

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONAUTICA**

**CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA JAULA DE  
SEGURIDAD Y UN EQUIPO PARA LA MEDICIÓN Y RECARGA  
EXACTA DE NITRÓGENO EN LAS RUEDAS DE LOS TRENES  
DE ATERRIZAJE PARA EL AVIÓN T-34C-1**

**POR:**

**MÁRQUEZ GUERRERO IVAN WLADIMIR**

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2010**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr **MÁRQUEZ GUERRERO IVAN WLADIMIR**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

---

Cbop. Ing. Juan Medina H.  
DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga Febrero, 10, 2010

## **DEDICATORIA**

Este proyecto esta dedicado de manera muy especial, a Dios todo poderoso, a Santa Rita de Casia, a mis amados padres y hermanos, a ellos que siempre incondicionalmente han estado conmigo a lo largo de mi vida fortaleciéndome y brindándome su apoyo para siempre seguir adelante, y que a pesar de las dificultades me han enseñado que solo mediante la fe, constancia, paciencia y el amor a Dios, podre alcanzar cualquier meta en mi vida.

**IVAN WLADIMIR MÁRQUEZ GUERRERO**

## AGRADECIMIENTOS

Es indiscutible que para emprender cualquier proyecto siempre es necesaria la colaboración de muchas personas, y con más razón para la culminación de una etapa estudiantil la cual se desarrolló en esta ciudad.

Primeramente deseo expresar mis agradecimientos a mi Dios, el cual es mi guía, mi proveedor, mi refugio; el sabe lo esencial que ha sido en mi posición firme de alcanzar esta meta, esta alegría, la cual la ofrendo por entero a ti mi señor, pero a través de esta meta, podré siempre de tu mano alcanzar otras que espero sean para tu Gloria. De la misma manera a Santa Rita de Casia por escuchar siempre cada una mis oraciones y guiarme siempre y fortalecer mi fe para alabar a nuestro señor.

A mis padres y a mis hermanos, que siempre han estado a mi lado, por darme todo el apoyo que siempre necesito. Gracias por estar siempre en familia a mi lado siendo mi fuente de inspiración, los amo de todo corazón.

Agradezco también a todas las personas que directa o indirectamente me **ayudaran** a culminar satisfactoriamente este proyecto, personas de gran corazón como mi director de proyecto y los señores del Escuadrón del avión T-34C-1, que **colaboraran** en todo lo que les fue posible.

**IVAN WLADIMIR MÁRQUEZ GUERRERO**

## ÍNDICE

Portada.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de contenidos.....	V
Índice de Tablas.....	XII
Índice de Figuras.....	XIV
Índice de Anexos.....	XVII
Resumen.....	XVIII
Summary.....	XIX

## CAPITULO I

### EL TEMA

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Alcance.....	3

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción general.....	4
2.1.1 Coches para transportación y utilización de cilindros de gas comprimido.....	4
2.2 Jaula de seguridad.....	8
2.1.1 Tipos de jaulas de seguridad.....	8
2.3 Manómetros.....	10
2.3.1 Tipos de manómetros.....	11
2.3.1.2 Manómetro de dos ramas abiertas.....	11
2.3.1.3 Manómetro truncado.....	11
2.3.1.4 Manómetro metálico o aneroide.....	11
2.3.1.5 Manómetros hidráulicos de alto rendimiento.....	12
2.3.1.6 Manómetros digitales.....	12
2.4 Reguladores de presión.....	13
2.4.1 Partes principales de un regulador de presión.....	14
2.4.1.1 Manómetro indicador de presión de cilindro.....	14
2.4.1.2 Manómetro indicador de presión de trabajo.....	15
2.4.1.3 2.4.1.3 Acople o neplo de entrada al cilindro.....	15
2.4.1.4 Acople de salida de presión de trabajo.....	16
2.4.1.5 Válvula de alivio del regulador de presión.....	16
2.4.1.6 Regulador de presión.....	17
2.5 Mangueras de conexión.....	17

2.5.1 El tubo.....	18
2.5.2 El refuerzo.....	18
2.5.3 La cubierta.....	18
2.6 Acoples.....	20
2.6.1 Acopladores de cilindro y manguera.....	20
2.6.2 Acopladores de manguera neumática antiderrame, de conexión a presión.....	21
2.7 Los gases.....	22
2.7.1 Definición.....	22
2.7.2 Características de los gases.....	22
2.7.3 Clasificación.....	22
2.8 Tipos de recipientes.....	24
2.8.1 Inscripciones y colores de identificación.....	24
2.8.1.1 Marcas e inscripciones en los recipientes.....	24
2.8.2 Colores de las botellas.....	26
2.8.3 Colores de la ojiva.....	27
2.8.4 Manejo de cilindros.....	27
2.8.5 Precauciones que deben tomarse durante el manejo de cilindros.....	29
2.8.6 Precauciones que deben tomarse para el almacenamiento de cilindros.....	29
2.9 El nitrógeno.....	30
2.9.1 Propiedades.....	30
2.9.2 Aplicaciones.....	30
2.10 Pistola para inflado y recarga de nitrógeno.....	31

2.10.1 Partes principales de la pistola para recarga y medición de nitrógeno.....	31
2.10.2 Características principales.....	32
2.11 Ruedas o garruchas.....	33
2.12 Solidworks.....	34
2.13 Coeficiente de seguridad.....	34

### **CAPITULO III**

#### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1 Diseño.....	36
3.1.1 Cálculos.....	37
3.1.1.1 Cálculo de resistencia de cordón de soldadura en las paredes de la jaula.....	37
3.1.1.2 Cálculo de resistencia de cordón de soldadura en el los tubos del contorno de la jaula.....	38
3.1.1.4 Cálculos de tenciones en la estructura de la jaula.....	52
3.1.1.5 Cálculo de tenciones en las vigas de la jaula.....	53
3.1.2 Trazabilidad.....	53
3.2 Construcción.....	54
3.2.1 Estructura del coche.....	54
3.3 Construcción de la caja porta regulador.....	57
3.4 Pintura y acabados.....	58
3.5 Mangueras de conexión.....	59
3.6 Construcción de la jaula de seguridad.....	59



3.6.1 Medición y rayado de las láminas de acero de base y paredes de la jaula.....	60
3.6.2 Corte de las láminas de la base y paredes de la jaula según las medidas del diseño.....	62
3.6.3 Rectificación de los contornos de las láminas de acero de la base y paredes de la jaula .....	62
3.6.4 Medición de tubos de refuerzo de paredes y contorno.....	63
3.6.5 Corte o seccionamiento de los tubos de refuerzo de paredes y contorno.....	64
3.6.6 Amoldado de tubos de refuerzo al contorno de las paredes de la jaula.....	64
3.6.7 Suelda de los componentes de la jaula.....	65
3.6.8 Pintura y acabados de la jaula de seguridad.....	66
3.6.9 Selección y adquisición del regulador de presión.....	67
3.7 Diagramas de procesos.....	68
3.7.1 Coche para transporte de cilindros de nitrógeno.....	69
3.7.1.1 Diagrama de procesos de construcción de la estructura del coche.....	69
3.7.1.2 Diagrama de procesos de construcción de la base del coche.....	70
3.7.1.3 Diagrama de procesos de construcción de los soportes del cilindro de nitrógeno.....	71
3.7.1.4 Diagrama de procesos de construcción de la caja porta regulador.....	72
3.7.1.5 Diagrama de procesos de colocación del regulador de presión.....	73
3.7.1.6 Diagrama de procesos de construcción del porta manguera.....	74
3.7.2 Diagramas de ensamble del coche.....	75

3.7.2.1 Diagrama de ensamble de la caja porta regulador (CPR).....	76
3.7.2.2 Unión y ensamble final del coche.....	76
3.7.3 Jaula de seguridad para la recarga de nitrógeno en las ruedas.....	77
3.7.3.1 Diagramas de procesos de construcción de la Base de la jaula de seguridad.....	77
3.7.3.2 Diagrama de procesos de construcción de las paredes de la jaula de seguridad.....	78
3.7.3.3 Diagrama de procesos de construcción de los tubos de refuerzo del contorno.....	79
3.7.3.4 Diagramas de procesos de construcción de los tubos de refuerzo de las paredes.....	80
3.7.4.5 Diagrama de ensamble de la jaula de seguridad.....	81
3.8 Manuales.....	82
3.8.1 Manual de operación del equipo.....	83
3.8.2 Manual de seguridad.....	87
3.8.3 Manual de mantenimiento.....	90
3.8.4 Manual de operación de la jaula.....	93
3.8.5 Manual de seguridad de la jaula.....	95
3.8.6 Manual de mantenimiento de la jaula.....	97
3.9 Pruebas de funcionamiento.....	99
3.10 Estudio económico.....	100
3.10.1 Presupuesto.....	100
3.10.2 Análisis económico.....	100
3.10.2.1 Materiales.....	100
3.10.2.2 Máquinas y herramientas utilizadas.....	101

3.10.2.3 Mano de obra.....	102
3.10.2.4 Otros.....	103
3.10.3 Comparación de costos de la jaula y equipo para la recarga de nitrógeno con sus similares en la industria.....	104

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones.....	106
4.2 Recomendaciones.....	107
 GLOSARIO.....	 108
ABREVIATURAS UTILIZADAS.....	111
BIBLIOGRAFÍA.....	112
NEGRAFÍA.....	112
 ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Propiedades del estudio.....	38
Tabla 3.2 Unidades.....	39
Tabla 3.3 Sólidos.....	39
Tabla 3.4 Vigas.....	39
Tabla 3.5 Tipo de material.....	41
Tabla 3.6 Propiedades del material.....	41
Tabla 3.7 Sujeción.....	42
Tabla 3.8 Carga.....	42
Tabla 3.9 Contacto.....	42
Tabla 3.10 Fuerzas de reacción.....	43
Tabla 3.11 Momentos de reacción.....	43
Tabla 3.12 Fuerzas de cuerpo libre.....	43
Tabla 3.13 Momentos de cuerpo libre.....	42
Tabla 3.14 Fuerzas de viga.....	43
Tabla 3.15 Tensiones de viga.....	46
Tabla 3.16 Resultados del estudio.....	50

Tabla 3.17 Resultados de las pruebas funcionales.....	99
Tabla 3.18 Listado de los materiales utilizados en la construcción del equipo y la jaula.....	101
Tabla 3.19 Cuadro de costos de operación de herramientas y maquinas utilizadas.....	102
Tabla 3.20 Cuadro del costo de mano de obra.....	102
Tabla 3.21 Cuadro de gastos adicionales.....	103
Tabla 3.22 Costo total del proyecto.....	103
Tabla 3.23 Costo del equipo para la recarga y coche cilindros de nitrógeno.....	104
Tabla 3.24 Costo de la jaula de seguridad utilizada por el escuadrón K-FIR.....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 coche de botellas de nitrógeno Mod. CBN-1.....	5
Figura 2.2 Coche de botellas de nitrógeno Mod. CBN-2.....	5
Figura 2.3 Coche TESCO para tres botellas.....	6
Figura 2.4 Coche TESCO para dos botellas.....	7
Figura 2.5 Coche TESCO para seis botellas.....	7
Figura 2.6 Jaula de seguridad Mod IC 90.....	9
Figura 2.7 Jaula de seguridad Mod SP-BOX.....	9
Figura 2.8 Jaula de seguridad INFLABOX.....	10
Figura 2.9 Manómetro hidráulico de alto rendimiento.....	12
Figura 2.10 Manómetro digital.....	13
Figura 2.11 Regulador de presión.....	13
Figura 2.12 Manómetro indicador de presión de cilindro.....	14

Figura 2.13 Manómetro indicador de presión de trabajo.....	15
Figura 2.14 Acople o neplo de entrada al cilindro.....	15
Figura 2.15 Acople de salida de presión de trabajo.....	16
Figura 2.16 Válvula de alivio regulador de presión.....	16
Figura 2.17 Válvula de ajuste de presión.....	17
Figura 2.18 Partes principales de una manguera hidráulica.....	17
Figura 2.19 Acoples de cilindro y manguera.....	20
Figura 2.20 Acopladores de manguera hidráulica antiderrame.....	21
Figura 2.21 Etiquetas de identificación.....	25
Figura 2.22 Cilindros con etiquetas de seguridad.....	25
Figura 2.23 Identificación de ojiva y cuerpo del cilindro.....	26
Figura 2.24 Descripción de los colores de ojiva.....	27
Figura 2.25 Carro portabotellas.....	28
Figura 2.26 Botella sujeta con cadena.....	28
Figura 2.27 Partes de una pistola para inflado.....	32
Figura 2.28 Pistola power paggio para inflado.....	32
Figura 2.29 Rueda utilizada en el equipo.....	33
Figura. 3.1 Estudio de tensiones.....	49
Figura 3.2 Estudio de desplazamientos.....	50
Figura 3.3 Estudio de deformaciones.....	50
Figura 3.4 jaula de seguridad en simulación.....	51
Figura 3.5 Medición de la estructura del coche.....	53
Figura 3.6 Corte y seccionamiento de los tubos de la estructura y soporte.....	54

Figura 3.7 Doblado de tubo de la estructura.....	54
Figura 3.8 Suelda de los tubos redondos de la estructura.....	55
Figura 3.9 Base del coche.....	55
Figura 3.10 Caja porta regulador.....	56
Figura 3.11 Parte interna de la caja porta regulador.....	57
Figura 3.12 Coche para recarga terminado y pintado.....	58
Figura 3.13 Medición y rayado de la base de la jaula.....	60
Figura 3.14 Medición y rayado de las paredes de la jaula.....	60
Figura 3.15 Utilización del oxicorte en las planchas de acero.....	61
Figura 3.16 Rectificación del contorno de la plancha.....	62
Figura 3.17 Medición de los tubos de refuerzo.....	62
Figura 3.18 Corte de los tubos de refuerzo de paredes y contorno.....	63
Figura 3.19 Amoldado de tubos de refuerzo.....	64
Figura 3.20 Suelda de las paredes y base de la jaula de seguridad.....	64
Figura 3.21 Suelda de los tubos del contorno.....	65
Figura 3.22 Jaula de seguridad terminada y pintada.....	66



## ÍNDICE DE ANEXOS

Mangueras utilizadas en el proyecto.....	anexo A
Tablas de acoples de las mangueras.....	anexo B
Descripción de colores de seguridad.....	anexo C
Capítulo de Landing Gear tomado del manual de mantenimiento del avión T-34C-1.....	anexo D
Tabla de oxicorte.....	anexo E
Descripción de electrodos.....	anexo F
Dibujo del coche de equipo para recarga de nitrógeno.....	anexo G
Dibujo de caja porta regulador (CPR).....	anexo H
Dibujo de la jaula de seguridad.....	anexo I
Trazabilidad de los elementos utilizados en el proyecto.....	anexo J
Ruedas para transporte del equipo.....	anexo K

Propiedades físicas de los materiales usados.....anexo L  
Proforma de presupuesto.....anexo M

## **RESUMEN**

El presente proyecto aborda la construcción e implementación de una jaula de seguridad y un equipo para la medición y recarga exacta de nitrógeno en las ruedas del avión T-34C-1, el cual beneficiará de una amplia forma el proyecto de modernización de esta importante flota de aviones y en especial a la seguridad de los señores aerotécnicos que desempeñan este trabajo en la sección de mantenimiento.

Para obtener los resultados deseados en la construcción, se procedió a la investigación tanto de campo como bibliográfica, la misma que nos permitió elaborar de mejor forma nuestro proyecto, este proyecto se encuentra provisto además de manuales de operación, mantenimiento y de seguridad, debido a que un uso adecuado de los equipos beneficiará los procedimientos y la seguridad en ellos.

Cabe además mencionar que los equipos y jaula fueron construidos en el Ecuador dando un carácter importante al proceso de investigación, y demostrando así que en la industria ecuatoriana es posible desarrollar grandes proyectos para así impulsar el desarrollo del país.

## **SUMMARY**

The present project approaches the construction and implementation of a cage of security and a team for the mensuration and exact recharge of nitrogen in the wheels of the airplane T-34C-1, which will benefit in a wide way the project of modernization of this important fleet of airplanes and especially to the security of gentlemen aerotecnicos that carry out this work in the maintenance section lauds.

To obtain the results wanted in the construction, you proceeded to the so much investigation of field like bibliographical, the same one that allowed us to elaborate of better our form project, this project is provided besides operation manuals, maintenance and of security, because an appropriate use of the teams will benefit the procedures and the security in them.

It is also necessary to mention that the teams and cage were built in Ecuador giving an important character to the investigation process, and demonstrating so in the Ecuadorian industry is possible to develop big projects it stops this way to impel the development of the country.

## **CAPITULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1 Antecedentes.**

Considerando los antecedentes se observa que para el proceso del proyecto de modernización de la flota del avión T-34C-1, desarrollado por el CIMAM-DIAF en el hangar de aviones militares de la BACO, los alumnos del ITSA de la carrera de mecánica y aviónica respectivamente, han realizado varios proyectos como trabajos de graduación, de entre los cuales podemos mencionar:

- Construcción de un equipo de balanceo estático para las hélices hartzell HC-B3TN-30, para el avión T-34C de Aviación Naval (A/N).
- Construcción de una desenllantadora manual de los neumáticos del avión T-34C-1.(para el CIMAM-DIAF)
- Construcción de herramienta especial para realizar el overhaul de los trenes de aterrizaje de los aviones K-FIR y T-34C.(para el CIMAM-DIAF)
- Construcción de un banco de prueba para la reparación y mantenimiento del regulador de voltaje del avión T-34C-1.(A/N)

Dentro de los proyectos mencionados los alumnos llegaron a varias conclusiones y estas coinciden que de los estudios realizados sobre las características técnicas del mantenimiento, ayudó a obtener información sobre equipos y herramientas, y esto permite lograr propuestas y alternativas de construcción.

En la actualidad estos proyectos realizados constituyen un gran aporte y beneficio a la realización adecuada del mantenimiento del avión T-34C-1, y se encuentran en forma operativa, puesto que al haber sido realizados a partir de un estudio sustentable constan de garantías en su correcto desempeño.

Como antecedente adicional se encuentra el anteproyecto donde se describe el problema.

Además existen en la actualidad varios equipos construidos por parte de los señores aerotécnicos que laboran en el proyecto de modernización de avión T-34C-1, entre estos esta el acople para la remoción de válvulas de recarga de nitrógeno de las llantas, mesa para determinar el correcto peso y balance de los controles de vuelo, estos equipos son realizados para poder alcanzar los objetivos planteados para el desarrollo del mantenimiento.

## **1.2 Justificación e importancia.**

Debido a la necesidad de implementar una jaula de seguridad y un equipo para la recarga de nitrógeno en las ruedas del tren de aterrizaje del avión T-34C-1, para realizar los trabajos de modernización de esta flota de aviones por parte del CIMAM-DIAF, a fin de realizar un trabajo eficiente y seguro, se interpretaron los resultados obtenidos en la investigación del anteproyecto, y a través de esto se desarrolló el presente proyecto para así minimizar los riesgos que el personal de mantenimiento de Escuadrón de aviones T-34C-1, tiene durante la recarga de nitrógeno en las llantas.

Cabe mencionar que este equipo no puede ser adquirido a la casa fabricante debido a que las mencionadas aeronaves fueron construidas por la empresa BEEHCRAFT, la misma que no opera como tal en la actualidad y debido a la limitación de recursos económicos en el CIMAM-DIAF.

Es importante procurar que el mantenimiento que se realice a esta flota de aeronaves sea efectuado de la mejor manera en el menor tiempo posible, observando siempre que los procedimientos de mantenimiento se los ejecute con los equipos y herramientas adecuadas, para así impedir cualquier retraso y

dificultad. Así mismo la pronta solución de los inconvenientes y problemas que ha enfrentado el proyecto de modernización ayudará y beneficiará, a que en futuros trabajos de mantenimiento regular, que se deban realizar a este escudaron sean efectuados con mayor facilidad, ya que al contar con todo lo necesario para ejecutar un trabajo, este procedimiento puede ser cumplido de manera optima.

### **1.3 Objetivos.**

#### **1.3.1 Objetivo general.**

Construir una jaula de seguridad y un equipo para la recarga de nitrógeno en las ruedas de los trenes de aterrizaje para el avión T-34C-1.

#### **1.3.2 Objetivos específicos.**

- Investigar sobre las especificaciones técnicas y funcionamiento de una jaula de seguridad y el equipo para la recarga de nitrógeno en las ruedas del avión T-34C-1.
- Diseñar en base a la investigación realizada un equipo adecuado que cumpla con los requisitos de nuestro tema y objetivo general.
- Construir el equipo previamente diseñado con las normativas de seguridad necesarias.
- Realizar pruebas de funcionamiento del equipo.
- Implementar la jaula de seguridad y el equipo para recarga de nitrógeno en las ruedas del avión T-34C-1.

### **1.4 Alcance.**

La elaboración de este proyecto de grado, proporcionará una ayuda técnica para el equipo de trabajo de la sección de mantenimiento del CIMAM-DIAF, del proyecto de modernización de los aviones T-34C-1, para así realizar los trabajos de recarga de nitrógeno y chequeo de las ruedas de los trenes de aterrizaje de esta flota de aeronaves.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Descripción general.**

Dentro de los elementos necesarios para realizar el procedimiento de recarga de nitrógeno en las ruedas del avión T-34C-1, se encuentran los cilindros individuales de nitrógeno comprimido los cuales en muchos casos deben ser transportados hacia el aeronave y dentro del hangar de un sitio a otro. Por seguridad y comodidad se recurre a la utilización de coches para el transporte fácil y seguro de los botellones. Cabe mencionar que para una mejor comprensión del tema se mencionarán algunos de los modelos de coches utilizados en el ámbito aeronáutico, pero para la aplicación se diseñó un modelo propio, por lo cual el modelo utilizado se encuentra detallado en el capítulo tres del presente documento.

##### **2.1.1 Coches para transportación y utilización de cilindros de gas comprimido.**

###### **Modelo CBN-1**

Este modelo de coche es utilizado para el transporte de botellas de nitrógeno comprimido, para realizar la recarga de los sistemas independientes de alta y baja presión de nitrógeno a las aeronaves civiles y militares. Los equipos de transportación de botellas de nitrógeno modelos CBN-1 y CBN-2 disponen de un multiplicador de presión que incrementa por treinta la presión disponible<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Bibliografía: M/Tesis/ITSA 192





Fuente: M/Tesis/ITSA 192

Figura 2.1 coche de botellas de nitrógeno Mod. CBN-1

### **Modelo CBN-2**

Puede transportar de una a seis botellas de nitrógeno según su modelo.



Fuente: M/Tesis/ITSA 192

Figura 2.2 Coche de botellas de nitrógeno Mod. CBN-2

## **Coches TESCO.**

Además en la industria encontramos los modelos de coches para carga de la compañía TESCO estos cuentan con varias características con su exclusivo diseño de bloques múltiples minimiza en gran medida el potencial de fuga, válvulas de retención que evitan la pérdida de exceso de presión. Además todos los modelos cuentan con un salto automático que elimina la necesidad de cambiar manualmente los cilindros, este diseño único llena automáticamente las botellas y cuando se iguala la presión el dispositivo se detiene y cambia a la siguiente<sup>2</sup>.

### **Modelo TESCO para tres botellas.**

Este modelo puede transportar con facilidad tres botellas pequeñas para un servicio rápido.



Fuente: [http://www.tescom.com/pdf\\_files/dbroc1894x012\\_lr.pdf](http://www.tescom.com/pdf_files/dbroc1894x012_lr.pdf)

Figura 2.3 Coche TESCO para tres botellas

---

<sup>2</sup> Netgrafía: [http://www.tescom.com/pdf\\_files/dbroc1894x012\\_lr.pdf](http://www.tescom.com/pdf_files/dbroc1894x012_lr.pdf)

### **Modelo TESCOCOM para dos botellas.**

Este cuenta con sencillo estilo para el transporte de hasta dos botellas de nitrógeno hacia la aeronave.



Fuente: [http://www.tescom.com/pdf\\_files/dbroc1894x012\\_lr.pdf](http://www.tescom.com/pdf_files/dbroc1894x012_lr.pdf)

Figura 2.4 Coche TESCOCOM para dos botellas

### **Modelo TESCOCOM para seis botellas.**

Por ser de un mayor volumen este modelo necesita de un remolque ya que manualmente no puede ser movilizado.



Fuente: [http://www.tescom.com/pdf\\_files/dbroc1894x012\\_lr.pdf](http://www.tescom.com/pdf_files/dbroc1894x012_lr.pdf)

Figura 2.5 Coche TESCOCOM para seis botellas

## **2.2 Jaula de seguridad.**

La recarga de nitrógeno en las ruedas de un avión es un procedimiento complejo y riesgoso, el cual debe ser realizado por personal autorizado, capacitado y con equipos en buen estado, pues este es el caso de el avión T-34C-1, en el que las ruedas deben ser recargadas con presiones de 70-90 PSI, lo cual representa un alto riesgo para el personal que realiza la recarga. Por ello se debe contar siempre con el equipo de recarga adecuado y una jaula de seguridad, para así precautelar la integridad de los técnicos durante el desempeño de este procedimiento.

Existe una gran variedad de modelos y formas de jaulas de seguridad, ya que estas son utilizadas tanto en el campo aeronáutico como en el automotriz. Por lo cual a continuación se muestran algunos de los tipos de jaulas de seguridad que existen. Es así que el modelo empleado para la construcción de la jaula de seguridad utilizada en el presente proyecto fue tomado del modelo original de la jaula de seguridad para la recarga de nitrógeno del avión K-FIR, modelo que se encuentra en los hangares de aviones militares de la BACO (Base Aérea Cotopaxi), además en el capítulo tres de este trabajo se encuentra ilustrado el modelo de la jaula de seguridad utilizado.

### **2.2.1 Tipos de jaulas de seguridad.**

Las denominadas jaulas de seguridad por ser de mucha utilidad durante los chequeos y trabajos que se realizan tanto en el campo automotriz como en el aeronáutico cuentan con varios diseños y formas para ellas, ya que en estas se colocarán neumáticos que deben ser cargadas con altas presiones de aire comprimido y en el caso particular de las aeronaves con nitrógeno.

Dichos modelos para las jaulas de seguridad se presentan a continuación:

#### **Modelo IC 90.**

Este modelo de jaula de seguridad brinda una máxima seguridad en caso de de explosión del neumático o de rotura de la rueda, cuenta además con un “inflatrón” el cual es un inflador electrónico que programa la presión deseada, reduciendo los tiempos para montajes en serie.



Fuente: [http://www.spco.es/pdf\\_files/01\\_montaje.pdf](http://www.spco.es/pdf_files/01_montaje.pdf)

Figura 2.6 Jaula de seguridad Mod. IC 90

### Modelo SP-BOX.

Este funcional modelo cuenta con un modelo un poco mas compacto en caso de que se tenga que transportar de un lugar a otro ya sea por motivos de comodidad en el trabajo o para un rápido servicio en línea<sup>3</sup>.



Fuente: [http://www.spco.es/pdf\\_files/01\\_montaje.pdf](http://www.spco.es/pdf_files/01_montaje.pdf)

Figura 2.7 Jaula de seguridad Mod. SP-BOX

<sup>3</sup> Netgrafía: [http://www.spco.es/pdf\\_files/01\\_montaje.pdf](http://www.spco.es/pdf_files/01_montaje.pdf)

## Modelo INFLABOX.

El modelo INFLABOX es sugerido para camiones de uso pesado, este modelo cuenta además con un sofisticado inflador electrónico el cual programa la presión deseada, reduciendo los tiempos para montajes en serie, esta además nos brinda una máxima seguridad en caso de explosión del neumático o de rotura de la rueda.



Fuente: [http://www.spco.es/pdf\\_files/01\\_montaje.pdf](http://www.spco.es/pdf_files/01_montaje.pdf)

Figura 2.8 Jaula de seguridad INFLABOX

## 2.3 Manómetros.

Es un aparato de medida que sirve para medir la presión de fluidos o gases contenidos en recipientes cerrados. Muchos de los aparatos empleados para la medida de presiones utilizan la presión atmosférica como nivel de referencia y miden la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, llamándose a este valor presión manométrica; dichos aparatos reciben el nombre de manómetros y funcionan según los mismos principios en que se fundamentan los barómetros de mercurio y los aneroides. Como su nombre lo indica, de una columna líquida que es empleada en la medición de la diferencia entre las presiones de ambos fluidos. Este manómetro se constituye en el patrón base a la hora de realizar una medición de todas las ínfimas diferencias de presión que pueden llegar a suscitarse<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Netgrafía: <http://www.es.wikipedia.org/wiki/man/metro.com>

### **2.3.1 Tipos de manómetros.**

Los tipos principales que podemos mencionar son los siguientes:

- a) Manómetro de dos ramas abiertas.
- b) Manómetro truncado.
- c) Manómetro metálico o aneroide.
- d) Manómetros hidráulicos de alto rendimiento
- e) Manómetros digitales

#### **2.3.1.2 Manómetro de dos ramas abiertas.**

El manómetro más sencillo consiste en un tubo de vidrio doblado en U que contiene un líquido apropiado (mercurio, agua, aceite,...). Una de las ramas del tubo está abierta a la atmósfera; la otra está conectada con el depósito que contiene el fluido cuya presión se desea medir. El fluido del recipiente penetra en parte del tubo en U, haciendo contacto con la columna líquida. Los fluidos alcanzan una configuración de equilibrio de la que resulta fácil deducir la presión manométrica en el depósito.

#### **2.3.1.3 Manómetro truncado.**

El llamado manómetro truncado sirve para medir pequeñas presiones gaseosas, desde varios torr hasta 1 Torr. No es más que un barómetro de sifón con sus dos ramas cortas. Si la rama abierta se comunica con un depósito cuya presión supere la altura máxima de la columna barométrica, el líquido barométrico llena la rama cerrada.

#### **2.3.1.4 Manómetro metálico o aneroide.**

En la industria se emplean casi exclusivamente los manómetros metálicos o aneroides, que son barómetros aneroides modificados de tal forma que dentro de la caja actúa la presión desconocida que se desea medir y fuera actúa la presión atmosférica. El más corriente es el manómetro de Bourdon, consistente en un tubo metálico, aplastado, hermético, cerrado por un extremo y arrollado en espiral. El extremo abierto se comunica con el depósito que contiene el fluido cuya

presión se desea medir; entonces, al aumentar la presión en el interior del tubo, éste tiende a desenrollarse, y pone en movimiento una aguja indicadora frente a una escala calibrada en unidades de presión.

Mediante el principio de los conceptos expuestos se fabrican tanto manómetros analógicos como digitales. Como los siguientes:

### **2.3.1.5 Manómetros hidráulicos de alto rendimiento.**

Estos manómetros tienen una aguja roja fosforescente muy visible incluso de día. Un tubo bordón de acero de alta resistencia garantiza un ciclo de vida duradero. Consta con cajas de acero inoxidable y anillos de bloqueo de lente.



Fuente: <http://www.monografias.com/manometros/manometros.shtml>

Figura 2.9 Manómetro hidráulico de alto rendimiento

### **2.3.1.6 Manómetros digitales.**

Precisión hasta el 1%, consta con caracteres de visualización más grandes que en los manómetros digitales normales. Además tienen un transductor de presión de larga duración. Los valores de presión se muestran mediante grandes LED rojos en incrementos de 10 psi o 1 bar. Función de retención de "pico" con interruptor de reinicio e indicador "pico encendido"; función de punto de reglaje alto/bajo con salidas de relé para alarmas de alto/bajo y señales de control.

Si la pantalla parpadea lentamente, indica una presión por debajo del límite inferior; si parpadea rápidamente, avisa cuando se ha superado el límite. Los relés de límite alto y bajo tienen un valor nominal de 5 amperios a 115 voltios.



Temperatura de servicio entre 18 y 60 °C para la pantalla electrónica y entre -29 y 82 °C para el transductor. Cuando se conecta el cable de alimentación al manómetro, la pantalla muestra todos los caracteres, y ejecuta una rutina de autodiagnóstico<sup>5</sup>.



Fuente: <http://www.monografias.com/manómetros/manómetros.shtml>

Figura 2.10 Manómetro digital

#### 2.4 Reguladores de presión.

Los reguladores de presión son aparatos de control de flujo diseñados para mantener una presión constante siempre a bajo de los mismos. Éste debe ser capaz de mantener la presión, sin afectarse por cambios en las condiciones operativas del proceso para el cual trabaja. La selección, operación y mantenimiento correcto de los reguladores garantiza el buen desempeño operativo del equipo al cual provee el gas.



Fuente: <http://www.monografias.com/manómetros/manómetros.shtml>

Figura 2.11 Regulador de presión

<sup>5</sup> Netgrafía: <http://www.monografias.com/trabajos15/manómetros/manómetros.shtml>

### 2.4.1 Partes principales de un regulador de presión.

Entre las partes que logramos observar a simple vista un regulador UNIWELD consta de las siguientes partes:

- Manómetro indicador de presión de cilindro.
- Manómetro indicador de presión de trabajo.
- Acople o neplo de entrada al cilindro.
- Puerto de salida de presión de trabajo.
- Dispositivo de alivio regulador de presión.
- Válvula de ajuste de presión.

#### 2.4.1.1 Manómetro indicador de presión de cilindro.

Este manómetro puede estar en varias escalas de medición de presión pero las comúnmente comerciales son en BAR y PSI, este nos indicará la presión total de nitrógeno que existe dentro del cilindro en el momento de trabajo. En el caso particular del presente proyecto de grado los manómetros se encuentran dados en PSI, en un rango de 0-4000 PSI este se encuentra ilustrado en la siguiente figura.



Fuente: Investigación de campo

Figura 2.12 Manómetro indicador de presión de cilindro

### 2.4.1.2 Manómetro indicador de presión de trabajo.

Sirve para determinar la presión existente en la salida del regulador de presión es decir determina la presión con la que se va a trabajar, esta presión puede ser regulada según los requerimientos del operador, en este caso como se muestra en la figura 2.13 el manómetro nos permite regular la presión de salida en un rango desde 0 PSI a 200 PSI, lo cual brindará un rango seguro durante la operación.



Fuente: Investigación de campo

Figura 2.13 Manómetro indicador de presión de trabajo.

### 2.4.1.3 Acople o neplo de entrada al cilindro.

Cumple con la función de conectar al cilindro con el regulador de presión, de una manera fiable, evitando fugas de cualquier clase a la salida del cilindro de nitrógeno comprimido. El acople de entrada al cilindro consta de una tuerca de 3/4 de pulgada y como característica principal su forma pronunciada, puede ir conectada directamente al cilindro o en caso de requerirse a través de mangueras.



Fuente: Investigación de campo

Figura 2.14 Acople o neplo de entrada al cilindro.

#### **2.4.1.4 Acople de salida de presión de trabajo.**

Se encuentra al lado izquierdo del regulador de presión a través de este saldrá la presión hacia la manguera y esta a su vez guiará la presión hacia donde determine el operador.



Fuente: Investigación de campo

Figura 2.15 Acople de salida de presión de trabajo.

#### **2.4.1.5 Válvula de alivio regulador de presión.**

Este dispositivo contribuye a la seguridad durante la operación ya que en caso de sobrepresión esta se alivia mediante este, y evita así que los equipos funcionen incorrectamente o que se averíen.



Fuente: Investigación de campo.

Figura 2.16 Válvula de alivio regulador de presión.

#### 2.4.1.6 Regulador de presión.

Permite regular la presión se salida deseada durante la operación, girando el tornillo de reglaje hasta alcanzar una medida adecuada que podrá ser visualizada en el manómetro de salida.

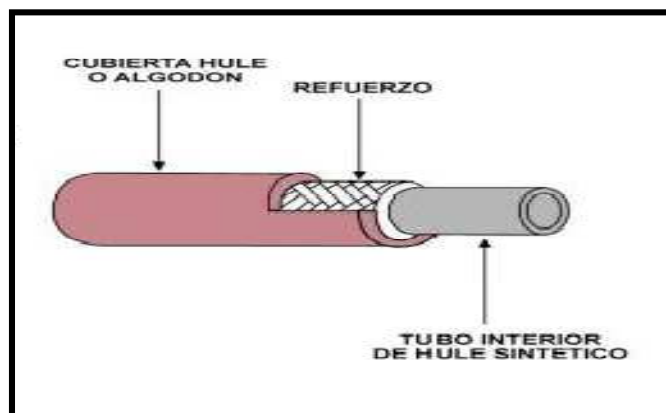


Fuente: Investigación de campo

Figura 2.17 Regulador de presión

#### 2.5 Mangueras de conexión.

Las mangueras que son usadas para conducir líquidos o gases bajo presión son fabricadas por capas, y cada capa está diseñada para cumplir una necesidad particular de los requerimientos de comportamiento general. La mayoría de las mangueras tienen al menos tres capas, las que incluyen el tubo o forro interno, una o más capas de refuerzo y la cubierta.



Fuente: <http://www.soproin.cl/manguera.htm>

Figura 2.18 Partes principales de una manguera hidráulica

A continuación observamos una descripción general de sus partes principales:

### **2.5.1 El tubo.**

El tubo o forro interno esta hecho generalmente de algún tipo de goma sintética o termoplástica como el nylon. La función principal del tubo es la de transportar el liquido, gas o combinación de ambos. Por esta razón debe ser químicamente resistente al material que esta siendo conducido.

### **2.5.2 El refuerzo.**

La capa o capas de refuerzo suministran la fuerza para resistir la presión del sistema. Pueden ser fabricadas con materiales textiles o alambre. Algunos de los materiales textiles comúnmente utilizados son algodón, rayón, poliéster, nylon y kevlar. Los materiales para los alambres pueden ser acero al carbono, acero inoxidable, acero galvanizado o bronce.

Para la aplicación del refuerzo de la manguera. El más común es el trenzado, donde el alambre o los materiales textiles son entrelazados, para mangueras en el rango de baja a alta presión. Para aplicaciones de muy alta presión, el refuerzo es generalmente enrollado en espiral sobre la manguera. Dependiendo el rango de presión se pueden utilizar múltiples capas de refuerzo en la construcción. Otro tipo de refuerzo es una combinación de trenzado textil y alambre helicoidal insertado entre las capas de trenzado. El alambre helicoidal evita el colapso de la manguera en aplicaciones de vacío y es utilizado en mangueras de succión.

### **2.5.3 La cubierta.**

Como su nombre implica, es la capa más externa de la manguera. Su función principal es la de proteger al tubo y al refuerzo de daños externos. Otra función de la cubierta es proveer al fabricante de un lugar para identificar el producto. Esta identificación contiene a menudo el nombre del fabricante, el número de parte, el rango de presión o aplicación, el tamaño, fecha de fabricación, número de control de calidad y en algunos casos, la especificación de la industria.

La presión es uno de los determinantes importantes al momento de elegir la manguera adecuada por ello mencionaremos a continuación las presiones a las que están expuestas las mangueras.

Los estilos de mangueras varían en rangos de presión de acuerdo con sus medidas y construcción. Una manguera con diámetro interno pequeño tendrá un rango de presión mayor que una manguera de idéntica construcción, pero de diámetro mayor. Para comparar estos rangos la industria ha dividido los rangos de presión en cinco categorías:

<b>Baja</b>	0 a 300 psi
<b>Media</b>	300 a 5000 psi
<b>Alta</b>	4000 a 5000 psi
<b>Extrema</b>	5000 psi o más

Presión de rotura, presión de prueba y presión de trabajo son términos utilizados para describir las características de presión de las mangueras.

- **Presión de rotura:** es la presión de prueba a la cual ocurre la ruptura. La presión de rotura mínima se determina mediante pruebas de ruptura de un gran número de muestras.
- **Presión de prueba:** es un valor de prueba de control de calidad solamente. Este valor es normalmente el 50% de la presión mínima de rotura.
- **Presión de trabajo:** es la máxima presión a la cual debe operar la manguera. Se determina dividiendo la presión de rotura entre el factor de seguridad<sup>6</sup>.

Cabe mencionar que para la parte práctica del proyecto se utilizaron mangueras tipo Parquer Swan y las de tipo Weatherhead. Las cuales son mangueras calificadas y probadas internacionalmente las descripciones de las mismas se encuentran en el anexo A.

---

<sup>6</sup> Netgrafía <http://www.soproin.cl/manguera.htm>

## 2.6 Acoples.

Los acoples son los que permiten unir las mangueras con otros elementos ya sea con el cilindro, manómetros, bombas, manorreductores, etc. A continuación tenemos una descripción generalizada de los ejemplos más comunes que se pueden hallar comercialmente además en el anexo B encontramos las tablas de características de estos. Cabe mencionar que tanto las mangueras como acoples pueden ser usados tanto para presión de aceite como para presión de aire o en este caso nitrógeno.

### 2.6.1 Acopladores de cilindro y manguera.

Diseñados para utilizarse hasta 700 bares con bombas, cilindros, etc. Son del tipo de unión roscada para intercambiar los cilindros en segundos. Cada mitad tiene una válvula con una bola de precisión para un cierre estanco cuando están desconectados. Estos acopladores también permiten la separación de cilindros o mangueras de la bomba cuando están a 0 psi con una pérdida de presión mínima.

- **Nº 9795** – Acoplador rápido completo, 3/8" NPTF (incluye dos tapas guardapolvo 9800).
- **Nº 9798** – Semiacoplador (manguera) macho (sin guardapolvos), 3/8" NPTF.
- **Nº 9796** – Semiacoplador hembra (cilindro) con guardapolvos nº 9800, 3/8" NPTF.
- **Nº 9796-V** – Igual que 9796, pero con juntas de Viton.
- **Nº 9796-E** – Igual que 9796, pero con juntas de EPR.



Fuente: <http://www.powerteam.com/neumatics/pdf>

Figura 2.19 Acoples de cilindro y manguera



### 2.6.2 Acopladores de manguera neumática antifuga, de conexión a presión.

Acopladores de flujo elevado, antifuga, que se conectan a presión, con collar de trabado y superficie plana diseñados para aplicaciones de alta presión. El concepto de superficie plana facilita la limpieza de ambos extremos del acoplador antes de la conexión. Nuestro diseño exclusivo de "conexión a presión" y "desconexión en seco" impide que haya fugas. El collar de trabajo impide que existan desconexiones accidentales. Para funcionar a 700 bares. Diseñados para permitir un flujo de aire elevado.

- **Nº 9792** – Acoplador rápido, sólo mitad hembra (cilindro). Peso 0,1 kg.
- **Nº 9793** – Acoplador rápido, sólo mitad macho (manguera). Peso 0,1 kg.
- **Nº 9794** – Acoplador rápido completo (macho y hembra). No se incluyen las tapas guardapolvo. Peso 0,2 kg.



Fuente: <http://www.powerteam.com/neumatics/pdf>

Figura 2.20 Acopladores de manguera neumática antifuga

#### Tapa guardapolvo de acoplador neumático.

La tapa guardapolvo se adapta a las mitades macho o hembra de los acopladores.

Nº 9800 – Tapa guardapolvo. Para semiacopladores macho o hembra de 3/8" NPTF. Peso 0,1 kg.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Netgrafía: <http://www.powerteam.com/neumatics/pdf>

## **2.7 Los gases.**

### **2.7.1 Definición.**

Se conoce como gas al estado de agregación de la materia que no tiene forma ni volumen propio. Principalmente está compuesto por moléculas no unidas, expandidas y con poca fuerza de atracción entre sí que es lo que hace que no tengan forma y volumen definido, lo que ocurrirá es que este se expandirá y ocupará todo el volumen del recipiente que lo contiene, su densidad es mucho menor que la de los líquidos y sólidos.

### **2.7.2 Características de los gases.**

Dentro de esta denominación entran variados tipos de productos que pueden presentar riesgos muy distintos: Los hay inflamables y no inflamables tóxicos y no tóxicos. Además hay inflamables y tóxicos (a la vez). Otra familia importante, por lo peligrosa, son los químicamente inestables que pueden además ser tóxicos y no tóxicos.

Como se comprenderá fácilmente por la enumeración anterior son tan variadas sus características y riesgos que poco se puede decir de los peligros y reacciones de los gases como conjunto, por su diversidad.

### **2.7.3 Clasificación.**

Los gases se suelen clasificar principalmente desde dos puntos de vista: químico y físico.

Desde un punto de vista químico se clasifican en:

- **Inflamables:** Butano, Metano, Hidrógeno, Propano, etc.
- **No inflamables:** N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Helio, CO, Argón, etc.
- **Gases Reactivos:** Flúor, Acetileno, Propileno, Cloruro de Vinilo, etc.
- **Gases Tóxicos:** Cloro, Amoníaco, CO, SH<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, etc.

Desde el punto de vista físico se clasifican en: comprimidos, licuados, disueltos a presión, criogénicos (licuados a temperaturas muy bajas).

Ahora veremos las distintas subclases desde un punto de vista físico y algunos ejemplos de los distintos gases.

- **Gases comprimidos:** son aquellos que a la temperatura atmosférica normal se mantienen dentro de su envase, en estado gaseoso, bajo presión. Ejemplos: Metano, Hidrógeno, Monóxido de Carbono, Oxígeno y Nitrógeno, etc.
- **Gases Licuados:** son gases a los que mediante el frío, la presión o una combinación de ambos efectos, se les convierte en líquidos y de esta forma se transportan en recipientes a una determinada presión. Si por cualquier causa salen de su envase se convierten nuevamente en gases. Una parte de producto está en estado líquido y, por encima de ésta, hay otra parte en estado gaseoso. Ejemplos: Cloro, Amoníaco, Propano, Butano, etc.
- **Gases disueltos a presión:** son gases que se disuelven bien, a una determinada presión, dentro de un líquido. Ejemplos: Amoníaco disuelto en agua. Acetileno disuelto en acetona, etc.
- **Gases criogénicos (licuados a baja temperatura):** son gases que se licúan a temperaturas más bajas que las temperaturas atmosféricas normales. Tienen el problema de que no pueden mantenerse indefinidamente en el recipiente, pues a través de sus paredes van recibiendo calor de la atmósfera, con lo que la presión, si no se libera fuera del recipiente algo del producto, se iría elevando paulatinamente hasta un nivel que puede hacer estallar el recipiente. Ejemplos: Aire, Gas Natural, Argón, Nitrógeno, CO<sub>2</sub>, Oxígeno, etc.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Netgrafía: [http://www.insth.es/gasescomprimidos/ntp\\_198.pdf](http://www.insth.es/gasescomprimidos/ntp_198.pdf)

## **2.8 Tipos de recipientes.**

Los recipientes utilizados para la transportación de gases son los siguientes:

- Botellas de acero sin soldadura.
- Botellas de acero soldadas.
- Botellas de acero soldadas para Cloro.
- Botellas de aleación de aluminio sin soldaduras.
- Botellas para Acetileno.
- Botellones criogénicos.
- Botellones de acero.

Los materiales de que están contruidos los recipientes y válvulas no deberán ser vulnerables por el gas contenido ni formar con éste combinaciones nocivas o peligrosas; en particular, no podrán utilizarse botellas de aleaciones de aluminio para contener fluoruro de boro y flúor.

En los bloques de botellas se tendrá en cuenta que la sujeción de éstas dentro del bastidor sea lo suficientemente fuerte para inmovilizar sin llegar a dañarlas. No podrán efectuarse soldaduras en las botellas para fijarlas al bastidor, ni entre ellas.

Los sistemas de interconexión de las botellas deberán estar diseñados para soportar, por lo menos, la presión de diseño de las botellas. Deberán tener, como mínimo, una válvula de cierre de todo el conjunto. Tanto la válvula como los sistemas de interconexión estarán en el interior del bastidor y fijados de tal manera que queden protegidos.

### **2.8.1 Inscripciones y colores de identificación.**

#### **2.8.1.1 Marcas e inscripciones en los recipientes.**

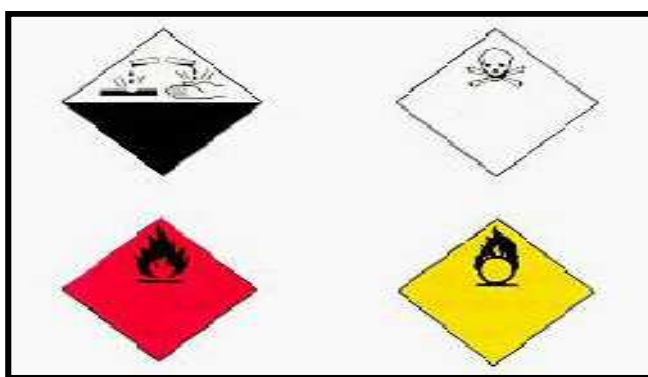
Las botellas y botellones deberán llevar, en caracteres visibles y duraderos, las marcas que se indican deberán ser de fácil interpretación, para así no correr el riesgo de mal uso del recipiente ni del gas utilizado.

Estas marcas se situarán en la ojiva del recipiente, en una parte reforzada del mismo o en el collarín.

El nombre del gas contenido deberá aparecer troquelado o pintado y además podrá ir identificado mediante una etiqueta.

En las botellas criogénicas se autoriza que se grabe el grupo del gas a que corresponda, llevando el nombre del gas sólo pintado.

Los recipientes que vayan en cajones serán embalados de tal manera que los contrastes o sellos de prueba sean fácilmente localizables.



Fuente: <http://www.caballano.com/gases.htm>

Figura 2.21 Etiquetas de identificación



Fuente: <http://www.caballano.com/gases.htm>

Figura 2.22 Cilindros con etiquetas de seguridad

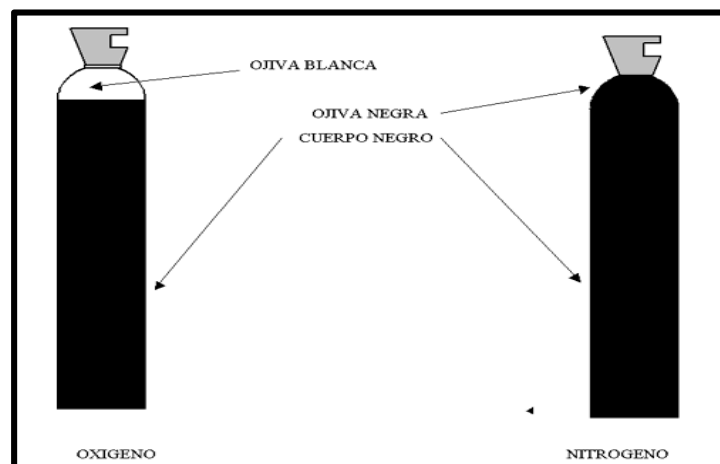
## 2.8.2 Colores de las botellas.

El color de las botellas tiene por objeto proporcionar a simple vista información acerca de su contenido, lo que constituye un importante factor desde el punto de vista de la seguridad. Dentro del color de la botella hay que distinguir el del cuerpo, franja y ojiva. El color del cuerpo es función de la familia de gases a que pertenece el contenido en la botella y que tal como prescribe el Reglamento de Aparatos a Presión, se usan los siguientes:

- Gases inflamables y combustibles      Rojo
- Gases oxidantes e inertes              Negro o gris
- Gases corrosivos                          Amarillo
- Gases tóxicos                                Verde
- Butano y propano industrial            Naranja, otros colores
- Mezclas de calibración                Gris

De ello se desprende que la simple visión de la botella nos indica si se trata de un gas tóxico, inflamable, etc.

En cuanto al color de la ojiva y de la franja, especifican el gas concreto que contiene la botella, siendo en ocasiones el color de la franja el mismo que el de la ojiva.

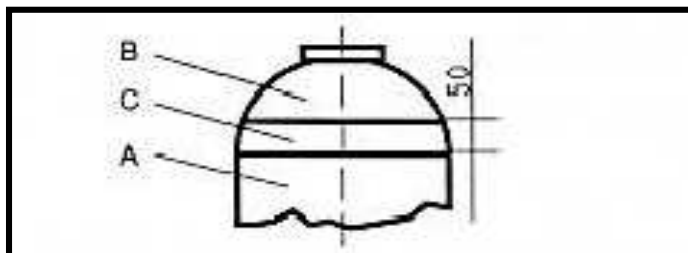


Fuente: <http://www.caballano.com/gases.htm>

Figura 2.23 Identificación de ojiva y cuerpo del cilindro

### 2.8.3 Colores de la ojiva.

Cada gas perteneciente a los grupos especificados vendrá definido por los colores de la ojiva (parte B) y una franja de 50 milímetros de ancho (parte C). Esta franja podrá ser a veces del mismo color de la ojiva, según se especifica más adelante, formando un conjunto único<sup>9</sup>.



Fuente: <http://www.caballano.com/gases.htm>

Figura 2.24 Descripción de los colores de ojiva

### 2.8.4 Manejo de cilindros.

- La utilización de botellas por personas inexpertas da lugar a la aparición de riesgos derivados de la falta de formación, por lo que toda persona que deba manejarlas deberá ser informada y capacitada para dicho cometido.
- Para el traslado de botellas a los distintos puntos de trabajo o utilización, se emplearán carretillas portabotellas, prohibiéndose expresamente efectuarlo mediante arrastre y/o rodadura, ya que estas operaciones pueden ocasionar cortes, abolladuras, etc. en la pared de la botella y disminuir sus características mecánicas resistentes.
- Para pequeños desplazamientos, por ejemplo para conectar la botella a una línea, se las podrá mover haciéndolas girar por su base, previa pequeña inclinación de las mismas.
- En todos los casos se emplearán guantes y calzado de seguridad. Deberán estar exentos de grasa o aceite, ante el riesgo de que determinados gases, como por ejemplo el oxígeno, presenten reacción explosiva con dichas sustancias.
- Cuando sea preciso elevar botellas, la operación se efectuará

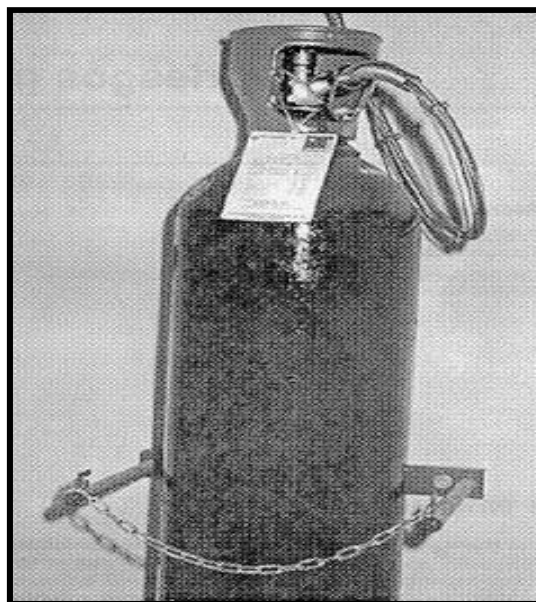
<sup>9</sup> Netgrafía: <http://www.caballano.com/gases.htm>

conjuntamente con el portabotellas o en jaulas adecuadas. No se emplearán cuerdas o electroimanes, por la posibilidad de fallo y consiguiente riesgo de caída de la botella<sup>10</sup>.



Fuente: [http://www.sprl.upv.es/IOP\\_PM\\_25.htm](http://www.sprl.upv.es/IOP_PM_25.htm)

Figura 2.25 Carro portabotellas



Fuente: [http://www.sprl.upv.es/IOP\\_PM\\_25.htm](http://www.sprl.upv.es/IOP_PM_25.htm)

Figura 2.26 Botella sujeta con cadena

---

<sup>10</sup> Netgrafía: [http://www.sprl.upv.es/IOP\\_PM\\_25.htm](http://www.sprl.upv.es/IOP_PM_25.htm)



### **2.8.5 Precauciones que deben tomarse durante el manejo de cilindros.**

**Antes del uso:** Mover los cilindros utilizando un carro porta cilindros o montacargas. No hacerlos rodar ni arrastrarlos en posición horizontal. Evitar que se caigan o golpeen violentamente uno contra otro o con otras superficies. No se deben transportar en espacios cerrados como, por ejemplo, el baúl de un automóvil, camioneta o van. Para descargarlos, usar un rodillo de caucho.

**Durante su uso:** No calentar el cilindro para acelerar la descarga del producto. Usar una válvula de contención o anti retorno en la línea de descarga para prevenir un contraflujo peligroso al sistema. Usar un regulador para reducir la presión al conectar el cilindro a tuberías o sistemas de baja presión (<200 bar – 3.000 psi). Jamás descargar el contenido del cilindro hacia las personas, equipos, fuentes de ignición, material incompatible o a la atmósfera.

**Después del uso:** Cerrar la válvula principal del cilindro. Marcar los cilindros vacíos con una etiqueta que diga “VACIO”. Los cilindros deben ser devueltos al proveedor con el protector de válvula o la tapa. No deben reutilizarse cilindros que presenten fugas, daños por corrosión o que hayan sido expuestos al fuego o a un arco eléctrico. En estos casos, notificar al proveedor para recibir instrucciones.

### **2.8.6 Precauciones que deben tomarse para el almacenamiento de cilindros.**

Almacenar los cilindros en posición vertical. Separar los cilindros vacíos de los llenos. Para esto, usar el sistema de inventario “primero en llegar, primero en salir” con el fin de prevenir que los cilindros llenos sean almacenados por un largo período de tiempo.

El área de almacenamiento debe encontrarse delimitada para evitar el paso de personal no autorizado que pueda manipular de forma incorrecta el producto. Los cilindros deben ser almacenados en áreas secas, frescas y bien ventiladas, lejos de áreas congestionadas o salidas de emergencia. El área debe ser protegida con el fin de prevenir ataques químicos o daños mecánicos como cortes o abrasión sobre la superficie del cilindro. No permitir que la temperatura en el área de almacenamiento exceda los 54° C (130° F) ni tampoco que entre en contacto con, un sistema energizado eléctricamente. Señalizar el área con letreros que indiquen “PROHIBIDO EL PASO A PERSONAL NO AUTORIZADO”, “NO FUMAR” y con

avisos donde se muestre el tipo de peligro representado por el producto. El almacén debe contar con un extinguidor de fuego apropiado (por ejemplo, sistema de riego, extinguidores portátiles, etc.). Los cilindros no deben colocarse en sitios donde hagan parte de un circuito eléctrico. Cuando los cilindros de gas se utilicen en conjunto con soldadura eléctrica, no deben estar puestos a tierra ni tampoco se deben utilizar para conexiones a tierra; esto evita que el cilindro sea quemado por un arco eléctrico, afectando sus propiedades físicas o mecánicas<sup>11</sup>.

## **2.9 El nitrógeno.**

El nitrógeno es un elemento químico, de número atómico 7, símbolo N y que en condiciones normales forma un gas diatómico (nitrógeno diatómico o molecular) que constituye del orden del 78% del aire atmosférico.

Una de sus características principales es una elevada electronegatividad (3,04 en la escala de Pauling) y, cuando tiene carga neutra, 5 electrones en el nivel más externo, comportándose como trivalente en la mayoría de los compuestos estables que forma.

### **2.9.1 Propiedades.**

El nitrógeno es un gas no tóxico, incoloro, inodoro e insípido, formando el 78% del aire atmosférico

Es un combustible no tóxico, comportándose ante las demás sustancias como un gas inerte.

Puede condensarse en forma de un líquido incoloro que puede comprimirse.

### **2.9.2 Aplicaciones.**

La aplicación comercial más importante del nitrógeno diatómico es la obtención de amoníaco. El amoníaco se emplea con posterioridad en la fabricación de fertilizantes y ácido nítrico.

---

<sup>11</sup>Netgrafía: [http://www.linde.com/International/WEB/LG/AR/likelgar.nsf/RepositoryByAlias/pdf\\_nitrogeno](http://www.linde.com/International/WEB/LG/AR/likelgar.nsf/RepositoryByAlias/pdf_nitrogeno)

Las sales del ácido nítrico incluyen importantes compuestos como el nitrato de potasio (nitro o salitre empleado en la fabricación de pólvora) y el nitrato de amonio fertilizante.

Los compuestos orgánicos de nitrógeno como la nitroglicerina y el trinitrotolueno son a menudo explosivos. La hidracina y sus derivados se usan como combustible en cohetes.

El ciclo de este elemento es bastante más complejo que el del carbono, dado que está presente en la atmósfera no sólo como  $N_2$  (78%) sino también en una gran diversidad de compuestos. Se puede encontrar principalmente como  $N_2O$ ,  $NO$  y  $NO_2$ , los llamados  $NO_x$ . También forma otras combinaciones con oxígeno tales como  $N_2O_3$  y  $N_2O_5$  (anhídridos), "precursores" de los ácidos nitroso y nítrico. Con hidrógeno forma amoníaco ( $NH_3$ ), compuesto gaseoso en condiciones normales.

Al ser un gas poco reactivo, el nitrógeno se emplea industrialmente para crear atmósferas protectoras y como gas criogénico para obtener temperaturas sumamente bajas de forma sencilla y económica<sup>12</sup>.

## **2.10 Pistola para inflado y recarga de nitrógeno**

La pistola a continuación descrita es de marca power paggio, y fué una donación realizada por parte de la sección "mantenimiento" del Proyecto de Modernización de la flota de aviones T-34C-1, para así obtener la optima recarga y medición de nitrógeno en las ruedas.

### **2.10.1 Partes principales de la pistola para recarga y medición de nitrógeno**

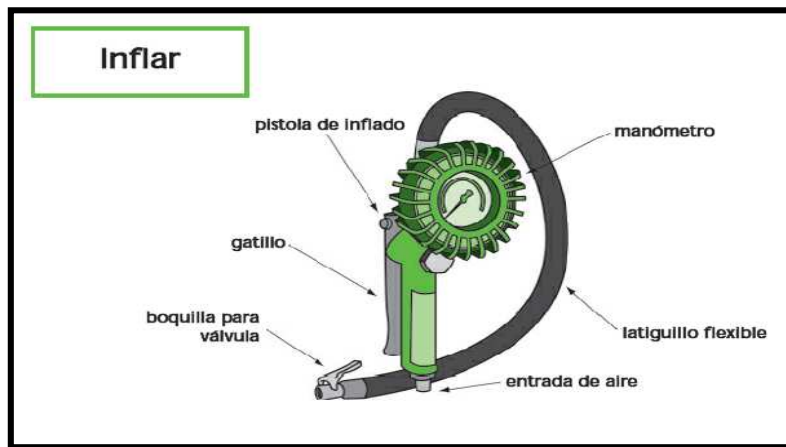
Entre las partes principales con que consta esta pistola de recarga y medición tenemos:

- Manómetro.
- Gatillo.
- Entrada de nitrógeno.
- Manguera flexible.

---

<sup>12</sup>Netgrafía: <http://es.wikipedia.org/wiki/Nitr%C3%B3geno>

- Boquilla o dispositivo de salida para conexión a válvula.
- Pistola de inflado.



Fuente: [www.leroymerlin.com/compresor/pistola%de%recarga.php](http://www.leroymerlin.com/compresor/pistola%de%recarga.php)

Figura 2.27 Partes de una pistola para inflado.

### 2.10.2 Características principales

Dentro de sus características principales tenemos un rango de medición en el manómetro de 0 a 220 PSI lo cual facilita la recarga de nitrógeno. Un gatillo que permite la fácil regulación de ingreso de nitrógeno comprimido a la rueda, una manguera de 30 cm incorporada la que facilita su uso en espacios reducidos y brindando una distancia segura al operado<sup>13</sup>.



Fuente: [www.leroymerlin.com/compresor/pistola%de%recarga.php](http://www.leroymerlin.com/compresor/pistola%de%recarga.php)

Figura 2.28 Pistola power paggio para inflado.

<sup>13</sup> Netgrafía: [www.leroymerlin.com/compresor/pistola%de%recarga.php](http://www.leroymerlin.com/compresor/pistola%de%recarga.php)

## 2.11 Ruedas o garruchas.

Rueda, disco o bastidor circular diseñado para girar sobre un eje que pasa por su centro; constituye una parte integrante de la mayoría de los vehículos y sistemas de transporte terrestres. Son los elementos que se encargarán de facilitar la movilización del equipo para la recarga de nitrógeno, ya que sobre estas ruedas está asentado el equipo ya mencionado.

Las ruedas utilizadas en el equipo son de marca Blicke, de un diámetro de 15 cm, estas tienen una cubierta de caucho muy resistente para garantizar su durabilidad y un centro metálico por el cual se colocará un eje de acero de transmisión para así sujetar la rueda al equipo<sup>14</sup>. Las características de las ruedas utilizadas se encuentran en el anexo K



Fuente: <http://www.blicke.de/pdf-katalog-broschueren.html>

Figura 2.29 Rueda utilizada en el equipo.

---

<sup>14</sup>Netgrafía: <http://www.blicke.de/pdf-katalog-broschueren.html>

## **2.12 Solidworks**

Es un programa de diseño asistido por computador para modelado mecánico que corre bajo el sistema operativo Microsoft Windows y es desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp., una subsidiaria de Dassault Systèmes (Suresnes, Francia). Es un modelador de sólidos paramétrico, que usa el kernel de modelado geométrico Parasolid (Núcleo que pertenece a Siemens PLM Software, desarrollador de Solid Edge y de NX). Fue introducido en el mercado en 1995 para competir con otros programas.

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en trasvasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada<sup>15</sup>.

En el presente proyecto fue utilizado este programa debido a su versatilidad y facilidad al realizar simulaciones, estas nos permiten obtener resultados de las tensiones y cargas a las que podría estar sometida nuestra jaula de seguridad al momento de una explosión, lo cual garantizará que el diseño y materiales de la jaula son seguros.

## **2.13 Coeficiente de seguridad**

El coeficiente de seguridad (también conocido como factor de seguridad) es el cociente entre un número que mide la capacidad máxima de un sistema dividido de los requerimientos teóricos o asumidos como usuales. En ingeniería, arquitectura y otras ciencias aplicadas es común que los cálculos de dimensionado de elementos o componentes de maquinaria, estructuras constructivas, instalaciones o dispositivos en general, incluyan un coeficiente de seguridad que garantice que en bajo desviaciones aleatorias de lo previsto exista

---

<sup>15</sup> Netgrafía: <http://www.solidworkssouthamerica.com/site/choose/why.html>

un margen extra de prestaciones por encima de las mínimas estrictamente necesarias.

En el diseño de aparatos a presión, en el cálculo de espesores de chapas de aparatos a presión, se aplica un coeficiente de seguridad de 1,50 para presiones de diseño, y un coeficiente de seguridad de 1,10 para presiones de prueba. La tensión que toma la mencionada norma para los cálculos es la tensión de fluencia del material a la temperatura de trabajo. En este caso usamos el método 2, o sea, reducir la tensión a utilizar en los cálculos<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Netgrafía: [http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente\\_de\\_seguridad](http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_seguridad)

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Diseño**

Para el desarrollo del presente proyecto, se realizó a partir de una investigación previa el diseño de la jaula de seguridad y equipo para la medición y recarga exacta de nitrógeno en las ruedas de los trenes de aterrizaje para del avión T-34C-1. Este diseño fué basado en las necesidades reales de la sección de mantenimiento del proyecto de modernización de la flota de aviones ya mencionada, para así cumplir con los objetivos trazados en el presente proyecto de grado.

Para el diseño se tomó en cuenta los modelos existentes en el mercado para las necesidades antes expresadas en el objetivo general, y se consideró las características deseadas, en base a ello se adecuaron los modelos a las necesidades de trabajo. En el caso del coche para la transportación de botellas de nitrógeno fueron tomados en cuenta los tipos de coches encontrados en la investigación, a diferencia que en el diseño utilizado cuenta en su parte delantera con una CPR (Caja Porta Regulador), la cual estará provista de manorreductor, manómetros y mangueras que permitirán la recarga de nitrógeno en las ruedas deseadas, el diseño tanto del coche para transportar cilindros de nitrógeno y la CPR se encuentran descritos en los anexos G e H.

En el caso de la jaula de seguridad para realizar la recarga de nitrógeno en las ruedas del avión, se consideró el diseño de la jaula utilizada por el escuadrón K-FIR, la cual cumple con los requerimientos, para lo cual se realizó una modificación reduciendo las medidas de la jaula original para adaptarlas a las



necesidades de diseño, ya que las ruedas del avión K-FIR son más grandes que la utilizadas en el avión T-34C-1, el diseño de la jaula de seguridad y sus medidas se encuentran en el anexo I.

### 3.1.1 Cálculos

$$\text{Presión} \Rightarrow P = \frac{F}{A} \qquad \text{Esfuerzo cortante} \Rightarrow \tau = \frac{F}{A}$$

$$\text{Resistencia en las uniones soldadas} \Rightarrow P = \tau_{sol} * A$$

Donde:

$$P = \text{Presión} \qquad \tau = \text{Tensión cortante}$$

$$F = \text{Fuerza} \qquad \tau_{sol} = \text{Tensión de soldadura}$$

$$A = \text{Área} \qquad G = \text{Garganta del cordón de soldadura}$$

$$e = \text{Espesor del material}$$

$$L = \text{Longitud del cordón de soldadura}$$

#### 3.1.1.1 Cálculo de resistencia de cordón de soldadura en las paredes de la jaula.

$$P = \tau_{sol} * A$$

$$P = 790 \text{Kg/cm}^2 * 810 \text{cm}^2$$

$$P = 505521 \text{Kg}$$

$$A = G * L(2)$$

$$G = e * \text{Sen } 45$$

$$A = 13.5 \text{cm} * 60 \text{cm}$$

$$G = 0.3 * \text{Sen } 45$$

$$A = 810 \text{cm}^2$$

$$G = 13.5 \text{cm}$$

### 3.1.1.2 Cálculo de resistencia de cordón de soldadura en el los tubos del contorno de la jaula.

$$A = G * L(2)$$

$$G = e * \text{Sen } 45$$

$$A = 6.75\text{cm} * 1595 \text{ cm}$$

$$G = 0.15 * \text{Sen}45$$

$$A = 53.797 \text{ cm}^2$$

$$G = 6.75 \text{ cm}$$

$$P = \tau_{sol} * A$$

$$P = 910\text{Kg}/\text{cm}^2 * 53.797\text{cm}^2$$

$$P = 48955.27 \text{ Kg}$$

A continuación mostramos un informe de los cálculos realizados a través de la simulación en el programa solidworks, el cual presenta los siguientes resultados:

### 3.1.1.3 Análisis de tensiones de la jaula de seguridad a través del programa de diseño asistido por computador solidworks.

El presente elemento es una jaula de seguridad para alojar neumáticos del avión T-34 el momento mismo de su carga, la máxima aplicada será de 200 psi, y se está tomando en cuenta un FS de 2. Cabe mencionar que el presente estudio de tensiones fué elaborado por el Ing. Félix Manjarréz, y que la fuente proviene del simulador de solidworks

**Tabla 3.1 Propiedades del estudio**

Nombre de estudio	Estudio 2
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla mixta
Tipo de solver	Solver Direct Sparse
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando (Soft Spring):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin

Incluir los efectos de la presión de fluidos desde Solidworks Flow Simulation	Desactivar
---	------------

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

### Tabla 3.2 Unidades

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m <sup>2</sup>

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

### Propiedades de material

#### Tabla 3.3 Sólidos

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Sólido 7(Saliente-Extruir1)	ASTM A53	56.52 kg	0.0072 m <sup>3</sup>
2	Sólido 13(Brida base2)	ASTM A53	7.11345 kg	0.000906173 m <sup>3</sup>
3	Sólido 20(Brida base3)	ASTM A53	7.11345 kg	0.000906173 m <sup>3</sup>

#### Tabla 3.4 Vigas

Nº	Nombre de viga	Material	Formulación	Estándar/Tipo/Tamaño de sección	Masa/Área
1	Sólido 1 (Miembro estructural5[5])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.750373 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
2	Sólido 2 (Miembro estructural6)	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	3.53605 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
3	Sólido 3 (Miembro estructural14)	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.550274 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
4	Sólido 4 (Miembro estructural18[1	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.628631 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
5	Sólido 5	ASTM	Viga	ansi	0.550274 kg

	(Miembro estructural23)	A53		inch/pipe/1.0 sch 40	/0.00031863 m <sup>2</sup>
6	Sólido 6 (Miembro estructural11[1])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.55829 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
8	Sólido 8 (Miembro estructural15)	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.548953 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
9	Sólido9 (Miembro estructural5[3])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.750373 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
10	Sólido10 (Miembro estructural5[8])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.750373 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
11	Sólido11 (Miembro estructural9[1])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.750373 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
12	Sólido12 (Miembro estructural12[2])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.628631 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
13	Sólido13 (Miembro estructural13)	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.550274 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
14	Sólido14 (Miembro estructural14)	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.861088 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
15	Sólido15 (Miembro estructural15[1])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.548953 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
16	Sólido16 (Miembro estructural16[1])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.628631 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
17	Sólido17 (Miembro estructural5[4])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.750373 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
18	Sólido18 (Miembro estructural5[9])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.750373 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
19	Sólido19 (Miembro estructural18[2])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.628631 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
20	Sólido20 (Miembro estructural10[2])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.550274 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
21	Sólido21 (Miembro estructural21)	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.55029 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
22	Sólido22 (Miembro estructural22)	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.861088 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>

23	Sólido23 (Miembro estructural9[2])	ASTM A53	Viga	ansi inch/pipe/1.0 sch 40	0.750373 kg /0.00031863 m <sup>2</sup>
----	--	-------------	------	---------------------------------	--

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

**Tabla 3.5 Tipo de material**

<b>Nombre de material:</b>	ASTM A53
<b>Descripción:</b>	Tubería de acero negro
<b>Origen del material:</b>	
<b>Tipo de modelo del material:</b>	Isotrópico elástico lineal
<b>Criterio de error predeterminado:</b>	Tensión máxima de von Mises
<b>Datos de aplicación:</b>	

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

**Tabla 3.6 Propiedades del material**

<b>Nombre de propiedad</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tipo de valor</b>
Módulo elástico	2e+011	N/m <sup>2</sup>	Constante
Coefficiente de Poisson	0.26	NA	Constante
Módulo cortante	7.93e+010	N/m <sup>2</sup>	Constante
Densidad	7850	kg/m <sup>3</sup>	Constante
Límite de tracción	2.05e+008	N/m <sup>2</sup>	Constante
Límite elástico	3.3e+008	N/m <sup>2</sup>	Constante
Conductividad térmica	0.2256	W/(m.K)	Constante
Calor específico	1386	J/(kg.K)	Constante

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

(VER ANEXO L)

## Cargas y restricciones

**Tabla 3.7 Sujeción**

Nombre de restricción	Conjunto de selecciones	Descripción
Fijo-1 <Jaula de neumático>	activar 1 Cara(s) fijo.	

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

**Tabla 3.8 Carga**

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Fuerza-1 <Jaula de neumático>	activar aplicar fuerza -45 N normal a plano de referencia con respecto a la referencia seleccionada Vista lateral utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	
Fuerza-2 <Jaula de neumático>	activar aplicar fuerza 45 N normal a plano de referencia con respecto a la referencia seleccionada Vista lateral utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	
Fuerza-3 <Jaula de neumático>	activar aplicar fuerza 45 N a lo largo del plano Dir. 2 fuerza -45 N normal a plano de referencia con respecto a la referencia seleccionada Planta utilizando distribución uniforme	Carga secuencial	

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

**Tabla 3.9 Contacto**

Contacto-1	Par de contacto unido: Entre las entidades seleccionadas de Jaula de neumático y Jaula de neumático
Descripción:	
Contacto global	Componente de contacto: activar Jaula de neumático

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

**Tabla 3.10 Fuerzas de reacción**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.495075	449.3	449.301	635.407

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

**Tabla 3.11 Momentos de reacción**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

**Tabla 3.12 Fuerzas de cuerpo libre**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-1.14441e-005	0.000684738	0.000179291	0.000707914

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

**Tabla 3.13 Momentos de cuerpo libre**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	8.12077	0.552204	-0.797818	8.17853

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

## Vigas

**Tabla 3.14 Fuerzas de viga**

Nombre de viga	Juntas	Axial	Corte 1	Corte 2	Momento 1	Momento 2	Torsión
Viga1 (Miembro estructural5[	1	-34.66	-21.83	21.58	0.7305	-0.3511	-0.004885

5))							
	2	34.66	-23.17	23.42	-0.4543	0.5532	0.004885
Viga2 (Miembro estructural6)	1	60.29	8.287	16.62	-0.8366	-0.3032	0.6111
Viga3 (Miembro estructural14 )	1	65.8	-10.07	56.88	-3.103	-0.3257	0.1107
	2	130.1	9.579	- 13.53	-2.669	-0.4306	- 0.08069
Viga4 (Miembro estructural18 [1	1	153.8	-14.3	- 5.512	2.557	0.05129	0.171
	2	146.8	-54.9	-9.99	2.272	0.7651	1.136
Viga5 (Miembro estructural23 )	1	65.98	8.514	57.06	-3.245	0.2053	-0.2054
	2	120	- 0.8652	- 12.73	-2.464	0.0328	0.09969
Viga6 (Miembro estructural11	1	49.77	-3.043	- 49.12	1.925	-0.0577	- 0.06849
	2	114.9	-5.941	6.353	1.952	0.2376	- 0.04723
Viga7 (Miembro estructural5[ 1])	1	- 54.73	-21.7	23.33	-2.677	0.3723	- 0.00045 36
	2	54.77	-23.14	21.36	2.374	-0.1492	0.00273 9
Viga8 (Miembro estructural5[ 6])	1	-37.9	-22.42	21.44	0.7723	-1.448	- 0.00661 5
	2	37.93	-22.64	23.55	-0.4559	1.49	0.00507 1
Viga9 (Miembro estructural15 )	1	55.03	-50.07	0.602 5	0.0145	-2.341	0.06241
	2	107.3	6.659	5.144	0.1974	-2.224	-0.1208
Viga10 (Miembro estructural7)	1	70.21	8.398	- 16.07	0.7945	-0.3166	-0.4731
	2	71.32	-15.96	37.04	1.343	0.2931	1.069



Viga11 (Miembro estructural19 )	1	68.69	9.448	- 52.67	2.056	0.3512	0.1694
	2	121.4	- 0.9573	8.829	2.166	0.05973	-0.0449
Viga12 (Miembro estructural24 )	1	71.39	8.371	52.91	-2.507	0.3105	-0.1373
	2	108.9	- 0.9953	- 9.035	-2.443	0.05757	0.04912
Viga13 (Miembro estructural11 [2	1	- 99.25	-32.56	- 68.32	-4.597	1.492	-0.3741
	2	- 141.1	9.7	25.68	-2.694	0.4565	0.08027
Viga14 (Miembro estructural16 )	1	52.93	-2.833	48.77	-2.254	-0.05335	0.05021
	2	102.4	-6.197	- 5.982	-2.17	0.2395	0.0383
Viga15 (Miembro estructural5[ 2])	1	- 32.81	-21.43	22.73	-1.614	0.4968	- 0.00454 2
	2	32.81	-23.23	21.8	1.474	-0.2281	0.00541 1
Viga16 (Miembro estructural5[ 7])	1	- 45.15	-22.87	21.86	0.5776	-2.51	- 0.00075 57
	2	45.14	-21.06	23.54	-0.3258	2.239	0.0212
Viga17 (Miembro estructural8)	1	- 66.35	-22.74	22.49	-1.154	-2.124	- 0.00047 49
	2	66.35	-22.26	22.51	1.156	2.051	0.00047 49
Viga18 (Miembro estructural20 )	1	56	10.32	- 55.44	2.73	0.2694	0.2818
	2	130.8	- 0.8497	11.55	2.136	0.02999	-0.1165
Viga19 (Miembro estructural25 )	1	55.38	3.51	53.52	-3.113	0.181	0.02083

	2	106.7	4.948	-9.441	-2.124	-0.1763	-0.1048
Viga20 (Miembro estructural5[ 3])	1	-33.42	-21.14	22.54	-0.5542	0.8551	-0.005006
	2	33.42	-23.78	22.52	0.5517	-0.4593	0.004069
Viga21 (Miembro estructural5[ 8])	1	-38.94	-22.75	22.12	-0.5236	-2.247	-0.007018
	2	38.94	-22	23.01	0.6578	2.135	0.01052
Viga22 (Miembro estructural9[ 1])	1	-15.8	-31.82	-45.98	-1.649	1.055	-2.006

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz

**Tabla 3.15 Tensiones de viga**

Nombre de viga	Juntas	Axial	Dir. de pliegue1	Dir. de pliegue2	Torsional	Peor caso
Viga-1(Miembro estructural5[5])	1	1.088e+005	-3.356e+005	-1.613e+005	0	4.811e+005
	2	1.088e+005	-2.087e+005	-2.541e+005	0	4.376e+005
Viga-2(Miembro estructural6)	1	1.892e+005	-3.843e+005	1.393e+005	0	5.98e+005
	2	-1542	-7.089e+005	-3.331e+005	0	7.848e+005
	3	1.034e+005	-9.749e+005	-2.945e+005	0	1.122e+006
	4	1.25e+005	-2.521e+005	-3.277e+005	0	5.384e+005
	5	1.333e+005	-5.038e+005	1.581e+005	0	6.613e+005
Viga-	1	-	1.425e+005	-	0	1.64e+006

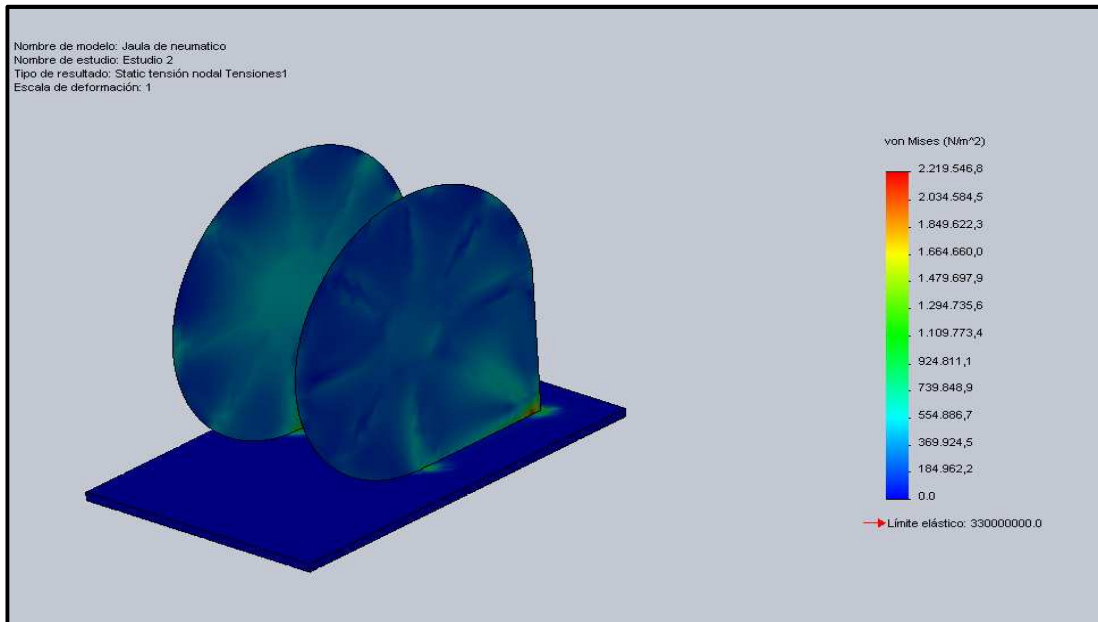
3(Miembro estructural14)		2.065e+005	06	1.496e+005		
	2	4.083e+005	-1.226e+006	1.978e+005	0	1.65e+006
Viga-4(Miembro estructural18 [1])	1	4.825e+005	1.174e+006	-2.356e+004	0	1.657e+006
	2	4.606e+005	1.044e+006	-3.515e+005	0	1.562e+006
	3	5.084e+005	1.202e+006	-1.464e+005	0	1.719e+006
Viga-5(Miembro estructural23)	1	-2.071e+005	1.491e+006	9.43e+004	0	1.701e+006
	2	3.765e+005	-1.132e+006	-1.507e+004	0	1.509e+006
Viga-6(Miembro estructural11 [1])	1	-1.562e+005	-8.844e+005	-2.65e+004	0	1.041e+006
	2	3.607e+005	8.969e+005	-1.092e+005	0	1.264e+006
Viga-7(Miembro estructural5[1])	1	1.718e+005	1.23e+006	1.71e+005	0	1.413e+006
	2	1.719e+005	1.091e+006	6.856e+004	0	1.265e+006
Viga-8(Miembro estructural5[6])	1	1.189e+005	-3.548e+005	-6.65e+005	0	8.727e+005
	2	1.19e+005	-2.094e+005	-6.843e+005	0	8.347e+005
Viga-9(Miembro estructural15)	1	-1.727e+005	-6660	-1.075e+006	0	1.248e+006
	2	3.368e+005	9.069e+004	1.022e+006	0	1.363e+006
Viga-	1	2.204e	3.65e+00	1.454e+0	0	6.132e+00

10(Miembro estructural7)		+005	5	05		5
	2	2.238e+005	6.169e+005	- 1.346e+005	0	8.552e+005
	3	8.586e+004	5.153e+005	- 2.859e+004	0	6.02e+005
Viga-11(Miembro estructural19)	1	- 2.156e+005	- 9.446e+005	1.613e+005	0	1.174e+006
	2	3.811e+005	9.949e+005	- 2.744e+004	0	1.376e+006
Viga-12(Miembro estructural24)	1	- 2.241e+005	1.152e+006	1.426e+005	0	1.385e+006
	2	3.418e+005	- 1.122e+006	- 2.645e+004	0	1.464e+006
Viga-13(Miembro estructural11 [2])	1	- 3.115e+005	- 2.112e+006	- 6.853e+005	0	2.532e+006
	2	4.43e+005	1.237e+006	2.097e+005	0	1.698e+006
Viga-14(Miembro estructural16)	1	- 1.661e+005	1.036e+006	- 2.451e+004	0	1.202e+006
	2	3.214e+005	- 9.967e+005	- 1.1e+005	0	1.324e+006
Viga-15(Miembro estructural5[2])	1	1.03e+005	7.412e+005	2.282e+005	0	8.785e+005
	2	1.03e+005	6.769e+005	1.048e+005	0	7.88e+005
Viga-16(Miembro estructural5[7])	1	1.417e+005	- 2.653e+005	- 1.153e+006	0	1.325e+006
	2	1.417e+005	- 1.497e+005	- 1.028e+006	0	1.181e+006
Viga-17(Miembro	1	2.082e+005	5.301e+005	- 9.755e+005	0	1.318e+006

estructural8)				05		
	2	2.082e+005	5.31e+005	-9.424e+005	0	1.29e+006
Viga-18(Miembro estructural20)	1	-1.758e+005	-1.254e+006	1.238e+005	0	1.436e+006
Viga-19(Miembro estructural25)	1	-1.738e+005	1.43e+006	8.316e+004	0	1.606e+006
	2	3.347e+005	-9.756e+005	8.098e+004	0	1.314e+006
Viga-20(Miembro estructural5[3])	1	1.049e+005	2.546e+005	3.928e+005	0	5.73e+005
	2	1.049e+005	2.535e+005	2.11e+005	0	4.347e+005
Viga-21(Miembro estructural5[8])	1	1.222e+005	2.406e+005	-1.032e+006	0	1.182e+006
	2	1.222e+005	3.022e+005	-9.809e+005	0	1.149e+006
Viga-22(Miembro estructural9[1])	1	-4.96e+004	-7.576e+005	-4.848e+005	0	9.491e+005
	2	-1.63e+005	1.246e+005	-8294	0	2.878e+005
	3	-2.446e+005	-1.023e+005	6.174e+004	0	3.641e+005

Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz



Fuente: Simulador de solidworks

Figura. 3.1 Estudio de tensiones

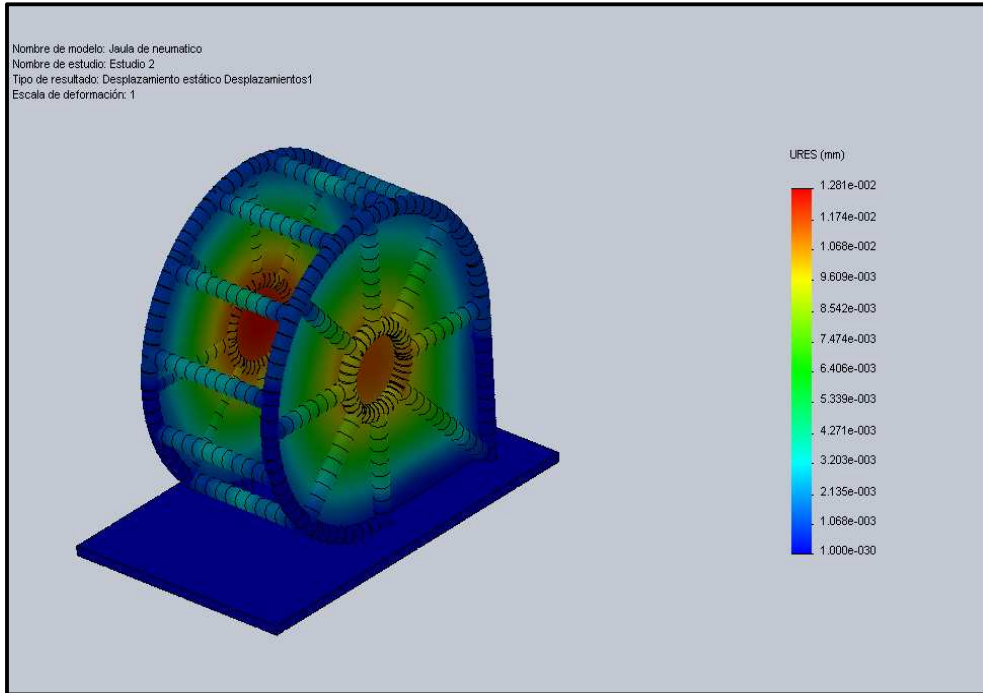
Tabla 3.16 Resultados del estudio

Resultados predeterminados

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máy.	Ubicación
Tensiones 1	VON: Tensión de von Mises	0 N/m <sup>2</sup> Nodo: 18381	(-30 cm, 58.5009 cm, 9.36475 cm)	2.21955e+ 006 N/m <sup>2</sup> Nodo: 14107	(-1.42 cm, -1.75595e- 006 cm, -27.6923 cm)
Desplazamiento 1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 31	(9.50899 cm, 2.70234e- 016 cm, 31.6071 cm)	0.0128127 mm Nodo: 16333	(-28.8813 cm, 30.18 cm, -0.195473 cm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0 Elemen- to: 10254	(-28.75 cm, 58.5009 cm, 9.36474 cm)	5.586e- 006 Elemento: 9927	(-28.88 cm, 0.804809 cm, - 0.0315803 cm)

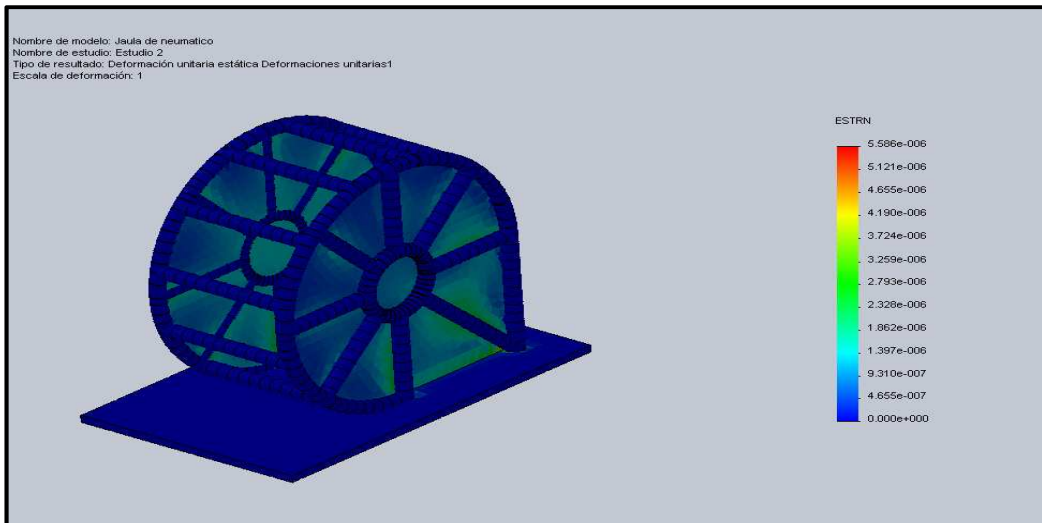
Fuente: Simulador de solidworks

Elaborado por: Ing. Félix Manjarréz



Fuente: Simulador de solidworks

Figura 3.2 Estudio de desplazamientos



Fuente: Simulador de solidworks

Figura 3.3 Estudio de deformaciones

### 3.1.1.4 Cálculos de tenciones en la estructura de la jaula.

Donde:

=Tensión cortante.

=Momento

=Tensión normal

=Inercia

F=Fuerza.

C= Distancia desde el punto medio

A= Área.

Fs= Factor de seguridad

### Cálculo de tenciones en la estructura de la jaula.

—

$F \cdot A$

$A_{requerida} = A_{ext} - A_{int}$

$F = 137.89 \text{ N}$

$A_{requerida} = -$

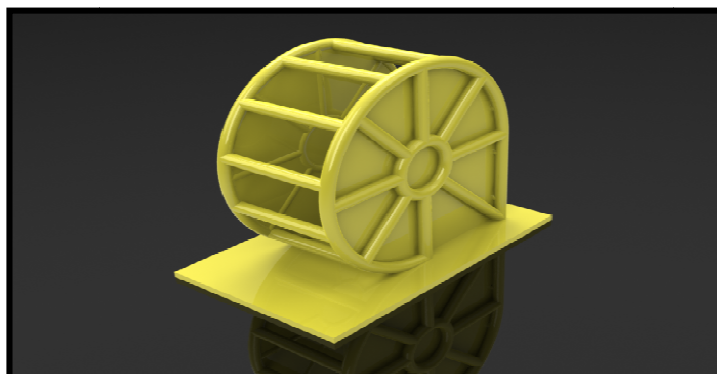
$F = 22 \text{ N} \rightarrow F_s$

$A_{requerida} = (1.27)^2 - (1.27)^2$

$A_{requerida} = 0.16 \text{ cm}^2$

= ———

=  $281.25 \text{ N/cm}^2$



Fuente: Simulador de solidworks

Figura 3.4 jaula de seguridad en simulación.



### 3.1.1.5 Cálculo de tensiones en las vigas de la jaula.

$$\mathcal{J} = \frac{M.C}{I}$$

$$M = F \cdot L(2)$$

$$I_t = I_{ext} - I_{int}$$

$$M = 45N (0.15 m)$$

$$I_t = \frac{1}{4} \pi r (ext.)^4 - \frac{1}{4} \pi r (int)^4$$

$$M = 6.75 N/m$$

$$I_t = 2.043 - 0.69$$

$$C = 1.27 cm$$

$$I_t = 1.353 cm^4$$

$$\mathcal{J} = \frac{M.C}{I}$$

$$\mathcal{J} = \frac{(6.75) 0.012 m}{0.013 m^4}$$

$$\mathcal{J} = 6.23 N/m^2$$

### 3.1.2 Trazabilidad

Debido a que en el campo aeronáutico es necesaria la utilización de documentación que certifique tanto a los materiales como a los equipos a utilizar, para cumplir con este requerimiento primordial se ubicó en el anexo J la documentación técnica de los elementos usados para la construcción del presente proyecto

## 3.2 Construcción

La construcción se la desarrolló mediante la ejecución de los siguientes pasos:

- 1) Coche para transportación de botellas nitrógeno:
  - Estructura del coche y soporte de las botellas.
  - Caja porta regulador.
  - Mangueras de conexión.
- 2) Jaula de seguridad para inflado de ruedas:
  - Estructura.
- 3) Selección y adquisición del regulador de presión

### 3.2.1 Estructura del coche.

Para la construcción de la estructura se utilizaron tubos redondos de acero negro A53 de una pulgada con un grosor de 1.5 mm, las características de este material se encuentra en el anexo J, los tubos fueron medidos y marcados para luego seccionarlos en las partes tomadas, para seccionarlos se utilizó una sierra manual. Luego de esto se procedió a soldar las secciones mediante soldadura de arco eléctrico con electrodos tipo R-10 (AGA E-6013) dando forma a la estructura tomando en cuenta las medidas especificadas en nuestro diseño.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.5 Medición de la estructura del coche.

Luego se procedió a seccionar el tubo para posteriormente ser soldado según las medidas y diseño



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.6 Corte y seccionamiento de los tubos de la estructura y soporte.

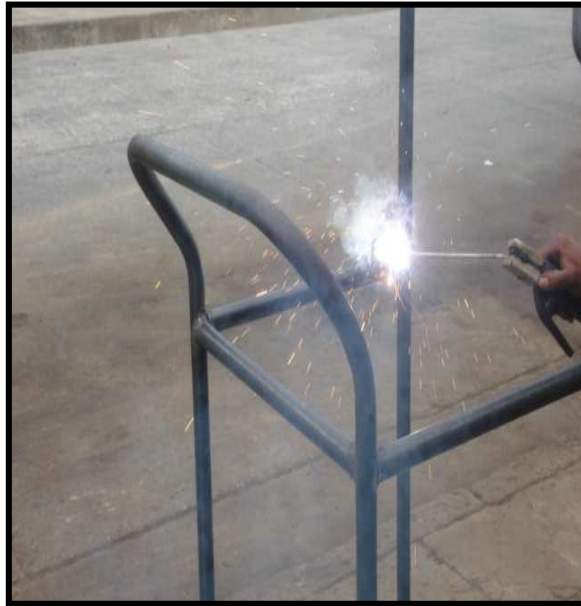
Después de haber cortado el tubo se dobló una parte de este para dar una forma ergonómica al momento de agarre y que sea más sencillo su transporte, este dobles se lo realizó en un dobladora para tubos redondos.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.7 Doblado de tubo de la estructura.

Luego de lo anterior se soldó la estructura con electrodos R-10 (AGA E-6013) tomando en cuenta las medidas estipuladas en el diseño del coche.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.8 Suelda de los tubos redondos de la estructura.

Las medidas del coche para la transportación de botellas de nitrógeno son las mostradas en el anexo G. A continuación de esto se procede a soldar la base de la estructura en la cual estarán situadas las llantas, estas tienen un diámetro de 10 cm y levantan a la estructura del coche desde el piso, la base es donde asentará el cilindro de nitrógeno es de acero A36, esta es soldada con un electrodo tipo AGA C-13 (E-6011).



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.9 Base del coche

### 3.3 Construcción de la caja porta regulador.

Esta caja está construida de una lámina de tol de 1 mm de espesor, para su construcción se tomó en cuenta las medidas y requerimientos tomados en el diseño, esta caja dispone de una tapa o portezuela para brindarle protección y seguridad al regulador de presión. El diseño de esta se encuentra en el anexo H.

Además la caja cuenta con dos aberturas destinadas al paso de las mangueras de conexión estos orificios o aberturas se encuentran distribuidos de la siguiente forma:

- La abertura u orificio en la parte posterior de la caja da paso a la conexión de la manguera hacia el cilindro de nitrógeno.
- Un orificio en la parte izquierda de la caja permite que la manguera de presión de trabajo salga desde el regulador de presión hasta la llanta del avión T-34C-1.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.10 Caja porta regulador.

Esta caja porta regulador consta en su interior de un pequeño caballete donde irá acoplado el manorreductor o regulador esto lo podemos observar en la siguiente figura.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.11 Parte interna de la caja porta regulador.

### **3.4 Pintura y acabados.**

Luego de haber finalizado con los pasos anteriores se procedió a proveer de acabados a la estructura, base, soporte y caja porta regulador, estos acabados se los realizaron lijando la estructura con una lija suave H150 para evitar cualquier tipo de escoria en la superficie, y luego de ello se procedió a pintar la estructura del coche. El proceso de pintura de la estructura del coche, base y caja porta regulador se realizaron dos pasos, los cuales fueron en primera instancia pintar al coche con 1/4 de fondo gris número 301 para acabados metálicos y automotrices, lo cual brindará una protección adicional a los efectos de la corrosión. El segundo paso de la fase de pintura y acabado del coche fue pintar con un color amarillo anticorrosivo, para la elección del color tomamos en cuenta los requerimientos de la seguridad industrial lo cual está detallado en el anexo C y nos muestra como requerimiento el uso del color amarillo como medida de prevención.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.12 Coche para recarga terminado y pintado.

### **3.5 Mangueras de conexión.**

En el presente proyecto fueron utilizadas dos tipos de mangueras de conexión:

- Para la conexión de salida del cilindro hacia el regulador debido a que el cilindro comercial de 6 mt<sup>3</sup> de nitrógeno tiene una presión aproximada de 2176 PSI, se utilizó una manguera para presión media con revestimiento metálico y nylon de la marca PARKER la cual tiene una resistencia a la presión de hasta 2750 PSI la cual cumple con las características deseadas.
- En la conexión de salida del regulador se dispuso de una manguera para baja presión con revestimiento de nylon de la marca SWAN la cual soporta satisfactoriamente hasta 200 PSI, esto cumple con los factores deseados en el trabajo, debido a que los neumáticos del avión T-34C-1 según lo mencionado en el manual de operaciones (anexo D) estas deben ser recargadas con 70-90 PSI de presión.

### **3.6 Construcción de la jaula de seguridad.**

Para la construcción de la jaula de seguridad el diseño fue basado en el modelo original de la jaula de seguridad del avión K-FIR, y dicho modelo fue adaptado a las necesidades del avión T-34C-1.

A continuación tenemos los pasos seguidos en la construcción de la estructura de la jaula de seguridad:

- Medición y rayado de las láminas de acero de base y paredes de la jaula.
- Corte de las láminas de la base y paredes de la jaula según las medidas del diseño.
- Rectificación de los contornos de las láminas de acero de la base y paredes de la jaula.
- Medición de tubos de refuerzo de paredes y contorno.
- Seccionamiento de los tubos de refuerzo de paredes y contorno.
- Amoldado de tubos de refuerzo a el contorno de las paredes de la jaula.
- Suelda de los componentes de la jaula.
- Pintura y acabados de la jaula de seguridad.

### **3.6.1 Medición y rayado de las láminas de acero de base y paredes de la jaula.**

Como primer punto se realizó el rayado y medición de las láminas de acero A36, para así facilitar y dar forma a la base y paredes de la jaula de seguridad para la medición se utilizó una regla metálica y tiza color blanco para rayado en metal.

Las paredes de la jaula de seguridad fueron además marcadas en su contorno con la ayuda de un compas ya que una parte de estas es un semicírculo.





Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.13 Medición y rayado de la base de la jaula.

A continuación podemos observar en la figura el rayado con tiza de las paredes de la jaula de seguridad a través de un compas.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.14 Medición y rayado de las paredes de la jaula.

### **3.6.2 Corte de las láminas de la base y paredes de la jaula según las medidas del diseño.**

En este paso en el cual se cortaron las láminas de metal de 3mm de espesor según las medidas del diseño. Para cortar estas se utilizó un equipo de oxicorte y esta operación fue basada en la tabla de corte del anexo E, ya que el oxicorte es el medio más apropiado para cortar láminas de metal de este tipo de espesor debido a que facilita el trabajo y de buena precisión.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.15 Utilización del oxicorte en las láminas de acero.

### **3.6.3 Rectificación de los contornos de las láminas de acero de la base y paredes de la jaula.**

Luego de realizar el corte de las láminas bajo las medidas y forma especificadas a través del equipo de oxicorte se procedió a la rectificación de los contornos de las láminas mediante el uso de la amoladora manual con disco A24R, ya que el oxicorte a pesar de tener una excelente precisión en el corte, y luego del corte resulta con escoria metálica en el aérea de corte lo cual se observa como irregularidades en el contorno. Esto se produce debido a que el metal se derrite durante el corte y se solidifica en el contorno que ha sido cortado.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.16 Rectificación del contorno de la lámina.

#### **3.6.4 Medición de tubos de refuerzo de paredes y contorno.**

En el contorno de las paredes de la jaula de seguridad se encuentran soldados tubos negros de acero A53 de 1 pulgada de diámetro y 2 mm de espesor, entre las paredes, y de 1/2 pulgada en el exterior, los cuales sirven de refuerzo a la jaula de seguridad para soportar cualquier tipo de esfuerzo.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.17 Medición de los tubos de refuerzo.

### **3.6.5 Corte o seccionamiento de los tubos de refuerzo de paredes y contorno.**

Los tubos de refuerzo fueron cortados con una sierra manual de arco, estos tubos servirán para brindar una mayor firmeza y apoyo a las paredes de la jaula de seguridad, ya que en caso de explosión de la rueda estos evitarán que la jaula se deforme y el operador o los que se encuentren alrededor se afecten mayormente por la explosión. Los tubos en su contorno son de 1" pulgada y 2mm de espesor, y los del exterior de 1" pulgada y de 1/2 pulgada de diámetro con 2mm de espesor estos son tubos negros de acero A53 las características de los mismos se encuentran en el anexo J.



Fuente: Investigación de campo

Fig.3.18 Corte de los tubos de refuerzo de paredes y contorno.

### **3.6.6 Amoldado de tubos de refuerzo al contorno de las paredes de la jaula.**

En el contorno de las paredes de la jaula se encuentran unos tubos de refuerzo de 1" pulgada y 2mm de espesor, estos tuvieron que ser amoldados al contorno de las paredes de la jaula, debido a la forma de un cuadrado circunscrito que tienen las paredes de la jaula de seguridad. Este trabajo se lo realizó en un molde para doblar tubos.



Fuente: Investigación de campo

Fig.3.19 Amoldado de tubos de refuerzo.

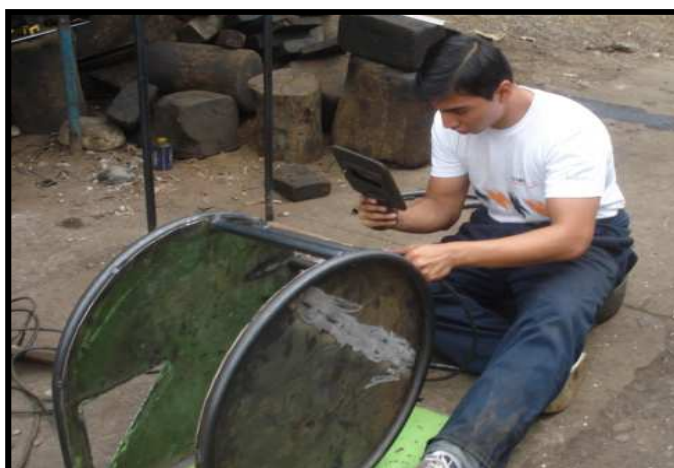
### **3.6.7 Suelda de los componentes de la jaula.**

Para el proceso de soldadura de las partes de la jaula se utilizó 3 libras de electrodos AGA B-10 (E-7018), ya que estos soportan grandes tensiones la descripción de los electrodos usados en el trabajo de suelda se encuentran en el anexo F, el proceso de suelda se lo realizó según las medidas de la jaula de seguridad diseñada a partir del modelo de jaula de seguridad del avión K-FIR.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.20 Suelda de las paredes y base de la jaula de seguridad



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.21 Suelda de los tubos del contorno.

### **3.6.8 Pintura y acabados de la jaula de seguridad.**

Durante el proceso de pintura y acabado, primeramente para lograr un buen acabado en la superficie de la jaula de seguridad, se constató que la superficie y cordones de soldadura de la jaula de seguridad no posean ningún tipo de irregularidades, para ello libramos de cualquier tipo de escoria metálica e imperfectos a la superficie y cordones mediante el uso de un cincel de soldadura y una lija W30R, luego se dispuso de 1/4 de fondo gris número 301 para acabados metálicos y automotrices, con lo cual se brinda a la superficie una protección extra contra la corrosión, como segundo paso de la fase de pintura y acabado de la jaula de seguridad, fue pintar con un color amarillo anticorrosivo, para la elección del color se tomó en cuenta los requerimientos de la seguridad industrial lo cual está detallado en el anexo C, y muestra como requerimiento el uso del color amarillo como medida de prevención.



Fuente: Investigación de campo

Fig. 3.22 Jaula de seguridad terminada y pintada.

### **3.6.9 Selección y adquisición del regulador de presión**

Después de haber investigado los tipos de reguladores de presión disponibles en el mercado, se compararon precios y calidades y fué seleccionado el que reunía las mejores características tanto de costos como de calidad. El tipo de regulador de presión seleccionado es de marca Uniweld Andina para nitrógeno tipo 8315, cuyas características de trabajo se encuentran detalladas en el anexo J.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones:**

- La construcción del presente proyecto facilitará las operaciones de recarga de nitrógeno en las ruedas del avión, al poder realizarlas mediante un sistema que garantiza la seguridad del operador.
- Para la implementación del proyecto se debió llevar a cabo pruebas funcionales que permitan la certificación de un correcto funcionamiento del equipo para recarga y jaula de seguridad.
- Para la construcción tanto del equipo para recarga como de la jaula de seguridad se realizó un estudio en el cual se tomaron en cuenta cálculos, diseño y materiales.
- Se realizaron simulaciones por computador a través de solidworks las cuales fueron descritas en los cálculos para así verificar la resistencia de la jaula de seguridad a una explosión de la rueda.
- La jaula de seguridad y el equipo para la recarga de nitrógeno implementados cumplen satisfactoriamente su función en la sección de mantenimiento del avión- T-34C-1.



## 4.2 Recomendaciones:

- Para el uso de los equipos de recarga de nitrógeno y jaula de seguridad siempre leer primero los manuales operación y seguridad.
- Siempre tener en cuenta la correcta elección de manómetros para que estos puedan ser leídos fácilmente y funcionen en relación a las distintas presiones en las botellas de gas comprimido y de trabajo.
- Calibrar los manómetros según lo indica el manual de mantenimiento, para así precautelar la integridad y buen funcionamiento durante su uso.
- Se recomienda designar un espacio específico en el hangar para el equipo y la jaula de seguridad, para que en este se puedan realizar pruebas y recargas de nitrógeno en las ruedas del avión T-34C-1.
- Implementar un sistema interno de cañerías dentro del hangar de aviones militares de la B.A.C.O, donde se transporte nitrógeno a distintos puntos del hangar para así evitar la movilización del cilindro de nitrógeno de un sitio a otro.
- El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), debe continuar incentivando a los alumnos a realizar proyectos requeridos por las diferentes compañías de aviación.
- El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), debe informar a la ESMA y otras entidades que lo requieran acerca del equipo y jaula de seguridad, con el fin de promover el desarrollo de la industria aeronáutica en el país.

# **ANEXO A**

**MANGUERAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO**

**421**  
Hydraulic Hose - No Skive SAE 100R1  
Type AT



Hose  
Medium  
Pressure  
**A**

# Part Number	Hose I.D.		Hose O.D.		Working Pressure		Burst Pressure		Minimum Bend Radius		Weight		Parkrimp Fitting		Field Attachable Fitting	
	inch	mm	inch	mm	psi	MPa	psi	MPa	inch	mm	lbs/ft	kg/m	Series	Page	Series	Page
421-3	3/16	5	0.46	12	3000	20.7	12000	83	3-1/2	90	0.13	0.19			42	B-211
421-4	1/4	6.3	0.53	13	2750	19.0	11000	76	4	100	0.16	0.24	43	B-25	42	B-211
421-5	5/16	8	0.59	15	2500	17.2	10000	69	4-1/2	115	0.18	0.27	43	B-25	42	B-211
421-6	3/8	10	0.68	17	2250	15.5	9000	62	5	130	0.23	0.34	43	B-25	42	B-211
421-8	1/2	12.5	0.81	20	2000	13.8	8000	55	7	180	0.29	0.43	43	B-25	42	B-211
421-10	5/8	16	0.94	24	1500	10.3	6000	41	8	200	0.33	0.49	43	B-25	42	B-211
421-12	3/4	19	1.09	28	1250	8.6	5000	35	9-1/2	240	0.42	0.63	43	B-25	42	B-211
421-16	1	25	1.40	36	1000	6.9	4000	28	12	300	0.63	0.94	43	B-25	42	B-211
421-20	1-1/4	31.5	1.73	44	625	4.3	2500	17	16-1/2	420	0.80	1.19	43	B-25		
421-24	1-1/2	38	2.00	51	500	3.5	2000	14	20	500	1.00	1.49	43	B-25		
421-32	2	51	2.50	64	375	2.6	1500	10	25	630	1.50	2.23	43	B-25		

Construction: Synthetic rubber tube; one braid of high tensile steel wire reinforcement; MSHA accepted synthetic rubber cover.

**Application and Temperature Range:**

Petroleum based hydraulic fluids and lubricating oils within a temperature range of -40°F to +257°F (-40°C to +125°C);

Water, water/oil emulsion, and water/glycol hydraulic fluids up to +185°F (+85°C);

Air within a temperature range of -40°F to +158°F (-40°C to +70°C).

For air or gas applications above 250 psi (1,7 MPa), the cover should be pin-pricked.

Fittings: Parkrimp 43 Series and Field Attachable 42 Series. See Section C for Parkrimp or Section B for Field Attachable fitting assembly instructions.

Hose cover does not have to be removed to attach Parker No-Skive fittings.

**421HT**  
Hydraulic Hose - No Skive - SAE 100R1 Type AT  
(For High Temperature Service)



# Part Number	Hose I.D.		Hose O.D.		Working Pressure		Burst Pressure		Minimum Bend Radius		Weight		Parkrimp Fitting		Field Attachable Fitting	
	inch	mm	inch	mm	psi	MPa	psi	MPa	inch	mm	lbs/ft	kg/m	Series	Page	Series	Page
421HT-4	1/4	6.3	0.53	13	2750	19.0	11000	76	4	100	0.16	0.24	43	B-25		
421HT-6	3/8	10	0.68	17	2250	15.5	9000	62	5	125	0.23	0.34	43	B-25		
421HT-8	1/2	12.5	0.81	20	2000	13.8	8000	55	7	180	0.29	0.43	43	B-25		
421HT-10	5/8	16	0.94	24	1500	10.3	6000	41	8	200	0.33	0.49	43	B-25		
421HT-12	3/4	19	1.09	28	1250	8.6	5000	35	9-1/2	240	0.42	0.63	43	B-25		
421HT-16	1	25	1.40	36	1000	6.9	4000	28	12	300	0.63	0.94	43	B-25		
421HT-20	1-1/4	31.5	1.79	45	625	4.3	2500	17	16-1/2	420	0.80	1.19	43	B-25		
421HT-24	1-1/2	38	2.00	51	500	3.5	2000	14	20	500	1.00	1.49	43	B-25		
421HT-32	2	51	2.54	64	375	2.6	1500	10	25	630	1.50	2.23	43	B-25		

Construction: Synthetic rubber tube; single high tensile steel wire braid reinforcement; MSHA accepted synthetic rubber cover.

**Application and Temperature Range:**

Petroleum based hydraulic fluids and lubricating oils within a temperature range of -50°F to +302°F (-46°C to +150°C);

Water, water/glycol, and water/oil emulsion hydraulic fluids up to +185°F (+85°C);

Air within a temperature range of -40°F to +158°F (-40°C to +70°C).

For air above 250 psi (1,7 MPa), the cover should be pin-pricked.

Fittings: Parkrimp 43 Series. See Section C for assembly instructions.

Hose cover does not have to be removed to attach Parker No-Skive fittings.

+ Non Standard



## HYDRO-AIRE™ PVC Air & Water Hose

Hydro-Aire is an extremely flexible and lightweight PVC hose designed for air and water applications.

4:1 Design factor

>> Lightweight makes hose ideal for on-the-job use

Tube	Black PVC
Cover	Red or Black PVC
Reinforcement	Polyester Yarn
Temperature Range	-20°F to +130°F (-29°C to +54°C)
Branding	SWAN HYDRO-AIRE --- (PRESSURE) (PSI) WP --- MADE IN USA --- (SIZE) IN - (SIZE) MM
Brand Description	Link Brand - White letter color
Compare to	Boston H875; Goodyear Floric Plus 250; Kamtek ATL; Kariyama K115

**LENGTHS:** 500 ft. reels. Reels are 90% one continuous length. If two pieces, lengths will be in multiples of 50 feet.

**COUPLINGS:** For permanent crimp specifications, refer to CrimpSource. Other available coupling options: Series 7611, 7615, 7622, 7628, 7670. For assembly guidelines and additional coupling options, refer to NAHAD Industrial Hose Assembly Guidelines.

### Red Cover

Part No.	ID (in.)	OD (mm)	Reinf. Layers	OD (in.)	OD (mm)	Approx. Wt. per 100 FL	Min. Bend Radius	Max. Rec. WP
39362	3/8	6.4	2	0.500	12.7	10	2.5	250
39363	1/2	7.9	2	0.560	15.1	12	3.0	250
39364	5/8	9.5	2	0.641	16.3	14	3.5	250
39365	15/16	12.7	2	0.781	19.8	18	5.0	250
39366	1 1/8	15.9	2	0.921	23.4	22	6.5	250
39367	1 1/4	19.1	2	1.091	26.2	27	7.5	200
39368	1 1/2	25.4	2	1.281	32.5	36	10.0	150

### Black Cover

Part No.	ID (in.)	OD (mm)	Reinf. Layers	OD (in.)	OD (mm)	Approx. Wt. per 100 FL	Min. Bend Radius	Max. Rec. WP
39362	3/8	6.4	2	0.500	12.7	10	2.5	250
39363	1/2	7.9	2	0.560	15.1	12	3.0	250
39364	5/8	9.5	2	0.641	16.3	14	3.5	250
39365	15/16	12.7	2	0.781	19.8	18	5.0	250
39366	1 1/8	15.9	2	0.921	23.4	22	6.5	250
39367	1 1/4	19.1	2	1.091	26.2	27	7.5	200
39368	1 1/2	25.4	2	1.281	32.5	36	10.0	150



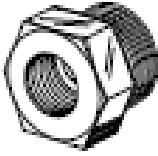
### Applications

- Air Tools
- Water

# **ANEXO B**

## **TABLAS DE ACOPLES DE LAS MANGUERAS**

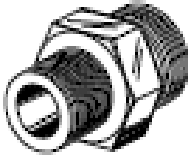
**DRAGON BREATH®**  
**Steam Coupling Adapters**  
**Series 7612**  
**FEMALE SPUD – STEEL**



<b>Service</b>	Medium to high pressure steam
<b>Description</b>	Adapter between female ground joint coupling and NPT male pipe.

NPT Thread	NPSM Thread	Part Number
Female 1/2"	Male 1"	7612-500GFS2
Female 3/4"	Male 1 1/2"	7612-750GFS3
Female 1"	Male 1 3/4"	7612-100GFS4

**Series 7612**  
**MALE SPUD – STEEL**



<b>Service</b>	Medium to high pressure steam
<b>Description</b>	Adapter between female ground joint coupling and female NPT.

NPT Thread	NPSM Thread	Part Number
Male 1/2"	Male 1"	7612-500GMS2
Male 3/4"	Male 1 1/2"	7612-750GMS3
Male 1"	Male 1 3/4"	7612-100GMS4

**Series 7612**  
**DOUBLE SPUD – STEEL**



<b>Service</b>	Medium to high pressure steam
<b>Description</b>	Adapter between two female ground joint couplings.

Male Thread	Male Thread	Part Number
Male 1 1/2"	Male 1 1/2"	7612-100GDS3
Male 1"	Male 1"	7612-500GDS2

## Barbed Inserts

### Series 7628

#### MACHINED BRASS

Service	Low to medium pressure, alt. water and general purpose.
Description	Machined brass, serrated shank. NPTF dryseal male.
Attachment	Ferrule, band or clamp.



Part Number	Hose ID (In.)	Thread Size (In.)
7628-191M	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$
7628-192M	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{4}$
7628-251M	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
7628-252M	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
7628-253M	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
7628-311M	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$
7628-381M	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
7628-382M	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
7628-383M	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
7628-501M	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
7628-502M	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
7628-503M	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
7628-751M	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
7628-1001M	1	1

## Combination Nipples

### Series 7670

#### PLATED STEEL

Service	Low to medium pressure suction and discharge of water, fluids and material handling.
Description	Plated steel, serrated shank, NPT male threads.
Attachment	Clamps or bands.



Hose ID (In.)	Thread Size (In.)	Part Number
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	-501
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	-751
1	1	-1001
1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	-1251
1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	-1501
2	2	-2001
2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	-2501
3	3	-3001
4	4	-4001
5	5	-5001
6	6	-6001
8	8	-8001
10	10	-10001

# **ANEXO C**

## **DESCRIPCIÓN DE COLORES DE SEGURIDAD**



•Color	•Significado	•Ejemplos de aplicación
•ROJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibición</li> <li>• Lucha contra incendios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pare</li> <li>• Prevención y prevención</li> <li>• Prohibición</li> <li>• Contra incendios</li> </ul>
•AZUL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obligación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso obligatorio de elementos de protección personal</li> <li>• Acciones de mando</li> </ul>
•AMARILLO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precaución</li> <li>• Zona de riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de riesgos</li> <li>• Señalización de umbrales, pasillos de poca altura, obstáculos, etc.</li> </ul>
•VERDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condición de seguridad</li> <li>• Primeros auxilios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de vías y salidas de emergencia</li> <li>• Duchas de emergencia</li> <li>• Puestos de primeros Auxilios.</li> </ul>

# **ANEXO D**

**CAPITULO DE LANDING GEAR TOMADO DEL MANUAL DE  
MANTENIMIENTO DEL AVIÓN T-34C-1**

**BEECHCRAFT  
T-34C-1, 34C  
MAINTENANCE MANUAL**

d. Inspect pistons for cracks, nicks, burrs, or excessive wear. Remove burrs and blend out nicks, using fine emery cloth (600 grit), and clean thoroughly.

e. Inspect pressure plate assembly for cracks, damaged rivets and excessive warpage. Replace if cracked or severely deformed or has cracked or deformed rivets.

f. Inspect brake cylinder bolts for cracks, thread damage, and self locking feature. Replace bolts that are cracked, bent or have damaged threads.

g. Inspect brake linings for excessive edge chipping and surface deterioration. Linings should be replaced when worn to a thickness of 0.100 inch. Refer to figure 201. Worn linings may be easily removed by prying loose with a screwdriver or a thin, flat wedge. Install new linings in place. Ensure they snap into position.

h. Inspect torque plate for cracks, nicks, burrs, rust, excessive wear and brinelling in bolt holes. Replace if cracked or severely deformed.

i. Inspect torque plate bushings for wear and cleanliness.

#### **PAINTING**

a. Thoroughly clean repaired surfaces and areas of the brake assembly from which paint has been removed.

**CAUTION**

Do not paint pistons or the piston bores in the brake cylinder.

b. Paint exposed areas with one coat of primer and one coat of aluminum lacquer.

#### **BRAKE ASSEMBLY INSTALLATION**

**CAUTION**

Ensure that anchor bolts are clean.

a. Install the brake cylinder assembly by installing two anchor bolts in the torque plate.

**CAUTION**

Ensure that the brake linings are fully seated on the pins.

b. Install the backplate assembly and torque the attaching bolts 60 to 75 inch pounds.

c. Connect the brake hydraulic line. Torque to 80 inch pounds.

d. Bleed the brake system.

#### **TIRE AND TUBE REMOVAL**

a. Deflate the tire by removing the valve core.

**WARNING**

Deflate tire completely before removing wheel half retaining bolts.

b. Using suitable tools, loosen the tire bead from both flanges.

c. Remove wheel half retaining bolts.

d. Remove both sections of the wheel from the tires.

e. Remove tube from the tire.

#### **TIRE AND TUBE INSTALLATION**

a. Dust the interior of the casing with powder (19, Chart 201, 91-00-00) to facilitate installation and prevent chafing of the tube.

b. After inserting the deflated tube in the casing, inflate the tube until it is just rounded out.

c. Align the balance mark on the tube with the red dot (balance mark) on the tire.

**CAUTION**

Assemble the halves carefully to avoid pinching the tube.

**BEECHCRAFT  
T-34C-1, 34C  
MAINTENANCE MANUAL**

- d. Assemble the wheel halves with the static balance marks on the sections aligned.
- e. Apply lubricant (20, Chart 201, 91-00-00) to rim and tire bead for ease of installation.
- f. Secure the wheel by tightening the retaining nuts to 150 inch pounds for the main wheel and 90 inch pounds for the nose wheel.
- g. Inflate and deflate the tire several times to seat the tire bead and to remove any wrinkles in the tube. Inflate main wheel tire to  $90 \pm 2$  psi. Inflate nose wheel tire to  $70 \pm 2$  psi.

**NOSE WHEEL REMOVAL**

- a. Jack the aircraft.
- b. Remove the cotter pin and axle nut.
- c. Slide the wheel off the axle.

**NOTE**

For inspection, bearing cup replacement, and painting, refer to main wheel removal.

**NOSE WHEEL INSTALLATION**  
(Figure 203)

- a. Inspect and pack bearings with grease (58, Chart 201, 91-00-00). Replace any damaged grease seals and be sure grease seal retaining rings are in place before installing the wheel.

**NOTE**

Lightly saturate felt seals with 10W30 oil and coat surfaces with bearing grease (58, Chart 201, 91-00-00).

- b. Slide the wheel on the axle and install with bushing, washer and nut.
- c. While rotating the wheel, torque the axle nut 15 to 20 foot pounds. Back off the nut, then retighten the nut finger tight. Using a wrench, tighten the nut to the next cotter pin location and install a new cotter pin.

**BRAKE SYSTEM BLEEDING**

Brake system bleeding will be required:

- a. Whenever the system is opened at any point between the master cylinder and the wheel brake assembly.
- b. Whenever the brakes become spongy in service.
- c. Whenever the parking brake will no longer hold.

**NOTE**

In the third instance, the system should be further checked for leakage.

**PRESSURE BLEEDING**

- a. Connect the hose from a pressure pot to the bleeder fitting on the brake.
- b. Gain access to the reservoir through the door on the centerline of the aircraft just forward of the windshield. Press to open.
- c. Attach a hose to the reservoir at the cap by fashioning a cap with a hose fitting.
- d. Place the other end of the hose in a large clean container.
- e. Bleed until all bubbles are gone from the draining fluid.
- f. Shuttle to the forward cockpit, then the aft cockpit.
- g. Repeat the above with the opposite brake.
- h. Install and lockwire the reservoir cap.

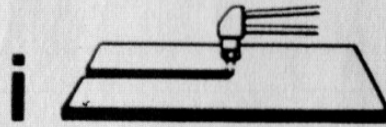
**GRAVITY BLEEDING**






This method of bleeding is done from the master cylinder down to the brake assembly. With the pilot's right brake applied, open the bleeder valve on the respective brake assembly to allow the trapped air to escape. When the fluid is free of bubbles, apply the copilot's right brake. When both the forward and aft right brake pedals feel firm and there is no trace of air bubbles, repeat the procedure for each left brake pedal. During the bleeding procedure replace hydraulic fluid as necessary in the brake reservoir.

# **ANEXO E**

## **TABLA DE OXICORTE**

## Tabla de corte



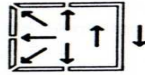
 mm	 HA 211	 Oxigeno bar	 Acetileno bar	 mm/ min
1	1	1.5		1200
3	1	1.5		600
3	2	1.5		600
8	2	2.0		500
8	3	3.0	0.2-	500
20	3	4.0	0.8	320
20	4	3.0		320
50	4	4.0		200
50	5	3.0		200
100	5	6.5		150

# **ANEXO F**

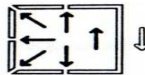
## **DESCRIPCIÓN DE ELECTRODOS**

## POSICIONES DE LA SOLDADURA

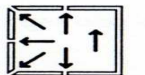
Las diferentes posiciones de soldadura están simbolizadas en las hojas de datos del producto como sigue:



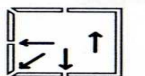
todas las posiciones



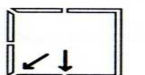
todas las posiciones,  
vertical descendente limitada



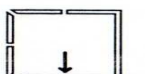
todas las posiciones,  
excepto vertical descendente



todas las posiciones,  
excepto vertical descendente y sobrecabeza



solamente soldadura  
de juntas planas y filete



solamente soldadura de juntas planas



solamente vertical descendente



solamente vertical ascendente

8

## ELECTRODO CELULOSICO

**C - 13**

Norma:

AWS

E 6011

Color de Revestimiento: Blanco    Identificación: Punta Azul

**Análisis del Metal Depositado:**

C	0.08-0.12%	Mn	0.4-0.6%	Si	0.25%
---	------------	----	----------	----	-------

\*Valores típicos

**Características:**

Electrodo del tipo celulósico, para soldaduras de penetración. El arco es muy estable, potente y el material depositado de solidificación rápida, fácil aplicación con corriente continua y alterna. Los depósitos son de alta calidad en cualquier posición.

**Aprobación: Propiedades Mecánicas:**

**AMERICAN BUREAU OF SHIPPING**

Resistencia a la Tracción	Elongación	Resistencia al Impacto
48-51 kg / mm <sup>2</sup>	24-26%	CHARPY - V
68.000		Joules
a 72.000 lbs./pulg <sup>2</sup>		55 - 75 (-29°C)

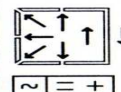
\*Valores típicos

**Posiciones de Soldar:**

Plana, horizontal, sobrecabeza, vertical ascendente, vertical descendente

**Corriente y polaridad:**

Para corriente alterna o continua Electrodo al polo positivo		
ømm	øPulg.	Amperaje
2.50	3/32	70- 90
3.20	1/8	90-120
4.00	5/32	120-150
5.00	3/16	150-180



**Aplicaciones:**

- Soldadura para aceros no templables (aceros dulces).
- Carpintería metálica.
- Estructuras y bastidores para máquinas.
- Chapas gruesas y delgadas

LARGO: 350 mm.

PESO POR CAJA: 20 kg./44 lbs.

9



## ELECTRODO CELULOSICO ESPECIAL

**C - 10**

Norma: AWS E 6010

Color de Revestimiento: rojo ladrillo | Identificación: sin color

C	0.12%	Mn	0.6%	Si	0.25%
---	-------	----	------	----	-------

\*Valores típicos

**Características:**

Es un electrodo de penetración profunda y uniforme que difiere del E6010 convencional por tener determinadas características especiales de soldabilidad en posición vertical descendente. Ideal para pasadas de raíz en la soldadura de oleoductos, donde la alta velocidad, el control del arco y la rápida solidificación de la escoria son sumamente importantes.

**Aprobación:**

**AMERICAN BUREAU OF SHIPPING**

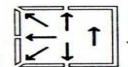
**Propiedades Mecánicas:**

Resistencia a la Tracción	Límite Elástico	Elongación
48 -51 kg/mm <sup>2</sup>	40 - 43 kg/mm	24-26%

\*Valores típicos

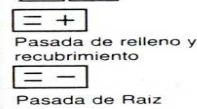
**Posiciones de Soldar:**

Plana, horizontal, sobrecabeza, vertical ascendente, vertical descendente



**Corriente y Polaridad:**

Para corriente continua Electrodo al polo positivo		
Ø	1/8"	5/32"
Amp. Mín.	80	110
Amp. Máx.	120	150



**Aplicaciones:**

- Especial para tuberías de petróleo (oleoductos) de los tipos API 5L, X42, X46, X52.
- Tanques de almacenamiento
- Recipientes de presión
- Tuberías en general para la conducción de fluidos

LARGO: 350 mm.

PESO POR CAJA: 20 kg. / 44 lbs.

10

## ELECTRODO RUTILICO

**R - 10**

Norma: AWS E 6013

Color de Revestimiento: Gris Claro | Identificación: Punta Azul

C	0.09%	Mn	0.5%	Si	0.3%
---	-------	----	------	----	------

\*Valores típicos

**Características:**

Electrodo diseñado para depositar cordones y filetes de un aspecto excelente y sobresalientes características mecánicas. Es un electrodo de arranque rápido en frío, de fácil remoción de escoria, que en muchos casos se desprende sola. Gran velocidad de avance y poca pérdida por salpicadura.

**Aprobación:**

**AMERICAN BUREAU OF SHIPPING**

**Propiedades Mecánicas:**

Resistencia a la Tracción	Elongación
48-56 kg./mm <sup>2</sup>	20- 22%
68.000-80.000 Lb/pulg. <sup>2</sup>	

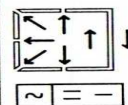
\*Valores típicos

**Posiciones de Soldar:**

Plana, horizontal, sobrecabeza, vertical ascendente, vertical descendente.

**Corriente y Polaridad:**

Para corriente alterna o continua Electrodo al polo negativo y positivo		
Ø mm	Ø Pulg	Amperaje
2.50	3/32	60-85
3.20	1/8	90-130
4.00	5/32	140-180
5.00	3/16	180-240



**Aplicaciones:**

- Especialmente carpintería metálica con láminas delgadas, carrocerías, chasis.
- Todo tipo de recipiente sometido o no a presión.
- Calderería.
- Fabricación de puertas y ventanas.

LARGO: 350 mm.

PESO POR CAJA: 20 kg. / 44 lbs.

11

# ELECTRODO BASICO BAJA ALEACION

**B - 10**

Norma:

AWS

E 7018

Color de Revestimiento: Gris

Identificación: Punta Blanca

**Análisis del**

C	0.08%	Mn	1.0%	Si	0.6%
---	-------	----	------	----	------

**Metal Depositado:**

\*Valores típicos

**Características:**

Electrodo con revestimiento de bajo hidrógeno, con polvo de hierro. Indicado para la soldadura de aceros de alta resistencia a la tracción (56 kg/mm<sup>2</sup> Máx) así como para aceros de construcción. Su arco es sumamente estable, poco chisporroteo y para mejores resultados úsese arco corto. Se recomienda mantener un arco corto para garantizar buenos resultados en inspecciones radiográficas. Para trabajos de alta responsabilidad es necesario secarlos a 350°C durante una hora.

**Aprobación:**

**AMERICAN BUREAU OF SHIPPING**

**Propiedades Mecánicas:**

Resistencia a la Tracción	Elongación	Resistencia al Impacto
54-57 kg/mm <sup>2</sup>	30 - 34%	CHARPY-V
76.000		Joules
81.000 lbs/pulg <sup>2</sup>		70 - 90 (-29°C)

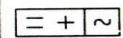
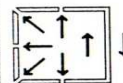
\*Valores típicos

**Posiciones de Soldar:**

Plana, horizontal, sobrecabeza, vertical ascendente, vertical descendente

**Corriente y Polaridad:**

Para corriente continua o alterna Electrodo al polo positivo		
ø mm	ø Pulg.	Amperaje
3.20	1/8	100-140
4.00	5/32	140-190
5.00	3/16	190-250



**Aplicaciones:**

- Para aceros de mediano y bajo carbono, baja aleación
- Para aceros laminados en frío, por sus características de resistencia a la deformación a altas temperaturas, su fácil manejo y óptimo rendimiento, es especialmente adecuado.
- Para soldadura de tuberías de vapor.
- Calderas de alta presión, tanques.
- Piezas para maquinaria pesada.
- Construcciones metálicas en obra.
- Reparaciones Navales.

**IMPORTANTE:**

Los electrodos húmedos o con manchas de grasa, deben destruirse

**LARGO:** 350 mm.

**PESO POR CAJA:** 20 kg/44 lbs

# **ANEXO G**

**DIBUJO DEL COCHE DE EQUIPO PARA RECARGA DE NITRÓGENO**

# **ANEXO H**

**DIBUJO DE CAJA PORTA REGULADOR**

**(CPR)**

# **ANEXO I**

**DIBUJO DE LA JAULA DE SEGURIDAD**

# **ANEXO J**

**TRAZABILIDAD DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO**

# OPERATING INSTRUCTIONS

## REGULATORS (ALL MODELS)

**▽ WARNING! READ CAREFULLY AND COMPLETELY BEFORE USING EQUIPMENT. KEEP FOR REFERENCE.**

NOTICE: Throughout this publication, "Dangers", "Warnings" and "Cautions" are used to alert the Technician to special instructions concerning a particular service or operation that may be hazardous if performed incorrectly or carelessly. Observe them carefully! These "Safety Alerts" alone cannot eliminate the hazards that they signal. Strict compliance to these special instructions when performing the service, plus "common sense" operation, are major accident prevention measures. OSHA 29 CFR 1910.252 D xiii and xiv A states, "Management shall recognize its responsibility for the safe usage of cutting and welding equipment on its property and the supervisor shall be responsible for the safe handling of the cutting and welding equipment and the safe use of the cutting or welding process."

### DEFINITIONS

- ▽ **DANGER:** Immediate hazards which **CAN** result in severe injuries or death, damages and losses.
- ▽ **WARNING:** Hazards or unsafe practices which **COULD** result in severe injuries or death, damages and losses.
- ▽ **CAUTION:** Hazards or unsafe practices which **COULD** result in injuries, property damage and losses.

▽ **WARNING:** We could not possibly know of and advise the service trade of all conceivable procedures by which a service might be performed and of the possible hazards and/or results of each method. We have not undertaken any such wide evaluation. Therefore, anyone who uses a service procedure and/or tool, which is not recommended by the manufacturer, first must completely satisfy themselves that neither they, the product's safety, nor the area in which the work is being performed, will be endangered by the service procedure selected.

▽ **WARNING: DO NOT OPERATE THIS EQUIPMENT UNLESS THE USER IS FULLY TRAINED IN THE SAFE USE OF PRESSURE REDUCING REGULATORS AND THEIR RELATED COMPONENTS.** The safe and effective use of this equipment depends on the Technician fully understanding and carefully following practical time-tested safety and operating instructions to prevent and avoid unnecessary painful injuries and costly property damages and losses due to improper equipment use. Use the regulator only for the gas or gases and service for which it is intended. It is against the manufacturer's warranty and liability-promises to use or sell CO<sub>2</sub> regulators for dispensing of beer. For purging and pressure testing, always use a pressure reducing regulator. **USE PROPER EYE PROTECTION.** NOTE: Per OSHA standards (29 CFR 1910.252) a pressure reducing regulator shall be used with all compressed gas cylinders.

▽ **WARNING:** For adequate personal safety, the user must be fully aware at all times when using torches as flame tools that the torch flame reaches almost 6000°F and the work piece can reach high heats of almost 3000°F, which produce flying sparks, molten metal slag, fumes and intense light rays, all of which can be hazardous without proper precautions and protection **before lighting the torch and starting work. DO NOT BREATHE FUMES.**

Proper "head-to-toe" protection includes hair and head coverage, safety tempered lens eye goggles (shade 5 minimum), body coverage including gloves and shoes. Avoid wearing anything flammable or clothing that has been exposed to flammables (oil, grease, solvents, etc.). Sparks and molten materials have a way of finding the unprotected areas, so be properly prepared before starting work.

▽ **DANGER:** Adequate ventilation must be provided, especially in confined work areas to remove harmful fumes and provide an adequate air supply for the user and the equipment. **DO NOT BREATHE FUMES.** For safety sake, double check all the equipment for leaks **BEFORE** entering a confined work area. Any leak in a confined space can cause serious problems. (Important: Pure oxygen will rapidly increase burning of almost any ignited material especially oil and grease and must never be allowed to saturate a confined work area. Oxy-Fuel/Vapor or Air-Fuel/Vapor concentrations in confined unventilated areas can also be hazardous and explosive if ignited.) **DO NOT** use a torch on containers or pipes unless they are properly cleaned, purged and vented or if vapor gas fumes are present. Flammable gases and vapors can explode if ignited by using a torch on a container or pipe line. Fuel gases have an odor; if the user smells gas **DO NOT use the equipment** until the source of the leak is located and stopped, and until the surrounding area is properly ventilated and safe to continue work. Some solvents and chemicals may become toxic and hazardous when heated – **DO NOT BREATHE FUMES.**

▽ **WARNING: CALIFORNIA PROPOSITION 65:** This product, when used for welding, soldering, brazing, cutting and other metal working or flame processes, produces fumes, particulates, residues and other by-products which contain chemicals known to the State of California to cause cancer and birth defects or other reproductive harm. ▽ **WARNING:** This product contains chemicals known to the State of California to cause cancer and birth defects or other reproductive harm.

▽ **DANGER:** Never use a regulator to pressurize any tank, drum or container above its manufacturer's recommended pressures. Be aware that regulator pressure relief devices are designed to protect the regulator only. Downstream equipment should be protected with its own pressure relief device of proper size and capacity.

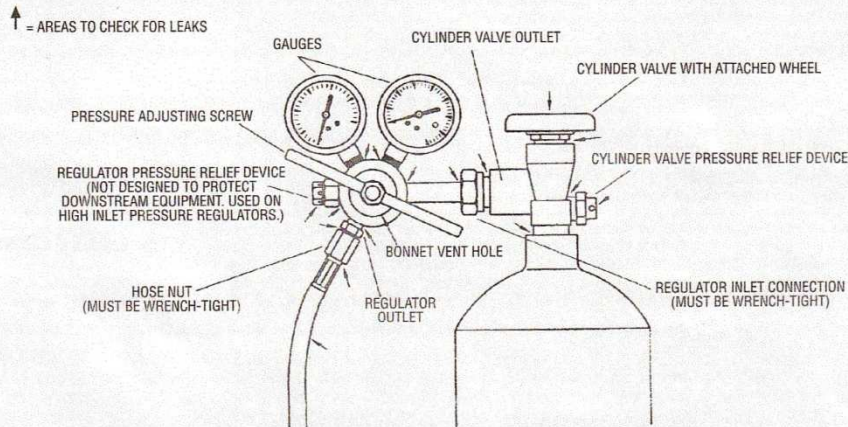
▽ **WARNING:** Fire protection must be provided for the work area. The user must be fully aware of the impact of the torch flame, sparks and molten materials on both the immediate work area and surroundings including hoses and other equipment. (**Sparks can fly over 35 feet**). Remove all flammables where possible and carefully cover or shield anything that can possibly catch fire or explode (or both) with fireproof materials. Carefully check out the area after work is completed for places where sparks or molten material could light and smolder. A fire watch is recommended for at least one hour after work is completed. Always have the proper fire fighting equipment available for immediate use. It is a good idea to have a bucket of water available in the work area at all times. A water bucket is also handy for leak testing torches and hoses, cooling work, or catching molten metal and slag.

▽ **WARNING:** Keep hoses and everything that can burn or explode clear of sparks and hot metal.

**CAUTION FLOWGAUGE:** Flowgauge regulators must have the same outlet orifice size as printed on the gauge dial. **FLOWMETER:** Uniweld flowmeter regulators must be preset to 50 psig to operate properly. All flowmeters must have a properly set pressure reducing regulator between the cylinder and flowmeter.

#### C. TO CHECK FOR LEAKS:

**WARNING: DO NOT USE THE EQUIPMENT UNTIL ALL CONNECTIONS AND EQUIPMENT ARE LEAK FREE ESPECIALLY IF SOMEONE ELSE HAS USED THE EQUIPMENT.** Properly pressurize the system. To check for leaks, close the cylinder valve and turn the pressure adjusting screw one turn counterclockwise (to the left). If the high pressure gauge reading drops, there can be a leak in the cylinder valve connection or high pressure gauge connection. If the low pressure gauge drops, there can be a leak in the equipment valves, hose connections, hose, low pressure gauge connection or check for diaphragm leak at the bonnet vent hole. Check for leaks using proper leak testing solution. If the high pressure gauge drops and at the same time the low pressure gauge rises, there is a leak in the regulator seat. **DO NOT USE THE EQUIPMENT UNTIL THERE ARE NO LEAKS IN THE SYSTEM. (SEE FIGURE 1 BELOW.)**



**WARNING: DO NOT use leaking or damaged equipment, or equipment that does not operate properly. Have the equipment repaired safely or replace it and avoid user hazard.**

**WARNING: To avoid and prevent injuries, death, property damage and destruction, the user must always be fully alert and be aware of hazardous conditions. Medications that cause drowsiness should not be used when using this equipment.**

**CAUTION:** The user must at all times practice good reasonable "common sense" operating procedures and precautions when using gas torch equipment.

**CAUTION:** The regulator must be repaired by Uniweld or an Authorized repair station, using Uniweld parts. Special technical training is required to service or repair cutting, welding and ancillary equipment. **NOTE:** Per OSHA standards (29CFR 1910.252) only properly instructed skilled personnel shall perform repairs on regulators.

#### D. TO TURN ON:

Turn on the cylinder valve properly. Adjust the regulator to meet the specifications of the downstream equipment used. Turn pressure adjusting screw clockwise to increase pressure and turn pressure adjusting screw counterclockwise to reduce pressure and shut off. Do not exceed the manufacturer's recommended pressure settings. Now the user is ready to operate downstream equipment. In flow condition, if the pressure drop is too great, the user may want to increase the pressure by turning the pressure adjusting screw clockwise (to the right) to the manufacturer's recommended pressure setting for that piece of equipment. **AT NO TIME should the user exceed the manufacturer's recommended pressure setting or the WORKING pressure of the hose.**

**CAUTION:** Provide adequate gas supplies. Use maximum pressure on large heating tips; avoid backfire and flashback conditions on low gas flows. Fuel gas/acetylene flame must have excessive smoking cleared to provide adequate gas flow – increase fuel/acetylene regulator pressure enough to clear smoke from flame. Shut off oxygen first to avoid backfire – flame cannot burn back without oxygen. Large tips may require manifolded cylinders for adequate gas supply(s).

#### E. TO SHUT DOWN:

After work is completed, the downstream equipment should be turned off, the cylinder valve(s) should be closed, the downstream equipment should be safely vented. Then the regulator pressure adjusting screw should be turned counterclockwise (to the left) until all spring pressure is relieved. Close all downstream valves, and secure the equipment. Now the shutdown is complete.

WARRANTIES EXPRESSED OR IMPLIED INCLUDING WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS OF PURPOSE ARE NULL AND VOID IF THE EQUIPMENT IS ALTERED, DAMAGED OR MISUSED IN ANY WAY OR IF THE EQUIPMENT IS NOT REPAIRED BY UNIWELD OR A UNIWELD AUTHORIZED REPAIR STATION USING UNIWELD PARTS. (IMPROPER PARTS OR REPAIRS MAY VOID WARRANTIES AND LISTING). REGULATORS UL LISTED. **NOTE:** Per OSHA standards (29 CFR 1910.252) only properly instructed skilled personnel shall perform repairs on equipment.

**WARRANTY CLAUSE:** Uniweld believes the information contained herein to be reliable. However, the technical information is given by Uniweld without charge and the user shall employ such information at his own discretion and risk. Uniweld assumes no responsibility for results or damages incurred from the use of such information in whole or in part.

**IF YOU HAVE QUESTIONS REGARDING THE SAFE AND PROPER OPERATION OF THIS EQUIPMENT,  
PLEASE CONTACT OUR TECHNICAL SERVICE CENTER AT 1-800-323-2111  
MON. - FRI. (Excluding Holidays) 8:15 to 4:45 PM EST.**

Additional technical information is available from American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, Florida 33126; Rubber Manufacturer's Association (Hoses), 1400 K Street, N.W., Suite 900, Washington, DC 20005; National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, P.O. Box 9101, Quincy, MA 02269-9101; American National Standards Institute, 25 West 43rd Street, New York, NY 10036; Compressed Gas Association, Inc., 4221 Walney Road, 5th Floor, Chantilly, VA 20151-2923



#### A. BEFORE CONNECTING:

Select the regulator for the proper gas service and pressures.

#### CYLINDERS:

Cylinders must be secured UPRIGHT. They must have ADEQUATE GAS SUPPLY TO AVOID DANGEROUS EMPTY CYLINDER CONDITIONS WHICH CAN RESULT IN REVERSE GAS FLOW. Always provide SAFE STORAGE – the valves must be closed when not in use or empty. Always use protective caps on the stored or empty cylinders. Acetylene cylinders need to be stored in an upright position if immediate use will be required. Otherwise 24 hours in an upright (valve up) position is recommended before use. NOTE: Most cylinders should be used in the upright position. If there are any questions, see the cylinder manufacturer's or equipment manufacturer's recommendations. Cylinder outlet valves shall be inspected for cleanliness and damage before connecting to the regulator inlet. **IF DAMAGED OR DIRTY, DO NOT USE; contact your gas supplier for instructions.** OSHA 29 CFR 1910-253 iii C states, "Before connecting a regulator to a cylinder valve, the valve shall be opened slightly and closed immediately. The valve shall be opened while standing to one side of the outlet; never in front of it. Never crack the fuel-gas cylinder valve near other welding work or near sparks, flame, or other possible sources of ignition."

⚠ **WARNING:** Keep cylinders clear of flames, electric arcs and other dangerous situations.

⚠ **DANGER:** DO NOT store cylinders and equipment in unventilated confined spaces, closed vehicles or trunks, rooms used for habitation or near any source of heat or ignition. Gas leaks can cause a fire or explosion when ignited.

#### B. TO CONNECT:

#### REGULATORS:

Regulators must be **CLEAN and OIL FREE**. The regulator inlet connections must be **WRENCH-TIGHT** and have **NO LEAKS**. The regulator outlet connection should be wrench tight, unless the connection requires a special seal or gasket. The regulator must be turned OFF before opening the cylinder valve and CLOSED after the work is completed to avoid any leaks from the cylinder. Always OPEN the cylinder valve SLOWLY. All connections to the regulators must be leak tested and free from leaks before use.

⚠ **CAUTION:** Never stand in FRONT of or in BACK of the regulator when opening or closing the cylinder valve. Always stand to the side with the cylinder valve between you and the regulator. The oxygen cylinder valve should be OPENED SLOWLY until the cylinder contents gauge stops moving and then sufficiently to provide adequate flow. The fuel-gas/acetylene cylinder valve should be opened a maximum of 3/4 of a turn. Where a special wrench is required, it should be left in position on the stem of the valve while the cylinder is in use so that the fuel-gas/acetylene flow can be quickly turned off in case of an emergency.

To ADJUST the REGULATOR, turn the PRESSURE ADJUSTING SCREW CLOCKWISE (to the right) to INCREASE the pressure and COUNTERCLOCKWISE (to the left) to DECREASE the pressure and turn OFF the regulator.

1. Attach the inlet connection nut to the cylinder valve – make sure the threads engage properly – to prevent leaks, tighten securely with a wrench, but do not use excessive force – it can damage the nut and the valve threads. NOTE: (Uniweld CO2 inlet connections use an O-ring seal, not a fiber washer).

2. Turn the pressure adjusting screw counterclockwise (to the left) until tension is fully released to shut off the regulator. NOTE: The regulator should always be shut off when not in use – this helps avoid gas loss if the cylinder or equipment valves leak or are not shut off properly.

3. ⚠ **WARNING:** DO NOT try to exceed the maximum pressure psig rating of the regulator or the gauges. The gauge mechanisms can be damaged. DO NOT use acetylene over 15 psig. Turn the regulator adjusting screw clockwise (to the right) for the proper delivery pressure. EXAMPLE: 125 psig rated delivery pressure regulator uses a 200 psi gauge and a 4000 psi gauge for 3000 psig maximum inlet rating at 125°F. This provides a safety factor for the pressure gauge.

#### HOSES:

Before use, examine the hose for damage such as cuts, nicks, abrasions, pin holes, etc. Always connect the hose WRENCH-TIGHT to the regulator outlet (if regulator check valves/flashback arrestors are used, connect the hose WRENCH-TIGHT to the regulator outlet check valve/flashback arrestor, or valves), making sure that the OXYGEN hose connection (the GREEN HOSE with the RIGHT HAND threaded fittings) is always connected to the OXYGEN REGULATOR. The FUEL GAS/ACETYLENE REGULATOR has a RED HOSE and the outlet fittings of the regulator are LEFT HAND threaded matching the LEFT HAND threaded hose connections. Check used hoses for damage or cracks, especially bending areas near hose connections and leak test before using. Repair or replace any doubtful hose.

NOTE: Blow out new or used hose with 5 psig from the regulators BEFORE connecting to the downstream service (vent gases safely). Check the connections for leaks using a proper leak testing solution.

⚠ **CAUTION:** AT NO TIME during use should the operating pressure exceed the manufacturer's recommended PRESSURE settings or the WORKING pressure of the hose.

#### PRESSURE RELIEF DEVICE:

⚠ **WARNING:** The regulator pressure relief device is designed to protect the regulator outlet pressure gauge – NOT DOWNSTREAM SYSTEMS. All systems must have a proper capacity pressure relief device or other suitable means of excess pressure protection included downstream of the regulator when pressurizing a closed container or any system which requires excess pressure protection to avoid personal injury and equipment damage.

#### REGULATOR PLASTIC OR RUBBER PARTS:

⚠ **DANGER:** Regulator plastic parts such as gauge lenses and flowmeter tubes or rubber parts like diaphragms, O-rings, and high-pressure seats should avoid contact with solvents. Solvents can damage these parts.

# RHT 83 Medium Duty Regulators

- Machined brass body
- Polished chrome bonnet
- Easy-to-read single scale 2-½" gauges
- 1-5/8" tri-layered reinforced neoprene diaphragm first stage
- 2" tri-layered reinforced neoprene diaphragm second stage
- Heavy duty mechanical stem type seat & nozzle assemblies
- Delrin bushing for smooth flow adjustment
- Porous metal inlet filter (except CO<sub>2</sub> models)
- Fine mesh filter screen between inlet seat and body
- Pressure relief device for low pressure gauge protection only
- UL Listed

## Maximum Inlet 3000PSIG

**Dimensions:** Depth 8-1/4", Width 7-1/4", Height 6", Weight 4 lb

Two **Stage Regulators** have minimal pressure rise with cylinder pressure decrease. **Note:** The standard cubic foot per hour flows are obtained with the **regulator outlet** full open with no restrictions - using a preset outlet pressure and with a decreasing cylinder pressure. PSIG - pounds per sq. in. gauge SCFH - standard cu. ft. per hour.

Part #	UPC #	CGA Inlet	Outlet Connection	Del PSIG	Replacement 2½" Gauges Part #
RHT8310	11800	OXYGEN 540	"B" (RH) 9/16"-18(M)	5-125	G24S, 200 PSI G27S, 4000 PSI
RHT8311	11801	ACETYLENE 510	"B" (RH) 9/16"-18(M)	2-15	G22S, 30 PSI G21S, 400 PSI
RHT8311-1	11802	ACETYLENE 300	"B" (LH) 9/16"-18(M)	2-15	G22S, 30 PSI G21S, 400 PSI
RHT8311- CND	11803	ACETYLENE CLA	"B" (LH) 9/16"-18(M)	2-15	G22S, 30 PSI G21S, 400 PSI
RHT8312	11804	LPG & ALL FUEL GAS 510	"B" (LH) 9/16"-18(M)	2-40	G22S, 30 PSI G21S, 400 PSI
RHT8313	11805	CARBON DIOXIDE 320	5/8"-18 (RH) (F)	5-125	G25S, 60 PSI G21S, 400 PSI
RHT8314	11806	ARGON 580	5/8"-18 (RH) (F)	5-125	G24S, 200 PSI G89S, 2000 PSI
RHT8315	11807	NITROGEN 580	5/8"-18 (RH) (F)	5-125	G24S, 200 PSI G27S, 4000 PSI
RHT8315A-1	11808	NITROGEN 580	1/4" FLARE (M)	5-125	G24S, 200 PSI G27S, 4000 PSI
RHT8316	11809	HELIUM 580	5/8"-18 (RH) (F)	5-125	G24S, 200 PSI G27, 4000 PSI
RHT8317	11810	HYDROGEN 350	"B" (LH) 9/16"-18(M)	5-125	G24S, 200 PSI G27S, 4000 PSI
RHT8318	11811	AIR 346	9/16"-18 (RH) (M)	5-125	G24S, 200 PSI G27S, 4000 PSI
RHT8318A-1	11812	AIR 346	1/4" FLARE (M)	5-125	G24S, 200 PSI G27S, 4000 PSI

**Parker Safety Guide for Selecting and Using Hose, Tubing, Fittings and Related Accessories**  
 Parker Publication No. 4400-B.1  
 Revised: May, 2002

**WARNING:** Failure or improper selection or improper use of hose, tubing, fittings, assemblies or related accessories ("Products") can cause death, personal injury and property damage. Possible consequences of failure or improper selection or improper use of these Products include but are not limited to:

- Fittings thrown off at high speed.
- High velocity fluid discharge.
- Explosion or burning of the conveyed fluid.
- Electrocutation from high voltage electric powerlines.
- Contact with suddenly moving or falling objects that are controlled by the conveyed fluid.
- Injections by high-pressure fluid discharge.
- Dangerously whipping hoses.
- Contact with conveyed fluids that may be hot, cold, toxic or otherwise injurious.
- Sparking or explosion caused by static electricity buildup or other sources of electricity.
- Sparking or explosion while spraying paint or flammable liquids.
- Injuries resulting from inhalation, ingestion or exposure to fluids.

Before selecting or using any of these Products, it is important that you read and follow the instructions below. Only Hoses from Parker's Strablock Products Division is approved for in flight aerospace applications, and no other Hoses can be used for such in flight applications.

#### 1.0 GENERAL INSTRUCTIONS

**1.1 Scope:** This safety guide provides instructions for selecting and using (including assembling, installing, and maintaining) these Products. For convenience, all rubber and/or thermoplastic products commonly called "hose" or "tubing" are called "Hose" in this safety guide. All assemblies made with Hoses are called "Hose Assemblies". All products commonly called "fittings" or "couplings" are called "Fittings". All related accessories (including crimping and swaging machines and tooling) are called "Related Accessories". This safety guide is a supplement to and is to be used with, the specific Parker publications for the specific Hose, Fittings and Related Accessories that are being considered for use.

**1.2 Fail-Safe:** Hoses, and Hose Assemblies and Fittings can and do fail without warning for many reasons. Design of systems and equipment in a fail-safe mode, so that failure of the Hose or Hose Assembly or Fitting will not endanger persons or property.

**1.3 Distribution:** Provide a copy of this safety guide to each person that is responsible for selecting or using Hose and Fitting products. Do not select or use Parker Hose or Fittings without thoroughly reading and understanding this safety guide as well as the specific Parker publications for the products considered or selected.

**1.4 User Responsibility:** Due to the wide variety of operating conditions and applications for Hoses and Fittings, Parker and its distributors do not represent or warrant that any particular Hose or Fitting is suitable for any specific end use system. This safety guide does not analyze all technical parameters that must be considered in selecting a product. The user, through its own analysis and testing, is solely responsible for:

- Making the final selection of the Hose and Fitting.
- Assuring that the user's requirements are met and that the application presents no health or safety hazards.
- Providing all appropriate health and safety warnings on the equipment on which the Hose and Fittings are used.
- Assuring compliance with all applicable government and industry standards.

**1.5 Additional Questions:** Call the appropriate Parker technical service department if you have any questions or require any additional information. See the Parker publication for the product being considered

or used, or call 1-800-CRANKER, or go to [www.parker.com](http://www.parker.com), for telephone numbers of the appropriate technical service department.

#### 2.0 HOSE AND FITTING SELECTION INSTRUCTIONS

**2.1 Electrical Conductivity:** Certain applications require that the Hose be nonconductive to prevent electrical current flow. Other applications require the Hose and the Fitting and the Hose/Fitting interface to be sufficiently conductive to drain off static electricity. Extreme care must be exercised when selecting Hose and Fittings for these or any other applications in which electrical conductivity or nonconductivity is a factor.

The electrical conductivity or nonconductivity of Hose and Fittings is dependent upon many factors and may be susceptible to change. These factors include but are not limited to the various materials used to make the Hose and the Fittings, Fitting finish (some Fitting finishes are electrically conductive while others are nonconductive), manufacturing methods (including moisture control), how the Fittings contact the Hose, age and amount of deterioration or damage or other changes, moisture content of the Hose at any particular time, and other factors.

The following are considerations for electrically nonconductive and conductive Hoses. For other applications consult the individual catalog pages and the appropriate industry or regulatory standards for proper selection.

**2.1.1 Electrically Nonconductive Hoses:** Certain applications require that the Hose be nonconductive to prevent electrical current flow or to maintain electrical isolation. For these applications that require Hoses to be electrically nonconductive, including but not limited to applications near high voltage electric lines, only special nonconductive Hoses can be used. The manufacturer of the equipment in which the nonconductive Hose is to be used must be consulted to be certain that the Hose and Fittings that are selected are proper for the application. Do not use any Parker Hose or Fitting for any such application requiring nonconductive Hoses, including but not limited to applications near high voltage electric lines, unless (i) the application is expressly approved in the Parker technical publication for the product, (ii) the Hose is marked "nonconductive", and (iii) the manufacturer of the equipment on which the Hose is to be used specifically approves the particular Parker Hose and Fitting for such use.



premature hose failure. Any hose that has been kinked or bent to a radius smaller than the minimum bend radius, and any hose that has been cut or is cracked or is otherwise damaged, should be removed and discarded.

**2.12 Proper End Fitting:** See instructions 3.2 through 3.5. These recommendations may be substantiated by testing to industry standards such as SAE J517 for hydraulic applications, or MIL-A-5070, AS1336, or AS3547 for hoses from Parker's Sitalflex Products Division for aerospace applications.

**2.13 Length:** When establishing a proper hose length, motion absorption, hose length changes due to pressure, and hose and machine tolerances and movement must be considered.

**2.14 Specifications and Standards:** When selecting hose and fittings, government, industry, and Parker specifications and recommendations must be reviewed and followed as applicable.

**2.15 Hose Cleanliness:** Hose components may vary in cleanliness levels. Care must be taken to insure that the hose assembly selected has an adequate level of cleanliness for the application.

**2.16 Fire Resistant Fluids:** Some fire resistant fluids that are to be conveyed by hose require use of the same type of hose as used with petroleum base fluids. Some such fluids require a special hose, while a few fluids will not work with any hose at all. See instructions 2.5 and 1.5. The wrong hose may fail after a very short service. In addition, all liquid but pure water may burn fiercely under certain conditions, and even pure water leakage may be hazardous.

**2.17 Radiant Heat:** Hose can be heated to destruction without contact by such nearby items as hot manifolds or molten metal. The same heat source may then initiate a fire. This can occur despite the presence of cool air around the hose.

**2.18 Welding or Brazing:** When using a torch or welder in close proximity to hydraulic lines, the hydraulic lines should be removed or shielded with appropriate fire resistant materials. Flame or weld spatter could burn through the hose and possibly ignite escaping fluid resulting in a catastrophic failure. Heating of plated parts, including hose fittings and adapters, above 450°F (232°C) such as during welding, brazing, or soldering may emit deadly gases.

**2.19 Atomic Radiation:** Atomic radiation affects all materials used in hose assemblies. Since the long-term effects may be unknown, do not expose hose assemblies to atomic radiation.

**2.20 Aerospace Applications:** The only hose and fittings that may be used for in flight aerospace applications are those available from Parker's Sitalflex Products Division. Do not use any other hose or fittings for in flight applications. Do not use any hose or fittings from Parker's Sitalflex Products Division with any other hose or fittings, unless expressly approved in writing by the engineering manager or chief engineer of Sitalflex Products Division and verified by the user's own testing and inspection to aerospace industry standards.

**2.21 Unlocking Couplings:** Ball locking couplings or other couplings with disconnect sleeves can unintentionally disconnect if they are dragged over obstructions or if the sleeve is bumped or moved enough to cause disconnect. Threaded couplings should be considered where there is a potential for accidental uncoupling.

### 3.0 HOSE AND FITTING ASSEMBLY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS

**3.1 Component Inspection:** Prior to assembly, a careful examination of the hose and fittings must be performed. All components must be checked for correct style,

size, catalog number, and length. The hose must be examined for cleanliness, obstructions, blisters, cover looseness, kinks, cracks, cuts or any other visible defects. Inspect the fitting and seating surfaces for burrs, nicks, corrosion or other imperfections. Do NOT use any component that displays any signs of nonconformance.

**3.2 Hose and Fitting Assembly:** Do not assemble a Parker fitting on a Parker hose that is not specifically listed by Parker for that fitting, unless authorized in writing by the engineering manager or chief engineer of the appropriate Parker division. Do not assemble a Parker fitting on another manufacturer's hose or a Parker hose on another manufacturer's fitting unless (i) the engineering manager or chief engineer of the appropriate Parker division approves the assembly in writing or that combination is expressly approved in the appropriate Parker literature for the specific Parker product, and (ii) the user verifies the assembly and the application through analysis and testing. For Parker hoses that does not specify a Parker fitting, the user is solely responsible for the selection of the proper fitting and hose assembly procedure. See instruction 1.4.

The Parker published instructions must be followed for assembling the fittings on the hose. These instructions are provided in the Parker fitting catalog for the specific Parker fitting being used, or by calling 1-800-CRUMPER, or at [www.parker.com](http://www.parker.com).

**3.3 Related Accessories:** Do not crimp or swage any Parker hose or fitting with anything but the listed swage or crimp machine and die in accordance with Parker published instructions. Do not crimp or swage another manufacturer's fitting with a Parker crimp or swage die unless authorized in writing by the engineering manager or chief engineer of the appropriate Parker division.

**3.4 Parts:** Do not use any Parker fitting part (including but not limited to socket, shell, nipple, or insert) except with the correct Parker mating parts, in accordance with Parker published instructions, unless authorized in writing by the engineering manager or chief engineer of the appropriate Parker division.

**3.5 Reusable/Permanent:** Do not reuse any field attachable (reusable) hose fitting that has blown or pulled off a hose. Do not reuse a Parker permanent hose fitting (crimped or swaged) or any part thereof. Complete hose assemblies may only be reused after proper inspection under section 4.0. Do not assemble fittings to any previously used hydraulic hose that was in service, for use in a fluid power application.

**3.6 Pre-Installation Inspection:** Prior to installation, a careful examination of the hose assembly must be performed. Inspect the hose assembly for any damage or defects. Do NOT use any hose assembly that displays any signs of nonconformance.

**3.7 Minimum Bend Radius:** Installation of a hose at less than the minimum listed bend radius may significantly reduce the hose life. Particular attention must be given to preclude sharp bending at the hose to fitting juncture. Any bending during installation at less than the minimum bend radius must be avoided. If any hose is kinked during installation, the hose must be discarded.

**3.8 Twist Angle and Orientation:** Hose assembly installation must be such that relative motion of machine components does not produce twisting.

**3.9 Securement:** In many applications, it may be necessary to restrain, protect, or guide the hose to protect it from damage by unnecessary flexing, pressure surges, and contact with other mechanical components. Care must be taken to insure such restraints do not introduce additional stress or wear points.





TUBERIA DE ACERO AL CARBONO  
API 5L / ASTM A53 / A106

[www.vemacero.com](http://www.vemacero.com)

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm <sup>2</sup>	psi	Kg/cm <sup>2</sup>
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160			2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-			2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176



**TUBERIA DE ACERO AL CARBONO**  
**API 5L / ASTM A53 / A106**

[www.vemacero.com](http://www.vemacero.com)

**Normas de Fabricación ASTM A53**

Los tubos para conducción de fluidos tales como agua, vapor, gas y aire a altas presiones, son fabricados bajo la norma **ASTM A 53**. Estos tubos son aptos para operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío.

Para validar las exigencias de las normas de fabricación el fabricante realiza ensayos y verificación en los tubos procesados en sus instalaciones. En el caso de conducción de fluidos se realizan ensayos dependiendo de la designación comercial del tubo.

Para Designaciones Comerciales Mayores a 50 DNH (1) (2 NPS(2)): ensayo de aplastamiento, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, ensayo de ultrasonido al cordón de soldadura, verificación dimensional del tubo, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, prueba hidrostática, ensayo no destructivo e inspección visual.

Para Designaciones Comerciales Menores o Iguales a 50 DN (2 NPS): ensayo de expansión, ensayo de doblado, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, verificación dimensional del tubo, prueba hidrostática, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, ensayo no destructivo e inspección visual.

**Condiciones de Extremos**

- Biselados o Refrentados.
- Roscados (según norma ANSI B1.20.1).

**Acabados**

- Negro (acabado de laminación o con protección de aceite inhibidor de la oxidación).
  - Galvanizado (recubiertos de Zinc).
  - Barnizado (película protectora para conservación de los tubos en traslados bajo condiciones especiales o por requerimientos del cliente).
- El galvanizado del tubo en su superficie interna y externa se realiza a través de un proceso de inmersión en

**Propiedades Mecánicas**

Norma de Fabricación	Grado del Acero	Limite de Fluencia		Resistencia a la Tracción			
				Mínimo		Máximo	
		Mpa	psi	Mpa	psi	Mpa	psi
ASTM A53 Tipo E (ERW)	A	205	30,000	330	48,000	--	--
	B	240	35,000	415	60,000	--	--

**Requerimientos Químicos**

Norma de Fabricación	Grado del Acero	Porcentaje Maximo de los Elementos			
		C	Mn	P	S
		Carbono	Manganeso	Fosforo	Azufre
ASTM A53 Tipo E (ERW)	A	0,25	0,95	0,05	0,045
	B	0,30	1,20	0,05	0,045

**Chapas gruesas**

Espesor		Peso [N/m <sup>2</sup> ]
[pulg.]	[mm]	
1/8	3.20	247.4
3/16	4.80	371.0
1/4	6.40	494.7
5/16	7.90	610.7
3/8	9.50	734.4
7/16	11.10	858.0
1/2	12.70	981.7
9/16	14.30	1105.4
5/8	15.90	1229.1
11/16	17.50	1352.8
3/4	19.10	1476.4
13/16	20.60	1592.4
7/8	22.20	1716.1
15/16	23.80	1839.7
1	25.40	1963.4
1 1/4	31.70	2450.4
1 1/2	38.10	2945.1
1 3/4	44.40	3432.1
2	50.80	3926.8
2 1/2	63.50	4908.6
3	76.30	5898.0

**Chapas finas**

Calibre B.W.G. (Birmingham Wire Gauge)

Espesor		Peso [N/m <sup>2</sup> ]
n°	[mm]	
10	3.40	262.8
11	3.05	235.8
12	2.76	213.3
13	2.41	186.3
14	2.10	162.3
15	1.83	141.5
16	1.65	127.5
17	1.47	113.6
18	1.24	95.9
19	1.07	82.7
20	0.89	68.8
21	0.81	62.6
22	0.71	54.9
23	0.63	48.7
24	0.56	43.3
25	0.51	39.4
26	0.46	35.6
28	0.36	27.8
30	0.30	23.2

**Chapas finas**

Calibre B.G. (Birmingham Gauge)

Espesor		Peso [N/m <sup>2</sup> ]
n°	[mm]	
10	3.10	239.6
11	2.76	213.3
12	2.45	189.4
13	2.19	169.3
14	1.94	150.0
15	1.73	133.7
16	1.55	119.8
17	1.38	106.7
18	1.23	95.1
19	1.09	84.3
20	0.97	75.0
21	0.86	66.5
22	0.77	59.5
23	0.69	53.3
24	0.61	47.2
25	0.54	41.7
26	0.48	37.1
28	0.38	29.4
30	0.30	23.2

**Tipos de acero**

Tipo	Grado		
	b	c	d
A-37	A37b	A37c	A37d
A-42	A42b	A42c	A42d
A-52	A52b	A52c	A52d

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	ESPESOR mm	PROBETA	CLASES DE ACERO									
			A37b	A37c	A37d	A42b	A42c	A42d	A52b	A52c	A 52d	
σ <sub>e</sub> K/mm <sup>2</sup> MÍNIMO		<16	24	24	24	26	26	26	36	36	36	
		16 <e <40	23	23	23	25	25	25	35	35	35	
		40 <e <63	22	22	22	24	24	24	34	34	34	
ALARGAMIENTO EN ROTURA MÍNIMO δ %	<40	LONG	26	26	26	24	24	24	22	22	22	
		TRANSV	24	24	24	22	22	22	20	20	20	
		40 <e <63	LONG	25	25	25	23	23	23	21	21	21
			TRANSV	23	23	23	24	21	21	19	19	19
RESISTENCIA A TRACCIÓN δ <sub>t</sub> K/mm <sup>2</sup>			37-48	37-45	37-45	42-53	42-50	42-50	52-62	52-62	52-62	
DOBLADO SATISFACTORIO ESPESOR α SOBRE MANDRIL DIÁMETRO		LONG	1α	1α	1α	2α	2α	2α	2.5α	2.5α	2.5α	
		TRANSV	2α	1.5α	1.5α	2.5α	2.5α	2.5α	3α	3α	3α	
RESILIENCIA	ENERGIA ABSORBIDA		2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	
	TEMPERATURA °C		+20	0	-20	+20	0	-20	+20	0	-20	


## **ANEXO K**

### **RUEDAS PARA TRANSPORTE DEL EQUIPO**



Serie: VW

**Ruedas con bandaje de goma blanda  
"Blickle-Soft",  
centro de chapa de acero**

 50 - 200 kg



**Blickle®  
Soft**



**Rueda:** Goma blanda "Blickle-Soft", perfil redondo, color negro, 90° Shore A, especialmente amortiguadora de ruidos.

**Llanta:** Estampado de chapa de acero, con cubo de tubo de acero, con cojinetes de agujas o cojinete a bolas, zincado - cromado.

Esta construcción especial de llanta de Blickle es muy resistente, incluso a efectos extremos de golpes y choques y destaca además por su elegante diseño (diseño premiado - "El buen diseño industrial").

Descripción detallada: Página 35

6

Más informaciones en internet: [www.blickle.com](http://www.blickle.com)

## Rueda

Referencia	Ø rueda (D) [mm]	Ancho rueda (T2) [mm]	Capacidad de carga [kg]	Tipo de eje	Ø eje (d) [mm]	Largo de cubo (T1) [mm]
<b>VW 125/15R</b>	125	37,5	50	Coj. de agujas	15	45
<b>VW 162/20R</b>	160	40	70	Coj. de agujas	20	60
<b>VW 202/26R</b>	200	50	100	Coj. de agujas	20	60
<b>VW 252/25R</b>	250	60	160	Coj. de agujas	25	65
<b>VW 260/20R</b>	260	85	200	Coj. de agujas	20	75
<b>VW 260/20K</b>	260	85	200	Coj. a bolas	20	75

# **ANEXO L**

## **PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES USADOS**

### Propiedades mecánicas

Norma de Fabricación	Grado del acero	Limite de fluencia		Resistencia a la tracción			
		Mínimo		Mínimo		Máximo	
		Mpa	psi	Mpa	psi	Mpa	psi
ASTM A 53 Tipo E (ERW)	A	205	30,000	330	48,000	-	-
	B	240	35,000	415	60,000	-	-

### Propiedades Mecánicas

Norma Técnica	F	R	A	Norma Equivalente
	Kg/mm <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>	%	
ASTM A-53 GR-A	21 min	34 min	23 min	JIS G-3454
ASTM A-53 GR-B	25 min	42 min	18 min	JIS G-3454
ASTM A-106 GR-B	25 min	42 min	18 min	JIS G-3456
API 5L B	25 min	42 min	19 min	JIS G-3454

# **ANEXO M**

## **PROFORMA DE PRESUPUESTO**



## **BIBLIOGRAFÍA**

- Manual de mantenimiento de avión T-34C-1 Turbo Menthor Landing Gear 32 40 00, page 204-205.
- Olaya Soria Alejandro Proyecto de grado M/Tesis/ITSA 192.
- AGA Gases y soldadura (revista mensual 15/10/2009) Tablas de oxicorte pagina 9.
- Manual de electrodos AGA (1993) Electrodos con revestimiento paginas 03-05-06-07.

## **NETGRAFÍA**

- [http://www.tescom.com/pdf\\_files/dbroc1894x012\\_lr.pdf](http://www.tescom.com/pdf_files/dbroc1894x012_lr.pdf)
- [http://www.spcos.es/pdf\\_files/01\\_montaje.pdf](http://www.spcos.es/pdf_files/01_montaje.pdf)
- <http://www.es.wikipedia.org/wiki/man/metro.com>
- <http://www.monografias.com/trabajos15/manometros/manometros.shtml>
- <http://www.soproin.cl/manguera.htm>
- <http://www.powerteam.com/acchidraulicos/pdf>
- [http://www.insth.es/gasescomprimidos/ntp\\_198.pdf](http://www.insth.es/gasescomprimidos/ntp_198.pdf)
- <http://www.caballano.com/gases.htm>
- [http://www.sprl.upv.es/IOP\\_PM\\_25.htm](http://www.sprl.upv.es/IOP_PM_25.htm)
- [http://www.linde.com/International/WEB/LG/AR/likeIgar.nsf/RepositoryByAlias/pdf\\_nitrogeno](http://www.linde.com/International/WEB/LG/AR/likeIgar.nsf/RepositoryByAlias/pdf_nitrogeno)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Nitr%C3%B3geno>