

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE VENTILACIÓN  
PARA LOS DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN  
CASA CN-235-300”**

**POR:**

**CBOP. ALULEMA GASPATA LUIS ALFREDO**

**Proyecto de Grado como requisito para la obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2008**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **CBOP. ALULEMA GASPATA LUIS ALFREDO**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

-----  
Sgos. Tec. Avc. William Vallejo

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, a Mayo del 2008.

## **DEDICATORIA**

La realización de este trabajo lo dedico a Dios por haberme dado una vida saludable y fuerzas para luchar. A mis padres por haber apoyado en todo momento para culminar con éxito esta etapa de mi vida profesional, debido a ello les dedico este trabajo como muestra de amor y gratitud quienes me han brindado el don de vivir y la gentileza del ser.

A mis hermanos, (as) que me apoyaron con sus consejos y presencia, ya que sin ellos no habría contado con los recursos económicos y morales que me brindan alegría y me dan tranquilidad para el alma, y en especial a mi hija Noella eje fundamental para el logro de esta meta.

También quiero dedicarle a mi futura esposa Blanca quien me ha brindado su apoyo moral y sincero e incondicional durante este tiempo de habernos conocidos.

**ALULEMA GASPATA LUIS**  
**CBOP. DE A.E.**

## **AGRADECIMIENTO**

Alcanzar este logro de mi vida es fruto de esfuerzo y dedicación, es por ello que quiero agradecer a Dios que me ha dado la fuerza y paciencia necesarias para cumplir con esta meta, ya que sin su bendición no podría llegar a la meta que me propuse de graduarme como Tecnólogo Aeronáutico.

A mis padres y hermanos por inspirar e inculcar en mí los más puros valores, ya que son las personas más importantes de mi vida, y por ellos he luchado para que mi meta de ser profesional sea ya una realidad.

De corazón, agradezco a nuestra querida y distinguida Institución la Aviación del Ejército, por darme la oportunidad de capacitar en el campo de la Aeronáutica porque gracias a su apoyo pude culminar mis estudios superiores.

**ALULEMA GASPATA LUIS**  
**CBOP. DE A.E.**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	01
Planteamiento del problema.....	02
Objetivos.....	03
Justificación.....	04
Alcance.....	05

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

1.1. Avión CASA CN-235-300.....	06
1.1.1. Generalidades del Avión Casa CN- 235-300.....	06
1.2. Disposición de los depósitos de combustible.....	07
1.2.1. Almacenamiento de combustible.....	07
1.2.2. Depósitos de combustible.....	07
1.2.3. Capacidad de almacenamiento.....	07
1.2.4. Depósitos integrales.....	08
1.2.5. Propósito del sistema.....	09
1.2.6. Combustibles aprobados para uso en el Avión CN-235.....	09
1.2.7. Paneles de Acceso.....	10
1.3. Ventilación.....	11
1.3.1.- Ventilador.....	11
1.3.2.- Métodos de ventilación.....	11

1.3.3.- Clasificación de los ventiladores.....	12
1.3.4. Ventilador seleccionado para ventilar los depósitos de combustible.....	12
1.3.5. Ventilador centrífugo.....	13
1.3.6. Utilidad de los ventiladores.....	14
1.3.7. Elementos que conforman un sistema de ventilación.....	15
1.3.8. Problemas comunes del ventilador.....	15
1.4. Procedimiento de ventilación y purgado de los depósitos de combustible.....	16
1.4.1. Finalidad de trabajo.....	16
1.4.2. Equipo y material.....	16
1.4.3. Operaciones preliminares.....	16
1.4.4. Operación.....	17
1.4.5. Operaciones finales.....	17
1.5. Combustible de Aviación.....	18
1.5.1. Que es combustible.....	18
1.5.2. Tipos y especificaciones del combustible.....	18
1.5.2.1.- Turbosina.....	18
1.5.2.2.- Gasavion 100/130.....	19
1.5.3. Contaminación biológica del combustible.....	19
1.5.4. Origen de la corrosión microbiana.....	19
1.5.5. Técnicas de prevención.....	20
1.5.6. Peligros de salud por contacto con el combustible.....	21
1.5.7. Tóxico del combustible.....	21
1.5.7.1.- Contaminación por plomo.....	22
1.5.8. Identificación de riesgos.....	23
1.5.8.1.- Señales y síntomas de exposición aguda.....	23

15.8.2.- Efectos de salud crónicos.....	24
1.5.8.3.- Medidas para primeros auxilios.....	25
1.6. Motor eléctrico.....	26
1.6.1. Principios de funcionamiento del motor.....	26
1.6.2. Par y movimiento rotatorio.....	26
1.6.3. Motores monofásicos.....	27
1.6.4. Selección del motor eléctrico para el ventilador.....	30
1.7. Controles de exposición y protección personal.....	31
1.8. Medidas generales de seguridad durante la operación en los depósitos de combustible.....	32

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

2.1. Enunciado de alternativas.....	34
2.1.1. Primera alternativa.....	34
2.1.2. Segunda alternativa.....	35
2.2. Criterios para la selección de la mejor alternativa.....	36
2.3. Análisis de factibilidad.....	37
2.3.1. Ventajas y desventajas de la primera alternativa.....	37
2.3.2. Ventajas y desventajas de la segunda alternativa.....	38
2.4. Estudio de parámetros.....	38
2.4.1. Factor mecánico.....	40
2.4.2. Factor financiero.....	41
2.4.3. Factor complementario.....	41
2.5. Evaluación de parámetros.....	41

2.6. Selección de la mejor alternativa.....	44
---	----

## **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN**

3.1. Orden de construcción.....	45
3.2. Descripción general del ventilador.....	45
3.2.1. Descripción del funcionamiento.....	46
3.3. Elementos que conforman el ventilador.....	47
3.3.1. Paletas.....	47
3.3.2. Carcasa de voluta.....	48
3.3.3. Motor eléctrico.....	49
3.3.4. Brida de acople.....	50
3.3.5. Manga.....	51
3.3.6. Ruedas.....	51
3.4. Diagrama de Procesos.....	53
3.4.1. Diagrama de procesos de fabricación de la estructura principal del ventilador.....	54
3.4.2. Diagrama de procesos de fabricación de la base inferior del ventilador.....	55
3.4.3. Diagrama de procesos de fabricación de la estructura para revestimiento del ventilador.....	56
3.4.4. Diagrama de procesos de fabricación de la base de soporte del motor.....	57
3.4.5. Diagrama de procesos de la caja de la manga.....	58
3.4.6. Diagrama de procesos de fabricación de la manga.....	59



3.5. Diagramas de ensamble.....	60
3.5.1. Diagrama de ensamblaje de los elementos que forman parte del ventilador.....	60
3.5.2. Diagrama de ensamblaje del motor eléctrico.....	60
3.5.3. Diagrama de ensamble final.....	61
3.6. Operatividad del equipo de ventilación.....	62
3.7. Pruebas de funcionamiento.....	62
3.7.1. Verificación y control de los elementos que conforman el equipo de ventilación.....	63

## **CAPÍTULO IV**

### **ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS NORMALES (PON)**

4.1. Procedimientos de operativos normales.....	64
4.2. Tipos de procedimientos.....	64
4.3. Procedimiento de operación.....	65
4.3.1. Objetivo de procedimiento de operación.....	65
4.3.2. Alcance de procedimiento de operación.....	65
4.3.3. Formulario de procedimiento de operación.....	66
4.4. Procedimiento de mantenimiento.....	67
4.4.1. Objetivo de procedimiento de mantenimiento.....	67
4.4.2. Alcance de procedimiento de mantenimiento.....	67
4.4.3. Formulario de procedimiento de mantenimiento.....	68
4.5. Procedimiento de seguridad.....	69
4.5.1. Objetivo de procedimiento de seguridad.....	69

4.5.2. Alcance de procedimiento de seguridad.....	69
4.5.3. Formulario de procedimiento de seguridad.....	70

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

5.1. Presupuesto.....	71
5.2. Estudio económico financiero.....	71
5.2.1. Materiales de construcción.....	71
5.2.2. Maquinaria, equipos y herramientas.....	72
5.2.3. Mano de obra .....	73
5.2.4. Varios.....	73
5.3. Costo total de la construcción del ventilador.....	74

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1.- Conclusiones.....	75
6.2.- Recomendaciones.....	76

### **BIBLIOGRAFÍA.**

### **LISTA DE ABREVIATURAS**

### **ANEXOS**

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1. Avión CASA CN-235-300.....	06
Figura 1-2. Situación de los depósitos de combustible.....	08
Figura 1-3. Depósitos integrales.....	08
Figura 1-4. Paneles de acceso.....	10
Figura 1-5 Ventilador radial o centrífugo.....	12
Figura 1-6. Ventiladores centrífugos de álabes curvados hacia adelante, radiales y atrás.....	14
Figura 1-7 Principios de funcionamiento de los motores.....	26
Figura 1-8. Par y movimiento rotatorio.....	27
Figura 1-9. Esquema del motor monofásico de inducción. Tipo fase partida.....	29
Figura 1-10. Motor monofásico de arranque con capacitor.....	30
Figura 2-1. Esquema de la primera alternativa.....	35
Figura 2-2. Esquema de la segunda alternativa.....	36
Figura 3-1. Estructura del ventilador.....	46
Figura 3-2. Paletas.....	47
Figura 3-3. Álabes con margen de dobles de 2°.....	48
Figura 3-4. Carcasa de voluta o de caracol.....	49
Figura 3-5. Motor eléctrico monofásico.....	50
Figura 3-6. Accesorios eléctricos.....	50
Figura 3-7. Brida de acople.....	51
Figura 3-8. Manga.....	51
Figura 3-9. Ruedas.....	52
Figura 3-10. Ventilador terminado.....	62
Figura 3-11. Ventilador en perfecto funcionamiento.....	63

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1. Cuadro de factores.....	39
Tabla 2.2. Matriz de evaluación.....	42
Tabla 2.3. Matriz de decisión.....	43
Tabla 2.4. Matriz de decisión (Puntajes Totales).....	44
Tabla 3.1. Símbolos de diagramas de procesos.....	53
Tabla 3.2. Estado de los elementos del ventilador.....	63
Tabla 4.1. Lista de formularios de procedimiento del equipo de ventilación.....	65
Tabla 5.1. Materiales usados para la construcción del ventilador.....	72
Tabla 5.2. Registro del costo total de la maquinaria, equipo y herramientas utilizadas en la construcción.....	73
Tabla 5.3. Registro del costo de mano de obra.....	73
Tabla 5.4. Registro del costo de varios.....	74
Tabla 5.5. Registro del costo total utilizado en la construcción del ventilador.....	74

## **INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto de grado se refiere a la construcción del equipo de ventilación para los depósitos de combustible del Avión CASA CN-235-300, la misma que tiene como finalidad proveer una ventilación adecuada.

El equipo de ventilación tiene importancia en el sistema de ventilación, permitiendo con ello facilitar las tareas de mantenimiento para dar cumplimiento a cabalidad con las inspecciones que se realiza en los depósitos de combustible. Y será de gran ayuda para el personal de técnicos ya que la ventilación elimina los vapores, los olores y cuanto elemento perjudicial.

Para la realización de este proyecto se ha tomado en consideración dos alternativas en base a la construcción, las mismas que brindaran las facilidades y comodidades al momento de la construcción. Una vez analizado la evaluación de las dos alternativas, se escogió la más idónea y se procedió a la construcción y ensamblaje del ventilador.

Al terminar la construcción del ventilador se realizó los formularios de procedimientos operativos normales de mantenimiento, operación y seguridad, para tener un perfecto control y preservar la vida útil del ventilador.

Concluida la construcción, se realizó las pruebas de funcionamiento del ventilador para así observar el desempeño del mismo, el cual brindo óptimos resultados

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Para realizar los trabajos de mantenimiento en los depósitos de combustible del Avión CASA CN-235-300, se debe realizar la respectiva ventilación de los mismos ya que este proceso es muy importante antes de comenzar cualquier trabajo de mantenimiento, razón por la cual es necesaria la ventilación en las zonas de alta concentración de vapores. El objetivo de la ventilación es para preservar la salud del personal de técnicos de la Aviación del Ejército ya que el combustible es Tóxico y con el tiempo traer enfermedades a los mismos.

La sección de mantenimiento del GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO No. 45 “PICHINCHA” no cuenta con un ventilador propio. Es así que para realizar la ventilación en los depósitos de combustibles el ventilador es adquirido a otras compañías de Aviación, siendo un problema adquirirlo.

## **OBJETIVOS:**

### **OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Construir un equipo de ventilación para los depósitos de combustible del avión CASA CN-235-300.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Investigar la información sobre los requerimientos técnicos y operacionales del equipo de ventilación.
- ✓ Plantear alternativas y seleccionar la más adecuada.
- ✓ Determinar materiales y componentes que se van a utilizar en la construcción del proyecto.
- ✓ Realizar las pruebas de funcionamiento del equipo de ventilación.
- ✓ Elaborar los formularios de procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad para el ventilador.
- ✓ Realizar un estudio financiero para la construcción del equipo de ventilación.

## **JUSTIFICACIÓN**

La construcción del equipo de ventilación, que será implementado en la sección de mantenimiento del GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO No. 45 “PICHINCHA”, permitirá un soporte técnico al personal que labora en el sistema de combustible, garantizando la seguridad y protección del personal de técnicos para prevenir de las enfermedades que puedan ocasionar a los mismos, de esta manera evitar la ingestión o inhalación de vapores ya que el olor del combustible es desagradable. También hay que considerar que estos vapores desplazan al oxígeno, provocando asfixia.

Observando las falencias mencionadas anteriormente, se ha propuesto construir un equipo de ventilación. La misma que servirá para facilitar los trabajos de mantenimiento en el sistema de combustibles.



## **ALCANCE**

El presente trabajo está enfocado para la ventilación de los depósitos de combustible del Avión CASA CN-235-300, y será de gran ayuda cuando éstos sean ventilados permitiendo con ello facilitar los trabajos de mantenimiento; para dar cumplimiento a cabalidad las inspecciones que se realizan en los depósitos de combustible.

Cabe indicar que el equipo de ventilación que será implementado para el área de mantenimiento como equipo de apoyo a tierra será de gran utilidad. De esta manera evitar rentar a otras compañías de Aviación. También con el cambio de manga se podrá ventilar a otros tipos de aviones y el equipo tendrá una diversificación en su uso.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. AVIÓN CASA CN-235-300 <sup>1</sup>



FUENTE: Manual de Operaciones Volumen I, Descripción de Sistemas

**FIG. 1-1. Avión CASA CN-235-300**

#### 1.1.1. Generalidades del Avión Casa CN-235-300.

El CN-235-300M es un biturbo-hélice presurizado, semimonocasco de ala alta en voladizo y tren triciclo retráctil.

El CN-235-300M es un avión destinado para el transporte militar en rutas de corto y medio alcance; con certificado para vuelos de día o de noche y en vuelo visual ( VFR ) o vuelo instrumental ( IFR ).

El Avión esta propulsado por dos turbohélices CT7-9C3 fabricados por General Electric, con hélices cuatripalas de paso reverso; 14RF-37 fabricadas por Hamilton Estándar.

---

<sup>1</sup> Manual de Operaciones CN-235 -300M/ Avión en General/ Volumen I/ Pág. 1-1

## **1.2. DISPOSICIÓN DE LOS DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE <sup>2</sup>**

### **1.2.1. Almacenamiento de Combustible**

Las zonas de almacenamiento de combustible se crean sellando porciones de cada conjunto de ala para formar cuatro depósitos integrales separados, dos en el conjunto de plano medio, entre la STA 1100 y la STA 3100, y uno en cada conjunto de ala exterior, entre la STA 4250 y la STA 8110 (Ver Figura 1-2).

### **1.2.2. Depósitos de Combustible**

Los depósitos integrales de almacenamiento de combustible están formados por zonas selladas de las estructuras del cajón de torsión del ala exterior y del plano medio. Dos depósitos principales IZQ (DCH) están situados en la estructura de plano medio, entre la STA 1100 y la STA 3100, y un depósito auxiliar, está situado entre STA 4250 y la STA 8110 de cada ala exterior (Ver Figura 1-2).

Los depósitos de plano medio son los depósitos principales y reciben combustible de los depósitos (auxiliares) de ala exterior para su envío a los motores.

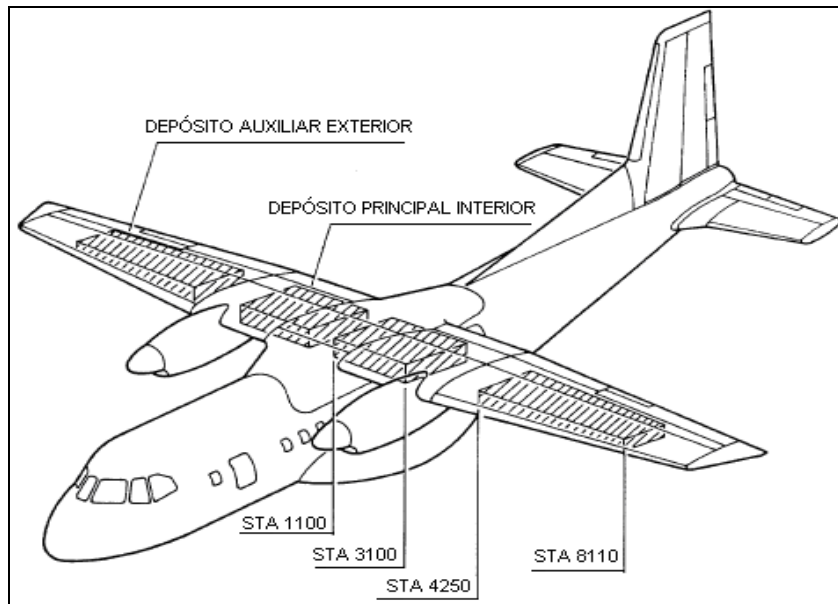
Unas válvulas para drenaje de agua están situadas en puntos bajos estratégicos de cada uno de los depósitos, y unos paneles de acceso en el intradós permiten el acceso a las zonas de los depósitos, para mantenimiento.

### **1.2.3. Capacidad de Combustible**

La capacidad de almacenamiento del conjunto de depósitos es de 5268 litros (1393 GAL USA), siendo la capacidad de cada depósito principal de 1042 litros (275 GAL USA) y la capacidad de cada depósito auxiliar de 1592 litros (421 GAL USA).

---

<sup>2</sup> Manual de Pesos y Centrados CN-235-300M/ Capítulo 1-20-02/ Pág. 1



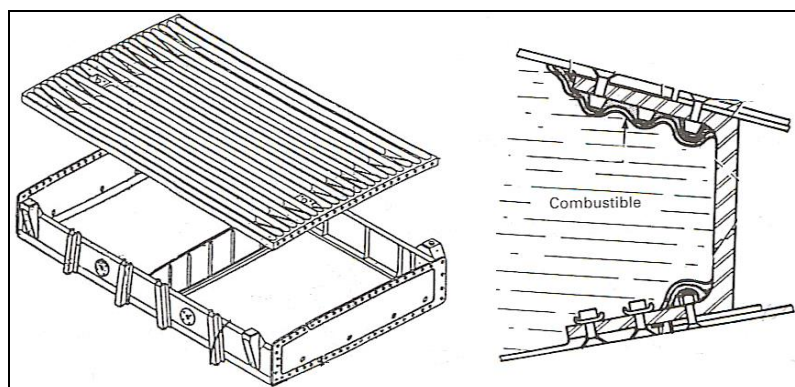
FUENTE: Manual de Pesos y Centrados Capitulo 1-20-02 Pág. 2

**FIG. 1-2. Situación de los Depósitos de Combustible**

#### 1.2.4. Depósitos Integrales <sup>3</sup>

Se llama integral porque forma parte de la estructura alar del avión. Físicamente esta constituido por huecos internos que permanecen en zonas previstas de la estructura del avión.

Estos volúmenes de huecos internos del ala y del fuselaje, que tienen formas de caja, se llenan de combustible. Las cajas del depósito se sellan y se hacen herméticas.



FUENTE: Antonio Esteban Oñate, Conocimientos del Avión, Pág. 349

**FIG. 1-3. Depósitos Integrales**

<sup>3</sup> Antonio Esteban Oñate/ Conocimientos del Avión/ Pág. 349

### **1.2.5. Propósito del Sistema de combustible**

El propósito es almacenar el combustible y entregar una cantidad precisa, limpia y a la presión correcta, para satisfacer las exigencias del motor. Un sistema en buenas condiciones y bien proyectado, asegura un flujo abundante y efectivo de combustible en todas las fases del vuelo, que incluyen un cambio de velocidad, maniobras violentas y repentinas, las aceleraciones y desaceleraciones.

### **1.2.6. Combustibles Aprobados para uso en el Avión CN-235 <sup>4</sup>**

Los siguientes combustibles, conforme a la edición en curso de la especificación D50TF2 de General Electric Co., están aprobados para su uso en el avión CN-235 y puede ser mezclados en cualquier promoción.

- JET A
- JET A-1
- JP-8
- JP-4
- JET-B
- JP-5

**NOTA.** No es necesario el vaciado, drenaje y lavado del sistema de combustible cuando se cambia de un tipo de combustible a otro.

**PRECAUCION:** no emplear combustibles de los tipos JET A, JET A-1 ó JP-5, cuando se opere a temperaturas de entrada de combustible inferiores a -34° C (-30° F).

---

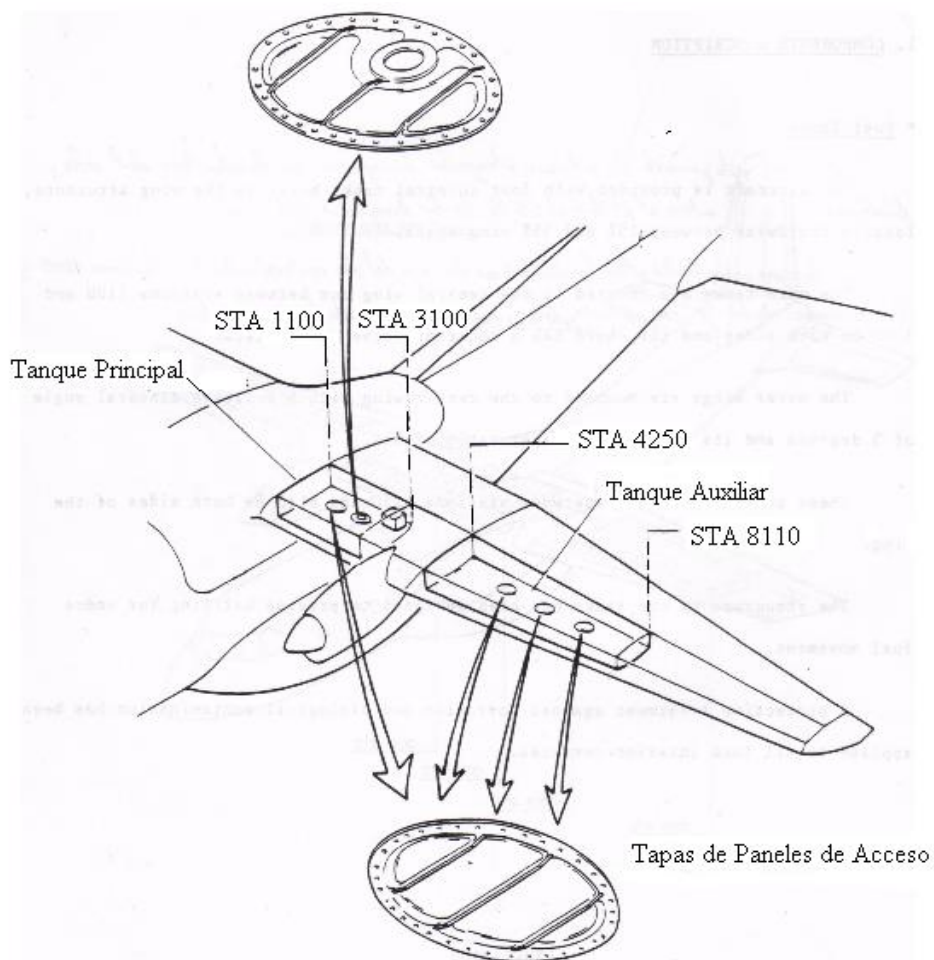
<sup>4</sup> Manual de Mantenimiento CN-235-300M/ Capítulo 12-11-10/ Pág. 6

### 1.2.7. Paneles de Acceso <sup>5</sup>

El acceso a los componentes internos del sistema de combustible dentro de los tanques, se proporciona con cinco paneles de acceso, dos de ellos para cada tanque principal y tres para cada tanque auxiliar.

Los componentes son:

- 2 Tanques principales
- 2 Tanques Auxiliares
- 10 Paneles de Acceso



FUENTE: Manual de Mantenimiento

**FIG. 1- 4. Paneles de Acceso**

<sup>5</sup> Manual de Instrucción de Mantenimiento/ Pág.28-10-3-3

### **1.3. VENTILACIÓN <sup>6</sup>**

La ventilación puede definirse como la técnica de sustituir el aire interior, el cual se considera indeseable y sustituirlo por aire nuevo del exterior, eliminando el vapor, los olores y cuanto elemento perjudicial.

#### **1.3.1. Ventilador**

Un ventilador es un dispositivo para agitar o mover aire o gas. Básicamente crea una corriente de aire moviendo unas paletas o álabes.

#### **1.3.2. Métodos de ventilación**

##### **➤ Ventilación Natural**

La renovación natural del aire, es consecuencia del viento y de la diferencia de densidades entre el aire interior y del exterior.

Es un sistema simple pero práctico y económico, la aireación lograda es buena pero presenta algunos serios inconvenientes, como el de permitir la entrada conjunta de impurezas y se tardaría mucho tiempo en ventilar.

##### **➤ Ventilación mecánica**

En general se requiere la ventilación mecánica siempre y cuando se aproveche al máximo la ventilación natural. La ventilación por medios mecánicos suele efectuarse por intermedio de ventiladores y extractores de aire, que consiste en ventiladores con paletas o álabes.

---

<sup>6</sup> Enrique Carnicer Royo/ Ventilación Industrial/ 2da. Edición/ Pág. 15, 34,36, 39

### 1.3.3. Clasificación de los Ventiladores

Los ventiladores pueden dividirse en dos grandes grupos:

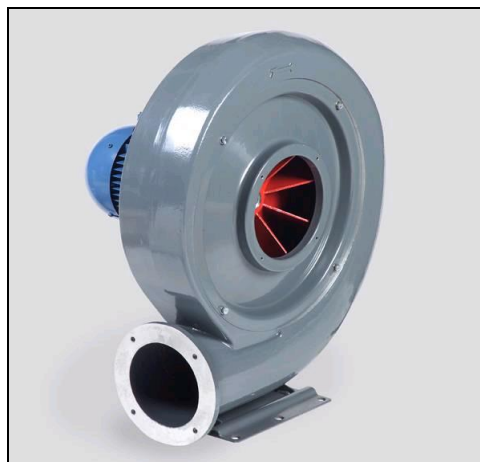
- Ventiladores axiales o helicoidales
- Ventiladores radiales o centrífugos

**A su vez, los ventiladores se pueden clasificar conforme:**

- Al aumento de presión que produce
- La forma de los álabes
- Sus diversas aplicaciones

### 1.3.4. Ventilador seleccionado para ventilar los depósitos de combustible

El tipo de ventilador utilizado es radial centrífugo, consiste esencialmente en una rueda o rodete provisto de álabes o paletas radiales la trayectoria del fluido sigue la dirección del eje del rodete a la entrada y está perpendicular al mismo a la salida. Si el aire a la salida se recoge perimetralmente en una voluta, entonces se dice que el **ventilador es de voluta** (Figura 1-5).



FUENTE: <http://www.mf-ct.upc.es/Salva/Ventiladores.htm>

**FIG. 1-5. Ventilador Radial o Centrífugo**



### **1.3.5. Ventilador centrífugo**

Los ventiladores centrífugos son máquinas rotativas, robustas y versátiles, que mueven aire y diversos gases en múltiples aplicaciones.

El ventilador centrífugo consiste en una rueda con álabes (impulsor) que gira en una carcasa en forma de voluta.

La corriente entra en el sentido del eje de la rueda y sale en el sentido radial, produciéndose así una desviación de 90°.

El aumento de presión se produce principalmente por la utilización de la fuerza centrífuga que despide el aire desde los álabes de la rueda en la dirección de la rotación.

Los rodetes impulsores se fabrican casi siempre con chapa de acero, cuya calidad depende del fluido vehiculado.

Se suelen sub-clasificar, según la forma de las paletas o álabes del rotor, de la siguiente manera:

#### **a) Álabes curvados hacia adelante**

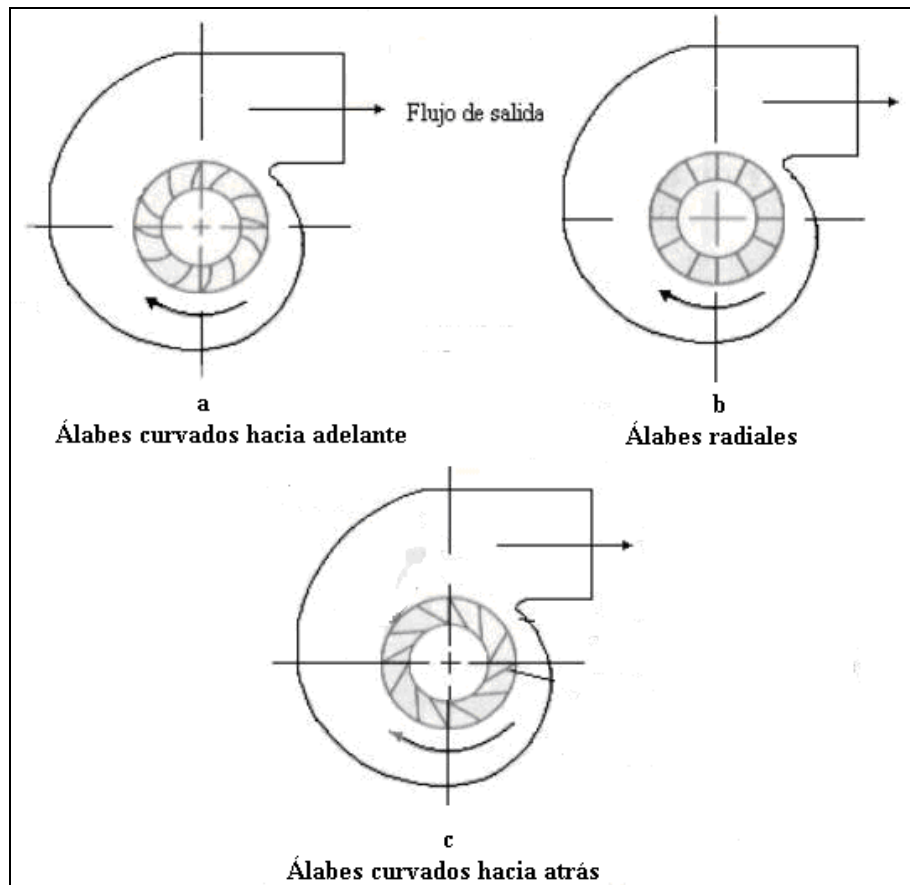
Rotor con palas curvadas hacia adelante, apto para caudales altos y bajas presiones. No es autolimitante de potencia. Para un mismo caudal y un mismo diámetro de rotor gira a menos vueltas con menor nivel sonoro

#### **b) Álabes radiales**

Rotor de paletas radiales. Es el diseño más sencillo, es muy resistente mecánicamente, y el rodete puede ser reparado con facilidad. El diseño le permite ser autolimpiante. La potencia aumenta de forma continua al aumentar el caudal

### c) **Álabes inclinados hacia atrás**

Rotor de palas planas o curvadas inclinadas hacia atrás. Es de alto rendimiento y autolimitador de potencia. Puede girar a velocidades altas.



FUENTE: <http://www.mf-ct.upc.es/Salva/Ventiladores.htm>

**FIG. 1-6. Ventiladores centrífugos de álabes curvados hacia adelante, radiales y atrás.**

### **1.3.6. Utilidad de los ventiladores**

Los ventiladores son sistemas de gran utilidad a nivel industrial, comercial y residencial, pues de ellos dependen procesos básicos de producción, control ambiental, confort, etc.

Adicionalmente los ventiladores tienen aplicaciones específicas como: Extracción de gases de escape, unidades de abastecimiento de aire, control de polución, aire acondicionado, aire de combustión, secadores, equipos de recolección de polvo, control

ambiental, transporte de materiales, circulación en hornos, destilación de petróleo, extracción o introducción de gases en reactores

Su importancia y aplicabilidad los han convertido en elementos fundamentales en cada una de sus tareas y por ello de vital atención de las personas encargadas de su correcto funcionamiento.

### **1.3.7. Elementos que conforman un sistema de ventilación**

Un sistema básico de ventilación esta conformado por motor eléctrico, cableado eléctrico, conducto de aire y partes móviles. Adicionalmente estos sistemas pueden contener elementos específicos de acuerdo a la aplicación, al tipo de fluido a manejar, etc. El ventilador está conformado por una carcasa, abrazadera, paletas, acople, y malla protectora así como de elementos de sujeción.

### **1.3.8. Problemas comunes del ventilador**

Los ventiladores son los equipos bastante constantes en su operación, pero también tienen algunos problemas ocasionados por malos manejos, descuidos o por falta de mantenimiento. Algunos de estos problemas son:

- \* Pernos, tornillos, rodamientos o acoplamientos sueltos.
- \* Desalineación o desgaste excesivo de acoplamientos o rodamientos.
- \* Motor desalineado o desbalanceado.
- \* Eje doblado debido a maltrato o impacto del material.
- \* Desgaste o erosión excesiva en la rueda.
- \* Vibración transmitida externamente.

\* Mantenimiento inadecuado o inapropiado

## **1.4. PROCEDIMIENTO DE VENTILACIÓN Y PURGADO DE LOS DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE <sup>7</sup>**

### **1.4.1. Finalidad de Trabajo**

Cuando se desmontan las tapas de acceso de los depósitos de combustible y es necesario entrar al depósito, debe observarse el siguiente procedimiento además de las precauciones especiales detalladas en los procedimientos específicos de mantenimiento.

### **1.4.2. Equipo y Material**

- Aspirador de Vapores del Depósito
- Suministro de Aire Comprimido
- Indicador de Gas Combustible
- Avisos de Peligro
- Paño Exento de Pelusa

### **1.4.3. Operaciones Preliminares**

1. Vaciar el depósito correspondiente y drenar el combustible residual.
2. En la cabina de pilotos y en la conexión de la GPU, colocar avisos de peligro prohibiendo el uso del sistema eléctrico.
3. Colocar avisos de peligro a 30 m (98 pies) alrededor del avión prohibiendo fumar, la utilización de llamas sin protección, la operación de transmisores de radio o radar, o el uso de motores de combustión y equipos motorizados dentro de la zona definida.

---

<sup>7</sup> Manual de Mantenimiento CN-235-300M/ Capítulo 28-11-00/ Pág. 310, 311

#### **1.4.4. Operación**

1. Quitar los tapones de llenado de extradós y quitar suficientes paneles de acceso para ventilar convenientemente la zona de trabajo.
2. Situar el ventilador fuera de la zona de seguridad, e introducir el extremo de la manga en el depósito en cualquier punto conveniente.
3. Conectar el suministro de aire. Comprobar que el aire está circulando y purgar el depósito hasta que la concentración de vapor de combustible caiga por debajo del 25% del límite inferior de explosión, según indicación del indicador de gas de combustible.

**NOTA:** Esta operación puede tardar varias horas, y un operador debe estar presente en todo momento.

4. Montar el aspirador para eliminación de vapores y continuar con el proceso de ventilación durante las operaciones de mantenimiento.
5. Secar cualquier residuo de combustible con un paño exento de pelusa.

#### **1.4.5. Operaciones Finales**

1. Cerciorarse de que la zona de trabajo queda limpia y libre de herramientas y equipos diversos.
2. Desconectar y retirar el suministro de aire comprimido.
3. Desconectar y retirar el aspirador de eliminación de vapores de combustible.
4. Cerciorarse de que se han retirado todos los equipos y materiales introducidos en el depósito.
5. Despojarse de la ropa protectora y dejarla en una zona con ventilación adecuada.

6. Poner los paneles de acceso desmontados y las tapas de llenado del extradós.
7. Quitar los avisos de peligro.
8. Rellenar el depósito y cerciorarse de que no hay fugas por los paneles de acceso desmontados.

## **1.5. COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN <sup>8</sup>**

### **1.5.1. Qué es Combustible**

Producto líquido, incoloro, volátil e inflamable, compuesto por una mezcla de hidrocarburos, obtenida entre otros productos en el proceso de refinado del petróleo y que arde en combinación con el oxígeno y una fuente de ignición (chispa) liberando una gran cantidad de energía.

### **1.5.2. Tipos y Especificaciones del Combustible.**

#### **1.5.2.1.- Turbosina**

Mezcla de hidrocarburos, con apariencia incolora o ámbar, con un rango de peso específico de 0.772 - 0.810 Kg/lit, temperatura de evaporación de 38 °C. Y punto de congelación de -40 °C. Utilizado en la rama de la aviación por aeronaves provistas de Turbinas o Turbohélices.

El turbo combustible **Jet A-1**, también conocido como **turbosina** o **JP-A1**, es un destilado medio proveniente de la destilación atmosférica del petróleo crudo, con características especiales de calidad, que es tratado químicamente para eliminar compuestos azufrados tales como sulfuros y mercaptanos que pueden tener un comportamiento corrosivo.

---

<sup>8</sup> Antonio Esteban Oñate/ Conocimientos del Avión/ Pág. 235, 514, 515,517

### **1.5.2.2.- Gasavion 100/130**

La gasolina de aviación 100/130, conocida igualmente como "**Avigas**", es un combustible de alta calidad antidetonante (alto octanaje), Mezcla de hidrocarburos y naftas, con apariencia verde claro, un rango de peso específico de 0.666 - 0.722 Kg/Lt, y porcentaje de volatilidad de 100°C. Utilizado en aeronaves de motores de pistón.

El número **100** significa la capacidad antidetonante requerida por los motores de los aviones una vez alcanzada la velocidad de crucero y el número **130** identifica la capacidad antidetonante requerida para el despegue que es cuando los motores desarrollan la máxima potencia.

### **1.5.3. Contaminación Biológica del Combustible**

En los años sesenta se describieron varios casos de fuerte corrosión en los depósitos de combustible de los aviones de turbina. Se debían a la presencia de microorganismos que se nutrían en la fase de agua-keroseno presente, casi siempre, en los depósitos del avión.

Además de la corrosión de las superficies metálicas ocasionadas por el proceso de nutrición y crecimiento de estos microorganismos, la colonización de los depósitos por estos seres vivos puede incluso causar la obturación de filtros, orificios, válvulas, etc., del sistema de combustible.

### **1.5.4. Origen de la Corrosión Microbiológica**

El combustible en los depósitos integrales del avión se puede contaminar con bacterias, microbios y hongos, seres vivos que reciben el nombre de microorganismos.

Cuando así sucede se producen efectos de corrosión en las superficies metálicas de los depósitos integrales.

El keroseno es el alimento de los microorganismos es importante señalar que su proliferación se produce en la interfase del combustible con la solución acuosa presente en los depósitos. De hecho, la máxima concentración de microorganismos se encuentra en el fondo del depósito, en los sumideros de drenaje.

El ataque corrosivo se dirige inicialmente contra la pintura y la imprimación de protección que tienen los depósitos, luego sigue con los sellantes, que son los materiales que aseguran la estanqueidad del depósito. Una vez que han eliminado la capa orgánica protectora continúan con la corrosión del metal.

#### **1.5.5. Técnicas de Prevención**

Hay tres grupos de medidas que se emplean contra la corrosión microbiológica. Las medidas son el drenaje de agua de los depósitos, limpieza y empleo de biocidas.

##### **a) Drenaje del agua de los depósitos**

La medida preventiva fundamental contra la corrosión microbiológica es la eliminación del agua de los depósitos mediante los métodos de drenaje previstos en el avión.

##### **b) Limpieza**

El keroseno de aviación sale de la refinería estéril, sin contaminación microbiológica, de manera que ésta, si existe, se produce en el tránsito desde la refinería a los depósitos



del avión, o en el aeropuerto. Para asegurar la máxima limpieza es claro que se deben emplear sistemas segregados de transporte, de filtración, bombeo y de almacenamiento.

### **c) Biocidas**

Es el nombre que se da a los bactericidas y fungicidas que se emplean contra los microorganismos del combustible.

### **1.5.6. Peligros de salud por Contacto con el Combustible <sup>9</sup>**

El contacto de combustible con la piel remueve los aceites naturales de la piel y esta puede irritar la misma. El respirar los vapores que emanan los combustibles puede causar daños internos a los pulmones y producir problemas respiratorios permanentes. Al personal que se le humedezca la ropa con combustible debe cambiarse lo antes posible, no sin antes bañarse o lavarse la parte afectada del cuerpo. Para su manejo seguro utilice ropa impermeable adecuada, gafas y guantes de seguridad.

### **1.5.7. Tóxico del Combustible**

Las gasolinas para aviones contienen hasta 4.6 mililitros de tetraetilo de plomo por galón. El plomo es tóxico si se respira o se ingiere. El plomo puede causar anemia grave e impedir que sus hijos nazcan sanos. También puede ocasionar daño a los riñones, el cerebro y el sistema nervioso. Los primeros síntomas de un envenenamiento grave pueden ser un malestar estomacal, debilidad, dolor en las articulaciones, y/o fatiga. (Pero el plomo puede ser pernicioso aun si al principio no se notan los síntomas.)

---

<sup>9</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Catagor%C3%ADa:Combustibles>.

### **1.5.7.1.- Contaminación por plomo**

#### **➤ Efectos del plomo en el organismo**

Una persona puede respirar el plomo por medio del polvo o humo producidos por ciertos trabajos o la combustión de los combustibles, o por comer, beber o fumar cerca de zonas con plomo.

El plomo también puede ingerirse al tocar objetos que han sido contaminados con polvo de plomo. Se sabe que muchas personas están siendo envenenadas lentamente porque sus cuerpos han absorbido demasiado plomo.

Aunque al principio, el envenenamiento por plomo pueda no presentar síntomas, con el tiempo éste puede causar daños en el cerebro, la sangre, el sistema nervioso, los riñones y el sistema reproductivo. Estos daños pueden manifestarse y causar serios problemas como pérdida de memoria, cansancio o fatiga, problemas emocionales, falla en los riñones, coma o la muerte.

Síntomas que se manifiestan en etapas tempranas del envenenamiento:

- ✓ Dolores de Cabeza
- ✓ Fatiga
- ✓ Malestares estomacales
- ✓ Insomnio
- ✓ Irritabilidad o nerviosismo
- ✓ Sabor metálico
- ✓ Pérdida o falta de apetito
- ✓ Problemas en sistema reproductivo

## **1.5.8. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS <sup>10</sup>**

### **1.5.8.1.- Señales y Síntomas de Exposición Aguda**

#### **a) Inhalación**

Respirar la niebla o los vapores puede irritar las membranas mucosas de la nariz, de la garganta, de los bronquios, y de los pulmones, y puede causar la depresión transitoria del sistema nervioso central (SNC).

Los síntomas del CNS incluyen el dolor de cabeza, náusea, intoxicación, visión borroso, hablar confuso, palidez, la confusión, la debilidad, la fatiga, la pérdida del sentido, convulsiones, coma, y la muerte, dependiendo de la concentración y/o de la duración de la exposición.

#### **b) Contacto con los Ojos**

Este puede causar irritación debido al contacto por períodos cortos con el líquido, neblinas o vapor. Los síntomas incluyen la picadura; acumulación del líquido, enrojecimiento e hinchazón.

#### **c) Contacto con la Piel**

Los síntomas del contacto cortos en períodos de tiempos incluyen enrojecimiento, prurito, y quemadura de la piel. También, ciertos componentes de este material puede ser absorbido a través de la piel y producir efectos de depresión del SNC. Si se daña la piel, la absorción se incrementa. El contacto prolongado y/o repetido puede causar dermatitis

---

<sup>10</sup> CITGO Jet Turbine Fuel, All Grades, Hoja de Datos de Seguridad de Materiales, Pág. 2, 3

severa y/o desordenes más serios de la piel. Los síntomas crónicos pueden incluir resequedad, hinchazón, formación de ampollas, agrietamiento, y/o daño severo del tejido.

#### **d) Ingestión**

Si es ingerido, este material puede irritar las membranas mucosas de la boca, de la garganta, del esófago, y del estómago. Puede ser absorbido fácilmente por el estomago y el tracto intestinal. La ingestión puede producir una sensación de ardor en la boca y el esófago y depresión del sistema nervioso central. Los síntomas de la depresión del SNC pueden incluir náusea, vómito, vértigo, paso tambaleante, somnolencia, pulso rápido de baja intensidad, diarrea, función respiratoria inadecuada e irregularidades del corazón.

#### **1.5.8.2.- Efectos de Salud Crónicos**

Los efectos secundarios de la ingestión y la posterior aspiración en los pulmones pueden ocasionar formación de neumatocele (cavidad pulmonar) y mal funcionamiento crónico de los pulmones.

#### **a) Condiciones Agravadas por Exposición**

Las condiciones médicas agravadas por la exposición a este material pueden incluir trastornos de la piel, enfermedades respiratorias crónicas, enfermedades del sistema nervioso, hepática o renal.

#### **b) Órganos Afectados**

Este material puede causar daños a los órganos siguientes: riñones, hígado, tracto respiratorio superior, piel.

### **1.5.8.3.- Medidas para Primeros Auxilios**

#### **a) En caso de Inhalación**

Traslade a la víctima al aire fresco. Si la víctima no respira, comience inmediatamente la respiración de rescate. Si la respiración se realiza con dificultad, personal calificado debe administrar oxígeno 100 por ciento humidificado. Busque atención médica inmediatamente.

#### **b) En caso de Contacto con los Ojos**

Limpie los ojos con agua fresca, limpia, por lo menos 15 minutos mientras de vez en cuando levanta y baja los párpados. No utilice ungüento para los ojos. Busque la atención médica si persiste el lagrimeo, la irritación, o el dolor excesivo.

#### **c) En caso de Contacto con la Piel**

Quite los zapatos y la ropa contaminados y cambie por otra limpia. Limpie el área afectada con abundante agua y jabón. Si la superficie de la piel es dañada, aplique un vendaje limpio. No utilice ungüento.

#### **d) En caso de Ingestión**

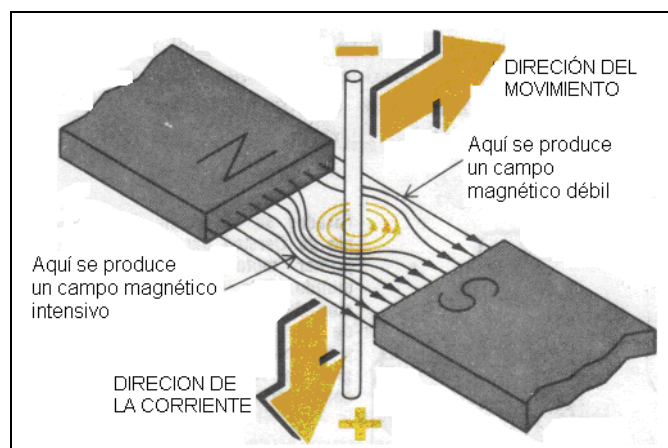
No induzca el vómito. Si el vómito es espontáneo o está a punto de ocurrir, colocar la cabeza de la víctima debajo de las rodillas. Si la víctima esta soñolienta o inconsciente, coloque la cabeza hacia la izquierda y hacia abajo. Nunca se debe suministrar nada por vía oral a una persona que no esté completamente conciente.

## 1.6. Motor eléctrico <sup>11</sup>

Un motor eléctrico es un dispositivo rotativo que transforma energía eléctrica en energía mecánica, y viceversa, convierte la energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generador o dinamo.

### 1.6.1. Principios de funcionamiento del motor

Los motores elementales funcionan a base de la interacción de dos campos magnéticos: uno se produce alrededor de un conductor que lleva la corriente y el otro es un campo magnético fijo (Figura 1-7).



FUENTE: HARRY Mileaf. Curso práctico de electricidad, volumen 4, Pág. 7-4

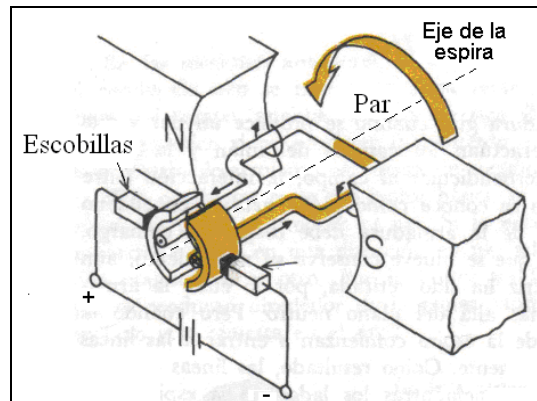
**FIG. 1-7. Principios de funcionamiento de los motores**

### 1.6.2. Par y movimiento rotatorio

El par es una fuerza de torsión que se ejerce sobre la espira y que la hace girar sobre su eje. Las fuerzas combinadas constituyen una fuerza de torsión o par, debido a que la espira está dispuesta para girar sobre su eje. En un motor, la espira que se mueve en el campo se llama armadura o rotor.

<sup>11</sup> HARRY Mileaf/ Curso practico de Electricidad/ Vol. 4

Un motor práctico produce movimiento rotatorio continuo. Esto lo hace originando una fuerza de giro o par, sobre un conductor que lleva corriente, al cual se le ha dado forma de espira. Cuanto mayor sea el par, mas trabajo útil puede desempeñar el motor.



FUENTE: HARRY Mileaf. Curso práctico de electricidad, volumen 4, Pág. 7-6

**FIG. 1-8. Par y movimiento rotatorio**

### 1.6.3. Motores monofásicos <sup>12</sup>

Los motores monofásicos tienen un gran desarrollo debido a su gran aplicación en electrodomésticos, campo muy amplio en su gama de utilización, al que se suma la motorización, la industria en general y pequeñas maquinas herramienta.

Los motores monofásicos más utilizados, son los siguientes:

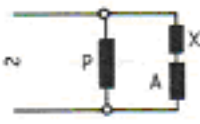
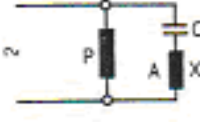
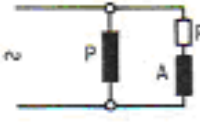
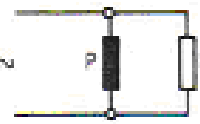
- N Motores previstos de bobinado auxiliar de arranque.
- N Motores con espira en cortocircuito.
- N Motores universales.

#### **a. Motores monofásicos con bobinado auxiliar de arranque**

Los motores monofásicos al tener su bobinado conectado a una sola fase de la red, solamente crean un flujo alterno de dirección constante, que no es capaz de producir el giro del rotor. Sí puede girar por sí mismo, una vez que haya adquirido velocidad.

<sup>12</sup> ROLDÁN Vilora José/ Motores eléctricos/ Pág. 217, 218, 219, 220

Así pues, este tipo de motor necesita un sistema que le permita crear un movimiento de giro en el momento de conexión, lo que se consigue por diversos procedimientos, como son:

Esquema	Conexión
	<p>1. Conexión en serie con el bobinado auxiliar, de una resistencia (X).</p> <p>P = Bobinado principal. A = Bobinado auxiliar.</p>
	<p>2. Conexión en serie con el bobinado auxiliar, de un condensador (C).</p>
	<p>3. Conexión en serie con el bobinado auxiliar, de una resistencia (R)</p>
	<p>4. Conexión paralelo con el bobinado principal, de una resistencia</p>

El motor monofásico más utilizado es el que corresponde a la de conexión en serie con el bobinado auxiliar, de un condensador.

### Formas de hacer el arranque

El circuito del bobinado auxiliar sólo se excita durante la puesta en marcha para crear el campo giratorio necesario que permita el inicio del giro del motor.

#### ➤ Motor monofásico sin condensador

A este motor también se le denomina de fase de partida. El desfase se produce por la diferencia de impedancias entre ambos bobinados.



➤ **Motor monofásico con condensador**

El condensador aumenta el desfase entre las corrientes que circulan por los bobinados auxiliar y principal, con lo que se consiguen unas mejores prestaciones durante el periodo de arranque.

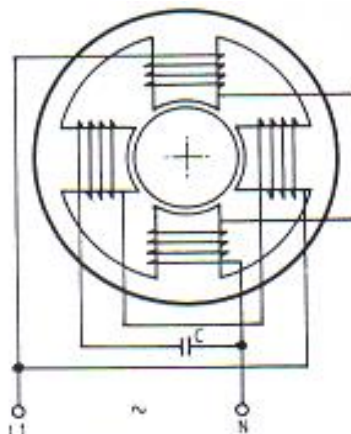
➤ **Motor monofásico de inducción. Tipo fase partida**

Entre los procedimientos para iniciar el arranque o giro de este tipo de motores de inducción, está el llamado de «fase partida», que consiste básicamente en crear un campo magnético giratorio que mueva el inducido durante el período de arranque.

El campo magnético se obtiene por capacidad o por inductancia.

Para obtener el campo giratorio por capacidad, se utilizan dos arrollamientos de bobinas en serie, llevando una de ellas condensador, que es la que realiza el desfase y por tanto el arranque del motor.

Una vez arrancado el motor, puede desconectarse el bobinado de arranque, lo que se logra con un interruptor que se desconecta por efecto centrífugo.



FUENTE: ROLDÁN Vilorio José, Motores eléctricos, Pág. 221

**FIG. 1-9. Esquema del motor monofásico de inducción. Tipo fase partida**

#### **1.6.4. Selección del motor eléctrico para el ventilador.**

##### **Motor de arranque con capacitor**

El tipo de motor utilizado es el motor monofásico de arranque por capacitor, está equipado con devanado de arranque y devanado de trabajo, el motor tiene un condensador (capacitor) que permite tener un mayor par de arranque. La principal aplicación del motor con este tipo de briba se encuentra en las bombas centrífugas, ventiladores y otros equipos que requieran acople directo, ya sea en posición horizontal o vertical.

El motor monofásico es aquel que funciona con la corriente común (sea 110V. o 220V.) y al que llegan 2 cables (uno neutro y el otro "vivo"). Se diferencia del trifásico pues a este llegan 3 cables y se trata de corriente más potente y que se utiliza en talleres, herrerías, etc. para mover motores de tornos, soldadoras eléctricas, etc.

##### **Características:**

Buen rendimiento

Factor de potencia elevados.

Motor muy utilizado



**FIG: 1-10. Motor Monofásico de arranque con capacitor**

## **1.7. CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL** <sup>13</sup>

- **Controles de Ingeniería**

Proporcione la ventilación adecuada u otros controles de ingeniería para mantener las concentraciones del vapor o de nieblas dentro de los límites aplicables de la exposición del lugar de trabajo. Una estación de lava ojos de emergencia y ducha de seguridad se deben colocar cerca del sitio de trabajo.

- **Equipo de Protección Personal**

El Equipo de Protección Personal (Ver Anexo C) debe seleccionarse con base a las condiciones en que será utilizado este producto. Una evaluación de los riesgos del área de trabajo para los requerimientos de PPE (Equipos de Protección Personal) debe ser realizada por un profesional calificado.

- **Protección para los ojos**

Los anteojos de seguridad equipados con pantallas laterales se recomiendan como protección mínima. Los anteojos químicos deben ser usados durante las operaciones de la transferencia o cuando hay una probabilidad de salpicar el combustible.

- **Protección para las manos**

Evite el contacto con la piel. Utilice los guantes (por ejemplo PVC, neopreno, nitrilo, vinilo). Lavarse las manos y otras partes expuestas de la piel con jabón suave antes de comer, beber, fumar, usar el baño o al salir del trabajo. NO DEBE utilizarse gasolina, keroseno, solvente o abrascivos severos como limpiadores de piel.

---

<sup>13</sup> CITGO Jet Turbine Fuel, All Grades/ Hoja de datos de Seguridad/ Pág. 5

- **Protección para el cuerpo**

Evite el contacto con la piel. Use la ropa no inflamable de manga larga mientras trabaja con los líquidos inflamables y combustibles. Esto puede incluir un delantal, botas de seguridad y una protección facial adicional. Si el producto entra en contacto con la ropa, retírela inmediatamente y dúchese. Elimine y deseche, lo antes posible, todo material de cuero contaminado.

- **Protección respiratoria**

Para las concentraciones de vapores por encima de las correspondientes a las indicadas por los límites de exposición ocupacionales, utilice un respirador aprobado que este dotado de un filtro para manejar vapores orgánicos que brinden protección adecuada para las concentraciones desconocidas de vapores o las concentraciones que exceden los factores de la protección del respirador

## **1.8. MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD DURANTE LA OPERACIÓN EN LOS DEPOSITOS DE COMBUSTIBLE.**

Hay ciertas medidas de seguridad que se deben observar durante las horas de trabajo en los depósitos de combustible. El poco tiempo que tarde cumplir con estas medidas de seguridad será de mucho beneficio en el futuro.

**Fumar.** No se permite fumar a menos de 50 pies de un hangar, tanque de combustible, avión estacionado o sitio donde se almacena materiales inflamables.

**Payasadas.** Las payasadas están estrictamente prohibidas, particularmente alrededor de los aviones y durante las operaciones de mantenimiento. Los juegos pesados no sólo

son peligrosos para las personas, sino que pueden provocar y han provocado averías extensas en los aviones y lesiones graves a las personas.

**Ropa.** La ropa impregnada de aceite o disolvente también es peligrosa. Una chispa podría encender una sustancia inflamable y causar graves quemaduras.

**Joyas.** Es una práctica peligrosa usar joyas cuando se ejecuta cualquier trabajo de mantenimiento. El metal es un conductor de la electricidad y se calienta rápidamente cuando a través de él pasa una corriente eléctrica. Hasta un contacto momentáneo con un conductor eléctrico puede calentar un anillo o un reloj hasta el punto de cuasar una grave quemadura.

Otra razón por la cual se debe quitar las joyas, es la posibilidad de que el reloj o anillo se enganche con una esquina pronunciada o un perno que sobresale.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

#### **2.1. ENUNCIADO DE ALTERNATIVAS**

Para la realización de este proyecto se ha tomado en consideración dos alternativas que se mencionan, de las cuales se realizará el análisis correspondiente para seleccionar la alternativa más idónea y determinar la que nos demuestre garantías en la construcción y seguridad en su funcionamiento.

Para seleccionar la alternativa se toma en cuenta el diseño; facilidad de construcción, aplicación y costo. Las alternativas en este caso son las siguientes:

- Construcción de un equipo de ventilación con sistema neumático.
- Construcción de un equipo de ventilación eléctrico.

A continuación se describe cada una de las alternativas.

##### **2.1.1. Primera Alternativa**

La primera alternativa que mencionamos se refiere a un equipo de ventilación con sistema neumático. Esta alternativa se basa en el funcionamiento de un sistema neumático y una fuente de electricidad.

Este ventilador consiste de las siguientes partes:

- Un compresor de aire.
- Un tubo Venturi de aluminio.
- Un regulador de presión.

- Acoples para su conexión.
- Mangueras de aire.
- Manga.

Se puede recalcar que el aire del compresor no es totalmente seco, ya que en la base del compresor se acumulan partículas de agua las mismas que vendrían a ser perjudiciales dentro de los tanques de combustible de los aviones.

Por las características antes descritas esta alternativa no es muy viable ya que se presenta varios inconvenientes.



**FIG. 2-1. Esquema de la Primera Alternativa**

### **2.1.2. Segunda Alternativa**

La segunda alternativa que menciona se refiere a un equipo de ventilación eléctrico. Esta alternativa se basa en el funcionamiento de un motor eléctrico y una fuente de electricidad.

Este ventilador consiste de las siguientes partes:

- \* Un motor eléctrico.
- \* Una carcasa de Voluta.

- \* Paletas.
- \* Manga.
- \* Ruedas.

Este ventilador es móvil y manejable, fácil de transportar a su lugar de trabajo y el esfuerzo humano es mínimo porque puede transportar una sola persona, es de fácil construcción y ocupa un espacio físico reducido. Para su construcción los accesorios y materiales son de fácil obtención en el mercado nacional.

El equipo de ventilación tiene las características apropiadas para su construcción, por las características antes descritas.



**FIG. 2-2. Esquema de la Segunda Alternativa**

## **2.2. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

Para la construcción del equipo de ventilación se cita ciertos criterios y factores para una correcta selección de la alternativa a seguir, pues será la más viable en cuanto concierne a la terminación del proyecto.



- . Fácil de Reparar.
- . Mejor maniobrabilidad.
- . Seguridad en la Operación.
- . Materiales que estén a nuestro alcance.
- . Equipo de mayor eficiencia en la ventilación de los tanques de combustible.

### 2.3. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

En el análisis de factibilidad se conoce las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas planteadas para determinar la más adecuada, misma que facilitará la selección de la mejor opción para la construcción del equipo de ventilación que brinde eficacia y seguridad durante su desarrollo y la operación de la misma.

#### 2.3.1. Ventajas y Desventajas de la Primera Alternativa

<b>Equipo de ventilación con sistema neumático</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El mantenimiento se lo puede hacer sin mayor percance.</li> <li>➤ Su operación es segura.</li> <li>➤ No representa peligro su uso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Costo elevado en su construcción.</li> <li>➤ Alto costo de mantenimiento.</li> <li>➤ El ventilador necesita de un compresor de aire para su funcionamiento.</li> <li>➤ Para utilizar el ventilador se debe esperar que se llene el compresor de aire.</li> <li>➤ El aire del sistema de ventilación neumático no es totalmente seco, es húmedo.</li> </ul>

### 2.3.2. Ventajas y Desventajas de la Segunda Alternativa.

<b>Equipo de Ventilación Eléctrico</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ La estructura exterior del ventilador tiene características de manejabilidad.</li><li>➤ Su mantenimiento y operación es más sencilla.</li><li>➤ El ventilador es fácil de transportar.</li><li>➤ Mayor tiempo de vida operativa, sin necesidad de mantenimiento continuo.</li><li>➤ El factor de seguridad es más elevado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ La manipulación inadecuada puede causar accidentes</li><li>➤ Debido a su fuente de energía, el ventilador está presente a los peligros eléctricos.</li></ul>

### 2.4. ESTUDIO DE PARÁMETROS.

Para poder evaluar a cada una de las alternativas se toma en cuenta las ventajas y desventajas relacionadas anteriormente que presentan cada una de ellas y la opción que tenga mayor calificación será la seleccionada para realizar su construcción. Siendo su rango de calificación entre los valores de cero y uno.

Para lo cual se le asignará un valor  $X_i$  a los parámetros de selección que se han considerado los más importantes que permitirán seleccionar la mejor alternativa de construcción.

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

$$0 < X_i < 1$$

Como referencia para la evaluación se ha tomado en cuenta a los siguientes parámetros de selección divididos en tres factores:

Los parámetros de evaluación seleccionados son los siguientes:

1. Factor Mecánico
2. Factor Financiero
3. Factor Complementario

Cada uno de estos factores se encuentra dividido de la siguiente manera:

**Tabla 2.1. Cuadro de factores.**

<b>1.- Factor mecánico.</b> - Rendimiento. - Mantenimiento. - Materiales. - Procesos de construcción. - Fiabilidad.
<b>2.- Factor financiero.</b> - Costo de construcción.

- Costo de operación.
<b>3.- Factor complementario.</b>
- Forma.
- Tamaño.

#### 2.4.1. Factor Mecánico.

Se define a continuación cada uno de los parámetros.

**Rendimiento:** Se refiere al producto o utilidad que rinde con la mayor facilidad y sencillez de operación, que nos dará mejores resultados en el manejo y la operación. Por la importancia de este factor se le da un valor de 0.7.

**Fiabilidad:** Este factor es muy importante ya que trata de evaluar el buen funcionamiento del ventilador que ofrece seguridad y buenos resultados. A este parámetro se le asigna un valor de 0,8.

**Mantenimiento:** Es importante este parámetro ya que nos proporciona un perfecto funcionamiento del equipo de ventilación, además dependiendo de la complejidad del ventilador necesitamos ver la disponibilidad de los diferentes repuestos que utilizaremos durante su mantenimiento. Tomando en cuenta lo anterior se le da un valor de 0.8.

**Materiales:** Se refiere a los diferentes tipos de materiales a usarse en la construcción y su facilidad de adquisición en el mercado para que la construcción sea óptima que brinde seguridad y reúna las condiciones necesarias, para lo cual se utilizará el material ST37. Este parámetro tiene un valor de 0.9.

**Procesos de construcción:** En este parámetro se examina los procesos de construcción y ensamblaje de cada una de las partes del ventilador con el fin de obtener una construcción verdaderamente con buenos resultados de funcionamiento. En base a lo expuesto anteriormente a este parámetro le damos un valor de 0.7.

#### **2.4.2. Factor Financiero**

**Costo de Construcción:** Se relaciona al costo que tiene las maquinarias propuestas.

Utilizando los parámetros para la elección de la maquinaria más factible se debe tomar muy en cuenta la cantidad de dinero que se va a invertir en cada una de ellas y que debe de ser la de menos inversión para que esta no incida en la calidad de la maquinaria, su parámetro tiene un valor de 0.7.

**Costo de Operación:** Los costos de operación implican los materiales y ayudas necesarias para el funcionamiento del equipo de ventilación. Su valor es de 0.8.

#### **2.4.3. Factor Complementario**

**Forma:** Esto constituye a la forma que debe tener el equipo de ventilación, ya que el mismo tiene las características apropiadas para su transportación tratando que el manejo sea fácil para el usuario, su valor es de 0.2

**Tamaño:** Se refiere a las dimensiones que posee el equipo de ventilación y el espacio que ocupa el mismo, el valor de este parámetro es de 0.2.

### **2.5. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS**

En las tablas 2.2, 2.3, 2.4 se observa los valores que se ha dado a cada parámetro de las dos alternativas planteadas.

**Tabla 2.2. Matriz de Evaluación**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Factor de Ponderación $X_i$	ALTERNATIVAS	
		Primera	Segunda
<b>1.- Factor Mecánico</b>			
- Rendimiento.	0.7	0.6	0.7
- Fiabilidad.	0.8	0.8	0.8
- Mantenimiento.	0.8	0.5	0.6
- Materiales.	0.9	0.7	0.8
- Proceso de construcción.	0.7	0.5	0.7
<b>2.- Factor Económico.</b>			
- Costo de construcción.	0.6	0.4	0.6
- Costo de operación.	0.5	0.3	0.5
<b>3.- Factor Complementario</b>			
- Forma.	0.2	0.1	0.2
- Tamaño.	0.2	0.1	0.2

**Tabla 2.3. Matriz de Decisión**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Factor de Ponderación  $X_i$	Alternativas	
		Primera	Segunda
		1° x $X_i$	2° x $X_i$
<b>1.- Factor Mecánico</b>			
Rendimiento.	0.7	0.42	0.49
Fiabilidad.	0.8	0.64	0.64
Mantenimiento.	0.8	0.40	0.48
Materiales.	0.9	0.63	0.72
Proceso de construcción.	0.7	0.35	0.42
<b>Total 1</b>		<b>2.44</b>	<b>2.75</b>
<b>2.- Factor Económico</b>			
Costo de Fabricación.	0.6	0.24	0.36
Costo de Operación.	0,5	0.15	0.25
<b>Total 2</b>		<b>0.39</b>	<b>0.61</b>
<b>3.- Factor Complementario</b>			
Forma.	0.2	0.02	0.04
Tamaño.	0.2	0.02	0.04
<b>Total 3</b>		<b>0.04</b>	<b>0.08</b>

**Tabla 2.4. Matriz de Decisión (Puntajes totales)**



<b>FACTORES</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>	
	<b>Primera</b>	<b>Segunda</b>
Factor mecánico.	2.44	2.75
Factor financiero.	0.39	0.61
Factor complementario.	0.04	0.08
<b>TOTALES.</b>	<b>2.87</b>	<b>3.44</b>

## **2.6. SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.**

Luego de realizar el estudio de los parámetros de cada una de las alternativas propuestas, se llega a la conclusión de que la segunda alternativa es la más factible para ser construida ya que brinda las mejores y óptimas condiciones de diseño, rendimiento, factibilidad y operación, el mismo que servirá para la ventilación de los depósitos de combustible.

La construcción del equipo de ventilación esta basado en la necesidad que posee la Aviación del Ejército, la misma que se utilizará para la ventilación de los depósitos de combustible siguiendo las instrucciones del Manual de Mantenimiento del Avión CASA.

## **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN**

En este capítulo se detalla los procesos de construcción y ensamble de los elementos que forman parte del equipo de ventilación, también se realiza los diagramas de procesos para lograr establecer los procedimientos y llevar a cabo una mejor construcción.

#### **3.1. ORDEN DE CONSTRUCCIÓN:**

- Estructura
- Instalación de los componentes del ventilador
- Conexión Eléctrica
- Pintado
- Acabado

#### **3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL VENTILADOR**

La estructura principal del ventilador está construida con los siguientes perfiles laminados: Ángulo estructural L de 1" x 1/8", perfil en forma de T de 1" x 1/8" (Ver Anexo B) y una plancha de acero St 36 de 10mm. Soldadas con electrodos E6011 lo que asegurará la resistencia de la estructura. En el cual están montados todos los accesorios y elementos que conforma el ventilador.

Para el revestimiento de la estructura del ventilador se utilizó plancha de tol de 1,1mm de espesor, la misma que consta de una puerta lateral derecha de acceso para el motor y una tapa superior para la caja, (Figura 3-1).

La estructura del ventilador posee las características apropiadas que permite su transportación; para esto se ha incluido ruedas de 10 cm. y un tubo de 1 pulg.

En su totalidad la estructura del ventilador está unida y fijada mediante soldadura con electrodos E6011, pernos de 5/16" x 3", tornillos prisioneros de 3/16" x 1/2" y remaches pop de 1/8.



**FIG. 3-1. Estructura del Ventilador**

### **3.2.1. Descripción del Funcionamiento**

El funcionamiento del ventilador es operado eléctricamente por medio de unas paletas que gira en sentido horario. El movimiento de las paletas permite capturar el aire en forma envolvente en el interior de la carcasa de voluta y este aire es impulsado por el ducto hasta llegar a los depósitos de combustible. El accionamiento del ventilador se realiza mediante un interruptor el cual consta de dos posiciones. (ON, OFF).

### 3.3. ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL VENTILADOR

- ✓ Paletas.
- ✓ Carcasa de Voluta.
- ✓ Motor Eléctrico.
- ✓ Brida de Acople.
- ✓ Manga.
- ✓ Ruedas.

#### 3.3.1. Paletas

Las paletas sirven para producir el flujo de aire. Van instaladas en el medio de las dos tapas de Voluta y están conectadas al eje del motor a través de una brida de acople. Las mismas que al accionar el motor giran a una velocidad de 3450 RPM. La dirección de giro de las paletas es en sentido horario.

Las paletas tienen un radio de 115mm y divididas en 6 partes iguales (Figura. 3-2).



**FIG. 3-2. Paletas**

Se realizó los cortes de los álabes para aumentar el tamaño, los mismos que tienen una medida en su base inferior de 66mm en su base superior de 50mm y con un largo total del álabe de 96mm (Figura. 3-3). Luego de haber realizado los cortes de los álabes se procedió a doblar con un ángulo de  $2^\circ$  y están remachados con remaches cabeza plana ST 1018, los álabes están construidas de plancha de tol de 2mm.

El objetivo de poner los álabes más grandes es para que exista mayor fluidez de aire.



**FIG. 3-3. Álabes con margen de dobles de  $2^\circ$**

### **3.3.2. Carcasa de Voluta**

Esta carcasa está conformada por dos tapas de tipo caracol de manera que está provisto de paletas radiales, que giran dentro del interior del envolvente llamado voluta, y ésta tiene dos bocas, una abertura de aspiración y la otra abertura de impulsión. Para la construcción del ducto de salida de aire se utilizó un tubo de 250mm de largo y un diámetro exterior de 130mm. Las mismas que tienen dos cortes a lo largo del tubo para que las tapas puedan ser desmontadas y se pueda dar mantenimiento al ventilador.

Para unir las dos tapas primeramente se realizó un revestimiento en los filos de las carcasas, las cuales están cubiertas con un caucho para evitar la salida de aire por las

uniones de la carcasa y están sujetas con nueve pernos de 5/16 pulg. de diámetro por 3 pulg. de largo rosca gruesa. Además la carcasa va soldada a la base principal del ventilador con electrodos E6011.



**FIG. 3-4. Carcasa de Voluta**

### **3.3.3. Motor Eléctrico**

El motor eléctrico está instalado en la parte interna de la estructura sirve para generar movimiento rotatorio a las paletas.

#### **Características generales del motor:**

Es un motor eléctrico monofásico.

Potencia nominal de 1 1/2 HP.

Velocidad 3450 RPM.

Frecuencia 60 HZ.

Intensidad de corriente 18.0 A.

Voltaje 110/220.

Este motor tiene las características apropiadas para el uso, es un motor que funciona con 110V.CA, es decir, únicamente lo conectas a una toma normal de corriente para que trabaje.



**FIG. 3-5. Motor eléctrico monofásico**

Para la conexión eléctrica se utilizó los siguientes accesorios eléctricos (Figura 3-6).

- Un Interruptor de expulsión,
- Enchufe T/EAGLE industrial,
- Un cable coaxial industrial de 3 líneas No. 12.



**FIG. 3-6. Accesorios eléctricos**

#### **3.3.4. Brida de acople**

El eje utilizado para el acople se construyó de acero, el mismo que tiene un largo de 30mm, esto sirve como cuña tanto para el eje del motor como para el eje del ventilador.

El bocin del acople tiene un ajuste seguro para que no se desacople y el motor trabajará sin ningún remordimiento, además se tomó como precaución que las bases del motor también nos sirvan de punto apoyo que no exista desacoplamiento.



**FIG. 3-7. Brida de acople**

### **3.3.5. Manga**

La manga está construida de Lona, tiene la forma de un tubo sus medidas son: diámetro del tubo 28 cm., longitud de la manga 8 m.

La manga va colocada al ducto de salida del ventilador y el otro extremo va instalado en los paneles de acceso de los depósitos de combustible. De manera que el flujo de aire circulará por la manga hasta llegar a los depósitos de combustible.



**FIG. 3-8. Manga**



### 3.3.6. Ruedas

Las ruedas son de banda de caucho soportada en un rin troquelado de acero. Estas ruedas facilita la transportación del ventilador, para lo cual se ha instalado cuatro ruedas en la parte inferior de la estructura principal del ventilador.

Además las ruedas tienen un freno que sirve para asegurar e inmovilizar a la rueda durante las horas de operación.

#### Características de las ruedas

- Diámetro exterior = 4 pulg.
- Ancho de banda = 1 pulg.
- Diámetro de eje = ½ pulg.
- Giro = 360°

El terreno en que pueden deslizarse las ruedas son:

- Asfalto
- Cemento
- Tierra



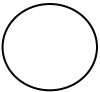

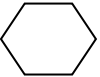

**FIG. 3-9. Ruedas**

### 3.4. DIAGRAMA DE PROCESOS

En esta parte se presenta los diagramas de procesos de construcción de los diferentes elementos que conforma el ventilador, los mismos que se han realizado de una manera cronológica, según la siguiente simbología.

A continuación en la tabla 3.1 se explica el significado o actividad de los símbolos utilizados en los diagramas.

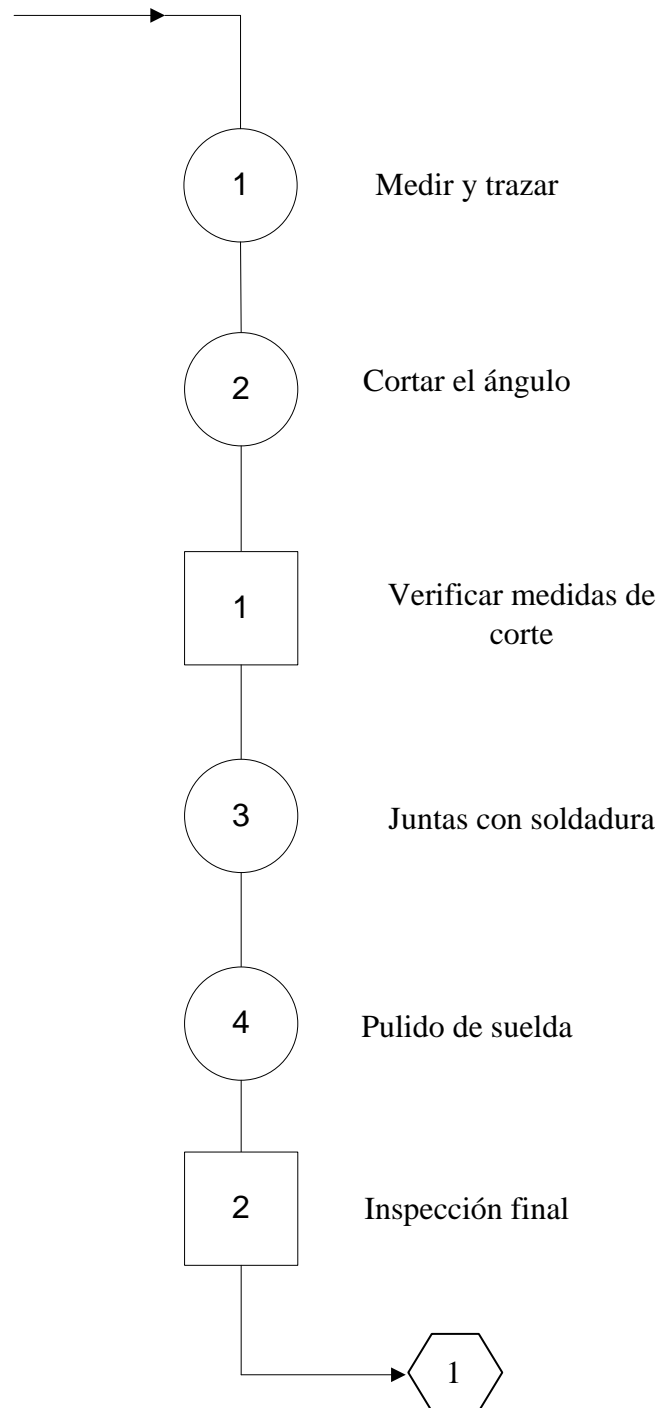
**Tabla 3.1. Símbolos de Diagramas de Procesos**

<b>SÍMBOLO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
	Operación
	Inspección
	Semi elaborado
	Inicio / Fin

### 3.4.1. Diagrama de procesos de fabricación de la estructura principal del ventilador

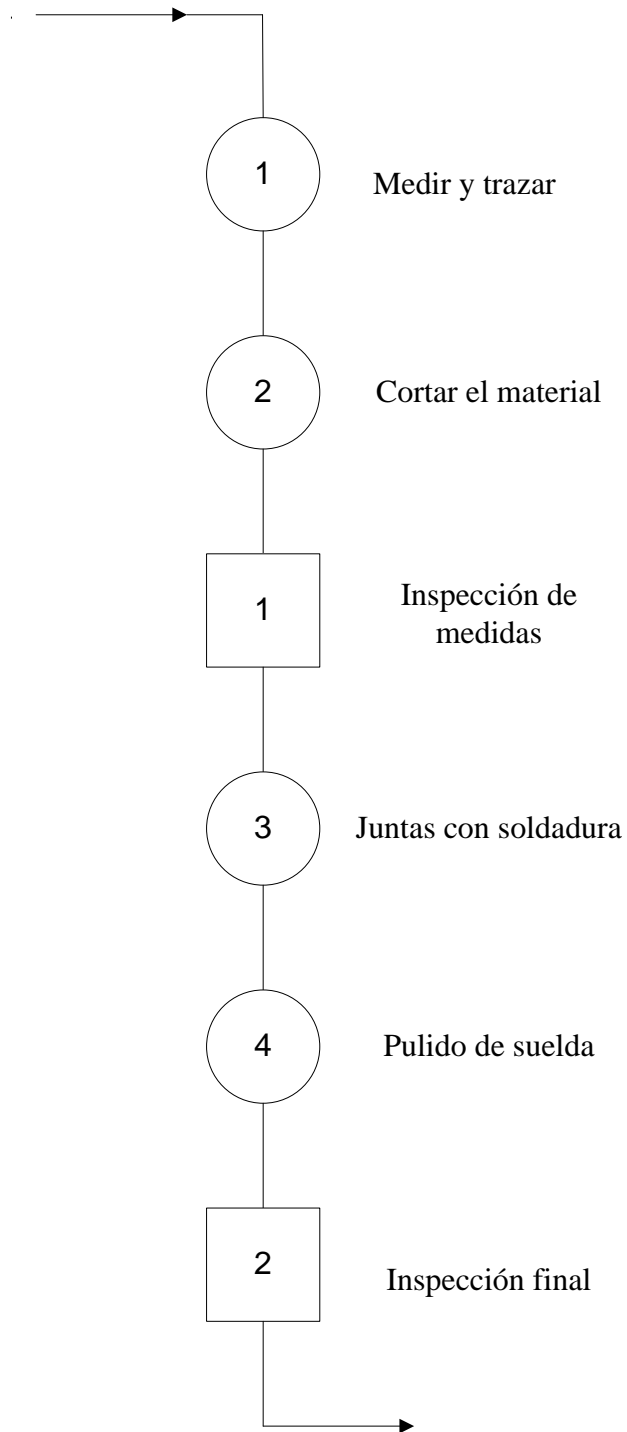
- **Material.** Ángulo L de 1" x 1/8".

Perfil en T de 1" x 1/8



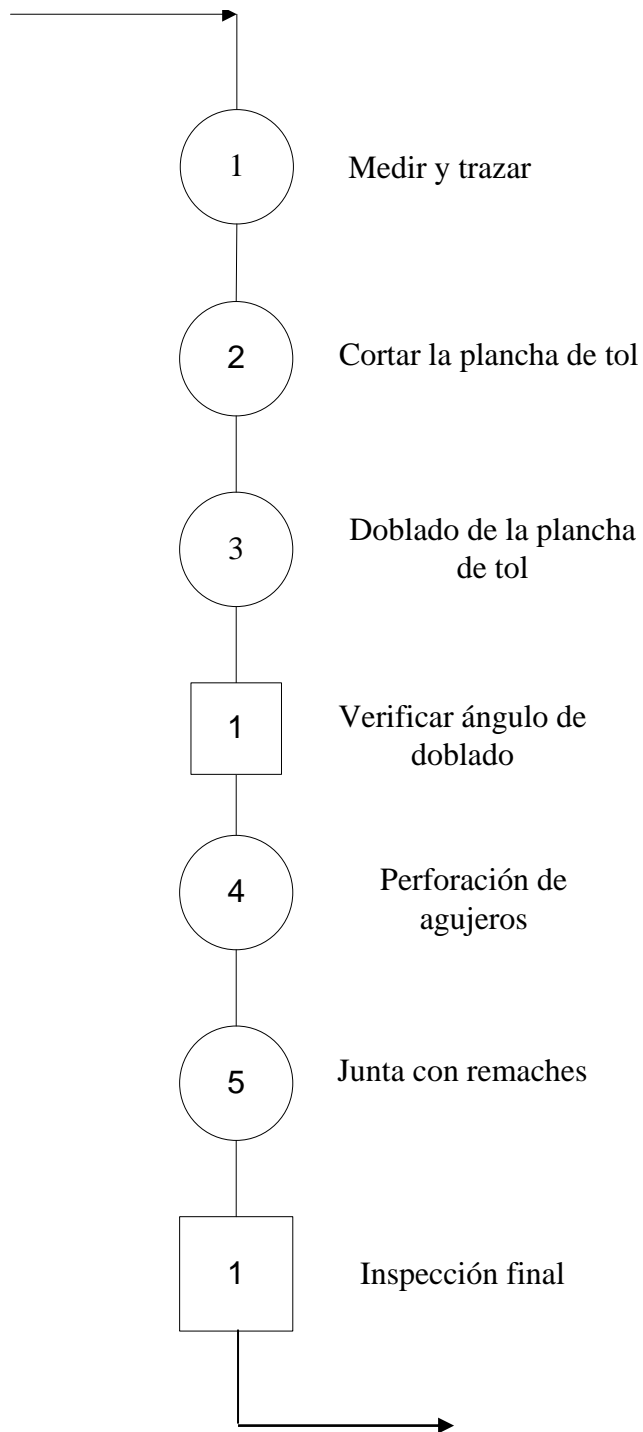
### 3.4.2. Diagrama de procesos de fabricación de la base inferior del ventilador

- **Material.** Plancha de Acero de 10mm  
Ángulo L de 1" x 1/8"



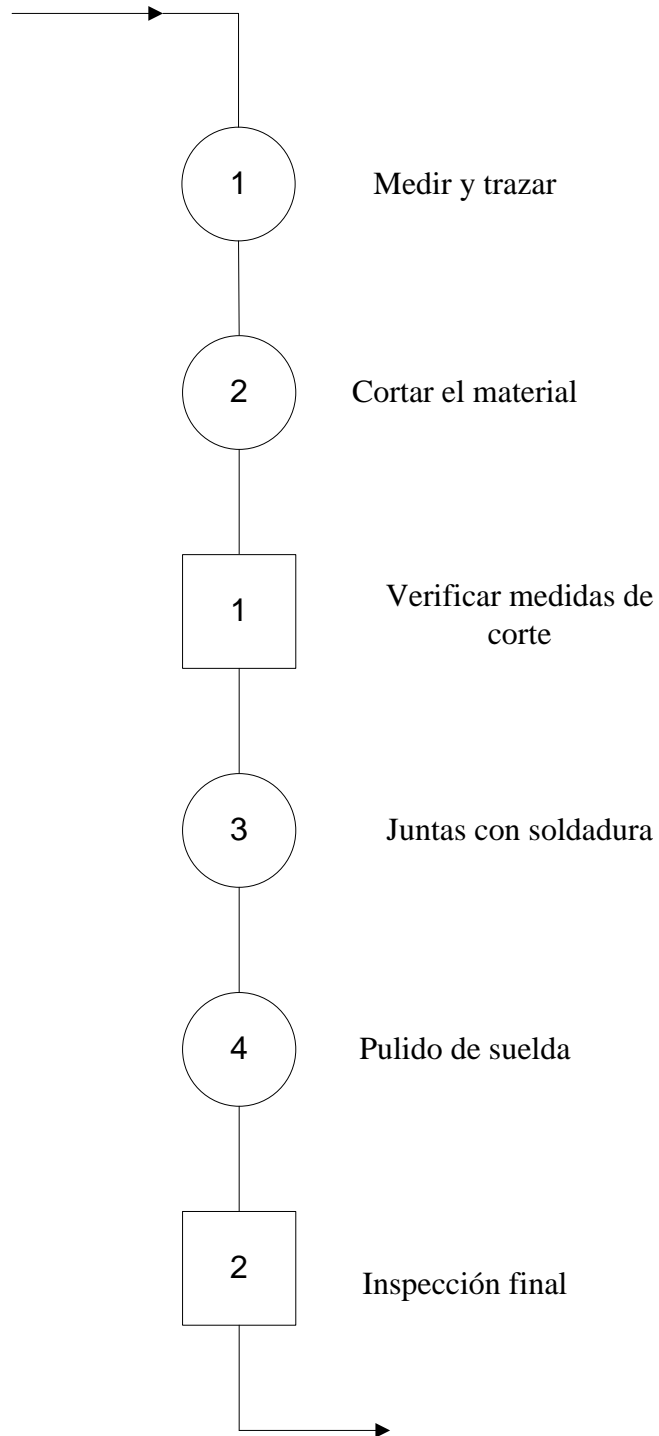
### 3.4.3. Diagrama de procesos de fabricación de la estructura para revestimiento del ventilador

- **Material.** Plancha de TOL de 1.1mm.



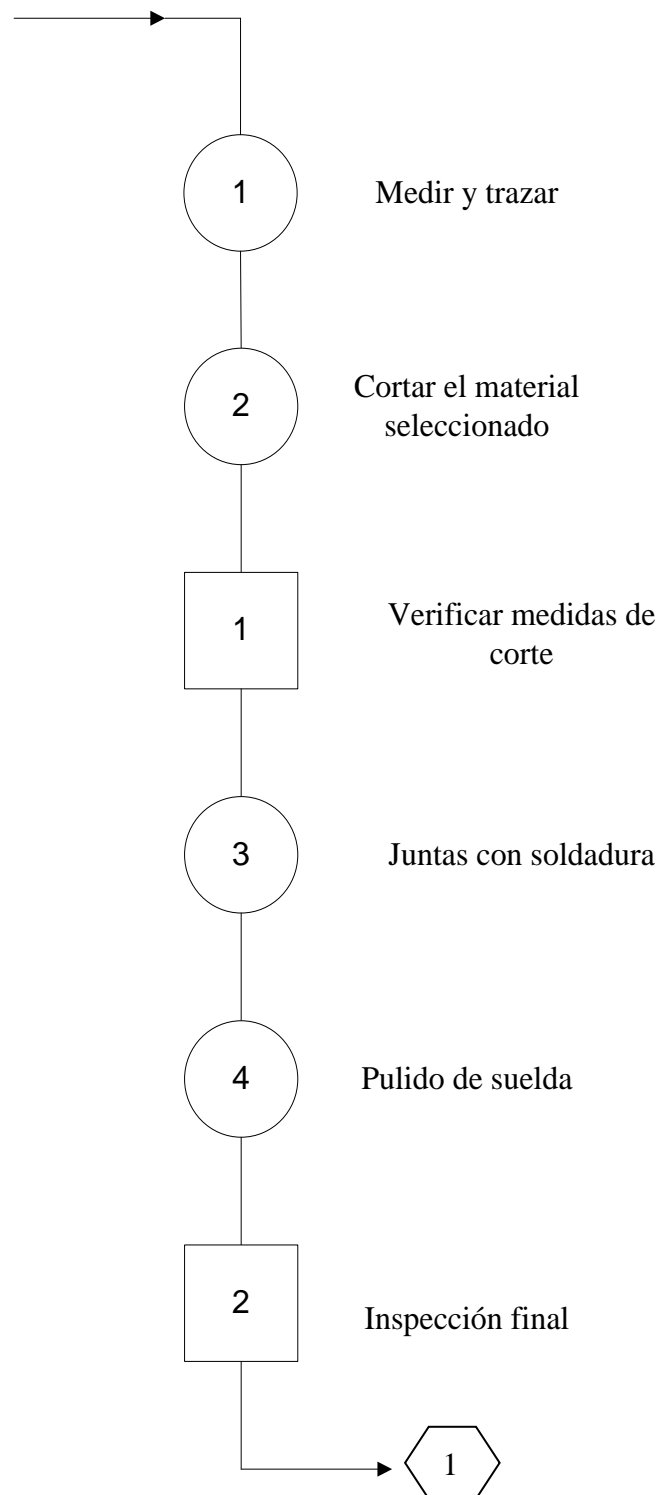
### 3.4.4. Diagrama de procesos de fabricación de la base de soporte del motor

- **Material.** Plancha ST37 de 10mm.



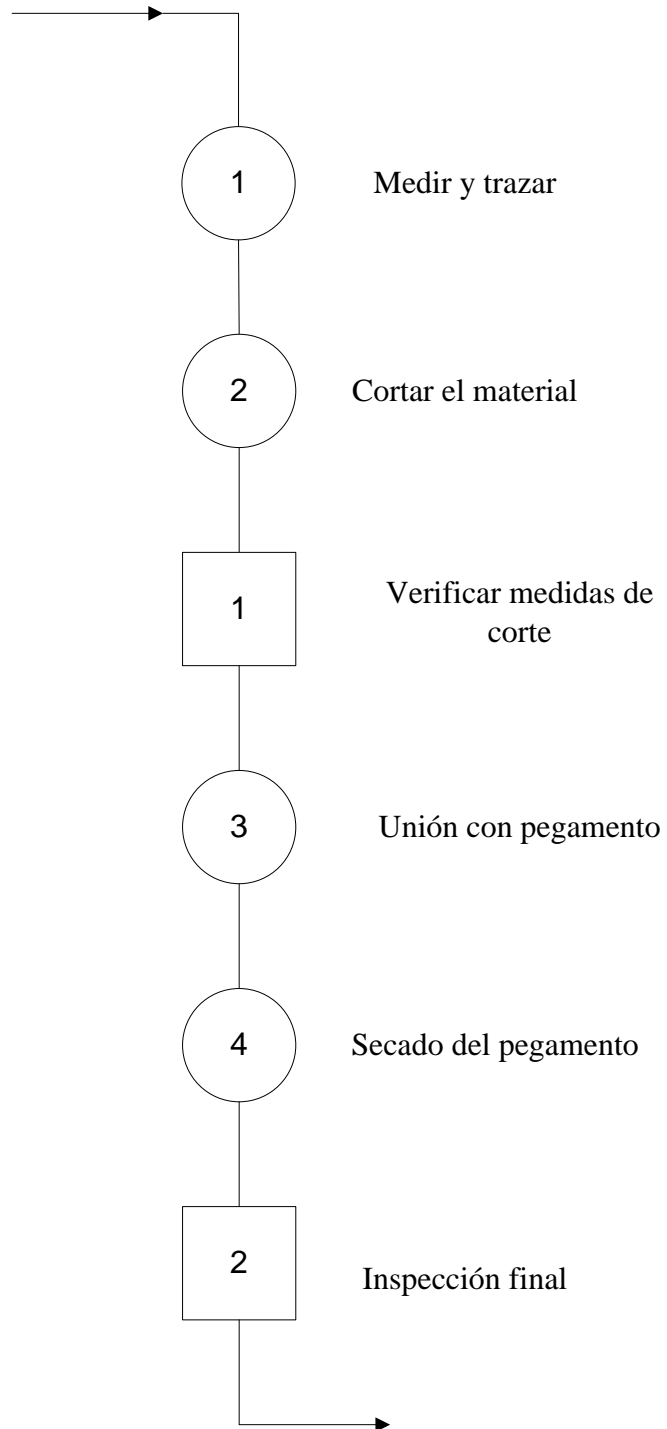
### 3.4.5. Diagrama de procesos de la caja para la manga

- **Material.** Plancha ST37 de 2mm y ángulo de 1" x 1/8.



### 3.4.6. Diagrama de procesos de la fabricación de la manga

- **Material.** Tela Carpa de Lona.

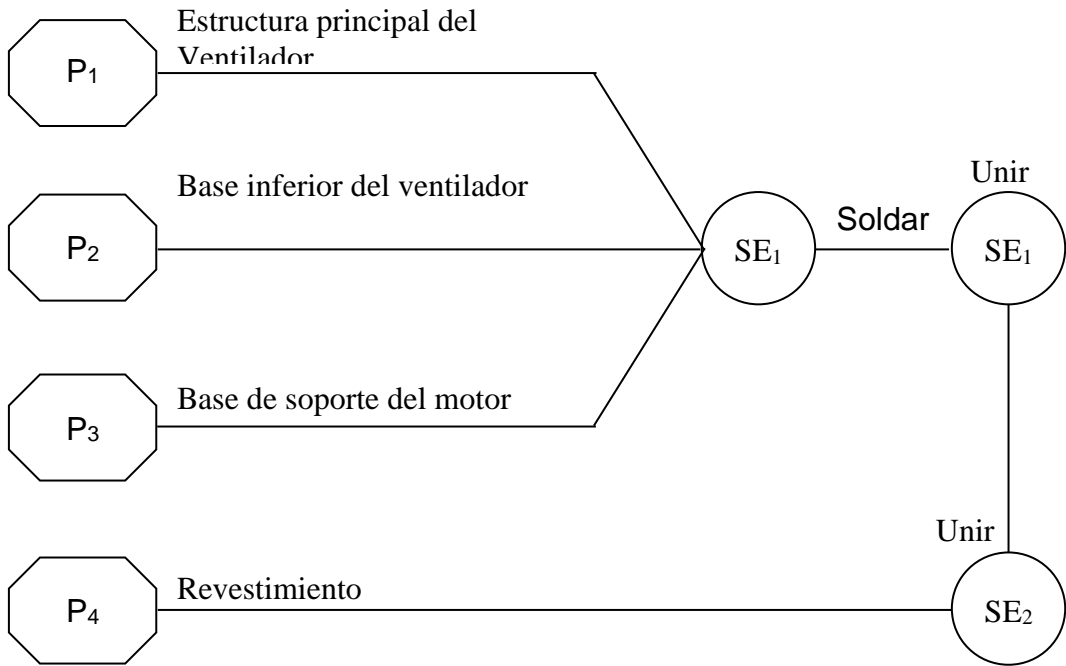




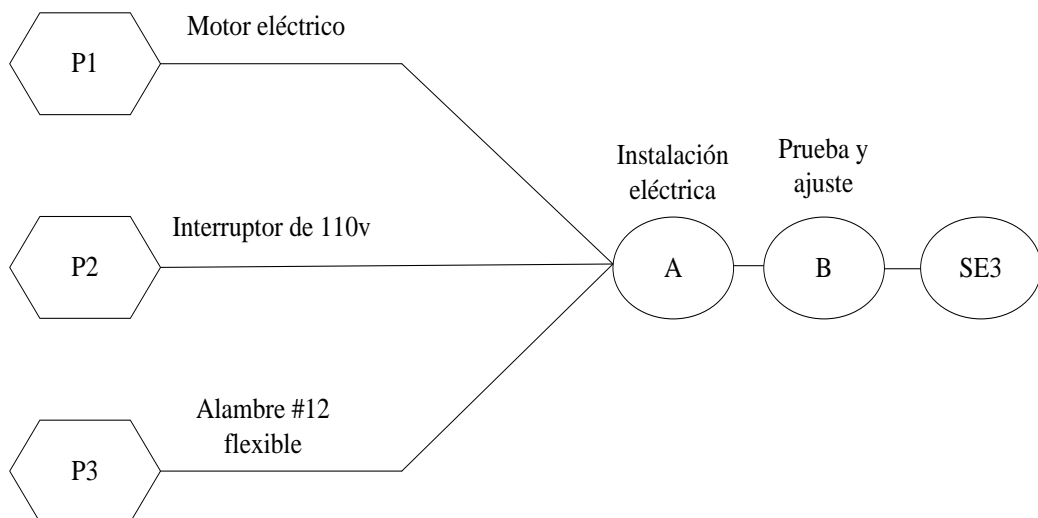
### 3.5. DIAGRAMAS DE ENSAMBLE

A continuación se representa los diagramas de ensamble de los diferentes elementos que conforman el ventilador.

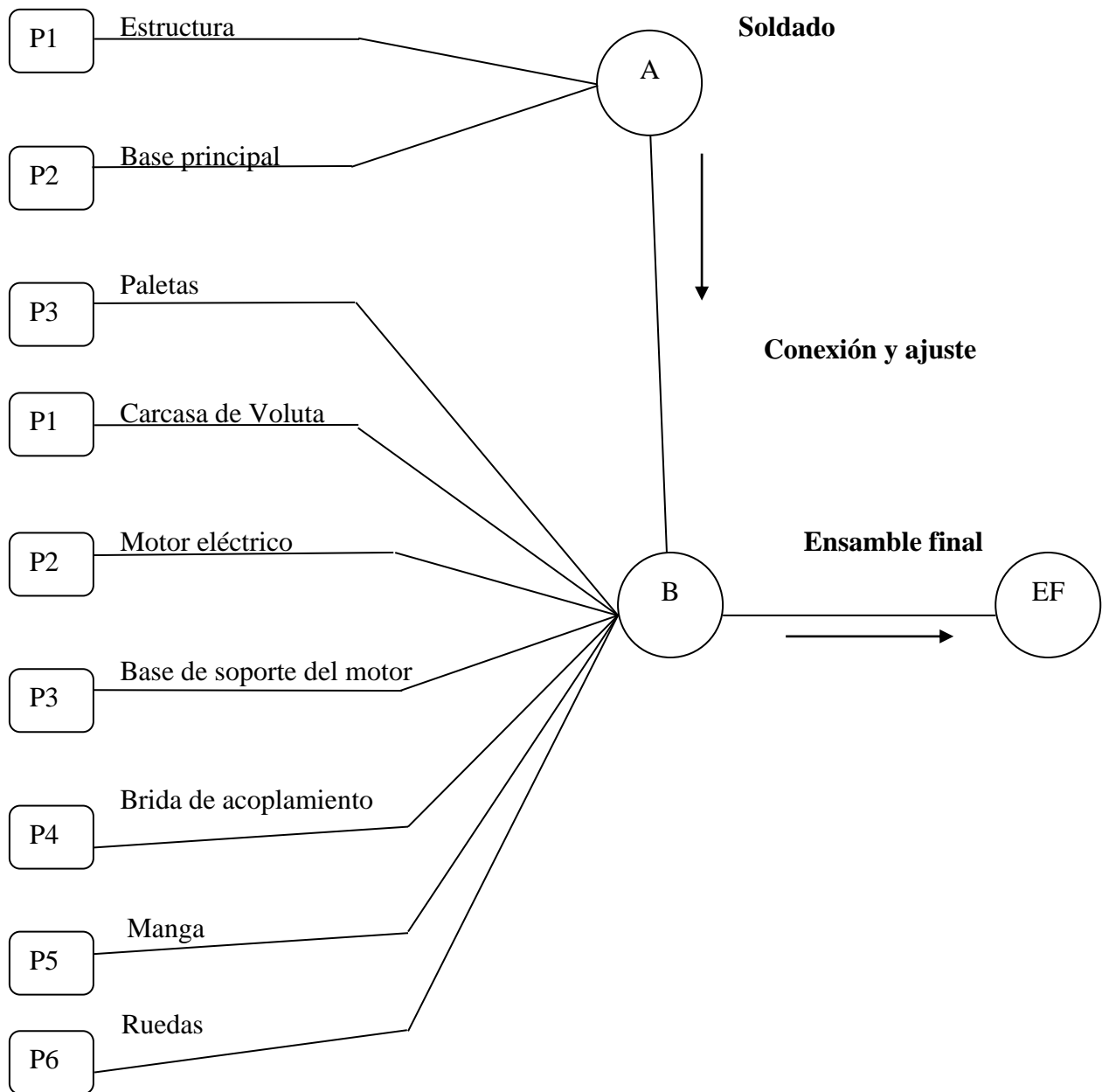
#### 3.5.1. Diagrama de ensamblaje de los elementos que forma parte ventilador



#### 3.5.2. Diagrama de ensamblaje del motor eléctrico



### 3.5.3. Diagrama de Ensamble Final



### **3.6. OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN**

Al terminar la construcción del ventilador, se procedió a inspeccionar cada una de las partes del mismo para detectar posibles fallas con el fin de evitar que existan accidentes.

A continuación se presenta el ventilador totalmente construido para luego realizar las pruebas de funcionamiento (Figura 3-10).



**FIG. 3-10. Ventilador terminado**

### **3.7. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

Finalizado los procesos de construcción y ensamble del equipo de ventilación con sus respectivos elementos, se procederá a verificar el estado de funcionamiento de cada uno de los elementos para obtener una acertada operatividad, analizando el estado de cada uno de ellos.

### 3.7.1. Verificación y control de los elementos que conforman el equipo de ventilación

En la tabla (3.2.) se procede a verificar su estado y funcionamiento de los mismos.

**Tabla 3.2. Estado de los Elementos del Ventilador**

<b>ELEMENTO</b>	<b>CONDICIÓN DE FUNCIONAMIENTO</b>	<b>CONDICIÓN DE ENSAMBLE</b>
Paletas	✓	✓
Motor eléctrico	✓	✓
Carcasa de Voluta o Caracol	✓	✓
Brida de Acople (motor – ventilador)	✓	✓
Base de soporte del motor	✓	✓
Manga	✓	✓
Ruedas	✓	✓

Una vez realizado las pruebas de funcionamiento de todos los elementos, el equipo de ventilación se encuentra en perfectas condiciones de operación para los depósitos de combustible del Avión CASA CN-235-300. (Figura. 3-11).



**FIG. 3-11. Ventilador en perfecto funcionamiento**

## **CAPÍTULO IV**

### **ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS**

#### **NORMALES (PON)**

En este capítulo establece la elaboración de los diferentes procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad del ventilador con sus respectivas instrucciones.

#### **4.1. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS NORMALES**

Son las normas que debe seguir el operador al manipular el equipo correctamente y garantizar la seguridad para si mismo y para los demás, precautelando los recursos humanos y materiales.

Es muy importante conocer todas las medidas de seguridad para no ocasionar accidentes, para esto el personal de técnicos de mantenimiento debe estar capacitado para realizar cualquier tipo de trabajo en aviación, ya que cualquier error puede ser el último.

#### **4.2. TIPOS DE PROCEDIMIENTOS**

A continuación se da a conocer los diferentes tipos de procedimientos que se empleará en el equipo de ventilación.

- Procedimiento de Operación.
- Procedimiento de Mantenimiento.
- Procedimiento de Seguridad.

La codificación de los formularios de procedimiento de operación, mantenimiento y seguridad se indican en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1. Lista de formularios de procedimiento del equipo de ventilación.**

<b>N°</b>	<b>FORMULARIO</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	Procedimiento de Operación	AE-PDOP - F1
2	Procedimiento de Mantenimiento	AE-PDMTT - F2
3	Procedimiento de Seguridad	AE-PDSEG - F3

### **4.3. PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN**

El Procedimiento de operación ayudará a seguir en orden los pasos detallados en el formulario de operación para facilitar el correcto funcionamiento de la máquina y así evitar accidentes.

#### **4.3.1. Objetivo del procedimiento de operación**


Dar cumplimiento los procedimientos de operación en forma ordenada para la manipulación adecuada del ventilador.

#### **4.3.2. Alcance de procedimiento de operación**

En este procedimiento está involucrado todo el personal de técnicos de mantenimiento, que realicen trabajos en los depósitos de combustible siguiendo las normas de seguridad.

En el siguiente formulario se citarán los procedimientos de operación.

### 4.3.3. Formulario de procedimiento de operación.

 <p><b>MECÁNICA</b></p>	<b>PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN</b>	<b>Hoja.</b> 1 de 1
	<b>OPERACIÓN DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN</b>	<b>Código:</b> <i>AE-PDOP - F1</i>
	<b>Elaborado por:</b> Cbop. Alulema Luis	<b>Revisión N°:</b> 01
	<b>Aprobado por:</b> Sgos. Vallejo William	<b>Fecha:</b>
<p><b>PROCEDIMIENTOS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Antes de utilizar el equipo realice una limpieza e inspeccione que no exista ningún objeto extraño en el interior de la estructura.</li> <li>2. Coloque la palanca de freno en las ruedas de manera que se sujeten contra el piso.</li> <li>3. Introduzca la manga en el ducto del ventilador y asegure con la abrazadera.</li> <li>4. Coloque el otro extremo de la manga en los paneles de acceso desmontados de los depósitos de combustible.</li> <li>5. Conectar el cable de alimentación del ventilador a una fuente externa de 110V.</li> <li>6. Ponga el interruptor en la posición de encendido “ON” para proceder a ventilar.</li> <li>7. Esta operación puede tardar varias horas, y un operador debe estar presente en todo momento.</li> <li>8. Una vez terminado el proceso de ventilación ponga el interruptor en posición de apagado “OFF” y desconecte el enchufe del tomacorriente.</li> <li>9. Retire la manga de los depósitos de combustible y del ducto del ventilador.</li> <li>10. Colocar la manga en su respectiva caja.</li> <li>11. Quitar la palanca de freno de las ruedas para transportar el ventilador.</li> <li>12. Retire el ventilador y cerciorarse de que la zona de trabajo queda limpia y libre de herramientas y equipos diversos.</li> </ol> <p><b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b> _____</p>		

#### **4.4. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO**

El proceso de mantenimiento nos ayudará a conservar y preservar el equipo en buen estado y que no afecte con el pasar del tiempo como consecuencia de trato, uso, desgaste y deterioro.

##### **4.4.1. Objetivo de procedimiento de mantenimiento**

Realizar el procedimiento de mantenimiento adecuado para evitar inconvenientes posteriores.


##### **4.4.2. Alcance de procedimiento de mantenimiento**

Mantener el buen funcionamiento del ventilador para conservar en óptimas condiciones de operabilidad .El mantenimiento es la manera como se debe cuidar al equipo para proteger de diferentes causas como el manejo inadecuado, descuido, el medio ambiente.

En el siguiente formulario se citarán los procedimientos de mantenimiento a seguirse con el fin de prevenir accidentes.



#### 4.4.3. Formulario de procedimiento de mantenimiento.

 <p><b>ITSA</b> <b>MECÁNICA</b></p>	<b>PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Hoja.</b> 1 de 1
	<b>MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN</b>	<b>Código:</b> <i>AE-PDMTT - F2</i>
	<b>Elaborado por:</b> Cbop. Alulema Luis	<b>Revisión No.</b> 01
	<b>Aprobado por:</b> Sgos. Vallejo William	<b>Fecha:</b>
<p><b>PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO</b></p> <p>No intente realizar ningún mantenimiento en el ventilador a menos que el suministro eléctrico haya sido desconectado y asegurado.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desconecte de la fuente de energía e inmovilice las ruedas del ventilador.</li> <li>2. Realizar una limpieza general del ventilador.</li> <li>3. Chequear posibles daños en la carcasa y en la estructura del ventilador.</li> <li>4. Chequear ajuste de pernos de la carcasa y del motor.</li> <li>5. Inspeccionar el alineamiento del acople del motor con el ventilador.</li> <li>6. Realizar una inspección de la manga para detectar posibles filtraciones de aire.</li> <li>7. Realizar una inspección de los cables eléctricos, si están defectuosos.</li> <li>8. Verifique el deterioro de las ruedas.</li> <li>9. Comprobar que la pintura de los conjuntos del ventilador no se encuentre deterioradas.</li> <li>10. En caso de presentarse fallas que hayan abarcado en la mayoría del material se procederá a reemplazarlos.</li> </ol> <p><b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b> _____</p>		

## **4.5. PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD**

El procedimiento de seguridad indica a planificar inspecciones de áreas y puestos de trabajo con el fin de detectar condiciones inseguras o actos inseguros que puedan derivar en daños a las personas, a las instalaciones, o al equipo.

### **4.5.1. Objetivo de procedimiento de seguridad**


Documentar el proceso de seguridad para evitar cualquier tipo de lesiones en la manipulación del ventilador.

### **4.5.2. Alcance de procedimiento de seguridad**

Mantener el buen funcionamiento del ventilador, evitando cualquier tipo de accidentes que puede ser de tipo material o humano, ya que las medidas de seguridad se debe observar todos los días durante las horas de trabajo.

En el siguiente formato se citarán los procedimientos de seguridad.

### 4.5.3. Formulario de procedimiento de seguridad.

<p style="text-align: center;"><b>ITSA</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>MECÁNICA</b></p>	<b>PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD</b>	<b>Pág.</b> 1 de 1
	<b>SEGURIDAD DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN</b>	<b>Código:</b> <i>AE-PDSEG - F3</i>
	<b>Elaborado por:</b> Cbop. Alulema Luis	<b>Revisión N°:</b> 01
	<b>Aprobado por:</b> Sgos. Vallejo William	<b>Fecha:</b>
<p><b>PROCEDIMIENTOS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Antes de realizar cualquier tipo de trabajo tome todas las medidas de seguridad para evitar algún tipo de lesión y utilizar los equipos de protección personal.</li> <li>2. No operar la máquina sin autorización o conocimiento.</li> <li>3. No apoyarse sobre el equipo de ventilación cuando este operando.</li> <li>4. No utilice el aire del ventilador para quitarse el polvo o la suciedad de la ropa propia.</li> <li>5. En caso de escuchar un ruido o una vibración extraños se debe parar inmediatamente, y se debe encontrar la causa para corregir la anomalía.</li> <li>6. No realizar desconexiones mediante tirones bruscos.</li> <li>7. Si el ventilador esta averiada será señalizada prohibiéndose su uso.</li> <li>8. Escoja un lugar adecuado para la ubicación del ventilador, el lugar debe estar libre de aceite, grasa, agua u otros materiales peligrosos y resbalosos.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b> _____</p>		

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

En este capítulo se habla acerca del costo total que abarca la construcción del equipo de ventilación. Se toma en consideración los precios de cada material en los que se invertirá económicamente

#### **5.1. PRESUPUESTO**

Para la construcción del equipo de ventilación se tubo que hacer la adquisición de varios materiales, mano de obra así como también el alquiler de maquinaria, equipos y herramientas en conclusión tomando todos estos valores se ha gastado un monto de: 461.23 USD.

#### **5.2. ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO**

En la construcción del equipo de ventilación se toma en consideración los siguientes factores o rubros:

- Materiales de construcción.
- Maquinaria – Equipos y herramientas.
- Mano de obra.
- Varios.

##### **5.2.1. Materiales de construcción**

En los rubros materiales se puede indicar todos los materiales utilizados en la construcción del ventilador, los mismos que se detalla en la tabla 5.1.

**Tabla 5.1. Registro de costo de materiales usados para la construcción.**

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO UNIT.	SUB TOTAL
1	Angulo ST37 de 1" x 1/8"	1	12.80	12.80
2	Motor eléctrico	1	160.00	160.00
3	Pintura fondo acrílico	2 L.	5.00	10.00
4	Ruedas	4	6.00	24.00
5	Tela de carpa de lona	4 m.	3.00	12.00
6	Cable industrial	3 m.	1.80	5.40
7	Tol de 1.1mm	½ Plancha	12.00	12.00
9	Bisagras	4	0.50	2.00
10	Pernos auto roscables de 3/16" x 1/2"	10	0.30	3.00
11	Electrodos E6011	2 lb.	1.20	2.20
12	Pernos de 5/16" x 1/2"	16	0.10	3.52
13	Sujetadores de halar	2	0.60	1.20
14	Tubo redondo de 1"	1	4.30	4.30
15	Remaches POP de 5/32"	75	0.05	3.85
16	Tiñer	4 L	1.15	4.06
17	Bisagras	4	0.30	1.20
18	Pintura esmalte sintético amarillo	2 L	3.50	7.50
19	Abrazadera	1	3.20	3.20
20	Enchufe T/EAGLE	1	0.80	1.80
21	Interruptor	1	2.70	2.70
<b>TOTAL</b>				<b>276.73 USD</b>

### 5.2.2. Maquinaria - Equipos y Herramientas

Se utilizó diferentes maquinarias, equipos y herramientas las mismas que sirvieron para elaborar las piezas del ventilador, donde se realizaron tareas de torneado, fresado, machuelazo, soldadura, pintado entre otros. Los mismos que se detalla en la tabla 5.2.

**Tabla 5.2. Registro del costo total de la maquinaria, equipo y herramientas utilizadas en la construcción.**

No	DETALLE	TIEMPO (HORAS)	COSTO HORA	SUB TOTAL
1	Dobladora	2	4	8.00
2	Taladro	5	1,50	7.50
3	Suelda eléctrica	3	4	12.00
4	Cizalla	3	2	6.00
5	Equipo de pintura	5	3	15.00
<b>TOTAL</b>				<b>48,50 USD</b>

### 5.2.3. Mano de obra

Los costos que se realizaron con respecto a la mano de obra utilizada por el operador de la maquinaria que comprenden principalmente el montaje, manufactura, soldado, cortado, doblado, pintura, etc. el costo total de la mano de obra se detalla en la tabla 5.3.

**Tabla 5.3. Registro del costo de mano de obra.**

No	DETALLE	SUB TOTAL
1	Operador de maquinaria	60.00
4	Pintado	20.00
<b>TOTAL</b>		<b>80,00 USD</b>

### 5.2.4. Varios

Este parámetro se considera los gastos imprevistos de útiles y equipo de oficina. Los mismos que se detalla en la tabla 5.4.

**Tabla 5.4. Registro del costo de varios.**

<b>No</b>	<b>DETALLE</b>	<b>SUB TOTAL</b>
1	Gastos imprevistos	56.00
<b>TOTAL</b>		<b>56.00 USD</b>

### **5.3. COSTO TOTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL VENTILADOR**

Realizado una descripción parcial de los gastos efectuados en la construcción del equipo de ventilación, el costo total de la construcción se detalla en la tabla 5.5.

**Tabla 5.5. Registro del costo total utilizado en la construcción del ventilador.**

<b>No</b>	<b>DETALLE</b>	<b>SUB TOTAL</b>
1	Materiales de construcción.	276.73
2	Maquinaria, equipos y herramientas.	48.50
3	Mano de obra.	80.00
4	Varios	56.00
<b>TOTAL</b>		<b>461.23 USD</b>

La suma total del ventilador es de **cuatrocientos sesenta y uno con veinte y tres centavos de dólares.**

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los parámetros y objetivos planteados, el ventilador cumple satisfactoriamente con el propósito para el cual fue construido, de esta manera puede ser implementado a la sección de mantenimiento del GRUPO AEREO DEL EJÉRCITO No. 45 “PICHINCHA”.
- Se recopiló toda la información referente a los diseños del ventilador de acuerdo a las características técnicas, para tener una idea clara de la operación, información que permitió su construcción.
- Para su uso y funcionamiento del ventilador, se elaboró las respectivas hojas de procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad, las mismas que permiten una correcta utilización y preservación del mismo.
- La importancia de la investigación permite un mejor entendimiento sobre los efectos que produce los vapores de los combustibles por eso es necesario la respectiva ventilación en los depósitos de combustible.
- Como conclusión expongo que todos los contaminantes tóxicos como: aerosoles, humos, gases y vapores, son sustancias que pueden afectar al organismo produciendo lesiones en la vías respiratorias, digestiva y cutánea, también alteraciones en los órganos del cuerpo en forma interna como la deformación de la



sangre, del hígado, riñones, sistema nervioso central, etc. Por lo tanto se debe tener cuidado con los combustibles y utilizar los equipos de protección personal.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda de manera especial realizar periódicamente el mantenimiento y la correcta utilización del ventilador observando las instrucciones que se encuentran detalladas en las hojas de procedimientos de operación, mantenimiento, y seguridad.
- El uso del ventilador es estrictamente para ventilar los depósitos de combustible del avión CASA CN-235-300 y no será utilizado para otro propósito
- Antes de comenzar cualquier trabajo de mantenimiento en los depósitos de combustible, estos deben ser convenientemente ventilados y purgados de vapores de combustible.
- El combustible es muy inflamable. Cuando se trabaje en el sistema de combustible, no permitir la presencia de fuentes de ignición o combustión en las inmediaciones del Avión.
- Para trabajar en o alrededor de depósitos de combustible abiertos, el personal debe llevar calzado y ropa protectora limpia y a prueba de explosiones.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

Manual de Mantenimiento CN.235.300M EADS-CASA.

Manual de Operaciones CN-235-300M EADS-CASA.

OÑATE Esteban, Conocimientos del Avión, 4<sup>ta</sup> Edición. Editorial Paraninfo, 1997.

HARRY, Mileaf (1994). Curso Práctico de Electricidad, Volumen V, Editorial LIMUSA, México, D.F.

CARNICER Royo Enrique, Ventilación Industrial, Segunda Edición, Editorial Paraninfo sa, 1994.

ROLDÁN Vilora José, Motores Eléctricos, Accionamiento de Máquinas, Segunda Edición, Editorial Paraninfo, 1994.

CITGO Jet Turbine Fuel, All Grades, Hoja de Datos de Seguridad de Materiales.

<http://www.mf-ct.upc.es/Salva/Ventiladores.htm>

[http://www./teoria\\_de\\_los\\_ventiladores.htm#arriba](http://www./teoria_de_los_ventiladores.htm#arriba)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Combustibles>

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>A:</b>	Amperio
<b>A/C:</b>	Avión
<b>AC:</b>	Corriente Alterna
<b>AMM:</b>	Manual de Mantenimiento
<b>AOM:</b>	Manual de Operaciones del Avión
<b>APU:</b>	Unidad de Potencia Auxiliar (Auxiliar Power Unit).
<b>ATA:</b>	Asociación de Transporte Aéreo de América
<b>CN:</b>	CASA-Nurtanio.
<b>DC:</b>	Corriente Continua
<b>DCH:</b>	Derecha
<b>GAL, gal:</b>	Galones USA.
<b>GPU:</b>	Unidad de Potencia Exterior.
<b>INSP:</b>	Inspección
<b>IPC:</b>	Catalogo Ilustrado de Piezas.
<b>IZQ:</b>	Izquierda
<b>MAN:</b>	Manual.
<b>RPM:</b>	Revoluciones por Minuto.
<b>SB:</b>	Boletín de Servicio
<b>SRM:</b>	Manual de Reparaciones Estructurales.
<b>STA:</b>	Estación
<b>V:</b>	Voltios

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Equipo de Protección Personal recomendado mínimo para manipulación de los combustibles de Aviación



Protección de los ojos



Protección de las manos



Overol de trabajo



Calzado de Protección



Protección de la cara

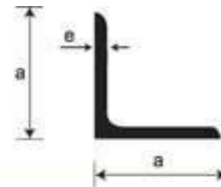


Protección para las vías respiratorias

## PERFILES LAMINADOS:

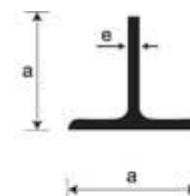


### Ángulos



DENOMINACIÓN	DIMENSIONES		PESO		ÁREA cm <sup>2</sup>
	a mm	e mm	Kg/m	Kg/6m	
AL 20 X 2	20	2	0,60	3,58	0,76
AL 20 X 3	20	3	0,87	5,23	1,11
AL 25 X 2	25	2	0,75	4,52	0,96
AL 25 X 3	25	3	1,11	6,64	1,41
AL 25 X 4	25	4	1,45	8,67	1,84
AL 30 X 3	30	3	1,34	8,05	1,71
AL 30 X 4	30	4	1,76	10,55	2,24
AL 40 X 3	40	3	1,81	10,88	2,31
AL 40 X 4	40	4	2,39	14,32	3,04
AL 40 X 6	40	6	3,49	20,91	4,44
AL 50 X 3	50	3	2,29	13,71	2,91
AL 50 X 4	50	4	3,02	18,09	3,84
AL 50 X 6	50	6	4,43	26,56	5,64
AL 60 X 6	60	6	5,37	32,21	6,84
AL 60 X 8	60	8	7,09	42,52	9,03
AL 65 X 6	65	6	5,84	35,04	7,44
AL 70 X 6	70	6	6,32	37,90	8,05
AL 75 X 6	75	6	6,78	40,69	8,64
AL 75 X 8	75	8	8,92	53,50	11,36
AL 100 X 6	100	6	9,14	54,82	11,64
AL 100 X 8	100	8	12,06	72,34	15,36
AL 100 X 10	100	10	15,04	90,21	19,15
AL 100 X 12	100	12	17,71	106,25	22,56

### Tees



DENOMINACIÓN	a	e	PESO		ÁREA cm <sup>2</sup>
	mm	mm	Kg/m	Kg/6m	
TEE 20 X 3	20	3	0,90	5,40	1,15
TEE 25 X 3	25	3	1,19	7,14	1,52
TEE 30 X 3	30	3	1,41	8,48	1,80

A continuación se presenta una secuencia de gráficos de construcción del ventilador.



**Selección del material**



**Medición y corte del material seleccionado**



**Doblado del material**



**Revestimiento de la estructura del ventilador**



**Instalación del motor eléctrico**





**Proceso de pintado del ventilador**



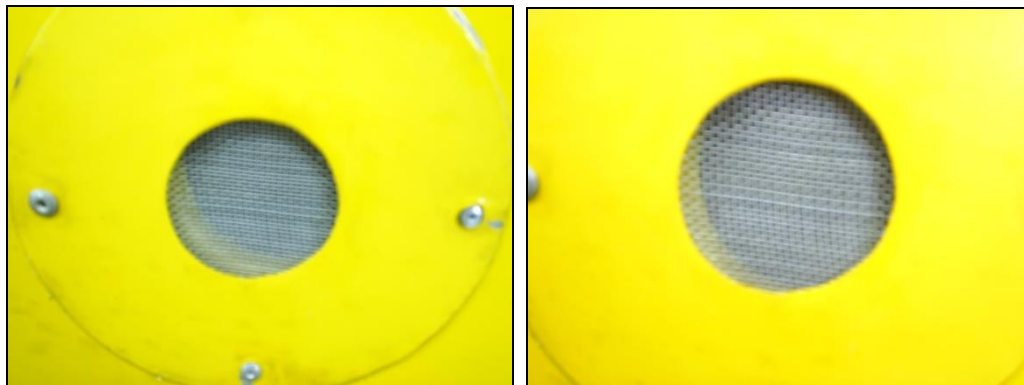
**Proceso de pintado del ventilador**





**Ventilador terminado**

Para mayor seguridad se instaló una malla de protección, en la abertura de aspiración para impedir el ingreso de algún objeto extraño.



**Malla de protección**

Además el ventilador consta de una abrazadera para un acople rápido



**Abrazadera de acople rápido**