

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE LAS JAULAS PROTECTORAS DE  
INFLADO DE NEUMÁTICOS PARA EL AVIÓN FAIRCHILD DEL  
ITSA**

**POR:**

**CARLOS JAVIER LEÓN SALAS**

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCION MOTORES**

**AÑO**

**2013**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el señor Carlos Javier León Salas, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**.

---

Ing. Juan Yanchapaxi  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga, Junio 06 de 2013

## **DEDICATORIA**

A mi Madre

Dedico a mi Madre, por su apoyo incondicional y su gran sacrificio para darme los estudios, sin escatimar esfuerzos y sin dudar ni un solo momento de mi entrega, dedicación y disciplina.

A mi Abuelita que con el amor de madre, día tras día con sus consejos y dedicación fue uno de los pilares importantes en mi vida, para llegar a la culminación de mi carrera y por haberme enseñado a ser un hombre consciente, responsables, con grandes sueños y ganas de llevar a cabo todas las metas que me he trazado para mi vida profesional.

**CARLOS JAVIER LEÓN S.**

## **AGRADECIMIENTO**

Al señor Jesucristo por ser, el único dueño de nuestras vidas, por darme salud y vida, porque siempre estuvo para ayudarme, y las pruebas que me ha puesto en el camino en vez de ser derrotadas, han sido una bendición para mi, las mismas que me ayudaron a formar mi carácter y darme madurez. Por esto gracias mi JESÚS.

Al Director de mi Trabajo de Graduación por el apoyo y la guía que me ha sabido brindar para llegar a la culminación de este proyecto, guiándome con sus sabias orientaciones y conocimientos.

**CARLOS JAVIER LEÓN S.**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
SUMMARY .....	2
CAPÍTULO I .....	3
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación del problema .....	4
1.3 Justificación e importancia.....	4
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 Objetivo general .....	6
1.4.1 Objetivos específicos .....	6
CAPÍTULO II .....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Introducción.....	7
2.2 Fundamentación Teórica.....	8
2.2.1 Jaulas de seguridad .....	10
2.2.1.1 Tipos de Jaulas .....	12
2.2.2 Manómetros .....	14

2.2.3 Introducción Componentes de los neumáticos.....	16
2.2.3.1 Características generales de los neumáticos .....	16
2.2.3.2 Características mecánicas de los neumáticos.....	17
2.2.3.3 Partes del neumático.....	18
2.2.3.4 Normas de seguridad al inflar un neumático .....	19
2.2.3.5 Fabricación GoodYear.....	20
2.2.4 TIPOS DE NEUMÁTICOS DE AVIONES COMERCIALES .....	22
2.2.4.1 FLIGHT RADIAL.....	22
2.2.4.2 FligthSpecial II.....	23
2.2.4.3 FLIGHT EAGLE.....	24
2.2.5 Materiales usados en la construcción .....	25
2.2.5.1 Acero .....	25
2.2.5.1.1 VENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL.....	26
2.2.5.1.2 Características y propiedades del acero .....	26
2.2.5.1.3 Tipos de aceros .....	27
2.2.5.2 Acero ASTM A 36.....	29
2.2.5.2.1 Composición del Acero ASTM A 36 .....	29
2.2.5.3 ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL ACERO A36.....	30
2.2.5.4 ESFUERZOS .....	35
2.2.5.4.1 Esfuerzo de Tensión.....	35
2.2.5.4.2 Esfuerzo de compresión.....	36
2.2.5.5 Cálculos de Esfuerzo- Deformación unitaria ASTM A36 .....	38
2.2.5.5.1 Esfuerzos Combinados .....	38
2.2.5.5.2 Estructura Indeterminada .....	39
2.2.5.5.3 Relación entre momento cortante y carga .....	40
2.2.5.6 Tronzadora de metal .....	41
2.2.5.7 Platinas de acero estructural .....	42

2.2.5.8 Tornillo de Banco .....	42
2.2.5.9 Tubos estructurales .....	43
2.2.5.9.1 VENTAJAS .....	44
2.2.6 Soldadura .....	44
2.2.6.1 Tipos de Soldadura .....	45
2.2.6.1.1 Soldadura por arco .....	45
2.2.6.2 Proceso de Soldadura .....	46
2.2.6.3 Zona afectada térmicamente .....	47
2.2.6.4 Seguridad en soldadura .....	48
2.2.6.5 DESIGNACIÓN DE ELECTRODOS .....	50
2.2.6.5.1 ELECTRODO E6011 .....	51
CAPÍTULO III .....	53
DESARROLLO DEL TEMA .....	53
3.1 Preliminares .....	53
3.2 Parámetros de construcción .....	54
3.3 Alternativas de construcción .....	55
3.4 Dimensiones de la jaula .....	57
3.5 Estados de cargas asumidas .....	57
3.5.1 Selección de los materiales .....	63
3.6 Construcción de una jaula para el inflado de neumáticos del avión Fairchild FH 227J .....	64
3.6.1 Descripción .....	64
3.6.2 Asignación de materiales .....	65
3.6.3 Materiales utilizados .....	65
3.6.4 Construcción .....	66
3.6.5 Orden de construcción .....	66
3.6.6 Base Principal .....	67

3.6.7 Características del tubo cuadrado.....	67
3.6.8 Características del tubo redondo.....	68
3.7 Corte de la estructura metálica.....	68
3.7.1 Corte de los tubos estructurales.....	69
3.7.2 Medición de la distancia entre arcos .....	70
3.8 Soldadura del material.....	71
3.9 Elaboración de la puerta.....	73
3.10 Proceso final de pintura.....	74
3.11 Codificación de máquinas herramientas y materiales: .....	75
3.12 Diagramas de proceso. ....	77
3.13 Elaboración de manuales .....	82
3.14 Presupuesto .....	85
3.14.1 Rubros.....	85
3.14.2 Costo primario .....	85
CAPÍTULO IV .....	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	89
4.1 Conclusiones.....	89
4.2 Recomendaciones.....	90
GLOSARIO.....	91
BIBLIOGRAFÍA .....	92
ANEXOS .....	93
HOJA DE VIDA .....	122
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS .....	124
CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL .....	125



# ÍNDICE DE TABLAS

## CAPÍTULO II

Tabla 2. 1. Anomalías del neumático .....	21
Tabla 2. 2. Características y beneficios del neumático fligth radial .....	22
Tabla 2. 3. Características y beneficios del neumático fligth special II.....	23
Tabla 2. 4. Características y beneficios del neumático fligth eagle .....	24
Tabla 2. 5. Composición química del Acero ASTM A 36 .....	30
Tabla 2. 6. Propiedades mecánicas del Acero ASTM A 36.....	30
Tabla 2. 7. Clasificación de los electrodos .....	51

## CAPÍTULO III

Tabla 3. 1. Especificaciones del neumático (Tren Principal) .....	54
Tabla 3. 2. Especificaciones del neumático (Tren Delantero) .....	54
Tabla 3. 3. Ventajas y desventajas de la jaula MEC BOX 1Z.....	55
Tabla 3. 4. Ventajas y desventajas de la jaula Martins.....	56
Tabla 3. 5. Especificaciones del acero ATM A 36 .....	65
Tabla 3. 6. Características del Electrodo utilizado.....	72
Tabla 3. 7. Codificación de Máquinas. ....	75
Tabla 3. 8. Codificación de Herramientas.....	76
Tabla 3. 9. Codificación de materiales .....	76
Tabla 3. 10. Especificaciones de construcción.....	77
Tabla 3. 11. Simbología del proceso .....	77
Tabla 3. 12. Costo primario. ....	86
Tabla 3. 13. Maquinaria, Herramienta y Equipos. ....	87
Tabla 3. 14. Mano de obra. ....	87
Tabla 3. 15. Costos secundarios.....	88
Tabla 3. 16. Costo total del proyecto.....	88

# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO II

Figura 2. 1. Fairchild FH-227J.....	8
Figura 2. 2. Tren principal del avión Fairchild FH 227J .....	10
Figura 2. 3. Jaula de seguridad .....	11
Figura 2. 4. Jaula de seguridad MEC-BOX 1Z .....	12
Figura 2. 5.. Jaula de seguridad Martins .....	13
Figura 2. 6.. Manómetros .....	14
Figura 2. 7. Manómetro de bourdon .....	15
Figura 2. 8. Cubierta del neumático .....	16
Figura 2. 9. Explosión de un neumático .....	17
Figura 2. 10. Partes del neumático.....	19
Figura 2. 11. Accidente en aviación .....	20
Figura 2. 12. Neumático goodyear .....	21
Figura 2. 13. Neumático fligth radial.....	22
Figura 2. 14. Neumático fligth special II .....	23
Figura 2. 15. Neumático fligth Eeagle .....	24
Figura 2. 16 Lámina de acero.....	25
Figura 2. 17. Comportamiento del acero ASTM A36.....	31
Figura 2. 18. Fuerza de tensión.....	33
Figura 2. 19. Fuerza de flexión.....	33
Figura 2. 20. Fuerza de compresión.....	34
Figura 2. 21. Fuerza en torsión .....	34
Figura 2. 22. Esfuerzo de tensión.....	36
Figura 2. 23. Esfuerzo de compresión.....	36
Figura 2. 24. Esfuerzo a compresión.....	37
Figura 2. 25 Tronzadora de metal .....	41
Figura 2. 26. Platinas de acero estructural.....	42
Figura 2. 27. Tornillo de banco.....	43
Figura 2. 28. Tipos de tubos.....	43
Figura 2. 29. Soldadura de arco .....	45

Figura 2. 30. Área de soldado .....	46
Figura 2. 31. Zona de soldadura .....	48
Figura 2. 32. Elementos de seguridad en soldadura .....	50
Figura 2. 33. Especificación de los electrodos .....	50
Figura 2. 34. Técnica de soldadura .....	52

### **CAPÍTULO III**

Figura 3. 1. Dimensión de la jaula .....	57
Figura 3. 2. Tubo redondo de acero estructural .....	66
Figura 3. 3. Arco de la jaula.....	67
Figura 3. 4. Corte de la plancha estructural .....	68
Figura 3. 5. Corte de la platina .....	69
Figura 3. 6. Corte de los tubos .....	70
Figura 3. 7. Proceso de medición.....	70
Figura 3. 8. Soldadura de los tubos.....	71
Figura 3. 9. Soldadura a la plancha de acero.....	72
Figura 3. 10. Proceso de soldadura de la bisagra .....	73
Figura 3. 11. Máquina de soldar.....	74
Figura 3. 12. Proceso final de pintura.....	75

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Especificación de los Neumáticos.....	94
Anexo B. Clasificación de los Aceros .....	102
Anexo C. Planos y Cálculos Estructurales de la Jaula de Inflado de Neumáticos .....	104
Anexo D. Especificación Dipac de Platinas.....	105
Anexo E. Especificación Dipac Tubo Estructural Cuadrado.....	107
Anexo F. Especificación Dipac Tubo Estructural Redondo .....	109
Anexo G. Propiedades Físicas del Acero Astm A36 .....	111
Anexo H. Tabla y Diagramas Utilizados de Mecánica de Materiales .....	113
Anexo I. Círculo de Morh.....	118
Anexo J. Norma Osha 29 Cfr, 1910.177 .....	120

# INTRODUCCIÓN

La construcción de este equipo de inflado de neumáticos para el avión Fairchild surge con la finalidad de optimizar y facilitar al personal la seguridad necesaria que se requiere, cumpliendo con los manuales que establecen sus normas y reglamentos necesarios.

Cuando se inició el presente proyecto de grado, se planteó objetivos para realizar la investigación con la finalidad de establecer las condiciones físicas y técnicas que puedan ser de mucha factibilidad para el personal técnico, alumnos del Instituto y fuera de ello el cual les brindara una actitud de seguridad para desenvolverse de una mejor manera en las diferentes compañías de aviación. Luego de realizar una investigación profunda se estableció que es factible la realización de un equipo de inflado de neumáticos para el avión Fairchild que cumpla con todas las normas de seguridad requeridas.

Además consta de un análisis económico del costo total e individual de cada uno de los elementos y materiales utilizados en el desarrollo del proyecto, así como de las herramientas, equipos y demás ítems que fueron necesarios para el desarrollo del proyecto.

## **SUMMARY**

The construction of this tire inflation equipment for aircraft Fairchild arises in order to optimize and facilitate the necessary security staff required, complying with manuals establish necessary rules and regulations.

When this project began grade, was raised for research purposes in order to establish the physical and technical conditions can be very feasible for technical staff, students and jurisdiction of this Institute which would give them an attitude security to function in a better way in the different airlines. After conducting a thorough investigation it was established that it is feasible to carry out a tire inflation kit for Fairchild aircraft that meets all required safety standards.

Also includes an economic analysis of individual total cost of each of the elements and materials used in the development of the project as well as the tools, equipment and other items that were needed for the development of the project.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

Volar se ha convertido en una acción relativamente normal para el hombre. Incluso para algunos el traslado en avión se reviste de un carácter de frecuencia y son muchas las horas pasadas en el interior del fuselaje de un avión. No obstante, esta normalidad deviene apoyada en los altos niveles de seguridad ofrecidos por la aviación actual, en la que los accidentes son cada vez más extraños y, en general, no responden a fallos técnicos.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico luego de adquirir el avión Fairchild FH 227J donado por la FAE Ala 11, se ve en la necesidad de realizar mantenimiento y revisión de todas sus sistemas y subsistemas del avión, una de sus partes principales es el tren de aterrizaje que cumple la función de desplazar una aeronave cuando esta se encuentra en tierra, tanto sea para despegar, aterrizar o trasladarse de un punto a otro (actividades de taxeo).

El Instituto carece del sistema de funcionamiento y seguridad acerca del inflado de neumáticos, ya que este proceso es de mucha importancia y de responsabilidad al realizarlo por lo tanto debemos aplicar todos los conocimientos adquiridos para evitar graves accidentes, el Instituto al no contar con los elementos necesarios de trabajo para el mantenimiento de neumáticos pueden ocasionar graves problema tanto a los estudiantes, docentes y técnicos ya que una mala manipulación sin los elementos adecuados pueden ocasionar graves accidentes.

El problema que se planteó surge al revisar los equipos que cuenta el Instituto para realizar pruebas de inflado de neumáticos, para tener una mayor seguridad y cumplir con los manuales de Mantenimiento establecidos, que nos indica que debemos inflar a una determinada presión, ya que cada neumático viene establecido en su número de parte, las especificaciones y características generales del neumático, por lo tanto el manual de mantenimiento indica la presión que se debe establecer a cada neumático por medio de un equipo de seguridad .

El avión Fairchild FH 227J al ser un equipo didáctico, por lo tanto debe cumplir con todos los elementos necesarios de seguridad para los estudiantes, ya que la DAG realiza una inspección tanto académica como práctica para que cumpla con todos los requisitos implantados por esta entidad.

Este equipo servirá para el inflado de neumáticos tanto para el tren principal como el tren delantero, el cual será de mucha utilidad para los estudiantes y técnicos para de esta forma lograr que los alumnos de la carrera de Mecánica Aeronáutica fusionen la teoría con la práctica de los conocimientos adquiridos en las aulas.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Qué equipo aeronáutico permite la protección personal de inflado de neumáticos del avión FAIRCHILD FH 227J del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

## **1.3 Justificación e importancia**

La finalidad de este presente trabajo de investigación es encontrar una solución clara y definitiva al problema que se planteó al principio del proyecto.

La utilización de un equipo de inflado de neumáticos para el avión Fairchild FH 227J, permitirá al personal laborar con seguridad, de esta manera evitar graves accidentes que pueden llegar a ocasionar lesiones mayores.



Durante el aterrizaje, el tren debe absorber la energía cinética producida por el impacto. La cubierta es el primer elemento que absorbe tal impacto, pero no es suficiente; así el tren de aterrizaje debe poseer un sistema de amortiguación para poder disminuir el impacto.

La expresión “energía de descenso” se emplea frecuentemente y es la energía cinética arbitrariamente asociada con la velocidad vertical. El sistema<sup>1</sup> debe absorber la energía cinética, equivalente a la caída libre del peso del avión desde 80 cm de altura.

El peso total del avión, su distribución sobre las ruedas principales y la proa o popa, la velocidad vertical de aterrizaje, la cantidad de unidades de ruedas, las dimensiones y presión de las cubiertas y otros, son los factores que influyen sobre la amortiguación del choque y ésta debe ser tal que la estructura del avión no esté expuesta a fuerzas excesivas.

La función del amortiguador del tren de aterrizaje es reducir la velocidad vertical del avión a cero, en tal forma que la reacción del suelo nunca exceda de un cierto valor, generalmente un múltiplo del peso del avión, en el aterrizaje, montante, amortiguador: el cual tiene la función de transformar la energía cinética de descenso en incremento de presión de un líquido y un gas que se encuentra dentro de este (en el momento que el avión aterriza).

Por lo anteriormente mencionado es importante la implementación de un equipo aeronáutico para el Instituto, para poder realizar los trabajos de mantenimiento de neumáticos con las normas de seguridad establecidas, para un servicio seguro y confiable.

---

<sup>1</sup> CARMONA Aníbal (2004), Aerodinámica del avión. Cuarta Edición

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Implementar un equipo de seguridad para el inflado de neumáticos mediante un plan metodológico de investigación para la protección personal.

### **1.4.1 Objetivos específicos**

- Recopilar información para facilitar el desarrollo investigativo.
- Elaboración de diagramas y planos.
- Selección de materiales adecuados.
- Realizar pruebas de funcionamiento del inflado de neumáticos.
- Contribuir al desarrollo educativo y tecnológico del Instituto

## **1.5 Alcance**

El presente proyecto está dirigido al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, el cual contara con un medio adecuado para el inflado de neumáticos para facilitar tanto a estudiantes como docentes; de esta manera cumplir con todas las normas de seguridad establecidas por la DAG.

Al determinar las condiciones físicas y técnicas del mantenimiento en el avión Fairchild, se establecerá las características del equipo aeronáutico que permita optimizar los trabajos de inflado de neumáticos para el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Introducción**

El presente capítulo contiene toda la información introductoria de los materiales usados en la construcción de la jaula protectora de inflado de neumáticos para el avión Fairchild FH 227J, tanto para el tren principal como delantero, dando a conocer sus especificaciones teóricas y numéricas del desarrollo del proyecto.

El tren de aterrizaje<sup>2</sup>, es la parte de cualquier aeronave encargada de absorber la energía cinética producida por el contacto entre la aeronave y la pista durante la fase de aterrizaje.

Según la categoría en la que la aeronave se encuentre certificada, el sistema debe cumplir distintos requisitos de absorción de energía. En este caso, las fuerzas actuantes serán no sólo verticales.

El peso total del avión, su distribución sobre las ruedas principales, la velocidad vertical de aterrizaje, la cantidad de unidades de ruedas, las dimensiones y presión de las cubiertas y otros, son los factores que influyen sobre la amortiguación del choque y ésta debe ser tal que la estructura del avión no esté expuesta a fuerzas excesivas.

---

<sup>2</sup> PRATT & WHITNEY (1995), AlertServiceBulletin, Tercera Edición.



Figura 2.1. Fairchild FH-227J

**Fuente:**<http://aerotecnologia.blogspot/2010>

**Elaborado por:** Carlos León

## 2.2 Fundamentación Teórica

Muchos accidentes suceden por ignorar las normas de seguridad, la cual cumple un papel muy importante en la aviación por lo tanto se debe seguir paso a paso las reglas para evitar graves accidentes, por esta razón se ha visto en la obligación de implementar una jaula para el inflado de neumáticos el mismo que se desarrollará con todas las normas de seguridad, con un material resistente a una explosión.

Los neumáticos de las aeronaves de categoría de transporte normalmente están hechos de hule, capas de nylon flexible o algún material similar y de alambre de fibras de acero y se llenan con nitrógeno. Operan a altas presiones de inflado y están diseñadas para resistir cargas pesadas y altas velocidades durante el despegue y el aterrizaje.

A medida que los neumáticos giran, estas producen calor, principalmente por la fricción generada durante la deflexión de las mismas se produce un cambio en la distancia eje a piso después de haber instalado una llanta.

Los neumáticos funcionan adecuadamente cuando se inflan correctamente y no reciben sobrecarga sin embargo, cuando se inflan por debajo de las especificaciones o se sobre cargan, los neumáticos tienden a presentar deflexión excesiva.

<sup>3</sup>“Cuando las paredes laterales de la llanta presentan sobre deflexión en el fondo de cada rotación, la flexión excesiva del hule puede fatigar las fibras de refuerzo y generar mayores temperaturas internas con mayor rapidez de lo que se generarían a una presión adecuada de inflado”.

“Las altas temperaturas pueden degradar las propiedades físicas de los componentes del hule y fundir los hilos de nylon en los pliegues y dicho daño puede llevar a falla del neumático”.

El Nitrógeno se utiliza en vez del aire comprimido, pues éste normalmente lleva aceite, es húmedo y contiene oxígeno, lo cual acelera el deterioro de los neumáticos. El aire contiene alrededor de 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y 1% de otros gases. El Nitrógeno es inerte y no corrosivo. El Oxígeno por el contrario es destructivo.

El aire difunde a través del neumático un 30 a 40% más rápido que el Nitrógeno lo que significa que la probabilidad de tener neumáticos desinflados con aire es mayor. El Departamento de Energía de USA estima que se ahorrarían 2 Millones de galones de gasolina por día si los neumáticos fueran inflados apropiadamente. Se estima que entre un 40 - 80% del parque automotriz en USA circula en condiciones sub-infladas, lo que aumenta el consumo de combustible.

Se hicieron pruebas en carretera con neumáticos de camión inflados con Nitrógeno, por más de 7 Millones de millas resultando en una disminución de las fallas y prolongando la vida del neumático entre un 25 - 30% En general, podemos decir que el inflado de neumáticos con Nitrógeno tiene su historia y es una tecnología reconocida en varios usos, nuestro objetivo como unidad de

---

<sup>3</sup>GUILLÉN SALVADOR, Antonio (1999) Introducción a la Neumática.

desarrollo es hacerla accesible a toda aquella empresa o persona que piense en la seguridad.



Figura 2. 2. Tren Principal del avión Fairchild FH 227J

**Fuente:**Investigacion de campo

**Elaborado por:** Carlos León

### 2.2.1 Jaulas de seguridad

Las ruedas de aviones, camiones, autobuses, maquinaria pesada, etc., tienen llantas que están infladas a presiones peligrosas, por consiguiente los trabajadores o técnicos tienen que establecerse a las normas establecidas de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA).

Los accidentes involucrando ruedas generalmente ocurren al inflar los neumáticos. Se revientan los anillos de cierre causando lesiones serias o la muerte. Los empleadores tienen que capacitar a todos los empleados que se encargan del mantenimiento de neumáticos.

La jaula tiene que aguantar la fuerza que recibe durante la separación del rin al 150 por ciento de la presión máxima especificada de la llanta. Las jaulas tienen que inspeccionarse visualmente antes de comenzar cada trabajo, si demuestra desgaste en soldaduras, grietas, componentes doblados, rotos, oxidación, tiene

que quitarse de servicio y no ser usada hasta que haya sido reparada completamente.

Los técnicos tienen que asegurarse cumpliendo las siguientes normas:

- Usar lentes de seguridad.
- Leer y seguir los manuales instructivos del fabricante.
- Manejar ruedas con aparatos mecánicos para levantarlas y moverlas.
- Inspeccionar e identificar todos los componentes de la rueda, como los límites de presión y las condiciones de las llantas.
- Montar e inflar con seguridad las llantas adentro de un aparato de retención ( jaula de seguridad )
- Pararse fuera del área de trayectoria de cualquier pieza y onda explosiva de aire que tal vez salga de la llanta si ocurre una separación explosiva durante el inflado e inspección posterior.



Figura 2. 3. Jaula de seguridad

**Fuente:** <http://ugtemt.es/principal/pautas/125>

**Elaborado por:** Carlos León

### 2.2.1.1 Tipos de Jaulas

#### Jaula MEC-BOX 1Z

Jaula de protección para inflar, sin riesgos, todos los neumáticos de camión y autobús, avión con Ø máximo de 1600 mm y 800 mm de sección.<sup>4</sup> Los neumáticos se inflan en condiciones totalmente seguras, con la ayuda de reguladores de presión equipados con manómetro, o con el sistema de inflado electrónico (opcional y fácil de instalar en cualquier momento), que permite regular previamente la presión y realizar el inflado autónomamente, ahorrando tiempo al operario. Estructura en acero galvanizado.



Figura 2. 4. Jaula de seguridad MEC-BOX 1Z

**Fuente:**<http://jaulas/mecboz/iz>

**Elaborado por:** Carlos León

---

<sup>4</sup><http://www.wyco.es/accesorios/Jaula.htm>



## Jaula tipo Martins

Estas jaulas de seguridad,<sup>5</sup> obligatorias como precaución para el inflado de neumáticos, proporcionan una buena protección y exceden el Estándar estadounidense federal de la OSHA 29 CFR, 1910.177. Centrar el neumático verticalmente en la jaula utilizando los dos soportes de acero soldados a la base. Posicionar la válvula entre los 2 soportes verticales. Ajustar el pico de aire a la válvula y alejarse aproximadamente 10 pies o 3 metros del neumático y llanta.

Están fabricadas con caño de acero de 2<sup>3</sup>/<sub>8</sub> "(7cm) – 6% más grandes que la cañería de la competencia- soldado a una base de acero de 3/16" con refuerzos agregados. Todas las soldaduras de estas jaulas de inflado satisfacen el Estándar CSA W47.1. Las jaulas poseen terminación con pintura en polvo horneada a 400° F para lograr una durabilidad y una calidad superior en el producto.



Figura 2. 5..Jaula de seguridad Martins

**Fuente:**<http://new/Mec Box 1Z/prevención>

**Elaborado por:** Carlos León

---

<sup>5</sup><http://www.martinsindustries.com/jaula-organizadora-de-ordenes.html>

### 2.2.2 Manómetros

El manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local.

En la<sup>6</sup> mecánica la presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie.

La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el sistema internacional de unidades (SI), la presión se expresa en newtons por metro cuadrado; un newton por metro cuadrado es un pascal (Pa). La atmósfera se define como 101.325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional.

Cuando los manómetros deben indicar fluctuaciones rápidas de presión se suelen utilizar sensores piezoeléctricos o electrostáticos que proporcionan una respuesta instantánea.

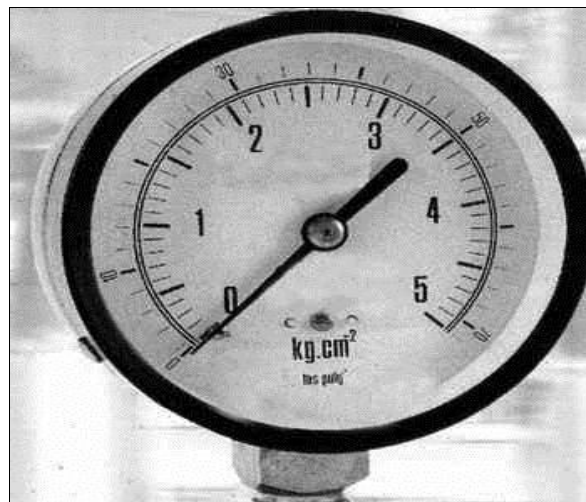


Figura 2. 6..Manómetros

**Fuente:**<http://wikipedia/manómetros/presión>

**Elaborado por:** Carlos León

---

<sup>6</sup><http://es.wikipedia.org/wiki/Manómetro.html>

### 2.2.2.1 Manómetro de Bourdon<sup>7</sup>

El tubo Bourdon es un tubo de sección elíptica que forma un anillo casi completo, cerrado por un extremo. Al aumentar la presión en el interior del tubo, éste tiende a enderezarse y el movimiento es transmitido a la aguja indicadora, por un sector dentado y un piñón. La ley de deformación del tubo Bourdon es bastante compleja y ha sido determinada empíricamente a través de numerosas observaciones y ensayos en varios tubos.

El manómetro de Bourdon consta de un fino tubo metálico de paredes delgadas, de sección elíptica muy aplastada y arrollado en forma de circunferencia. Este tubo (que se aprecia en la fotografía) está cerrado por un extremo que se une a una aguja móvil sobre un arco graduado. El extremo libre, comunica con una guarnición (parte superior de la fotografía) que se conectará al recipiente que contiene el gas comprimido. Cuando la presión crece en el interior del tubo, éste tiende a aumentar de volumen y a rectificarse, lo que pone en movimiento la aguja.



Figura 2. 7. Manómetro de Bourdon

**Fuente:**<http://Wikipedia/Manómetros/Bourdon>

**Elaborado por:** Carlos León

---

<sup>7</sup> <http://www.buenastareas.com/ensayos/Man%C3%B3metro-De-Bourdon/1211827.html>

## 2.2.3 Introducción Componentes de los neumáticos

### 2.2.3.1 Características generales de los neumáticos

#### Estructura de la cubierta

La cubierta puede describirse como un cuerpo flexible, cuyos elementos principales son la carcasa y la banda de rodadura. La carcasa contiene tejido de alta resistencia a la tracción en forma de lonas, que se fijan a dos aros de cables de acero que proporcionan un firme acoplamiento a los asientos de la llanta.

Con la estructura anteriormente descrita se pretende:

- Que el neumático cuente con elementos relativamente inextensibles para su adecuado anclaje a la llanta.
- Flexibilidad necesaria para actuar como elemento elástico-amortiguador.

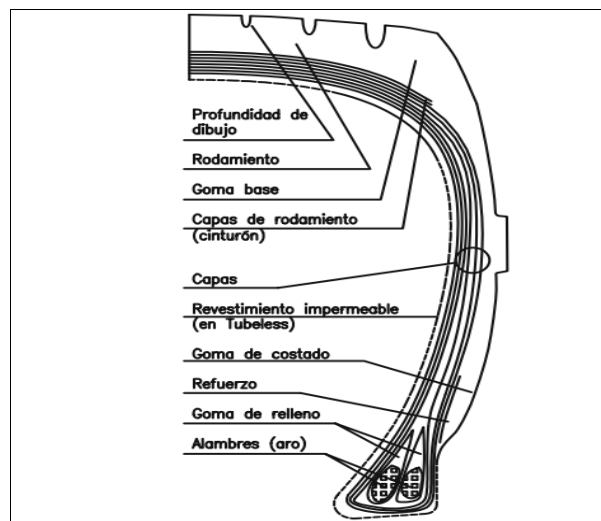


Figura 2. 8. Cubierta del neumático

**Fuente:**<http://rincon.del.vago/neumaticos.de.aviacion>

**Elaborado por:** Carlos León

### 2.2.3.2 Características mecánicas de los neumáticos

Los neumáticos actúan las fuerzas normales y tangenciales de contacto con la superficie de rodadura y los momentos que estas originan respecto a diferentes ejes ligados al propio neumático.

Los neumáticos radiales ofrecen distribuciones de presión más uniformes en la dirección transversal de la superficie de contacto, debido a la mayor flexibilidad de los costados y mayor rigidez de la banda de rodadura<sup>8</sup>.

La carga vertical de un neumático es soportada por el aire a presión y por la carcasa. En los neumáticos de avión la carcasa soporta del 3 al 8% de la carga, a diferencia de los neumáticos de automóviles, la carcasa soporta el 15% de la carga, debido a la baja presión que utilizan usualmente.

La presión de inflado tiene una influencia moderada a las propiedades de deriva de los neumáticos, especialmente dentro de los márgenes usuales de aplicación.



Figura 2. 9. Explosión de un neumático

**Fuente:** <http://http://www.google.com.ec/search?hl=es->

**Elaborado por:** Carlos León

---

<sup>8</sup>JOPIA VALENCIA, Iván (2005) Fundamentos de Neumática Básica. Tercera Edición.

### 2.2.3.3 Partes del neumático<sup>9</sup>

Un neumático está constituido por las siguientes partes:

**Telas.** En la construcción radial, las cuerdas de la tela de carcasa corren de talón a talón en el sentido radial. Son ellas las que tienen la función de soportar la carga. Sobre las telas de la carcasa, en el área de la banda de rodamiento son montadas las telas estabilizadoras. Sus cuerdas corren en sentido diagonal y son las que mantienen la estabilidad del neumático.

**Banda de rodamiento.** Es la parte del neumático que permite la adherencia al suelo. Su diseño debe proporcionar capacidad de frenado y tracción. Su compuesto de caucho debe resistir la abrasión y el desgaste.

**Pared Lateral.** Es la parte de la estructura que va de la banda de rodamiento hasta el talón, siendo revestida por un compuesto de caucho con alta resistencia a la fatiga por flexión.

**Innerliner.** Es el revestimiento protector de la estructura en la parte interna del neumático. En el caso de los neumáticos radiales de acero sin cámara, éstas tienen impermeabilidad al aire y a la humedad.

**Talones.** Están compuestos de cables de acero revestidos en cobre para evitar la oxidación, separados individualmente por compuestos de caucho para evitar el contacto entre ellos y revestidos de tejido tratado. Su función es amarrar el neumático a la llanta y tener alta resistencia a la rotura.

---

<sup>9</sup><https://sites.google.com/site/rueda11javipol/3-1-partes-del-neumatico>

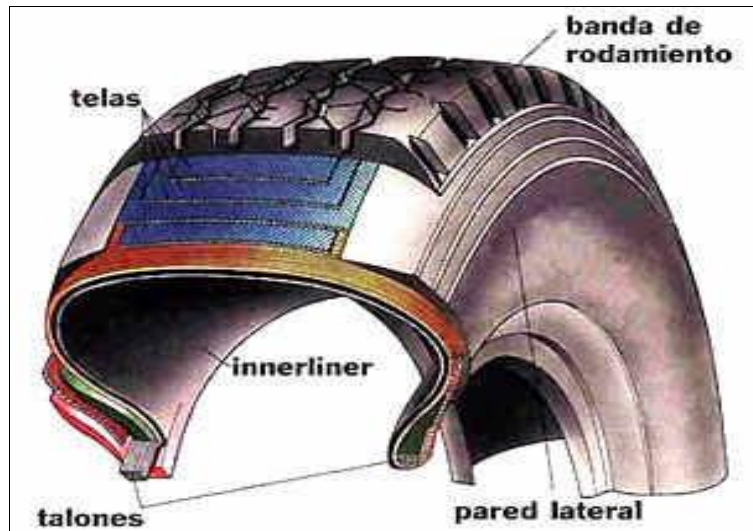


Figura 2. 10. Partes del neumático

**Fuente:** <http://www.manualdevuelo.com/neumaticos>

**Elaborado por:** Carlos León

#### 2.2.3.4 Normas de seguridad al inflar un neumático

Al inflar un neumático se debe tomar todas las normas de seguridad adecuadas, de las que explicaremos:

- Cuando se infla una rueda no es conveniente situarse frente a ella, puesto que por cualquier motivo se da una presión excesiva puede ocasionar graves daños.
- Una presión baja produce un desgaste excesivo en la cubierta y un desequilibrio en el avión.
- Se debe conocer bien las cargas y presiones de los neumáticos antes de realizar un inflado.
- Con un manómetro revisamos la presión indicada para cada neumático de tal manera que no se debe sobrepasar lo especificado.
- Los neumáticos deben ser revisados periódicamente, de tal manera que no existan cortes, golpes, rozadura, tanto en las superficies laterales como en la rodadura.

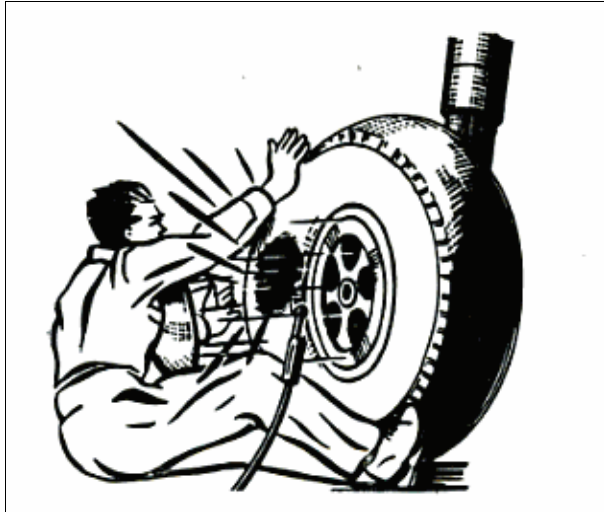


Figura 2. 11. Accidente en aviación

**Fuente:**<http://www.manualdevuelo.com/neumaticos>

**Elaborado por:** Carlos León

### 2.2.3.5 Fabricación GoodYear

Goodyear en relación a neumáticos de aviación tiene un diseño asistido por un ordenador, junto con un análisis de elementos finitos, como los pozos de la ciencia de los materiales compuestos y sus aplicaciones. Tanto los materiales y los neumáticos se someten a una variedad de laboratorio, dinamómetro, y evaluaciones de campo para confirmar los objetivos de rendimiento y obtener la respectiva certificación<sup>10</sup>.

Todos los neumáticos Goodyear de aviones comerciales están claramente marcados con la siguiente información: Goodyear, tamaño, índice de carga, régimen de velocidad, profundidad antideslizante moldeada, Goodyear número de parte, número de serie, Goodyear planta identificación y marcado TSO. Además, los neumáticos Goodyear están marcados con la calificación de capas y otras marcas como es requerido por fabricantes de fuselajes y otras organizaciones, como por ejemplo un código de AEA (que define el nuevo neumático, la carcasa y la banda de rodadura de construcción).

---

<sup>10</sup><http://www.buenastareas.com/ensayosB3n-Good-Year/3993169.html>





Figura 2. 12. Neumático Goodyear

**Fuente:** <http://www.goodyear.com/ecuador>

**Elaborado por:** Carlos León

Tabla 2. 1. Anomalías del neumático

<b>Presión de aire excesivo</b>	<b>Presión de aire baja</b>
Reduce la superficie de contacto.	Elevada temperatura.
Falta de flexibilidad.	Desgaste en zonas laterales.
Desgaste por la parte central de la banda de rodadura.	Excesiva flexibilidad.
Fatiga de los talones.	Perdida de adherencia.
Perdida de confort.	Fatiga de los flancos.
Variación de las condiciones de fiabilidad.	Perdida de estabilidad.

**Fuente:** Manual de inspección de neumáticos

**Elaborado:** Carlos León

## 2.2.4 TIPOS DE NEUMÁTICOS DE AVIONES COMERCIALES

### 2.2.4.1 FLIGHT RADIAL

Tabla 2. 2. Características y beneficios del neumático flight radial

Características	Beneficios
Correas fuertes, superficie de rodadura de goma rígidos	Una mayor estabilidad dimensional, para una mayor duración y mayor resistencia a los cortes.
Construcción radial.	Más desembarcos en comparación con el sesgo.
Diseño especial.	Reducción de peso en comparación con el sesgo.

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León



Figura 2. 13. Neumático Fligth Radial

**Fuente:** <http://www.goodyear.com/fligthradial>

**Elaborado por:** Carlos León

### 2.2.4.2 Fligth Special II

Tabla 2. 3. Características y beneficios del neumático fligth special II

Características	Beneficios
El diseño es asistido por ordenador.	Número máximo de aterrizajes.
Su superficie interna es especial.	Mayor retención de aire.
Los compuestos de talón y de la construcción son mejorados.	Facilidad de servicio y resistencia al daño de la rueda.
Resistentes al desgaste y compuestos de banda de rodadura.	Menor costo por aterrizaje.
Las paredes laterales tienen depósito de antioxidantes.	Excelente resistencia a la luz solar y la capa de ozono.

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León



Figura 2. 14. Neumático Fligth Special II

**Fuente:** <http://www.goodyear.com/flightspecial>

**Elaborado por:** Carlos León

### 2.2.4.3 FLIGHT EAGLE

Tabla 2. 4. Características y beneficios del neumático fligth Eagle

Características	Beneficios
La costilla tiene un diseño de banda ancha y de gran superficie.	La tracción es mejorada.
Resistente al desgaste de la banda de rodadura de caucho.	Desgaste uniforme y una vida útil prolongada.
La cubierta tiene triple-templado cordón de nylon.	Construcción de calidad.

**Fuente:**<http://www.goodyear.com/fligtheagle>

**Elaborado por:** Carlos León



Figura 2. 15. Neumático Fligth Eagle

**Fuente:**<http://www.goodyear.com/flightspecial>

**Elaborado por:** Carlos León

## 2.2.5 Materiales usados en la construcción

### 2.2.5.1 Acero<sup>11</sup>

El acero es en la actualidad la más importante de las aleaciones metálicas conocidas, no habiendo existido en ninguna época otro material que tanto haya contribuido al progreso de la humanidad. Se puede decir de una manera general que bajo la denominación de “acero” se agrupan todas las aleaciones de hierro forjables.

Una de las propiedades más importantes de los aceros es su gran plasticidad y maleabilidad a elevada temperatura, que permite transformar su forma o dimensiones por laminado o martillado en caliente con gran facilidad. Además los aceros son dúctiles y por trabajo en frío se pueden laminar o estirar en forma de chapas, flejes, alambres o hilos de muy pequeño espesor o diámetro.

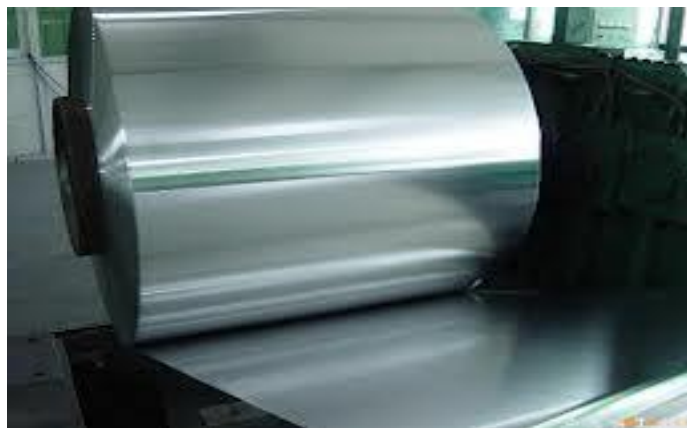


Figura 2. 16 Lámina de Acero

**Fuente:** <http://www.aceroestructural/termico>

**Elaborado por:** Carlos León

---

<sup>11</sup>F.R. Morral,( 1985 ) Metalurgia General, Editorial Reverté

### 2.2.5.1.1 VENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

**Alta resistencia:** La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será poco el peso de las estructuras, esto es de gran importancia en puentes de grandes claros.

**Uniformidad:** Las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo como es el caso de las estructuras de concreto reforzado.

**Durabilidad:** Si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado duraran indefinidamente.

**Ductilidad:** La ductilidad es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. La naturaleza dúctil de los aceros estructurales comunes les permite fluir localmente, evitando así fallas prematuras.

**Tenacidad:** Los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad.

### 2.2.5.1.2 Características y propiedades del acero

Su densidad media es de 7.850kg/m<sup>3</sup>.

En función de la temperatura el acero se puede encoger, estirar o derretir. ·

El punto de fusión del acero depende del tipo de aleación.

El de su componente principal, el hierro es de alrededor de 1510°C, sin embargo el acero presenta frecuentemente temperaturas de fusión de alrededor de los 1375 °C (2500 °F).

Por otra parte el acero rápido funde a 1650°C ·

Su punto de ebullición es de alrededor de 3000 °C (5400°F).

Es un material muy tenaz, especialmente en alguna de las aleaciones usadas para fabricar herramientas.

Relativamente dúctil. Con él se obtienen hilos delgados llamados alambres.

Es maleable. Se pueden obtener láminas delgadas llamadas hojalata. La hojalata es una lámina de acero, de entre 0,5 y 0,12 mm de espesor, recubierta, generalmente de forma electrolítica, por estaño, zinc.

### **2.2.5.1.3 Tipos de aceros<sup>12</sup>**

Tenemos tres aceros a elegir:

- El acero al carbono que se empleará cuando trabajemos a temperaturas superiores de -28°C.
- El acero inoxidable cuando trabajemos a temperaturas entre -28°C y 45°C.
- El acero con una aleación de 3,5% de níquel que se empleará a temperaturas inferiores a -45°C.

### **Aceros al carbono**

Más del 90% de todos los aceros son aceros al carbono. Están formados principalmente por hierro y carbono. Estos aceros contienen diversas cantidades de carbono y menos del 1,65% de manganeso, el 0,60% de silicio y el 0,60% de cobre. Entre los productos fabricados con aceros al carbono figuran máquinas, carrocerías de automóvil, la mayor parte de las estructuras de construcción de acero, cascos de buques, somieres y horquillas.

---

<sup>12</sup><http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialh101.html>

## **Aceros inoxidables**

Los aceros inoxidables contienen cromo, níquel y otros elementos de aleación, que los mantienen brillantes y resistentes al herrumbre y oxidación a pesar de la acción de la humedad o de ácidos y gases corrosivos. Algunos aceros inoxidables son muy duros; otros son muy resistentes y mantienen esa resistencia durante largos periodos a temperaturas extremas. Se emplea para las tuberías y tanques de refinerías de petróleo o plantas químicas, para los fuselajes de aviones o para cápsulas espaciales.

### **Acero Cromo – Vanadio<sup>13</sup>**

Al utilizar una aleación de acero con cromo y vanadio hace que el material tenga una microestructura de grano fino, por tanto, un punto de deformación más alto. Usualmente tienen un porcentaje de carbono tal que les permita tener en su estructura 100% cementita.

Las herramientas de buena calidad son sometidas a un largo proceso de fabricación, compuesto al menos por doce etapas. Del acero básico se fabrica una pieza en bruto por estampación que se calienta a 1200° C.

Seguidamente se coloca en la forja, donde se sitúa entre los moldes y se le da la forma adecuada, más tarde se pasa al rectificado y el contorneado exterior.

Posteriormente se pasa al templado de la herramienta, se calienta y se sumerge en un baño de aceite, se vuelve a calentar y se deja enfriar lentamente. Una vez rectificada y pulida se pasa al galvanizado.

---

<sup>13</sup><http://usuarios.fceia.unr.edu.ar/~adruker/Clasificaci%F3n%20de%20acero>



### **2.2.5.2 Acero ASTM A 36**

El acero A36 es la designación de la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM, siglas en inglés) para el acero al carbono. El acero ASTM A36 es el tipo de uso más común en la construcción. Sus propiedades permiten que se use el acero en muchas aplicaciones, a diferencia de otras aleaciones de mayor rendimiento<sup>14</sup>.

#### **2.2.5.2.1 Propiedades**

El ASTM A36 tiene una fuerza para ceder de 36.000 psi, y una capacidad de tensión de doblaje de 22.000 psi. Las propiedades del acero ASTM A36 permiten que se deforme rápidamente mientras se incrementa la tensión más allá de su fuerza para ceder. Esta conductividad permite que los edificios aguanten mucho más de los límites de una estructura en caso de emergencia, permitiendo que los habitantes salgan de forma segura antes de que se colapse. Otros aceros de alto rendimiento, como la cuerda de puente, son extremadamente fuertes pero se resquebrajan, y hay una deformación mínima antes de que se rompa violentamente.

#### **2.2.5.2.1 Composición del Acero ASTM A 36**

Las aleaciones de acero están compuestas en su mayor parte de hierro. Sin embargo, cada aleación tiene cantidades diferentes de otros materiales, como carbono, manganeso, tungsteno y molibdeno. Las diferentes composiciones crean diferentes propiedades entre las aleaciones. Todas tienen un módulo de elasticidad, o una medida de rigidez, de 29 millones de psi. El módulo de elasticidad se usa para calcular cuándo se deformará una pieza de acero demasiado para llevar una carga de forma segura.

Otras propiedades del acero incluyen la fuerza para ceder, o la tensión máxima antes de que se deforme permanentemente; la capacidad de tensión de

---

<sup>14</sup>GERE James, (2002) Mecánica de Materiales, Séptima Edición. Editorial Iberoamericana..

doblaje, o la tensión que puede llevar de forma segura el acero antes de contorsionarse fuera de plano; y el límite final, o la tensión a la que fallará por completo.

Tabla 2. 5. Composición química del Acero ASTM A 36

<b>Elementos</b>	<b>%</b>
Carbono (C)	0,25-0.29
Cobre (Cu)	0.20
Hierro (Fe)	98,0
Manganeso (Mn)	1.03
Fósforo (P)	≤ = 0,04
Silicio (Si)	0.28
Azufre (S)	≤ = 0,05

**Fuente:** Mecánica de Materiales R.C. Hibbeler

Tabla 2. 6. Propiedades mecánicas del Acero ASTM A 36

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
Densidad, g/cm <sup>3</sup>	7.85
Resistencia a la tracción, MPa	400 - 552
Límite de Fluencia, MPa	250
Módulo de Young, MPa	200 000
Modulo de Cortante, MPa	79 300
Coefficiente de Poisson	0.26
Elongación, %	18
Dureza Rockwell B	67 - 83
Dureza Brinell	119 - 159

**Fuente:** Mecánica de Materiales R.C. Hibbeler

### 2.2.5.3 ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL ACERO A36

La “fatiga” puede reducir la resistencia del acero a largo plazo, cuando se lo somete a gran número de cambios de esfuerzos y aún fallarlo frágilmente, por lo que en estos casos deben limitarse los esfuerzos máximos. El acero más comúnmente usado es el denominado A-36, que tiene un punto fluencia de 36000 psi (2530 kgf/cm<sup>2</sup>), aunque modernamente la tendencia es hacia un acero de resistencia superior, el A-572 de punto de fluencia de 50.000 psi.

Las características estructurales del acero estructural tipo A-36 se pueden apreciar en las curvas “esfuerzo-deformación unitaria” a tensión, mostradas. En ella se muestran, también, los aceros estructurales A572 y A-36 fabricados por Acerías de Caldas (ACASA) en la región.

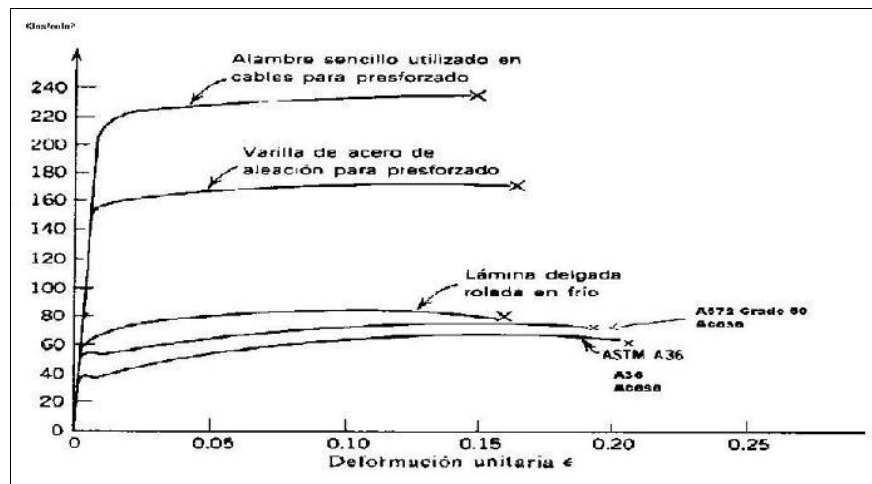


Figura 2. 17. Comportamiento del Acero ASTM A36

**Fuente:** <http://www.aceroestructural/termico>

**Elaborado por:** Carlos León

En la figura podemos apreciar que el acero ASTM A36 presenta los siguientes Los parámetros básicos son el Esfuerzo de Fluencia ( $f_y$ ) y la deformación unitaria de fluencia ( $E_y$ ). Una zona de comportamiento plástico, en la cual el esfuerzo permanece prácticamente constante, pero aumenta continuamente la deformación unitaria. Un punto de falla o de ruptura. La deformación unitaria en la falla es de 0,20 (curva inferior de la figura) para el acero estructural usado corrientemente en la construcción de estructuras.

Los aceros de "alta resistencia" como los usados para los cables de pre esforzado y aceros especiales, no presentan la fluencia definida que se muestra en la figura para los aceros tipo A-36, ni tienen el grado de ductilidad del acero estructural. En ellos, el esfuerzo de fluencia no se presenta tan claro como en los tipo A-36 y debe definirse. El acero para pre esforzado tiene la resistencia más alta de las mostradas:  $f_{pu} = 240 \text{ ksi}$  ( $240.000 \text{ psi} = 17.500 \text{ kgf/cm}^2$ ).

La deformación del acero a partir de la fluencia es denominada *ductilidad*. Esta es una cualidad muy importante en el acero como material estructural y es la base de los métodos de diseño plástico. Permite, que la estructura absorba grandes cantidades de energía por deformación, circunstancia muy importante en zonas sísmicas, en las cuales es necesario que la estructura libere la energía introducida en su base por los terremotos.

El Módulo de Elasticidad es prácticamente independiente del tipo de acero está alrededor de 2000000 kgf/cm<sup>2</sup>.

### **Diagrama Esfuerzo – Deformación unitaria**

Para entender a la perfección el comportamiento de la curva Esfuerzo-Deformación unitaria, se debe tener claro los conceptos que hacen referencia a las propiedades mecánicas de los materiales que describen como se comporta un material cuando se le aplican fuerzas externas, y a las diferentes clases de estas mismas a las cuales pueden ser sometidos.

.

### **Tipos de Fuerzas**

**2.2.5.3.1 Fuerzas de tensión o tracción:**<sup>15</sup> La fuerza aplicada intenta estirar el material a lo largo de su línea de acción.

---

<sup>15</sup><http://fuerzasmecaicaslp.blogspot.com/2011/02/tipo-de-fuerzas.html>

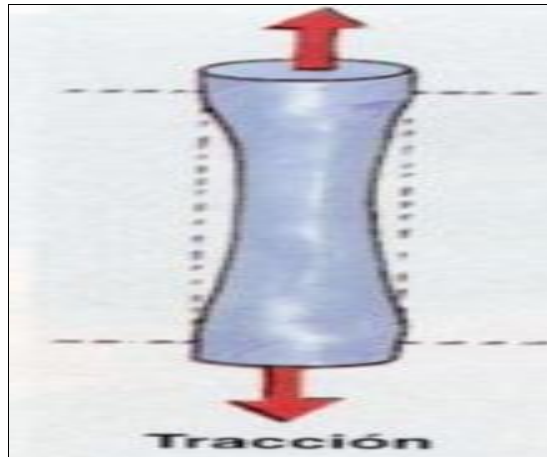


Figura 2. 18. Fuerza de tensión

**Fuente:**<http://www.aceroestructural/termico>

**Elaborado por:** Carlos León

**2.2.5.3.2 Fuerza de Flexión:** Las <sup>16</sup>fuerzas externas actúan sobre el cuerpo tratando de “doblarlo”, alargando unas fibras internas y acortando otras.

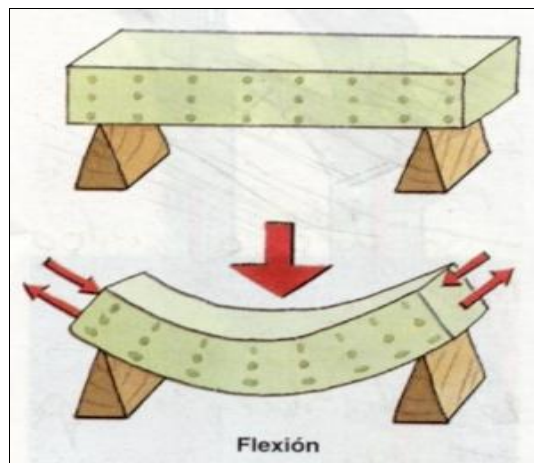


Figura 2. 19. Fuerza de flexión

**Fuente:**<http://www.aceroestructural/termico>

**Elaborado por:** Carlos León

<sup>16</sup>[http://iegonzalo-fisica11mariaavila.blogspot.com/2009/04/tipos-de-fuerza\\_09.html](http://iegonzalo-fisica11mariaavila.blogspot.com/2009/04/tipos-de-fuerza_09.html)

**2.2.5.3.3 Fuerzas de compresión:** la Fuerza aplicada intenta comprimir o acotar al material a lo largo de su línea de acción.

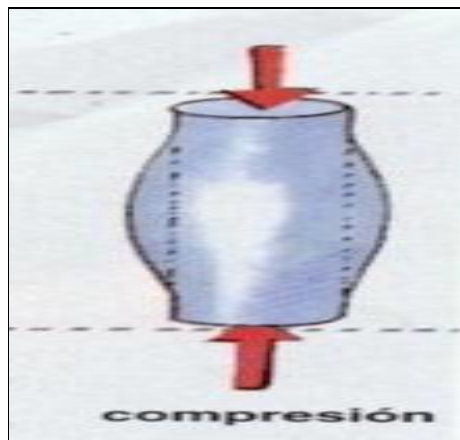


Figura 2. 20. Fuerza de compresión

**Fuente:**<http://www.aceroestructural/termico>

**Elaborado por:** Carlos León

**2.2.5.3.4 Fuerza en torsión:** la fuerza externa aplicada intenta torcer al material. la fuerza externa recibe el nombre de torque o momento de torsión.

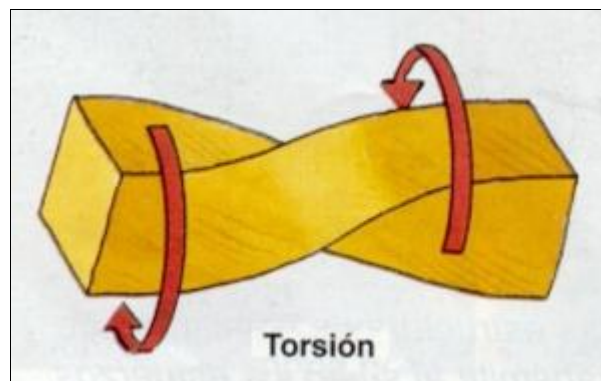


Figura 2. 21. Fuerza en torsión

**Fuente:**<http://www.aceroestructural/termico>

**Elaborado por:** Carlos León

#### 2.2.5.4 ESFUERZOS

Cualquier fuerza externa que se aplique sobre un material causa deformación, la cual se define como el cambio de longitud a lo largo de la línea de acción de la fuerza<sup>17</sup>.

Para estudiar la reacción de los materiales a las fuerzas externas que se aplican, se utiliza el concepto de esfuerzo.

$$\text{Esfuerzo} = \frac{\text{Fuerza aplicada}}{\text{Area sobre la cual se aplica la fuerza}}$$

El esfuerzo tiene las mismas unidades de la presión, es decir, unidades de fuerza por unidad de área. En el sistema métrico, el esfuerzo se mide en Pascales (N/m<sup>2</sup>). En el sistema inglés, en psi (lb/in<sup>2</sup>). En aplicaciones de ingeniería, es muy común expresar el esfuerzo en unidades de Kg /cm<sup>2</sup>.

##### 2.2.5.4.1 Esfuerzo de Tensión

Es aquel que tiende a estirar el miembro y romper el material. Donde las fuerzas que actúan sobre el mismo tienen la misma dirección, magnitud y sentidos opuestos hacia fuera del material. Como se muestra en la siguiente figura.

---

<sup>17</sup> <http://tecnologiasselectividad.blogspot.com/2009/04/esfuerzos-mecanicos.html>

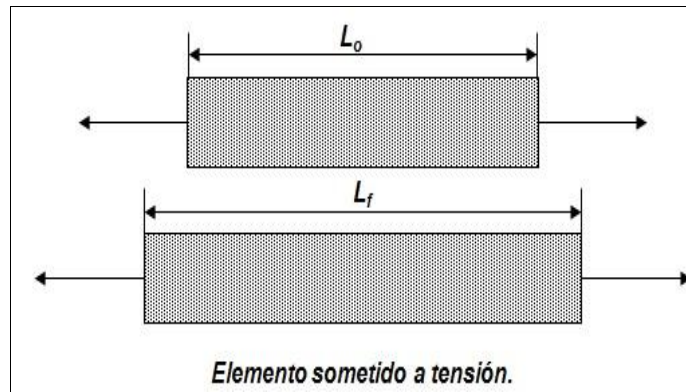


Figura 2. 22. Esfuerzo de Tensión

Fuente:[http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi\\_cortante](http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi_cortante)

Elaborado por: Carlos León

#### 2.2.5.4.2 Esfuerzo de compresión<sup>18</sup>

Es aquel que tiende a aplastar el material del miembro de carga y acortar al miembro en sí. Donde las fuerzas que actúan sobre el mismo tienen la misma dirección, magnitud y sentidos opuestos hacia dentro del material. Como se muestra en la siguiente figura.

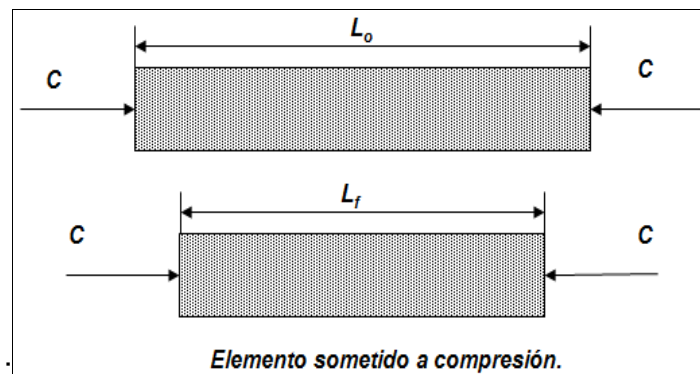


Figura 2. 23. Esfuerzo de Compresión

Fuente:[http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi\\_compresión](http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi_compresión)

Elaborado por: Carlos León

<sup>18</sup>BEER Johnston (2006) Mecánica De Materiales. 4 Edición.



### 2.2.5.4.3 Esfuerzo a compresión

El esfuerzo de compresión es el resultante de las tensiones o presiones que existe dentro de un sólido deformable, se caracteriza porque tiende a una reducción de volumen o acortamiento en determinada dirección, ya que las fuerzas invertidas ocasionan que el material quede comprimido, también es el esfuerzo que resiste el acortamiento de una fuerza de compresión.

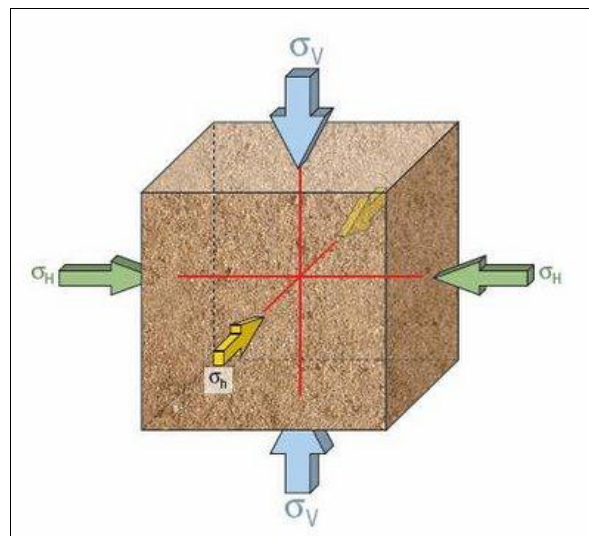


Figura 2. 24. Esfuerzo a compresión

**Fuente:** <http://www.aceroestructural/termico>

**Elaborado por:** Carlos León

### 2.2.5.5 Cálculos de Esfuerzo- Deformación unitaria ASTM A36

Propiedades Mecánicas.		
Resistencia a la Tracción (Kg./cm <sup>2</sup> ).	Limite de Fluencia (Kg./cm <sup>2</sup> ).	Elongación %
5600	2540	20

a) el módulo de elasticidad

E= esfuerzo / deformación unitaria

$$= 29.85 / 0.00102$$

$$= 29264.71 \times 103\text{lb/plg}^2$$

$$= 29.265 \text{ klb/plg}^2$$

$$= \mathbf{29.265 \text{ ksi}}$$

b) Limite proporcional F<sub>sy</sub>: Es el límite superior del esfuerzo en esta relación lineal.

$$= 34.825 \times 103\text{lb/plg}^2$$

$$\bullet = 34.825 \text{ klb/plg}^2$$

$$\bullet = \mathbf{34.825 \text{ ksi}}$$

c) Esfuerzo último: El esfuerzo máximo que el material es capaz de soportar.

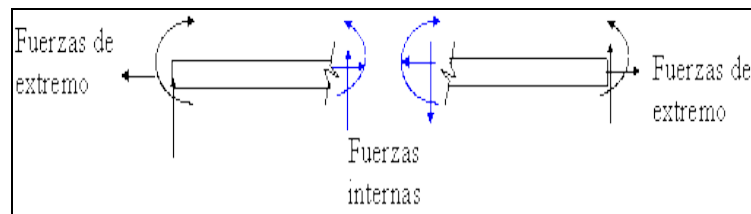
$$= \mathbf{66.17\text{ksi}}$$

#### 2.2.5.5.1 Esfuerzos Combinados<sup>19</sup>

Los esfuerzos Combinados son aquellos que actúan en una sección de un elemento cuando existe una combinación de dos o más de las acciones internas actuando en dicho elemento. Los esfuerzos combinados son el resultado de la combinación de los esfuerzos axial, esfuerzo de flexión, y el esfuerzo cortante por torsión.

<sup>19</sup>R.C. Hibbeler (2008). Mecánica de Materiales. Sexta Edición. Editorial Uniandes

La primera combinación a considerar es la flexión con tensión o compresión directa. En cualquier problema de esfuerzo combinado conviene visualizar la distribución del esfuerzo producido por diversos componentes del patrón del esfuerzo total.



### **Análisis de esfuerzos por cargas combinadas**

El esfuerzo es una cantidad que se define y que es indispensable para formular y resolver problemas de la mecánica de los cuerpos deformables. Los esfuerzos normales y cortantes en vigas, ejes (o flechas) y barras pueden derivarse a partir de las diversas fórmulas.

Las condiciones de esfuerzos existentes en barras cargadas axialmente, barras en torsión y vigas son ejemplos de un estado de esfuerzo llamado esfuerzo plano. En un esfuerzo plano, sólo las caras X y Y del elemento están sometidos a esfuerzos, actúan paralelos a los ejes X y Y. Donde se calcula con la siguiente fórmula:

$$C_{\text{combinado}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

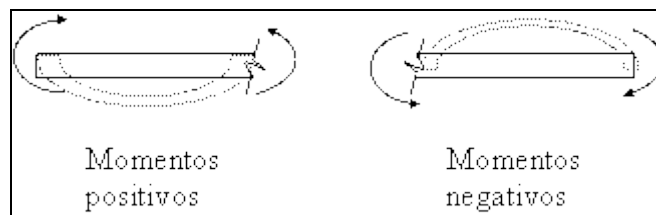
#### **2.2.5.5.2 Estructura Indeterminada**

En el análisis de las estructuras estáticamente indeterminadas, las ecuaciones de equilibrio por si solas no son suficientes para la determinación de las reacciones y las fuerzas internas. Por lo tanto, se vuelve necesario resolver las ecuaciones de equilibrio en conjunción con las de condiciones de compatibilidad de la estructura, para determinar su respuesta.

En virtud de que las ecuaciones contienen las fuerzas desconocidas, en tanto que las condiciones de compatibilidad comprenden los desplazamientos como incógnitas, se utilizan las relaciones fuerza- deformación de los miembros para expresar las fuerzas desconocidas en términos de los desplazamientos desconocidos o viceversa. Las estructuras estáticamente indeterminadas son más rígidas que las estáticamente determinadas y sus deflexiones son menores. Gracias a su continuidad son más rígidas y tienen mayor estabilidad frente a todo tipo de cargas (horizontal, vertical, móvil, etc.).

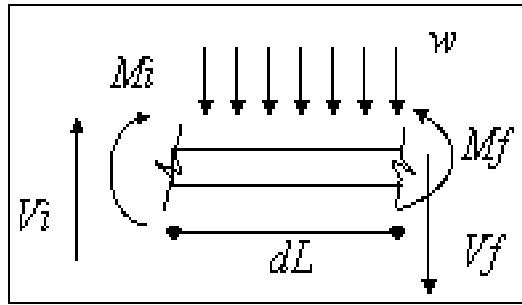
Son aquellos elementos cargados axialmente en los que las ecuaciones de equilibrio estático no son suficientes para determinar las fuerzas, que actúan en cada sección. Lo que da por resultado que las reacciones o fuerzas resistentes excedan en número al de ecuaciones independientes de equilibrio que pueden establecerse.

En estática, una estructura es hiperestática o estáticamente indeterminada cuando está en equilibrio pero las ecuaciones de la estática resultan insuficientes para determinar todas las fuerzas internas o las reacciones. (Una estructura en equilibrio estable que no es hiperestática es isostática). Existen diversas formas de hiperestaticidad.



### 2.2.5.5.3 Relación entre momento cortante y carga

En el caso de cargas distribuidas actuando perpendicular al elemento se puede encontrar una relación con las fuerzas internas de cortante y momento por medio del siguiente análisis de una sección infinitesimal del elemento.



### 2.2.5.6 Tronzadora de metal<sup>20</sup>

Esta máquina cortadora plasma puede ser usada para cortar todo tipo de placas de acero al usar la cortadora de cabeza de llama, y al mismo tiempo, puede ser usada para cortar acero inoxidable, aluminio, cobre y otros materiales de metal de color utilizando la cabeza cortadora de plasma.

La cortadora está dotada además de un regulador de carrera que permite variar la longitud del corte según la dimensión del género. Variando la longitud de la carrera



Figura 2. 25 Tronzadora de metal

**Fuente:** <http://www.aceroestructural/termico>

**Elaborado por:** Carlos León

<sup>20</sup><http://tronzadora-de-metal-aeg-industrial.html>

### 2.2.5.7 Platinas de acero estructural

Una platina es una placa de metal plana, también se le conoce como hojas rectangulares. Las platinas pueden fabricarse de acero o diversos materiales de la industria siderúrgica; son principalmente utilizadas para la manufactura y la fabricación en el mercado de perfiles.

Por lo general, las platinas se pueden cortar en diferentes tamaños estandarizados, esto depende de la forma en la que se quiera empezar a trabajar o en la contabilidad y la trasportación del material.



Figura 2. 26. Platinas de acero estructural

**Fuente:**<http://www.aceroestructural/termico>

**Elaborado por:** Carlos León

### 2.2.5.8 Tornillo de Banco

El tornillo de banco o torno de banco es una herramienta que sirve para dar una eficaz sujeción, a la vez que ágil y fácil de manejar, a las piezas para que puedan ser sometidas a diferentes operaciones mecánicas como aserrado, perforado, fresado, limado o marcado<sup>21</sup>.

Esta herramienta es fundamental en la manufactura de cualquier producto del hierro o cualquier otro material que tenga que sujetarse para trabajarlo.

---

<sup>21</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Tornillo\\_de\\_banco](http://es.wikipedia.org/wiki/Tornillo_de_banco)

Operaciones como aserrado, limado o marcado, precisan de una eficaz sujeción, a la vez que ágil y fácil de manejar. Estas características son, precisamente, las que posee esta herramienta.



Figura 2. 27. Tornillo de banco

**Fuente:**<http://www.aceroestructural/termico>

**Elaborado por:** Carlos León

#### 2.2.5.9 Tubos estructurales

Se utilizan en todo tipo de elementos estructurales como columnas, vigas, cerchas, etc., y en general en cualquier otra aplicación en la que sea necesaria la resistencia y fiabilidad que ofrecen las secciones tubulares.

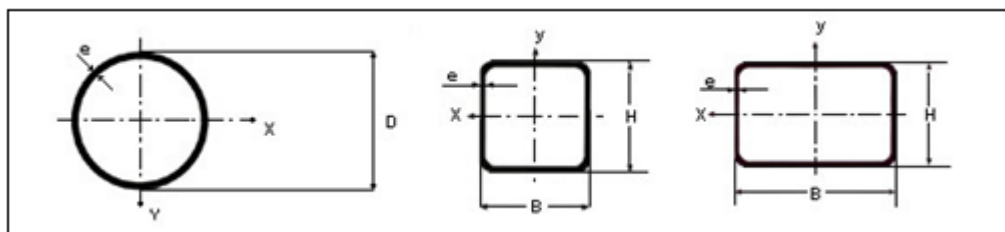


Figura 2. 28. Tipos de tubos

**Fuente:**<http://www.aceroestructural/termico>

**Elaborado por:** Carlos León

### **2.2.5.9.1 VENTAJAS<sup>22</sup>**

Los tubos estructurales soldados ofrecen grandes ventajas sobre los clásicos perfiles estructurales:

- ✓ Por su forma cerrada y bajo peso presentan un mejor comportamiento a esfuerzos de torsión y resistencia al pandeo.
- ✓ Facilidad de montaje, permitiendo la realización de uniones simples por soldadura.
- ✓ Superficies exteriores reducidas, sin ángulos vivos ni rebabas, permitiendo un fácil mantenimiento y protección contra corrosión.

### **2.2.6 Soldadura**

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y pudiendo agregar un material de relleno fundido (metal o plástico), para conseguir un baño de material fundido (el baño de soldadura) que, al enfriarse, se convierte en una unión fija. A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura.

Esto está en contraste con la soldadura blanda (en inglés soldering) y la soldadura fuerte (en inglés brazing), que implican el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo.

Muchas fuentes de energía diferentes pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido. La energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico.

---

<sup>22</sup><http://www.constructalia.com/espanol/estructuras>



La energía para soldaduras de fusión o termoplásticos generalmente proviene del contacto directo con una herramienta o un gas caliente.

### 2.2.6.1 Tipos de Soldadura

#### 2.2.6.1.1 Soldadura por arco

Estos procesos usan una fuente de alimentación para soldadura para crear y mantener un arco eléctrico entre un electrodo y el material base para derretir los metales en el punto de la soldadura. Pueden usar tanto corriente continua (DC) como alterna (AC), y electrodos consumibles o no consumibles.

La corriente eléctrica se usa para crear un arco entre el material base y la varilla de electrodo consumible, que es de acero y está cubierto con un fundente que protege el área de la soldadura contra la oxidación y la contaminación por medio de la producción del gas  $\text{CO}_2$  durante el proceso de la soldadura.



Figura 2. 29. Soldadura de arco

**Fuente:**<http://www.wikipedia/soldadura/manual>

**Elaborado por:** Carlos León

### 2.2.6.2 Proceso de Soldadura

Uno de los tipos más comunes de soldadura de arco es la soldadura manual con electrodo revestido (SMAW, Shielded Metal ArcWelding), que también es conocida como soldadura manual de arco metálico (MMA) o soldadura de electrodo. La corriente eléctrica se usa para crear un arco entre el material base y la varilla de electrodo consumible, que es de acero y está cubierto con un fundente que protege el área de la soldadura contra la oxidación y la contaminación por medio de la producción del gas CO<sub>2</sub> durante el proceso de la soldadura. El núcleo en sí mismo del electrodo actúa como material de relleno, haciendo innecesario un material de relleno adicional<sup>23</sup>.

El proceso es versátil y puede realizarse con un equipo relativamente barato, haciéndolo adecuado para trabajos de taller y trabajo de campo. Un operador puede hacerse razonablemente competente con una modesta cantidad de entrenamiento y puede alcanzar la maestría con experiencia. Los tiempos de soldadura son algo lentos, puesto que los electrodos consumibles deben ser sustituidos con frecuencia y porque el residuo del fundente, debe ser retirada después de soldar.

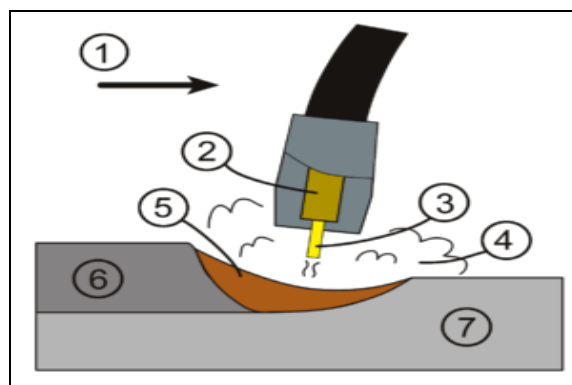


Figura 2. 30. Área de soldado

**Fuente:**www.google.com/images

**Elaborado por:** Carlos León

<sup>23</sup><http://www.tutomundi.org/2011/03/manual-de-soldadura-universal.html>

- (1) Dirección de avance, (2) Tubo de contacto, (3) Electrodo, (4) Gas, (5) Metal derretido de soldadura, (6) Metal de soldadura solidificado, (7) Pieza a soldar.

### 2.2.6.3 Zona afectada térmicamente

Los efectos de soldar pueden ser perjudiciales en el material rodeando la soldadura. Dependiendo de los materiales usados y la entrada de calor del proceso de soldadura usado, la zona afectada térmicamente (ZAT) puede variar en tamaño y fortaleza.

La difusividad térmica del material base es muy importante, si la difusividad es alta, la velocidad de enfriamiento del material es alta y la ZAT es relativamente pequeña. Inversamente, una difusividad baja conduce a un enfriamiento más lento y a una ZAT más grande. La cantidad de calor inyectada por el proceso de soldadura también desempeña un papel importante, pues los procesos como la soldadura oxiacetilénica tienen una entrada de calor no concentrado y aumentan el tamaño de la zona afectada. Los procesos como la soldadura por rayo láser tienen una cantidad altamente concentrada y limitada de calor, resultando una ZAT pequeña.

La soldadura de arco cae entre estos dos extremos, con los procesos individuales variando algo en entrada de calor. Para calcular el calor para los procedimientos de soldadura de arco, puede ser usada la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{V \times I \times 60}{S \times 1000} \times \text{Rendimiento}$$

En donde

Q = entrada de calor (kJ/mm),

V = voltaje (V),

I = corriente (A), y

S = velocidad de la soldadura (mm/min)

<sup>24</sup>El rendimiento depende del proceso de soldadura usado, con la soldadura de arco de metal revestido teniendo un valor de 0,75, la soldadura por arco metálico con gas y la soldadura de arco sumergido, 0,9, y la soldadura de arco de gas tungsteno, 0,8.

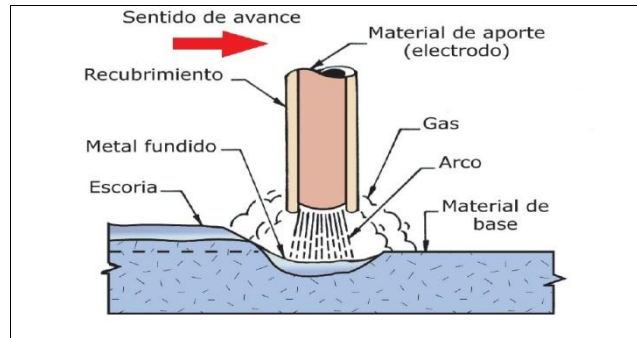


Figura 2. 31. Zona de soldadura

**Fuente:**<http://wikipwdia/acero/soldadura1603>

**Elaborado por:** Carlos León

#### 2.2.6.4 Seguridad en soldadura

A menudo, los soldadores también se exponen a gases peligrosos y a partículas finas suspendidas en el aire. Los procesos como la soldadura por arco de núcleo fundente y la soldadura por arco metálico blindado producen humo que contiene partículas de varios tipos de óxidos, que en algunos casos pueden producir cuadros médicos como el llamado fiebre del vapor metálico. El tamaño de las partículas en cuestión influye en la toxicidad de los vapores, pues las partículas más pequeñas presentan un peligro mayor.

Además, muchos procesos producen vapores y varios gases, comúnmente dióxido de carbono, ozono y metales pesados, que pueden ser peligrosos sin la ventilación y la protección apropiados. Para este tipo de trabajos, se suele llevar mascarilla para partículas de clasificación FFP3, o bien mascarilla para soldadura.

---

<sup>24</sup>GIACHINO Joseph. (2005). Técnica y Practica de Soldadura. Segunda Edición.

Debido al uso de gases comprimidos y llamas, en muchos procesos de soldadura se plantea un riesgo de explosión y fuego. Algunas precauciones comunes incluyen la limitación de la cantidad de oxígeno en el aire y mantener los materiales combustibles lejos del lugar de trabajo.

Algunos peligros son comunes tanto a la soldadura por arco eléctrico como a la realizada con gas y oxígeno. Si trabaja en labores de soldadura, o cerca de ellas, observe las siguientes precauciones generales de seguridad<sup>25</sup>:

- Suelde solamente en las áreas designadas.
- Utilice solamente equipos de soldadura en los que haya sido capacitado.
- Sepa qué sustancia es la que está soldando y si ésta tiene o no restimio.
- Lleve puesta ropa de protección para cubrir todas las partes expuestas del cuerpo que podrían recibir chispas, salpicaduras calientes y radiación.
- La ropa de protección debe estar seca y no tener agujeros, grasa, aceite ni ninguna otra sustancia inflamable.
- Lleve puestos guantes incombustibles, un delantal de cuero, y zapatos altos para protegerse bien de las chispas y salpicaduras calientes.
- Lleve puesto un casco hermético específicamente diseñado para soldadura, dotado de placas de filtración para protegerse de los rayos infrarrojos, ultravioleta y de la radiación visible.
- Nunca dirija la mirada a los destellos producidos, ni siquiera por un instante.
- Mantenga la cabeza alejada de la estela, manteniéndose detrás y a un lado del material que esté soldando.
- Haga uso del casco y sitúe la cabeza correctamente para minimizar la inhalación de humos en su zona de respiración.
- Asegúrese de que exista una buena ventilación por aspiración local para mantener limpio el aire de su zona de respiración.

---

<sup>25</sup><http://www.itcsoldadura.org/index.php?option.html>

- No suelde en un espacio reducido sin ventilación adecuada y sin un respirador aprobado por NIOSH.



Figura 2. 32. Elementos de seguridad en soldadura

Fuente: <http://www.seguridadsoldadura/elementos/proteccion>

Elaborado por: Carlos León

### 2.2.6.5 DESIGNACIÓN DE ELECTRODOS

La tabla describe la designación de electrodos E6011 y E6013, características que son muy importantes para realizar un correcto proceso de soldadura.

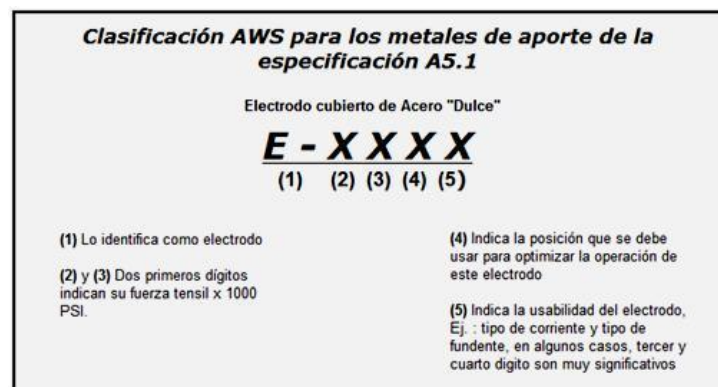


Figura 2. 33. Especificación de los electrodos

Fuente: Investigación propia

## EJEMPLO:

### E 6011

E= Electrodo revestido.

60 = 60 x 1000PSI = 60000PSI de resistencia de la tracción.

1 = Para soldar en cualquier posición (plana, horizontal, vertical, y sobre cabeza)

1= Funciona con corriente AC y DC en polaridad inversa.

Tabla 2. 7. Clasificación de los electrodos<sup>26</sup>

Clasf.	Corriente	Arco	Penetración	Fundente y Escoria
EXX10	DCEP	Penetrante	Profunda	Celuloso - Sodio (0 - 10% de polvo de Hierro)
EXXX1	AC o DCEP	Penetrante	Profunda	Celuloso - Potasio (0% de Polvo de Hierro)
EXXX2	AC o DCEN	Mediano	Mediana	Titanio - Sodio (0 - 10 % de Polvo de Hierro)
EXXX3	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio - Potasio (0 - 10% de Polvo de Hierro)
EXXX4	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio - Polvo de Hierro (25 - 40% de Polvo de Hierro)
EXXX5	DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Sodio (0% de Polvo de Hierro)
EXXX6	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Potasio (0% de Polvo de Hierro)
			Mediana	Bajo Hidrogeno - Polvo de Hierro (25 - 40% de Polvo de Hierro)
EXXX8	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Oxido de Hierro - Sodio (0% de Povo de Hierro)
EXX20	AC o DCEN	Mediano	Mediana	Oxido de Hierro - Sodio (0% de Polvo de Hierro)
EXX22	AC o DCEN o DCEP	Mediano	Mediana	Titanio - Polvo de Hierro (50% de Polvo de Hierro)
EXX24	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Oxido de Hierro - Polvo de Hierro (50% de polvo de Hierro)
EXX27	AC o DCEN o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Polvo de Hierro (50% de polvo de Hierro)
EXX28	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Polvo de Hierro (50% de polvo de Hierro)
EXX48	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno - Polvo de Hierro (25 - 40% de Polvo de Hierro)

DCEP - Corriente Directa Electrodo Positivo DCEN - Corriente Directa Electrodo Negativo  
Nota: El porcentaje del polvo de Hierro esta calculado en base al peso del fundente

**Fuente:** Mecánica de Materiales R.C. Hibbeler

**Elaborado:** Carlos León

### 2.2.6.5.1 ELECTRODO E6011

#### DESCRIPCIÓN:

El electrodo 6011 posee un revestimiento de tipo celulósico diseñado para ser usado con corriente alterna, pero también se le puede usar con corriente continua, electrodo positivo.

La rápida solidificación del metal depositado facilita la soldadura en posición vertical y sobre cabeza. El arco puede ser dirigido fácilmente en cualquier posición, permitiendo altas velocidades de deposición (soldadura).

<sup>26</sup>CANO Laura (2007).Manual de Seguridad de Soldadura. Primera Edición.

## PROCEDIMIENTO:

Quite la suciedad y grasa así como material fatigado. Use un arco corto y deposite cordones rectos sin oscilar, quite la escoria entre pases.

## DATOS TÉCNICOS

Presentación: Electrodo (SMAW)

Resistencia a la Tensión: 73,500 Libras/Pulg<sup>2</sup>

Tipo de Corriente: CA o CD Electrodo Positivo (Polaridad Inversa).

## DIÁMETROS Y AMPERAJES

3/32" (2.4 mm)

1/8" (3.2 mm)

5/32" (4.0 mm)

3/16" (4.8 mm)

40 - 80 amperes

75 - 125 amperes

110 - 170 amperes

140 - 215 amperes



Figura 2. 34. Técnica de soldadura

**Fuente:**<http://www.seguridadsoldadura/elementos/tecnicas>

**Elaborado por:** Carlos León



## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **CONSTRUCCIÓN**

En este capítulo se hace referencia al proceso que se siguió para la construcción de la jaula para el inflado de neumáticos del avión Fairchild FH 227J, de una manera secuencial y describiendo cada uno de los pasos.

##### **3.1 Preliminares**

La construcción de una jaula para el inflado de neumáticos, responde a las necesidades del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico durante el proceso de investigación.

En el Instituto no existe un equipo que permita el inflado de neumáticos y brinde una seguridad al personal que está operando, para que de esta manera evitar graves accidentes.

Para realizar esta jaula se realizó un estudio de cada uno de los neumáticos, para poder calcular la resistencia del material si existe una explosión del neumático, para que de esta manera la jaula cumpla con todos las normas adecuada para realizar un inflado seguro que permita al personal cumplir sus actividades con las normas de seguridad necesaria.

Tabla 3. 1. Especificaciones del neumático (Tren Principal)

<b>TREN PRINCIPAL</b>
<b>Fabricante del Tiro</b> : Goodyear (Flight Leader )
<b>Fabricante del Well</b> : Good Year USA ( 9.50 -10)
<b>P/N del Well</b> : 95600475P1
<b>Diámetro exterior del Tiro</b> : 86,36cm
<b>Ancho del Tiro</b> : 24,38cm
<b>P/N del Tiro</b> : : 347K28T1
<b>Presión de Inflado</b> : 95 PSI

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

Tabla 3. 2. Especificaciones del neumático (Tren Delantero)

<b>TREN DELANTERO</b>
<b>Fabricante del Tiro</b> :Good Year ( Flight Leader )
<b>Fabricante del Well</b> :Good Year USA
<b>P/N del Tiro</b> :850T06-1
<b>P/N del Well</b> :9541208
<b>Diámetro exterior del Tiro</b> : 60,9cm
<b>Ancho del Tiro</b> : 19,5cm
<b>Presión de Inflado</b> :65 PSI

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

### 3.2 Parámetros de construcción

Altura total de la jaula: 106cm
Ancho de la jaula: 77cm
Longitud de la jaula: 160 cm
Área de la plancha: 123 cm <sup>2</sup>
Base: 160 cm x 0,81cm
Dimensión de la puerta: 67 cm x 100cm

### 3.3 Alternativas de construcción

Tabla 3. 3. Ventajas y desventajas de la jaula MEC BOX 1Z

JAULA MEC-BOX 1Z	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tiene un regulador de presión	✓	
Equipado con manómetro.	✓	
Regula la presión y realiza el inflado automáticamente.	✓	
Mayor costo en comparación con la jaula Martins	✓	
Cumple con las normas OSHA.	✓	
Menor resistencia		✓
Utilizado para neumáticos de alta presión mayor a 150 PSI		✓
Mayor costo del materiales		✓

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

Tabla 3. 4. Ventajas y desventajas de la jaula Martins

<b>JAULA MARTINS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
No tiene regulador de presión		✓
Equipado con manómetro y regulador de presión.	✓	
Regula la presión	✓	
Menor costo de material	✓	
Cumple con las normas OSHA 27.	✓	
Mayor resistencia	✓	
Larga durabilidad y calidad	✓	
Utilizado para neumáticos de bajas presiones	✓	

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

**Conclusión:** Para la construcción de la jaula para los neumáticos del avión Fairchild FH227J usaremos las características de la Jaula Martins por su fácil adquisición de materiales, rendimiento y apropiado para este tipo de neumático.

### 3.4 Dimensiones de la jaula

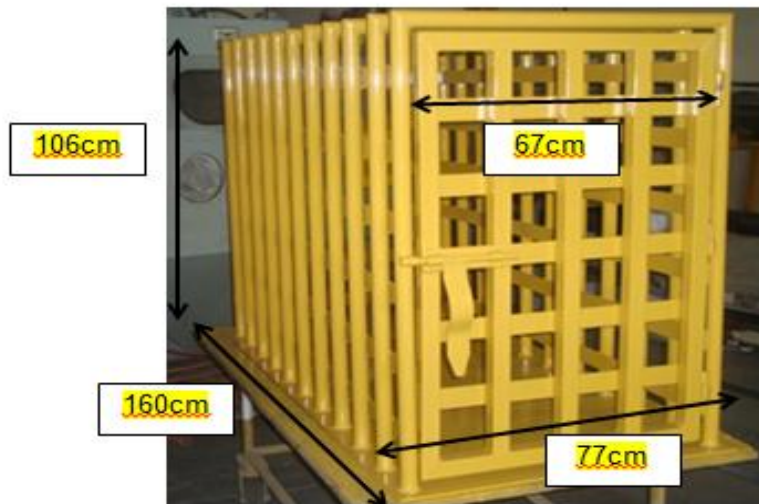


Figura 3. 1. Dimensión de la jaula

**Fuente:**<http://www.seguridadsoldadura/elementos/tecnicas>

**Elaborado por:** Carlos León

### 3.5 Estados de cargas asumidas

Para diseñar el equipo de inflado de neumáticos se imponen las cargas requeridas que estarán soportando la misma y así pre diseñar sus elementos.

Calculo de la fuerza para establecer la carga asumida cuando se produce la explosión del neumático.

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

$$F = P \times A$$

Establecemos que la explosión del neumático se produce a 125 PSI

$$F = 125 \frac{\text{lb}}{\text{pul}^2} \times 1.5 \times 1.5 = 127.7 \text{Kg}$$

$$F = 100 \text{Kg}$$

La carga asumida va a ser de 127 kg, donde esta carga va a ser expandida en cierta parte de la estructura para lo cual asumiremos un valor neto de 100 kg.

### Cargas asumidas

$P = 100 \text{Kg}$  (Resultado según Anexo H)

$$M_A = 23,2 \text{ kg m}$$

$$M_B = 3,12 \text{ kg m}$$

$$M_e = 3,12 \text{ kg m}$$

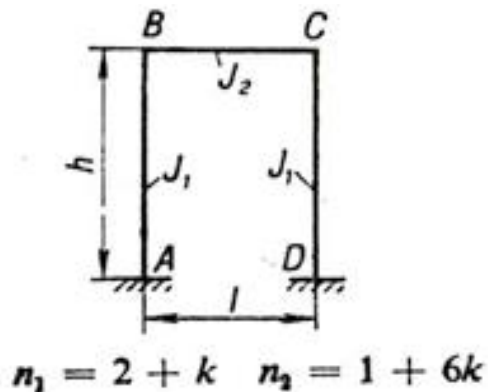
$$M_D = 17,50 \text{ kg m}$$

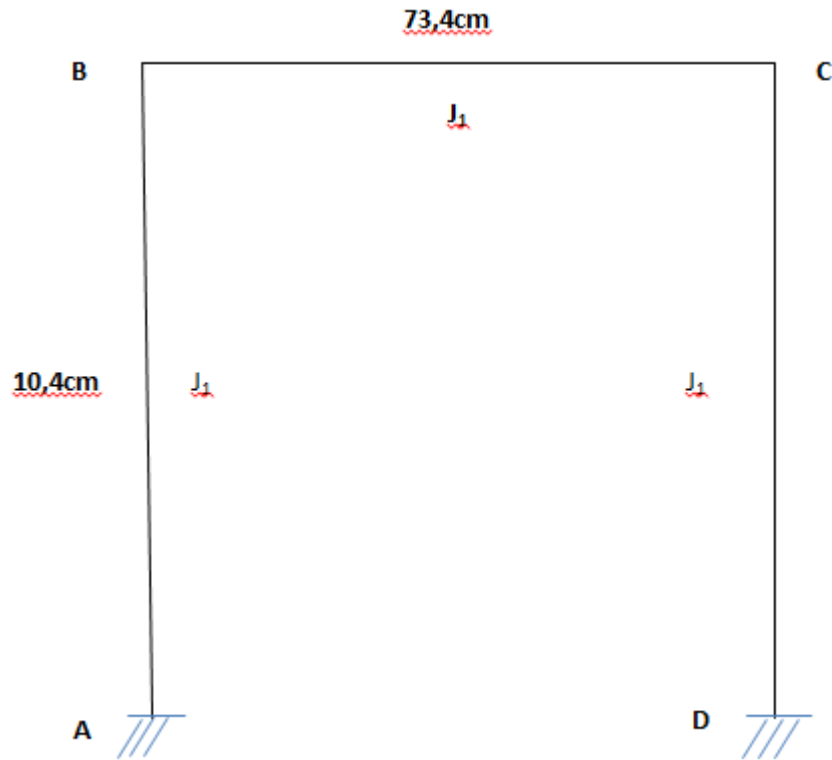
$$R_A = 75,3136 \text{ kg}$$

$$R_B = 31,08 \text{ kg}$$

$$M_P = 28,8 \text{ kg m}$$

**Inercia:** Cuando las columnas son empotradas. (Según Anexo H)





**Momentos flectores en el pórtico. Tabla 27 (Anexo H)**

$$K = \frac{J_2 \cdot h}{J_{1.1}} = \frac{h}{l} = 1,4169$$

Dónde:

J = Inercia

K = Constante del momento flector en el pórtico

h= Altura del pórtico

l= Ancho del pórtico

Luego procedemos hallar  $N_1$  y  $N_2$ . Dónde:

$$N_1 = 2 + K = 2 + 1,4169 = 3,4169$$

$$N_2 = 1 + 6K = 9,5014$$

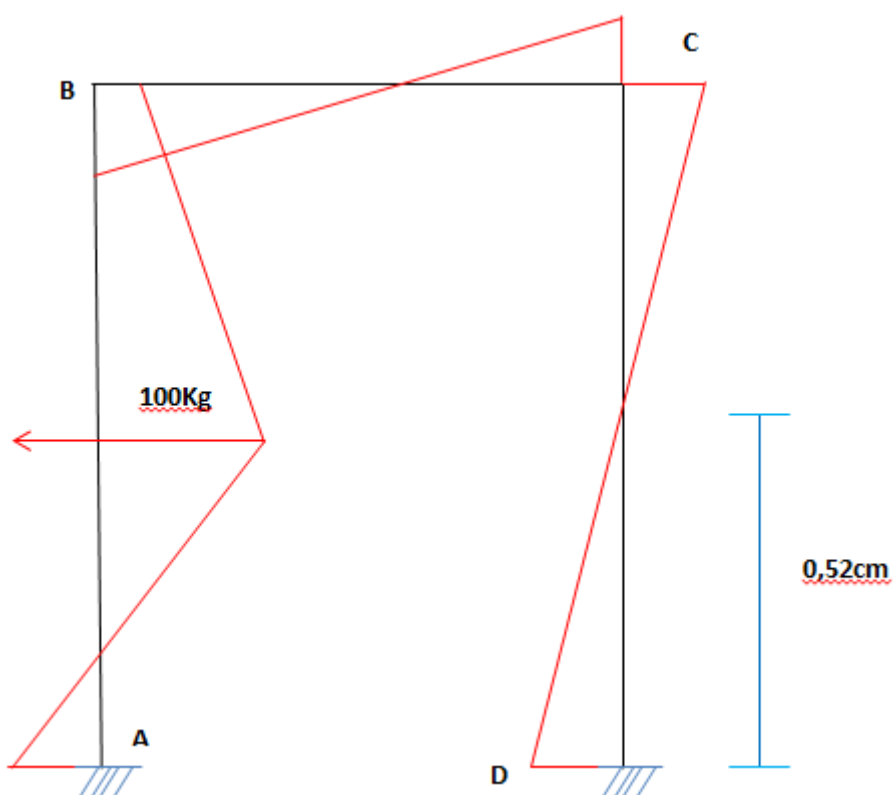
Donde  $N$  = Relación de forma y de inercia del pórtico.

$$N_1 = 3,4169$$

$$N_2 = 9,5014$$

## GRÁFICO DE MOMENTOS

a.- Cuando se produce la expansión lateralmente





## Cálculo de momentos (según Anexo H pág. 111)

Primero calculamos  $\alpha$

$$\alpha = \frac{a}{h}$$

**M<sub>p</sub> = 28,8 kg m**

$$\sigma = \frac{M_p \text{ (Kgcm}^2\text{)}}{W} = \frac{2880 \text{ Kgcm}}{1,52\text{cm}^3}$$

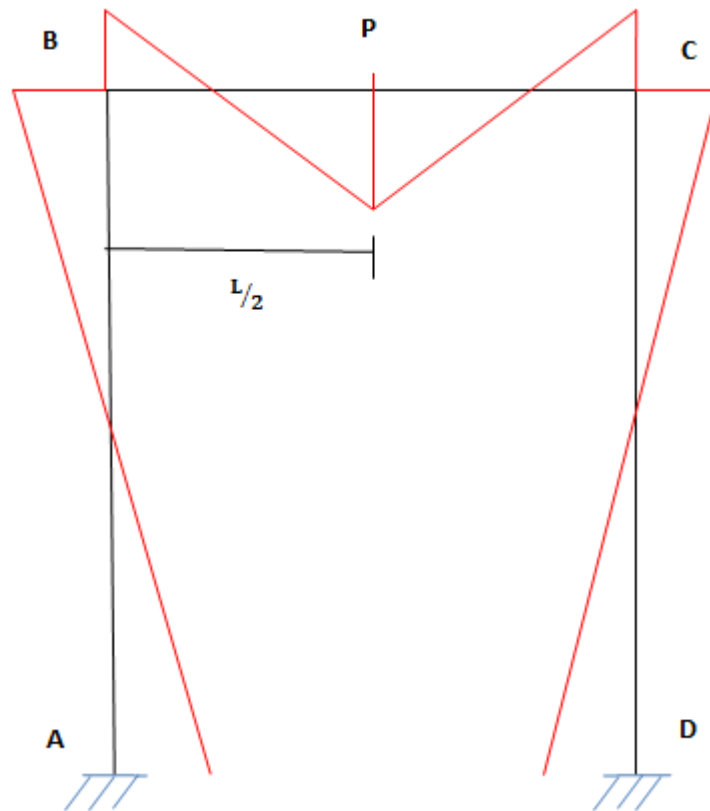
$$\sigma_1 = 1894,8 \text{ kgcm}^2 < 2536,4 \text{ Kgcm}^2$$

Dónde:

W = Módulo de resistencia.

El esfuerzo en 1 es menor que el límite de fluencia por lo tanto la carga soportara si se produce una explosión del neumático.

**b.- Cuando la expansión se produce verticalmente.**



$P = 150 \text{ kg}^{27}$  (Resultado según Anexo H)

$M_A = 5,37 \text{ kg m}$

$M_B = 10,74 \text{ kg m} = M_E$

$M_p = 31,33 \text{ kg m}$

Dónde:  $\sigma_{(M_p)} = \frac{31,33}{1,52} = 2061,2 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

$\sigma_2 = 2061,2 \text{ kg cm}^2 < 2536,4 \text{ Kg cm}^2$

El esfuerzo en 2 es menor que el límite de fluencia por lo tanto la carga soportara si se produce una explosión del neumático verticalmente.

<sup>27</sup>PISARENKO (1985) Manual de Resistencia de Materiales. Primera Edición. Editorial Mir.

## Estado Combinado en A

$$\sigma_2 = \frac{R_A}{A} = \frac{75,31 \text{ Kg}}{1,72 \text{ cm}^2} = 43,78 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\sigma^2 + 3\sigma^2}$$

$$\sigma_{\max} = \sqrt{(1894,8)^2 + 3(43,75)^2}$$

$$\sigma_{\max} = \sqrt{(3590,26)^2 + 5742,19}$$

$$\sigma_{\max} = \sqrt{3595889,56}$$

$$\sigma_{\max} = 1896,3 \text{ Kg cm}^2 < 2536,4 \text{ Kgcm}^2$$

El esfuerzo combinado es menor que el límite de fluencia por lo tanto la carga soportara si se produce una explosión del neumático tanto horizontalmente como vertical.

**Conclusión:** Por lo tanto la carga asumida al momento de producirse una explosión del neumático satisface las condiciones del material y no se producirá ninguna deformación.

### 3.5.1 Selección de los materiales

Para poder realizar la construcción de la jaula protectora de inflado de neumáticos se realizó un estudio e información sobre la resistencia de los materiales al producir una explosión.

De esta forma se hizo un diseño preliminar en función de las necesidades y tomando medidas de los neumáticos, número de parte de los neumáticos, tipo de

neumático, de tal manera que el equipo a desarrollar cumpla con las normas requeridas.

En cuanto al uso de los materiales, éstos se utilizaron en base a un análisis dimensional y de resistencia a los esfuerzos que permitió determinar trabajar los materiales de manera eficiente, estéticamente presentable y tomando en cuenta que al manejar el equipo, se tenga una seguridad personal.

### **3.6 Construcción de una jaula para el inflado de neumáticos del avión Fairchild FH 227J**

#### **3.6.1 Descripción**

El equipo está constituido por una base de plancha metálica de 5mm la cual pueda soportar el peso del neumático, además en su parte laterales están formados por platinas de acero estructural, debidamente cortadas y diseñadas para que cumpla con todas las normas de seguridad.

La puerta principal debidamente adaptada por tres bisagras de doble acción, su parte posterior cubierta de platina de acero de 50x4 debidamente establecidas para soportar una explosión del neumático.

El tipo de soldadura es por arco metálico (MWMA), el cual permite mantener al material más compacto y así evitar que exista un desgaste del material. Sus acabados consta de una cerradura y finalmente pintado a soplete todas sus partes estructurales.

### 3.6.2 Asignación de materiales

El equipo será construido a partir de diferentes tipos de perfiles estructurales, platinas, y plancha de acero, los mismos que de acuerdo con los catálogos de fabricante (DIPAC) son de acero estructural ASTM A36 cuyas propiedades mecánicas y físicas son:

Tabla 3. 5. Especificaciones del acero ATM A 36

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	200000	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.26	N/D
Módulo cortante	79300	N/mm <sup>2</sup>
Densidad	7850	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	400	N/mm <sup>2</sup>
Límite de compresión en X		N/mm <sup>2</sup>
Límite elástico	250	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica en X	1.3e-005	/K
Conductividad térmica en X	50	W/(m·K)
Calor específico	460	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

**Fuente:** Investigación de campo.

### 3.6.3 Materiales utilizados

1. Plancha metálica de acero estructural de 5mm
2. Tubos de acero estructural redondos de 1,5in x 1,5mm
3. Tubos de acero estructural cuadrados de 1,5in x 1,5mm
4. Platina de acero de 50mm x 4mm
5. Electrodo E6011
6. Pintura



Figura 3. 2. Tubo redondo de acero estructural

**Fuente:**[http:Investigacion de campo](http://Investigacion de campo)

**Elaborado por:** Carlos León

### **3.6.4 Construcción**

Especificaremos los pasos a seguir para realizar la jaula de inflado de neumáticos.

### **3.6.5 Orden de construcción**

- Medición de los neumáticos tanto del tren principal como el delantero.
- Recopilación de datos, especificaciones, medidas, número de parte de cada uno de los neumáticos, además la presión que se debe inflar cada neumático.
- Cálculo de esfuerzos e impacto que produce al reventarse un neumático.
- Construcción de la jaula, debidamente adaptada a las medidas y soporte de impacto.
- Corte de los materiales de construcción
- Proceso de soldadura.
- Pintura y acabados.

### 3.6.6 Base Principal

La estructura principal está formado por tubos estructurales redondos de acero de 1 ½ x 1,5mm de espesor de tal manera que resista a las fuerzas de impacto, este material es altamente resistente, para unir a la plancha de acero estructural de 5mm, a través de una soldadura especial a cada parte de los elementos.



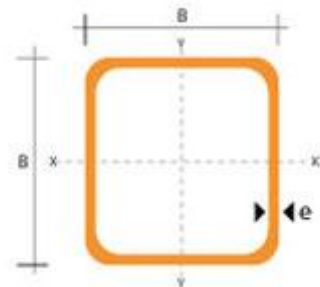
Figura 3. 3. Arco de la jaula

**Fuente:** <http://Investigacion de campo>

**Elaborado por:** Carlos León

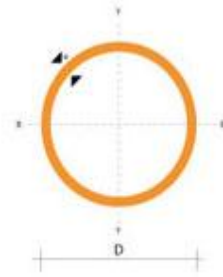
### 3.6.7 Características del tubo cuadrado

$H = 1\frac{1}{2} = 4'$ mm	Dimensión
$e = 1.5$ mm	Espesor
$A = 2.25$ cm <sup>2</sup>	Área
$W = 2.74$ cm <sup>3</sup>	Módulo resistente
$P = 1.77$ kg/m	Peso



### 3.6.8 Características del tubo redondo

$H = 1 \frac{1}{2} = 4'$ mm	Dimensión
$e = 1.5$ mm	Espesor
$A = 1,72$ cm <sup>2</sup>	Área
$W = 1,52$ cm <sup>3</sup>	Módulo resistente
$P = 1.35$ kg/m	Peso



### 3.7 Corte de la estructura metálica

Tomar las medidas establecidas para realizar el corte de la plancha metálica, que permita soportar el peso total de la estructura.

La plancha metálica que se va a utilizar como base, es de un espesor de 5mm, la cual procedemos a realizar el corte a la medida establecida.



Figura 3. 4. Corte de la plancha estructural

**Fuente:** <http://Investigacion de campo>

**Elaborado por:** Carlos León





Figura 3. 5. Corte de la platina

**Fuente:**[http:Investigacion de campo](http://Investigacion de campo)

**Elaborado por:** Carlos León

### **3.7.1 Corte de los tubos estructurales**

Luego de realizar el respectivo análisis tanto de la presión del neumático al inflar como de la fuerza que puede producir un neumático al estallar se establecieron tubos estructurales redondos de 1,5in x 1,5mm, que permitan soportar la presión del neumático.

Su estructura consta de 10 divisiones separadas de 15cm, debidamente adaptadas a la plancha metálica, en la parte frontal consta de tubos estructurales cuadrados, fijados al diseño estructural.



Figura 3. 6. Corte de los tubos

**Fuente:**[http:Investigacion de campo](http://Investigacion de campo)

**Elaborado por:** Carlos León

### 3.7.2 Medición de la distancia entre arcos

Se procede a medir el espacio que debe ir entre cada arco establecido, de tal manera que no exista desigualdad entre cada arco, para lo cual utilizaremos el flexómetro y procedemos a señalar la distancia establecida en el plano ya indicado.



Figura 3. 7. Proceso de medición

**Fuente:**[http:Investigacion de campo](http://Investigacion de campo)

**Elaborado por:** Carlos León

### 3.8 Soldadura del material

Una vez cortado, limpiado y esmerilado la plancha de acero adquirida para la construcción del extractor, fue necesario soldar las piezas de acero que nos ayudarían a que la herramienta soporte la tensión a la que va a ser sometida, éste proceso se lo logra gracias a la utilización de la suelda de arco, con electrodos E6011.

Se procede a soldar primeramente los arcos con la plancha de acero, cumpliendo con todas las normas de seguridad establecidas, utilizando como equipo la soldadura de arco con su respectivo electrodo.

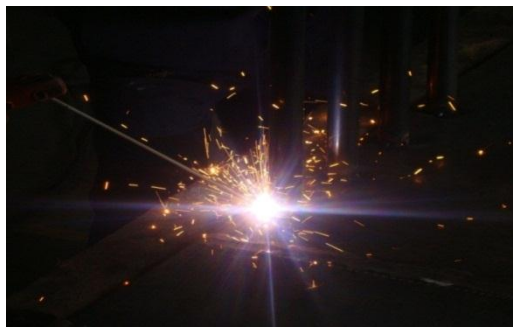


Figura 3. 8. Soldadura de los tubos

**Fuente:**<http://Investigacion de campo>

**Elaborado por:** Carlos León



Figura 3. 9. Soldadura a la plancha de acero

**Fuente:** [http:Investigacion de campo](http://Investigacion de campo)

**Elaborado por:** Carlos León

Tabla 3. 6. Características del Electrodo utilizado

TIPO NORMA AWS	USOS CARACTERÍSTICAS	Y RESISTENCIA TENSIL LIMITE ELÁSTICO ELONGACIÓN	CORRIENTES OPTIMAS DE APLICACIÓN (AMPERES)-CORRIENTE					
			3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	C
<b>6011</b> (E-6011) A5.1	ELECTRODO DE ALTA PENETRACIÓN PARA SOLDAR EN TODA POSICIÓN CON CA Y CD, BARCOS, ESTRUCTURAS, REPARACIONES Y UNIONES DE TUBERÍAS.	RT=71.000LB/Pu <sup>2</sup> LE=60.450LB/Pu <sup>2</sup> E=25%	60	105	155	190		CD (+) CA
<b>6013</b> (E-6013) A5.1 *	ELECTRODO DE FÁCIL APLICACIÓN PARA TRABAJOS GENERALES EN LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA LIGERA, ARCO CORTO Y BAJO CHISPORROTEO.	RT=71.100LB/Pu <sup>2</sup> LE=65.410LB/Pu <sup>2</sup> E=25%	70	120	160	210		CD (+) CA

**Fuente:** [http:Investigacion de campo](http://Investigacion de campo)

**Elaborado por:** Carlos León

### 3.9 Elaboración de la puerta

De acuerdo a lo establecido la puerta consta con tres visagras de doble acción que deben estar fijamente soldado a la estructura dela puerta, y finalmente una cerradura metálica que permitira dar seguridad a la jaula.



Figura 3. 10. Proceso de soldadura de la bisagra

**Fuente:**[http:Investigacion de campo](http://Investigacion de campo)

**Elaborado por:** Carlos León

Para la construccion de la puerta se utilizo tubos cudrados de 1,5in x 1,5mm separados cada uno de 15cm, para finalmente adaptar una visagra de seguridad para la puerta dela jaula.

La figura muestra la máquina de soldar utilizada la misma que tiene un amperaje máximo de 200<sup>a</sup> y sirve para soldar en AC y DC.



Figura 3. 11. Máquina de soldar

**Fuente:** <http://Investigacion de campo>

**Elaborado por:** Carlos León

### 3.10 Proceso final de pintura

Para realizar el proceso final de pintura de la jaula protectora de inflado de neumáticos requerimos los siguientes elementos:

- Soplete o pistola por gravedad
- Lija
- Tiñer
- Pintura

El proceso de pintura empezó lijando la superficie de cada parte del equipo, y con la ayuda de una franela humedecida en tiñer se procede limpiar el polvo metálico.



Figura 3. 12. Proceso final de pintura

**Fuente:** <http://Investigacion de campo>

**Elaborado por:** Carlos León

**Conclusión:**

- Este tipo de material es el adecuado para realizar la construcción ya que es altamente resistente a altas presiones.
- Su estructura al ser resistente a las fuerzas de impacto, no produce daños.
- La estructura esta reforzado con platinas de 50mm x 4mm , que son de un material fuerte y reforzado.

**3.11 Codificación de máquinas herramientas y materiales:**

Tabla 3. 7. Codificación de Máquinas.

N°	MÁQUINA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
1	Soldadura Eléctrica	110v – 220v	M1
2	Trenzadora de metal	110v	M2

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

Tabla 3. 8. Codificación de Herramientas.

<b>N°</b>	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	Escuadra	H1
2	Flexómetro	H2
3	Sierra	H3
4	Lima	H4

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

Tabla 3. 9. Codificación de materiales

<b>N°</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	Lija	M1
2	Disco de corte	M2
3	Pintura	M3

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León



Tabla 3. 10. Especificaciones de construcción

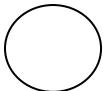

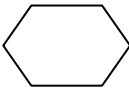

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA	MÁQUINAS	MATERIAL
1	Medición del material	1 – 2		
2	Trazado	2		
3	Corte	3 – 4	2	2
4	Lijado			1
5	Pintura			3

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

### 3.12 Diagramas de proceso.

Tabla 3. 11. Simbología del proceso

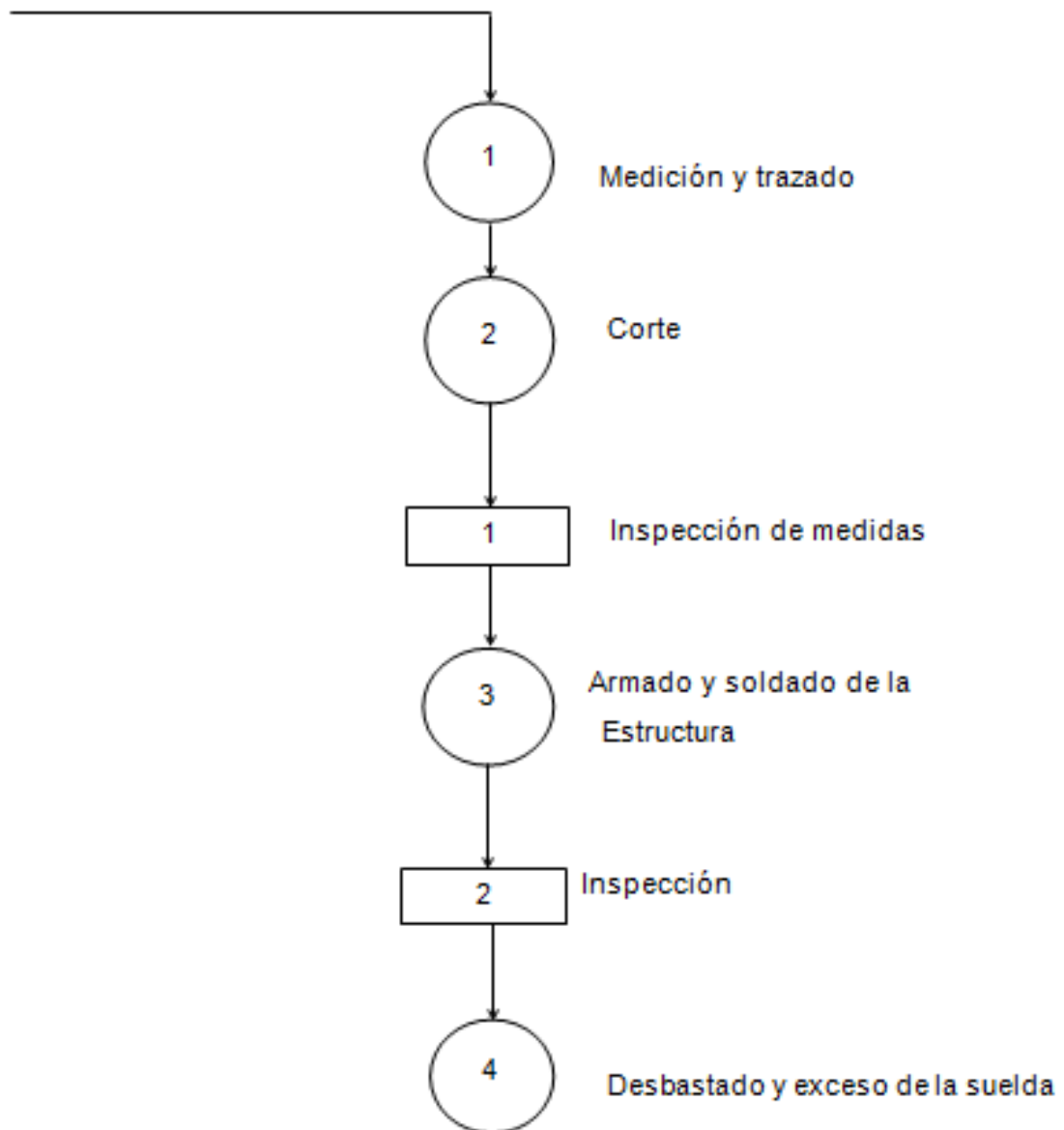
N°	SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección o Comprobación
3		Ensamblaje
4		Conector

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

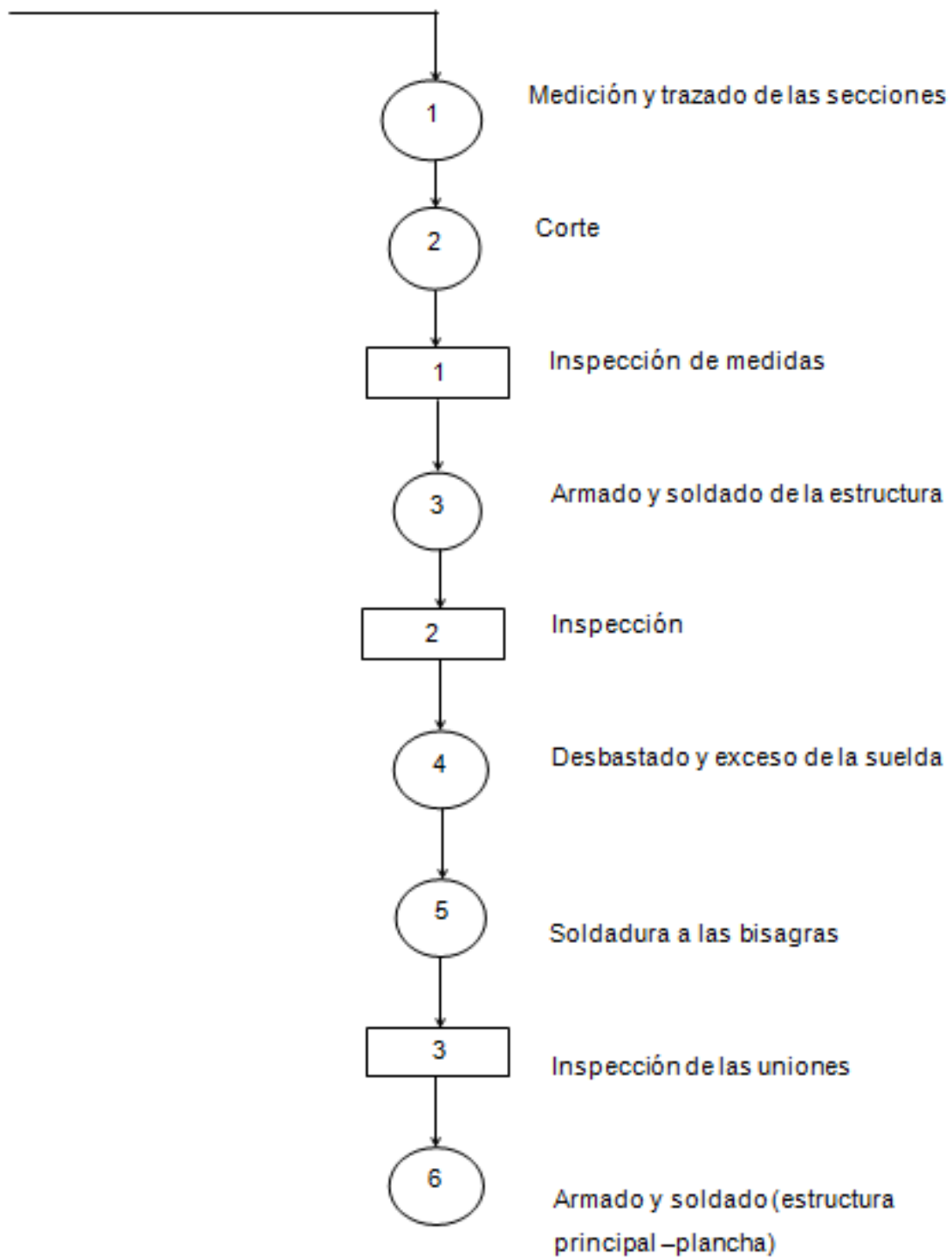
## Estructura Principal

Material: Tubo redondo de 1 ½ x 1,5mm



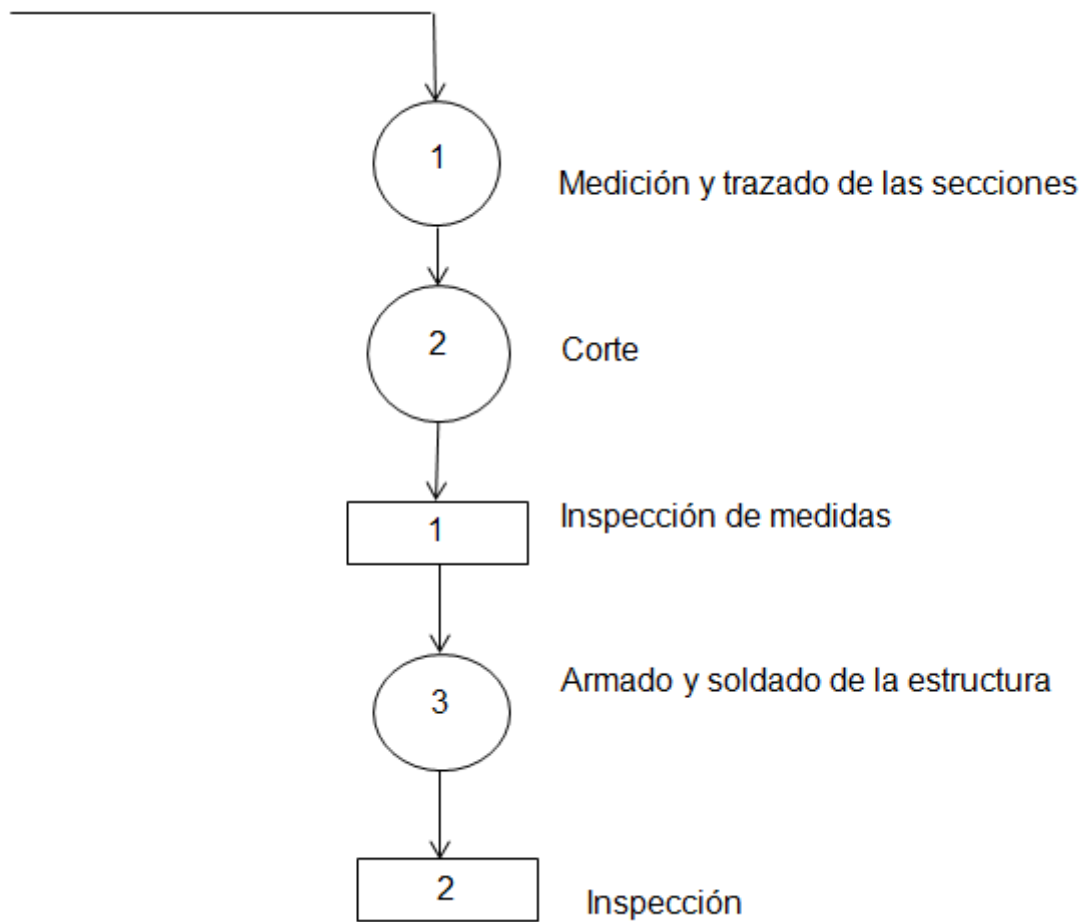
## Puerta de la jaula

Material: Tubo cuadrado de 1 ½ x 1,5mm

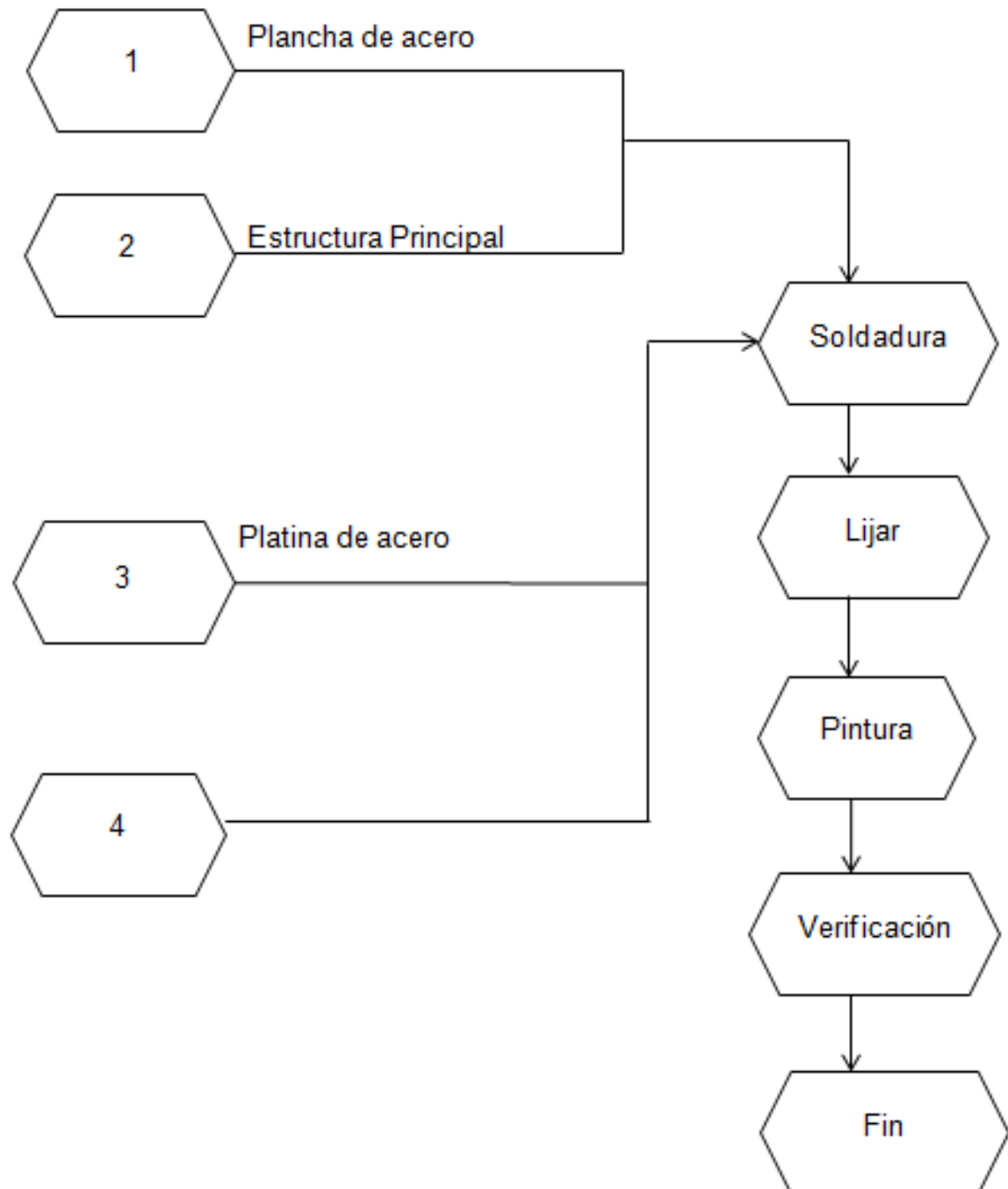


## Soporte del equipo

Plancha de acero estructural de 5mm



## DIAGRAMA COMPLETO



### 3.13 Elaboración de manuales

El presente trabajo consta de un manual que se describe a continuación:

- Manual de Mantenimiento

 <p>I.T.S.A</p>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>Pág.</b> 1 de 2
	<b>JAULA PROTECTORA PARA EL INFLADO DE NEUMÁTICOS DEL AVIÓN FAIRCHAILD FH 227J</b>		<b>Código:</b> ITSA-MM
	<b>Elaborado por:</b> Sr. Carlos León		<b>Revisión N°:</b> 001
	<b>Aprobado por:</b> Ing.: Rodrigo Bautista	<b>Fecha:</b> 21 - 02 – 2013	<b>Fecha:</b> 21 - 02 – 2014
<p><b>1.0.- OBJETIVO:</b></p> <p>Documentar los distintos procedimientos de inspección que se deberán realizar a la jaula protectora de inflado de neumáticos del avión Fairchild FH 227J.</p> <p><b>2.0.- ALCANCE:</b></p> <p>Docentes, Técnicos y estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica ( Motores – Aviones )</p> <p><b>3.0.- PROCEDIMIENTO:</b></p>			

### **3.1.- Mantenimiento (cada práctica )**

- Realizar una limpieza del equipo, evitando que se encuentren impurezas.
- Realizar una inspección visual de las superficies de los tubos para verificar golpes, undimientos, desgaste de la suelda.

Una inspección visual de las visagras de la puerta de la jaula de tal forma que se encuentre limpias y engrasadas.

- Realizar una inspección visual de la armella de seguridad, que no este con golpes ni undimientos.

### **3.2.- Mantenimiento Anual**

- Realizar la remoción de pintura de acuerdo al procedimiento del fabricante del producto.


- Mediante el método de líquidos penetrantes realizar la inspección de los cordones de soldadura de la jaula.

- En caso de presentar defectos, repare la suelda de a cuerdo a los procedimientos establecidos, si no lo hubiera siga al paso #5.

Mediante el método de partículas magnéticas florescentes realice la inspección de los cordones de soldadura.

- Realice el proceso de pintura a la jaula.

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

 <b>I.T.S.A.</b>	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	
	<b>JAUULA PROTECTORA PARA EL INFLADO DE NEUMÁTICOS DEL AVIÓN FAIRCHAILD FH 227J</b>	<b>Código:</b> ITSA-MM
<p><b>PROCEDIMIENTO DE USO PARA LA JAULA DE SEGURIDAD</b></p> <p><b>MANUAL DE OPERACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrir la puerta de la jaula.</li> <li>• Verificar los componentes internos y externos de la jaula.</li> <li>• Verificar que el soporte del neumático se encuentra en óptimas condiciones.</li> <li>• Chequear que la válvula de inflado del neumático esté en dirección a la abertura lateral de la jaula.</li> <li>• Verificar que el conector de la válvula del neumático esté alojada correctamente en el neumático.</li> <li>• Chequeo de seguridad del neumático ser inflado.</li> <li>• Verificación de la presión interna de los neumáticos a ser inflados.</li> <li>• Chequeo de la presión de la botella de nitrógeno.</li> <li>• Verificación de los manómetros a ser utilizados en el inflado.</li> <li>• Verificación en orden técnica de la presión a utilizarse en el inflado de los neumáticos.</li> </ul>		



### **3.14 Presupuesto**

El presupuesto de la construcción de este proyecto está dado en cada uno de los materiales utilizados para la jaula, tomando en cuenta todos los equipos, materiales, mano de obra.

#### **3.14.1 Rubros**

Para determinar el costo total de la construcción de este proyecto se tomó en cuenta los siguientes rubros:

- Costo primario (Material).
- Maquinaria, herramienta y equipo.
- Mano de obra.
- Costo secundario (Material de Oficina)

#### **3.14.2 Costo primario**

Comprende el costo detallado de los materiales y accesorios utilizados.

Tabla 3. 12. Costo primario.

<b>N.</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>ESP.</b>	<b>CANT.</b>	<b>P. UNITARIO</b>	<b>COSTO</b>
1	Tubos de acero estructural redondos de 1 ½ x 1.5mm	1,5mm	6	15	90
2	Tubos de acero estructural cuadrado de 1 ½ x 1,5mm	0,15cm	4	15	60
3	Platina de 50 x4	0,4cm	8	20	160
4	Electrodos E6013		1	5	5
5	Plancha de acero estructural	0,5cm	1	120	120
6	Bisagras	0,15cm	3	2	6
7	Pintura		1	40	40
<b>TOTAL</b>					<b>USD 481.00</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

Tabla 3. 13. Maquinaria, Herramienta y Equipos.

<b>N°</b>	<b>MAQUINARIA</b>	<b>TIEMPO (h)</b>	<b>COSTO</b>
1	Trenzadora de tubos	5:00	10.00 USD
2	Suelda eléctrica	1:00	10.00 USD
3	Equipo de pintura	2:00	25.00 USD
<b>TOTAL</b>			<b>45,00 USD</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

Tabla 3. 14. Mano de obra.

<b>N°</b>	<b>DETALLE</b>	<b>COSTO</b>
2	Soldador	100.00 USD
2	Pintor	30.00 USD
<b>TOTAL</b>		<b>130.00 USD</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

Tabla 3. 15. Costos secundarios.

<b>N.</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>COSTO</b>
1	Pago aranceles de graduación.	120.00 USD.
2	Suministros de oficina.	30.00 USD.
3	Alimentación.	50.00 USD.
4	Transporte.	160.00 USD.
5	Copias e impresiones de trabajo.	50.00 USD.
6	Empastados, Anillados y CD del proyecto.	30.00 USD.
7	Varios	10.00 USD.
<b>TOTAL</b>		<b>450.00 USD</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

Tabla 3. 16. Costo total del proyecto.

<b>N°.</b>	<b>DESIGNACIÓN</b>	<b>COSTO</b>
1	Costo Primario	481.00 USD
2	Maquinaria, Herramienta y Equipos	45,00 USD
3	Mano de obra.	130.00 USD
4	Costo Secundario	450.00 USD
<b>TOTAL</b>		<b>1106.00 USD</b>

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Carlos León

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En el presente capítulo se resumen las observaciones finales, una vez que todo el trabajo ha sido terminado y se ha comprobado las características del mismo sin ninguna falla o desperfecto.

#### **4.1 Conclusiones**

- Se recopiló toda la información necesaria para la elaboración de la jaula protectora de inflado de neumáticos.
- Se construyó la jaula tomando las dimensiones necesarias, que permita adaptarse al neumático establecido.
- Se seleccionó los materiales adecuados que permitan satisfacer las necesidades del usuario.
- La jaula brinda la seguridad necesaria para la protección del personal a utilizarlo.

- Este equipo cumple con todas las normas de seguridad establecidas por la RDAG.
- Sus materiales son de fácil adquisición en el mercado Nacional.

## **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda revisar la información y manuales antes realizar el proceso de inflado.
- Se recomienda poner especial atención a los procesos de trabajo y a las medidas de seguridad durante el desarrollo de la práctica para prevenir cualquier tipo de lesiones a las personas que se encuentren trabajando.
- Utilizar siempre este equipo al realizar el proceso de inflado de neumáticos.
- El Instituto debe informar a los estudiantes y técnicos sobre las normas de seguridad que se requiere en el área de mantenimiento.
- Adquirir un equipo adecuado para la colocación de los neumáticos antes y después del inflado.
- Dar a conocer al personal que realiza trabajos en los laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica sobre la disponibilidad del equipo de inflado de neumáticos.

## **GLOSARIO**

**Avión.-** Aeronave propulsado por motor que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

**Neumático.-** Cubierta dura de caucho que se monta sobre la llanta de la rueda de algunos vehículos, como coches, motocicletas o bicicletas, y se llena de aire a presión.

**Método.-** Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

**Operatividad.-** Capacidad para realizar una función.

**Overhaul.-** Mantenimientos mayores que se realizan a una aeronave o a sus componentes.

**Inspección.-** Actividad donde se verifica las condiciones de la aeronave, ya sea porque manda los manuales o por ocasión.

**Psi.-** Unidad de presión (lbf/plg<sup>2</sup>).

**Fuerza.-** Capacidad física para hacer un trabajo o un movimiento.

**Accionamiento.-** Activar un sistema para que entre en funcionamiento.

**Operatividad.-** Capacidad para realizar una función.

**Elemento.-** Parte integrante de algún sistema, o piezas que conforman una estructura.

**Centrífugo.-** Que se aleja del centro.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Libros**

- PISARENKO (1985) Manual de Resistencia de Materiales. Primera Edición. Editorial Mir.Moscu.
- GERE James, (2002) Mecánica de Materiales, Séptima Edición. Editorial Iberoamericana.
- R.C. Hibbeler (2008) .Mecánica de Materiales. Sexta Edición. Editorial Uniandes.
- BEER Johnston (2006) Mecánica De Materiales. 4 Edición.
- HERNÁNDEZ Germán, (2001). Manual del Soldador. Segunda Edición. Editorial Cesol.
- GIACHINO Joseph. (2005). Técnica y Practica de Soldadura. Segunda Edición.
- CUESTA Álvarez Martin(2005). Motores a Reacción, Novena Edición, Edit. Thomson Parafino.Buenos Aires - Argentina.
- GUILLEN SALVADOR, Antonio (1999) Introducción a la Neumática.Segunda Edición.Ed Indoamérica,
- JOPIA VALENCIA, Iván (2005) Fundamentos de Neumática Básica. TerceraEdición.
- CARMONA Aníbal(2004).Aerodinámica y Actuación del Avión.Cuarta Edición.Ed Rejado.Madrid-España.

### **Internet**

- <http://www.wyco.es/accesorios/Jaula.htm>
- <https://sites.google.com/site/rueda11javipol/3-1-partes-del-neumatico>
- <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html>



# ANEXOS

# **ANEXO A. ESPECIFICACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS**

## NEUMÁTICOS FLIGHT EAGLE

SIZE	PLY	SPEED RATING	SPEED RATING UNIT	TT / TL	PART NUMBER	MANUFACTURER	MODEL
14.5X5.5-6		210	MPH	TL	145K13-1	Dassault	Falcon 20
14.5X5.5-6		210	MPH	TL	145K13-1	Dassault	Falcon 50
16X4.4	10	190	MPH	TL	164F08-2	Cessna	CJ4
16X4.4	12	190	MPH	TL	164F28-1	ButSwearingen	SJ30-2
16X4.4	04	210	MPH	TL	164F43-2	Israel Aerospace Industries	Aero 1121
16X4.4	04	210	MPH	TL	164F43-2	Israel Aerospace Industries	Aero 1123
16X4.4	04	210	MPH	TL	164F43-2	Israel Aerospace Industries	Westwind 1124
16X4.4	06	210	MPH	TL	164F63-1	Israel Aerospace Industries	Westwind 1125
16X4.4	06	210	MPH	TL	164F63-2	Israel Aerospace Industries	Westwind 1125
16X4.4	10	210	MPH	TL	164F03-2	Cessna	Citation X (750)
17.5X5.75-8	12	210	MPH	TL	178K23-5	Bombardier	Learjet 30 Series
17.5X5.75-8	12	210	MPH	TL	178K23-5	Embraer	EMB ALX
17.5X5.75-8	14	210	MPH	TL	178K43-1	Bombardier	Lear 50
18X4.25-10	06	210	MPH	TL	181K63-2	British Aerospace	BAe125
18X4.4	10	210	MPH	TL	184F03-2	Bombardier	CL600
18X4.4	12	210	MPH	TL	184F23-2	Bombardier	CL601
18X5.5	08	190	MPH	TL	185F88-6	Bombardier	Lear 23
18X5.5	08	190	MPH	TL	185F88-6	Embraer	EMB120
18X5.5	08	190	MPH	TL	185F88-6	HawkerBeechcraft	BE200
18X5.5	08	190	MPH	TL	185F88-6	HawkerBeechcraft	BE99
18X5.5	10	210	MPH	TL	185F03-5	Bombardier	Learjet 23
18X5.5	10	210	MPH	TL	185F03-5	Bombardier	Learjet 24
18X5.5	10	210	MPH	TL	185F03-5	Bombardier	Learjet 25
18X5.5	10	210	MPH	TL	185F03-5	Embraer	EMB120
18X5.75-8	08	190	MPH	TL	186K88-5	HE/SHE MARRIES	CASA101
18X5.75-8	08	190	MPH	TL	186K88-5	Dassault	Falcon 10
21X7.25-10	14	000	MPH	TL	217K42-1	Gulfstream	G650
21X7.25-10	12	225	MPH	TL	217K22-1	Gulfstream	GII, GIII, GV
22X5.75-12	10	190	MPH	TL	226K08-4	Cessna	650
22X5.75-12	10	190	MPH	TL	226K08-4	Dassault	Falcon 10
22X5.75-12	10	190	MPH	TL	226K08-4	Rockwell	Sabreliner 75A
22X5.75-12	12	210	MPH	TL	226K23-2	Rockwell International	Sabreliner 80

22X8.00-10	10	190	MPH	TL	220K08-3	Cessna	Citation I (500)
22X8.00-10	12	190	MPH	TL	220K28-1	Cessna	Citation II (552)
23X7.00-12	12	210	MPH	TL	237K23-2	British Aerospace	BAe125
26X6.6	14	210	MPH	TL	266F43-2	Aerospatiale	Corvette
26X6.6	14	210	MPH	TL	266F43-2	Dassault	Falcon 20
26X6.6	14	210	MPH	TL	266F43-2	Dassault	Falcon 50
26X6.6	14	210	MPH	TL	266F43-2	Lockheed	Jetstar I
26X6.6	14	210	MPH	TL	266F43-2	Lockheed	Jetstar II
26X6.6	14	210	MPH	TL	266F43-2	Rockwell	Sabreliner 40
26X6.6	14	210	MPH	TL	266F43-2	Rockwell	Sabreliner 60
26X6.75-14	16	190	MPH	TL	265K68-2	Rockwell	Sabreliner 60
26X6.75-14	16	190	MPH	TL	265K68-2	Rockwell	Sabreliner 65
34X9.25-16	18	210	MPH	TL	348F83-2	Gulfstream	G IV
H19.5X6.75-10	08	160	MPH	TL	197K86-1	HawkerBeechcraft	Starship I
H22X8.25-10	14	000	MPH	TL	229K48-3	Cessna	CJ4
H22X8.25-10	12	190	MPH	TL	229K28-1	Cessna	CJ3 (525)
H22X8.25-10	12	190	MPH	TL	229K28-1	Raytheon	Premier I
H22X8.25-10	12	190	MPH	TL	229K28-2	Cessna	CJ3 (525B)
H22X8.25-10	14	190	MPH	TL	229K48-2	Cessna	Brave (550)
H22X8.25-10	14	190	MPH	TL	229K48-2	Cessna	Encore (560)
H22X8.25-10	14	190	MPH	TL	229K48-2	Cessna	Encore+ (560)
H34X9.25-18	18	225	MPH	TL	349K82-2	Gulfstream	GIV
H34X9.25-18	18	225	MPH	TL	349K82-3	Gulfstream	GIV-SP
H34X9.25-18	18	225	MPH	TL	349K82-4	Gulfstream	GIV-SP, 450
H35X11.0-18	20	225	MPH	TL	350K02-1	Gulfstream	G V
H38X12.0-19	20	210	MPH	TL	382K03-3	Bombardier	Global Express

## NEUMÁTICOS FLIGHT CUSTOM

SIZE	PLY	SPEEDRATING	SPEED RATING UNIT	TT / TL	PART NUMBER	MANUFACTURER	MODEL
15X6.0-6	06	160	MPH	TT	156E66-4	Cirrus	SR20
15X6.0-6	06	160	MPH	TT	156E66-4	Cirrus	SR22
15X6.0-6	06	160	MPH	TT	156E66-4	Cirrus	SR22T
15X6.0-6	06	160	MPH	TT	156E66-4	Piston	GUA
22X6.75-10	08	160	MPH	TL	265F86-8	Piston	GUA
5.00-5	04	160	MPH	TT	505C46-4	Cessna	120
5.00-5	04	160	MPH	TT	505C46-4	Cessna	140
5.00-5	04	160	MPH	TT	505C46-4	Cessna	150
5.00-5	04	160	MPH	TT	505C46-4	Cessna	152
5.00-5	04	160	MPH	TT	505C46-4	Cessna	172
5.00-5	04	160	MPH	TT	505C46-4	Cessna	182
5.00-5	04	160	MPH	TT	505C46-4	Piston	GUA
5.00-5	06	160	MPH	TT	505C66-5	Cessna	182
5.00-5	06	160	MPH	TT	505C66-5	Cessna	205
5.00-5	06	160	MPH	TT	505C66-5	Cessna	206
5.00-5	06	160	MPH	TT	505C66-5	Cessna	210
5.00-5	06	160	MPH	TT	505C66-5	Cirrus	SR20
5.00-5	06	160	MPH	TT	505C66-5	Cirrus	SR22
5.00-5	06	160	MPH	TT	505C66-5	Cirrus	SR22T
5.00-5	06	160	MPH	TT	505C66-5	DiamondAircraft	DA20
5.00-5	06	160	MPH	TT	505C66-5	Piston	GUA
6.00-6	06	160	MPH	TT	606C66-8	Cessna	177
6.00-6	06	160	MPH	TT	606C66-8	Cessna	180
6.00-6	06	160	MPH	TT	606C66-8	Cessna	182
6.00-6	06	160	MPH	TT	606C66-8	Cessna	185
6.00-6	06	160	MPH	TT	606C66-8	Cessna	205
6.00-6	06	160	MPH	TT	606C66-8	Cessna	206
6.00-6	06	160	MPH	TT	606C66-8	Piston	GUA
6.00-6	08	160	MPH	TL	606T86-3	Cessna	207
6.00-6	08	160	MPH	TL	606T86-3	Cessna	210

6.00-6	08	160	MPH	TL	606T86-3	Piston	GUA
6.00-6	08	160	MPH	TT	606C86-6	Cessna	207
6.00-6	08	160	MPH	TT	606C86-6	Cessna	210
6.00-6	08	160	MPH	TT	606C86-6	Piston	GUA
6.50-10	06	160	MPH	TL	650T66-3	Cessna	310
6.50-10	06	160	MPH	TL	650T66-3	Cessna	320
6.50-10	06	160	MPH	TL	650T66-3	Cessna	340
6.50-10	06	160	MPH	TL	650T66-3	Piston	GUA
6.50-10	08	160	MPH	TT	650C86-3	Cessna	208
6.50-10	08	160	MPH	TT	650C86-3	Cessna	335
6.50-10	08	160	MPH	TT	650C86-3	Cessna	340
6.50-10	08	160	MPH	TT	650C86-3	Cessna	401
6.50-10	08	160	MPH	TT	650C86-3	Cessna	402
6.50-10	08	160	MPH	TT	650C86-3	Cessna	411
6.50-10	08	160	MPH	TT	650C86-3	Cessna	414
6.50-10	08	160	MPH	TT	650C86-3	Cessna	421
6.50-10	08	160	MPH	TT	650C86-3	Cessna	425
6.50-10	08	160	MPH	TT	650C86-3	Piston	GUA
6.50-10	10	160	MPH	TT	650C06-3	Piston	GUA
6.50-8	06	160	MPH	TT	658C66-2	Cessna	310
6.50-8	06	160	MPH	TT	658C66-2	Piston	GUA
6.50-8	08	160	MPH	TL	658T86-3	Cessna	208
6.50-8	08	160	MPH	TL	658T86-3	Piston	GUA
6.50-8	08	160	MPH	TT	658C86-4	Cessna	208
6.50-8	08	160	MPH	TT	658C86-4	Piston	GUA
7.00-6	06	160	MPH	TT	706C66-3	Piston	GUA
7.00-6	08	160	MPH	TT	706C86-3	Piston	GUA
8.50-10	08	160	MPH	TL	850T86-2	Cessna	208
8.50-10	08	160	MPH	TL	850T86-2	Piston	GUA
8.50-10	08	160	MPH	TT	850C86-2	Cessna	188
8.50-10	08	160	MPH	TT	850C86-2	Cessna	208
8.50-10	08	160	MPH	TT	850C86-2	Piston	GUA
8.50-10	10	160	MPH	TL	850T06-3	Piston	GUA

## FLIGHT SPECIAL II

SIZE	PLY	SPEED RATING	SPEED RATING UNIT	TT / TL	PART NUMBER	MANUFACTURER	MODEL
15X6.0-6	06	160	MPH	TT	156E66B1	Cirrus	SR20
15X6.0-6	06	160	MPH	TT	156E66B1	Cirrus	SR22
15X6.0-6	06	160	MPH	TT	156E66B1	Cirrus	SR22T
15X6.0-6	06	160	MPH	TT	156E66B1	DiamondAircraft	DA40
15X6.0-6	06	160	MPH	TT	156E66B1	DiamondAircraft	DA42
15X6.0-6	06	160	MPH	TT	156E66B1	Piston	GUA
15X6.00-6	06	160	MPH	TT	156E61-3	Cessna	150
15X6.00-6	06	160	MPH	TT	156E61-3	Cessna	152
15X6.00-6	06	160	MPH	TT	156E61-3	Cirrus	SR20
15X6.00-6	06	160	MPH	TT	156E61-3	Cirrus	SR22
15X6.00-6	06	160	MPH	TT	156E61-3	Cirrus	SR22T
15X6.00-6	06	160	MPH	TT	156E61-3	DiamondAircraft	DA40
15X6.00-6	06	160	MPH	TT	156E61-3	DiamondAircraft	DA42
15X6.00-6	06	160	MPH	TT	156E61-3	Piston	GUA
17.5X6.25-6	10	160	MPH	TL	175K08B1	Piston	GUA
17.5X6.25-6	08	190	MPH	TL	175K88B1	SAAB	340
17.5X6.25-6	08	190	MPH	TL	175K88B1	SAAB	340B
18X5.5	08	120	MPH	TT	185F81-1	Cessna	337
18X5.5	08	120	MPH	TT	185F81-1	HawkerBeechcraft	BE100
22X6.75-10	10	190	MPH	TL	265K08-1	HawkerBeechcraft	Beech 1900
22X8.0-8	06	120	MPH	TT	228K61-1	Cessna	208
22X8.0-8	06	120	MPH	TT	228K61-1	Cessna	Agwagon (188)
5.00-5	04	120	MPH	TT	505C41-4	Cessna	120
5.00-5	04	120	MPH	TT	505C41-4	Cessna	140
5.00-5	04	120	MPH	TT	505C41-4	Cessna	150
5.00-5	04	120	MPH	TT	505C41-4	Cessna	152
5.00-5	04	120	MPH	TT	505C41-4	Cessna	172
5.00-5	04	120	MPH	TT	505C41-4	Cessna	182
5.00-5	04	120	MPH	TT	505C41-4	Cessna	205
5.00-5	04	120	MPH	TT	505C41-4	Piston	GUA
5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	Cessna	172

5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	Cessna	182
5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	Cessna	205
5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	Cessna	206
5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	Cessna	207
5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	Cessna	210
5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	Cirrus	SR20
5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	Cirrus	SR22
5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	Cirrus	SR22T
5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	DiamondAircraft	DA20
5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	DiamondAircraft	DA40
5.00-5	06	120	MPH	TT	505C61-8	Piston	GUA
5.00-5	10	120	MPH	TT	505C01-2	Cessna	210
5.00-5	10	120	MPH	TT	505C01-2	DiamondAircraft	DA42
5.00-5	10	120	MPH	TT	505C01-2	Piston	GUA
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	120
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	140
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	150
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	152
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	172
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	182
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	205
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	206
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	207
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	310
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	320
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	335
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Cessna	340
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41-6	Piston	GUA
6.00-6	04	120	MPH	TT	606C41B1	Piston	GUA
6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61-6	Cessna	172
6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61-6	Cessna	177
6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61-6	Cessna	180
6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61-6	Cessna	182
6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61-6	Cessna	185
6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61-6	Cessna	205
6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61-6	Cessna	206



6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61-6	Cessna	210
6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61-6	DiamondAircraft	DA40
6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61-6	Piston	GUA
6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61B1	DiamondAircraft	DA40
6.00-6	06	120	MPH	TT	606C61B1	Piston	GUA
6.00-6	08	120	MPH	TT	606C81B1	Piston	GUA
6.00-6	08	160	MPH	TT	606C86-3	Piston	GUA
6.50-10	08	120	MPH	TT	650C81-5	Cessna	208
6.50-10	08	120	MPH	TT	650C81-5	Cessna	340
6.50-10	08	120	MPH	TT	650C81-5	Cessna	401
6.50-10	08	120	MPH	TT	650C81-5	Cessna	402
6.50-10	08	120	MPH	TT	650C81-5	Cessna	411
6.50-10	08	120	MPH	TT	650C81-5	Cessna	414
6.50-10	08	120	MPH	TT	650C81-5	Cessna	421
6.50-10	12	160	MPH	TL	650T26-2	Piper	Cheyenne III
6.50-8	08	120	MPH	TT	658C81-3	Cessna	208
6.50-8	08	120	MPH	TT	658C81-3	Piston	GUA
7.00-6	06	120	MPH	TT	706C61-4	Piston	GUA
7.00-6	06	120	MPH	TT	706C61B1	Piston	GUA
8.00-6	06	120	MPH	TT	806C61-5	Piston	GUA
8.00-6	06	120	MPH	TT	806C61B1	Cessna	180
8.00-6	06	120	MPH	TT	806C61B1	Cessna	182
8.00-6	06	120	MPH	TT	806C61B1	Cessna	185
8.00-6	06	120	MPH	TT	806C61B1	Cessna	188
8.00-6	06	120	MPH	TT	806C61B1	Cessna	205
8.00-6	06	120	MPH	TT	806C61B1	Cessna	206
8.00-6	06	120	MPH	TT	806C61B1	Cessna	207
8.00-6	06	120	MPH	TT	806C61B1	Piston	GUA
8.00-6	08	120	MPH	TT	806C81-2	Piston	GUA
8.00-6	08	120	MPH	TT	806C81B1	Piston	GUA
G17.5X6.25-6	08	190	MPH	TL	175K88-2	SAAB	340

## **ANEXO B. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS**

Clasificación de los aceros, según ASTM	Límite elástico		Tensión de rotura	
	Ksi	MPa	Ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 Gr A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
Grado 60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
Grado 33	33	230	>52	>360
Grado 36	36	250	>53	>365
Grado 40	40	275	>55	>380
Grado 45	45	310	>60	>415
Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
Grado X42	42	290	60	415

**ANEXO C. PLANOS Y CÁLCULOS ESTRUCTURALES  
DE LA JAULA DE INFLADO DE NEUMÁTICOS**

## **ANEXO D. ESPECIFICACIÓN DIPAC DE PLATINAS**



**DIPAC**<sup>®</sup>  
PRODUCTOS DE ACERO

**DISERVICIOS**  
CENTRO DE SERVICIO Y ASISTENCIA TÉCNICA

PLATINAS

## PERFILES LAMINADOS PLATINAS

### Especificaciones Generales

Calidad	ASTMA 36 SAE 1008
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6.00 m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



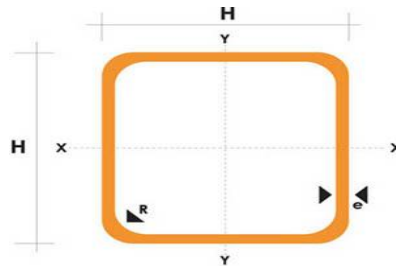
DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/6m	cm2
	a	e			
PLT 12X3	12	3	0.28	1.70	0.36
PLT 12X4	12	4	0.38	2.45	0.48
PLT 12X6	12	6	0.57	3.40	0.72
PLT 19X3	19	3	0.45	2.68	0.57
PLT 19X4	19	4	0.60	3.58	0.76
PLT 19X6	19	6	0.89	5.37	1.15
PLT 25X3	25	3	0.59	3.53	0.75
PLT 25X4	25	4	0.79	4.71	1.00
PLT 25X6	25	6	1.18	7.07	1.50
PLT 25X12	30	3	0.71	4.24	0.90
PLT 30X4	30	4	0.94	5.65	1.20
PLT 30X6	30	6	1.41	8.47	1.80
PLT 30X9	30	9	2.12	12.71	2.70
PLT 30X12	30	12	2.83	16.95	3.60
PLT 38X3	38	3	0.89	5.37	1.15
PLT 38X4	38	4	1.19	7.16	1.52
PLT 38X6	38	6	1.79	11.40	2.28
PLT 38X9	38	9	2.69	16.11	3.42
PLT 38X12	38	12	3.58	21.48	4.56
PLT 50X3	50	3	1.18	7.08	1.50
PLT 50X4	50	4	1.58	9.42	2.00
PLT 50X6	50	6	2.26	14.16	3.00
PLT 50X9	50	9	3.53	21.20	4.50
PLT 50X12	50	12	4.71	28.26	6.00
PLT 65X6	65	6	3.06	18.37	3.90
PLT 65X9	65	9	4.59	27.55	5.85
PLT 65X12	65	12	6.12	36.73	7.80
PLT 75X6	75	6	3.53	21.20	4.50
PLT 75X9	75	9	5.30	31.80	6.75
PLT 75X8	75	8	7.07	28.26	9.00
PLT 75X12	75	12	7.07	42.39	9.00
PLT 100X6	100	6	4.71	28.26	6.00
PLT 100X8	100	8	7.07	37.68	9.00
PLT 100X9	100	9	7.07	43.00	9.00
PLT 100X12	100	12	9.42	58.00	12.00
PLT 120X12	120	12	67.82	67.82	14.40
PLT 150X15	150	15	105.88	105.88	22.50
PLT 150X20	150	20	145.44	145.00	30.00



**ANEXO E. ESPECIFICACIÓN DIPAC TUBO  
ESTRUCTURAL CUADRADO**



**TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO**



**NOMENCLATURA**

- A= Área de la selección transversal del tubo, cm<sup>2</sup>
- I= Momento de inercia de la sección, cm<sup>4</sup>
- W= Módulo resistente de la sección, cm<sup>3</sup>
- i= Radio de giro de la sección cm

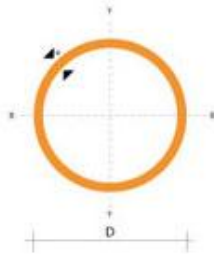
DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	i cm
12	0,8	0,30	0,37	0,09	0,14	0,48
12	1,0	0,37	0,50	0,11	0,18	0,47
15	0,8	0,36	0,45	0,15	0,20	0,58
15	1,0	0,45	0,61	0,20	0,26	0,57
20	0,8	0,49	0,61	0,38	0,38	0,79
20	1,0	0,60	0,83	0,50	0,50	0,77
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
25	0,8	0,61	0,77	0,76	0,61	0,99
25	1,0	0,76	1,05	1,00	0,80	0,98
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
30	0,8	0,74	0,93	1,33	0,89	1,19
30	1,0	0,92	1,27	1,77	1,18	1,18
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,47	1,15
40	0,8	0,99	1,25	3,21	1,61	1,60
40	1,0	1,23	1,71	4,32	2,16	1,59
40	1,2	1,47	1,86	4,68	2,34	1,59
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
50	1,2	1,84	2,34	9,30	3,72	1,99
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97



**ANEXO F. ESPECIFICACIÓN DIPAC TUBO  
ESTRUCTURAL REDONDO**



**TUBO ESTRUCTURAL REDONDO**



**NOMENCLATURA**

- A**= Area de la selección transversal del tubo, cm<sup>2</sup>
- I**= Momento de inercia de la sección, cm<sup>4</sup>
- W**= Módulo resistente de la sección, cm<sup>3</sup>
- i**= Radio de giro de la sección cm

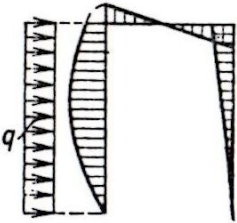
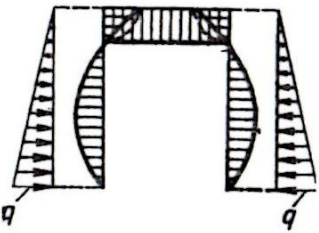

DIAMETRO	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
pulgadas	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
7 / 8 "	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1 "	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4 "	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2 "	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4 "	1.50	1.59	2.02	4.67	2.10	1.52
2 "	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2 "	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3 "	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.64
1 "	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4 "	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2 "	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4 "	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2 "	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2 "	2.00	3.03	3.86	18.29	5.76	2.18
3 "	2.00	3.66	4.66	32.11	8.43	2.62
2 "	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2 "	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3 "	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59

**ANEXO G. PROPIEDADES FÍSICAS DEL ACERO**  
**ASTM A36**

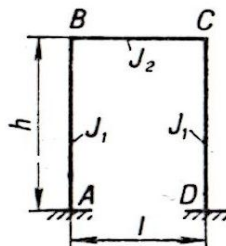
**Tabla 4.** Valores del número de ciclos (N), avance de la fisura (a y c), velocidad de propagación subcrítica (da/dN) y variación del factor de intensidad de tensiones ( $\Delta K$ ) para el acero estructural ASTM A36.

N (ciclos)	a (mm) $\pm 0.001$	c (mm) $\pm 0.001$	da/dN (mm/ciclo)	$\Delta K$ (MPa.mm <sup>1/2</sup> )
125005	1.032	5.774	2.906E-05	12.184
137508	1.571	7.109	2.952E-05	14.949
150005	1.796	7.313	3.025E-05	15.880
167003	2.368	8.626	3.170E-05	18.344
187510	2.783	9.443	3.414E-05	20.016
200008	3.225	10.660	3.600E-05	21.989
206505	3.299	10.860	3.708E-05	22.324
227516	4.120	12.642	4.108E-05	25.934
235507	4.243	13.599	4.282E-05	27.046
250010	4.880	14.162	4.625E-05	29.508
267519	5.384	16.174	5.091E-05	33.295
275504	5.948	17.619	5.321E-05	37.268
290015	6.513	19.778	5.769E-05	43.364
297523	7.092	22.498	6.016E-05	53.293
301454	7.244	24.170	6.150E-05	60.226
309257	7.825	24.545	6.422E-05	67.710
314380	7.285	24.332	6.608E-05	61.259

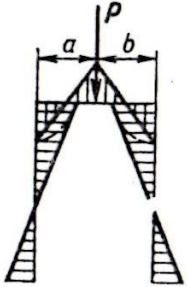
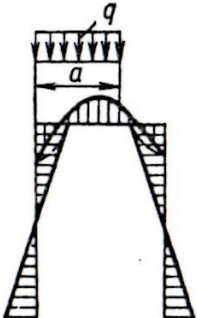
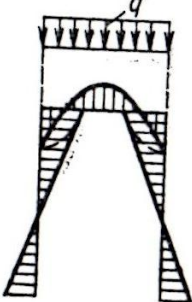
**ANEXO H. TABLA Y DIAGRAMAS UTILIZADOS DE  
MECÁNICA DE MATERIALES**

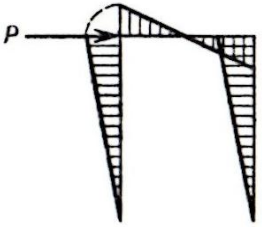
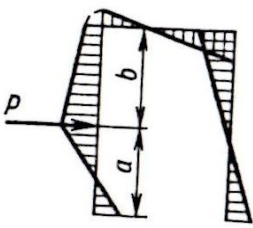
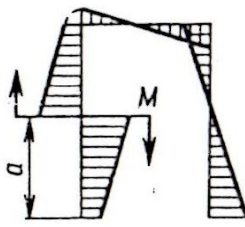
Esquema de sollicitación y diagrama de $M$	Momento flector $M$ en secciones características
	$M_B = (2 + k) \frac{3qh^2}{8n}$ $M_C = (6 + 5k) \frac{qh^2}{8n}$
	$M_B = M_C = \frac{7kqh^2}{60n}$
<p data-bbox="261 957 553 989">Calentamiento en <math>\Delta t</math></p>  <p data-bbox="261 1293 610 1377"><math>\alpha</math> es el coeficiente de dilatación lineal de temperatura</p>	$M_B = M_C = \frac{3EJ_2 \alpha \Delta t}{nh}$

Las columnas son empotradas

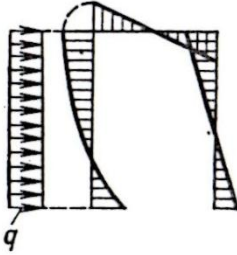
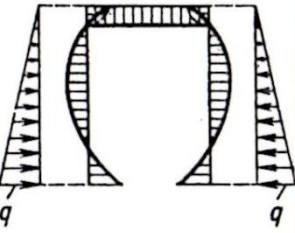
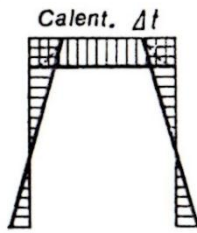


$$n_1 = 2 + k \quad n_2 = 1 + 6k$$

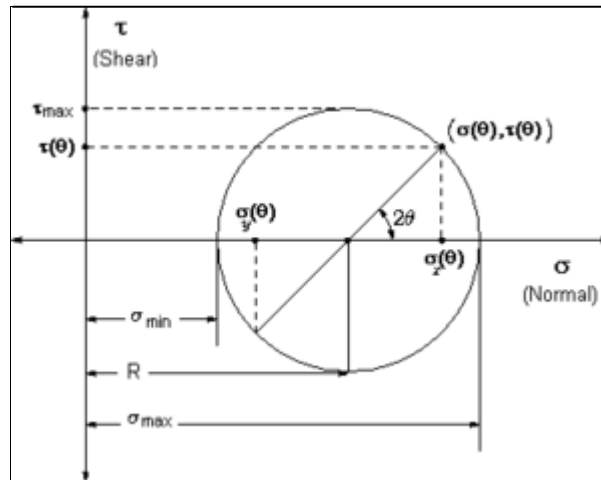
Esquema de sollicitación y diagrama de $M$	Momento flector $M$ en secciones características
	$M_A = \left( \frac{1}{2n_1} - \frac{2\alpha - 1}{2n_2} \right) \alpha a P$ $M_B = \left( \frac{1}{n_1} + \frac{2\alpha - 1}{2n_2} \right) \alpha a P$ $M_C = \left( \frac{1}{n_1} - \frac{2\alpha - 1}{2n_2} \right) \alpha a P$ $M_D = \left( \frac{1}{2n_1} + \frac{2\alpha - 1}{2n_2} \right) \alpha a P$ $\alpha = \frac{b}{l}$
	$M_A = \alpha^2 \left[ \frac{3 - 2\alpha}{n_1} - \frac{3(1 - \alpha)^2}{n_2} \right] \frac{ql^2}{12}$ $M_D = \alpha^2 \left[ \frac{3 - 2\alpha}{n_1} + \frac{3(1 - \alpha)^2}{n_2} \right] \frac{ql^2}{12}$ $M_C = \alpha^2 \left[ \frac{2(3 - 2\alpha)}{n_1} - \frac{3(1 - \alpha)^2}{n_2} \right] \frac{ql^2}{12}$ $M_B = \alpha^2 \left[ \frac{2(3 - 2\alpha)}{n_1} + \frac{3(1 - \alpha)^2}{n_2} \right] \frac{ql^2}{12}$ $\alpha = \frac{a}{l}$
	$M_A = M_D = \frac{ql^2}{12n_1}$ $M_B = M_C = \frac{ql^2}{6n_1}$ $M_{\text{máx}} = \frac{2 + 3k}{24n_1} ql^2$

Esquema de sollicitación y diagrama de $M$	Momento flector $M$ en secciones características
	$M_A = M_D = \frac{1 + 3k}{2n_2} hP$ $M_B = M_C = \frac{3}{2} \frac{k}{n_2} hP$
	$M_A = \left\{ 1 - \frac{3(1 - \alpha)k}{n_2} + \frac{\alpha[1 + \alpha(1 + k)]}{n_1} \right\} \frac{a}{2} P$ $M_B = \left[ \frac{3(1 - \alpha)k}{n_2} - \frac{\alpha(1 - \alpha)k}{n_1} \right] \frac{a}{2} P$ $M_D = \left\{ 1 - \frac{3(1 - \alpha)k}{n_2} - \frac{\alpha[1 + \alpha(1 + k)]}{n_1} \right\} \frac{a}{2} P$ $M_C = \left[ \frac{3(1 - \alpha)k}{n_2} + \frac{\alpha(1 - \alpha)k}{n_1} \right] \frac{a}{2} P$ $\alpha = \frac{b}{h}$
	$M_A = \left[ -\frac{3\alpha(2 - \alpha)}{2} + 1 - \frac{\alpha(2 - 3\alpha)k}{2n_1} - \left( \frac{6\alpha k}{n_2} - 1 \right) \right] \frac{M}{2}$ $M_B = \alpha k \left( -\frac{2 - 3\alpha}{2n_1} + \frac{3}{n_2} \right) M$ $M_C = \alpha k \left( \frac{2 - 3\alpha}{2n_1} + \frac{3}{n_2} \right) M$ $M_D = \left[ \frac{3\alpha(2 - \alpha)}{2} - 1 + \frac{\alpha(2 - 3\alpha)k}{2n_1} - \left( \frac{6\alpha k}{n_2} - 1 \right) \right] \frac{M}{2}$ $\alpha = \frac{a}{h}$



Esquema de sollicitación y diagrama de $M$	Momento flector $M$ en secciones características
	$M_A = \left( \frac{k+3}{6n_1} + \frac{1+4k}{n_2} \right) \frac{qh^2}{4}$ $M_B = \left( \frac{2}{n_2} - \frac{1}{6n_1} \right) k \frac{qh^2}{4}$ $M_C = \left( \frac{1}{6n_1} + \frac{2}{n_2} \right) k \frac{qh^2}{4}$ $M_D = \left( \frac{1+4k}{n_2} - \frac{3+k}{6n_1} \right) \frac{qh^2}{4}$
	$M_A = M_D = \frac{8+3k}{n_1} \cdot \frac{qh^2}{60}$ $M_B = M_C = \frac{qh^2}{30n_1}$
<p>Calentamiento en <math>\Delta t</math></p>  <p><math>\alpha</math> es el coeficiente de dilatación lineal de temperatura</p>	$M_A = M_D = \frac{3(1+k) EJ_1 \alpha \Delta t}{kn_1 h}$ $M_B = M_C = \frac{3EJ_2 \alpha \Delta t}{n_1 h}$

## **ANEXO I. CÍRCULO DE MORH**



### Circunferencia de Mohr para momentos de inercia

El Círculo de Mohr es una técnica usada en ingeniería y geofísica para representar gráficamente un tensor simétrico (de 2x2 o de 3x3) y calcular con ella momentos de inercia, deformaciones y tensiones, adaptando los mismos a las características de una circunferencia (radio, centro, etc). Fórmula para el Centro del círculo de Mohr y radio:

$$C := (I_{med}, 0) = \left( \frac{I_x + I_y}{2}, 0 \right)$$

$$r := \sqrt{\left( \frac{I_x - I_y}{2} \right)^2 + I_{xy}^2}$$

**ANEXO J. NORMA OSHA 29 CFR, 1910.177**

## **Mantenimiento de ruedas con aro multi-pieza y pieza individual**

Agencia: Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, Empleo

Acción: Regla Final

Resumen: Mediante esta acción la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), enmienda la norma de seguridad para el mantenimiento de ruedas de aro mutli-piezas, 29 CFR 1910.177, para incluir requisitos para el mantenimiento seguro de ruedas de aro individual usadas en camiones, furgones, autobuses y otros vehículos grandes. Una rueda de pieza individual es una unidad usada para retener las paredes laterales de una llanta, para formar parte de una cámara que contiene el aire presurizado (si lo que se utiliza es una llanta sin tubo), y para proveer el medio unión del ensamblaje (la rueda de aro) al eje del vehículo.

Los accidentes de ruedas de pieza individual ocurren cuando el aire presurizado contenido es liberado casi instantáneamente por ruptura o deslizamiento del talón neumático sobre el reborde del aro. Se suele referir a este incidente como Ala liberación súbita del aire presurizado@. Los riesgos principales son que, el aire presurizado, una vez liberado, puede levantar y lanzar un empleado a través del lugar de trabajo, si el empleado está próximo a la rueda de aro y dentro de la trayectoria, o la rueda de aro puede ser propulsada a través del lugar de trabajo hacia un empleado. Esta norma enmendada, que reglamenta el mantenimiento de ruedas de aro mutli-pieza y de pieza individual, incluye requisitos para el adiestramiento de todos los empleados de mantenimiento de llantas; para la utilización de procedimientos aceptados por la industria que minimicen el potencial de lesión al empleado; para el uso de dispositivos de contención durante la inflación para retener los componentes, y para el uso de componentes compatibles.

La norma también contiene varias enmiendas menores a las disposiciones de la norma de mantenimiento a ruedas con aros mutli-pieza.

## **HOJA DE VIDA**



### **DATOS PERSONALES**

NOMBRE: León Salas Carlos Javier

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 060324487-2

FECHA DE NACIMIENTO: 17 de marzo de 1984

TELÉFONOS: 083427290

CORREO ELECTRÓNICO: javleon.c@hotmail.com

DIRECCIÓN: Barrio el Pisque Km 2 vía a Quito (Ambato)

### **ESTUDIOS REALIZADOS**

#### **PRIMARIA:**

Escuela Pensionado Olivo” 1990 - 1997

#### **SECUNDARIA:**

Colegio Pedro Vicente Maldonado 1998- 2004

#### **SUPERIOR**

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico 2009 - 2012

### **TÍTULOS OBTENIDOS**

Bachiller Técnico Industrial Especialización “Fisicomatemático”.

Suficiencia en el Idioma Inglés ITSA.

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PRE PROFESIONALES**

Pasantías CID FAE (200H).

Pasantías Ala 11 QUITO (200H).

Pasantías CEMA (160H).

Pasantías, TAME (200H).

### **CURSOS Y SEMINARIOS**

Entrenamiento Práctico del Helicóptero “Súper Puma”. (BAE – 45 Pichincha).

Curso de inglés ITSA, Suficiencia en el Idioma Inglés.

## **HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

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

---

**LEÓN SALAS CARLOS JAVIER**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**ING. HERBERT ATENCIO**

Latacunga, Junio 06 de 2013



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

Yo, **LEÓN SALAS CARLOS JAVIER**, Egresado de la carrera de **MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**, en el año 2013, con Cédula de Ciudadanía N° 0603244872, autor del Trabajo de Graduación **IMPLEMENTACIÓN DE LAS JAULAS PROTECTORAS DE INFLADO DE NEUMÁTICOS PARA EL AVIÓN FAIRCHILD DEL ITSA**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**LEÓN SALAS CARLOS JAVIER**

Latacunga, Junio 06 de 2013