

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“REHABILITACIÓN DE UN EQUIPO DE APOYO EN TIERRA PARA EL  
LLENADO DE OXÍGENO GASEOSO EN AVIONES MILITARES EN EL  
ESCUADRÓN 2112 DE LA BASE AÉREA DE TAURA”**

**POR:**

**CBOS. CACHAGO CONUMBA FRANCISCO JAVIER**

**Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para la obtención del  
Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**MENCIÓN AVIONES**

**2012**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo de investigación fue realizado en su totalidad por el Sr. Cbos. Téc. Avc. **CACHAGO CONUMBA FRANCISCO JAVIER**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

-----  
**Subs. Tec. Avc. Hebert Atencio**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, abril de 2012

## **DEDICATORIA**

Primeramente a DIOS que me dio la oportunidad de vivir y comprobar que con empeño, esfuerzo y dedicación todos mis sueños son alcanzables.

Con cariño a mi familia que ha estado conmigo en todo momento brindándome su apoyo incondicional para continuar luchando día tras día, y de esta manera ayudan a lograr mis metas y objetivos.

Amigos los cuales compartieron una etapa muy valiosa para mi vida, quienes me brindaron su amistad y apoyo sin esperar recibir nada a cambio.

**Cbos. Téc. Avc. CACHAGO CONUMBA FRANCISCO JAVIER**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme la salud y vida en el trayecto recorrido. Agradezco a mis padres Segundo y Mercedes ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día; fueron las personas quienes me dieron cariño y calor humano necesario, son quienes han velado por mi salud, mis estudios, mi alimentación entre otros, es a quienes les debo todo, horas de consejos, de regaños, de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que lo han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de los cuales me siento extremadamente orgulloso, agradezco a mi hermana Jessica que ha estado a mi lado, ha compartido los momentos tristes y alegres de mi vida, a mi esposa Guadalupe y a mi hijo Mateo que con su apoyo han logrado que culmine con éxito mi meta dándome esa fuerza necesaria para no rendirme.

También agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí, agradezco a todos los profesores que me han apoyado de una u otra forma para la elaboración de este proyecto de grado.

A la Fuerza Aérea Ecuatoriana por abrirme las puertas y permitir ser un miembro más de esta Institución, ya que de esta manera logré estudiar en el prestigioso Instituto Técnico Superior Aeronáutico y así obtener mi título profesional.

**Cbos. Téc. Avc. CACHAGO CONUMBA FRANCISCO JAVIER**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
RESUMEN .....	XIV
SUMARY.....	XVI
<b>CAPÍTULO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación e importancia .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo General .....	3
1.3.2 Objetivos Específicos .....	3
1.4 Alcance.....	4
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>5</b>
2.1 Definición de oxígeno .....	5
2.2 Características principales .....	5
2.3 Propiedades físicas del oxígeno.....	6

2.4 Clasificación por el estado en que se encuentre el oxígeno.....	6
2.4.1 Oxígeno líquido .....	7
2.4.2 Oxígeno sólido .....	8
2.4.3 Oxígeno gaseoso .....	9
2.5 Obtención del oxígeno gaseoso .....	10
2.6 Campos en los que el oxígeno gaseoso es indispensable.....	12
2.6.1 Oxígeno comercial para uso médico .....	12
2.6.3 Oxígeno gaseoso en la industria .....	14
2.7 Toxicidad del oxígeno gaseoso para el ser humano .....	15
2.8 Principales aplicaciones .....	15
2.9 Manejo y almacenamiento del oxígeno gaseoso.....	16
2.10 Clasificación de los gases por el color del cilindro .....	17
2.10.1 Identificación de las válvulas de los cilindros .....	18
2.10.2 Oxígeno gaseoso en aviación .....	19
2.11 Concepto equivalente nivel de mar .....	20
2.12 Sistema de almacenamiento de oxígeno gaseoso .....	21
2.13 Tanques internos para almacenar oxígeno gaseoso en el sistema del avión ..	23
2.14 Sistema de flujo continuo .....	23
2.14.1 Sistema de dilución demanda .....	24
2.14.2 Sistema de presión demanda.....	24
2.15 Problemas causados por las falta de oxígeno en vuelo .....	26

2.15.1 Hipoxia .....	26
2.15.2 Tipos de hipoxia .....	27
2.15.3 Características de la hipoxia .....	29
2.15.4 Reconocimiento de la hipoxia.....	30
2.15.5 Factores que influyen en la hipoxia .....	32
2.17 Equipo de llenado oxígeno gaseoso .....	37
2.18 Identificación de riesgos por sus colores representativos .....	38
2.19 Equipos de protección personal .....	40
2.19.1 Overol.....	41
2.19.2 Mascarilla .....	41
2.19.3 Gafas de protección .....	42
2.19.4 Guantes de nitrilo .....	43
<b>CAPÍTULO III</b> .....	44
3.1. Preliminares .....	44
3.1.1. Estudio de alternativas .....	44
3.1.2 Análisis de factibilidad. ....	45
3.1.3 Estudio de parámetros .....	46
3.1.4 Selección de la mejor alternativa.....	49
3.2 Situación actual del equipo de oxígeno gaseoso .....	49
3.3 Rehabilitación del equipo de oxígeno gaseoso .....	52
3.3.1 Preparación de los materiales .....	53

3.3.2 Extracción del tubo para el paso de gas .....	55
3.3.3 Revisión del manómetro de presión de la botella.....	56
3.3.4 Revisión del manómetro de presión del regulador .....	57
3.3.5 Revisión del manómetro de presión del sistema del avión.....	58
3.3.6 Extracción de la cubierta del equipo de oxígeno gaseoso .....	59
3.3.7 Inspección y limpieza del interior del equipo de oxígeno gaseoso .....	59
3.3.8 Manguera de alta presión.....	60
3.4 Construcción del coche para trasportar botellas de oxígeno gaseoso .....	61
3.4.1 Corte de tubos y suelda de los mismos para formar la base del coche .....	61
3.4.2 Doblez y Ensamblaje de los tubos para formar los brazos de sujeción.....	61
3.4.3 Corte de tool.....	62
3.4.4 Recubrimiento con la lámina de tool en la base del coche.....	62
3.4.5 Ensamblaje de las ruedas .....	63
3.4.6 Ensamblaje de la estructura del coche.....	64
3.4.7 Doblez y ensamblaje de las abrazaderas del cilindro.....	64
3.4.8 Caja metálica para ubicación del regulador de oxígeno .....	65
3.4.9 Recubrimiento de masilla en la estructura .....	66
3.4.10 Proceso de pintura del coche y regulador de oxígeno .....	66
3.4.11 Terminado .....	68
3.5 Diagrama de proceso .....	69
3.6 Coche para trasportar cilindros de oxígeno gaseoso .....	70



3.6.1 Diagrama de procesos de construcción de la estructura del coche .....	70
3.6.2 Diagrama de procesos de construcción de la base del coche.....	71
3.6.3 Diagrama de procesos de construcción de los soportes del cilindro .....	72
3.6.4 Diagrama de procesos de construcción de la caja porta regulador .....	73
3.6.5 Diagrama de procesos de rehabilitación del regulador de oxígeno gaseoso ....	74
3.6.6 Diagrama de ensamblaje del coche .....	75
3.6.7 Diagrama de ensamblaje de la caja porta regulador .....	75
3.6.8 Unión y ensamblaje final del coche .....	75
3.7.1 Descripción de manuales .....	76
3.8 Manual de operación .....	76
3.8.1. Descripción general.....	76
3.9 Manual de mantenimiento .....	77
3.9.1 Descripción general.....	77
3.10 Manual de seguridad .....	78
3.10.1 Descripción general.....	78
3.11 Registro de datos técnicos .....	78
3.11.1 Descripción general.....	78
3.12 Manuales de operación–mantenimiento y hojas de registro.....	79
3.12.1 Descripción general.....	79
3.13 Pruebas de funcionamiento.....	88
3.15 Materiales.....	89

3.15.1 Listado de los materiales utilizados en la construcción del equipo de llenado de oxígeno gaseoso .....	90
3.16 Máquinas y herramientas utilizadas .....	91
3.16.1 Cuadro de costos de operación de herramientas y máquinas utilizadas.....	92
3.17 Mano de obra .....	92
3.17.1 Cuadro de costos de la mano de obra .....	93
3.18 Otros.....	93
3.18.1 Cuadro de costos de Gastos varios .....	93
3.19 Costo total del proyecto.....	94
3.19.1 Costo final del proyecto.....	94
3.20 Comparación costos del equipo de llenado de oxígeno gaseoso, en relación con la industria .....	94
3.20.1 Costo del equipo de oxígeno gaseoso y coche transportador.....	94
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>96</b>
4.1 Conclusiones.....	96
4.2 Recomendaciones.....	97
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>99</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>102</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.- Tiempo a diferentes alturas .....	305
Tabla 3.1.- Estudio de parámetros-primera alternativa .....	472
Tabla 3.2.- Estudio de parámetros-segunda alternativa .....	483
Tabla 3.3.- Estudio de parámetros-tercera alternativa .....	483
Tabla 3.4.- Codificación de manuales y códigos .....	794
Tabla 3.5.- Resultado pruebas de funcionamiento .....	883
Tabla 3.6.- Materiales utilizados en la rehabilitación .....	916
Tabla 3.7.- Herramientas y máquinas utilizadas.....	927
Tabla 3.8.- Costos de mano de obra .....	938
Tabla 3.9.- Costos de gastos varios .....	938
Tabla 3.10.- Costo total del proyecto.....	949
Tabla 3.11.- Costo equipo en el mercado .....	949

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.- Propiedades físicas del oxígeno .....	26
Figura 2.2.- Oxígeno líquido .....	27
Figura 2.3.- Oxígeno sólido .....	83
Figura 2.4.- Oxígeno gaseoso .....	94
Figura 2.5.- Obtención del oxígeno gaseoso.....	105
Figura 2.6.- Oxígeno medicinal .....	127
Figura 2.7.- Tanque de oxígeno medicinal .....	138
Figura 2.8.- Suelda oxiacetilénica .....	149
Figura 2.9.- Manejo y almacenamiento del oxígeno gaseoso .....	16
Figura 2.10.- Clasificación de los tanque por su color .....	318
Figura 2.11.- Válvulas y acoples .....	183
Figura 2.12.- Toma para llenado de oxígeno gaseoso del avión M-50.....	34
Figura 2.13.- Relación entre presión total y altura.....	35
Figura 2.14.- Sistema de oxígeno gaseoso del avión M-50 .....	227
Figura 2.15.- Tanques de oxígeno internos del avión M-50 .....	238
Figura 2.16.- Indicador de oxígeno gaseoso .....	249
Figura 2.17.- Mascara para oxígeno .....	41
Figura 2.18.- Regulador de oxígeno.....	50
Figura 2.19.- Estructura del regulador oxígeno .....	51
Figura 2.20.- Manómetro.....	51
Figura 2.21.- Regulador de oxígeno del avión M-50 .....	372
Figura 2.22.- Colores representativos .....	383
Figura 2.23.- Overol .....	416
Figura 2.24.- Mascarilla.....	416
Figura 2.25.- Gafas de protección .....	427
Figura 2.26.- Guantes de nitrilo.....	438
Figura 3.2.1.- Equipo de oxígeno gaseoso .....	494
Figura 3.2.2.- Manómetro para alta presión .....	505
Figura 3.2.3.- Parte lateral del regulador.....	505
Figura 3.2.4.- Conexión de tubería.....	516

Figura 3.2.5.- Sección interna del equipo .....	516
Figura 3.2.6.- Limpieza del área de purga.....	527
Figura 3.3.1.- Tubo de paso de oxígeno gaseoso .....	70
Figura 3.3.2.- Manómetro para alta presión .....	71
Figura 3.3.3.- Manómetro para alta presión .....	72
Figura 3.3.4.- Manómetro de alta presión .....	583
Figura 3.3.5.- Extracción de la cubierta del regulador .....	594
Figura 3.3.6.- Limpieza de corrosión (antes izq. y después der.).....	594
Figura 3.3.7.- Manguera para alta presión .....	605
Figura 3.4.1.- Corte de tubos para base de coche .....	616
Figura 3.4.2.- Doblez y ensamblaje de los tubos de sujeción .....	616
Figura 3.4.3.- Corte de lámina de tool para base del coche.....	627
Figura 3.4.4.- Recubrimiento con lámina de tool .....	627
Figura 3.4.5.- Ensamblaje de ruedas .....	638
Figura 3.4.6.- Estructura del coche .....	649
Figura 3.4.7.- Abrazaderas del cilindro.....	649
Figura 3.4.8.- Caja metálica .....	650
Figura 3.4.9.- Recubrimiento de masilla.....	66
Figura 3.4.10.- Proceso de pintado del coche de oxígeno .....	672
Figura 3.4.11.- Proceso de pintado del equipo de oxígeno gaseoso.....	672
Figura 3.4.12.- Coche transportador de oxígeno gaseoso terminado .....	683

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anteproyecto.....	Anexo "A"
Diseño del coche para transporte de cilindros.....	Anexo "B"
Diseño de la caja porta regulador.....	Anexo "C"
Diseño de la puerta del coche transportador de cilindros.....	Anexo "D"
Diseño del ensamblado final de equipo de oxígeno gaseoso.....	Anexo "E"

## **RESUMEN**

Este proyecto surge a partir de la necesidad de rehabilitar los equipos de apoyo en tierra que posee el Escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura, y que por falta de un correcto mantenimiento han quedado inoperativos ó a su vez funcionan pero no en un 100%, por este motivo existe la posibilidad de que el personal que lo utiliza sufra algún accidente debido al deterioro en el que se encontraban.

De esta manera se realizó una investigación para determinar el nivel de prioridad y se optó por rehabilitar el equipo de apoyo en tierra para llenado de oxígeno gaseoso, por lo que procedimos al diseño y construcción del coche trasportador de cilindros de alta presión con la característica que posee una caja en donde estará instalado el regulador de oxígeno ya que desde aquí se fusionaran las botellas con el regulador, por medio de una cañería flexible que posee acoples para su instalación y así evitar golpes que deterioren el regulador, favoreciendo al personal que labora en línea de vuelo quienes son beneficiados al contar con un equipo operativo y más que todo seguro al momento de utilizarlo.

## **SUMMARY**

This project arises from the need to rehabilitate some of the equipment that the 2112 Squadron of the Taura Air Base has. Due to that lack of proper maintenance, they have become inoperative or are still operating, but not in a 100%. For this reason there is the possibility that the people who are using that equipment may suffer an accident due to the actual deterioration.

With this in mind, an investigation was conducted to determine the priority level. We decided to rehabilitate the equipment by filling it with oxygen gas. As we proceeded to design and construct a conveyor car of high pressure cylinders which has a box where the oxygen regulator will be installed, because from here the bottles will merge with the regulator through a flexible pipe that has couplings for its installation so we can prevent strokes that damage the regulator, favoring the personnel working on the flight line. They benefit from having operational equipment and the most important advantage is that it is safe at the time of use.



## **CAPÍTULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

Sobre la base de los resultados del anteproyecto anexado en la parte "A", se llegó a determinar aspectos que requieren ser solucionados con respecto al Escuadrón de Combate 2112 y su desempeño como tal en la Base Aérea de Taura, como es el caso de las operaciones de vuelo, se propuso optimizar el tiempo de despacho de los aviones en esta parte mediante la rehabilitación de su equipo de llenado de oxígeno gaseoso el mismo que servirá de mucha ayuda para los señores aerotécnicos en el momento de realizar los pre-vuelos, entre-vuelos y post-vuelos de las aeronaves de combate.

Además tendrá una guía con todos los pasos, herramientas a utilizar, material, equipos de protección; para lo cual se realizó un previo análisis de la factibilidad técnica, legal, operacional y económica, con el fin de localizar aspectos positivos o negativos que faciliten la ejecución del tema propuesto, lo que proporcionó los siguientes resultados:

La rehabilitación del equipo de llenado de oxígeno gaseoso permitirá poner al 100% la operatividad del mismo, que en caso de cualquier emergencia estará presto para utilizarse y poder cumplir con su objetivo.

Se toma en cuenta los principios básicos de seguridad que debe tener este equipo ya que, por trabajar con altas presiones es de mucha importancia la precaución para el manejo, debiendo siempre conservar su buen estado.

Un presupuesto basado en fuentes reales el cual motiva a que el tema sea desarrollado sin complicaciones y evitando desfases.

## **1.2 Justificación e importancia**

La rehabilitación del equipo de reabastecimiento de oxígeno gaseoso es de suma importancia ya que sirve para las operaciones de vuelo de los aviones de combate del Escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura, de esta manera este equipo aporta con operaciones de funcionamiento requeridas, entre las cuales se puede mencionar:

- Reabastecimiento de oxígeno gaseoso en el sistema principal del avión.
- Reabastecimiento de oxígeno gaseoso para las botellas de emergencia del piloto (8 min.).

Por lo tanto para las operaciones de vuelo de los aviones de combate es imprescindible poner operativo al equipo de oxígeno gaseoso.

El equipo de llenado de oxígeno gaseoso que es de gran importancia para poder llevar a cabo con los procedimientos para despachar a los aviones de combate que posee el Escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura, y a su vez brindará la

seguridad para la manipulación de este equipo especial por parte del personal de señores aerotécnicos.

Con la realización de este proyecto el Escuadrón de Combate 2112 podrá enfrentar los problemas derivados por las condiciones de inoperatividad en las que actualmente se encuentra el equipo de llenado de oxígeno gaseoso, contribuyendo de esta manera al desarrollo técnico del Escuadrón de la Base Aérea de Taura, que al ser un Organismo del Estado, apoya de una manera directa a la economía del país, son por tanto las razones por lo cual es necesario la realización de este proyecto.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Rehabilitar el equipo de apoyo en tierra para el llenado de oxígeno gaseoso en aviones militares y así mejorar las operaciones de vuelo en el Escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura, con la finalidad de alcanzar sus condiciones de operatividad y disponibilidad al cien por ciento.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar todos y cada uno de los componentes y accesorios que integran el equipo de llenado de oxígeno gaseoso.
- Analizar la información que posee la Sección de Oxígeno y Presurización.
- Rehabilitar el equipo de llenado de oxígeno gaseoso.
- Realizar las pruebas de funcionamiento.
- Elaborar un manual de procedimientos de mantenimiento para la correcta utilización y cuidado del equipo de llenado de oxígeno gaseoso.

#### **1.4 Alcance**

La rehabilitación del equipo de llenado de oxígeno gaseoso, pretende aportar a las operaciones de vuelo que se realiza en el Escuadrón 2112, de la Base Aérea de Taura, logrando un nivel operacional óptimo, así como también brindar seguridad al momento de trabajar con botellas de oxígeno gaseoso de alta presión.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Definición de oxígeno

El oxígeno es un elemento químico de número atómico 8 y símbolo O. En su forma molecular más frecuente, O<sub>2</sub>, es un gas a temperatura ambiente. Representa aproximadamente el 20,9% en volumen de la composición de la atmósfera terrestre. Es uno de los elementos más importantes de la química orgánica y participa de forma muy importante en el ciclo energético de los seres vivos, esencial en la respiración celular de los organismos aeróbicos.

Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Existe una forma molecular formada por tres átomos de oxígeno, O<sub>3</sub>, denominada ozono cuya presencia en la atmósfera protege la Tierra de la incidencia de radiación ultravioleta procedente del Sol.

#### 2.2 Características principales

- Su concentración normal en el aire es del 21%.
- Incoloro, inodoro, insípido.
- Es el gas indispensable para la vida.
- Si la concentración es menor al 18 % se corre riesgo de asfixia.
- Es el comburente por excelencia.

- Más denso que el aire. Pe: 1,354 Kg./m<sup>3</sup>;  $\delta_r$  :1,052
- Temperatura de ebullición: - 182,97 oC.
- Un litro de líquido genera 850 litros de gas, en condiciones estándar.
- Reacciona violentamente con las grasas y los aceites.

### 2.3 Propiedades físicas del oxígeno

PROPIEDADES FÍSICAS	
Fórmula química	O <sub>2</sub>
Peso molecular	32.0 g/mol
Temp. de ebullición (1 atm)	-183°C
Temp. de congelación (1 atm)	-218.8°C
Temperatura crítica	-118.4°C
Presión crítica	50.1 atm
Densidad gas (20°C, 1 atm)	1.32 g/l
Densidad líquido (b.p., 1 atm)	1.140 kg/lt
Gravedad específica gas (aire=1, 20°C 1 atm)	1.10
Volumen específico (20°C, 1 atm)	0.75 m <sup>3</sup> /kg
Solubilidad en agua (20°C, 1 atm)	3.16% por volumen

Figura 2.1.- Propiedades físicas del oxígeno

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

### 2.4 Clasificación por el estado en que se encuentre el oxígeno

Oxígeno es un gas incoloro y sin olor. Es aproximadamente 1.1 veces más pesado que el aire y ligeramente soluble en agua y alcohol. El oxígeno solo, no es inflamable, pero alimenta la combustión. El peligro físico más grave asociado con escapes de este gas se relaciona con su poder oxidante.

<sup>1</sup> <http://www.alipso.com/monografias/oxigeno/>

Reacciona violentamente con materias combustibles y puede causar fuego ó explosión. Muy aparte del estado en el que se encuentre el oxígeno su combinación con cualquier derivado del petróleo puede producir una explosión.

#### 2.4.1 Oxígeno líquido



**Figura 2.2.-** Oxígeno líquido

**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Ox%C3%ADgeno>

El oxígeno líquido (también denominado LOx), es la forma líquida del oxígeno. Tiene un color azul pálido y es fuertemente paramagnético. La densidad del oxígeno líquido es de 1,141 g/cm<sup>3</sup> (1141 kg/m<sup>3</sup>) y es poco criogénico (punto de congelación: 50,5 K (-222,65 °C), punto de ebullición: 90,188 K (-182,96 °C) a 101,325 kPa (760 mm Hg).

En el comercio, el oxígeno líquido está clasificado como un gas industrial y ha sido extensamente usado con propósitos industriales, médicos y en la aviación ya sea comercial como militar.

El oxígeno líquido se obtiene del oxígeno natural que se encuentra en el aire mediante destilación fraccionada. El oxígeno líquido tiene una relación de

compresión de 860:1, y por esto actualmente se usa en aviones comerciales y militares.

#### 2.4.2 Oxígeno sólido



**Figura 2.3.-** Oxígeno sólido

**Fuente:** <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/10032969>

El oxígeno sólido de color azul pálido se obtiene comprimiendo el líquido. La masa atómica del oxígeno es 15,9994; a la presión atmosférica, el elemento tiene un punto de ebullición de  $-182,96^{\circ}\text{C}$ , un punto de fusión de  $-218,4^{\circ}\text{C}$  y una densidad de  $1,429\text{g/l}$  a  $0^{\circ}\text{C}$ .

Por la circunstancia para su utilización solo se ha encontrado lugar en el campo de la criogenia. Mediante el uso de técnicas más avanzadas es posible alcanzar temperaturas aún más cercanas al cero absoluto (del orden de la milésima de kelvin): refrigeradores de dilución y des-magnetización adiabática.



Tales técnicas tienen su principal aplicación en el campo de la investigación, pues a temperaturas suficientemente bajas los efectos de la mecánica cuántica se hacen notar en cuerpos macroscópicos.

### 2.4.3 Oxígeno gaseoso



**Figura 2.4.-** Oxígeno gaseoso

**Fuente:** <http://f-5.pepelradio.com/2011/01/28/carga-de-oxigeno/>

El oxígeno gaseoso es incoloro, inodoro, insaboro y no inflamable. Soporta la vida y se combina fácilmente con otros elementos del medio ambiente, además de ser un potente oxidante, y es indispensable de su presencia para soportar la combustión.

El oxígeno reacciona con casi todos los materiales orgánicos y metales. Los materiales que pueden prenderse fácilmente en el aire, lo harán más intensamente en presencia del oxígeno.

El oxígeno respirado por los organismos aerobios, liberado por la plantas mediante la fotosíntesis, participa en la conversión de nutrientes en energía (ATP). Su

disminución provoca hipoxemia y la falta total de él anoxia pudiendo provocar la muerte del organismo. El oxígeno es un elemento necesario para el ser humano a la falta del mismo no hay vida ni combustión.

## 2.5 Obtención del oxígeno gaseoso



**Figura 2.5.-** Obtención del oxígeno gaseoso

**Fuente:** <http://f-5.pepelradio.com/2011/01/28/carga-de-oxigeno/>

El aire se compone aproximadamente, de un 21 % de oxígeno, un 78 % de nitrógeno y pequeñas cantidades de gases raros, tal como el helio, el argón y el neón. Para obtener el oxígeno, tal como se utiliza en soldadura, es necesario separarlo del resto de gases que componen el aire.

Desde el punto de vista Industrial, pueden seguirse dos procedimientos para la obtención del oxígeno: la electrólisis del agua y la destilación fraccionada del aire.

Para la obtención por electrólisis, se prepara una solución de sosa cáustica en agua, y se introducen en la misma dos electrodos conectados a un generador de corriente continua.

<sup>2</sup> <http://perarduaadastra.eu/2008/02/oxigeno-en-aviones-y-ii/>

Al circular la corriente eléctrica a través de la solución, se produce la descomposición del agua en sus dos elementos integrantes, recogiéndose el oxígeno, en forma gaseosa, en uno de los electrodos, y el hidrógeno, en el otro.

Este procedimiento resulta muy costoso y apenas se emplea, por lo que el oxígeno para aplicaciones industriales suele obtenerse por destilación fraccionada del aire. El aire atmosférico se recoge en grandes depósitos que se conocen como torres de lavado.

A través de estas torres se hace circular una solución de sosa cáustica, que somete al aire a un proceso de lavado, eliminando el anhídrido carbónico. A la salida de la torre de lavado el aire se comprime y se hace a través de unos depuradores en los que se eliminan las partículas de aceite y el vapor de agua.

De aquí el agua pasa a los cilindros de secado. Estos cilindros contienen potasa cáustica, que seca el aire y elimina cualquier residuo de anhídrido carbónico y vapor de agua. En el extremo superior de estos cilindros existen nuevos filtros de un algodón especial, que evitan que cualquier sustancia extraña pueda pasar a las líneas de alta presión.

Una vez seco, limpio y sometido a elevadas presiones, el aire pasa a las columnas de rectificación, en las que se enfría y se expande hasta presiones próximas a la atmosférica. Esta gran expansión del aire previamente enfriado provoca la licuación del mismo.

Partiendo del aire en estado líquido resulta sencillo separar el oxígeno y el nitrógeno, debido a la diferencia de temperaturas de ebullición de ambos gases ( $-195,5^{\circ}\text{C}$ , para el nitrógeno y  $-182^{\circ}\text{C}$  para el oxígeno). El nitrógeno, que tiene una temperatura de ebullición más baja, se evapora primero, dejando un residuo de oxígeno líquido en el fondo del condensador.

A continuación, el oxígeno líquido pasa a través de un serpentín en el que se calienta hasta pasar al estado gaseoso. El gas producido se controla con un caudalímetro y se almacena en grandes tanques. De aquí se recoge para cargar las botellas tal como se utilizan en la Industria.

## **2.6 Campos en los que el oxígeno gaseoso es indispensable**

### **2.6.1 Oxígeno comercial para uso médico**



**Figura 2.6.-** Oxígeno medicinal

Fuente: <http://porinsurgentes.com>

En las ciencias médicas, el oxígeno forma parte de las terapias de sostén de los parámetros vitales. La oxigenoterapia es entonces una medida básica de uso permanente en centros de guardia, que constituyen la principal fracción de las consultas sobre el total, tanto en países en desarrollo como en los desarrollados.

Por ejemplo, ante un edema agudo de pulmón, la intervención temprana con oxígeno es la medida que puede salvarle la vida al paciente; es lo que hace la diferencia entre una aplicación correcta de la teoría y una práctica que posibilite la sobrevida.

## 2.6.2 Cilindros para oxígeno gaseoso de uso médico



**Figura 2.7.-** Tanque de oxígeno medicinal

**Fuente:** <http://www.medicare.com.mx/Oxigeno.HTM>

Estos cilindros para alta presión son construidos de acero cromo molibdeno. Son construidos por enroscamiento o estampamiento de una hoja llana interna propia del cilindro.

Después de la construcción, los cilindros son tratados con calor para retener la fuerza de tensión del metal y al final son almacenados a altas presiones, un cilindro completo de oxígeno contienen 2,200 psi. de presión.

Para uso medicinal el oxígeno se produce por el método de destilación fraccionada, que consiste básicamente en el enfriamiento del aire previamente filtrado y purificado. Por métodos de compresión-descompresión se logra el enfriado del aire hasta una temperatura aproximada a los  $-193$  [°C]. Luego con el aire ya licuado se realiza una destilación donde cada uno de sus componentes puede ser separado.

El oxígeno es el gas más utilizado y de mayor relevancia para todos los hospitales del mundo. Fue presentado por 1777 y se ha demostrado su importancia para las prácticas médicas modernas en el año 1780. En la actualidad el oxígeno ya es considerado como un medicamento.

### 2.6.3 Oxígeno gaseoso en la industria



**Figura 2.8.-** Suelda oxiacetilénica

**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Oxicorte>

Los principales usos del oxígeno surgen de su fuerte prioridad como oxidante, así como de sus propiedades para soportar la vida. El oxígeno se usa en industrias metalmeccánicas en combinación del acetileno en procesos de soldadura oxiacetilénica, para cortes de metales, templado, ensamblado, limpieza y deshidratación.

El oxígeno también se utiliza mucho en la fabricación de acero en las cerrajerías para corte de materiales con sueldas oxiacetilénica y tratamiento de aguas residuales.

En las ramas químicas y petroquímicas, el oxígeno se usa para la producción de síntesis gaseosa a partir del carbón, gas natural o combustible líquidos utilizados para producir gasolina, metanol y amoniaco, y en los procesos para la producción de aldehídos y alcoholes.

El oxígeno se usa para producir acetileno por oxidación parcial de hidrocarburos. También es empleado en fabricación de ácido nítrico por oxidación catalítica del amoniaco y en la producción de Etileno y Óxidos de Propileo.

## **2.7 Toxicidad del oxígeno gaseoso para el ser humano**

El oxígeno no es tóxico en condiciones normales de uso. Es necesario para soportar la vida. Sin embargo, el respirar oxígeno puro a presión atmosférica puede producir tos y dolores en el cuello en lapsos de 8 a 24 hrs.

Si las concentraciones de oxígeno son del 60%, los síntomas señalados pueden durar varios días. En caso de presión mayor, de 2 atmósferas, los síntomas señalados ocurren en un tipo epiléptico.

Si se suministra el oxígeno a presiones mayores a 2 atmósferas (mayores a 2 Kg/cm<sup>2</sup>) se puede producir afecciones al sistema nervioso central, con punzadas en los dedos de las manos y de los pies, disturbios visuales y auditivos, sensaciones anormales, falta de coordinación, confusión, tensiones musculares y movimientos de tipo epiléptico.

Se puede presentar daños severos cuando se encuentra la persona en estado de confusión, y así tomar por lo mismo juicios erróneos. Los niños expuestos a niveles que exceden del 35 – 40 % de oxígeno pueden sufrir daños permanentes en la vista o incluso la ceguera debido a fibroplasia retro-óptica.

## **2.8 Principales aplicaciones**

- Enriquecimiento de flamas en hornos.
- Combinación con acetileno, en procesos de soldadura, corte y calentamiento de metales
- Combinado con acetileno o butano en proceso de corte de acero al carbono.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Mezclado con CO<sub>2</sub>, Argón ó Helio, en proceso de soldadura por arco eléctrico.
- Industria electrónica.
- Blanqueado de papel.

- En la medicina, en aplicaciones de terapia respiratoria.

## 2.9 Manejo y almacenamiento del oxígeno gaseoso



**Figura 2.9.-** Manejo y almacenamiento del oxígeno gaseoso

**Fuente:** Investigación de Campo

- Nunca permita que se caigan los cilindros, ni se golpeen entre sí.
- Los cilindros deben tener un área asignada para su almacenaje, este lugar debe estar seco y bien ventilado y de preferencia resistente al fuego.
- Proteja los cilindros de temperaturas elevadas, almacenándolos lejos de radiadores o cualquier otra fuente de calor.
- Los cilindros deben almacenarse al aire libre, en estos casos deben protegerse contra temperaturas extremas de clima y evitar humedad en el suelo que pueda corroerlo en el fondo.

Mantenga al capuchón roscado en la válvula del cilindro mientras no está en uso y no se podrá retirar hasta que el cilindro sea colocado en una posición segura, sujeto contra la pared, un banco o un sistema de tuberías. En estas condiciones está listo para su uso.



- Evite arrastrar o rodar los cilindros se deben desplazar haciendo uso de montacargas manuales.
- No use los cilindros como rodillos para carga o como parte de otros equipos.
- Mantenga sin obstrucción los discos de ruptura instalados en los cilindros.
- Cuando un cilindro este vacío, cierre la válvula antes de ser devuelto. Deje siempre alguna presión positiva para evitar alguna contaminación interna.
- Coloque nuevamente el capuchón con el que fue entregado el cilindro, marque Ud. Con una etiqueta la palabra “vacío”. Nunca almacene cilindros vacíos junto a los llenos.
- Ninguna parte del cilindro debe someterse a temperaturas superiores a 52° C, evite que flamas o chispas del proceso que realice alcance al cilindro. No permitir que los cilindros este cerca de circuitos eléctricos, cables o aparatos eléctricos.
- Nunca permita que grasa o aceite o cualquier otro material, combustible entre en contacto con las válvulas de los cilindros de oxígeno.
- Use reguladores y relevadores de presión cuando conecte los cilindros a circuitos de baja presión para servicios de tuberías.
- No fume en lugares donde estén almacenados los cilindros.
- Conozca y comprenda bien las propiedades, usos y medidas de seguridad para el oxígeno antes de utilizar o instalarlo en el equipo que lo va usar.
- Siempre abra las válvulas de los cilindros de oxígeno lentamente.

## **2.10 Clasificación de los gases por el color del cilindro**

Con la siguiente clasificación se pretende distinguir el contenido que poseen los distintos gases, de esta manera se pretende evitar cualquier accidente, tomando en cuenta que estos colores son estándar para el Ecuador.

El color básico del cilindro debe abarcar toda la superficie del mismo excepto la válvula, la tapa o protector del cilindro debe ir pintado del mismo color básico establecido para dicho cilindro.



Figura 2.10.- Clasificación de los tanque por su color  
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Oxicorte>

### 2.10. 1 Identificación de las válvulas de los cilindros

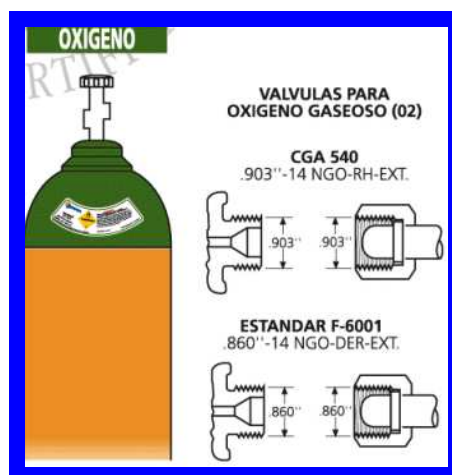


Figura 2.11.- Válvulas y acoples  
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Oxicorte>

**Calcomanía:** Se utiliza una calcomanía colocada en la ojiva, en la cual se menciona el nombre del producto y precauciones principales para su manejo.

**Ojiva:** La ojiva del cilindro está pintada de color verde, el cual identifica el oxígeno gaseoso.

**Válvulas:** Las válvulas usadas para este servicio se denominan CGA 540 y Estándar F – 6001 básicamente por la conexión, la cual en ambos casos, es específica para el uso del oxígeno gaseoso.

- Adicionalmente en la ojiva se encuentra información relativa a la construcción del cilindro como es:
- DOT – 3A, DOT – 3AA o cualquier otra especificación que pueda ser utilizada en oxígeno, seguida de la presión de servicio en Kg/cm<sup>2</sup> o lb/in<sup>2</sup>.
- Número de serie del cilindro.
- Símbolo del fabricante y del dueño del cilindro.
- Mes y año de pruebas hidrostáticas subsecuentes.

### 2.10.2 Oxígeno gaseoso en aviación



**Figura 2.12.-** Toma para llenado de oxígeno gaseoso del avión M-50

**Fuente:** Investigación de campo

El problema de la falta de oxígeno en altura se conoce desde antes de la creación de las aeronaves más pesadas que el aire. Por lo mismo, desde esa época se comenzaron a diseñar sistemas rudimentarios que aportaran oxígeno en forma suplementaria, hasta llegar a los sofisticados equipos empleados en la actualidad, todos los cuales pueden sufrir desperfectos en el momento menos oportuno.

Hoy en día se sabe que la zona deficitaria de este vital elemento para el ser humano normal comienza alrededor de los 10.000 pies de altura sobre el nivel del mar. Lo anterior, asociado a las capacidades de las aeronaves actuales, obliga a las tripulaciones aéreas a conocer y preocuparse de los equipos de oxígeno en uso por ellos.

Entendiéndonos que al referirse a la altura, ésta se refiere a la de cabina a la cual está expuesta la persona o el piloto de las aeronaves ya sea de aviones comerciales o militares.

## 2.11 Concepto equivalente nivel de mar

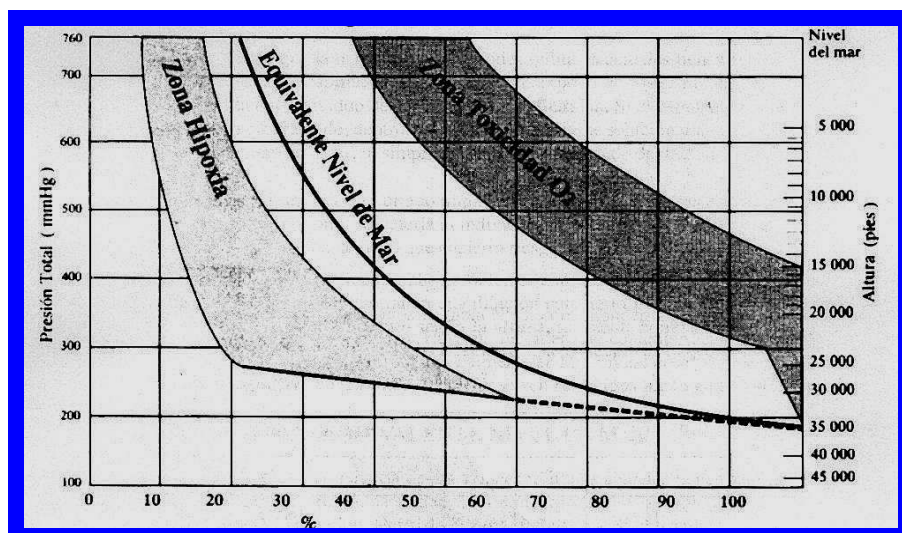


Figura 2.13.- Relación entre presión total y altura

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Oxicorte>

En la medida que el piloto asciende en altura la concentración de partículas de oxígeno va disminuyendo notablemente. Por lo mismo, para evitar la hipoxia hay que ir incrementando la cantidad de partículas de oxígeno suplementarias en forma proporcional, mediante una mezcla o dilución porcentual entre aire ambiente y oxígeno 100% contenido en el sistema interno de los aviones de combate adicionalmente cuentan con su botella de emergencia que contiene oxígeno para 8 minutos.

La complicación técnica anterior podría obviarse si se usase O<sup>2</sup> al 100% desde el momento de ingresar a la zona deficitaria, no obstante, también es necesario conocer y comprender que paradójicamente el oxígeno gaseoso, en altas concentraciones, encierra un riesgo de toxicidad pulmonar al estar expuesto por períodos prolongados.

Los equipos actuales tratan de respetar esta premisa, entregando una dilución proporcional permitiendo una concentración de partículas de O<sup>2</sup> en el alvéolo pulmonar similar a la que se tiene respirando aire ambiente a nivel del mar, como se ilustra en figura 2.13, comenzando con el 21% existente a nivel del mar.

## **2.12 Sistema de almacenamiento de oxígeno gaseoso**

El oxígeno gaseoso de uso humano en aviación es altamente puro, con concentración cercana al 100%, envasado en los cilindros internos del avión y también en el cilindro o recipiente de emergencia que posee el piloto en la parte trasera del asiento del mismo, el cual debe ser transportado o montado en el interior de la aeronave.

Debe tenerse presente que en presencia de grasas, aceites o cualquier derivado del petróleo, puede producirse combustión espontánea. No es combustible pero sí comburente.

De uso común son los siguientes sistemas de almacenamiento de oxígeno gaseoso en aviación y centrándonos más en el plano militar exponiéndoles a continuación el sistema del avión Mirage 50.

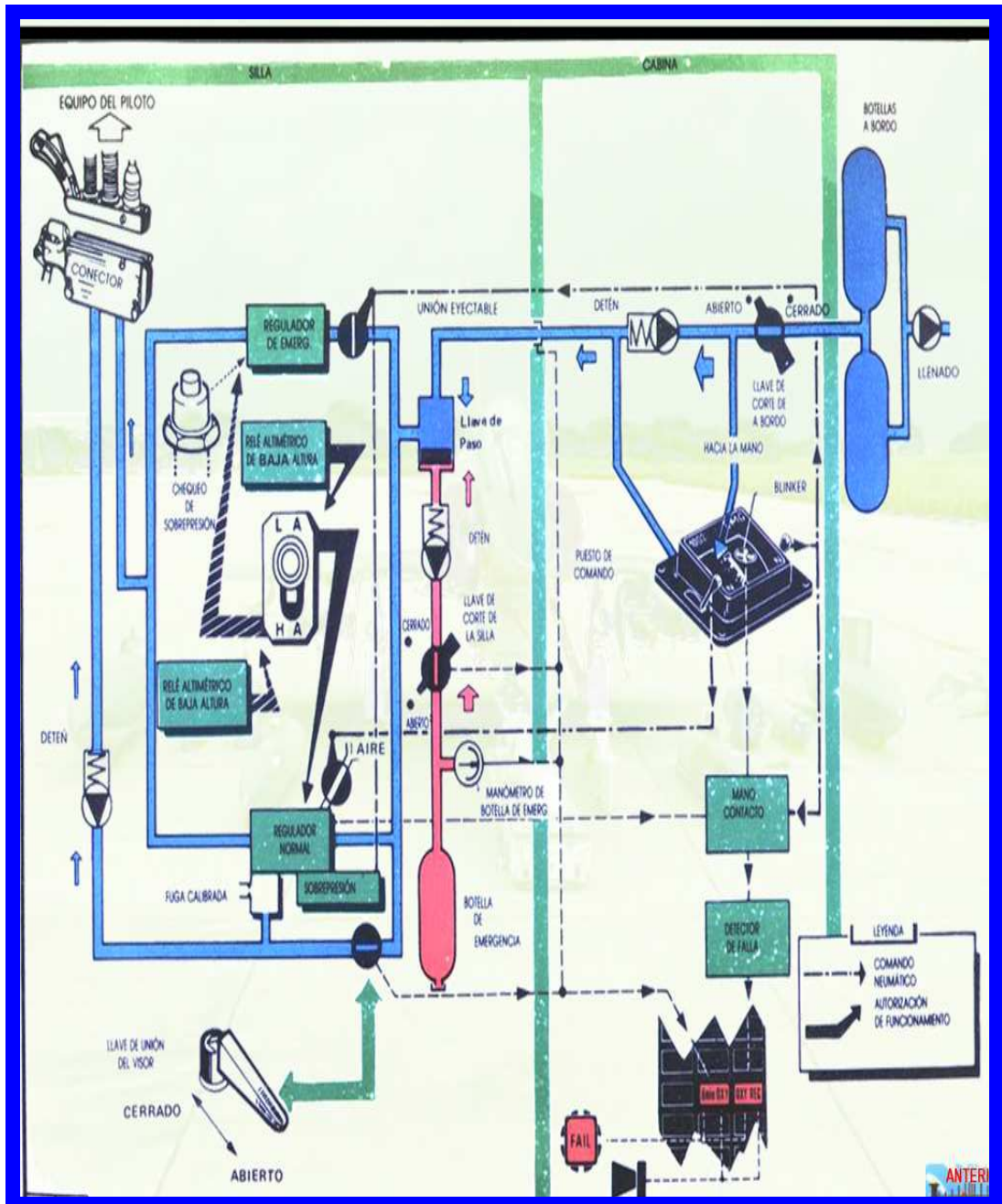


Figura 2.14.- Sistema de oxígeno gaseoso del avión M-50

Fuente: Curso del avión M-50

### 2.13 Tanques internos para almacenar oxígeno gaseoso en el sistema del avión



**Figura 2.15.-** Tanques de oxígeno internos del avión M-50

**Fuente:** Curso del avión M-50

Estos tanques van ubicados en la parte trasera de la cabina del avión de combate siendo estos los que almacenen el oxígeno gaseoso que será suministrado en la medida que lo necesite el piloto en el transcurso de la operación de vuelo.

### 2.14 Sistema de flujo continuo

Mantiene flujo constante y permanente independientemente de la inhalación o exhalación.

#### **Limitación:**

- Gran gasto - no logra proporcionar al usuario 100% de oxígeno.
- Altitud operacional segura: 25.000 pies (puede ser utilizado en algunas emergencias hasta 30.000 pies).

- Habitualmente usado en aviones menores, de transporte y en evacuación aeromédica.

### 2.14.1 Sistema de dilución demanda

#### Sólo demanda:

- Entrega 100% oxígeno sólo durante cada inhalación.
- Alto gasto a baja altitud.

#### Dilución demanda:

- Entrega oxígeno mezclado con el aire de la cabina o ambiental, en proporción adecuada para mantener el equivalente nivel de mar.
- Opera de esta manera desde el nivel del mar hasta 34.000 pies.
- Sobre 34.000 pies el regulador automáticamente entrega 100% oxígeno como máximo. El usuario puede obtener 100% oxígeno bajo 34.000 pies con selector manual.

### 2.14.2 Sistema de presión demanda

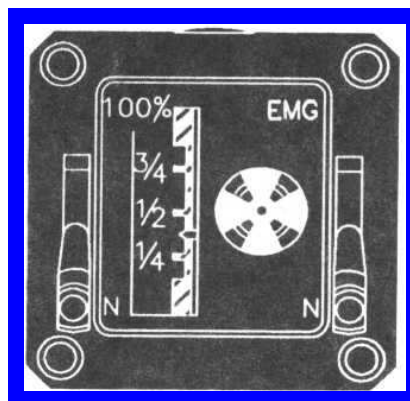


Figura 2.16.- Indicador de oxígeno gaseoso

Fuente: Curso del avión M-50



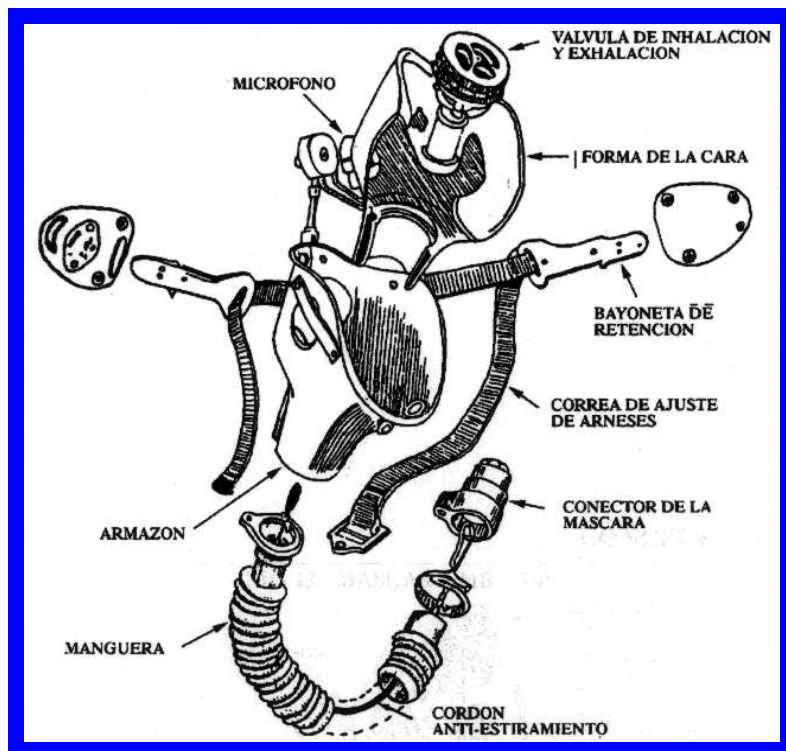
Equipo habitual de uso en aeronaves de combate. Esencialmente semejante al sistema de dilución demanda, excepto que posee la capacidad de entregar oxígeno a presión positiva por sobre la presión ambiental y por ende, mayor cantidad de oxígeno, en forma progresiva a partir de los 28.000 pies y hasta presiones que no soporta el individuo que pilotea la aeronave de combate.

Este equipo cumple un papel fundamental el cual es indicar el nivel de oxígeno que poseen las botellas internas del avión, además de eso nos permite realizar chequeos a las máscaras del piloto para ver si está suministrando el oxígeno cuando el piloto lo requiera.

Además de las funciones antes mencionadas este equipo cumple con la finalidad de advertir al piloto cuando el oxígeno a descendido a menos de  $\frac{1}{4}$  siendo este nivel crítico porque significa que el sistema agotó sus reservas de oxígeno gaseoso y las señales que emite el sistema es mediante una luz roja en el panel del piloto.

Posterior a esto en caso que se termine el oxígeno el piloto recurrirá a la botella de emergencia y esta le da 8 minutos para que pueda aterrizar y realizar un nuevo reabastecimiento de oxígeno gaseoso en tierra.

- El control de esta respiración a presión puede ser manual o automático, dependiendo del tipo de regulador.
- La capacidad de suministrar 100% de oxígeno bajo presión positiva (por sobre la presión ambiental), permite su uso en ascensos de rutina a 43.000 pies y ascensos de emergencia hasta 50.000 pies.
- Este sistema utiliza máscaras especiales de aviación.
- Su funcionamiento adecuado depende mucho del sello que se logre entre la cara y la máscara.
  - La respiración bajo presión positiva es dificultosa y fácilmente induce hiperventilación.



**Figura 2.17.-** Mascara para oxígeno

**Fuente:** Curso del avión M-50

## 2.15 Problemas causados por la falta de oxígeno en vuelo

### 2.15.1 Hipóxia

La hipóxia es un estado en el cual existe deficiencia de oxígeno en la sangre, células y tejidos del organismo, con compromiso de la función de estos. Esta deficiencia de oxígeno puede ser debida a muchas causas, pero la más frecuente, especialmente en el ambiente aeronáutico, es la reducción de la presión parcial de oxígeno como consecuencia de la reducción de la presión atmosférica con la altitud.

Habitualmente, esto ocurre por exposición a altura, falla o mal uso de los equipos de oxígeno de las aeronaves.

<sup>3</sup> Curso de Especialización avión M50 – Oxígeno y Presurización

## **2.15.2 Tipos de hipoxia**

### **Hipoxia Hipoxica**

Este tipo de hipoxia se debe a una alteración de las fases de ventilación alveolar y/o difusión alveolo capilar de la respiración, que produce una deficiencia entrega de oxígeno atmosférico a la sangre de los capilares pulmonares.

- Exposición a la altitud.
- Pérdida de la presurización de cabina.
- Mal funcionamiento del equipo de oxígeno.
- Afecciones del pulmón (neumonía, enfisema, etc.).

### **Hipoxia Hipémica**

La hipoxia hipémica se debe a una alteración de la fase de transporte de la respiración. Consiste fundamentalmente en una reducción de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre.

Ciertas drogas o productos químicos, tales como nitritos y monóxido de carbono, pueden alterar las características de la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos o bien, combinarse directamente con ella, reduciendo su capacidad de transporte de oxígeno.

El monóxido de carbono es de importancia para el piloto porque está presente en los gases producto de la combustión, tanto en aviones convencionales como en aviones a reacción, y en el humo de cigarrillo.

La hemoglobina posee una afinidad por el monóxido de carbono 250 veces mayor que por el oxígeno, por lo que no es fácil eliminar este elemento de la circulación sanguínea.

Las causas son:

- Intoxicación por monóxido de carbono
- Pérdida de sangre (hemorragia, donación sangre).
- Tabaquismo.

### **Hipóxia por Estacionamiento**

Este tipo de hipóxia se debe también a una alteración de la fase de transporte de la respiración. Consiste en la reducción del flujo de sangre a través de un sector del organismo o en su totalidad. Esta condición puede deberse a una falla de la capacidad de la bomba cardíaca o a condiciones de flujo local (Fuerzas G).

Las causas son:

- Insuficiencia cardíaca.
- Shock
- Respiración a presión continuada.
- Frio extremo
- Aplicación de fuerzas Gz positivas.

### **Hipóxia Histotóxica**

Este tipo de hipóxia se debe a una alteración de la fase de utilización de la respiración y consiste en la incapacidad de las células para utilizar el oxígeno en forma adecuada. Se produce por la acción de ciertas sustancias sobre el metabolismo celular.

Las causas:

- Intoxicación por cianatos (combustión de cierto plásticos)

- Intoxicación por alcohol.

### 2.15.3 Características de la hipóxia

**Comienzo insidioso:** Esta es las características más peligrosas de la hipóxia, junto a su gran variación individual y a la diferente tolerancia que muestran distintas personas, agregado al hecho de que la presencia de hipóxia no produce dolor o malestar significativo, su presencia es a veces tan imperceptible.

Puede progresar en el tiempo hasta la total incapacidad del sujeto. Bajo 10.000 pies, la disminución de la visión nocturna es el único signo que puede señalar la presencia de hipóxia, lo que habitualmente ocurre desde los 5000 pies.

**Severidad de los Síntomas:** El comienzo y la severidad de los síntomas de la hipóxia varía de forma individual y de acuerdo a la deficiencia de oxígeno, incluso la misma susceptibilidad a la hipóxia se ve afectada por factores tales como altitud, cantidad de glóbulos rojos, estado físico, etc.

**Compromiso Mental:** El compromiso de las funciones intelectuales es un signo precoz de la presencia de hipóxia que compromete lógicamente la capacidad del piloto para darse cuenta de su propia incapacitación. Existe compromiso del pensamiento, que se hace lento, el cálculo es impreciso, el juicio pobre, la teoría incierta y el tiempo de reacción se retarda considerablemente.

**Tiempo Útil de Conciencia:** El tiempo útil de conciencia (TUC) es el intervalo entre la interrupción del aporte o exposición a un ambiente pobre en oxígeno hasta el momento en que el piloto pierde la capacidad de tomar acciones protectoras y correctivas.

El TUC no se considera hasta la pérdida total de la conciencia. En la siguiente tabla se ilustra los tiempos promedios de los TUC a diferentes alturas.

<b>TIEMPO ÚTIL DE CONCIENCIA A DIFERENTES ALTITUDES</b>	
<b>Altitud</b>	<b>Tiempo útil de conciencia</b>
18.000 pies	20 - 30 minutos
22.000 pies	10 minutos
25.000 pies	03 – 05 minutos
30.000 pies	01 – 02 minutos
35.000 pies	30 – 60 segundos
40.000 pies	15 – 20 segundos
50.000 pies	09 – 12 segundos

**Tabla 2.1.-** Tiempo a diferentes alturas

**Fuente:** [http://www.indura.cl/\\_file/file\\_1774\\_m\\_gases\\_2007.pdf](http://www.indura.cl/_file/file_1774_m_gases_2007.pdf)

Estos tiempos son promedios en individuos sanos y en reposo. Cualquier ejercicio reduce de inmediato el TUC. Por ejemplo, un piloto que tiene un TUC de 3-5 minutos a 25.000 pies, efectuar diez flexiones completas de rodillas, ve reducido su TUC a 1-1/2 minutos. Por otra parte, la descompresión explosiva puede reducir el TUC hasta un 50%, debido a la respiración forzada desde el pulmón.

#### **2.15.4 Reconocimiento de la hipóxia**

En gran avance que significa el entrenamiento en la cámara hiperbárica o altimétrica, permite al piloto experimentar sus propios síntomas de hipóxia de una manera controlada y segura, que varían de un sujeto a otro desacuerdo a su edad, estado físico, ansiedad y susceptibilidad propia.

Una vez que estos síntomas son percibidos por el sujeto, no varían mayormente en el tiempo. Por razones prácticas, los signos y síntomas de la hipóxia se han

clasificado en síntomas “objetivos” que son percibidas por un observador y “síntomas subjetivos” que son aquellos percibidos por el afectado.

### **Síntomas Objetivos**

Estos síntomas pueden no ser percibidos por el afectado, pero habitualmente lo son por un observador (Ej.: copiloto o instructor de cámara hiperbárica):

- Aumento en la profundidad de la respiración.
- Cianosis (color azulado de uñas y labios).
- Confusión mental.
- Pobreza de juicio.
- Pérdida de la coordinación muscular.
- Inconsciencia.
- Rasgos de delirio

### **Síntomas Subjetivos**

Las señales de alarma más importantes para el piloto son aquellas que puede percibir precozmente. Estos síntomas son enfatizados durante el entrenamiento en la cámara altimétrica y pueden ser:

- Sensación de falta de aire.
- Sensación de ansiedad.
- Dolor de cabeza.
- Mareo.
- Fatiga.
- Náusea.
- Sensación de ondas de frío o calor (bochornos).
- Visión borrosa.
- Visión de túnel.

- Pérdida de sensibilidad.
- Temblores en el cuerpo.

### **2.15.5 Factores que influyen en la hipóxia**

#### **Altitud**

La altura afecta directamente la presión parcial de oxígeno del aire inspirado y disminuye la presión parcial alveolar de oxígeno. A altitudes de 40.000 pies o más, la presión parcial de oxígeno están reducida que el tiempo útil de conciencia es de solo algunos segundos.

#### **Razón de Ascenso**

La razón de ascenso de los aviones modernos impide una adaptación a la altitud. La descompresión rápida, que es ascenso muy rápido, puede reducir el TUC hasta un 50%.

#### **Tolerancia Individual**

Existen variaciones individuales que afectan la tolerancia a la hipóxia. Las razones no está totalmente claras pero hay factores que deben ser considerados, tales como el metabolismo propio del sujeto, dieta y nutrición de cada individuo inclusive estado físico debido a que los individuos que mantienen un buen cuidado de su organismos son propensos a soportar el riesgo de sufrir una hipóxia.

#### **Tiempo de Exposición**

Los efectos que produce la hipóxia aumentan a medida que esta condición se prolonga en el tiempo de exposición debido a la altitud en la que se encuentre el piloto.



## **Estado Físico**

Un estado físico adecuado proporciona una mayor eficiencia del uso del oxígeno y por lo tanto, una mayor tolerancia a la hipóxia, mientras que la obesidad y la falta de entrenamiento físico disminuyen la tolerancia a estas condiciones.

## **Actividad Física**

EL TUC se reduce con la presencia de actividad física, debido a que los requerimientos metabólicos de oxígeno aumentan en gran medida con la actividad y se necesita el aporte de oxígeno adicional para mantener las funciones normales.

Este factor afecta notablemente a la tripulación de aviones de carga que deben realizar esfuerzos o movimientos continuos durante el vuelo.

## **Factores Psicológicos**

Las personas con rasgos neuróticos presentan habitualmente una menor tolerancia a la hipóxia. Estudios realizados en vuelo han demostrado que las personas con trastornos psicológicos presentan un mayor consumo de oxígeno que las personas normales en situaciones de estrés.

Aquellos pilotos con problemas emocionales o que con facilidad se afectan psicológicamente por problemas ambientales, son más susceptibles a la hipóxia.

## **Temperatura Ambiente**

Las temperaturas extremas de frío o calor, predispone la puesta en marcha de mecanismos de ajustes del organismo, que en el fondo significan aumento del consumo de oxígeno, disminuyendo de esta manera la tolerancia a la condición de hipóxia y requiriendo oxígeno adicional para el mantenimiento de la función normal.

Esta es una de las justificaciones del oxígeno de emergencia de los equipos de escape y caída libre desde grandes altitudes con bajas temperaturas.

### **Prevención de la Hipóxia**

Se previene aportando oxígeno para mantener una presión parcial de oxígeno alveolar de 60 a 100 mmHg. Esto se logra por medio de los diferentes equipos de oxígenos disponibles y con la práctica disciplinada en el uso de estos equipos.

La prevención y corrección de la hipóxia hipóxica es sin duda de gran importancia y básico para la supervivencia del piloto, pero de ninguna manera debe descuidarse la presencia y acción de automedicación, el miedo, el stress y la ansiedad o alteraciones emocionales.

### **Tratamiento de la Hipóxia**

La presencia de síntomas de hipóxia o la exposición a una descompresión de cabina, significa la puesta en marcha inmediatamente de una serie de procedimientos para su corrección.

Sin duda que lo más importante es la provisión inmediata de oxígeno al 100%, pero es necesario tener en cuenta otros factores que deben ser analizados en forma secuencial.

### **2.16 Reguladores de oxígeno gaseoso**

Un regulador de presión, es un dispositivo mecánico que permite disminuir la elevada presión del gas que posee el cilindro ya sea en este caso de oxígeno gaseoso u otro gas, hasta la presión de trabajo escogida y mantenerla constante. Los reguladores de oxígeno se encuentran en el mercado para diferente capacidad de presión y

---

<sup>4</sup> [http://ohioline.osu.edu/aex-fact/192/pdf/0192\\_3\\_52.pdf](http://ohioline.osu.edu/aex-fact/192/pdf/0192_3_52.pdf)

diferentes usos, para trabajar en aviación se necesita que por lo menos sobre pase los 3000 psi.



**Figura 2.18.-** Regulador de oxígeno

**Fuente:** [http://www.indura.cl/\\_file/file\\_1774\\_m\\_gases\\_2007.pdf](http://www.indura.cl/_file/file_1774_m_gases_2007.pdf)

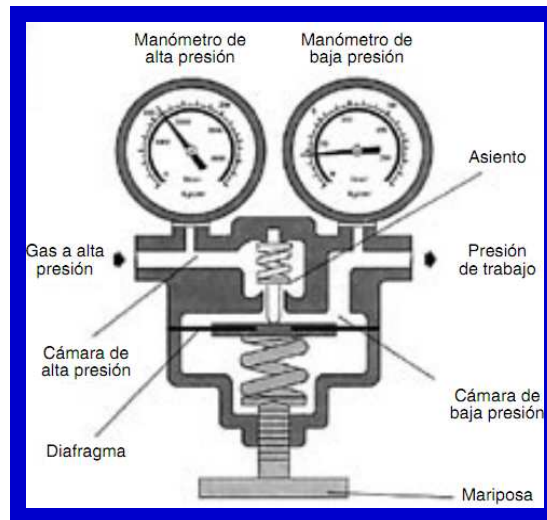
### **Estructura de un Regulador**

Básicamente, el regulador consta de un diafragma que recibe la presión del gas por un lado y la acción de un resorte ajustable por el otro. El movimiento del diafragma controla la apertura o cierre del orificio que entrega el gas.

La llave de control del diafragma se usa para mantener una presión de entrega escogida constante, a un valor que esté dentro del rango de diseño del regulador.

Una vez regulada la presión, el diafragma actúa automáticamente, abriendo o cerrando el orificio de salida para mantener la presión de servicio constante.

Opcionalmente se puede agregar al regulador un dispositivo de control de flujo (flujómetro), que permite calibrar y leer el flujo de gas requerido.



**Figura 2.19.-** Estructura del regulador oxígeno

**Fuente:** [http://www.indura.cl/\\_file/file\\_1774\\_m\\_gases\\_2007.pdf](http://www.indura.cl/_file/file_1774_m_gases_2007.pdf)

## Manómetros



**Figura 2.20.-** Manómetro

**Fuente:** [http://www.indura.cl/\\_file/file\\_1774\\_m\\_gases\\_2007.pdf](http://www.indura.cl/_file/file_1774_m_gases_2007.pdf)

Indican presión a través de un sencillo mecanismo de fuelle y relojería. Los reguladores de presión normalmente cuentan con dos manómetros. Uno indica la presión de entrada del gas que viene del cilindro, y el otro, la presión de salida (presión de trabajo), que se puede regular con el tornillo o mariposa del regulador.

Los manómetros tienen diferentes escalas de acuerdo al rango de presión que requieren medir. Normalmente las escalas vienen graduadas en bar, que es la

unidad adoptada por los países de la Unión Europea, y en psi. que utilizan todavía los países de habla inglesa, aun cuando su propósito es también cambiar al Sistema Internacional de Unidades SI.

Cabe recordar que los manómetros miden presión manométrica, es decir indican cero cuando la presión absoluta es 1 atmósfera. Esto se expresa como bar (relativos) o como psi, para distinguir de los bares o psi (absolutos). Cuando no se expresa esta última letra aclaratoria se entiende que se está refiriendo a presiones manométricas.

### 2.17 Equipo de llenado oxígeno gaseoso



**Figura 2.21.-** Regulador de oxígeno del avión M-50

**Fuente:** Investigación de Campo

Es un equipo con la capacidad de manejar altas presiones de oxígeno gaseoso mediante la utilización de diversos instrumentos, herramientas y equipos de protección para realizar el llenado en el sistema principal de la aeronave. Este equipo es capaz de manejar presiones de 3000 psi.

<sup>5</sup> <http://cmae.fach.cl/docum/equipos.pdf>

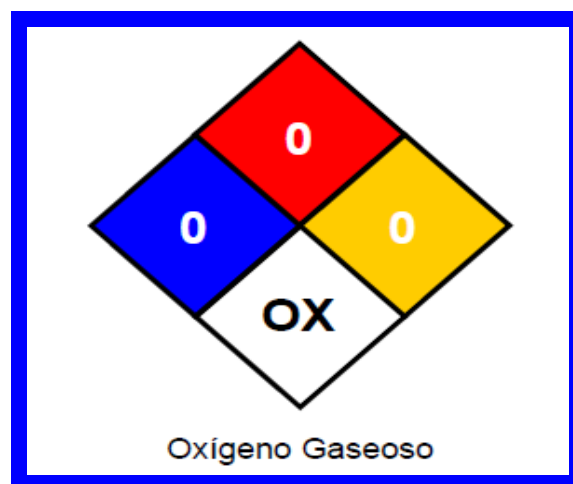
En aviación el sistema de oxígeno gaseoso es de vital importancia y se requiere contar con equipos en buen estado, operativos para cumplir con los requerimientos del personal y de las aeronaves que dependen de estos.

El equipo de llenado de oxígeno gaseoso está constituido de tres manómetros, los mismos que permiten ver el nivel de gas que contiene los tanques y a su vez el otro manómetro permite ver el paso del mismo.

De tal forma también posee una cañería especial la misma que soporta presiones hasta de 5000 psi. Tiene el acople que le permite conectar y asegurar para así realizar la recarga a la toma del sistema principal de oxígeno gaseoso del avión.

Posee también llaves de paso y de purga, las mismas que controlan el suministro del oxígeno gaseoso al sistema. Permitiendo la manipulación del equipo con una mayor tranquilidad ya que el personal sabe con qué y a cuánta presión está trabajando al momento de hacer el llenado.

## 2.18 Identificación de riesgos por sus colores representativos



**Figura 2.22.-** Colores representativos

**Fuente:** Investigación de Campo

## **SALUD (COLOR AZUL)**

- 0 Peligro mínimo
- 1 Peligro Grave
- 2 Peligro Moderado
- 3 Peligro Grave
- 4 Peligro Severo

## **INFLAMABILIDAD**

- 0 Extremadamente inflamable.
- 1 Debe precalentarse para quemarse.
- 2 Ignita cuando es calentado moderadamente.
- 3 Ignita a temperatura ambiente.
- 4 Extremadamente inflamable.

## **REACTIVIDAD (COLOR AMARILLO)**

- 0 No reacciona.
- 1 Normalmente estable, pero se convierte en inestable al calentarse.
- 2 Posibles cambios químicos violentos a temperatura elevada.
- 3 Capaz de detonar o de explotar con una fuerte fuente de ignición.
- 4 Capaz de detonar a temperatura ambiente.

## **RIESGOS ESPECIALES (COLOR BLANCO)**

W Evitar usar agua.

OX Oxidante.

### **2.19 Equipos de protección personal**

En cualquier caso, un equipo de protección individual deberá:

- Ser adecuado a los riesgos de los que haya que protegerse, sin suponer de por sí un riesgo adicional;
- Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo;
- Tener en cuenta las exigencias ergonómicas y de salud del trabajador;
- Adecuarse al portador, tras los necesarios ajustes.

En caso de riesgos múltiples que exijan que se lleven simultáneamente varios equipos de protección individual, dichos equipos deberán ser compatibles y mantener su eficacia en relación con el riesgo o los riesgos correspondientes.

Las condiciones en las que un equipo de protección individual deba utilizarse, en particular por lo que se refiere al tiempo durante el cual haya de llevarse, se determinarán en función de la gravedad del riesgo, de la frecuencia de la exposición al riesgo y de las características del puesto de trabajo de cada trabajador, así como de las prestaciones del equipo de protección individual.

Los equipos de protección individual estarán destinados, en principio, a un uso personal. Si las circunstancias exigen la utilización de un equipo individual por varias personas, deberán tomarse medidas apropiadas para que dicha utilización no cause ningún problema de salud o de higiene a los diferentes usuarios.



### 2.19.1 Overol

El overol es una prenda, se lo utiliza específicamente para tener comodidad al momento de realizar un trabajo consta de varios bolsillos que ayuda al trabajador para guardar materiales o herramientas con las que esté trabajando.

También es de gran ayuda para cubrir el cuerpo del trabajador ya que este cubre de que se manche su cuerpo o vestimenta que tenga puesto al interior del mismo.



**Figura 2.23.-** Overol

**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Overol>

### 2.19.2 Mascarilla



**Figura 2.24.-** Mascarilla

**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Mascarilla>

Ningún respirador es capaz de evitar el ingreso de todos los contaminantes del aire a la zona de respiración del usuario. Los respiradores ayudan a proteger contra determinados contaminantes presentes en el aire, reduciendo las concentraciones en la zona de respiración por debajo del TLV u otros niveles de exposición recomendados. El uso inadecuado del respirador puede ocasionar una sobre exposición a los contaminantes provocando enfermedades o muerte.

#### **Limitaciones generales de su uso.**

- Estos respiradores no suministran oxígeno.
- No los use cuando las concentraciones de los contaminantes sean peligrosas para la vida o la salud, o en atmósferas que contengan menos de 16% de oxígeno.
- No use respiradores de presión negativa o positiva con máscara de ajuste facial si existe barbas u otras porosidades en el rostro que no permita el ajuste hermético.

#### **2.19.3 Gafas de protección**



**Figura 2.25.-** Gafas de protección

**Fuente:** <http://www.directindustry.es>

Unas gafas de protección son a menudo coloreadas u oscurecidas para proteger a los ojos de la luz directa y molesta.

En este caso las gafas protectoras son de mucha importancia ya que nos protege la vista en el momento de realizar el reabastecimiento del oxígeno gaseoso en los aviones debido que al momento de realizar la manipulación y traslado de las botellas, se debe realizar purgas para retirar cualquier impureza como son las limallas que se producen por el roce que hay al proceso del acoplamiento de los equipos a los tanques y a los aviones. Las monturas de las gafas generalmente están fabricadas con metal o con un material sintético, como el plástico o el nylon.

#### 2.19.4 Guantes de nitrilo



**Figura 2.26.-** Guantes de nitrilo

**Fuente:** <http://www.teoloyucan.com/Guantes.html>

Muchas actividades, tanto comerciales como industriales, requieren el uso obligatorio de guantes. Está incluido como EPI (Equipo de Protección Individual), protegiendo la parte del cuerpo que más lesiones sufre como es la mano (cortes, golpes, abrasiones, infecciones). Muchas veces no solo es utilizado para proteger la mano, sino que también es utilizado para proteger el producto (memorias, pantallas, cristales, alimentos, etc.)

---

<sup>6</sup> [http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/aereo/normastecnicas/docs/PDF\\_NTC.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/aereo/normastecnicas/docs/PDF_NTC.pdf)

## **CAPÍTULO III**

### **3.1. Preliminares**

#### **3.1.1. Estudio de alternativas**

Dentro de las alternativas propuestas y estudiadas se ha escogido las siguientes tomando en cuenta diferentes aspectos, los cuales son:

##### **A.- Primera alternativa.**

La adquisición de un equipo nuevo de reabastecimiento de oxígeno gaseoso.

##### **B.- Segunda alternativa.**

Rehabilitar el equipo de llenado de oxígeno gaseoso que dispone la sección de Oxígeno y Presurización.

##### **C.- Tercera Alternativa.**

Construir un sistema con cañerías que lleven el oxígeno gaseoso desde un reservorio ubicado en el escuadrón a los hangares donde están los aviones de combate que requieran reabastecimiento.

### **3.1.2 Análisis de factibilidad.**

Analizaremos las alternativas propuestas y en base a las necesidades que tenga el personal que trabaja en la sección de Oxígeno y Presurización, se tomará la mejor alternativa.

#### **Primera alternativa.**

La adquisición de un equipo nuevo de reabastecimiento de oxígeno gaseoso para aviones militares.

Esta alternativa se basa en la compra de un nuevo equipo de reabastecimiento de oxígeno gaseoso mediante un pedido al extranjero directamente con la casa fabricante del avión.

Su costo sería elevado ya que es un equipo especial, y en el presupuesto anual que se realiza en el escuadrón no está contemplado su adquisición debido a que los fondos son escasos.

#### **Segunda alternativa.**

Rehabilitar el equipo de llenado de oxígeno gaseoso que dispone la sección de Oxígeno y Presurización.

Esta alternativa es la rehabilitación del equipo de llenado de oxígeno gaseoso porque su costo se reduce notablemente debido a que el personal con sus conocimientos está en la capacidad técnica para realizar este procedimiento.

Dejando también un manual para su mantenimiento y utilización para preservar la vida útil de este equipo logrando de esta manera solucionar este problema con equipos, herramientas y repuestos que poseemos aquí mismo.

### **Tercera alternativa.**

Construir un sistema con cañerías que lleven el oxígeno gaseoso desde un reservorio ubicado en el escuadrón a los hangares donde están los aviones.

Esta alternativa se basa en la construcción de un sistema que posea un tanque de mayor capacidad en cual este almacenado el oxígeno gaseoso y mediante cañerías se distribuirían tomas en cada hangar para así evitar la trasportación de los tanques con el equipo de oxígeno.

La gran desventaja de esta alternativa es que sería de muy alto costo y eso con lleva a gastar un dinero que lastimosamente no cuenta el escuadrón, además tener una toma fija en un hangar que realiza operaciones de vuelo, sería peligroso en el caso de un incendio.

El oxígeno al contacto de grasas o algún producto derivado del petróleo puede provocar una explosión es por eso que los equipos y tanques de oxígeno gaseoso son móviles y fáciles de trasportar y no fijos lo cual es todo lo contrario dejando notar un riesgo potencial al realizar la construcción de esta alternativa.

### **3.1.3 Estudio de parámetros**

Al desarrollar el estudio de los parámetros la selección se realizó en función de las ventajas y desventajas que posee cada una de las alternativas propuestas anteriormente.

### Primera alternativa

<b>Primera alternativa</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<p>Previene cualquier contratiempo gracias a que sería un modelo actual.</p> <p>Realizar las diferentes tareas con más comodidad porque es más ergonómico para el trabajo.</p> <p>Posee manuales de mantenimiento.</p>	<p>Es muy costoso.</p> <p>Su adquisición se demoraría en traerla del extranjero.</p> <p>Su utilización es más complicada.</p> <p>El costo para mantenerlo es más elevado.</p>

**Tabla 3.1.-** Estudio de parámetros-primera alternativa

**Fuente:** Cbos Cachago F

### Segunda alternativa

<b>Segunda alternativa</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<p>Bajo costo porque el personal de la sección realizará este procedimiento.</p> <p>Fácil manejo debido a que el personal de señores aerotécnicos conoce a perfección el equipo.</p>	<p>Se debería dar un mantenimiento más continuo.</p>

<p>No presenta peligro su uso ya que se realizará este proceso de rehabilitación con meticulosidad acorde a los requerimientos del sistema.</p>	
---	--

**Tabla 3.2.-** Estudio de parámetros-segunda alternativa

**Fuente:** Cbos Cachago F.

### Tercera alternativa

Tercera alternativa	
Ventajas	Desventajas
<p>Fácil manejo, ya que no se traslada el equipo a cada momento evitando que se dañe.</p> <p>Es de fácil conexión en las tomas de los aviones que se encuentran en las hangaretas.</p> <p>Solo se utilizaría una cañería de alta presión para cada avión de combate que requiera oxígeno gaseoso.</p>	<p>Costo excesivo.</p> <p>Difícil de trasladar de un lugar a otro ya que no presta las facilidades debido a que esta fijo.</p> <p>Existiría peligro que entren en contacto de algún producto derivado del petróleo, como puede ser el combustible, grasa etc.</p> <p>En caso de desplegarse el escuadrón a otras bases operativas no podríamos llevarlo con nosotros.</p>

**Tabla 3.3.-** Estudio de parámetros-tercera alternativa

**Fuente:** Cbos Cachago F.



### 3.1.4 Selección de la mejor alternativa

Luego de analizar los parámetros, se llega a la conclusión de rehabilitar el equipo de apoyo en tierra para el llenado de oxígeno gaseoso en aviones militares y así mejorar las operaciones de vuelo en el Escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura, además se adjuntará un manual para su mantenimiento y correcta utilización del equipo para así de esta manera no tener ningún inconveniente.

Obteniendo como resultado un excelente desempeño al momento de su empleo en las operaciones de vuelo que realiza el escuadrón, siendo de esta manera un precedente en la Sección de Oxígeno y Presurización, que el personal está en toda la capacidad de dar mantenimiento a equipos especiales que requieran de alguna inspección.

### 3.2 Situación actual del equipo de oxígeno gaseoso



**Figura 3.2.1.-** Equipo de oxígeno gaseoso

**Fuente:** Investigación de Campo

El equipo de llenado de oxígeno gaseoso existente se encuentra localizado en la Sección de Oxígeno y Presurización perteneciente al Escuadrón 2112 de la Base

Aérea de Taura, a continuación presentaremos la situación en la que se encuentra tras mucho tiempo de no haber entrado en algún proceso de mantenimiento:

- Dispone de tres manómetros.



**Figura 3.2.2.-** Manómetro para alta presión

**Fuente:** Investigación de campo

- Despintado en general del equipo de oxígeno gaseoso.



**Figura 3.2.3.-** Parte lateral del regulador

**Fuente:** Investigación de campo

- Restos de basura en el orificio para la conexión de la tubería.



**Figura 3.2.4.-** Conexión de tubería

**Fuente:** Investigación de campo

- Presencia de corrosión en la cámara interna del equipo de oxígeno gaseoso.



**Figura 3.2.5.-** Sección interna del equipo

**Fuente:** Investigación de campo

- Taponamiento del área de purga del sistema del regulador.



**Figura 3.2.6.-** Limpieza del área de purga

**Fuente:** Investigación de campo

### **3.3 Rehabilitación del equipo de oxígeno gaseoso**

En este capítulo se establece resumir el proceso que se realizó para la rehabilitación del equipo de apoyo en tierra para el llenado de oxígeno gaseoso en aviones militares.

La rehabilitación del equipo especial de oxígeno gaseoso se la realizó planteando pasos a seguir para optimizar tiempo y recursos, a continuación tenemos la orden de rehabilitación que se siguió.

#### **Orden de rehabilitación:**

- Preparar los materiales
- Torneear los acoples

- Adquirir la cañería para alta presión
- Colocar los acoples para el tanque y para la toma del avión
- Ubicar los manómetros en el equipo especial
- Ensamble de la cañería con el equipo
- Pulir o lijar los punto que presenten rastros de corrosión
- Proceso de pintura
- Terminado

### **3.3.1 Preparación de los materiales**

- Conectores para regulador y cilindro
- Cañería de alta presión de 5000 psi
- Tubo redondo de 1 1/4
- Lámina de tool de tres líneas
- Una platina
- Electrodo
- Discos de corte y desbaste
- Un par de ruedas
- 5 Tuercas y 5 pernos
- Pintura anticorrosiva
- Thiñer
- Cemento de contacto
- Teflón
- Masilla
- Lija
- Overol
- Gafas
- Mascarillas
- Guantes
- Protectores de oídos

### **Máquinas y herramientas que se utilizó:**

- Kit de desarmadores
- Kit de hexagonales
- Llave de tubo
- Entenalla
- Dobladora de tubos
- Dobladora de platinas
- Torno
- Compresor
- Remachadora de mangueras
- Amoladora
- Taladro
- Remachadora
- Pistola para pintura
- Suelda
- Tijera para cortar láminas de tool
- Combo
- Lima
- Cepillo metálico

Para realizar este proyecto fueron muy indispensables las máquinas y herramientas que fueron prestadas hasta terminar el proyecto por el Ala de Combate 21 Taura y a su vez por la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea.

El equipo de oxígeno está constituido de tres manómetros que resisten hasta 5000 psi. También posee tres válvulas que permiten el paso al sistema del regulador y posteriormente al sistema del avión, las botellas que maneja este sistema tienen presiones de hasta 3000 psi. Por lo que su manguera posee una capacidad de 5000 psi.

El equipo de oxígeno gaseoso posee en coche transportador el mismo que tiene la capacidad de transportar una botella a la vez. Con toda la seguridad que este coche brinda, se realiza la transportación de botellas y del equipo de oxígeno gaseoso.

### 3.3.2 Extracción del tubo para el paso de gas



**Figura 3.3.1.-** Tubo de paso de oxígeno gaseoso

**Fuente:** Investigación de campo

Se procedió a retirar el tubo que permite el paso de oxígeno gaseoso al sistema del avión, para revisar la conexión debido a que por el tiempo que se mantuvo este equipo sin mantenimiento presenta rastros de corrosión en distintas aéreas.

Logrando de esta manera realizar una limpieza de la corrosión que se presentaba en el tubo y al mismo tiempo la limpieza del lugar donde va ubicado ya que se encontró impurezas las que a su vez no permitían el paso normal del flujo de presión al sistema.

### 3.3.3 Revisión del manómetro de presión del cilindro



**Figura 3.3.2.-** Manómetro para alta presión

**Fuente:** Investigación de campo

Se procedió a la extracción del manómetro que indica la presión que proviene de la botella y que posteriormente es enviada y registrada por el manómetro que posee el regulador de oxígeno gaseoso.

Una vez retirado el manómetro de su lugar se procedió a la revisión del funcionamiento del mismo el cual se encontraba operativo pero con muestras de corrosión en la base del manómetro y también en el lugar de conexión del regulador.

De la misma forma se aplicó un líquido desoxidante (Ferronet) en las partes afectadas con mucho cuidado hasta que progresivamente los rastros de corrosión desaparecieron y de la misma forma se limpió con alcohol antiséptico el lugar donde estaba, posteriormente se lo dejó ventilar para su respectiva instalación en el equipo de oxígeno gaseoso.



### 3.3.4 Revisión del manómetro de presión del regulador



**Figura 3.3.3.-** Manómetro para alta presión

**Fuente:** Investigación de campo

Al momento de retirar este manómetro el mismo que indica la presión con la que trabaja el equipo de oxígeno gaseoso. Se encontró rastros de corrosión en la conexión del manómetro con el equipo. Además de tener una de sus cubiertas removidas por lo que se procedió al ajuste y posteriormente a la revisión de funcionamiento.

Para su mantenimiento se utilizó líquido desoxidante (Ferronet) en las partes afectadas y de igual forma se aplicó alcohol antiséptico en las partes que presentaron algún rastro impurezas para luego quedar en un área ventilada previo a su instalación en el equipo.

### 3.3.5 Revisión del manómetro de presión del sistema del avión



**Figura 3.3.4.-** Manómetro de alta presión

**Fuente:** Investigación de campo

Al desmontar este manómetro del equipo, el mismo que cumple con la función de registrar la presión que es enviada desde el regulador de oxígeno gaseoso al sistema de carga del avión, se logró constatar que al igual que los demás presentaba rastros de corrosión en ciertas aéreas y también encontrándose residuos de impurezas en el lugar donde está instalado.

Por lo que se aplicó también líquido desoxidante (Ferronet) en las áreas afectadas, además de limpiar con alcohol antiséptico el lugar donde está funcionando y posteriormente dejándolo que se ventile para ser instalado de nuevo en el equipo de oxígeno gaseoso.

### 3.3.6 Extracción de la cubierta del equipo de oxígeno gaseoso



**Figura 3.3.5.-** Extracción de la cubierta del regulador

**Fuente:** Investigación de campo

Para la extracción de la cubierta del equipo de oxígeno gaseoso se procedió a la utilización de una hexagonal de 5mm, con la ayuda de esta herramienta se procedió a remover los ocho pernos con las que se sujeta la cubierta del equipo de oxígeno gaseoso, logrando así retirarla y permitiéndonos inspeccionar el interior del equipo.

### 3.3.7 Inspección y limpieza de corrosión del interior del equipo de oxígeno gaseoso



**Figura 3.3.6.-** Limpieza de corrosión (antes izq. y después der.)

**Fuente:** Investigación de campo

Después de la extracción de la cubierta del equipo pudimos inspeccionar su interior logrando visualizar un punto de corrosión elevado en un área muy sensible del equipo para lo cual podemos ver en la **fig. 3.3.6**, esta sección del equipo es donde el gas ingresa al sistema del regulador y permite que los manómetros marquen la presión que ingresa y con la que sale de él.

Para la limpieza de la corrosión se utilizó un líquido desoxidante (Ferronet) y algodón y tras varios intentos se logro el retirar en su totalidad la corrosión del interior del regulador de oxígeno gaseoso, y posteriormente dejándolo en un área ventilada para ser limpiada al final con alcohol quedando lista para ser armada.

### **3.3.8 Manguera de alta presión**



**Figura 3.3.7.-** Manguera para alta presión

**Fuente:** Investigación de campo

Al instalar una nueva cañería de alta presión en el regulador, se incrementa el nivel de seguridad y aún más por la capacidad elevada que posee ya que esta cañería puede soportar hasta una presión de 350 bares o en Psi 5073,15. Capacidad suficiente para la manipulación de botellas de oxígeno gaseoso.

### 3.4 Construcción del coche para trasportar botellas de oxígeno gaseoso

#### 3.4.1 Corte de tubos y suelda de los mismos para formar la base del coche



**Figura 3.4.1.-** Corte de tubos para base de coche

**Fuente:** Investigación de campo

Se cortó el tubo de acuerdo a las medidas que se tiene en el diseño, este corte se realizó con una cierra simple, de ahí se soldó el tubo y se formó la base o esqueleto del coche transportador.

#### 3.4.2 Doblez y Ensamblaje de los tubos para formar los brazos de sujeción



**Figura 3.4.2.-** Doblez y ensamblaje de los tubos de sujeción

**Fuente:** Investigación de campo



Luego de cortar y doblar los tubos con las medidas indicadas, se procedió a soldar para de esta manera formar los brazos que nos servirán para la transportación de los tanques de oxígeno gaseoso.

### 3.4.3 Corte de tool



**Figura 3.4.3.-** Corte de lámina de tool para base del coche

**Fuente:** Investigación de campo

Se procedió a cortar una lámina de tool de tres líneas de espesor con una medida de 43cm x 43cm. que servirá como base en donde se pondrá los cilindros de oxígeno gaseoso, en lo posterior se soldará a la base del esqueleto del coche.

### 3.4.4 Recubrimiento con lámina de tool en la base del coche



**Figura 3.4.4.-** Recubrimiento con lámina de tool

**Fuente:** Investigación de campo

Se colocó una lámina de tool de tres líneas de espesor sobre la base o esqueleto del coche, dando forma a la base donde estarán alojados los cilindros de oxígeno gaseoso.

Esta lámina de tool se soldó de tal manera que quedó fija y para su protección se colocará una cubierta de caucho que brindará seguridad a la base del coche y al cilindro de oxígeno gaseoso.

### 3.4.5 Ensamblaje de las ruedas



**Figura 3.4.5.-** Ensamblaje de ruedas

**Fuente:** Investigación de campo

Se procede a la instalación de un par de ruedas las mismas que estarán fijas en una sola dirección en la parte trasera del coche y que servirán como apoyo para la transportación del coche al momento de haber instalado un cilindro de oxígeno gaseoso y a su vez se logra una mayor optimización de tiempo al momento de estar en línea de vuelo puesto que los cilindros de oxígeno deben estar alejados aproximadamente unos 50 m de distancia.

### 3.4.6 Ensamblaje de la estructura del coche



**Figura 3.4.6.-** Estructura del coche  
**Fuente:** Investigación de campo

Se ensambló los tubos a los costados de la base dando forma al coche, tomando en cuenta que este coche es capaz de transportar un cilindro.

### 3.4.7 Doblez y ensamblaje de las abrazaderas del cilindro



**Figura 3.4.7.-** Abrazaderas del cilindro  
**Fuente:** Investigación de campo



Se construyó estas abrazaderas para sujetar firmemente el peso al momento del transporte del cilindro ya que al inclinarse el coche su peso descansa en estas platinas que van ubicadas en la parte trasera, evitando que se mueva y logrando más estabilidad al momento de trasladarlo de un lugar a otro.

### 3.4.8 Caja metálica para ubicación del regulador de oxígeno



**Figura 3.4.8.-** Caja metálica

**Fuente:** Investigación de campo

Se instaló una caja en la parte trasera del coche, con el propósito que el regulador de oxígeno gaseoso se mantenga seguro, de tal manera el manejo se lo realiza desde la caja sin tener que dañar los componentes del equipo.

Al instalar el regulador en la caja evitamos el proceso de instalación y desmontaje de las botellas como se lo venía haciendo anteriormente, siendo esta una manera de preservar el funcionamiento del equipo y optimizar el tiempo en línea de vuelo.

### 3.4.9 Recubrimiento de masilla en la estructura



**Figura 3.4.9.-** Recubrimiento de masilla

**Fuente:** Cbos. Cachago F.

Posteriormente al proceso de suelda de las partes del coche transportador se procedió al pulido de la estructura para después pintarlo.

### 3.4.10 Proceso de pintura del coche y regulador de oxígeno

Después de haber terminado con el proceso de ensamblaje del coche y de rehabilitación del regulador de oxígeno gaseoso se procedió a los acabados finales de ambos.

Por último, se procedió a pintar la estructura del equipo, para la cual, se utilizó pintura de color gris y amarilla (anticorrosiva), y para el regulador de oxígeno se utilizó pintura de color blanca. Esto se lo realizó con los equipos de pintura que fueron facilitados en la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea de la ciudad de Latacunga.



**Figura 3.4.10.-** Proceso de pintado del coche de oxígeno

**Fuente:** Investigación de campo

Se procedió a pintar el coche transportador de cilindros de oxígeno gaseoso, el color gris para dar el fondo y posteriormente se lo pintó de color amarillo Caterpillar para dar el color final.



**Figura 3.4.11.-** Proceso de pintado del equipo de oxígeno gaseoso

**Fuente:** Investigación de campo

Se pintó de blanco al regulador ya que el color representativo del oxígeno gaseoso es este.

### 3.4.11 Terminado

Finalmente se obtuvo nuestro coche y regulador de oxígeno gaseoso.



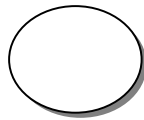
**Figura 3.4.12.-** Coche transportador de oxígeno gaseoso terminado

**Fuente:** Investigación de campo

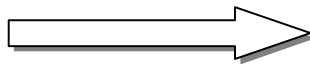
### 3.5 Diagrama de proceso

En cuanto a los diagramas de procesos, utilización y mejor comprensión en este proyecto tomamos en cuenta la siguiente simbología:

**Operación.-** Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.



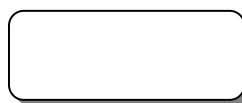
**Transporte.-** Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, o se da paso a otra acción.



**Inspección.-** Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar o verificar la calidad o cantidad de cualquiera de sus características.



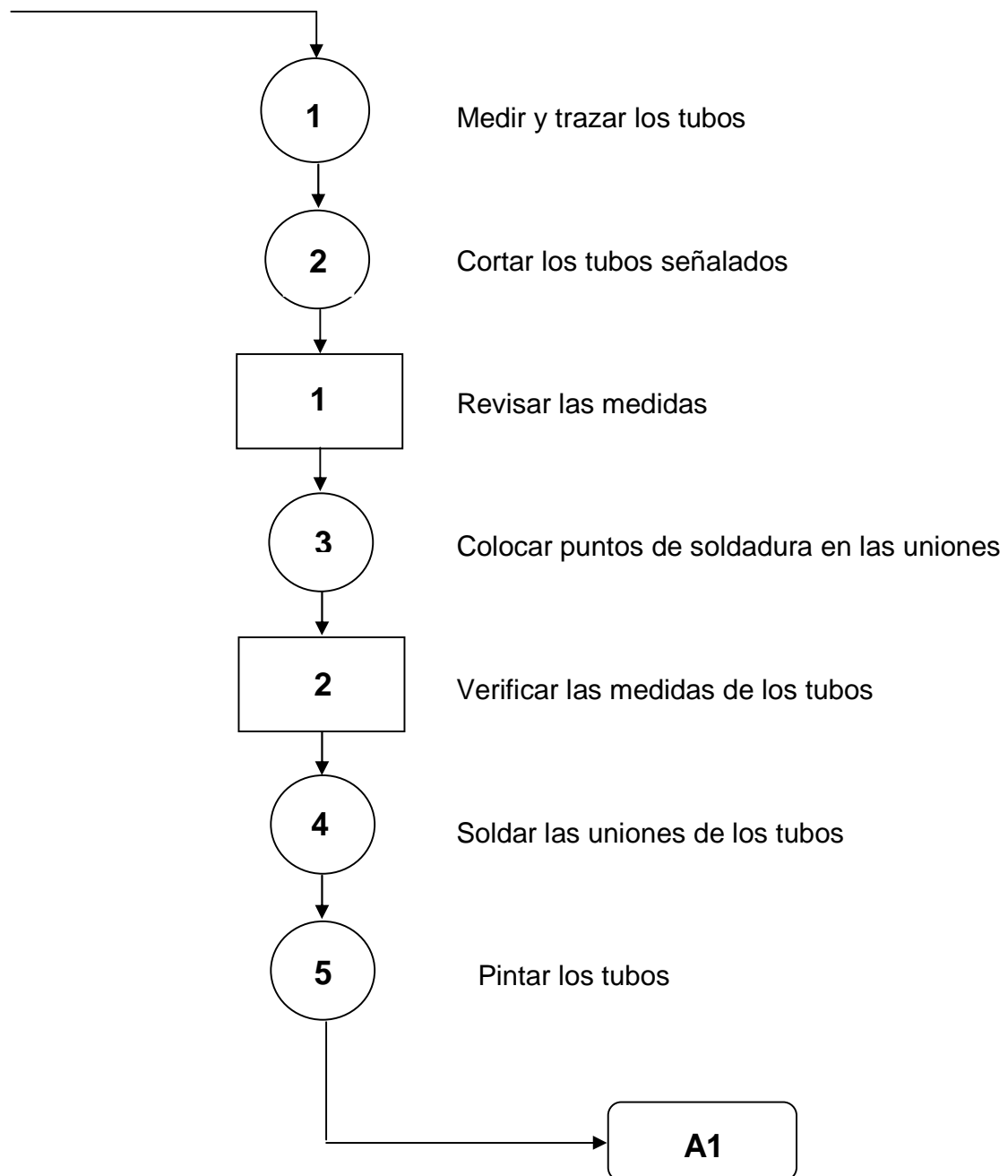
**Conclusión de sección o parte.-** Es utilizado cuando la parte a utilizar ha sido culminada, esta puede pertenecer a un conjunto que luego puede o no puede ser juntado con otras partes como en el caso de un rompecabezas.



### 3.6 Coche para trasportar cilindros de oxígeno gaseoso

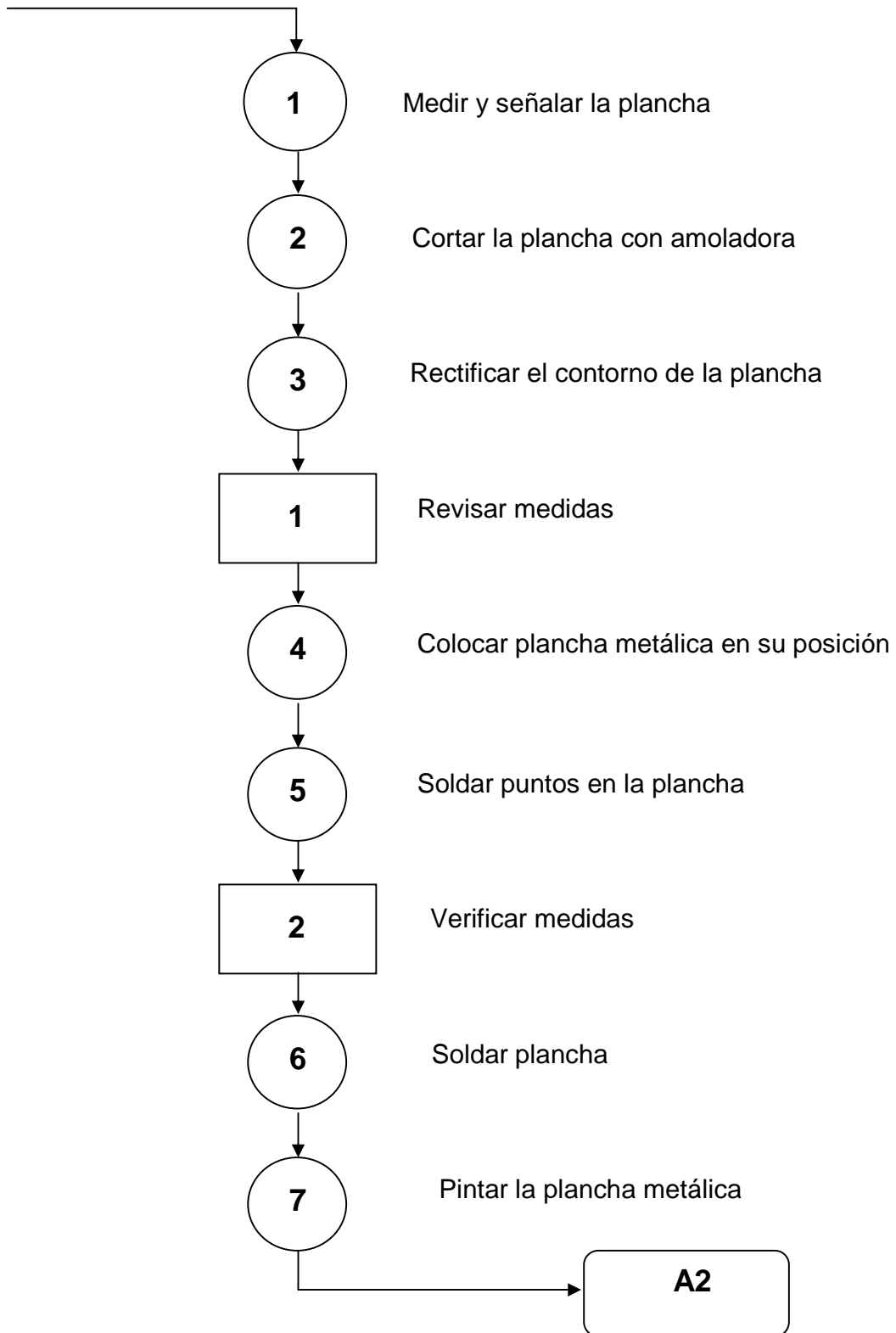
#### 3.6.1 Diagrama de procesos de construcción de la estructura del coche

Material utilizado: Tubo redondo de 1" pulgada



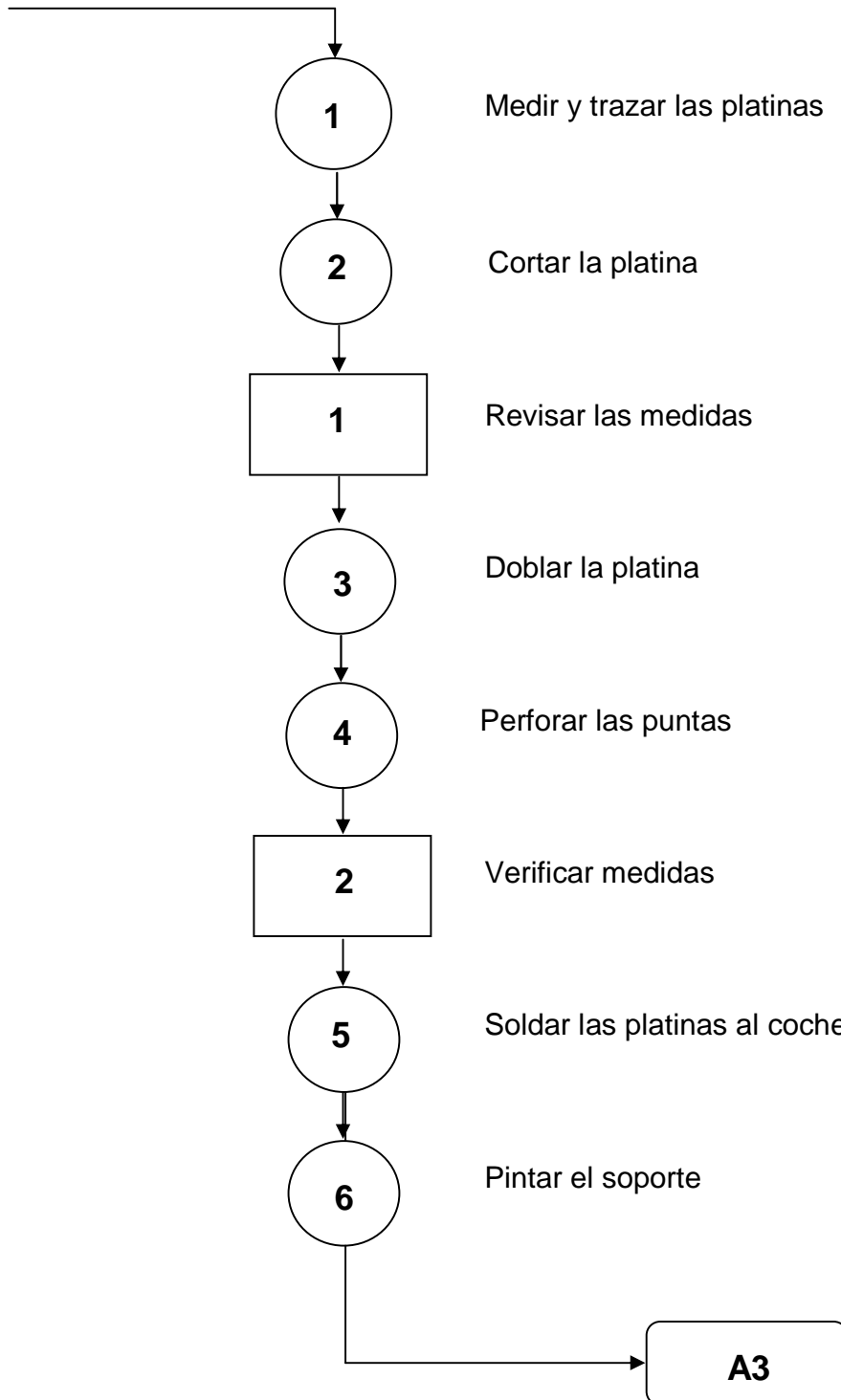
### 3.6.2 Diagrama de procesos de construcción de la base del coche

Material: Plancha de acero de 43cm X 43cm de 2mm de espesor



### 3.6.3 Diagrama de procesos de construcción de los soportes del cilindro

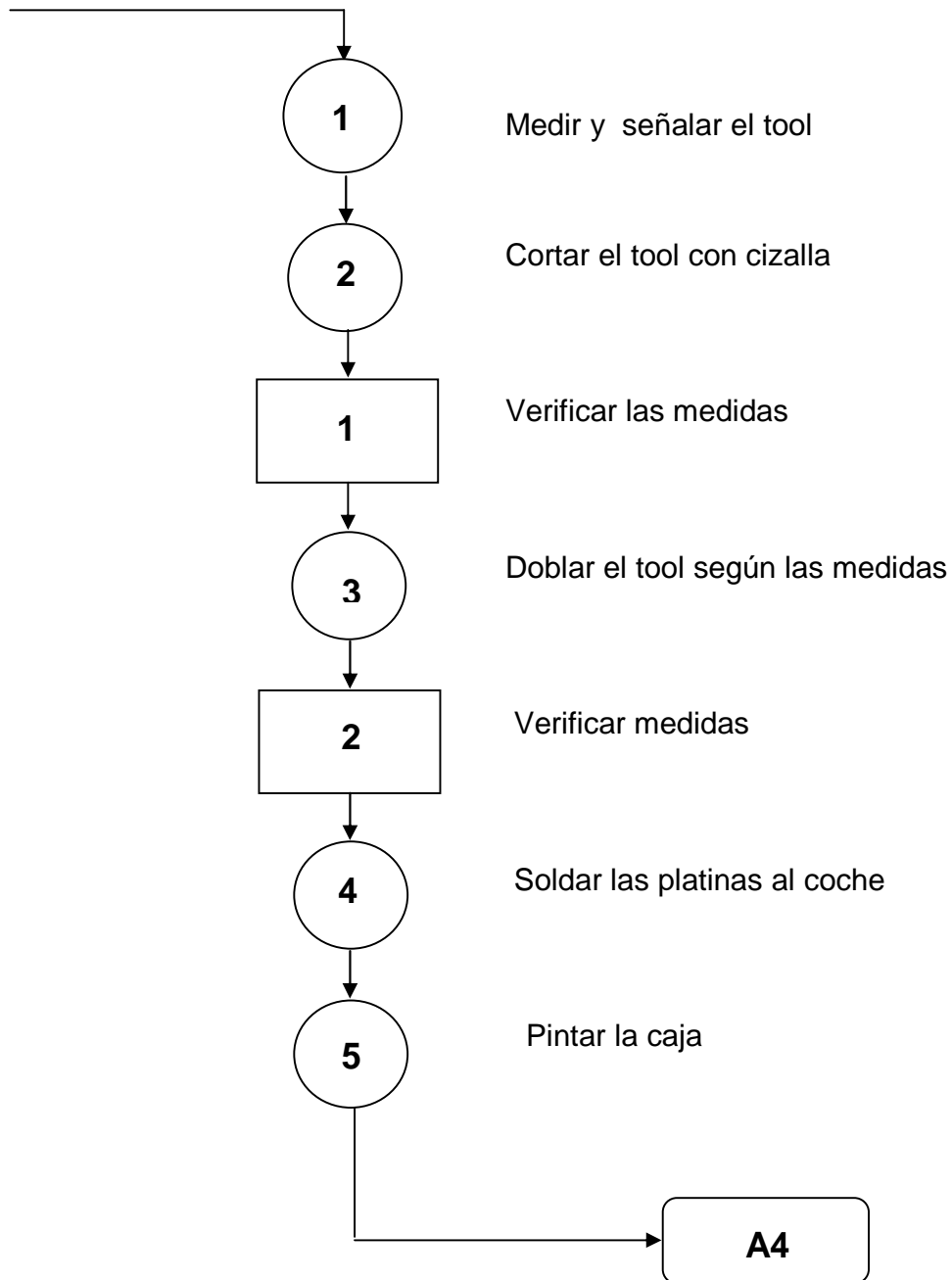
Material utilizado: Platina de acero de 1 X 3/16" y 3mm de espesor





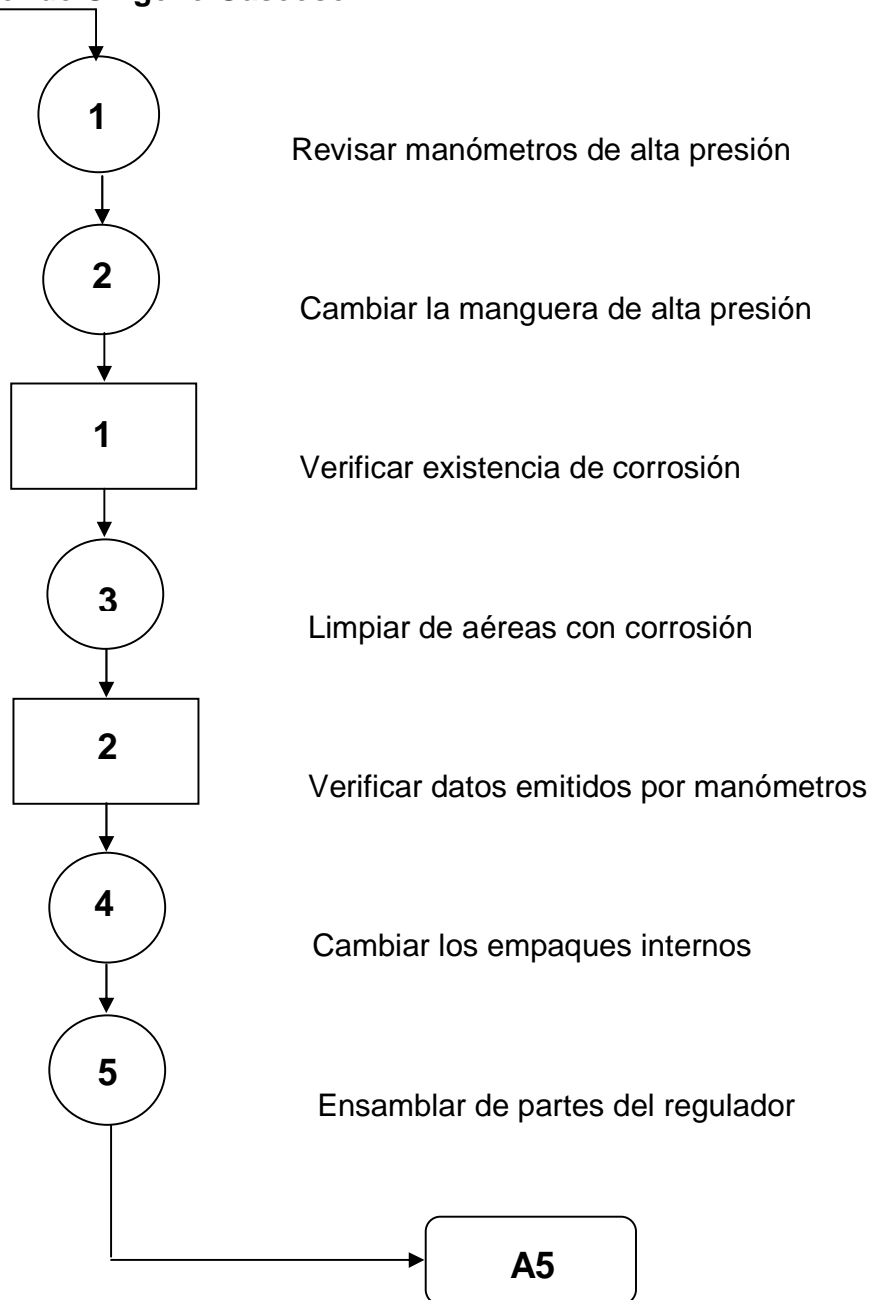
### 3.6.4 Diagrama de procesos de construcción de la caja porta regulador

Material: Lámina de tool de 2m X 1m

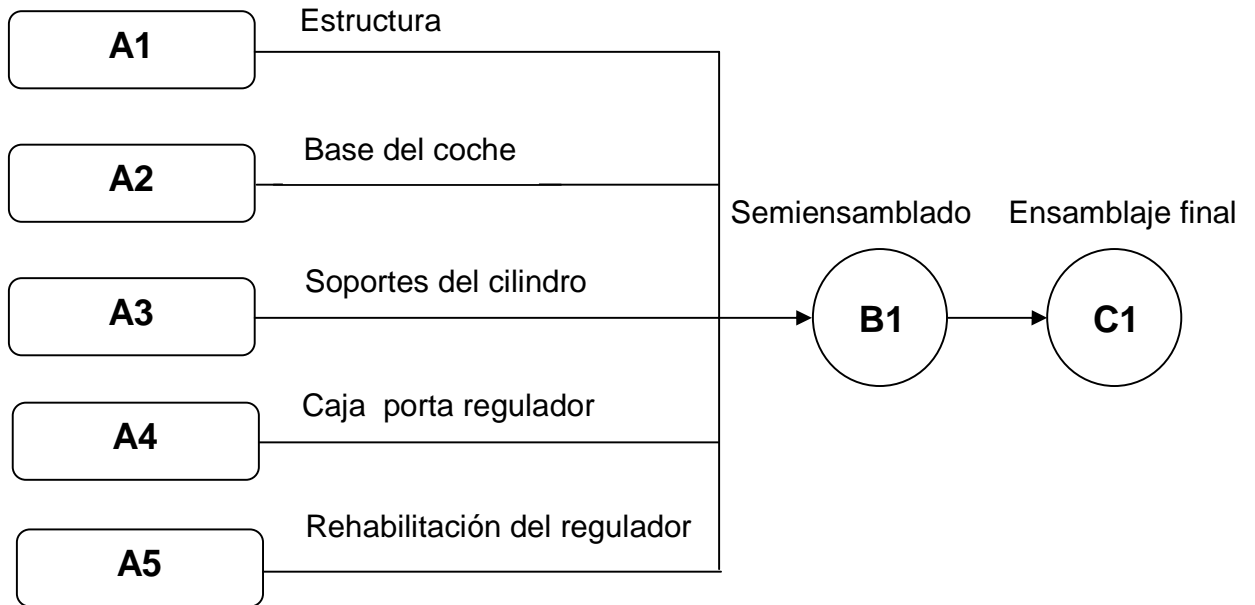


### 3.6.5 Diagrama de procesos de rehabilitación del regulador de oxígeno gaseoso

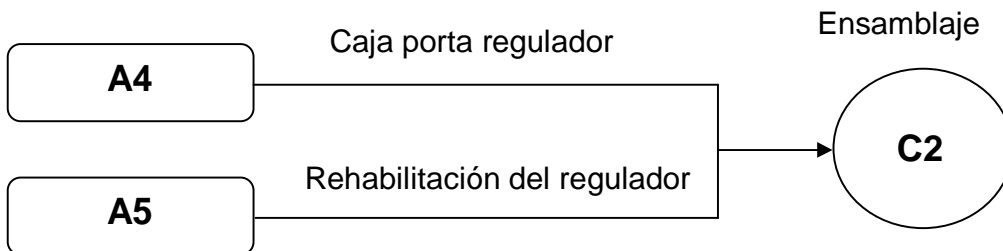
**Material: Regulador de Oxígeno Gaseoso**



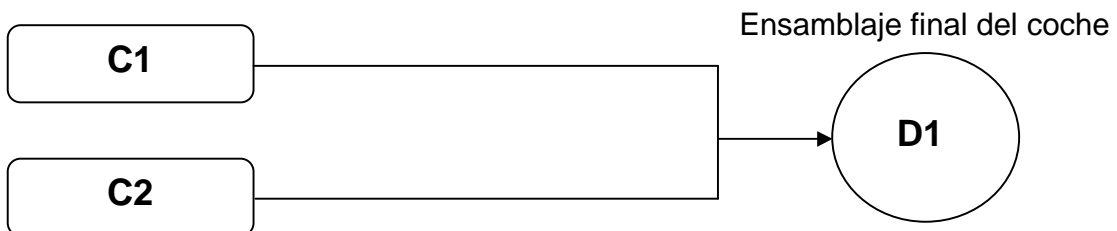
### 3.6.6 Diagrama de ensamblaje del coche



### 3.6.7 Diagrama de ensamblaje de la caja porta regulador



### 3.6.8 Unión y ensamblaje final del coche



## **3.7 Manuales**

### **3.7.1 Descripción de manuales**

A continuación se describen los manuales que servirán de ayuda al momento de manipular el equipo de Oxígeno Gaseoso y a su vez indican el procedimiento para dar el respectivo mantenimiento para que de esta manera brinde un óptimo resultado al momento de ser empleada.

Los siguientes son los manuales que servirán de guía tanto para manipulación como mantenimiento del equipo de llenado de Oxígeno Gaseoso alargando así la vida útil de la misma.

- Manual de Operación
- Manual de Mantenimiento
- Manual de Seguridad
- Hojas de Registro

## **3.8 Manual de operación**

### **3.8.1. Descripción general**

En el manual se encuentran los pasos que se deberán seguir para operar en forma correcta el equipo y a sus diferentes funciones con una serie de normas de funcionamiento con las diversas precauciones de la misma.

Las normas de operación y funcionamiento son básicas debido a que la complejidad de operación en el equipo de Oxígeno Gaseoso no es de gran envergadura, esta se basa en la operación y accionamiento.

Las precauciones que se debe de tomar no están por demás advertirlas, a pesar que la operación y funcionamiento de este equipo es muy sencilla, hay que tener en cuenta las debidas precauciones para evitar cualquier inconveniente o incidente al momento de emplearla.

### **3.9 Manual de mantenimiento**

#### **3.9.1 Descripción general**

En el manual de mantenimiento se detallan todos los procedimientos necesarios en cuanto a mantenimiento preventivo, para así prolongar la vida útil del equipo de Oxígeno Gaseoso sin que esta sufra ningún tipo de averías por el uso que se dé a la misma.

El manual de este equipo ayuda a preservar el buen estado de la misma, evitando el deterioro por agentes externos como humedad, corrosión, polvo, etc. y efectos causados por el uso normal de la misma como puede ser rajaduras, golpes y desgaste normal de sus componentes.

En el manual se dará una breve descripción de los pasos que deberá seguir para proporcionar el debido mantenimiento a los componentes del equipo de Oxígeno Gaseoso bien sea semanal, mensual o bien después de haberla usado.

El mantenimiento de este equipo especial es muy sencillo y no requiere de herramientas especiales. Lo más importante será mantenerla protegida de agentes externos ya mencionados anteriormente, y sobre todo del agua ya que esta podría destruir algunos componentes.

## **3.10 Manual de seguridad**

### **3.10.1 Descripción general**

En el manual de seguridad se detallan las operaciones necesarias para mantener protegido al personal técnico que manipule y opere el equipo de Oxígeno Gaseoso para que no dañe en absoluto su integridad y pueda realizar su trabajo sin que sufra ningún accidente o incidente.

En todo escuadrón es necesario contar con este tipo de manuales, debido a que las autoridades reguladoras de las industrias aeronáuticas así lo requieren y el incumplimiento de estos requerimientos es tomado como negligencias por parte de las industrias, en caso de haber algún incidente.

## **3.11 Registro de datos técnicos**

### **3.11.1 Descripción general**

La hoja de datos o registros es un instrumento necesario e importante para llevar en forma ordenada y organizada el uso del equipo de Oxígeno Gaseoso ya que en ellas se registran los datos de todas las imperfecciones que se van dando en el equipo, desde el momento en que empieza a funcionar.

Estas hojas sirven de respaldo para las personas que manipulen el equipo ya que las mismas indican la actividad que se está llevado a cabo, indica también si se ha realizado alguna actividad de mantenimiento, cambio de repuestos, etc.

Las hojas de registro incorporan datos específicos de cada una de las acciones tomadas en cuanto a mantenimiento además de las prestaciones y los daños los cuales se han suscitado a medida que el equipo de Oxígeno Gaseoso se ha estado empleando.

### 3.12 Manuales de operación–mantenimiento y hojas de registro

#### 3.12.1 Descripción general

A continuación se detallan las pruebas que se han realizado con el equipo, proporcionando al operador un manual de operación que es de gran ayuda, evitando de esta manera posible accidentes, además de proporcionar conocimientos para la correcta maniobra del equipo.


Un manual de mantenimiento sirve para preservar y extender la vida útil del equipo, al igual que una hoja de registros en donde se anotará las veces que es utilizado el regulador de oxígeno gaseoso, llevando un registro del tiempo de operación del equipo de llenado de Oxígeno Gaseoso.

#### Codificación de los Manuales del Equipo de Llenado de Oxígeno Gaseoso

Procedimientos	Códigos
Manual Operación del Equipo de Llenado de Oxígeno Gaseoso	<b>ITSA-TAURA-M1</b>
Manual de Mantenimiento del Equipo de Llenado de Oxígeno Gaseoso	<b>ITSA-TAURA-M2</b>
Manual de seguridad del Equipo de Llenado de Oxígeno Gaseoso	<b>ITSA-TAURA-S1</b>
Hojas de registro del Equipo de Llenado de Oxígeno Gaseoso <ul style="list-style-type: none"><li>➤ De Mantenimiento</li><li>➤ De Utilización</li></ul>	<b>ITSA-TAURA-H1</b>

**Tabla 3.4.-** Codificación de manuales y códigos

**Fuente:** Cbos Cachago F.

<p style="text-align: center;"><b>ITSA</b></p> 	<b>MANUALES</b>	Pág. : 1 de 1
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN EQUIPO DE LLENADO OXÍGENO GASEOSO</b>	Código : <b>ITSA-TAURA-M1</b>
	Elaborado por: Cbos. Cachago F.	Revisión Nº. : 1
	Aprobado por: Subs. Atencio Hebert	Fecha: AGOS. 2011

## 1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de operación del equipo de llenado de oxígeno gaseoso.

## 2. ALCANCE

Dar a conocer al operador los pasos que debe seguir para utilizar el equipo.

**3. NOMBRE DEL EQUIPO:** EQUIPO DE APOYO EN TIERRA PARA EL LLENADO DE OXÍGENO GASEOSO EN AVIONES MILITARES.

## 5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- ✓ Longitud                                    430 mm
- ✓ Ancho                                        430 mm
- ✓ Altura                                        1300 mm

## 6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

Sin documentos de referencia.

## 7. PROCESO DE INSTALACIÓN DEL CILINDRO EN EL COCHE DE OXÍGENO

7.1 Verificar que el cilindro a utilizar tenga el sello de seguridad que garantice que está lleno y en óptimas condiciones.

7.2 Desprenda el sello y proceda a subir el cilindro al coche cuidadosamente hasta que las abrazaderas del coche lo sujeten.



7.3 Habiendo asegurado correctamente el cilindro con las abrazaderas se procede a conectar la cañería de alta presión desde el regulador al cilindro, procure que los acoples de ambas partes estén correctamente enroscadas y apretadas.

7.4 Realizado el acoplamiento del cilindro y el regulador está listo el equipo para su utilización.

## **8. PRECAUCIONES**

8.1 Utilizar equipo de protección visual y guantes.

8.2. Se debe trasladar el cilindro con precaución.

## **9 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN**

9.1 Asegurar el cilindro de oxígeno gaseoso con las abrazaderas del coche.

9.2 Verificar que las válvulas del equipo estén cerradas.

9.3 Realizar la conexión del regulador con el cilindro por medio de la cañería.

9.4 Acoplar los conectores del regulador con la toma del avión.

9.5 Abrir la válvula de paso del cilindro y ver el nivel de oxígeno que existe, el mismo que se visualiza en el manómetro No 1 que posee el equipo oxígeno gaseoso.

9.6 Abrir la llave que permite pasar el oxígeno al sistema del equipo previo al reabastecimiento.

9.7 Visualizar que no haya fugas de oxígeno en la cañería de alta presión y en el acople que va dirigida al avión.

9.8 Abrir la válvula para realizar el llenado al sistema del avión.

9.9 Cerrar la válvula del regulador que permite el paso de oxígeno gaseoso al sistema del avión en cuanto se haya llenado al 100%.

9.10 Realizar la descompresión del sistema abriendo la válvula de purga quedando de esta manera sin presión el regulador.


9.7 Verificar que la presión descienda en su totalidad, por medio de las indicaciones de los manómetros.

9.8 Desconcertar los acoples de la toma del avión para liberar la conexión del regulador de oxígeno.

9.11 Cerrar el acceso de la toma del avión.

9.10 Retirar el coche del área de línea de vuelo a una distancia de por lo menos unos 50 m.

**Firma del Responsable :** \_\_\_\_\_

<p style="text-align: center;"><b>ITSA</b></p> 	<b>MANUALES</b>		Pág. : 1 de 1
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO EQUIPO DE LLENADO DE OXÍGENO GASEOSO</b>		Código : <b>ITSA-TAURA-M2</b>
	Elaborado por: Cbos. Cachago Francisco		Revisión Nº. : 1
	Aprobado por: Subs. Atencio H.	Fecha :	Fecha: Oct. 2011
<p><b>1. OBJETIVO</b></p> <p>Documentar los procedimientos para el mantenimiento óptimo equipo de oxígeno gaseoso.</p> <p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>Mencionar las diferentes tareas de mantenimiento que se deben de realizar para mantener en óptimas condiciones el equipo de oxígeno y que su operatividad no se vea limitada.</p> <p><b>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b></p> <p>Sin documentos de referencia.</p> <p><b>4. DEFINICIONES</b></p> <p>Se debe realizar una limpieza continua al regulador de oxígeno gaseoso retirando todas las suciedades de la superficie.</p> <p><b>5. PROCEDIMIENTO</b></p> <p>El siguiente mantenimiento debe ser realizado por el técnico.</p> <p><b>5.1. Mantenimiento quincenal.</b></p> <p>5.1.1 Realizar una inspección visual a los componentes del regulador, así se verifica que no existan fisuras superficiales ni descalibración de los manómetros ni algún otro deterioro de los componentes.</p>			

**5.2. Mantenimiento semestral.**


5.2.1 Revisar y verificar en su totalidad las líneas de conexión del oxígeno gaseoso.

5.2.2 Limpiar la estructura del coche y la caja.

**5.3. Mantenimiento anual.**

5.3.1 Pintar la estructura del coche en el caso de existir rayones o magulladuras para evitar corrosión.

**Firma del Responsable:** \_\_\_\_\_

<b>ITSA</b> 	<b>MANUALES</b>		<b>Pág. : 1 de 1</b>
	<b>MANUAL DE SEGURIDAD EQUIPO DE LLENADO DE OXÍGENO GASEOSO</b>		<b>Código : ITSA-TAURA-S1</b>
	<b>Elaborado por: Cbos. Cachago Francisco</b>		<b>Revisión Nº. : 1</b>
	<b>Aprobado por: Subs. Atencion H.</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha: Oct. 2011</b>

### 1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos a realizarse para mantener la seguridad de los técnicos operarios del equipo de oxígeno gaseoso.

### 2. ALCANCE

Dar a conocer las normas de seguridad a los operarios del equipo de oxígeno gaseoso.

### 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Sin documentos de referencia.

### 4. PROCEDIMIENTO

- 4.1 Previo a la realización del trabajo el operario debe estar familiarizado con la operación del equipo de oxígeno gaseoso.
- 4.2 Realizar una inspección visual general de todo el equipo para comprobar las condiciones del regulador.
- 4.3 Verificar que los manuales estén actualizados.
- 4.4 Emplear el equipo de seguridad personal indicado en el manual de operación del equipo de llenado de oxígeno gaseoso.

**Firma del Responsable:** \_\_\_\_\_





### 3.13 Pruebas de funcionamiento

Luego de concluir con la fase de rehabilitación del equipo de llenado de oxígeno gaseoso se procedió a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento, y de esta forma asegurarnos de su correcto funcionamiento.

**Prueba uno:** Al realizar las conexiones del equipo de llenado de oxígeno gaseoso se detectaron ciertas fugas en los acoples para lo cual se decidió utilizar teflón en las uniones.

**Prueba dos:** Durante esta prueba se modificó la ubicación de los manómetros para una mejor visualización. Se debe colocar protectores en la caja del regulador para evitar que se roce o maltrate los manómetros del regulador.

**Tercera Prueba:** Luego de haber realizado los respectivos cambios en los manómetros y en la caja del regulador del equipo de llenado de oxígeno gaseoso, funcionó satisfactoriamente quedando apto para su operación.

#### Resultados de las pruebas de funcionamiento

SISTEMAS	TOLERANCIA CUMPLIDA	FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO
Estructura del coche	SI	SI
Conexiones de mangueras	SI	SI
Llantas del coche	SI	SI
Manómetros	SI	SI

Tabla 3.5.- Resultado pruebas de funcionamiento

Fuente: Cbos Cachago F.



### **3.14 Estudio económico**

El análisis económico del proyecto tiene por objetivo principal el identificar la cantidad y precio de cada una de las herramientas, máquinas y materiales que fueron utilizados en la rehabilitación del equipo de apoyo en tierra para el llenado de oxígeno gaseoso.

#### **Presupuesto**

En cuanto al presupuesto se planteo la cantidad de 600 USD, lo cual servirá para cubrir las necesidades del presente proyecto.

#### **Análisis económico**

Todo el material usado para la rehabilitación del equipo de llenado oxígeno gaseoso se lo ha dividido en tres grupos para facilitar dicho estudio, los aspectos a considerar son:

- Materiales
- Máquinas y herramientas utilizadas
- Mano de obra
- Gastos varios

### **3.15 Materiales**

El detalle de cada uno de los materiales utilizados en la rehabilitación de nuestro equipo de llenado de oxígeno gaseoso se lo presenta tabulado a continuación:

### 3.15.1 Listado de los materiales utilizados en la construcción del equipo de llenado de oxígeno gaseoso

<b>MATERIALES UTILIZADOS EN LA REHABILITACIÓN DEL EQUIPO DE LLENADO DE OXÍGENO GASEOSO</b>				
<b>MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR UNIT.</b>	<b>TOTAL USD.</b>
Tubo redondo de 1 x 1.5	3	Unidades	8,95	26,85
Platina de acero de 1" x 3/16	1	Unidades	6,00	6,00
Plancha de acero de 3 mm	1	m <sup>2</sup>	13,45	13,45
Bisagras torneadas 5/8 x 3	2	Unidades	0,78	1,56
Cañerías de alta presión (5000 psi)	2	m.	15,00	30,00
Acoples realizadas en torno	2	Unidades	25,00	50,00
Remachado de cañerías	2	Unidades	2,50	5,00
Lámina de caucho	1	m <sup>2</sup>	12,00	12,00
Llantas	2	Unidades	5,00	10,00
Cemento de contacto	2	Unidades	2,50	5,00
Masilla	1	Unidades	5,00	5,00
Pernos	5	Unidades	0,35	1,75

Tuercas	5	Unidades	0,25	1,25
Arandelas	5	Unidades	0,12	0,60
Cierra	1	Unidades	1,80	1,80
Disco de desbaste	1	Unidades	2,50	2,50
Disco de corte	3	Unidades	3,50	10,50
Electrodos	30	Unidades	0,25	7,50
Lijas	4	Unidades	0,50	2,00
Bisagras	2	Unidades	0,35	0,70
Cadena	50	cm.	2,50	2,50
Pintura	2	Lt.	4,85	4,85
<b>TOTAL</b>				<b>200,81</b>

**Tabla 3.6.-** Materiales utilizados en la rehabilitación

**Fuente:** Cbos Cachago F.

### 3.16 Máquinas y herramientas utilizadas

Para la rehabilitación del regulador de oxígeno gaseoso se contó con los conocimientos técnicos de los señores aerotécnicos que laboran en la sección de Oxígeno y Presurización de la Base Aérea de Taura en donde se utilizó herramienta especial para el desmontaje de las partes del mismo.

Además se contó con las máquinas y herramientas necesarias para culminar con la rehabilitación del equipo de oxígeno gaseoso, existentes en el taller de cerrajería de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, dentro de los procesos realizados está el de cortado, doblado, pulido, soldado, taladrado, lijado y pintado de los elementos correspondientes a nuestro proyecto.

### 3.16.1 Cuadro de costos de operación de herramientas y máquinas utilizadas.

<b>HERRAMIENTAS Y MÁQUINAS UTILIZADAS</b>			
<b>MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS</b>	<b>TIEMPO EN HORAS</b>	<b>VALOR HORA</b>	<b>TOTAL USD</b>
Soldadora eléctrica	10	4	40,00
Dobladora	1	4	4,00
Amoladora	3	2	6,00
Taladro	1	1,50	1,50
Compresor	4	2,5	10,00
<b>TOTAL</b>			<b>61,50</b>

**Tabla 3.7.-** Herramientas y máquinas utilizadas

**Fuente:** Cbos Cachago F.

### 3.17 Mano de obra

La mano de obra se desempeño por el estudiante y a continuación se representa un costo referencial que se pagaría en otros lugares por un trabajo como el que se realizó en este equipo y que serviría para la sección de Oxígeno y Presurización.

Tomando en cuenta que se recibió asesoramiento de señores aerotécnicos que pertenecen al escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura así como también del personal que forma parte de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea y que labora en el área de cerrajería.

### 3.17.1 Cuadro de costos de la mano de obra

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD</b>
Rehabilitación regulador	250,00
Rehabilitación coche	100,00
Pintura	30,00
<b>TOTAL</b>	<b>380,00</b>

**Tabla 3.8.-** Costos de mano de obra

**Fuente:** Cbos Cachago F.

### 3.18 Otros

En cuanto a los gastos varios nos referimos expresamente a detalles adicionales como diluyente, cinta adhesiva, estiletes, lápices, guaípe, brocas, etc. Las mismas que para mejor entendimiento y para evitar que alguna se pase por alto se las agrupo en una sola cuenta y que están expuestas a continuación en la tabla.

#### 3.18.1 Cuadro de costos de Gastos varios

<b>CUADRO DE GASTOS VARIOS</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD</b>
Otros	25,00
<b>TOTAL</b>	<b>25,00</b>

**Tabla 3.9.-** Costos de gastos varios

**Fuente:** Cbos Cachago F.

### 3.19 Costo total del proyecto

#### 3.19.1 Costo final del proyecto

<b>COSTO FINAL DEL PROYECTO</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD</b>
Material	195,81
Herramientas y máquinas	61,50
Mano de obra	380,00
Varios	25,00
<b>TOTAL</b>	<b>662,31</b>

**Tabla 3.10.-** Costo total del proyecto

**Fuente:** Cbos Cachago F.

### 3.20 Comparación costos del equipo de llenado de oxígeno gaseoso, en relación con la industria

A través de la información obtenida en el internet y también de catálogos de adquisición de estos equipos para oxígeno gaseoso, se observó que en distintos países se utiliza este regulador de alta presión ya sea para aviación civil o para aviación militar, por lo que a continuación se encuentran tabulados los costos.

#### 3.20.1 Costo del equipo de oxígeno gaseoso y coche transportador

<b>COSTO DEL EQUIPO EN EL MERCADO</b>	
<b>DETALLE</b>	<b>COSTO</b>
Equipo de oxígeno gaseoso y coche transportador	1,500
<b>TOTAL</b>	<b>1,500</b>

**Tabla 3.11.-** Costo equipo en el mercado

**Fuente:** Cbos Cachago F.

Realizada la comparación de precios encontrados en el mercado y el precio final de rehabilitación, encontramos que existe un ahorro de un 60%, lo cual demuestra que el proyecto realizado es justificable, siendo este un valioso aporte a la institución y en este caso directamente a la Base Aérea de Taura.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

A través de una correcta investigación se logro determinar las necesidades y requerimientos en el desarrollo del proyecto de rehabilitación del equipo de llenado de oxígeno gaseoso para aviones militares del escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura.

Mediante la rehabilitación, el uso del equipo de llenado de oxígeno gaseoso disminuye el riesgo de una explosión, ahora es más seguro su funcionamiento y transporte.

Siempre estar pendiente de los manómetros del regulador de una posible descalibración.

La rehabilitación del presente proyecto facilitará las operaciones de vuelo que cumplen los aviones de combate de la Base Aérea de Taura, debido a que se garantiza su desempeño óptimo.



## 4.2 Recomendaciones

Para el uso del equipo de llenado de oxígeno gaseoso siempre en primordial leer los manuales de operación y de seguridad.

Se recomienda realizar siempre el mantenimiento según el manual para así garantizar la seguridad y el tiempo de vida útil del equipo.

Cuando se realice la compra de mangueras o manómetros observe siempre la capacidad que posee cada uno para soportar altas presiones.

Evitar fugas de oxígeno gaseoso al momento de estar en un pre vuelo debido a que el oxígeno al encontrarse en presencia de combustible o algún derivado del petróleo, puede explotar.

No se cambiará ni se quitará cualquier marca o calcomanía empleada para la identificación del contenido de la botella y que haya sido colocada por el proveedor del mismo.

El repintado de los cilindros se realizará únicamente por el fabricante o distribuidor del gas.

No se deberá introducir botellas de cualquier gas en recipientes, hornos, calderas, etc.

Las botellas no se deberán someter a bajas y tampoco altas temperaturas sin el consentimiento del fabricante.

Los equipos se situarán en un área aislada fuera de cualquier contaminación en lugares ventilados.

Las botellas sólo deberán ser manipuladas por personas aptas para su transporte y utilización.

En los lugares que se manipulen los cilindros debe disponer de las correspondientes instrucciones.

## GLOSARIO DE TERMINOS

### A

**ADIABÁTICA:** Se denomina así la curva de variación del volumen con la presión de un gas, efectuada sin intercambio de calor con el exterior.

**AERONAVE:** Significa un dispositivo que es usado o en la intención de ser usado para vuelo en el aire.

**ALVEOLO PULMONAR:** Es una cavidad de los pulmones (divertículos terminales del árbol bronquial).

### C

**CABINAS:** La cabina de vuelo, es el área de la parte frontal de un avión en la que la tripulación técnica, piloto y copiloto principalmente, controla la aeronave. La cabina de una aeronave contiene el instrumental y los controles que permiten al piloto hacer volar, dirigir y aterrizar el aparato.

**COMBURENTE:** Se denomina comburente a la sustancia que participa en la combustión oxidando al combustible (y por lo tanto siendo reducido por este último). El comburente por antonomasia es el oxígeno atmosférico, que se encuentra normalmente en el aire con una concentración porcentual en volumen aproximada del 21%.

### D

**DASSAULT AVIATION:** Es un fabricante de aviones militares y civiles francés.

## E

**Electrólisis:** Es un proceso que tiene lugar cuando se aplica una diferencia de potencial entre dos electrodos y se realiza una reacción redox. La diferencia de potencial aplicada a los electrodos depende del electrolito y del material que constituye los electrodos.

## F

**FUNGIBLE:** Objetos que son desechables después de un tiempo.

## H

**HIDROSTÁTICA:** Es la rama de la mecánica de fluidos que estudia que los fluidos en equilibrio, es decir sin fuerzas que alteren su movimiento o posición.

**HIPÓXIA:** Es cuando hay un suministro inadecuado de oxígeno (como el producido por la altura).

**HIDROCARBURO:** Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno.

**HEMOGLOBINA:** La hemoglobina es una heteroproteína de la sangre, de masa molecular 64.000 (64 kDa), de color rojo característico, que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos, en vertebrados y algunos invertebrados.

**HETEROPROTEÍNA:** Son moléculas que presentan una parte proteica.

## R

**REHABILITACIÓN:** Es un proceso interactivo de aprendizaje entre el paciente, su familia y la comunidad, con la aplicación de procedimientos para que logre su estado funcional óptimo, tomando en cuenta sus capacidades residuales, logrando una mejor calidad de vida.

## S

**SOSA CÁUSTICA:** Es un hidróxido cáustico usado en la industria (principalmente como una base química) en la fabricación de papel, tejidos, y detergentes.

## U

**ULTRAVIOLETA:** Luz ultravioleta es la radiación electromagnética o longitud de onda entre 0.00001 y 0.00004 mm. Las estrellas muy calientes emiten luz ultravioleta. Sólo es posible observar de manera adecuada en el ultravioleta por medio de satélites ya que la atmósfera absorbe la mayor parte de esta radiación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Curso de Especialización del Avión M-50 – Oxígeno y Presurización

## **Linkografía**

- [http://ohioline.osu.edu/aex-fact/192/pdf/0192\\_3\\_52.pdf](http://ohioline.osu.edu/aex-fact/192/pdf/0192_3_52.pdf)
- <http://cmae.fach.cl/docum/equipos.pdf>
- [http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/aereo/normastecnicas/docs/PDF\\_NT\\_C/ntc\\_sda\\_008\\_2005.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/aereo/normastecnicas/docs/PDF_NT_C/ntc_sda_008_2005.pdf)
- <http://perarduaadastra.eu/2008/02/oxigeno-en-aviones-y-ii/>

# **A N E X O S**

**ANEXO "A"**

**EL PROBLEMA**  
**(ANTEPROYECTO)**



DATOS REFERENCIALES:

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO



ANTEPROYECTO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Fecha de presentación: Jueves, 24 de Febrero del 2011

Responsable del trabajo de graduación:

CBOS. CACHAGO CONUMBA FRANCISCO JAVIER

2011- 2012

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

La Fuerza Aérea Ecuatoriana con su base de Combate 21 Taura, creada al servicio de la sociedad civil y militar, ubicada provincia del Guayas, asentada en la vía a Duran Tambo y Virgen de Fátima. A la fecha el Ala 21 Taura cuenta con los escuadrones de combate K-fir, Mirage 50 y en unos meses se contara con el Avión Cheetah que proviene de Sud África el cual reforzara el poder aéreo del Ecuador, cada avión tiene para su mantenimiento distintas secciones, las que tienen el deber de tener operativos los aviones de combate entre las cuales tenemos:

- Motores
- Hidráulica y Neumática
- Oxígeno y Presurización
- Estructuras
- Pintura Aeronáutica
- Electrónica
- Electricidad
- Equipos de Apoyo en Vuelo
- Equipos de Apoyo en Tierra
- Armamento Aéreo
- Abastecimientos

En el transcurso de los últimos años se ha visto la necesidad de rehabilitar y actualizar los equipos especiales que posee el escuadrón, debido a que el clima en el que se encuentra ubicada la Base de Taura es cálido húmedo y esto hace que tanto los aviones como sus equipos de apoyo sufran deterioro en su mayoría por corrosión, a su vez los equipos también son reportados por el tiempo que han estado en servicio de las operaciones aéreas.

Al momento que los equipos son reportados quedan en un letargo debido a que si no se les presta atención a tiempo pueden deteriorarse definitivamente siendo esto una pérdida importante, lo cual impide el funcionamiento normal en las distintas operaciones que la Fuerza Aérea a través de la Base de Taura realiza.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo aportar al mejoramiento de las operaciones de vuelo del Escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura, mediante la rehabilitación de sus equipos de apoyo en tierra?

## **1.3 Justificación e importancia**

El Escuadrón de Combate No 2112 Mirage F1, está hoy en día encargada de la UTO (Unidad de Transición Operacional ) del avión Mirage 50 comprende actividades de mantenimiento que requieren un alto grado de profesionalismo que no admite errores al momento de hacer volar sus aeronaves de combate, en las diferentes secciones que comprende el escuadrón se trabaja con los equipos y herramientas especiales que con el pasar del tiempo han llegado a deteriorarse, las mismas que al reportarse como equipos dañados impiden el trabajo de los señores aerotécnicos encargados del mantenimiento de las aeronaves.

Este anteproyecto se realiza con la finalidad de tener operativos los equipos especiales que ayudan a las operaciones aéreas lo que nos permitirá obtener un

aporte técnico sofisticado y de alto nivel para el beneficio del Ala de Combate 21 Taura, debido a que si se realizan los respectivos procesos de rehabilitación no será necesario que la FAE realice compras de estos equipos al exterior, logrando así reducir los costos y de paso se obtendrá una ganancia ya que se realizara este trabajo por el personal perteneciente a la Base de Taura de tal manera se beneficia a las operaciones de vuelos del escuadrón.

Además el propósito es mantener al Escuadrón 2112 listo para cualquier momento que se lo necesite, ya que en caso de un conflicto o situación de guerra se necesita que los equipos especiales estén funcionando al 100% para realizar pre vuelos, entre vuelos y post vuelos de las aeronaves de combate que custodian nuestro espacio aéreo, de esta manera se cumpliría con la misión para la cual fue creada la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

- Analizar la situación actual de los equipos especiales de reabastecimiento en tierra del escuadrón 2112, mediante un plan de investigación y así mejorar los procesos en el pre vuelo, entre vuelo y post vuelo de las aeronaves de combate de la Base de Taura.

### **1.4.2 Específicos**

- Analizar el estado en la que se encuentran actualmente los equipos para reabastecimiento en tierra ubicados en los silos del escuadrón 2112.
- Recopilar información de los equipos especiales que estén en espera de mantenimiento o rehabilitación.

- Priorizar los requerimientos del escuadrón en cuanto al equipo especial que necesite de urgencia ser rehabilitado.

### **1.5 Alcance**

En el siguiente trabajo se pretende beneficiar a la Base de Taura, directamente relacionado con los equipos especiales que sirven de apoyo en tierra para las operaciones que realizan los aviones de combate del escuadrón de 2112.

## CAPÍTULO II

### PLAN METODOLÓGICO

#### 2.1 Modalidad básica de la investigación

En el trabajo de investigación a realizarse utilizaremos:

**Investigación de campo no participante:** ya que voy a dirigirme personalmente a la sección de Oxígeno que es el lugar en donde concentraremos nuestra atención, con el fin de recopilar información necesaria para tomar las acciones correspondientes y solucionar el problema, aquí formará parte activa del personal que trabaja en las instalaciones de la sección limitándonos a entrevistar y recopilar información que nos ayude a resolver los objetivos planteados.

**Investigación bibliográfica y documental:** se utilizara la información del internet y de manuales de mantenimiento, para tener una visión clara de lo que estamos investigando.

#### 2.2 Tipos de investigación

**Investigación no experimental:** se utilizara este tipo de investigación debido a que las variables no pueden ser intervenidas, este tipo de investigación nos facilitará el reconocer de manera clara y eficiente los problemas que se están produciendo en el Escuadrón 2112 de la Base de Taura y de esta manera mejorar el desempeño del

personal militar, demostrando así la necesidad de hacer una identificación clara y detallada de hechos y problemas encontrados y que han sido mencionados.

### **2.3 Niveles de investigación**

**Nivel exploratorio:** el cual nos permitirá examinar de forma clara el problema e identificarlo a través de observaciones a los señores aerotécnicos y toda persona relacionada con la Escuadrón 2112 de la Base de Tura para desarrollar el tema investigado.

**Nivel descriptivo:** el mismo que permitirá describir el problema en estudio, detallando las situaciones y eventos de forma pormenorizada.

### **2.4 Universo, población y muestra**

En la investigación se tendrá como universo a todos los miembros de la BASE de TAURA y como población a todas las personas que laboran en el Escuadrón 2112 y como muestra al personal que trabaja en la sección de equipos de apoyo en tierra.

### **2.5 Recolección de datos**

Dentro de la recolección de datos se utilizará las técnicas antes mencionadas, las cuales serán dadas por las entrevistas personales a miembros de la del escuadrón, ya que mediante la revisión e interpretación de las mismas obtendremos recomendaciones que guíen a la solución del problema.

### **2.6 Procesamiento de la información**

En esta parte de la investigación se analizará la información, de la que se obtendrá datos importantes provenientes directamente de los señores aerotécnicos relacionados con el Escuadrón 2112 de la Base de Taura.

Se llevará un registro de los datos recolectados para sustentar la justificación de este problema.

## **2.7 Análisis e interpretación de resultados**

Una vez hecha la entrevista se realizará el análisis e interpretación de los resultados para relacionarlos de acuerdo con los objetivos planteados en este trabajo de investigación.

## **2.8 Conclusiones y Recomendaciones**

### **2.8.1 Conclusiones**

Estas conclusiones serán el resultado del análisis de la información que se obtendrá durante esta investigación, logrando al final una información confiable y precisa de este proceso investigativo.

### **2.8.2 Recomendaciones de la investigación**

Del mismo modo que las conclusiones, las recomendaciones serán el resultado del análisis de la información que se obtendrá durante esta investigación y así lograr una información adecuada para este proceso.



## **CAPÍTULO III**

### **EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO**

#### **3.1 Antecedente de la investigación**

Se puede decir que la investigación a realizarse no registra antecedentes que demuestren haber iniciado con anterioridad algún estudio relacionado con mi trabajo de graduación y que haya beneficiado al Escuadrón 2112.

De acuerdo con las innovaciones en cuanto Mecánica Aeronáutica y sus actualizaciones para la elaboración y rehabilitación de equipos especiales. Siendo así con todos estos nuevos conocimientos adquiridos se pueden aplicar en beneficio de los escuadrones de la Base Aérea de Taura, permitiendo que se logre poner en práctica lo aprendido y de esta manera lograr el desarrollo operativo del personal que labora en el Escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura.

##### **3.1.1 Fundamentación Teórica**

###### **Equipos de apoyo en tierra**

Son una parte fundamental en el desempeño de las operaciones aéreas ya que nos permiten cumplir con el deber de tener a los aviones de combate en optimas condiciones, ya sea para realizar sus pre vuelos, entre vuelos y post vuelos o a su vez para el mantenimiento de las aeronaves y de esta manera se pone a punto al avión de combate para que los pilotos cumplan con su misión.

En los escuadrones de combate se posee muchos equipos que al no ser comunes pasan a ser de vital importancia para la flota aviones militares ya que cada uno constituye una parte vital para cada sistema del avión.



**Figura.-** Equipos de apoyo en tierra

**Fuente:** Investigación de campo

### **Definición de oxígeno gaseoso**

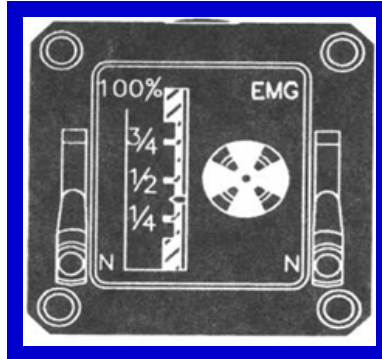
El oxígeno molecular,  $\text{dioxígeno}^2$  o también llamado oxígeno gaseoso (generalmente llamado sólo oxígeno) es un compuesto químico diatómico que se compone de dos átomos de oxígeno. Es un gas en (condiciones normales de presión y temperatura) incoloro, inodoro e insípido.

Existe una forma molecular formada por tres átomos de oxígeno,  $\text{O}_3$ , denominada ozono cuya presencia en la atmósfera protege la Tierra de la incidencia de radiación ultravioleta procedente del Sol.

El oxígeno líquido y sólido tiene una ligera coloración azulada y en ambos estados es muy paramagnético. El oxígeno líquido se obtiene usualmente mediante la destilación fraccionada del aire líquido junto con el nitrógeno.

Reacciona con la práctica totalidad de los metales (exceptuando los metales nobles) provocando la corrosión.

## Oxígeno gaseoso de uso en aviones militares



**Figura.-** Indicador de oxígeno

**Fuente:** Curso del avión M 50

El problema de la falta de oxígeno en altura se conoce desde antes de la creación de las aeronaves debido a que mayor altura menor presión y hace fundamental el uso de oxígeno en vuelo.

Por lo mismo, desde esa época se comenzaron a diseñar sistemas rudimentarios que aportaran oxígeno en forma suplementaria, hasta llegar a los sofisticados equipos empleados en la actualidad, todos los cuales pueden sufrir desperfectos en el momento menos oportuno.

Hoy en día se sabe que la zona deficitaria de este vital elemento para el ser humano normal comienza alrededor de los 10.000 pies de altura sobre el nivel del mar. Lo anterior, asociado a las capacidades de las aeronaves actuales, obliga a las tripulaciones aéreas a conocer y preocuparse de los equipos de oxígeno en uso por ellos.

Es evidente que la cantidad de diferentes modelos y sistemas de oxígeno en uso hoy en día es significativo, por lo cual, los usuarios deben recurrir a los manuales respectivos, el caso del equipo de oxígeno gaseoso del avión Mirage 50, podemos ver que presenta distintas posiciones en las cuales se suministra el oxígeno

dependiendo a su altura y las necesidades del piloto como podemos ver a continuación.

### **Concepto equivalente nivel de mar**

En la medida que se asciende en altura la concentración de partículas de oxígeno va disminuyendo. Por lo mismo, para evitar la hipoxia hay que ir incrementando la cantidad de partículas de oxígeno suplementarias en forma proporcional, mediante una mezcla o dilución porcentual entre aire ambiente y oxígeno 100% contenido en algún tipo de recipiente.

La complicación técnica anterior podría obviarse si se usase  $O_2$  al 100% desde el momento de ingresar a la zona deficitaria, no obstante, también es necesario conocer y comprender que paradójicamente el oxígeno, en altas concentraciones, encierra un riesgo de toxicidad pulmonar al estar expuesto por períodos prolongados.

Por lo mismo, los equipos actuales tratan de respetar esta premisa, entregando una dilución proporcional permitiendo una concentración de partículas de  $O_2$  en el alvéolo pulmonar similar a la que se tiene respirando aire ambiente a nivel del mar.

### **Sistemas de almacenamiento de oxígeno en el avión**



**Figura.-** Tanques de almacenamiento de  $O_2$

**Fuente:** Investigación de campo

El oxígeno de uso humano en aviación es altamente puro, con concentración cercana al 100%, envasado en algún tipo de cilindro o recipiente, el cual debe ser transportado o montado en el interior de la aeronave.

Debe tenerse presente que en presencia de grasas o aceites puede producirse combustión espontánea. No es combustible pero sí comburente.

### Sistemas de respiración con oxígeno

El oxígeno almacenado en recipientes, debe ser aportado al usuario mediante algún sistema de entrega, después de haberse regulado la presión de salida de los recipientes a niveles tolerables por el sistema respiratorio humano. Entre los sistemas de entrega, o reguladores de oxígeno, se tienen los siguientes:

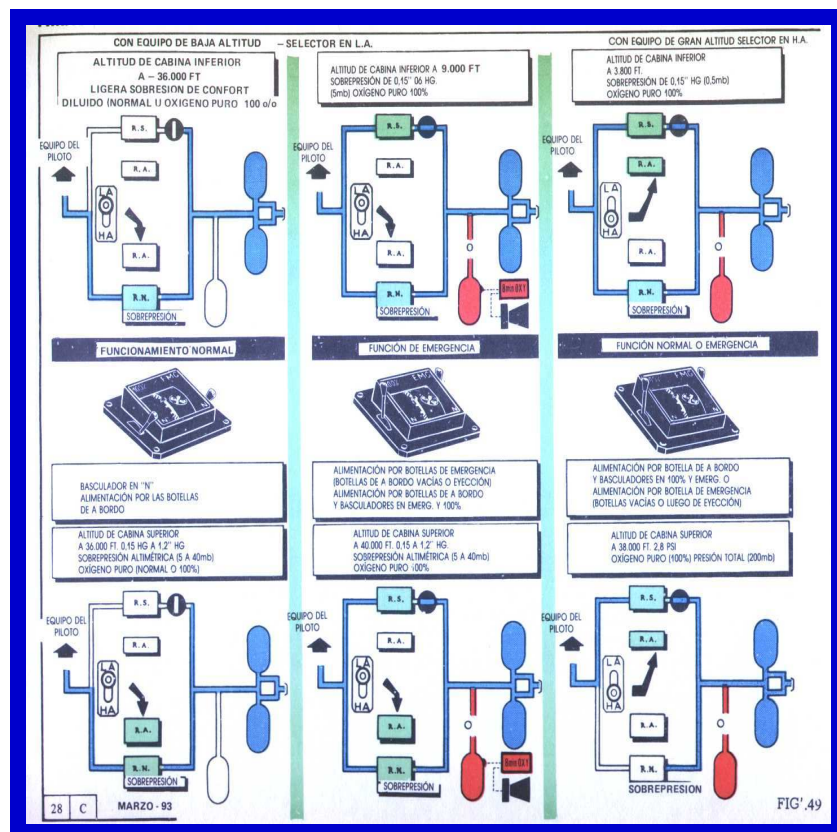


Figura.- Sistema de almacenamiento de oxígeno

Fuente: Curso avión M 50

## **Sistema de flujo continuo**

Mantiene flujo constante y permanente independientemente de la inhalación o exhalación

### **Limitación**

- Gran gasto - no logra proporcionar al usuario 100% de oxígeno.
- Altitud operacional segura: 25.000 pies (puede ser utilizado en algunas emergencias hasta 30.000 pies).
- Habitualmente usado en aviones menores, de transporte y en Evacuación Aeromédica.

## **Sistema de dilución demanda**

Sólo demanda

- Entrega 100% oxígeno sólo durante cada inhalación.
- Alto gasto a baja altitud.

Dilución demanda

- Entrega oxígeno mezclado con el aire de la cabina o ambiental, en proporción adecuada para mantener el equivalente nivel de mar.
- Opera de esta manera desde el nivel del mar hasta 34.000 pies.
- Sobre 34.000 pies el regulador automáticamente entrega 100% oxígeno como máximo. El usuario puede obtener 100% oxígeno bajo 34.000 pies con selector manual.

## **Normas de seguridad**

Las normas básicas de seguridad son un conjunto de medidas destinadas a proteger la salud de todos, prevenir accidentes y promover el cuidado del material y equipos de la sección.

Son un conjunto de prácticas de sentido común: el elemento clave es la actitud responsable y la concientización de todo el personal de aerotécnicos. Para lo cual ponemos en consideración lo siguiente:

### **Protección**

#### **Protección de ojos**

- Es obligatorio el uso de gafas adecuadas para proteger los ojos.
- Mantener una distancia considerable de sus ojos con respecto al oxígeno gaseoso o líquido.
- Gafas con cubiertas laterales: resisten al impacto y a la erosión, adecuados para el trabajo en operaciones ligeras.



**Figura.-** Gafas de protección

**Fuente:** Investigación de campo

#### **Protección de oídos**

- Debe usar protección auditiva siempre que trabaje en áreas donde existan ruidos (Soplado, Llenado, Compresores).

- Orejeras rígidas con almohadillas de plástico suave que se ciernen herméticamente alrededor de los oídos.
- Tapones de espuma que adoptan la forma del oído del usuario. Un mismo tamaño es apropiado para la mayoría de las personas.



**Figura.-** Protectores para oídos

**Fuente:** Investigación de campo

### **Protección de manos**

- Utilizar guantes de cuero ya que impiden las quemaduras al momento de algún derrame de oxígeno líquido.
- Utilice los guantes adecuados al momento de estar trabajando con los reservorios de oxígeno, así puede realizar su labor con un mínimo de riesgo de lesión y evitar alguna quemadura.



**Figura.-** Guantes de cuero

**Fuente:** Investigación de campo



## **Precauciones para la manipulación de oxígeno gaseoso**

Evitar el contacto del oxígeno líquido con la piel. Prevenir que el oxígeno líquido o gaseoso pueda quedar atrapado en sistemas cerrados. Sólo utilizarlo en áreas bien ventiladas. La limpieza y la compatibilidad de materiales en contacto con oxígeno son esenciales especialmente en las partes internas de sistemas de tuberías.

Algunos elastómeros (O'rings, asientos de válvulas, etc.) no son compatibles con el oxígeno. Abra lentamente las válvulas de oxígeno. Los cilindros de gases comprimidos contienen oxígeno a alta presión y por lo tanto deben ser manejados con cuidado. Utilice un regulador especial para altas presiones y así poder reducir la presión cuando se conecte a un sistema de baja presión. Asegure los cilindros cuando estén en servicio.

Nunca utilice flama para calentar los cilindros o golpearlos con algún objeto contundente. Utilice una válvula check para prevenir el retroceso del oxígeno gaseoso al cilindro o contenedor.



**Figura.-** Precauciones en la manipulación

**Fuente:** Investigación de campo

## **Medidas de seguridad en casos de fugas o derrames**

Prevenga el contacto de oxígeno gaseoso o líquido con grasas, aceites, asfalto o materiales combustibles. Ventilar el área para evaporar y dispersar el oxígeno.

Inundar el área con grandes cantidades de agua. NO ENTRAR en áreas con alta concentración de oxígeno, el cual puede saturar la ropa e incrementar su potencial inflamable. Evite fumar y el contacto con fuentes de ignición después de la exposición de oxígeno en concentraciones mayores a las presentes en el aire.



**Figura.-** Medidas de seguridad

**Fuente:** Investigación de campo

## **Normas de seguridad en el manejo, almacenamiento de oxígeno**

### **Normas de limpieza**

- No permita el contacto del cilindro con aceites, grasas, u otras sustancias combustibles, para evitar mezclas que puedan producir peligrosas explosiones.
- No lubrique las válvulas de los cilindros, reguladores y manómetros con aceite u otras sustancias combustibles.
- No repinte el cilindro ni pinte marcas en ellos.

### **Normas de Transporte**



**Figura.-** normas de seguridad

**Fuente:** Investigación de campo

- Los cilindros deben ser transportados y almacenados con la tapadera protectora.
- Utilice carretilla para transportar los cilindros.
- Los cilindros de acetileno deben ser transportados y almacenados en posición vertical.
- No transporte cilindros dentro de la cabina del vehículo, si por emergencia tiene que hacerlo, hágalo con las ventanas abiertas y no fume.
- Mueva los cilindros con cuidado, no los golpee cuando sean cargados o descargados de los vehículos de transporte.
- No suspenda los cilindros colgándolos de la tapa protectora.

### **Normas en el Uso**

- Para conectar el regulador u otro accesorio, utilice llaves fijas de la medida exacta. No utilice llaves regulables que puedan resbalar y provocar chispas.
- Retorne los cilindros vacíos con 25 psi de presión para evitar contaminaciones.
- No apriete con excesiva fuerza las conexiones de los cilindros, el bronce es blando y se ajusta con mucha facilidad.
- No fume ni provoque chispas donde se está usando oxígeno o cualquier gas inflamable, como el acetileno.

### **Otras Precauciones o Recomendaciones**

El uso en herramientas neumáticas, barrido de tuberías, etc. no está permitido debido a los lubricantes presentes. Sólo utilice equipo limpio para servicio de oxígeno. El oxígeno líquido es un gas criogénico. Los materiales de construcción deben ser seleccionados con compatibilidad para temperaturas extremadamente bajas. Evite el uso de acero al carbón y otros materiales que sean frágiles a bajas temperaturas. Los cilindros de gases comprimidos sólo pueden ser llenados por proveedores calificados de gases comprimidos. Si las concentraciones de oxígeno superan el 23.5% o esto puede llegar a ocurrir, utilice equipo para monitorear atmósferas ricas en oxígeno.

### **3.2 Ejecución del plan de investigación**

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó:

#### **Investigación de campo no participante**

En el instante de la ejecución del trabajo investigativo se ha tomado como referencias para desarrollar la investigación de campo a todo el recurso humano físico y tangible que se encuentra dentro del Escuadrón 2112.

Al realizar la observación y las entrevistas se ha recopilado valiosa información (Anexos A y B) la cual se ha enfocado directamente a las fallencias encontradas en todos los puntos críticos de la línea de vuelo del Escuadrón 2112; la investigación es no participante ya que se limitó tan solo a la recopilación de datos del personal que si es participe del problema.

#### **Investigación bibliográfica**

Se utilizó esta modalidad para la realización del marco teórico ya que la información fue recolectada de internet y de la Orden Técnica número N-21-M50 EV (plancha y texto) párrafo 2.7 de mantenimiento, que se enfocan en el problema planteado en la investigación.

### **3.3 Tipos de investigación**

#### **Investigación no-experimental**

Al momento de utilizar este tipo de investigación se tomó al supervisor de línea de vuelo, mediante el cual al momento de la recopilación de datos se obtuvo diferentes aspectos que recaen sobre el mismo problema como es en este caso de la rehabilitación de los equipos de apoyo en tierra.

### **3.4 Niveles de investigación**

#### **Exploratorio**

Mediante el nivel exploratorio pudimos examinar el problema debido a que en las observaciones realizadas al área de línea de vuelo pudimos constatar que los equipos especiales se encontraban deteriorados además se logró establecer que la sección de Oxígeno y Presurización requiere de la rehabilitación urgente de su equipo de llenado de Oxígeno Gaseoso los cuales son de vital importancia en las operaciones de vuelo de los aviones de combate.

#### **Descriptivo**

Con este nivel de investigación se logró llegar al reconocimiento de lo que pasa en el Escuadrón 2112, enfocando un panorama global de lo que suscita en la actualidad para dar prontas soluciones.

Puesto que no han existido antecedentes que conlleven una investigación anteriormente; empezando por un análisis rápido de que equipos necesitan ser rehabilitados en la línea de vuelo y al encontrar que hasta el día de hoy no se ha realizado ningún estudio de estos equipos de apoyo en tierra continuamos con la entrevista personal dirigida al supervisor de la línea de vuelo, las cuales eran enfocadas a la situación en la que se encuentran los equipos de apoyo en tierra que manipulan los señores aerotécnicos y cuales son factibles para su rehabilitación y solucionar dicho problema.

Continuando con el desarrollo investigativo se realizó mediante la investigación de campo una observación de los equipos del Escuadrón lo cual en el respectivo análisis dio como resultado que en la mayoría de equipos de apoyo en tierra no existe ningún área para su conservación por lo que el clima de la base es un factor para su deterioro.

### **3.5 Universo, población y muestra**

Para la elaboración del presente trabajo de investigación se tomo en cuenta como universo a todos los señores aerotécnicos que trabajan en la Base Aérea de Taura, como población se designo al personal del Escuadrón de Combate 2112 y como muestra al señor Supervisor de la línea de vuelo, y encargado de la sección de Oxígeno y Presurización.

### **3.6 Recolección de datos**

Mediante la observación se recopiló información de gran importancia (la cual se encuentra en el anexo B) ya que se realizó la constatación del estado en la que se encuentran los equipos de apoyo de la línea de vuelo.

Para la recolección de los datos se realizó un análisis, el mismo que nos dejó ver la situación en la que el personal se encuentra, tales como el despliegue al Ala de Combate 23 Manta para cumplir con operaciones de vuelo, además el personal que está en curso en el exterior para especializarse en el avión Sud Africano de Combate Cheetah el cual en unas meses más formara parte de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Por consiguiente constatamos que el personal que se encuentra en el escuadrón es reducido por lo que definimos a la persona en la cual se enfocaría la entrevista por lo tanto se entrevistó al supervisor del área de Oxígeno y Presurización. Como ya se mencionó anteriormente el método que se dio por efecto fue el de la entrevista personal.

### **3.7 Procesamiento de la información**

Se realizó la entrevista al representante de la línea de vuelo del Escuadrón 2112: Cabe destacar que el representante de esta área antes mencionada dio información

exacta y concreta sobre la situación de los equipos de apoyo en tierra que necesitan rehabilitación.

Se proceso la información recopilada en la entrevista personal realizada al señor Supervisor de la sección de Oxígeno y Presurización demostrando que fue de gran ayuda debido a que en base a sus respuestas pudimos definir niveles de importancia mediante la interpretación y análisis realizada en cada pregunta, y logrando así concentrar todos ese estudio en un análisis general el mismo que arroja la necesidad más urgente que existe en el Escuadrón 2112.

### **3.8 Análisis e interpretación de resultados**

Después de realizar la entrevista se analizó cada una de las preguntas realizadas y así llegar a un consenso de las posibles soluciones al problema central que es la de poseer equipos de apoyo en tierra los mismos que son indispensables y están en mal estado. A continuación se detalla la entrevista y el análisis respectivo:

## **ENTREVISTA**

### **ENTREVISTADO:**

**Sgop. Granja Luis**

**Supervisor de la Sección de Oxígeno y Presurización.**

### **1.- ¿Defina en forma breve a la sección de Oxígeno y Presurización de la Base Aérea de Taura?**

Esta sección es encargada de mantener disponibles la mayor cantidad de unidades y equipos para las operaciones aéreas al igual que el suministro de oxígeno líquido y gaseoso al piloto para el cumplimiento de la misión.

### **Interpretación**

Según la opinión del supervisor de la sección de Oxígeno y Presurización de la Base Aérea de Taura, indica la importancia del mantenimiento de los equipos internos que permite la habitabilidad del piloto en el avión y los equipos externos que sirven para el reabastecimiento de oxígeno a los aviones de combate.

### **Análisis**

Esto significa que es importante conocer técnicas que permitan mejorar el trabajo, así también de realizar los respectivos trámites para que se pueda disponer de los repuestos necesarios para implantarlos al momento que lo requieran los equipos , debido a que en aviación se trabaja bajo normas de calidad y es fundamental que se cumplan para mantener la operatividad del escuadrón.



## **2.- ¿Que servicios de mantenimiento brinda esta sección?**

El monitoreo o chequeo de los equipos, bancos, unidades y el mantenimiento de los accesorios instalados en las aeronaves según tiempo calendario o por horas de vuelo.

### **Interpretación**

Según la opinión del supervisor los servicios que presta esta sección son de reparación y mantenimiento de las aeronaves.

### **Análisis**

La reparación y el mantenimiento de las aeronaves son factores muy importantes dentro de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

## **3.- ¿Cuáles son las necesidades que presenta la sección?**

En cuestión de personal unos 2 aerotécnicos de nivel 3, adicional se requiere equipos de protección personal, se necesita que se hagan las adquisiciones de partes y repuestos los mismos que se realiza a la casa fabricante de acuerdo al tipo de avión como son: Dassault Aviation, British Aerospace, IAI (industria aérea israelita).

La adquisición de repuestos para bancos de prueba y de carga ya que los que tenemos están caducados por límite de vida

### **Interpretación**

De acuerdo al resultado obtenido en la entrevista, esta sección es el área principal en el mantenimiento y reparación de las aeronaves, por lo que es necesario disponer de

los repuestos en el momento preciso y a la hora que lo requiera y aun mas se debe disponer de equipos especiales que presten las facilidades para el trabajo que en la sección se realizan.

### **Análisis**

El personal que labora en esta sección requiere que se rehabiliten los equipos para mejorar el proceso trabajo.

#### **4.- ¿Cuál es el escalón de mantenimiento máximo con el que trabajan en esta sección?**

Se realiza mantenimiento de primero y segundo escalón.

### **Interpretación**

Según en los datos recabados el primer y segundo escalón tienen relación en el mantenimiento de las aeronaves.

### **Análisis**

Es importante conocer el nivel de mantenimiento que dispone esta sección, para un mejor desempeño por parte del personal.

#### **5.- ¿Cree necesario la rehabilitación de los equipos reportados que posee en esta sección?**

Si es necesario en vista de que estos equipos permiten que el piloto tenga una adecuada habitabilidad para el cumplimiento de su misión entre los equipos que necesitan de rehabilitación tenemos:

- Banco de carga de oxígeno gaseoso
- Banco de carga de oxígeno líquido
- Botellas principales de oxígeno gaseoso
- Regulador de oxígeno
- Central de asiento
- Válvula anti G
- Reductores de presión
- Reservorio de oxígeno líquido

Entre los más críticos por su mal estado es el equipo de llenado de Oxígeno Gaseoso, presentando caducidad por límite de vida de ciertos empaques y por la des calibración de sus manómetros, presenta un deterioro considerable lo mismo que evita su funcionamiento normal, por lo que es necesario su rehabilitación.

### **Interpretación**

De acuerdo a la situación en la que se encuentra la sección, se prioriza las necesidades dejando ver que la falta de estos equipos especiales impiden que el personal pueda trabajar a cabalidad.

Enfatizando en que el equipo de llenado de Oxígeno Gaseoso es el que más importancia tiene ya que sin él los aviones no podrían salir a volar debido a que los pilotos no tendrían la habitabilidad en las cabinas de sus aeronaves de combate.

### **Análisis**

La sección de Oxígeno y Presurización de la Base de Taura se vería beneficiada con la rehabilitación de sus equipos aclarando que los repuestos se los puede comprar aquí en nuestro país y de esta manera se pondría en práctica los conocimientos que el personal de señores aerotécnicos poseen en esta sección.

**6.- ¿Cree usted que con los equipos que posee la sección de Oxígeno y Presurización pueden ser utilizados por los demás escuadrones de combate que posee el Ala 21 Taura?**

Si, este equipo se puede acoplar a cualquier avión que tenga una toma de llenado de Oxígeno Gaseoso, en este caso los aviones de combate que posee la Base de Combate 21 Taura tienen la característica que todos requieren de Oxígeno Gaseoso para sus operaciones de vuelo pero con la condición que para cada avión se requeriría su respectivo acople, en su futuro se podrá ocupar para las nuevas aeronaves que compro el estado para repotenciar la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

### **Interpretación**

Según la opinión del señor aerotécnico supervisor de la sección, los equipos pueden ser adaptados a los distintos escuadrones que posee el ala de combate 21 Taura sin dificultad, pero quedando en claro que se requiere de ciertos acoples para su normal funcionamiento los mismos que poseen cada escuadrón.

### **Análisis**

Los equipos que posee cada escuadrón son de vital importancia por lo que no son exclusivos de un solo avión sino que pueden prestar su funcionamiento en las demás aeronaves que posean sistema de Oxígeno Gaseoso.

**7.- ¿Puede asegurar usted cómo Técnico encargado de la sección de Oxígeno que los equipos necesitan ser rehabilitados sí o no y por qué?**

Si, los equipos que posee la sección son importantes y el no tenerlos operativos significa un retraso en nuestro funcionamiento y en algunos caso se presenta el impedimento de las operaciones de vuelo, por lo mismo es de vital importancia que se los rehabilite.

## **Interpretación**

De acuerdo a los datos recabados el desempeño laboral dentro de esta sección se ha visto muy afectado por el mal estado de sus equipos impidiendo así que se trabaje con seguridad y retrasando las operaciones de vuelo.

## **Análisis**

Los equipos que posee cada escuadrón son de vital importancia por lo que no sería lógico que se los tenga dañados o en mal estado, por eso se debe prestar mayor atención y reactivarlos.

## **8.- ¿Qué tiempo de servicio lleva operando esta sección?**

En la sección llevo operando 15 años en los cuales he logrado constatar el funcionamiento, pero con el pasar del tiempo ha sufrido el deterioro de sus equipos.

## **Interpretación**

Según la información recopilada, el señor supervisor de la sección posee una larga trayectoria brindando servicios en el campo de la aviación militar en especial en la sección de Oxígeno y Presurización, dándonos a conocer las necesidades que posee actualmente.

## **Análisis**

El personal desempeña un papel muy importante en esta sección, por su experiencia a lo largo de los años que llevan prestando servicios con eficiencia y responsabilidad en su trabajo demostrando así un buen nivel de conocimientos y dejando siempre en alto el nombre de la Base de Combate 21 Taura. Además posee el conocimiento suficiente de la situación en la que se encuentra la sección hoy a su cargo.

**9.- ¿Cuándo fue la última vez que a la sección de Oxígeno se le destino nuevos equipos para trabajar o se les realizo algún mantenimiento?**

Desde 8 años no se ha recibido ningún equipo para la sección y ningún presupuesto por lo que se ha tratado de cumplir laboralmente con lo que se posee en la actualidad.

**Interpretación**

Según el criterio del supervisor de esta sección no se ha recibido ningún apoyo por lo que se ha venido funcionando con los equipos que todavía están operativos.

**Análisis**

La sección de Oxígeno y Presurización ha venido funcionando pero no al 100% de su totalidad ya que al no tener el apoyo económico sus equipos se han deteriorado significando así el retaso de su desempeño.

**10.- ¿Se ha dado algún accidente por falencias que presente la sección?**

Afortunadamente no pero se ha dado casos de accidentes en otras secciones que trabajan con altas presiones las mismas con las que trabajamos debido a que el oxígeno gaseoso se lo llena en cilindros que son llenados a alta presión es extremadamente peligroso.

**Interpretación**

La presión con la que trabajan en la sección de Oxígeno y Presurización son muy altas y esto presenta un riesgo extremadamente alto, sin los equipos y las precauciones necesarias se podrían perder vidas.

## **Análisis**

Sin los equipos adecuados el trabajar en esta sección representaría un riesgo potencial para los técnicos que manipulan el oxígeno gaseoso.

### **Análisis general de la entrevista realizada**

Después de realizar la entrevista toda la información fue procesada, esta arrojó un resultado general que se requiere con urgencia la rehabilitación del equipo de oxígeno gaseoso.

La gran mayoría de la información recogida dio a conocer que se deberá rehabilitar el equipo de oxígeno gaseoso debido a que si no se realiza este mantenimiento se perjudicaría a las operaciones aéreas impidiendo así cumplir con la misión para la cual fue creada la Base Aérea de Taura la misma que es:

"Mantener el control del espacio aéreo y garantizar con las otras ramas de las Fuerzas Armadas, la soberanía e integridad del Estado Ecuatoriano y apoyar al desarrollo socio-económico y aeronáutico del país."

## **3.9. Conclusiones y Recomendaciones de la Investigación**

### **Conclusiones.**

- Al momento que se realizó la observación de campo se encontró que en los silos del escuadrón 2112 se trabajaba con equipos especiales de oxígeno gaseoso los mismos que requieren mantenimiento y rehabilitación y cabe recalcar que el

personal se expone a un accidente por las altas presiones con las que trabajan los tanques de oxígeno gaseoso.

- Mediante la realización de la entrevista al personal se concluyó que el escuadrón necesita de una bodega para almacenar los cilindros de oxígeno gaseoso de alta presión los mismos que sirven para reabastecer a las aeronaves de combate.
- Se establece que el equipo especial de oxígeno gaseoso se encuentra en pésimas condiciones y necesita ser rehabilitado.

### **Recomendaciones.**

- Designar un área con las condiciones adecuadas para guardar los equipos especiales de apoyo en tierra para evitar su deterioro.
- Como esta sección trabaja con cilindros de oxígeno gaseoso se sugiere la construcción de un banco para prueba hidrostática.
- Se recomienda la construcción de un coche para la transportación de los cilindros de alta presión de oxígeno gaseoso.
- Se recomienda realizar la rehabilitación del equipo especial de reabastecimiento en tierra de oxígeno gaseoso del Escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura.



## CAPÍTULO IV

### FACTIBILIDAD DEL TEMA

#### 4.1 Factibilidad Técnica.

El presente trabajo de investigación, da como resultado positivo que es factible la rehabilitación del equipo de llenado de oxígeno gaseoso de la sección de Oxígeno y Presurización de la Base de Taura, debido que al momento el equipo se encuentran en condiciones deplorables, de tal manera que es factible la recuperación de este equipo especial que ayudará a optimizar el trabajo del personal que labora en la sección de Oxígeno y Presurización de la Base de Taura y mejorar las operaciones de vuelo.

SITUACIÓN ACTUAL	PROPUESTA
Equipo de oxígeno gaseoso pésimo estado.	Rehabilitar el equipo de oxígeno gaseoso para beneficio de la Base de Taura.
Las operaciones de vuelo se retrasan por encontrarse este equipo en espera de rehabilitación.	Optimizar el tiempo en cuanto al despacho de aviones de combate para el cumplimiento de sus operaciones de vuelo.
El personal se expone a un accidente por la elevada presión con la que trabajan	Salvaguardar la integridad del personal de señores Aerotécnicos que trabajan

sus tanques de Oxígeno Gaseoso.	con este equipo especial que sirve para manipular oxígeno gaseoso a altas presiones.
---------------------------------	--

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado:** Cbos. Cachago F.

#### **4.2 Factibilidad Operacional**

Con la rehabilitación del equipo de llenado de oxígeno gaseoso lograremos mayor rapidez en el despacho de los aviones que están en la línea de vuelo, se presentara mayor facilidad al momento de operar ya que el equipo se encontrara al 100% rehabilitado de esta manera evitaremos accidentes con el personal de señores Aerotécnicos que trabajan con este equipo a altas presiones.

También se dejar un registro de cómo se debe realizar el mantenimiento de este equipo para evitar que se deteriore en lo posterior.

#### **4.3 Factibilidad Legal**

Todo hangar militar posee manuales de manteamiento que detallan el procedimiento para trabajar con equipos especiales y los mismos que están a disposición de los señores Aerotécnicos por lo tanto como parte legal puedo detallar donde están especificados los datos técnicos de mi trabajo de graduación:

Orden Técnica numero N-21-M50 EV (plancha y texto) párrafo 2.7 de mantenimiento, que se enfocan en el problema planteado en mi investigación.

#### **4.4 Factibilidad Económico Financiero**

En las siguientes tablas se exponen los gastos que conllevara la realización del trabajo de graduación detallando lo tangible e intangible en base a costos reales.

### Gastos Primarios:

Descripción	Unidades	Costo/Unidad (dólares)	Valor total (dólares)
Elaboración en Torno	4	30,00	120,00
Eje de Bronce Fosfórico	4	15,00	60,00
Calibración de Manómetros	4	40,00	160,00
Material bibliográfico	1	30,00	30,00
Imprevistos		25,00	25,00
		<b>Gasto total</b>	<b>395,00</b>

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado:** Cbos. Cachago F.

### Gastos Secundarios:

Descripción	Unidades	Costo/Unidad (dólares)	Valor total (dólares)
Director Proyecto	1	120,00	120,00
Impresiones	150	0,10	15,00
Telefonía convencional	60 (minutos)	0,08	4,80
Internet	20 (horas)	0,60	12,00
Gastos movilización		20,5	20,5
Alimentación	100	100,00	100,00
		<b>Gastos total</b>	<b>272,30</b>

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado:** Cbos. Cachago F.

### Costo Total:

DESCRIPCIÓN	SUB/TOTAL
Gastos primarios	\$ 395,00
Gastos secundarios	\$ 272,30
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 667,30</b>

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado:** Cbos. Cachago F.

### 4.3 Recursos

#### 4.3.1 Talento Humano

	ITEM	NOMBRE
o		
	CBOS.	Cachago Conumba Francisco Javier

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado:** Cbos. Cachago F.

## **CAPÍTULO V**

### **DENUNCIA DEL TEMA**

**“REHABILITACIÓN DE UN EQUIPO DE APOYO EN TIERRA PARA EL LLENADO DE OXÍGENO GASEOSO EN AVIONES MILITARES Y ASI MEJORAR LAS OPERACIONES DE VUELO EN EL ESCUADRÓN 2112 DE LA BASE AÉREA DE TAURA”.**

## **GLOSARIO**

**AERONAVE:** significa un dispositivo que es usado o en la intención de ser usado para vuelo en el aire.

**ALVEOLO PULMONAR:** es una cavidad de los pulmones (divertículos terminales del árbol bronquial).

**CABINAS:** la cabina de vuelo, es el área de la parte frontal de un avión en la que la tripulación técnica, piloto y copiloto principalmente, controla la aeronave. La cabina de una aeronave contiene el instrumental y los controles que permiten al piloto hacer volar, dirigir y aterrizar el aparato.

**DASSAULT AVIATION:** es un fabricante de aviones militares y civiles francés.

**FUNGIBLE:** Objetos que son desechables después de un tiempo.

**HIPOXIA:** es cuando hay un suministro inadecuado de oxígeno (como el producido por la altura).

**HIDROSTÁTICA:** es la rama de la mecánica de fluidos que estudia que los fluidos en equilibrio, es decir sin fuerzas que alteren su movimiento o posición.

**REHABILITACIÓN:** es un proceso interactivo de aprendizaje entre el paciente, su familia y la comunidad, con la aplicación de procedimientos para que logre su estado funcional óptimo, tomando en cuenta sus capacidades residuales, logrando una mejor calidad de vida.

## BIBLIOGRAFÍA

### Linkografía

- [http://ohioline.osu.edu/aex-fact/192/pdf/0192\\_3\\_52.pdf](http://ohioline.osu.edu/aex-fact/192/pdf/0192_3_52.pdf)
- <http://cmae.fach.cl/docum/equipos.pdf>
- [http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/aereo/normastecnicas/docs/PDF\\_NT\\_C/ntc\\_sda\\_008\\_2005.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/aereo/normastecnicas/docs/PDF_NT_C/ntc_sda_008_2005.pdf)
- <http://perarduaadastra.eu/2008/02/oxigeno-en-aviones-y-ii/>

# **A N E X O S**



## **ANEXO A**

**Entrevista realizada al Sr. Supervisor de la  
Sección de Oxígeno y Presurización del  
Escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA**

**ENTREVISTA**

La presente entrevista tiene por objeto recopilar información para así determinar las posibles falencias existentes en la línea de vuelo del Escuadrón 2112 de la Base de Taura.

Sgop. Granja Luis

Supervisor de la Sección de Oxígeno y Presurización.

1.- ¿Defina en forma breve a la sección de Sistemas de Oxígeno de la Base Aérea de Taura?

.....  
.....

2.- ¿Que servicios de mantenimiento brinda esta sección?

.....  
.....

3.- ¿Cuáles son las necesidades que presenta la sección Oxígeno y Presurización?

.....  
.....

4.- ¿Cuál es el escalón de mantenimiento máximo con el que trabajan en esta sección?

.....  
.....

5.- ¿Cree necesario la rehabilitación de los equipos reportados que posee en esta sección?

.....  
.....

6.- ¿Cree usted que con los equipos que posee la sección de Oxígeno pueden ser utilizados por los demás escuadrones de combate que posee el Ala 21 Taura?

.....  
.....

7.- ¿Puede asegurar usted cómo Técnico encargado de la sección de Oxígeno que los equipos necesitan ser rehabilitados sí o no y por qué?

.....  
.....

8.- ¿Qué tiempo de servicio lleva operando esta sección?

.....  
.....

9.- ¿Cuándo fue la última vez que a la sección de Oxígeno se le destino nuevos equipos para trabajar o se les realizo algún mantenimiento?

.....  
.....

10.- ¿Se ha dado algún accidente por falencias que presenta la sección?

.....  
.....

## **ANEXO B**

### **Observación de las instalaciones del Escuadrón 2112 de la Base de Taura**

# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

## CARRERA DE MECÁNICA

### Datos Informativos:

**Lugar:** Instalaciones de la línea de vuelo del Escuadrón 2112 de la Base Aérea de Taura

**Fecha:** 05 de Noviembre del 2010

**Observador:** Grupo de Trabajo

### Objetivo

Determinar el estado en el que se encuentran los equipos de la sección de Oxígeno y Presurización.

### Observaciones

Se observó que la sección posee equipos en mal estado y que necesitan rehabilitación debido a que el ambiente en los que se encuentra el escuadrón es húmedo y por consiguiente los equipos sufren más deterioro en su estructura.

## **ANEXO C**

**Fotografías del equipo de llenado de oxígeno  
gaseoso de la Sección de Oxígeno y  
Presurización de la Base de Taura**

# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

## CARRERA DE MECÁNICA

### Fotos tomadas de diferentes posiciones y parates del Sistema de Oxígeno Gaseoso



**Fig. 1** Equipo de Oxígeno Gaseoso

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado:** Cbos. Cachago F.



**Fig. 2** Vista del conector de la cañería

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado:** Cbos. Cachago F.



**Fig. 3** Tanques de Oxígeno Gaseoso

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado:** Cbos. Cachago F.



**Fig. 4** Toma del avión para Oxígeno Gaseoso

**Fuente:** Investigación de campo

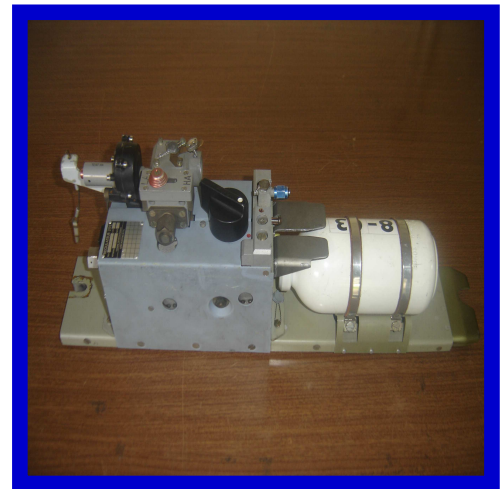
**Elaborado:** Cbos. Cachago F.



**Fig. 5** Toma de llenado de Oxígeno Gaseoso

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado:** Cbos. Cachago F.



**Fig. 6** Regulador Oxígeno Gaseoso

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado:** Cbos. Cachago F.



## **ANEXO “B”**

### **DISEÑO DEL COCHE PARA TRANSPORTE DE CILINDROS**

**ANEXO "C"**

**DISEÑO DE LA CAJA PORTA REGULADOR**

**ANEXO “D”**

**DISEÑO DE LA PUERTA DEL COCHE TRANSPORTADOR DE CILINDROS**

**ANEXO “E”**

**DISEÑO DEL ENSAMBLADO FINAL DE EQUIPO DE OXÍGENO GASEOSO**

# CURRICULUM VITAE

## DATOS PERSONALES



Apellidos: CACHAGO CONUMBA

Nombres: FRANCISCO JAVIER

Cedula de ciudadanía: 1721938288-8

Estado Civil: CASADO

Ciudad: QUITO

Dirección Domiciliaria: YARUQUI - BARRIO "SAN CARLOS"

Teléfono: (02) 2777-056

## ESTUDIOS REALIZADOS:

### Primaria:

❖ ESCUELA FISCAL "PEDRO BOUGUER"

Aprendizaje de primero a séptimo año de educación básica.

**Secundaria:**

- ❖ COLEGIO NACIONAL "CUMBAYA"

Aprendizaje de octavo a séptimo año de bachillerato.

**Superior:**

- ❖ INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO - Egresado

**TÍTULOS OBTENIDOS:**

- ❖ BACHILLER TÉCNICO INFORMÁTICA
- ❖ TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES
- ❖ SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLÉS
- ❖ CABO SEGUNDO TÉCNICO DE AVIACIÓN DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA.

**CURSOS REALIZADOS:**

- ❖ CURSO TÉCNICO PROFESIONAL DE LA ESPECIALIZACIÓN OXÍGENO Y PRESURIZACIÓN, duración 57 créditos; confiere la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana en octubre del 2011.
- ❖ SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLÉS

## **EXPERIENCIAS LABORALES:**

- ❖ **BASE AÉREA COTOPAXI “ESCUADRÓN ACCESORIOS SECCIÓN INSTRUMENTOS” (160h)**

## ACEPTACIÓN DEL USUARIO

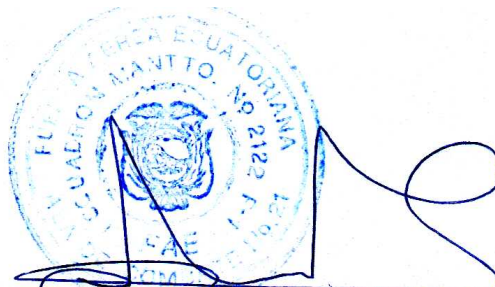
Latacunga, abril del 2012

YO, **CAPT. TÉC. AVC. GERARDO BENAVIDES MONTENEGRO**, COMANDANTE DE LA ESDLLA. ELECTRONICA POR EL CMDTE. ESCD. MANTTO. No 2122, ME PERMITO INFORMAR LO SIGUIENTE:

El proyecto de graduación elaborado por el CBOS. TÉC. AVC. **CACHAGO CONUMBA FRANCISCO JAVIER**, con el tema: “**REHABILITACIÓN DEL EQUIPO DE APOYO EN TIERRA PARA EL LLENADO DE OXÍGENO GASEOSO EN AVIONES MILITARES**”, ha sido efectuado de forma satisfactoria en las dependencias de mi cargo y que la misma cuenta con todas las garantías de funcionamiento, por lo cual extiendo este aval que respalda el trabajo realizado por el mencionado estudiante.

Por tanto me hago cargo de todas las instalaciones realizadas por el Señor estudiante.

**Atentamente**

A circular official stamp in blue ink is positioned behind a handwritten signature. The stamp contains the text "FUERZA ARMADA ECUATORIANA" at the top, "COMANDO EN JEFE" at the bottom, and "ESCUELA DE ELECTRONICA" in the center. The signature is written in blue ink and overlaps the stamp.

**Gerardo Benavides Montenegro**  
Capt. Téc. Avc.



## **HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

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

---

**CBOS. TÉC. AVC. CACHAGO FRANCISCO**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**SUBS. TEC. AVC. HEBERT ATENCIO**

---

Latacunga, abril del 2012

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

Yo, **CBOS. TÉC. AVC. CACHAGO CONUMBA FRANCISCO JAVIER**, Egresado de la carrera de **MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**, en el año 2012 con Cédula de Ciudadanía N° **172193828-8**, autor del Trabajo de Graduación "**REHABILITACIÓN DEL EQUIPO DE APOYO EN TIERRA PARA EL LLENADO DE OXÍGENO GASEOSO EN AVIONES MILITARES EN EL ESCUADRÓN 2112 DE LA BASE AÉREA DE TAURA** ", cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**CBOS. TÉC. AVC. CACHAGO CONUMBA FRANCISCO JAVIER**  
**C.I. 172193828-8**

---

Latacunga, abril del 2012