha visto en la necesidad de realizar una visita al CEMA, para constatar personalmente el estado actual en el que se encuentra el área de equipos de apoyo teniendo en consideración que una estación de reparación debe proporcionar, instalaciones, facilidades, equipos, materiales, y datos que cumplan con los requerimientos aplicables para la emisión del certificado y habilitaciones que posee la estación de reparación.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 GENERAL**

- Realizar una investigación del estado actual del área de equipos de apoyo del CEMA, y pudiendo así obtener buenos resultados.

### **1.4.2 ESPECÍFICOS**

- Realizar una visita al CEMA y posteriormente al área de equipos de apoyo.
- Realizar una encuesta de las necesidades de tener un área de equipos de apoyo equipada.
- Determinar las necesidades de la empresa mediante el estudio del área de equipos de apoyo, así de esta manera mejorar los diferentes procesos de mantenimiento.

## **1.5 ALCANCE**

El Trabajo de Investigación a desarrollarse va encaminado a encontrar las necesidades del área de equipos de apoyo del CEMA, pudiendo mejorarla y equiparla con equipos que faciliten el trabajo de mantenimiento a los técnicos en especial a aquellos que requieren de mucha fuerza y extrema carga para los mismos, evitando así la incomodidad y problemas al realizar la inspección, chequeo, mantenimiento y reparación: así también para salvaguardar la integridad física de los técnicos obteniendo un trabajo excelente y de calidad.

## **2 PLAN METODOLÓGICO**

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

Se va a realizar una investigación de campo en el área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico ubicado en la ciudad de la Latacunga.

En igual sentido mediante la investigación bibliográfica – documental en los manuales de mantenimiento que posee el Centro de Mantenimiento Aeronáutico y en las Regulaciones Aeronáuticas de nuestro país.

## **2.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Se realizara una investigación no experimental por el motivo de que no hay que experimentar en ningún momento con algún equipo de apoyo que se encuentra en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico para determinar las necesidades que la empresa.

## **2.3 NIVELES DE LA INVESTIGACIÓN**

Mediante la investigación exploratoria vamos a saber la situación actual en la que se encuentra el área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Con la investigación descriptiva se va obtener una información más centrada de las necesidades que el área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico está presentando en estos momentos.

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

Teniendo en consideración que el CEMA es una Estación Reparadora de aviones comerciales en el cual todos aquellos que forman parte de está empresa son el universo, y el área de mantenimiento viene a formar lo que es la población y por ultimo tenemos a los técnicos que van a ser la muestra.

## **2.5 RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **2.5.1 TÉCNICAS**

Para la recolección de datos informativos, se va a utilizar una fuente primaria, es decir de primera mano con la visita que se tiene pensado realizar al área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico vamos a obtener buena información.

En cuanto al campo bibliográfico – documental se va a revisar THE BOEING COMPANY, “737 Maintenance Manual” ATA 32.

Con una pequeña observación del área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico, se va a poder constatar personalmente de las necesidades que está puede tener.

Al realizar una encuesta a cada uno de los técnicos se va a obtener la información necesaria de las necesidades por las que está pasando el Centro de Mantenimiento Aeronáutico en estos momentos.

## **2.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

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

- Codificar y tabular ANEXO 3
- Representación gráfica
- Analizar los resultados.
- Interpretar.

## **2.7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **ANÁLISIS**

Con el análisis de la investigación se va a tratar de solucionar un poco las necesidades que presenta el área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico que no cuenta con muchos equipos por el cual los técnicos realizan su trabajo utilizando su fuerza exponiéndose a lesiones a largo plazo en su columna.

## **2.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Después de ejecutar la planificación de toda la investigación se procederá en un futuro a concluir y recomendar.

## **3 EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO**

### **3.1 MARCO TEÓRICO**

#### **3.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.**

Tomando en consideración la utilidad de los equipos de apoyo en aviación comercial que se encuentran ubicados en el área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico: elevador de ruedas, cama de descanso para la reversa, eslinga para el desmontaje de la reversa, eslinga para desmontar la Unidad de Potencia Auxiliar, Gatas Hidráulicas, cuna de descaso del motor, los cuales son un apoyo para los técnicos en los diferentes procesos de mantenimiento de una avión comercial, y más aun si se trata del proceso de cambio de trenes e tomado en consideración que es necesaria la construcción de un equipo para el conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200, con el cual los técnicos realizarán su trabajo en forma segura y así no se encuentren expuestos a cargas muy fuertes en su columna al momento de realizar dicho proceso, y con el avance de la tecnología es indispensable que una empresa en crecimiento como lo es el Centro de Mantenimiento Aeronáutico, cuente con un área de equipos de apoyo equipada.

### **3.1.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.**

#### **INVESTIGACIÓN**

Con la investigación se busca solucionar los problemas que presenta el área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico en forma organizada aplicando los conocimientos obtenidos durante el curso de metodología de la investigación que es impartido en el Instituto realizando las siguientes actividades:

- Comparar los resultados obtenidos.
- Interpretar los resultados en función de los conocimientos actuales, teniendo en cuenta las variables que pueden haber influido en el resultado.
- Realizar encuestas (para buscar el objetivo).
- Comparaciones.
- Determinar y/o resolver en función de los resultados obtenidos.

Tomando en cuenta durante la investigación los siguientes aspectos: social, ético, ambiental, económico, tecnológico, científico, estadístico.

#### **OPTIMIZACIÓN**

Mediante la optimización se buscará la mejor manera de realizar el proceso de la investigación para llegar a obtener resultados que nos puedan ayudar para el desarrollo de todas de las etapas de nuestro trabajo de investigación y así poder culminarlo en el menor tiempo posible.

#### **PROCESO**

Desarrollando las actividades por las que está compuesto el proceso de la investigación se buscará realizarlo de la mejor manera posible. Partiendo de la formulación del objetivo, y recogiendo datos según un plan preestablecido que una vez analizados e interpretados, obtendremos información que respaldara nuestro trabajo. Realizando en forma ordenada durante todo el proceso de investigación aplicando los conocimientos ya obtenidos.



## **DESMONTAJE**

Efectuando el desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200, con todos sus componentes de los cuales está constituido se lo debe realizar con toda responsabilidad ya que este conjunto de frenos es el componente que detiene el avance del avión una vez que ya aterriza.

## **MONTAJE**

Realizando el proceso del montaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200, en forma correcta siguiendo todos los procesos que hay que efectuar para el montaje de dos o más piezas que constituyen un conjunto de frenos, para que de esta manera no perder ningún componente que forme parte del conjunto de frenos.

### **3.1.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.**

Para una investigación coherente y acertada se ha visto en la necesidad de recurrir a la RDAC 145 que corresponde a Estaciones de Reparación a la sub. parte C.

### **SUBPARTE C - INSTALACIONES, FACILIDADES, EQUIPOS, MATERIALES Y DATOS.**

Una estación de reparación certificada debe proporcionar, instalaciones, facilidades, equipos, materiales, y datos que cumplan con los requerimientos aplicables para la emisión del certificado y habilitaciones que posee la estación de reparación.

#### **“145. 109” Requerimiento de equipos, materiales y datos.**

A menos que la DGAC prescribe lo contrario, una estación de reparación certificada tienen que tener el equipo, herramienta y materiales necesarios para realizar el mantenimiento, mantenimiento preventivo o alteraciones de acuerdo a su certificado de estación de reparación y especificaciones operacionales y de conformidad con la parte: Los equipos, herramientas y materiales tienen que esta

localizados en las instalaciones y servicios y bajo el control de la estación de reparación cuando se esta realizando el trabajo.

Una estación de reparación certificada tiene que asegurar que todo el equipo de pruebas e inspecciones y las herramientas utilizadas para realizar las determinaciones de aeronavegabilidad de los artículos estén calificados a un estándar aceptable por la DGAC.

Los equipos, herramientas y materiales tienen que ser de aquellos recomendados por el fabricante del artículo o tienen que ser al menos equivalentes a aquellos recomendados por el fabricante y aceptados por la DGAC.

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

Por la importancia que presenta esta investigación, misma que permitirá implementar un equipo de apoyo para poder realizar con toda efectividad y seguridad el proceso de cambio del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200, la investigación se la hizo en el área de equipos de apoyo porque interrelacionan la información a través de la interpretación, en razón a que es importante optimizar tiempo, esfuerzo humano y en los diferentes procesos al realizar el mantenimiento a los aviones comerciales.

La investigación de campo se la realizó en el área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico con el fin se de llegar a obtener información valida de las necesidades por las que dicha empresa está pasando en estos momentos: una mala señalización del área, ubicación incorrecta de los equipos en el área, falta de un equipo para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos, falta de un equipo para el montaje y desmontaje del generador del motor JT8D, falta de un cuna de descanso para la Unidad de Potencia Auxiliar.

Mediante la investigación bibliográfica – documental que se realizó en THE BOEING COMPANY, “737 Maintenance Manual” ATA 32, se pudo llegar a obtener información que se detalla en el proyecto en la pág. 18, 19, 20 para el proceso el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal se debe de tener a la mano todo equipo necesario que facilite el trabajo a los técnicos y que estos cumplan con todas las características de seguridad que se requiere.

### **3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.**

La investigación de campo que se realizó no es de tipo experimental porque se limitó a la observación del área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico sin interferir en los procesos de mantenimiento que realizan los técnicos y más en ese tiempo me encontraba realizando mis pasantías de sexto nivel.

### **3.4 NIVELES DE INVESTIGACIÓN.**

La investigación que se realizó al área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico es exploratoria porque está me permitió indagar el problema e identificarlo a través de las visitas que se realizó al CEMA, lugar donde se realizan procesos de mantenimiento a los aviones comerciales, también a través de encuestas u observaciones durante el tiempo de mi permanencia en las pasantías. La investigación también fue descriptiva descriptiva en razón que detalla situaciones y eventos de manera pormenorizada que realiza el personal de técnicos de mantenimiento del Centro de Mantenimiento Aeronáutico como son: buscar información en el manual, romper los alambres de seguridad, desmontar el componente que se va a dar mantenimiento, limpiar y realizar una inspección visual de todo el componente para verificar que no tenga ninguna rajadura, volvemos a montar el componente en el lugar correcto, y por último aseguramos con alambre de freno esto se realiza en la mayoría de procesos de mantenimiento que se realizan a los diferentes aviones comerciales que llegan a mencionada empresa.

### 3.5 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA.

En base a la delimitación espacial el campo a investigar es el área de mantenimiento conformada por el personal de técnicos del Centro de Mantenimiento Aeronáutico ubicado en la ciudad de Latacunga – Provincia de Cotopaxi.

Se ha tomado como el universo todo lo que es el Centro de Mantenimiento Aeronáutico, la población viene a ser toda el área de mantenimiento, y por último tenemos al personal de trabajadores los cuales fueron 2 Inspectores, 2 Supervisores y 16 técnicos con los cuales se trata de obtener buena información de los problemas que presenta el área de equipos de apoyo para sus diferentes procesos de mantenimiento de un avión Boeing 737 – 200 que se encuentran en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

**Tabla N° 1 Muestra**

<b>PERSONAL A ENCUESTAR</b>	
Inspectores de Mantenimiento	2
Supervisores de Mantenimiento	2
Técnicos de Mantenimiento	16
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>

Fuente: Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.

Elaboración: Sr. Segundo David Mullo Tarco.

### 3.6 RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la recolección de datos informativos, se utilizó una fuente primaria, es decir de primera mano con la visita que se realizó al área de equipos de apoyo y más validez tienen estos datos por el motivo de que por un período de 2 meses me encontré realizando mis pasantías de sexto nivel en el Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

En cuanto al campo bibliográfico – documental se ha visto en la necesidad de consultar en el THE BOEING COMPANY, “737 Maintenance Manual” ATA 32, que se encuentran en las computadoras y la biblioteca para servir de apoyo a los técnicos para los diferentes procesos de mantenimiento.

### **OBSERVACIÓN**

La observación que se hizo en el área de equipos de apoyo del CEMA se constituyó como la herramienta fundamental para obtener una clara perspectiva del estado actual del área de equipos de apoyo donde se pudo percatar: la no existe una adecuada señalización, mala distribución de los equipos en el piso, no posee un equipo para el desmontaje del generador del motor, no cuenta con una cuna para el descanso seguro de la APU, no tiene un equipo para el desmontaje y montaje del conjunto de frenos que son necesarios para los diferentes procesos de mantenimiento, la misma que permitió conocer de manera acertada de cómo se encuentra equipada dicha área. Para lo cual se hizo uso de una ficha de observación (Anexo 1).

### **ENCUESTA**

Se la realizó al personal de técnicos como son: inspectores, supervisores y personal técnico que intervienen en el procesos de mantenimiento, y se aplicaron preguntas sencillas y claras que permitieron indagar sobre las necesidades de equipos como son: equipo para el desmontaje y montaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal, equipo para desmontar y montar el generador del motor JT8D, cama de descanso de la APU, sin dejar abierta la posibilidad de divagaciones o conjeturas superficiales que no permitan una clara tabulación para la interpretación de los resultados.

### **3.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

#### **Pregunta N° 1.**

¿Considera usted que el CEMA no cuenta con el Equipo de Apoyo necesario para los componentes aeronáuticos que poseen los aviones comerciales?

Mucho

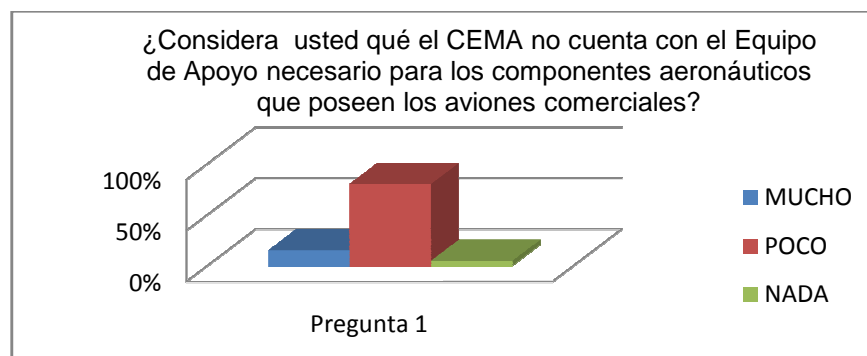
Poco

Nada

**Tabla Nº 2 Tabulación de resultados**

<b>Pregunta Nº 1</b>		
¿Considera usted que el CEMA no cuenta con el Equipo de Apoyo necesario para los componentes aeronáuticos que poseen los aviones comerciales?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
<b>MUCHO</b>	3	15%
<b>POCO</b>	16	80%
<b>NADA</b>	1	5%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.  
**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.



**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.

**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS:** Se observa que el 80% es decir (16) técnicos señalaron la segunda opción de que el CEMA no cuenta con el equipo de apoyo necesario, y con un 15% es decir (3) técnicos señalaron la primera opción que corresponde a la no posesión de un equipo de apoyo, siendo apenas el 5% o sea (1) técnico señaló la tercera opción de que no cuenta con ningún equipo de apoyo para los componentes aeronáuticos que poseen los aviones comerciales.

**INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Es evidente que el CEMA no cuenta con el equipo de apoyo necesario para los distintos componentes que poseen los aviones comerciales.

**Pregunta N° 2.**

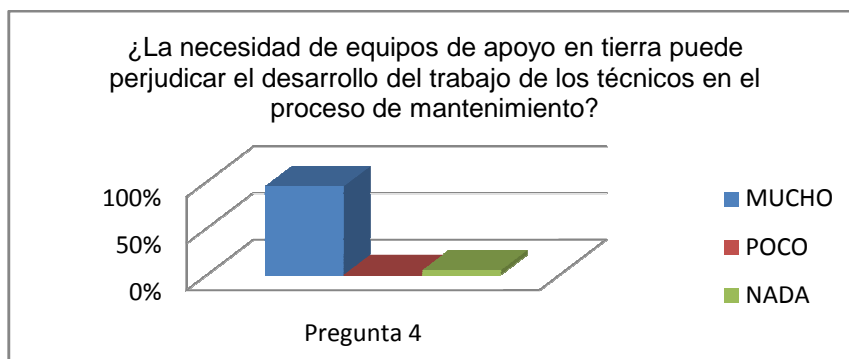
¿La necesidad de equipos de apoyo en tierra puede perjudicar el desarrollo del trabajo de los técnicos en el proceso de mantenimiento?

Mucho  Poco  Nada

**Tabla N° 3 Tabulación de resultados**

<b>Pregunta N° 2</b>		
¿La necesidad de equipos de apoyo en tierra puede perjudicar el desarrollo del trabajo de los técnicos en el proceso de mantenimiento?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
<b>MUCHO</b>	19	95%
<b>POCO</b>	0	0%
<b>NADA</b>	1	5%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.  
**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.



**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.

**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS:** Se observa que el 95% es decir (19) técnicos señalaron la primera opción de que la necesidad de un equipo de apoyo puede perjudicar mucho el desarrollo del trabajo de los técnicos en el proceso de mantenimiento, y apenas el 5% es decir (1) técnico señaló la tercera opción de que no perjudica en nada.

**INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Es evidente que la necesidad de un equipo de apoyo puede perjudicar el desarrollo del trabajo de los técnicos en el proceso de mantenimiento.

**Pregunta N° 3.**

¿La falta de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal puede generar pérdida de tiempo?

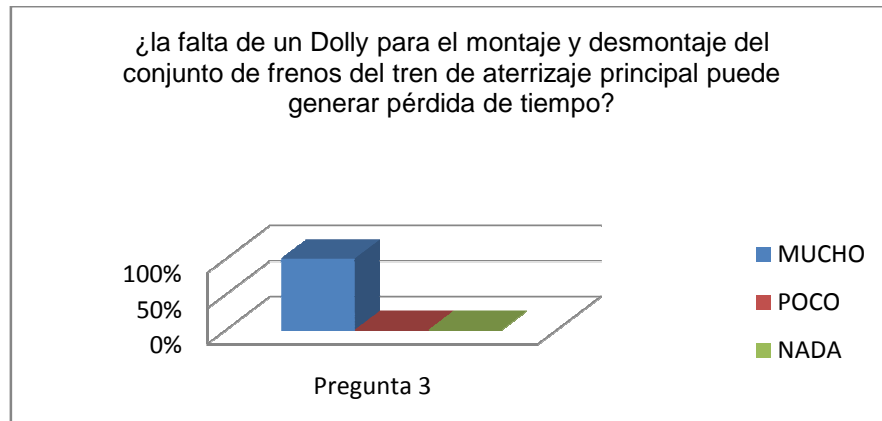
Mucho  Poco  Nada

**Tabla N° 4 Tabulación de resultados**

<b>Pregunta N° 3</b>		
¿La falta de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal puede generar pérdida de tiempo?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
<b>MUCHO</b>	20	100%
<b>POCO</b>	0	0%
<b>NADA</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.  
**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.





**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.

**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS:** Se observa que el 100% es decir (20) técnicos señalaron la primera opción de que la falta de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal puede generar pérdida de tiempo.

**INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Es evidente de que la falta de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal puede generar pérdida de tiempo.

**Pregunta N° 4.**

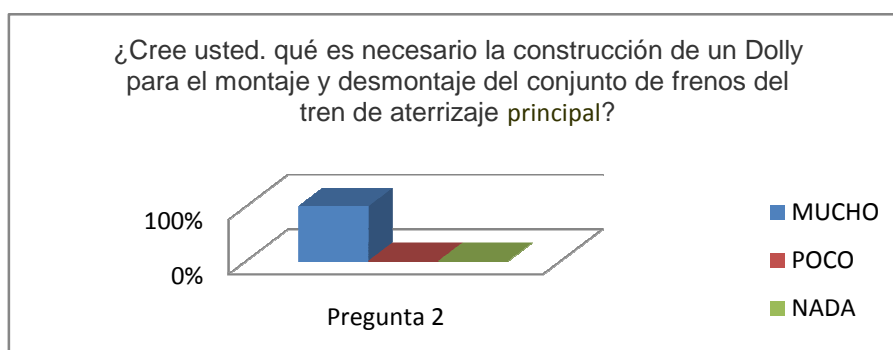
¿Cree usted qué es necesario la construcción de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal?

Mucho  Poco  Nada

**Tabla Nº 5 Tabulación de resultados**

<b>Pregunta Nº 4</b>		
¿Cree usted qué es necesario la construcción de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
<b>MUCHO</b>	20	100%
<b>POCO</b>	0	0%
<b>NADA</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.  
**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.



**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.

**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS:** Se observa que el 100% es decir (20) técnicos señalaron la primera opción de que es necesaria la construcción de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200.

**INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Es evidente la construcción de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737 – 200.

**Pregunta N° 5.**

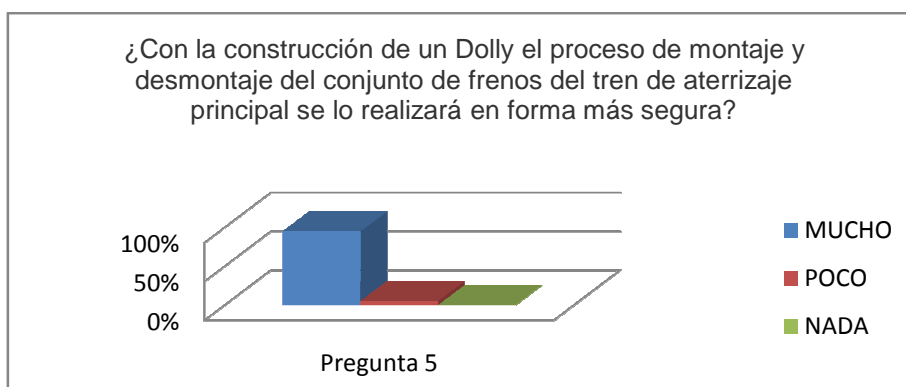
¿Con la construcción de un Dolly el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal se lo realizará en forma más segura?

Mucho  Poco  Nada

**Tabla N° 6 Tabulación de resultados**

<b>Pregunta N° 5</b>		
¿Con la construcción de un Dolly el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal se lo realizará en forma más segura?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
<b>MUCHO</b>	19	95%
<b>POCO</b>	1	5%
<b>NADA</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.  
**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.



**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.

**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS:** Se observa que el 95% es decir (19) técnicos señalaron la primera opción de que con la construcción de un Dolly el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje se lo realizará en forma más segura y apenas el 5% es decir (1) técnico señaló la segunda opción.

**INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Es evidente que con la construcción de un Dolly el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal se lo realizará en forma más segura.

**Pregunta Nº 6.**

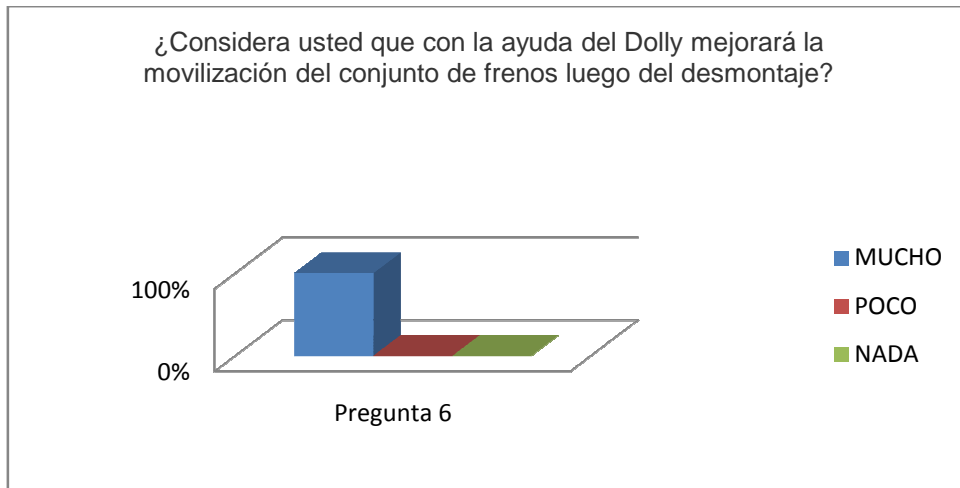
¿Considera usted que con la ayuda del Dolly mejorará la movilización del conjunto de frenos luego del desmontaje?

Mucho  Poco  Nada

**Tabla Nº 7 Tabulación de resultados**

<b>Pregunta Nº 6</b>		
¿Considera usted que con la ayuda del Dolly mejorará la movilización del conjunto de frenos luego del desmontaje?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
<b>MUCHO</b>	20	100%
<b>POCO</b>	0	0%
<b>NADA</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.  
**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.



**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.

**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS:** Se observa que el 100% es decir (20) técnicos señalaron la primera opción de que con la ayuda del Dolly se mejorará la movilización del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal luego del desmontaje.

**INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Es evidente de que con la ayuda del Dolly se mejorará la movilización del conjunto de frenos de aterrizaje principal luego del desmontaje.

**Pregunta N° 7.**

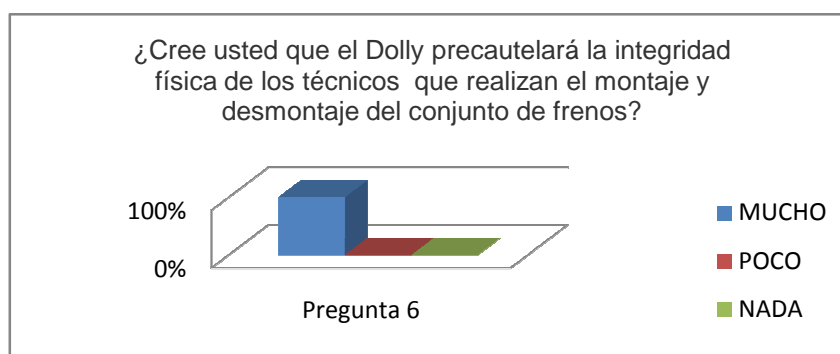
¿Cree usted que el Dolly precautelara la integridad física de los técnicos que realizan el montaje y desmontaje del conjunto de frenos?

Mucho  Poco  Nada

**Tabla Nº 8 Tabulación de resultados**

<b>Pregunta Nº 7</b>		
¿Cree usted que el Dolly precautelaré la integridad física de los técnicos que realizan el montaje y desmontaje del conjunto de frenos?		
<b>RESPUESTAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
<b>MUCHO</b>	20	100%
<b>POCO</b>	0	0%
<b>NADA</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.  
**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.



**Fuente:** Encuesta realizada al personal de técnicos del CEMA.

**Elaboración:** Sr. Segundo David Mullo Tarco.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS:** Se observa que el 100% es decir (20) técnicos señalaron la primera opción de que el Dolly precautelaré la integridad física de los técnicos que realizan proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal.

**INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Es evidente que el Dolly va a precautelaré la integridad física de los técnicos que realizan el montaje y desmontaje.

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

#### **ANÁLISIS**

Partiendo del análisis de cada pregunta establecida en la encuesta que se realizó a los técnicos se determinó las condiciones actuales en las que se encuentra el área de equipos de apoyo del Centro de Mantenimiento Aeronáutico, con esta investigación se trata de solucionar el problema de que la Estación Reparadora cuenta con un área de equipos de apoyo equipada y que facilite equipos a los técnicos de para los diferentes procesos de mantenimiento que se realizan en los diferentes aviones comerciales que se encuentran en el hangar.

### **3.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **CONCLUSIONES**

- El análisis de las condiciones en que las que se encuentra el área de equipos de apoyo del CEMA, determinó que no cuenta con los diferentes equipos que faciliten el trabajo a los técnicos.
- La presente investigación en todo su conjunto permitirá establecer los requerimientos necesarios a considerarse en tratar de equipar el área de equipos de apoyo.
- La falta de equipos de apoyo provoca que las actividades que desempeñan los técnicos no sean las adecuadas, ocasionando una pérdida de tiempo.

#### **RECOMENDACIONES**

- En base a los resultados obtenidos durante la investigación, en la cual se puede apreciar claramente que el CEMA no posee un equipo de apoyo para cada proceso de mantenimiento, y este es el motivo principal de pérdida de tiempo y de que los técnicos expongan su condición física.
- Se recomienda equipar el área de equipos de apoyo para que de esta manera optimizar el trabajo en forma más segura y salvaguardar al técnico.

- Con tan solo un equipo de apoyo que se pueda construir se va a facilitar y aligerar las actividades que desempeñan los técnicos, con el cual reducirá la pérdida de tiempo.

## 4 FACTIBILIDAD DEL TEMA

### 4.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

Una vez realizada una investigación de los equipos y herramientas necesarios para poder realizar la construcción del Dolly, se pudo concluir de que todos los equipos si son fáciles de adquirir y los materiales si se los encuentra en el mercado una vez realizado la siguiente tabla de especificación de los materiales, y por lo tanto es factible la construcción de un equipo de apoyo para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal del avión Boeing 737-200.

**Tabla Nº 9 Especificación de los Materiales.**

<b>MATERIALES</b>	<b>Fácil de adquirir/ Difícil de adquirir</b>
Tubos redondos de 2"x15/127	Fácil de adquirir
Tubos cuadrados de 2"x15/127	Fácil de adquirir
Ángulos de acero de 1½ x ¼	Fácil de adquirir
Platinas de acero de 20x10 cm	Fácil de adquirir
Platina de acero de 35x10 cm	Fácil de adquirir
¼ de plancha de tol de 1 mm	Fácil de adquirir
Ruedas giratorias	Fácil de adquirir
Pernos de acero de 3"x5/16	Fácil de adquirir
Pernos de acero de 1"x5/16	Fácil de adquirir
Eje de acero de 2"x22 cm	Fácil de adquirir
Platinas de acero de 20x5 cm	Fácil de adquirir
Platinas de acero de 6x5 cm	Fácil de adquirir
Varillas de acero de 3/8	Fácil de adquirir



Gata hidráulica de 4 toneladas	Fácil de adquirir
Platina de acero de 12x10 cm	Fácil de adquirir
Faja de seguridad	Fácil de adquirir
Electrodos AGA C - 13 E - 6011	Fácil de adquirir
Pintura	Fácil de adquirir
Tiñer	Fácil de adquirir
Cemento de contacto	Fácil de adquirir
Fibra falsa 40x30cm	Fácil de adquirir

## 4.2 FACTIBILIDAD LEGAL

Para una investigación coherente y acertada se ha visto en la necesidad de recurrir a la RDAC 145 que corresponde a Estaciones de Reparación a la sub. parte C.

### **SUBPARTE C - INSTALACIONES, FACILIDADES, EQUIPOS, MATERIALES Y DATOS.**

Una estación de reparación certificada debe proporcionar, instalaciones facilidades, equipos, materiales, y datos que cumplan con los requerimientos aplicables para la emisión del certificado y habilitaciones que posee la estación de reparación.

#### **“145. 109” Requerimiento de equipos, materiales y datos.**

A menos que la DGAC prescribe lo contrario, una estación de reparación certificada tienen que tener el equipo, herramienta y materiales necesarios para realizar el mantenimiento, mantenimiento preventivo o alteraciones de acuerdo a su certificado de estación de reparación y especificaciones operacionales y de conformidad con la parte: Los equipos, herramientas y materiales tienen que estar localizados en las instalaciones y servicios y bajo el control de la estación de reparación cuando se está realizando el trabajo.

Una estación de reparación certificada tiene que asegurar que todo el equipo de pruebas e inspecciones y las herramientas utilizadas para realizar las determinaciones de aeronavegabilidad de los artículos estén calificados a un estándar aceptable por la DGAC.

Los equipos, herramientas y materiales tienen que ser de aquellos recomendados por el fabricante del artículo o tienen que ser al menos equivalentes a aquellos recomendados por el fabricante y aceptados por la DGAC.

#### **4.3 FACTIBILIDAD OPERACIONAL**

Se trata de construir un equipo que sea de fácil operación y que si va a servir para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos y

#### **4.4 ECONÓMICO FINANCIERO, ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO**

##### **4.1 RECURSOS HUMANOS**

Contingente humano que permitió que el presente proyecto se hiciera realidad.

Director del Proyecto	Sgop. Téc. Avc. Ing. Washington Molina
Alumno	Segundo David Mullo Tarco
Profesionales	Sr. Víctor Chanatasig (Sup. de Pintura CEMA) Sr. José Panchi (Sup. de Mantto CEMA). Sr. Segundo César Mullo Tarco (Soldador) Ing. Félix Manjarres (Docente del Itsa)
Autoridades	Mayor. Edison León T. (Gerente del CEMA) Cap. Cifuentes Juan (Dep. de Ingeniería CEMA)

## 4.2 RECURSO TÉCNICO

El presente proyecto se realizó con la ayuda técnica que se encontró en manuales que se detalla a continuación.

- THE BOEING COMPANY, 737 “Maintenance Manual” ATA 32.
- THE BOEING COMPANY, 737 (ITEL) ATA 32.
- Regulaciones Aeronáuticas del Ecuador.

## 4.3 RECURSOS MATERIALES

- Hojas
- Computadora
- Alquiler de internet
- Empastados
- Anillados
- Fotocopias
- Movilización
- Otros gastos

## 4.4 RECURSOS ECÓNICOS

Es factible realizar este proyecto debido a que los gastos se encuentran dentro del objetivo económico propuesto.

**Tabla Nº 10 Costo de materiales para la construcción del Dolly.**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR</b>	<b>COSTO/UNID</b>	<b>TOTAL</b>
Tubos redondos de 2"x15/127	5.00	6	30.00
Tubos cuadrados de 2"x15/127	5.00	6	30.00
Ángulos de acero de 1½ x ¼	4.00	2	8.00
Platinas de acero de 20x10 cm	5.00	2	10.00
Platina de acero de 35x10 cm	7.00	1	7.00
¼ de plancha de tol de 1 mm	8.00	1	8.00

Ruedas giratorias	6.60	3	19.80
Pernos de acero de 3"x5/16	0.875	4	3.50
Pernos de acero de 1"x5/16	0.40	12	4.80
Eje de acero de 2"x22 cm	12.50	1	12.50
Platinas de acero de 20x5 cm	3.50	2	7.00
Platinas de acero de 6x5 cm	3.00	2	6.00
Varillas de acero de 3/8	2.00	2	4.00
Gata hidráulica de 4 toneladas	15.00	1	15.00
Platina de acero de 12x10 cm	2.50	1	2.50
Faja de seguridad	5.00	1	5.00
Electrodos AGA C - 13 E - 6011	1.25	4 lbs	5.00
Pintura	17.00	1 gal	17.00
Tiñer	1.50	3 lts	4.50
Cemento de contacto	1.20	¼ lts	1.20
Fibra falsa 40x30cm	5.00	1	5.00
Otros gastos	50.00	_____	50.00
<b>TOTAL DE GASTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>			<b>255.80</b>

**Tabla N° 11 Costo de material didáctico y de oficina del proyecto.**

<b>DETALLE</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>COSTO/UNID</b>	<b>VALOR TOTOAL</b>
Hojas	3 resmas	3.00	9.00
Cartuchos de impresora	2 unid.	22.00	44.00
Alquiler de Internet	20 hrs.	0.60	12.00
Anillados	4	1.00	4.00
Empastados	3	6.00	18.00
Fotocopias	400 unid.	0.02	8.00
CDs	3 unid.	5.00	15.00
Movilización	-----	-----	25.00
Otros gastos	-----	-----	40.00
<b>TOTAL DE GASTOS MATERIAL DIDÁCTICO Y OFICINA</b>			<b>175.00</b>

**Tabla N° 12 Costo de mano de obra.**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR</b>	<b>Horas / Hombre</b>	<b>TOTAL</b>
Torneado	5.00	2	10.00
Soldado	1.20	20	10.00
Pintado	1.00	1	2.00
<b>TOTAL DE GASTOS DE LA MANO DE OBRA</b>			<b>22.00</b>

**Tabla N° 13 Costo de las máquinas utilizadas para la construcción.**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR</b>	<b>Horas / Máquina</b>	<b>TOTAL</b>
Suelda autógena	5.00	1	7.00
Suelda eléctrica	5.00	20	15.00
Taladro de pedestal	2.00	1	3.00
Torno	3.00	2	4.00
Compresor	2.00	2	3.00
Cortadora y dobladora de tol	3.00	1	3.00
<b>TOTAL DE GASTOS DE LAS MAQUINAS UTILIZADAS</b>			<b>35.00</b>

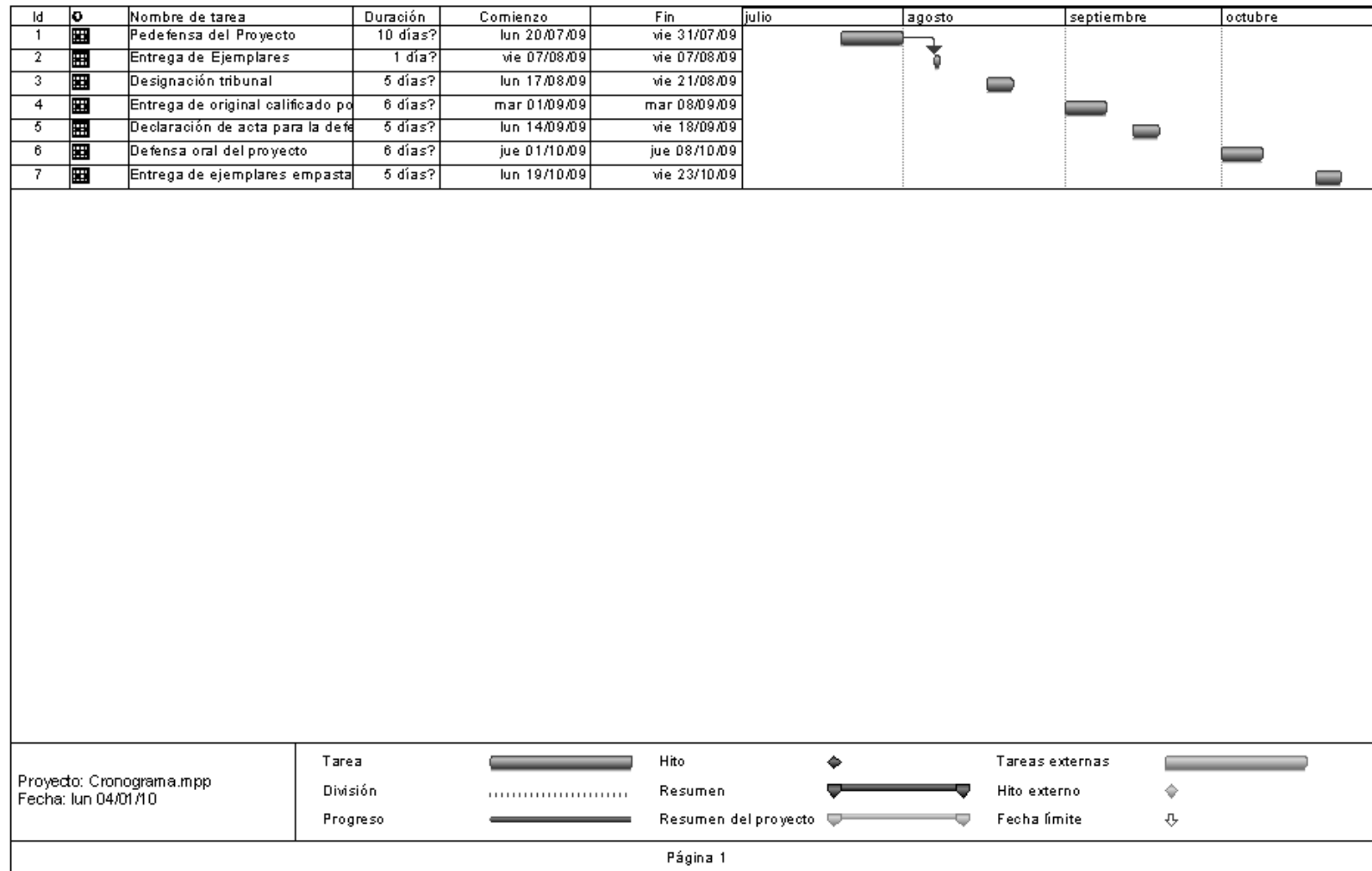
**Tabla N° 14 Costo total del proyecto de grado.**

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR</b>
GASTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	255.80
GASTOS MATERIAL DIDÁCTICO Y OFICINA	175.00
GASTOS DE LA MANO DE OBRA	22.00
GASTOS DE LAS MAQUINAS UTILIZADAS	35.00
<b>TOTAL</b>	<b>487.80</b>

## **5 DENUNCIA DEL TEMA**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN DOLLY PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN BOEING 737 – 200 PARA EL ÁREA DE EQUIPOS DE APOYO DEL CEMA”**

## CRONOGRAMA



**ANEXOS**

## ANEXO Nº 1

### INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

#### MECÁNICA AERONÁUTICA - MOTORES

#### OBSERVACIÓN AL CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

#### DATOS INFORMATIVOS:

**Lugar:** CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO (CEMA)

**Observador:** Sr. Segundo David Mullo Tarco

**Equipo:** Cámara fotográfica

#### Objetivo:

La presente observación tiene como objetivo dar a conocer que el proceso de cambio de tren de aterrizaje con su correspondiente conjunto de frenos no se lo hace con ningún equipo.

#### Observaciones:

El área de equipos del apoyo cuenta con una gran parte de equipos: elevador de ruedas, cama de descanso para el motor, eslinga para el desmontaje de la reversa, eslinga para desmontar la Unidad de Potencia Auxiliar, Gatas Hidráulicas, pero no cuenta con un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren del avión Boeing 737-200.



**Cuna de descanso del motor**



**Elevador de ruedas**



**Gata Hidráulica**



**ANEXO Nº 2**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA – AERONÁUTICA**

**ENCUESTA PARA TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO DEL CEMA**

Nombre del Encuestado: .....

Número Cédula:.....

Fecha: .....

**OBJETIVO**

Investigar el criterio de los técnicos de mantenimiento sobre la importancia de un Dolly para el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje del Avión Boeing 737-200 para el desarrollo del trabajo

**INDICACIONES GENERALES**

- A. Lea detenidamente las preguntas y luego conteste cada una de ellas lo mas honesto posible.
- B. Marque con una x en la opción que considere conveniente

1. ¿Considera usted que el CEMA no cuenta con el Equipo de Apoyo necesario para los componentes aeronáuticos que poseen los aviones comerciales?

Mucho  Poco  Nada

2. ¿La necesidad de equipos de apoyo en tierra puede perjudicar el desarrollo del trabajo de los técnicos en el proceso de mantenimiento?

Mucho  Poco  Nada

3. ¿La falta de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal puede generar pérdida de tiempo?

Mucho  Poco  Nada

4. ¿Cree usted qué es necesario la construcción de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal?

Mucho  Poco  Nada

5. ¿Con la construcción de un Dolly el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal se lo realizará en forma más segura?

Mucho  Poco  Nada

6. ¿Considera usted que con la ayuda del Dolly mejorará la movilización del conjunto de frenos luego del desmontaje?

Mucho  Poco  Nada

7. ¿Cree usted que el Dolly precautelara la integridad física de los técnicos que realizan el montaje y desmontaje del conjunto de frenos?

Mucho  Poco  Nada

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

-----

FIRMA DEL ENCUESTADOR

-----

FIRMA DEL ENCUESTADO

### ANEXO Nº 3

#### Tabulación de las encuestas realizadas.

La tabla a continuación, presenta los datos obtenidos en las encuestas realizadas a la población comprendida de 2 inspectores, 2 supervisores y 16 técnicos que intervienen con el proceso de cambio de trenes.

**Tabla Nº 12 Tabulación de resultados de las encuestas.**

Nº	PREGUNTA	DISTRACTOR		
		MUCHO	POCO	NADA
1	¿Considera usted que el CEMA no cuenta con el Equipo de Apoyo necesario para los componentes aeronáuticos que poseen los aviones comerciales?	3	16	1
2	¿La necesidad de equipos de apoyo en tierra puede perjudicar el desarrollo del trabajo de los técnicos en el proceso de mantenimiento?	20	0	0
3	¿La falta de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal puede generar pérdida de tiempo?	20	0	0
4	¿Cree usted que es necesario la construcción de un Dolly para el montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal?	19	0	1
5	¿Con la construcción de un Dolly el proceso de montaje y desmontaje del conjunto de frenos del tren de aterrizaje principal se lo realizará en forma más segura?	19	1	0
6	¿Considera usted que con la ayuda del Dolly mejorará la movilización del conjunto de frenos luego del desmontaje?	20	0	0
7	¿Cree usted que el Dolly precautelaré la integridad física de los técnicos que realizan el montaje y desmontaje del conjunto de frenos?	20	0	0

## HOJA DE VIDA

### FECHA DE NACIMIENTO:

- Latacunga 8 de Julio de 1987

### NOMBRE:

- Segundo David Mullo Tarco

### ESTADO CIVIL:

- Soltero

### DOMICILIO:

- Latacunga – Parroquia Ignacio Flores “La Vicentina”

### TIPO DE SANGRE:

- ORH +

### NÚMERO DE CEDULA:

- O50272328-1

### TELÉFONOS:

- 095078454 - 085830347

### ESTUDIOS REALIZADOS

#### PRIMARIA:

- Escuela Fiscal “Simón Bolívar”

#### SECUNDARIA:

- Colegio Téc. Ind. Poli. Dr. “Trajano Naranjo Iturralde”

#### CONDECORACIONES:

- Diploma de Honor al mejor Alumno (Primer Año de Bachillerato).
- Diploma de Honor (Abanderado del Portaestandarte del Colegio).

#### BACHILLER:

- Técnico en Electricidad.

#### ESTUDIOS SUPERIORES:

- Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica (Especialidad - Motores).



- Suficiencia en el Idioma Ingles-Escuela de Idiomas del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

#### **PRACTICAS REALIZADAS:**

- Centro de Mantenimiento Aeronáutico “CEMA” Del 18 de Febrero del 2008 – 18 de Abril del 2008. Con un total de 320 Horas.
- Centro de Mantenimiento Aeronáutico “CEMA” Del 14 de Julio del 2008 – 10 de Septiembre del 2008. Con un total de 320 Horas

#### **CURSOS REALIZADOS:**

- Curso de Ingles Training. Centro de Capacidad Ocupacional “BUDDY ENGLISH”.
- III Jornadas de Ciencia y Tecnología ITSA 2006 (Capitulo Aeroespacial). Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico con una Duración de 02 Días.

#### **REFERENCIAS PERSONALES:**

- Geovanny Orozco Inspector del “CEMA”
- Patricio Mesías Supervisor del “CEMA”
- José Panchi Supervisor del “CEMA”
- Sgop. Villena Supervisor del “CEMA”
- Félix Salinas Técnico del “CEMA”
- Lic. Roosevelt Corrales Moreno (Transportes Jhonatan Israel)
- Paola Zapata (Disco Bar Gassoline)

#### **DEPORTES AFINES:**

- Futbol

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

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

---

**Segundo David Mullo Tarco**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA – AERONÁUTICA**

---

**Ing. Guillermo Trujillo**

---

Latacunga 07 de julio de 2009

## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, **SEGUNDO DAVID MULLO TARCO**, Egresado de la carrera de **MECÁNICA – AERONÁUTICA**, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 05027 2328-1, autor del Trabajo de Graduación **CONSTRUCCIÓN DE UN DOLLY PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO DE FRENOS DEL AVIÓN BOEING 737 – 200 PARA EL ÁREA DE EQUIPOS DEL CEMA**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA).

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Segundo David Mullo Tarco**

---

Latacunga 07 de julio de 2009