



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCION MOTORES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE: TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCION MOTORES**

**TEMA: REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL MAIN PANEL  
DEL AVIÓN GRUMMAN MODELO G-164B MATRICULA HC-BRL  
DE LA EMPRESA LAN AERO FUMIGACIÓN.**

**AUTOR: ALARCÓN CORONEL DAVID FILIBERTO**

**DIRECTOR: TGLO. ROLANDO SARMIENTO RAMIREZ**

**LATACUNGA**

**2017**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**  
**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**  
**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **“REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL MAIN PANEL DEL AVIÓN GRUMMAN MODELO G-164B MATRICULA HC-BRL DE LA EMPRESA LAN AERO FUMIGACIÓN”** realizado por el señor **ALARCÓN CORONEL DAVID FILIBERTO** ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **ALARCÓN CORONEL DAVID FILIBERTO** para que lo sustente públicamente.

**Latacunga, Julio del 2017**

-----  
**TLGO. ROLANDO SARMIENTO RAMIREZ**  
**DIRECTOR**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

#### AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ALARCÓN CORONEL DAVID FILIBERTO**, con cédula de identidad N°120474989 – 7, declaro que este trabajo de titulación “**REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL MAIN PANEL DEL AVIÓN GRUMMAN MODELO G-164B MATRICULA HC-BRL DE LA EMPRESA LAN AERO FUMIGACIÓN**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Latacunga, Julio del 2017**

---

ALARCÓN CORONEL DAVID FILIBERTO

C.C: 120474989 – 7



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **ALARCÓN CORONEL DAVID FILIBERTO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la Institución el trabajo **“REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DEL MAIN PANEL DEL AVIÓN GRUMMAN MODELO G-164B MATRICULA HC-BRL DE LA EMPRESA LAN AERO FUMIGACIÓN”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Latacunga, Julio del 2017**

---

**ALARCÓN CORONEL DAVID FILIBERTO**

**CC: 120474989 – 7**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de graduación quiero dedicar con mucho cariño a mi hijo, mi esposa, padres y familiares, que han sido muy importante durante todo el trayecto de mi carrera. Siempre han estado en el momento oportuno brindándome ánimo y cariño. Con sus palabras y apoyo han podido lograr que pueda cumplir uno de mis sueños más anhelados, hacer de la aviación mi destino de vida.

**DAVID ALARCON**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios.

A mi hijo, por ser mi razón y mi motivación para salir adelante, pese a las adversidades.

A mi esposa, por demostrarme el sentido de perseverancia y por confiar en mí capacidad para poder terminar mi carrera aeronáutica.

A mis padres, por estar en todo momento de mis progresos y brindarme consejos a enfrentar los retos que se presentaron durante la carrera.

A mis compañeros de Universidad que con sueños similares me motivaron en las aulas a esforzarme por mis sueños.

A todo el personal de LAN AERO FUMIGACION , por abrirme las puertas para realizar este trabajo de graduación y por haberme permitido obtener experiencia y obtener mi licencia de Mecánico laborando en sus instalaciones.

**DAVID ALARCON**

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN .....	II
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	III
AUTORIZACIÓN .....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
RESUMEN .....	XV
ABSTRACT .....	XVI

### CAPÍTULO I

1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.4 OBJETIVOS .....	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.5 ALCANCE .....	3

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 LOS INICIOS DE LA AVIACIÓN.....	4
2.2 AVIACIÓN AGRÍCOLA.....	7
2.3 LAN AEROFUMIGACION.....	8
2.4 AERONAVE GRUMMAN G-164B.....	9
2.5 MOTOR PT6A .....	13

2.6	CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PT6.....	15
2.7	INSTRUMENTOS DE LA AERONAVE GRUMMAN G-164B .....	15
2.8	ALTÍMETRO.....	15
2.9	AIRSPEED. ....	16
2.10	BRÚJULA .....	18
2.11	HOROMETRO. ....	20
2.12	OIL TEMP .....	20
2.13	FUEL PRESS.....	21
2.14	OIL PRESS.....	21
2.15	ITT .....	22
2.16	TORQUE .....	22
2.17	RPM NG PERCENT Y RPM PROPELLER .....	23
2.18	AG-FLOW PRESS .....	24
2.19	AG-NAV GUÍA GPS.....	24
2.20	LUGAR, EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y HERRAMIENTAS.....	25
2.21	PROTECCIÓN A LA CABEZA. ....	26
2.22	PROTECCIÓN DE OJOS Y CARA. ....	26
2.23	PROTECCIÓN DE LOS OÍDOS.....	27
2.24	PROTECCIÓN RESPIRATORIA.....	27
2.25	PROTECCIÓN DE MANOS Y BRAZOS. ....	28
2.26	PROTECCIÓN DE PIES Y PIERNAS. ....	28
2.27	CINTURONES DE SEGURIDAD PARA TRABAJO.....	29

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1	PRELIMINARES.....	30
3.2	DISEÑO.....	31



3.3	MOLDE Y CORTE DE LA LÁMINA.....	32
3.3.1	PLANTILLADO DEL PANEL EN LA LÁMINA 0.050IN.....	33
3.3.2	DISTRIBUCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS .....	33
3.3.3	PERFORACIÓN PARA EL EQUIPO GPS EN EL PANEL.....	34
3.3.4	PERFORACIÓN DE LOS AGUJEROS .....	35
3.3.5	PERFORACIÓN DE LOS AGUJEROS .....	40
3.3.6	PERFORACIÓN DEL PANEL. ....	45
3.3.7	INDICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS .....	46
3.3.8	INSTALACIÓN DEL LORD RUBBER EN EL PANEL.....	48
3.3.9	PINTADO DEL PANEL. ....	49

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1	CONCLUSIONES.....	52
4.2	RECOMENDACIONES.....	52
	ABREVIATURAS.....	53
	GLOSARIO DE TERMINOS.....	53
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
	ANEXOS .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1</b> PLANEADOR DE MADERA .....	5
<b>FIGURA 2</b> PRIMER AVIÓN FUMIGADOR.....	7
<b>FIGURA 3</b> FUMIGACIÓN DE TIERRAS .....	8
<b>FIGURA 4</b> AVIÓN GRUMMAN .....	8
<b>FIGURA 5</b> FUMIGACIÓN DEL AVIÓN GRUMMAN.....	9
<b>FIGURA 6</b> AVIÓN GRUMMAN AG-CAT B.....	9
<b>FIGURA 7</b> AVIÓN GRUMMAN CON MOTOR RADIAL .....	10
<b>FIGURA 8</b> REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL AVIÓN GRUMMAN.....	12
<b>FIGURA 9</b> MOTOR PT6 .....	13
<b>FIGURA 10</b> MOTOR UTILIZADO .....	14
<b>FIGURA 11</b> ALTÍMETRO.....	16
<b>FIGURA 12</b> INDICADOR AIRSPEED .....	17
<b>FIGURA 13</b> CÓDIGO DE COLORES .....	18
<b>FIGURA 14</b> BRÚJULA.....	19
<b>FIGURA 15</b> CAMPO MAGNÉTICO DE LOS IMANES .....	19
<b>FIGURA 16</b> HOROMETRO .....	20
<b>FIGURA 17</b> INDICADOR DE DIRECCIÓN .....	20
<b>FIGURA 18</b> FUEL PRESSURE .....	21
<b>FIGURA 19</b> OIL PRESSURE.....	22
<b>FIGURA 20</b> ITT INDICATOR .....	22

<b>FIGURA 21</b> TORQUE INDICATOR .....	23
<b>FIGURA 22</b> RPM NG PERCENT Y RPM PROPELLER .....	24
<b>FIGURA 23</b> AG-FLOW PRESS .....	24
<b>FIGURA 24</b> AG-NAV GUÍA.....	25
<b>FIGURA 25</b> CASCO .....	26
<b>FIGURA 26</b> MASCARA .....	27
<b>FIGURA 27</b> TAPONES DE CAUCHO.....	27
<b>FIGURA 28</b> MASCARILLA .....	28
<b>FIGURA 29</b> GUANTES.....	28
<b>FIGURA 30</b> ZAPATOS .....	29
<b>FIGURA 31</b> CINTURONES DE SEGURIDAD.....	29
<b>FIGURA 32</b> OVEROL .....	30
<b>FIGURA 33</b> PANEL DE INSTRUMENTO. ....	31
<b>FIGURA 34</b> DISEÑO EN AUTOCAD .....	32
<b>FIGURA 35</b> DISEÑO DEL NUEVO PANEL DE INSTRUMENTOS .....	32
<b>FIGURA 36</b> CORTE DE LA LÁMINA 0.025 .....	33
<b>FIGURA 37</b> COPIA DEL DISEÑO EN LA LÁMINA 0.050IN.....	33
<b>FIGURA 38</b> DISTRIBUCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS EN EL DISEÑO...34	
<b>FIGURA 39</b> PERFORACIÓN PARA LA PANTALLA DE GPS.....	35
<b>FIGURA 40</b> CORTE EN LA LÁMINA PARA EL GPS.....	35
<b>FIGURA 41</b> PULIDA DEL CORTE PARA EL GPS .....	35

<b>FIGURA 42</b> TALADRO NEUMÁTICO Y COMPAS DE CORTE .....	36
<b>FIGURA 43</b> PERFORACIÓN CENTRAL PARA EL INSTRUMENTO.....	36
<b>FIGURA 44</b> CALIBRANDO EL COMPÁS DE CORTE .....	37
<b>FIGURA 45</b> REALIZANDO EL CORTE DE LA CIRCUNFERENCIA.....	37
<b>FIGURA 46</b> CORTE TERMINADO PARA EL INSTRUMENTO.....	37
<b>FIGURA 47</b> CORTE DE LA CIRCUNFERENCIA.....	38
<b>FIGURA 48</b> ELIMINANDO LAS ASPEREZAS .....	38
<b>FIGURA 49</b> CORETES FINALES DEL PANEL DE INSTRUMENTOS.....	38
<b>FIGURA 50</b> COMPAS DE CORTE .....	39
<b>FIGURA 51</b> CORTE DE LA CIRCUNFERENCIA.....	39
<b>FIGURA 52</b> ULTIMO CORTE DE INSTRUMENTOS .....	40
<b>FIGURA 53</b> PRUEBA DE INSTRUMENTOS .....	40
<b>FIGURA 54</b> ANTIGUO PANEL DE INSTRUMENTOS.....	41
<b>FIGURA 55</b> PERFORACIÓN EN LA LÁMINA.....	41
<b>FIGURA 56</b> CORTE EN LA LAMINA .....	42
<b>FIGURA 57</b> ELIMINADO DE ASPEREZAS .....	42
<b>FIGURA 58</b> PERFORACIÓN DE LA LÁMINA.....	43
<b>FIGURA 59</b> CORTE DE LA CIRCUNFERENCIA.....	43
<b>FIGURA 60</b> LIMANDO ASPEREZAS.....	43
<b>FIGURA 61</b> PULIR LA CIRCUNFERENCIA.....	44
<b>FIGURA 62</b> PERFORANDO PARA OTRO INSTRUMENTO .....	44

<b>FIGURA 63</b> CORTE PARA EL ORO METRO .....	45
<b>FIGURA 64</b> CORTE PARA EL MEDIDOR DE PRESIÓN .....	45
<b>FIGURA 65</b> PERFORACIÓN PARA VISTA DEL HOPPER .....	46
<b>FIGURA 66</b> PANEL COLOCADO Y CON VISTA AL HOPPER .....	46
<b>FIGURA 67</b> PUESTA DE ABRAZADERAS A INSTRUMENTOS .....	47
<b>FIGURA 68</b> COLOCACIÓN DE LAS BINCHAS PARA EL OILTEMP .....	47
<b>FIGURA 69</b> COLOCACIÓN DEL FUELPRESS .....	48
<b>FIGURA 70</b> ANILLO DE PRESIÓN .....	48
<b>FIGURA 71</b> COLOCACIÓN DE LOS AMORTIGUADORES .....	49
<b>FIGURA 72</b> PUESTA DE LOS AMORTIGUADORES .....	49
<b>FIGURA 73</b> PREPARACIÓN DEL PRIMER.....	50
<b>FIGURA 74</b> PINTADA DEL PANEL CON PRIMER.....	50
<b>FIGURA 75</b> VISTA FINAL DEL NUEVO PANEL DE INSTRUMENTOS.....	50
<b>FIGURA 76</b> PANEL INSTALADO EN LA AERONAVE .....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

**TABLA 1:** CARACTERÍSTICAS DE LA AERONAVE GRUMMAN.....13

**TABLA 2:** CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PT6.....15

## RESUMEN

La empresa LAN dentro de sus múltiples servicios ofrece la Aero fumigación, su intensa búsqueda por lograr un servicio de calidad en el sector agrícola, lo lleva a implementar un sistema de 4 helicópteros para el control de plagas, es por esto que desde el 2000 en adelante LAN Ecuador renueva continuamente su tecnología y capacidad operativa para dar un servicio de mayor eficiencia a la División Agrícola es por esto que se ve la necesidad de rehabilitar una unidad más para el servicio, y así cumplir con las exigencias y requerimientos de la actualidad. Debido a los continuos avances tecnológicos es necesario la ampliación de conocimientos y renovación de equipamiento de tal modo que por este medio se obtiene el requerimiento de rehabilitar la estructura del panel de uno de los aviones que constan en la flota de la empresa LAN-Aéreo Fumigación puesto que al no ser rehabilitado dicho panel la unidad antes mencionada quedaría obsoleta y representa una pérdida para a empresa y un peligro al piloto. La rehabilitación de la estructura del Main Panel del avión Grumman modelo G-164B con matrícula HC-BRL de la empresa LAN Aero fumigación se procederá a realizar mediante la utilización del Manual de Mantenimiento AIRCRAFT METAL STRUCTURAL REPAIR CHAPTER para garantizar que el trabajo se realice siguiendo los estándares técnicos del fabricante. Garantizando un trabajo técnico y eficaz. Este trabajo se realizara en el hangar de mantenimiento de LAN-Aéreo Fumigación ubicado en el Aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo, Guayas-Ecuador

### **PALABRAS CLAVES:**

- **REHABILITACION**
- **INSTALACIÓN**
- **REPARACIÓN ESTRUCTURAL**
- **MANTENIMIENTO**
- **GRUMMAN**

## ABSTRACT

The company LAN within its multiple services offers the Aero fumigation, its intense search for a quality service in the agricultural sector, it takes to implement a system of 4 helicopters for the control of plagues, that is why since 2000 in Forward LAN Ecuador continually renews its technology and operational capacity to give more efficient service to the Agricultural Division is why it is necessary to rehabilitate one more unit for the service, and thus know the demands and requirements nowadays.

Due to continuous technological advances it is necessary to expand knowledge and renew equipment in such a way that by this means you get the requirement to rehabilitate the panel structure of one of the airplanes that are in the fleet of the company LAN-Air Fumigation Since the panel was not rehabilitated the unit mentioned above would be obsolete and represents a loss for the company and a danger to the pilot.

The rehabilitation of the Main Panel structure of Grumman model G-164B with HC-BRL registration of the company LAN Aero fumigation will be carried out by means of the use of the AIRCRAFT METAL STRUCTURAL REPAIR CHAPTER Maintenance Manual to guarantee that the work is carried out following the technical standards of the manufacturer. Guaranteeing a technical and effective work. This work will be carried out in the maintenance hangar of LAN-Aéreo Fumigación located at José Joaquín de Olmedo International Airport, Guayas-Ecuador

### KEYWORDS:

- REHABILITATION
- INSTALLATION
- STRUCTURAL REPAIR
- MAINTENANCE
- GRUMMAN

---

Checked by: **Lic. Yolanda Santos**  
**Docente UGT**



# CAPÍTULO I

## 1.1 Antecedentes

La aviación en todos sus niveles se transforma puesto que por sus continuos avances tecnológicos es necesaria una condición firme, para lograr los aprendizajes requeridos que fortalecerán los conocimientos, es así que debido a los continuos avances es necesario la integración de un equipamiento de instrumentación aeronáutica óptima, debido a que, al sumar una unidad más a la flota de aviones en Aéreo Fumigación LAN se brindara un mayor y eficaz servicio a la población agrícola; es debido a esto que la imperiosa necesidad de rehabilitar estructuralmente el panel de control de la aeronave se hace presente.

La empresa LAN dentro de sus múltiples servicios ofrece la Aero fumigación, su intensa búsqueda por lograr un servicio de calidad en el sector agrícola, lo lleva a implementar un sistema de 4 helicópteros para el control de plagas, es por esto que desde el 2000 en adelante LAN Ecuador renueva continuamente su tecnología y capacidad operativa para dar un servicio de mayor eficiencia a la División Agrícola es por esto que se ve la necesidad de rehabilitar una unidad más para el servicio, y así cumplir con las exigencias y requerimientos de la actualidad. (LAN, CONSTITUCIÓN LAN AERO FUMIGACIÓN, 2015)

El art. 2 literal a) numeral 8 del reglamento de permisos, operaciones, trabajos aéreos y actividades conexas a la resolución de la aviación civil con estado vigente en el registro oficial 378. Establece normativas que regulan el siguiente proyecto técnico definiendo como finalidad la rehabilitación estructural del Main panel del Avión Grumman G-164B de la empresa LAN, que se realizara para prácticas de Aero Fumigación las mismas que serán beneficiosas en la colectividad agrícola, para lo cual la rehabilitación de dicho panel consta de varios procesos los mismos que son esenciales para el acople de instrumentos de navegación aeroespacial determinados y contemplados en la normativa DAG,

Hoy en día con el propósito de generar un proyecto práctico e innovador para fortalecer y superar todas las falencias de los pilotos mediante la rehabilitación del panel de control de vuelo del avión G-164B Grumman,

creando así un funcionamiento adecuado en el cual los pilotos puedan desarrollar sus actividades dentro del ámbito aeronáutico y agrícola. (TRASLATION, 2014).

## **1.2 Planteamiento del problema**

La empresa LAN dentro de sus múltiples servicios ofrece la Aero fumigación, su intensa búsqueda por lograr un servicio de calidad en el sector agrícola, lo lleva a implementar un sistema de 4 helicópteros para el control de plagas, es por esto que desde el 2000 en adelante LAN Ecuador renueva continuamente su tecnología y capacidad operativa para dar un servicio de mayor eficiencia a la División Agrícola es por esto que se ve la necesidad de rehabilitar una unidad más para el servicio, y así cumplir con las exigencias y requerimientos de la actualidad. (LAN, CONSTITUCIÓN LAN AERO FUMIGACIÓN, 2015)

Debido a los continuos avances tecnológicos es necesario la ampliación de conocimientos y renovación de equipamiento de tal modo que por este medio se obtiene el requerimiento de rehabilitar la estructura del panel de uno de los aviones que constan en la flota de la empresa LAN-Aéreo Fumigación puesto que al no ser rehabilitado dicho panel la unidad antes mencionada quedaría obsoleta y representa una pérdida para a empresa y un peligro al piloto.

## **1.3 Justificación**

El presente trabajo surge por la necesidad de implementar a la flota de aviones una unidad que ayudara a mejorar la productividad de la empresa LAN Aero fumigación, y brindar un servicio de calidad y apoyo en el sector agrícola. Debido a la gran competencia en el mercado del sector agrícola y la demanda en el servicio de Aero-Fumigación es necesario implementar una unidad de vuelo que ayudara en la cobertura del servicio.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Rehabilitar la estructura del Main Panel del avión Grumman modelo g-164b con matrícula HC-BRL de la empresa LAN Aero fumigación mediante la utilización del Manual de Mantenimiento Aircraft Metal Structural Repair Chapter 4.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar la información y especificaciones técnicas necesarias y referentes al proyecto.
- Analizar el material práctico existente en los manuales estructurales y normativas de la dirección de aviación civil recopiladas.
- Ejecutar la rehabilitación de la estructura del panel de control del G-164B Ag CAT.

## **1.5 Alcance**

Este proyecto práctico está dirigido y dedicado para el beneficio primario hacia la empresa LAN la que actualmente se encuentra prestando entre uno de sus servicios, el de aero-fumigación, para todo el sector agrícola la cual podrá rehabilitar una aeronave y podrá cumplir con sus expectativas económicas e institucionales; secundariamente podrá beneficiar a pilotos, quienes dependen de un óptimo panel de control para ejecutar sus labores de la mejor manera, puesto que al realizar su vuelo es necesario receptar una información precisa en el panel de control esto no se lograría debido a un enlace correcto entre la estructura del panel y la instrumentación.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Los inicios de la Aviación.

Antes de empezar a tratar la aviación agrícola, se dará una breve reseña histórica de la aviación. Esto servirá para que se pueda tener una idea clara de cuál ha sido la evolución de la ciencia aeronáutica, además de conocer a los protagonistas y los momentos más importantes.

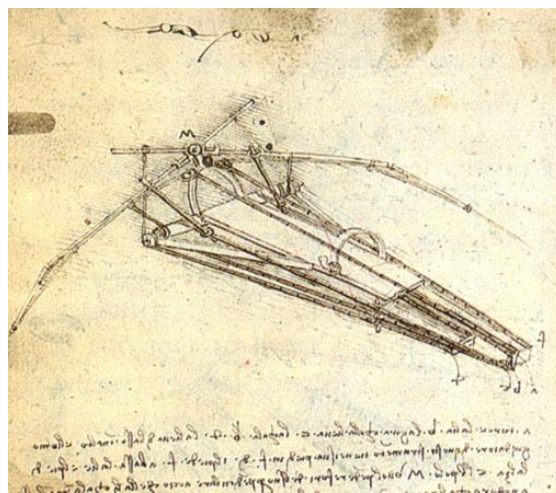
El desarrollo de la aviación fue precedido de siglos de sueños, estudio, especulación y experimentación. El deseo de volar ha acompañado al hombre prácticamente desde sus orígenes. En los tiempos remotos se pensaba que el vuelo humano sería posible imitando el movimiento de las alas de los pájaros. Famosa es la leyenda de Dédalo e Ícaro, que logran escapar del cautiverio en la isla de Minos utilizando alas atadas con cera a la espalda o los cuentos árabes acerca de princesas que surcaban los cielos en mágicas alfombras. De igual forma muchas civilizaciones desarrollaron leyendas donde personas con poderes divinos eran capaces de volar y alcanzar el cielo de los dioses. (Topical, 1957)

Con el desarrollo tecnológico el hombre comenzó a realizar intentos de materializar su sueño de alzar el vuelo. Hacia el siglo V de nuestra era se diseñó el primer aparato volador: el cometa o papalote. En el siglo XIII el monje inglés Roger Bacon llegó a la conclusión de que el aire podría soportar un ingenio de la misma manera que el agua soporta un barco. Son destacables también los trabajos realizados por el inventor y artista italiano Leonardo da Vinci en el siglo XVI, que estudió el vuelo de los pájaros y la anatomía humana para tratar de lograr una aeronave efectiva. Lamentablemente la humanidad en aquellos años no contaba aún con el desarrollo tecnológico para mantener en el aire un aparato propulsado por su propia energía. (Vivian, 1992)

Los primeros intentos, desde el siglo XVIII el ser humano comenzó a experimentar con una nueva variante: el uso de máquinas que lograban ascender utilizando gases menos pesados que el aire. Los experimentos con globos aerostáticos pronto se hicieron populares durante estas épocas.

Estas aeronaves lograban elevarse en el aire, pero tenían el inconveniente de no poder ser controladas. (Barros, 2011)

El hombre siempre ha tenido el anhelo de volar, desde que ha levantado la mirada al cielo y observado el vuelo de las aves. Este anhelo se ve manifestado en los cuentos mitológicos de la antigüedad. La historia de la aviación se remonta a la edad media donde se construyó y voló un planeador de madera y plumas cerca de la ciudad de Córdoba, ante un gran número de observadores. Si bien tuvo un accidentado aterrizaje (se lastimó gravemente la espalda), su vuelo se consideró exitoso. (Barros, 2011)



**Figura 1** Planeador de madera  
**Fuente:** (Barros, 2011)

Sólo en el siglo XIX sería superada esta dificultad con la aparición de los dirigibles. El siglo XIX trajo también aparejado el desarrollo del vuelo con planeadores. Pronto personas como el alemán Otto Lilienthal y el norteamericano Octave Chanute obtuvieron importantes logros en este campo. (Barros P. ,2011)

Con el desarrollo tecnológico el hombre comenzó a realizar intentos de materializar su sueño de alzar el vuelo. Hacia el siglo V de nuestra era se diseñó el primer aparato volador: el cometa o papalote. En el siglo XIII el monje inglés Roger Bacon llegó a la conclusión de que el aire podría soportar un ingenio de la misma manera que el agua soporta un barco. Son destacables también los trabajos realizados por el inventor y artista italiano Leonardo da Vinci en el siglo XVI, que estudió el vuelo de los pájaros y la

anatomía humana para tratar de lograr una aeronave efectiva. Lamentablemente la humanidad en aquellos años no contaba aún con el desarrollo tecnológico para mantener en el aire un aparato propulsado por su propia energía. (Vivian, 1992)

Desde el siglo XVIII el ser humano comenzó a experimentar con una nueva variante: el uso de máquinas que lograban ascender utilizando gases menos pesados que el aire. Los experimentos con globos aerostáticos pronto se hicieron populares. Estas aeronaves lograban elevarse en el aire, pero tenían el inconveniente de no poder ser controladas. Sólo en el siglo XIX sería superada esta dificultad con la aparición de los dirigibles. El siglo XIX trajo también aparejado el desarrollo del vuelo con planeadores. Pronto personas como el alemán Otto Lilienthal y el norteamericano Octave Chanute obtuvieron importantes logros en este campo. (Vivian, 1992)

Sólo a inicios del siglo XX se produjeron los primeros vuelos utilizando aeronaves más pesadas que el aire y propulsada por sus propios motores. Aunque han existido importantes discusiones al respecto, hoy se considera que el primer vuelo controlado de un aparato más pesado que el aire impulsado por motor tuvo lugar en 17 de diciembre de 1903 cuando los hermanos Wright hicieron volar su "Flyer" en la colina Kitty Hawk, en Carolina del Norte, Estados Unidos. (Vivian, 1992)

A partir de esta fecha el desarrollo aeronáutico ha mantenido un ritmo continuado, que continúa en nuestros días. Los diseñadores aeronáuticos intentaron constantemente aprovechar los adelantos tecnológicos para lograr mejores características y prestaciones. A partir de los años 20 comenzó una competencia desenfrenada por lograr implantar nuevos récords. Los conflictos militares del siglo XX jugaron un papel decisivo en el desarrollo de la aviación y el período de Guerra Fría, en la segunda mitad del siglo, llevó la competencia entre los dos sistemas mundiales a niveles nunca antes vistos por la humanidad. (Kühner, 1956)

Recientemente el desarrollo aeronáutico comprende el desarrollo de aviones más seguros y más baratos en explotación. El uso de la tecnología informática ha permitido liberar al hombre de los agotadores procesos de control, a la vez que se logran niveles no soñados de maniobrabilidad. El uso de materiales compuestos ha permitido obtener importantes ahorros de peso

y aumento de la resistencia. Actualmente se trabaja en el desarrollo de aviones capaces de salir a la atmósfera exterior y reincorporarse en vuelo volando en forma convencional. (Kühner, 1956)

## 2.2 Aviación Agrícola

Consiste en el uso de aviones o helicópteros para labores en la agricultura o en otras áreas cubiertas de vegetación, tal es el caso de la aplicación de productos químicos (pesticidas, fungicidas, fertilizantes), esparcir semillas (generalmente en suspensión en agua), combatir incendios en bosques y malezas, etc. Al finalizar la I Guerra mundial empiezan a realizarse las primeras aplicaciones, por supuesto con tecnología rudimentaria, lo que suponía realizar los trabajos de manera difícil y peligrosa y al final de la II Guerra Mundial da paso a lo que hoy conocemos como aviación agrícola, unido a la aparición de productos fitosanitarios de síntesis, muy eficaces y de coste bajo. (Noriega, 1999)



**Figura 2** Primer avión fumigador

Fuente: (Noriega, 1999)

A un inicio los productos fertilizantes (abonos, granulados y demás) eran esparcidos por aviones en fincas de cereales, también el arroz podría ser sembrado a boleado desde un avión. Se realizaron las pruebas pertinentes, se midió el ancho de pasada idóneo, se eligió la mejor altura a la que el avión debía volar, etc..., y tras un estudio minucioso, se llegó a unas conclusiones.

Los primeros aviones fumigadores realizan tratamientos masivos que tratan de combatir la plaga denominada "Pudenta del arroz", aplicando insecticidas en forma de polvos. Estos fueron los primeros y únicos tratamientos que se realizaban por medios aéreos. (Noriega, 1999)



**Figura 3** Fumigación de Tierras  
Fuente: (Noriega, 1999)

Con el pasar del tiempo se comprobó que la siembra con avión, hecha por un buen profesional, ofrecía las mejores garantías, a raíz de esto, el avión, se fue convirtiendo poco a poco en protagonista principal de la siembra y tratamientos específicos contra hierbas y plagas en los campos de arroz, ya en el año 1.978 se sembraban más de 20.000 Has. En la zona. (Noriega, 1999).

### **2.3 LAN AEROFUMIGACION**

La historia de Líneas Aéreas Nacionales Ecuador S.A (Lan Ecuador) nace en 1966, con el soñar alto de Don Luis Noboa Naranjo. Su intensa búsqueda por lograr una fumigación más completa para sus haciendas, lo lleva a abandonar el servicio de terceros e implementar un sistema de 4 helicópteros para el control de la sigatoka amarilla. Al aumentarse la hectárea de la Corporación Noboa, se sumaron 2 aviones tipo Grumman en 1972 y 2 más tipo Pawnee en 1976. (Aerofumigacion, 2015)



**Figura 4** Avión Grumman  
Fuente: (Aerofumigacion, 2015)



En 1988, Lan Ecuador enfrenta la Sigatoka Negra con 2 aviones Grumman más. En 1990 expande su servicio a productores particulares, con 8 aviones adicionales en su parque aéreo, a través del Programa Nacional del Banano (PNB). 1992 llega con dos innovaciones importantes: la creación del departamento técnico fitosanitario, y la conversión de todos los motores radiales a turbina. En 1997 LAN Ecuador se vuelve un apoyo importante durante el fenómeno del niño, por su adquisición de 2 aviones Air tractor. (Aerofumigacion, 2015).

Desde el 2000 en adelante, LAN Ecuador renueva continuamente su tecnología y capacidad operativa para dar un servicio de mayor eficiencia tanto a la División Agrícola de la Corporación Noboa como a productores particulares. Cada año elevamos el nivel de eficiencia y calidad técnica con una mejor flota aérea, un equipo humano altamente capacitado y especializado, lo que nos convierten en un alto modelo de eficiencia en fumigación. (Aerofumigacion, 2015)



**Figura 5** Fumigación del avión Grumman  
Fuente: (Aerofumigacion, 2015)

#### **2.4 Aeronave GRUMMAN g-164B**



**Figura 6** Avión grumman Ag-Cat B  
Fuente: (Tamsa, 2016)

El Grumman Aircraft Corporation diseñó el G-164 Ag-Cat en medio de las 1950s pero sólo construyó dos aviones, el primero, N74054 (# X1) de ser trasladado el 27 de mayo de 1957, en ese mismo año Grumman contrajo la Corporación Schweizer Aircraft de Elmira, estado de Nueva York, para construir 100 aviones. El primero de ellos, N10200, fue trasladado el 17 de octubre 1958 y el Grumman G-164 Ag-Cat fue certificado por la FAA en la categoría restringida en enero de 1959. El motor de los prototipos y aviones de producción temprana fue el W670-6N Continental radial de siete cilindros de 220 hp. Debido a su peso más ligero que otros motores, los soportes del motor más largos eran encapuchada y dieron el Ag-Cat una longitud de 24 pies y seis pulgadas. (Tamsa, 2016)



**Figura 7** Avión grumman con motor radial  
**Fuente:** (Tamsa, 2016)

El primer avión de veinte tenía paneles laterales del fuselaje planas, en lugar de los paneles acanalados más familiares. Estos aviones modelo temprano fueron equipados con 215 tolvas galones estadounidenses. El G-164 también fue certificado para el 240 CV Costa del Golfo W670-240 (un motor de tanque de Continental modificado) y el 245, 275 y 300 CV Jacobs. Una vez con los operadores, algunos aviones se convierte en el 450 hp Pratt & Whitney R-985 o el 600 hp R-1340, este último fácilmente reconocido por los soportes de motor extremadamente cortos. Aviones en el rango de serie 301-400 se construyeron nuevo con un 300 hp Jacobs R755 y una tolva de aluminio de 245 galones estadounidenses instalados. Casi todos estos aviones fueron equipados con un dosel cerrado, que también fueron adaptados a las aeronaves antes. (Tamsa, 2016).

La producción del G-164A de Super Ag-Cat, con el P & W R-985 y una tolva de fibra de vidrio de 300 galones de EE.UU., se inició en 1966 con el número 401, N895X. El motor R-1340 también se encaja-ted a estos aviones. La producción del G-164A terminó en el número 1730 con N6894Q. En 1974 Grumman American anunció un nuevo modelo de Ag-Cat. La envergadura había aumentado de 36 pies a 42 pies y 3 pulgadas, pero el tamaño de la tolva se mantuvo en 300 galones estadounidenses y el nuevo modelo se introdujo con la 450 hp R-985 y, de nuevo, el R-1340 más tarde fue equipado. La función de reconocimiento de la G-164B fue la amplia aleta cable y el timón. Con el R-985 instalado la longitud de la G-164B es de 25 pies, 7 pulgadas. N88348 (# 1B) fue la primera G-164B completó y más de 800 fueron fabricados antes de que terminara la producción. El G-164B fue certificado bajo un modelo banner. (Tamsa, 2016)

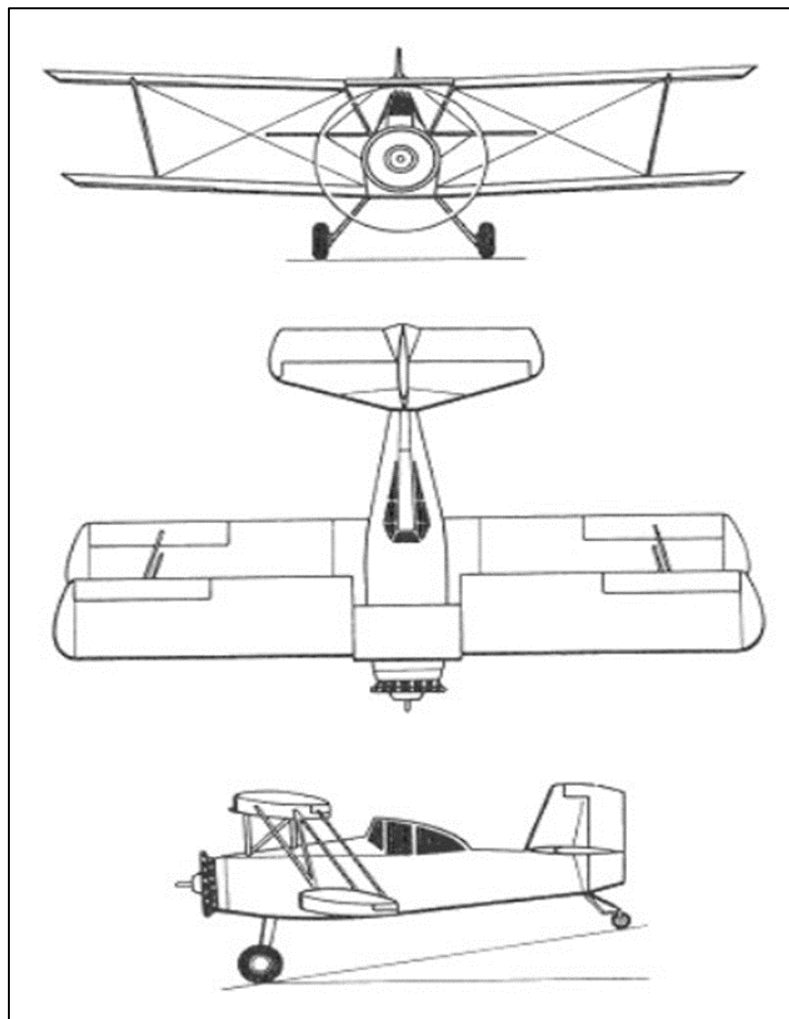
En 1976 una versión alargada, el G-164C, fue trasladada y puesta en producción. Esto fue seguido por las muchas conversiones de turbina. Grumman estadounidense introdujo en 1978 el plumero C Ag-Cat, impulsado por un 600-hp Pratt & Whitney radial. Lleva una tolva de 500 Gallones el mayor basurero disponible en cualquier agplane producción. En febrero de 1976 Super Ag-Cat C fue trasladado, y en noviembre de 1977 fue certificado; que tiene un fuselaje más profundo y más largo el alojamiento de una tolva de galón 500 US. (Tamsa, 2016)

El PT6 kit de conversión turbina de fábrica con un peso de unos 230 kgs más ligero, es de alrededor de 10 a 12 nudos más rápido y el poder PT6 permitirá una carga completa de 1500 litros a realizar para la mayoría de operaciones. Equipada será un puntal Hartzell tres palas, que prevé un funcionamiento más silencioso y una capacidad de revertir si alguna vez es necesario. (Tamsa, 2016)

Aunque el Grumman Aircraft Engineering Company diseñó el Ag-Cat, edificado las dos prototipos y comercializado el tipo (posteriormente a través de su filial estadounidense Grumman Aviation Company), Schweizer Aircraft Corporation fabrica toda la producción de Ag-Cats. Schweizer construido 1.400 aviones entre 1959 y 1975 y, con la excepción del motor instalado, la aparición de Ag-Cat de Grumman apenas cambió. En 1978 Gulfstream estadounidense compró Grumman estadounidense, y en 1979 vio la doble

entrenador de Ag-gato en el Salón Aeronáutico de París, aunque esto aparentemente fue diseñado y fabricado por alguna otra empresa. (ALL-AERO, 2017)

En 1979 Schweizer había producido 2.455 Ag-Gatos en su fábrica de Elmira, Nueva York: 1.730 G-164As, 659 G-164Bs, 44 G-164Cs y 22 G-164Ds - Super Ag-Cat Cs con un PT6A turbohélice. En 1981 Schweizer compró los derechos de fabricación y comercialización de Ag-Cat de Gulfstream americano, y produjo una mejora de G-164B conocido como el Ag-Cat B-Plus y alimentada por una 450-hp R-985 o un R- 600-hp 1340 Pratt & Whitney radial de nueve cilindros. (ALL-AERO, 2017)



**Figura 8** Representación gráfica del avión Grumman  
Fuente: (ALL-AERO, 2017)

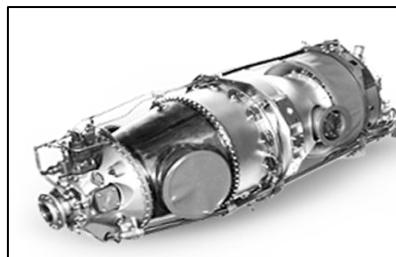
**Tabla 1:**

Características de la aeronave Grumman G-164B

<b>Nombre</b>	<b>Características</b>
<b>Motores:</b>	P & W R-985, 450 hp
<b>Asientos:</b>	2
<b>Carga alar:</b>	15,5 lb / sq.ft.
<b>Loading Pwr:</b>	13,5 lb / hp.
<b>Max con WT:</b>	6,075 lb.
<b>Peso en vacío:</b>	3025 lb.
<b>Equipado carga útil:</b>	3,023 lb.
<b>Carga útil máx combustible:</b>	2,543 lb.
<b>Rango máx combustible / 75% pwr:</b>	283 nm / 2,8 hrs.
<b>Techo de servicio:</b>	14.000 pies
<b>Ttapa de la tolva:</b>	300 USG.
<b>75% de crucero:</b>	103 kt.
<b>Velocidad de trabajo:</b>	91 kt.
<b>Resistencia de trabajo:</b>	3hr.
<b>Stall:</b>	61 kt.
<b>ROC:</b>	625 pies por minuto.
<b>Min longitud de campo:</b>	1820 ft

Fuente: (ALL-AERO, 2017)

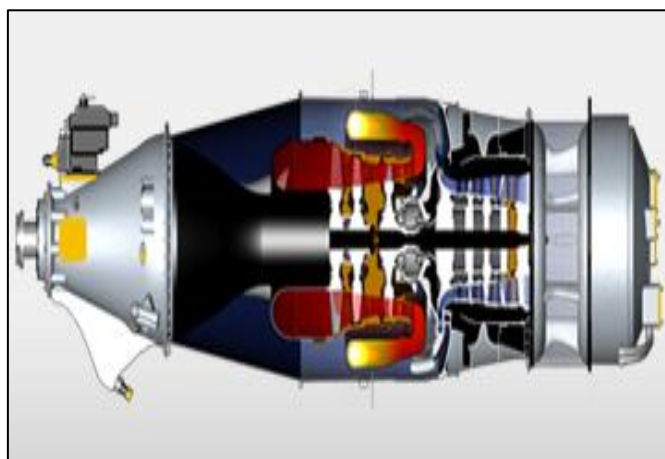
## 2.5 Motor PT6A

**Figura 9** Motor PT6

Fuente: (Pratt and whitney, 2015)

El motor turbohélice PT6A es una potencia que ofrece un rendimiento sin igual, fiabilidad y valor en su clase de 500 - 2000 potencia en el eje para una amplia gama de aplicaciones. Desde el transporte de personas en la aviación comercial y la compañía aérea, a dejar caer la carga en la oscuridad de la Antártida a 75 grados bajo cero y el apoyo a los esfuerzos ambientales en los programas de reforestación, la fiabilidad y la versatilidad de la familia PT6A continúa para ganar el más alto respeto por parte de los pilotos en todo el mundo. (Pratt and whitney, 2015).

La familia de motores PT6A sigue siendo el motor más popular del mundo en su clase y es uno de los mayores éxitos de P & WC. La experiencia adquirida en la PT6A ha ayudado a desovar muchas de las familias de motores que han hecho de P & WC líder mundial en el mercado de motores de turbina de gas. Operadores de motores PT6A son apoyados por asistencia global líder en la industria de P & WC. Esto incluye instalaciones durante 30 P & WC propiedad y que se denominan servicios de todo el mundo, más de 100 representantes de atención al campo en todos los continentes, un primer centro al cliente 24/7 para apoyo rápido experto, las capacidades de diagnóstico más avanzadas para este mercado y con los grande de los motores de alquiler y de cambio de P & WC en la industria. (Pratt and whitney, 2015)



**Figura 10** Motor utilizado  
**Fuente:** (Pratt and whitney, 2015)

## 2.6 Características del motor PT6

La familia de motores PT6A encarna tres series de modelos con niveles crecientes de energía, conocidos como PT6A 'Pequeño', 'Medio' y 'grande'. El aumento de los niveles de potencia se consigue mediante el incremento del flujo de aire del compresor y aumento del número de etapas de la turbina de potencia. La mayoría de los modelos recientes disfrutan de la ventaja de las tecnologías avanzadas adicionales en los materiales, el enfriamiento de la turbina y el diseño aerodinámico. (Pratt and whitney, 2015)

**Tabla 2**  
Características del motor PT6

	Termodinámica de energía Clase * (ESHP ***)	Mecánica de potencia Clase * (SHP)	Hélice de velocidad (máx. Rpm)	Altura ** (pulgadas)	Ancho ** (pulgadas)	Longitud ** (pulgadas)
PT6A 'Pequeño' (A-11 a A-140)	600 a 1075	A 500 900	1900 a 2200	A 21 de 25	21.5	A 61,5 64
PT6A 'Medio' (A-41 a A-62)	1000 a 1400	850 a 1050	1700 a 2000	22	19.5	A 66 72
PT6A 'Large' (A-64 a A-68)	1400 a 1900	700 a 1700	1700 a 2000	22	19.5	69 a 75,5

**Fuente:** (Pratt and whitney, 2015)

## 2.7 Instrumentos de la aeronave Grumman G-164B

Tenemos los instrumentos de la aeronave como son: Altímetro, Airspeed, Brújula, Horometro, los instrumentos del motor son los siguientes: Oil temp, fuel press, oil press, ITT, torque, %RPM, RPM Prop, y por último tenemos los instrumentos asociados con el sistema de fumigación en los cuales encontramos: AG-Flow Press y la pantalla del equipo AG-NAV Guía.

## 2.8 Altímetro.

El altímetro muestra la altura a la cual está volando el avión. El hecho de que sea el único aparato que indica la altitud del aeroplano hace del

altímetro unos de los instrumentos más importantes. Para interpretar su información, el piloto debe conocer sus principios de funcionamiento y el efecto de la presión atmosférica y la temperatura sobre este instrumento. El altímetro es simplemente un barómetro aneroide que, a partir de las tomas estáticas, mide la presión atmosférica existente a la altura en que el avión se encuentra y presenta esta medición traducida en altitud, normalmente en pies. Su principio de operación se basa en una propiedad de la atmósfera, "la presión disminuye con la altura". (Muñoz, 2015)

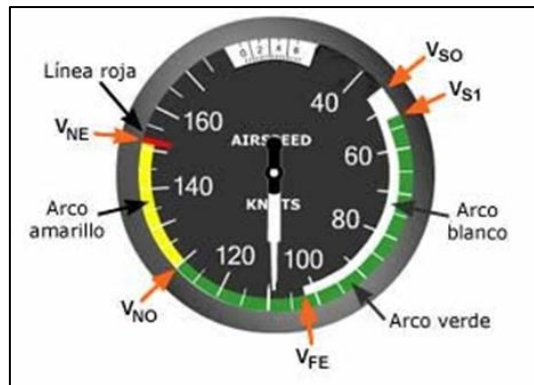


**Figura 11** Altímetro  
**Fuente:** (Muñoz, 2015)

## 2.9 Airspeed.

El indicador de velocidad aerodinámica o anemómetro es un instrumento que mide la velocidad relativa del avión con respecto al aire en que se mueve, e indica en millas terrestres por hora "m.p.h.", en los manuales de operación no hay casi ninguna maniobra que no refleje una velocidad a mantener, a no sobrepasar, recomendada, etc. además de que la mayoría de los números, críticos y no tan críticos, con los que se pilota un avión se refieren a velocidades: velocidad de pérdida, de rotación, de mejor ascenso, de planeo, de crucero, de máximo alcance, de nunca exceder, etc. (Muñoz, 2015)





**Figura 12** Indicador Airspeed  
**Fuente:** (Muñoz, 2015)

El instrumento es uno de los más importantes, puesto que aquel puede servirse de la información proporcionada para:

- a. **Limitar:** por ejemplo no sobrepasar la velocidad máxima de maniobra.
- b. **Decidir:** por ejemplo cuando rotar y cuando irse al aire en el despegue.
- c. **Corregir:** por ejemplo una velocidad de aproximación incorrecta.
- d. **Deducir:** por ejemplo que el ángulo de ataque que mantiene es muy elevado

**Códigos de colores.** Este sistema de marcas de colores permite al piloto determinar a simple vista ciertas limitaciones de velocidad que son importantes para manejar el avión con seguridad. Por ejemplo: si durante la ejecución de una maniobra el piloto observa que la aguja está en el arco amarillo y se va acercando con rapidez a la marca roja, la reacción inmediata debería ser reducir la velocidad. Las marcas de colores y su traducción a velocidades IAS son las siguientes: (Muñoz, 2015).

**Arco blanco** –Velocidades de operación con flaps extendidos, o velocidades a las cuales se pueden extender los flaps sin sufrir daños estructurales. El extremo inferior de este arco corresponde a la velocidad de pérdida con los flaps totalmente extendidos, peso máximo, motor al ralentí y tren de aterrizaje abajo ( $V_{S0}$ ). El extremo superior indica la velocidad límite de extensión de los flaps ( $V_{FE}$ ). Los flaps deben deflectarse únicamente en el rango de velocidades del arco blanco. Las velocidades de aproximación y

aterrizaje suelen estar comprendidas en el rango del arco blanco. (Muñoz, 2015).

**Arco verde** - Velocidades de operación normal del avión, la mayoría del tiempo de vuelo ocurre en este rango. El extremo inferior corresponde a la velocidad de pérdida con el avión limpio (flaps arriba), peso máximo, motor al ralentí y tren de aterrizaje abajo ( $V_{S1}$ ). El extremo superior marca el límite de la velocidad normal de operación ( $V_{NO}$ ), límite que no debe ser excedido salvo en aire no turbulento, y en ese caso además con mucha precaución. En este rango de velocidades el avión no tendrá problemas estructurales en caso de turbulencias moderadas. (Muñoz, 2015).

**Arco amarillo** - Margen de precaución. En este rango de velocidades solo se puede volar en aire no turbulento y aun así no deben realizarse maniobras bruscas que podrían dañar el avión. (Muñoz, 2015)

**Línea roja** - Velocidad máxima de vuelo del avión ( $V_{NE}$ ) o velocidad de nunca exceder (ne=never exceed). Esta velocidad no debe ser nunca rebasada ni siquiera en aire sin turbulencias so pena de producirle al aeroplano daños estructurales. Este límite viene impuesto por la capacidad de resistencia de las alas, estabilizadores, tren de aterrizaje, etc. (Muñoz, 2015).

Arco blanco	Rango de operación con flaps.
Límite inf.	Velocidad de pérdida con full flaps.
Límite sup.	Velocidad máxima con flaps extendidos.
Arco verde	Rango de operación normal.
Límite inf.	Velocidad de pérdida con flaps arriba.
Límite sup.	Velocidad máxima operación normal.
Arco amarillo	Rango de operación con riesgo estructural.
Límite inf.	Velocidad máxima operación normal.
Límite sup.	Velocidad de nunca exceder.
Línea roja	Velocidad de nunca exceder.

**Figura 13** Código de colores  
Fuente: (Muñoz, 2015)

## 2.10 Brújula

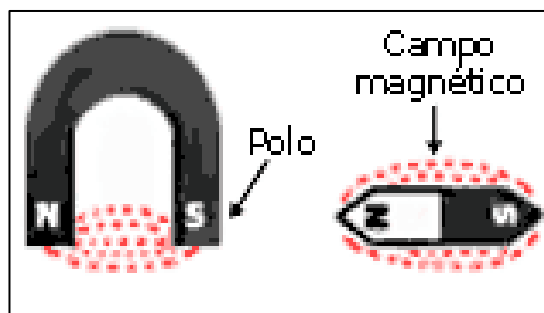
La brújula, también llamada compás magnético, es un instrumento que al orientarse con las líneas de fuerza del campo magnético de la tierra, proporciona al piloto una indicación permanente del rumbo del avión

respecto al Norte magnético terrestre. Este instrumento es la referencia básica para mantener la dirección de vuelo. (Muñoz, 2015).



**Figura 14** Brújula  
Fuente: (Muñoz, 2015)

Puesto que la brújula opera en base a principios magnéticos, primero unos principios básicos sobre esta fuerza. El magnetismo es la fuerza de atracción o repulsión que se produce en algunas sustancias, especialmente aquellas que contienen hierro y otros metales como níquel y cobalto, fuerza que es debida al movimiento de cargas eléctricas. Cualquier objeto, por ejemplo una aguja de hierro, que exhibe propiedades magnéticas recibe el nombre de magneto o imán. Un imán tiene dos centros de magnetismo donde la fuerza se manifiesta con mayor intensidad, llamados polo Norte y polo Sur, dándose la circunstancia que polos del mismo signo se repelen mientras que polos de distinto signo se atraen. Unas líneas de fuerza magnética fluyen desde un polo hacia el otro, curvándose y rodeando al imán, denominándose campo magnético al área cubierta por estas líneas de fuerza. (Muñoz, 2015).



**Figura 15** Campo magnético de los imanes  
Fuente: (Muñoz, 2015)

## 2.11 Horometro.

Un Horómetro es un dispositivo que registra el número de horas en que un motor o un equipo, generalmente eléctrico o mecánico ha funcionado desde la última vez que se ha inicializado el dispositivo. Estos dispositivos son utilizados para controlar las intervenciones de mantenimiento preventivo de los equipos.



**Figura 16** Horometro

## 2.12 Oil temp

Este instrumento es de vital importancia para verificar la temperatura en la cual se encuentra el aceite del motor, la cual se puede elevar producto de un mal funcionamiento. Este instrumento está ubicado en la cabina de la aeronave y su funcionamiento es creado por un principio de resistencia eléctrica que ejerce el sensor ubicado a la entrada de la bomba de aceite. Este elemento sensor tiene una resistencia la cual a medida que aumenta la temperatura del aceite se reduce su resistencia la cual permite el paso de corriente eléctrica lo que provoca que la corriente fluya y genere una indicación en el instrumento. El instrumento esta graduado en grados centígrados.



**Figura 17** Indicador de dirección

### 2.13 Fuel Press

Las características de los sistemas de combustible, frecuentemente hacen aconsejable controlar la presión de entrada a la bomba de combustible. En caso de una detención del flujo de combustible en vuelo, es conveniente localizar la fuente de la dificultad rápidamente, para determinar si el problema se ha desarrollado en el motor o en el sistema de combustible del avión, de forma que pueda tomarse la acción correctiva. Además la presión de entrada a la bomba de combustible indicará una posible cavitación en la entrada de dicha bomba en vuelo, y mostrará si el sistema de combustible está o no está operando adecuadamente durante las comprobaciones en tierra del motor. El indicador de flujo de combustible muestra el flujo del combustible en libras o kilogramos por hora hacia los inyectores de combustible. El flujo de combustible es de interés fundamental para controlar el consumo de combustible en vuelo, para comprobar la actuación del motor, y para el control del vuelo de crucero. El transmisor mide el flujo de combustible eléctricamente y una unidad electrónica envía una señal hacia el indicador proporcionar al flujo de combustible. (Instrumental, 2014)



**Figura 18** Fuel Pressure

### 2.14 Oil Press.

Para guardarse contra los fallos de motor resultantes de una inadecuada lubricación y refrigeración de las distintas piezas del motor debe controlarse el suministro de aceite a las áreas críticas. El indicador de presión de aceite muestra la presión transmitida por el transmisor de presión de aceite. En la mayoría de las instalaciones, el transmisor de presión de aceite usa como

elemento sensitivo de presión un transmisor. La capacidad del aceite de motor para realizar su trabajo de lubricación y refrigeración es función de la temperatura del aceite, así como también de la cantidad de aceite suministrado a las áreas críticas.



**Figura 19 Oil Pressure**

### **2.15 ITT**

Interstage Turbine Temperature, se encarga de medir la temperatura generada en el interior de las turbinas. Debido a la combustión generada durante el arranque el motor puede tener sobre temperaturas, las mismas que pueden ser monitoreadas mediante este instrumento. Fenómenos como arranques calientes pueden indicarse mediante la indicación de altas temperaturas, mediante lo cual tenemos la facilidad de apagar el motor con el objetivo de conservar los componentes mecánicos de la aeronave.



**Figura 20 ITT Indicator**

### **2.16 Torque**

Debido a que solamente una pequeña parte de la fuerza propulsora producida por un turbohélice se debe al empuje del chorro, ni la presión de

descarga de la turbina ni la relación de presión del motor se utilizan para indicar la potencia que está produciendo el motor. En su lugar se emplea un torquímetro para medir el nivel de potencia que el motor está desarrollando en tierra y en vuelo. En la mayoría de los sistemas lo que se utiliza es la presión de aceite del torquímetro para actuar un instrumento indicador de presión de aceite del torquímetro (que es proporcional a la potencia del motor) en libras por pulgada cuadrada (p.s.i). Algunos instrumentos indicadores de torque están calibrados para leerse en términos de libras-pies (lb-pies) de torque y algunos pueden leerse en caballos de potencia al eje (SHP) directamente.



**Figura 21** Torque Indicator

## 2.17 RPM Ng Percent y RPM Propeller

Es un medidor de revoluciones por minuto (RPM) las cuales representa en un dial, calibrado de 100 en 100 r.p.m. con marcas mayores cada 500 r.p.m. Este instrumento se alimenta de su propio sistema, es decir no requiere de corriente del avión. En aviones con hélice de paso fijo, este instrumento proporciona el número de RPM del cigüeñal del motor y por extensión, de la hélice; en aviones con hélice de paso variable, indica el número de RPM de la hélice. Algunos indicadores tacómetros, están expresados en porcentaje, al cual el 100% representa las revoluciones al máximo del motor. **Indicador Ng:** Usado para motores turbo hélice, representa las revoluciones del compresor de gas del motor (normalmente en motores PT6)



**Figura 22** RPM Ng Percent y RPM Propeller

### **2.18 Ag-Flow Press**

Este instrumento nos va a medir la presión con la cual se está esparciendo el producto para la fumigación. Este instrumento funciona mediante un indicador de presión que se encuentra en la cañería principal del flujo en el BOOM.



**Figura 23** Ag-Flow Press

### **2.19 Ag-Nav Guía GPS**

El sistema Ag-Nav es un sistema satelital el cual es utilizado en la fumigación, este sistema se encuentra instalado en la aeronave y es el encargado de controlar el flujo de producto a través del boom mediante señal satelital controlando el momento exacto de la aspersión. Este sistema digitaliza el terreno a fumigar y lo divide en secciones denominadas "Pases" el sistema cuenta con:

Pantalla GPS

Receptor.

Colador de Flujo



Flow Meter.  
Spray on/off  
Antena



**Figura 24** Ag-Nav Guía

## **2.20 Lugar, equipos de protección y herramientas.**

LAN Aero Fumigación, cuenta con un hangar y taller en la ciudad de Guayaquil en el aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo, con el espacio suficiente para guardar, proporcionar mantenimiento a las aeronaves. Además cuenta con la base de mantenimiento y operación en la Provincia de Los Ríos Cantón Quevedo.

Los equipos y herramientas que se procederán a utilizar pueden ser varios con funciones y finalidades diferentes, siempre van acompañados con normas e instrucciones así como también con sus respectivos certificados de calibración. Con los equipos y herramientas se intenta garantizar la calidad del trabajo y el desarrollo eficaz.

Los equipos de protección personal EPP sirven para cuidar el bienestar de la salud física del personal. Siempre se debe tener disponibles guantes de fuerza y nitrilo, overol o mandil de trabajo, zapatos de cuero con punta de acero, gafas protectoras, mascarillas, protectores auditivos y un chaleco de seguridad reflectante.

## 2.21 Protección a la cabeza.

Los elementos de protección a la cabeza, básicamente se reducen a los cascos de seguridad, estos cascos de seguridad proveen protección contra casos de impactos y penetración de objetos que caen sobre la cabeza y también pueden proteger contra choques eléctricos y quemaduras. El casco protector no debe caer de la cabeza durante las actividades de trabajo, para evitar se puede usar una correa sujeta a la quijada. (Montanares, 2016).



**Figura 25** Casco  
Fuente: (Montanares, 2016)

## 2.22 Protección de ojos y cara.

Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que pueda poner en peligro sus ojos, dispondrán de protección apropiada para estos órganos, los anteojos protectores para trabajadores ocupados en operaciones que requieran empleo de sustancias químicas corrosivas o similares, serán fabricados de material blando que se ajuste a la cara, resistente al ataque de dichas sustancias. (Montanares, 2016)

Para casos de desprendimiento de partículas deben usarse lentes con lunas resistentes a impactos. Para casos de radiación infrarroja deben usarse pantallas protectoras provistas de filtro y también pueden usarse caretas transparentes para proteger la cara contra impactos de partículas. (Montanares, 2016)



**Figura 26** Mascara  
Fuente: (Montanares, 2016)

### **2.23 Protección de los Oídos.**

Cuando el nivel del ruido exceda los 85 decibeles, punto que es considerado como límite superior para la audición normal, es necesario dotar de protección auditiva al trabajador y los protectores auditivos, pueden ser: tapones de caucho o orejeras (auriculares). (Montanares, 2016)



**Figura 27** Tapones de caucho  
Fuente: (Montanares, 2016)

### **2.24 Protección Respiratoria.**

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. (Montanares, 2016)



**Figura 28** Mascarilla  
Fuente: (Montanares, 2016)

### **2.25 Protección de Manos y Brazos.**

Los guantes que se doten a los trabajadores, serán seleccionados de acuerdo a los riesgos a los cuales el usuario este expuesto y a la necesidad de movimiento libre de los dedos, estos deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones y no deben usarse guantes para trabajar con o cerca de maquinaria en movimiento o giratoria. Los guantes que se encuentran rotos, rasgados o impregnados con materiales químicos no deben ser utilizados. (Montanares, 2016)



**Figura 29** Guantes  
Fuente: (Montanares, 2016)

### **2.26 Protección de pies y piernas.**

El calzado de seguridad debe proteger el pie de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas

sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico. (Montanares, 2016).



**Figura 30 Zapatos**  
Fuente: (Montanares, 2016)

Cinturones de seguridad para trabajo en altura.

Son elementos de protección que se utilizan en trabajos efectuados en altura, para evitar caídas del trabajador. Para efectuar trabajos a más de 1.8 metros de altura del nivel del piso se debe dotar al trabajador de: Cinturón o Arnés de Seguridad enganchados a una línea de vida. (Montanares, 2016)



**Figura 31 Cinturones de seguridad**  
Fuente: (Montanares, 2016)

### **Ropa de Trabajo.**

Cuando se seleccione ropa de trabajo se deberán tomar en consideración los riesgos a los cuales el trabajador puede estar expuesto y se seleccionará aquellos tipos que reducen los riesgos al mínimo. (Montanares, 2016)

### **Restricciones de Uso:**

- La ropa de trabajo no debe ofrecer peligro de engancharse o de ser atrapado por las piezas de las máquinas en movimiento.
- No se debe llevar en los bolsillos objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.
- Es obligación del personal el uso de la ropa de trabajo dotado por la empresa mientras dure la jornada de trabajo.



**Figura 32** Overol

Fuente: (Montanares, 2016)

## **CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA**

### **3.1 Preliminares**

La fabricación de este panel fue dispuesta por la falta de ergonomía en el sentido de visibilidad de los instrumentos de vuelo ya que el panel se encontraba en malas condiciones, con el apoyo del departamento de operaciones de la empresa LAN Ecuador, la misma que realiza fumigaciones aéreas a plantaciones de banano, junto con el personal de técnicos aeronáuticos discutimos el diseño de cómo va ser el nuevo panel, el nuevo panel llevara los mismos instrumentos que el anterior panel con la diferencia de que en el nuevo tenía que ir incorporada la pantalla del GPS en el centro del panel, para poder dar mayor visión y concentración al piloto al estar volando. Este sistema es el que ayuda a ver todas las hectáreas de plantaciones que se deben fumigar, ya que este sistema de GPS funciona

automáticamente al momento que pasa por las coordenadas ya prescritas y por esta razón su mirada debe estar tanto en la pantalla GPS como en el horizonte.



**Figura 33** Panel de instrumento.

### **3.2 Diseño.**

El diseño de este panel se lo realizo en AutoCAD el mismo que es un programa para el diseño de dibujos técnicos, se lo va a diseñar de tal forma que sea ergonómico para el piloto, todas las medidas son en pulgada el contorno del panel, las perforaciones para los instrumentos y el equipo GPS. En base al diseño su construcción se lo va a realizar en lámina 0.050in, siendo esta lámina de un espesor considerable y resistente dándole un dobles en la parte inferior donde van dos de los cuatro amortiguadores y otro dobles en la parte superior la cual le van a dar rigidez y firmeza al panel.

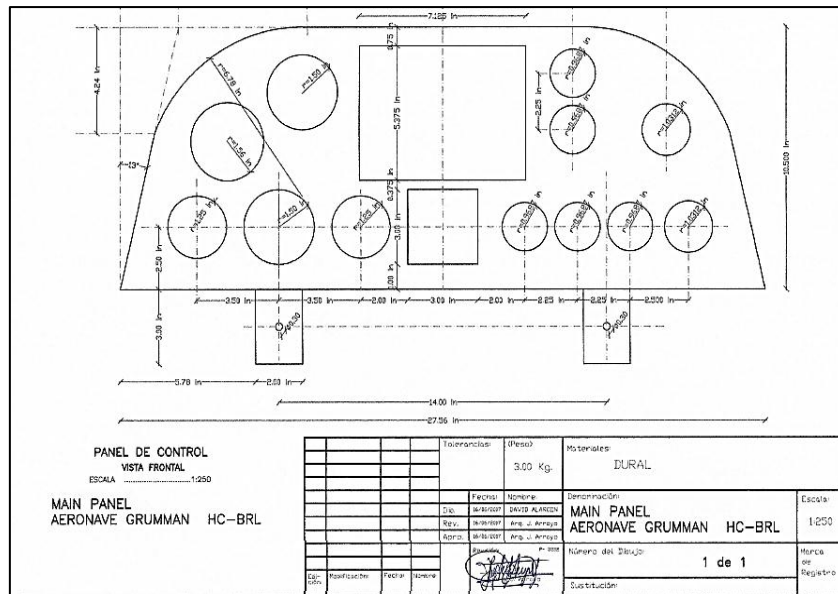


Figura 34 Diseño en autocad

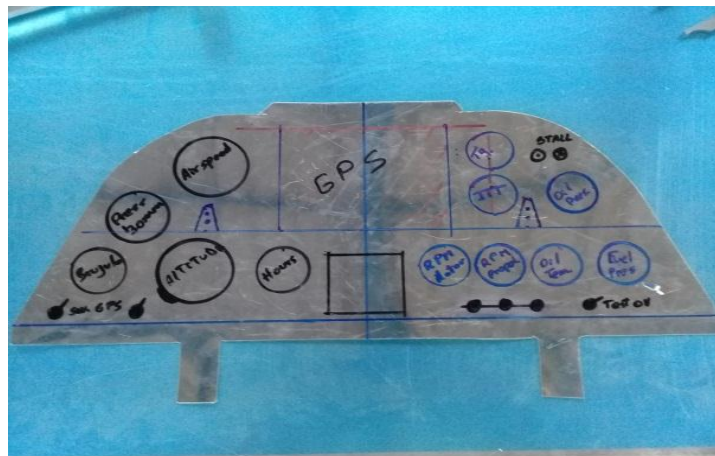
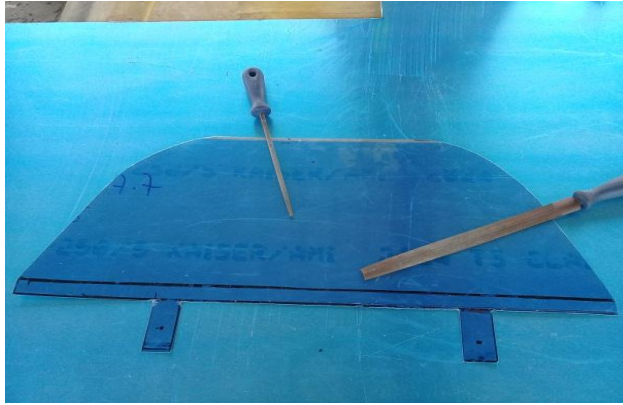


Figura 35 Diseño del Nuevo panel de instrumentos

### 3.3 Molde y corte de la lámina

Para la fabricación del panel se va a utilizar primero una lámina 0.025in de aleación de aluminio T3 en la cual se va a diseñar el cuerpo del panel completo, esto nos ayuda a moldear mejor los contornos y ángulos que se necesita tal como se muestra en la figura, hay que tener en cuenta que siempre tenemos que limar los bordes para evitar cortes en las manos.





**Figura 36** Corte de la lámina 0.025

### **3.3.1 Plantillado del panel en la lámina 0.050in**

Se plantilla en la lámina 0.050 el panel con un marcador permanente de cualquier color así como lo muestra la figura, ya plantillada se procede al corte utilizando tijeras rectas y tijeras curvas (izquierda y derecha). Cortada la lámina se procede al limado de los bordes del panel con limas planas y media caña, con este limado retiramos los residuos que deja las tijeras y le damos el afinamiento o el acabado con una lija # 180 para metal..



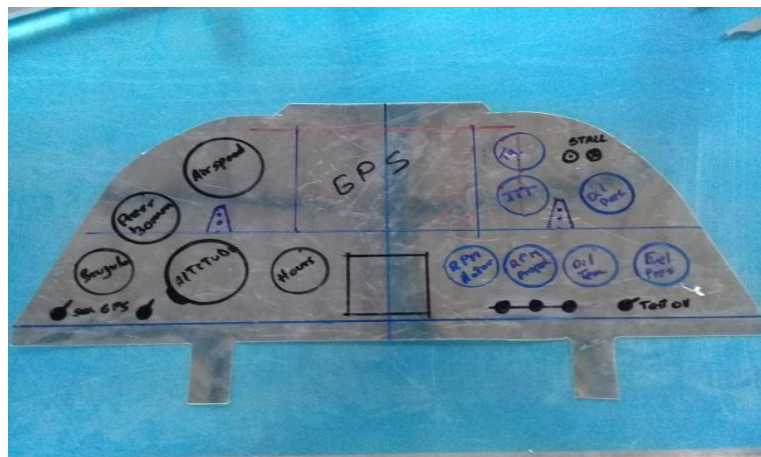
**Figura 37** Copia del diseño en la lámina 0.050in

### **3.3.2 Distribución de los instrumentos y equipo en el Panel.**

Se comienza trazando una línea en el centro del panel en cruz para poder distribuir correctamente el equipo de GPS, el mismo que va a ir centrado en la parte superior del panel, luego de esto se distribuye los instrumentos del motor en su orden esos van ubicados al lado derecho del

panel, y los instrumentos del avión van al izquierdo del mismo, en la esquina superior derecha va ubicado el switch de STALL. En la parte inferior derecha va la luz del generador, de beta, chip detector y el test de overspeed; al lado inferior izquierda están los switch del GPS.

Esta distribución lleva unos amortiguadores por la parte de atrás del panel dos en la superficie inferior y dos más en la dirección en la mitad del panel, estos son los que hay que tener en cuenta y dejarlo libre de roce con algún instrumento así como lo muestra en la figura.



**Figura 38** Distribución de los instrumentos en el diseño

### 3.3.3 Perforación para el Equipo GPS en el panel.

La primera perforación es la pantalla GPS la misma que tiene una altura de 5.375in y un ancho de 7.125in, para esto vamos a necesitar un taladro neumático con una broca 3/16, con los cuales se va a realizar cuatro agujeros en cada esquina del rectángulo que vamos a perforar y cortar, seguido de esto se procede a realizar el corte con una cortadora neumática con un disco de corte de 1mm de espesor, usamos esta herramienta porque, no se puede utilizar las tijeras para el corte inicial.

Los agujeros que se hicieron en cada esquina del rectángulo son para evitar que la cortadora no corte demás, teniendo en cuenta que se debe dejar una tolerancia al cortar para luego con una limas (plana – redonda), lija se le da acabado final.



**Figura 39** Perforación para la pantalla de GPS



**Figura 40** Corte en la lámina para el GPS



**Figura 41** Pulida del corte para el GPS

### **3.3.4 Perforación de los agujeros para los instrumentos del motor**

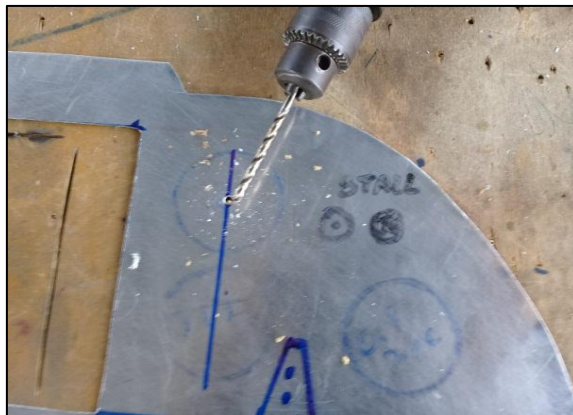
La perforación para los instrumento del motor se lo realiza con un taladro neumático, una broca 3/16, una vez que ya están marcados los lugares de

perforación se asienta la punta de la broca firmemente en el lugar marcado y se comienza a taladrar suavemente y aumentando la velocidad hasta realizar la perforación, se utilizó un calibrador pie de rey, un compás de corte, esta herramienta se gradúa acorde al diámetro que se necesita para la perforación circular. Los instrumentos que vamos a perforar con el mismo diámetro 0.9687in, son el de Torque, ITT, NG, NP, Oil Temperature.

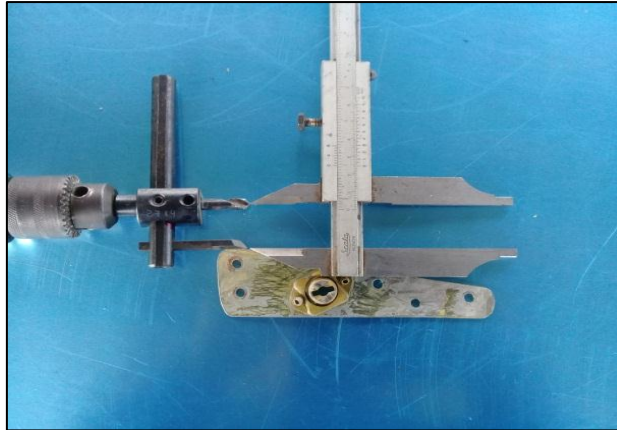


**Figura 42** Taladro neumático y compas de corte

Perforamos en el centro de la circunferencia colocando la broca 3/16 en el taladro, posterior graduamos la dimensión de los del agujero que vamos a perforaren el compás de corte con un radio de 0.9687in, utilizamos un calibrador pie de rey para graduar el radio de la circunferencia; en este va a ir ubicado el indicador de Torque del motor.



**Figura 43** Perforación central para el instrumento



**Figura 44** Calibrando el compás de corte



**Figura 45** Realizando el corte de la circunferencia



**Figura 46** Corte terminado para el instrumento

La siguiente perforación la realiza debajo del primero es decir a la misma distancia del primero que hubo al GPS con una separación entre ellos de 2.25in del centro de la circunferencia de la primera a la segunda perforación con el mismo radio 0.9687in ahí van a ir ubicados el indicador de ITT (Interstage Turbine Temperature).



**Figura 47** corte de la circunferencia



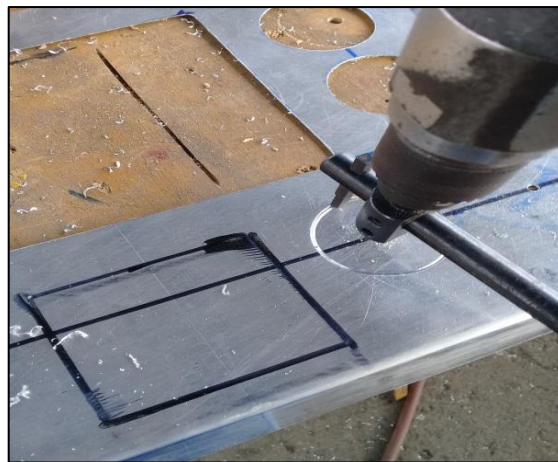
**Figura 48** Eliminando las asperezas

La siguiente perforación va en la misma dirección longitudinalmente de la segunda perforación con una distancia de 4in del centro de cada circunferencia y con un radio de 1.03125in, se procede a la perforación teniendo en cuenta siempre que hay que hacerle un agujero guía con una broca 3/16. Perforada la circunferencia se procede al acabado esto se lo realiza con limas media caña y lija número180 para así evitar que queden bordes filosos en la lámina y así evitar cortes en los dedos y manos.



**Figura 49** Coretes finales del panel de instrumentos

Las siguientes tres perforaciones se las realiza con el mismo radio o diámetro que las dos primeras, esas van ubicada por debajo de la línea horizontal que divide al panel a la mitad; desde esta línea tomamos referencia hacia abajo una distancia de 3in trazamos una línea paralela a la que hemos medido luego procedemos hacer las tres circunferencias con un radio de 0.9687in cada una, así como lo muestra la figura. Tienen la misma separación entre ellas de centro a centro entre los círculos 2.25in, de izquierda a derecha el primero va ubicado las RPM de los compresores NG, seguido de las RPM de la Hélice NP, por último esta temperatura de aceite.



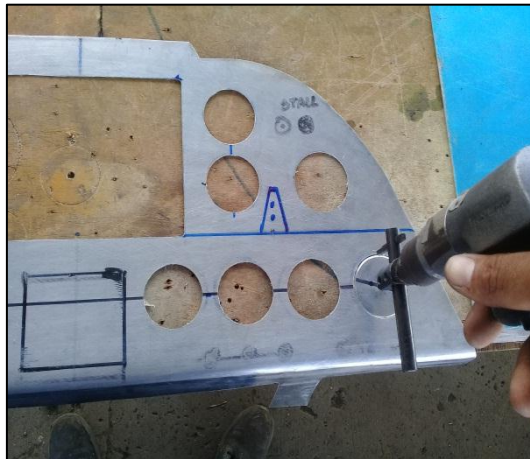
**Figura 50** Compas de corte



**Figura 51** Corte de la circunferencia

El último instrumento del motor es el de presión de combustible que va a ir ubicado longitudinalmente a una distancia de 2.5in del centro de la circunferencia donde va el instrumento de temperatura de aceite. Este

instrumento tiene un radio de 1.031in y se utiliza el mismo tipo de herramienta que se utilizó en los anteriores para su perforación.



**Figura 52** Ultimo corte de instrumentos



**Figura 53** Prueba de instrumentos en los espacios cortados

### **3.3.5 Perforación de los agujeros para los instrumentos del avión.**

Los instrumentos del avión van ubicado al lado izquierdo del panel estos corresponden al altímetro, airspeed, brújula y adicional también está ubicado de ese lado el oro metro y el medidor de presión del boom. El Horómetro es un instrumento que puede ir ubicado en cualquier parte del avión siempre y cuando sea visible y directa su lectura en el panel anterior estaba ubicado en la parte superior derecha así como lo muestra la figura.

Los instrumentos del avión van ubicado al lado izquierdo del panel estos corresponden al altímetro, airspeed, brújula y adicional también está ubicado de ese lado el oro metro y el medidor de presión del boom. El oro metro es



un instrumento que puede ir ubicado en cualquier parte del avión siempre y cuando sea visible y directa su lectura en el panel anterior estaba ubicado en la parte superior derecha así como lo muestra la figura.



**Figura 54** Antiguo panel de instrumentos

La siguiente perforación es del instrumento del airspeed independientemente de la distancia vertical esa se acomoda de acuerdo a como se va a realizar la perforación del agujero solo la distancia que tomamos desde el filo del cuadro del GPS hacia la izquierda al centro de la que va hacer la circunferencia es de 3.5in; para luego proceder a graduar la medida de la circunferencia en el compás de corte con un radio de 1.5in, se procede a taladrar el centro de la circunferencia con una broca 3/16in para hacer una guía para el compás de corte y así poder perforar correctamente, se lima los filos de la perforación con una lima media caña y lija 180 para probar el instrumento y si le falta diámetro con una lima media caña se le rebaja hasta que entre el instrumento tal como lo muestra la figuras.



**Figura 55** Perforación en la lámina



**Figura 56** Corte en la lamina



**Figura 57** Eliminado de asperezas

El siguiente instrumento es el altímetro, este instrumento va ubicado en la misma línea de referencia vertical del airspeed y en la horizontal de los instrumentos del motor que se encuentran a la derecha del panel esto es para llevar una simetría y orden de los instrumentos. Graduamos el compás de corte con un radio de 1.5in perforamos el centro de la circunferencia con una broca 3/16, para que sirva de guía y proceder al corte con el compás de corte, se realiza el mismo procedimiento que la perforación anterior que es limar y lijar los bordes del agujero tal como lo muestra en la figura.



**Figura 58** Perforación de la lámina



**Figura 59** Corte de la circunferencia



**Figura 60** Limando asperezas

La brújula es uno de los instrumentos que no debe estar cerca de equipos eléctricos o instrumentos que funcionen con señales eléctricas, es por ello que estará ubicada en la esquina izquierda inferior del panel a una distancia de 4in desde el centro del altímetro hasta el centro de la circunferencia de donde va a ir ubicada la brújula. Se gradúa el compás de corte con un radio de 1.125in y se procede hacer una guía en el centro de la circunferencia con un taladro y una broca 3/16, se perfora con el compás de corte para luego limar los residuos que quedan en el filo de la circunferencia utilizando lima media caña y lija.



**Figura 61** Pulir la circunferencia



**Figura 62** Perforando para otro instrumento

El siguiente instrumento es el oro metro este va estar ubicado al lado derecho del altímetro a una distancia de 3.5in desde el centro de la circunferencia al centro de la circunferencia del oro metro. Graduamos el compás de corte con un radio 1.25in realizamos el mismo procedimiento que el anterior con una broca hacemos la guía para después con el compás de corte perforar la circunferencia, limamos y lijamos hasta que no haya residuos en los bordes.



**Figura 63** Corte para el oro metro

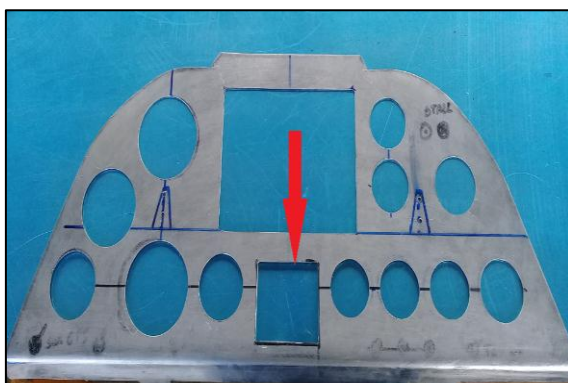
Por ultimo está el medidor de presión del boom este instrumento se lo pondrá en un espacio que queda entre el airspeed y el altímetro casi al filo izquierdo y en la raya céntrica del panel así como lo muestra la figura. Graduamos el compás de corte con un radio de 1.3125in, siempre se debe realizar una guía con una broca para que sea la guía del compás de corte y poder perforar correctamente se lima y lija los bordes para evitar cortes en los dedos.



**Figura 64** Corte para el medidor de presión

### **3.3.6 Perforación del panel para tener una vista del Hopper del avión al momento del llenado del producto.**

Esta perforación es cuadrada tiene un diámetro de 3x3in, la perforación la realizamos con una cortadora rápida neumática es la misma que se utilizó para cortar el agujero de la pantalla GPS. El propósito para este agujero es que permite visualizar al piloto al momento que se le está llenando de producto químico de fumigación y así evitar el derrame del mismo



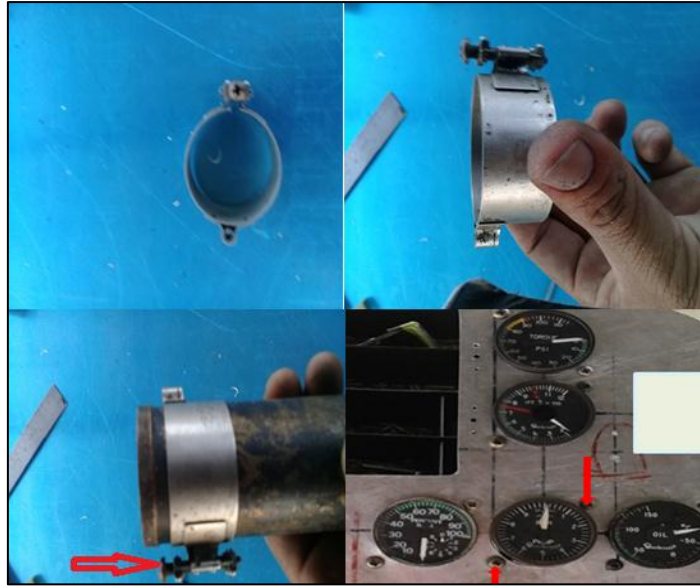
**Figura 65** Perforación para vista del Hopper



**Figura 66** Panel colocado y con vista al Hopper

### **3.3.7 Indicación de cómo van a ir sujetos a los instrumentos de todo el panel y equipo GPS.**

Una parte de los instrumentos del motor van sujetos con un tipo de abrazadera que consta de dos tornillos, uno es fijo y el otro es el que permite regular a la abrazadera para sujetar el instrumento en el panel así como lo demuestran las siguientes imagen. El OILTEM, FUELPRESS, el medidor de la presión del BOOM, son sujetos con unas bichas desde la parte de atrás del panel. Este tipo de instrumentos no lleva tornillos por la parte de afuera del panel como es el caso de los instrumentos que son con abrazaderas.

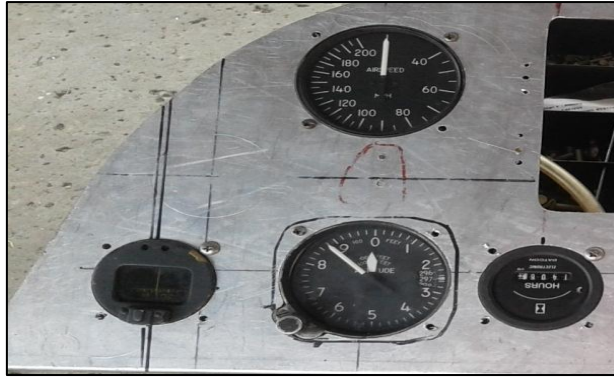


**Figura 67** Puesta de abrazaderas a instrumentos

El OILTEMP, FUELPRESS, el medidor de la presión del BOOM, son sujetados con unas binchas desde la parte de atrás del panel. Este tipo de instrumentos no lleva tornillos por la parte de afuera del panel como es el caso de los instrumentos que son con abrazaderas. El ALTIMETRO, AIRSPEED, BRUJULA; van sujetos con una binchas las cuales están ubicadas en los agujeros de los instrumentos y se aseguran por la parte delantera del panel con tornillos así como muestra la imagen, del mismo modo el Horómetro está sujeto con cuatro tornillos con tuerca.

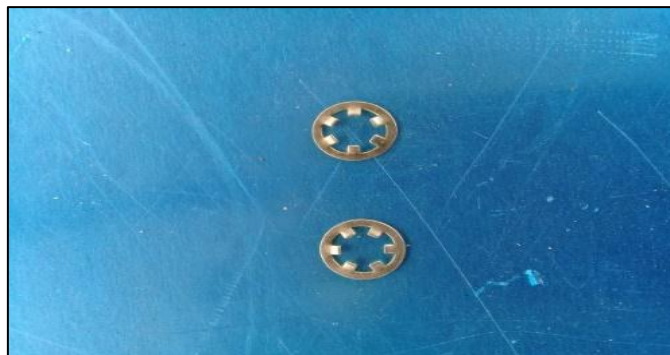


**Figura 68** Colocación de las binchas para el OILTEMP



**Figura 69** Colocación del FUELPRESS

El GPS va a estar sujeto con cuatro broches y anillos de presión, estos van a ir colocado en la pantalla del GPS con unas láminas cortadas dobladas y moldeadas así como lo muestran las siguientes figuras.



**Figura 70** Anillo de Presión

Los cuatros receptáculos estarán ubicados en el panel centrados en el agujero de tal forma que al montar la pantalla del GPS esta quede centrada así como lo demuestran las siguientes figuras y esto nos ayudara a una fácil remoción e instalación del equipo. La forma de cómo van a ser instalados va a ser con remaches solidos cabeza plana avellanados de 3/32 inch, los sujetadores a los receptáculos con un cleco 3/32 que son de la misma medida del remache y se procede a martillarlos con la pistola de impacto neumática, la buterola plana y el aguantador o dolé.

### **3.3.8 Instalación del LORD Rubber en el Panel.**

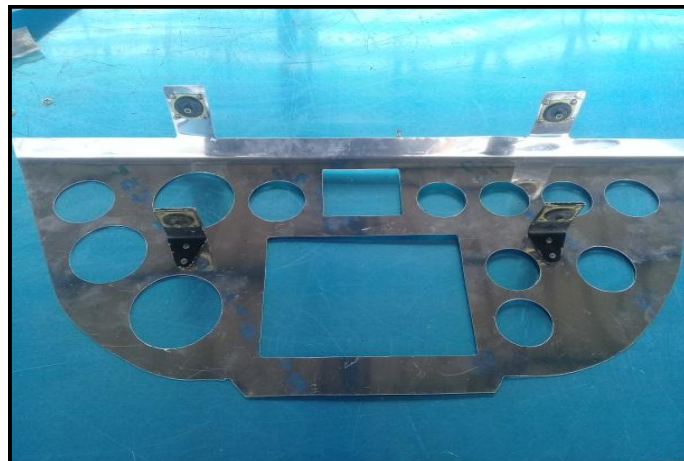
En este punto se va a proceder a colocar los LORD Rubber o amortiguadores del panel son los dos que van ubicados en la parte inferior y dos en el centro del panel estos dos últimos se los desmontamos del panel



anterior para luego ser montados en el nuevo panel y nos guiamos por las misma medida que tiene el panel anterior, así como se demuestra en la ilustración de las figuras. Los nuevos LORD Rubber o amortiguadores se los fija o en las bases con remaches cabeza universal de 1/8 de diámetro por 3/16 de largo del vástago del remache.



**Figura 71** Colocación de los amortiguadores



**Figura 72** Puesta de los amortiguadores

### **3.3.9 Pintado del panel.**

Se lo lava con desengrasante y abundante agua el panel, se lo deja secar bien para después aplicarle una capa de Primer, el cual va hacer una película de protección contra la corrosión y después de una hora que se ha secado el primer se procede a pasarle el fondo dejando secar de un día para

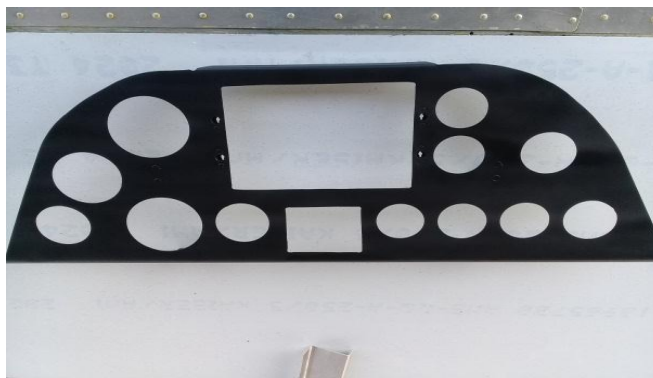
otro; por ultimo lo terminamos pintando de color negro mate ya está culminada la construcción del MAIN PANEL.



**Figura 73** Preparación del primer



**Figura 74** Pintada del panel con primer



**Figura 75** Vista final del nuevo panel de instrumentos

**NOTA:**

La instalación del panel de los instrumentos y equipos fueron realizadas por un técnico en aviónica adicional el mismo se encargó de la ubicación de los TEST de STALL, swith del equipo GPS, Luz de BETA, Luz del Generador, Luz del CHIP DETECTOR, TEST OVERSPEED.



**Figura 76** Panel instalado en la aeronave

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- Las investigaciones técnicas se basaron por el documento que existe que es el Certificado Tipo Suplementario #.SA1377GD, el mismo que nos indica desde cuando se realizó la conversión de radial a turbohélice y además también está el bosquejo de cómo va la distribución de los instrumentos del motor y avión.
- La construcción del Main Panel fue dispuesta por el departamento de operaciones, su diseño fue consultado con todos los técnicos aeronáuticos de la empresa hasta lograr construir el que está acorde a la comodidad del piloto; los materiales que se usaron fueron analizados por el espesor del material, por su peso y resistencia.
- La rehabilitación de este panel al momento de su construcción fue dar una forma más ergonómica para el piloto en su visión hacia el horizonte ya que esto permite ver todos los equipos directamente sin desviar la vista del horizonte. Todas las herramientas y equipos que se utilizaron permitieron darle forma a este elemento.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Tener en cuenta que siempre en un trabajo en lo que se refiere a aviación se tiene que respaldar con documentos ya que esta es una guía de cómo se va a realizar el trabajo
- Cuando se realiza una rehabilitación de algún elemento de un avión siempre tener en cuenta que el tipo de material al ser usado debe cumplir con todas las normas de seguridad dispuesta por la autoridades competentes
- La seguridad es lo primero al momento de utilizar las herramientas y equipos en la construcción de panel ya que en una mala maniobra puedes sufrir un incidente o accidente, por lo tanto siempre se debe usar el equipo de seguridad.

## ABREVIATURAS

**m.p.h:** La milla por hora (mph) es una unidad de medida de velocidad que expresa el número de millas internacionales recorridas por hora.

**ITT:** Temperatura de la turbina interna (Interstage Turbine Temperature)

**NG:** Usado para motores turbo hélice, representa las revoluciones del compresor de gas del motor (normalmente en motores PT6).

**NP:** Revoluciones de la hélice (Propeller)

**RPM:** Es el instrumento que indica el número de vueltas en el motor, es el tacómetro.

**LAN:** Líneas Aéreas Nacionales Ecuador S.A (Lan Ecuador)

**G-164B:** Número de serie del avión grumman

**DAG:** Dirección general de aviación

**PT6:** Es un motor aeronáutico turbohélice

**Lb:** Libras

**Hp:** Caballo de fuerza

**Fpm:** Pies por minuto

**Gps:** Sistema americano de navegación y localización mediante satélites.

**Epp:** El equipo de protección personal.

## GLOSARIO DE TERMINOS

### A

**Aleación de aluminio T3:** Solución tratada térmicamente, trabajada en frío y envejecida a Tamba hasta alcanzar una condición estable.

**Airframe:** La estructura que conforma la aeronave fuselaje.

**Airplane:** aeronave, objeto creado por el hombre que puede sustentarse en el aire.

**AMM:** Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

**AutoCAD:** Es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros.

**Aviación:** Término aplicado a la ciencia y práctica del vuelo de las aeronaves más pesadas que el aire, incluyendo aviones, planeadores, helicópteros, ornitópteros, autogiros, aeronaves VTOL (despegue y aterrizaje vertical) y STOL (despegue y aterrizaje corto).

## B

**Bolt:** Termino mediante el cual se denomina a un perno.

**Boroscope:** Equipo de inspección el cual se utiliza para la inspección de las partes internas del motor.

## D

**DGAC:** Dirección de Aviación Civil

## E

**Engine:** Motor, máquina que transforma la energía química en energía mecánica.

**Exhaust:** Escape, última sección del motor donde se expulsan los gases de escape.

## F

**Fertilizantes:** Son sustancias que contienen elementos o compuestos químicos nutritivos para los vegetales, en forma tal que pueden ser absorbidos por las plantas. Se los utiliza para aumentar la producción, reponer y evitar deficiencias de nutrientes y propender al mejoramiento sanitario de las plantas.

**Fire:** Fuego, fenómeno químico que se desenvuelve en la presencia de oxígeno, combustible y una chispa

**Flap:** superficie aerodinámica controlada por un motor eléctrico que, al abatirse, aumenta la capacidad de sustentación del ala del avión.

**FUELPRESS:** Controla la presión de entrada a la bomba de combustible.

**Fungicidas:** Un fungicida, es una sustancia (química o biológica) utilizada para prevenir, inhibir o eliminar los hongos o sus esporas. Los hongos como el Mildiu y el Oídio que suelen atacar a cultivos como el del tomate, pueden causar graves daños, especialmente en agricultura, por las grandes pérdidas en el rendimiento, en la calidad y en el aprovechamiento de las cosechas.

## G

**Giroscopio:** Es un dispositivo con característica esférica en su forma con un objeto en su centro en forma de disco, montado en un soporte cardánico, de manera que pueda rotar libremente en cualquier dirección sobre su eje de simetría. Su principio de funcionamiento está basado en la conservación del momento angular, por eso es utilizado para medir la orientación o para mantenerla haciendo uso de las fuerzas que ejercen en su sistema de balanceo.

## H

**Horómetro:** Es un dispositivo que registra el número de horas en que un motor o un equipo, generalmente eléctrico o mecánico ha funcionado desde la última vez que se ha inicializado el dispositivo. Estos dispositivos son utilizados para controlar las intervenciones de mantenimiento preventivo de los equipos.

## L

**Limpieza.-** Acción de remover y/o desnaturalizar los residuos de plaguicidas presentes en una aeronave.

## M

**Main Engine Controler:** Es una unidad hidromecánica la cual está encargada de proporcionar la cantidad exacta de combustible hacia el motor.

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

## O

**OILTEM:** Muestra la temperatura del aceite a medida que entra en los compartimentos de los cojinetes del motor. La temperatura de entrada del aceite también sirve como una indicación del adecuado funcionamiento del radiador de aceite del motor.

## P

**Pesticidas:** Es cualquier sustancia o mezcla de sustancias dirigidas a destruir, prevenir, repeler, o mitigar alguna plaga. El término pesticida se puede utilizar para designar compuestos que sean herbicida, fungicida, insecticida, o algunas otras sustancias utilizadas para controlar plagas.



**Pie derey:** El calibre, también denominado calibrador, cartabón de corredera o pie de rey, es un instrumento de medición, principalmente de diámetros exteriores, interiores y profundidades, utilizado en el ámbito industrial.

**Primary sleeve assembly:** Es un componente del motor el cual se encarga de concentrar los gases de escape en un solo flujo jet.

**Presión estática:** Es la que tiene un fluido, independientemente de la velocidad del mismo, y que se puede medir mediante la utilización de tubos piezométricos. La **presión** total que ejerce un fluido -bien sea gaseoso o líquido- se define como la suma de la presión estática y la presión dinámica.

**Power Lever:** Termino con el cual se identifica a la palanca de potencia.

**Producto Fitosanitario:** Es una expresión general que se utiliza para identificar un grupo de sustancias destinadas a prevenir, atraer, repeler o controlar cualquier plaga de origen animal o vegetal durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de productos agrícolas y sus derivados.

## S

**STALL:** La entrada en pérdida (stall en inglés) es un fenómeno aerodinámico que consiste en la disminución más o menos súbita de la fuerza de sustentación que genera la corriente incidente sobre un perfil aerodinámico.

**Structural repair:** Inspección a cierto componente con el objetivo de conocer su condición física estructural.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aerofumigacion, L. (2015). *LAN FUMIGACION*. Obtenido de [www.lanfumigacion.com.ec](http://www.lanfumigacion.com.ec).

ALL-AERO. (2017). [www.all-aero.com](http://www.all-aero.com).

Barros, P. (2011). *INDUSTRIALIZACIÓN AERONAÚTICO y AEROEPACIAL (SIGLO XX)*.

Instrumental, V. (2014). *El vuelo por instrumentos*.

Montanares, J. (07 de 2016). *Salud ocupacional*. Obtenido de [https://www.paritarios.cl/especial\\_epp.htm](https://www.paritarios.cl/especial_epp.htm)

Muñoz, M. A. (2015). Obtenido de <http://www.manualvuelo.com/INS/INS21.html>

Noriega. (1999). *TAMSA*.

*Pratt and whitney*. (2015). Obtenido de <http://www.pwc.ca/en/engines/pt6a>

Sanderson. (2004).

Tamsa. (2016). [www.tamsa.es/historia.htm](http://www.tamsa.es/historia.htm).

Topical, R. (1957). *The Story of Aviation. Vol 10, pag 312 – 2328R*. New York, : The Richards Company, Inc.

Turmero, I. J. (2008). *Mantenimeinto Aeronautico*.

Vivian, E. C. (1992). *History of Aeronautics*.

Aerofumigacion, L. (2015). *LAN FUMIGACION*. Retrieved from [www.lanfumigacion.com.ec](http://www.lanfumigacion.com.ec).

ALL-AERO. (2017). [www.all-aero.com](http://www.all-aero.com).

Barros, P. (2011). *INDUSTRIALIZACIÓN AERONAÚTICO y AEROEPACIAL (SIGLO XX)*.

Instrumental, V. (2014). *El vuelo por instrumentos*.

Montanares, J. (2016, 07). *Salud ocupacional*. Retrieved from [https://www.paritarios.cl/especial\\_epp.htm](https://www.paritarios.cl/especial_epp.htm)

Muñoz, M. A. (2015). Retrieved from <http://www.manualvuelo.com/INS/INS21.html>

Noriega. (1999). *TAMSA*.

*Pratt and whitney*. (2015). Retrieved from <http://www.pwc.ca/en/engines/pt6a>

Sanderson. (2004).

Tamsa. (2016). [www.tamsa.es/historia.htm](http://www.tamsa.es/historia.htm).

Topical, R. (1957). *The Story of Aviation*. Vol 10, pag 312 – 2328R. New York, : The Richards Company, Inc.

Turmero, I. J. (2008). *Mantenimeinto Aeronautico*.

Vivian, E. C. (1992). *History of Aeronautics*.