



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA PALAS DEL  
HELICÓPTERO AS 350 B2 PARA LA UNIDAD AEROPOLICIAL DE  
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS.”**

**NOMBRE DEL AUTOR**

**JUAN CAMILO MUÑOZ VIAFARA**

**Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado  
de:**

**TECNÓLOGO EN:**

**MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**AÑO 2014**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el **Sr. JUAN CAMILO MUÑOZ VIAFARA**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**.

---

**TLGO. ULICES CEDILLO**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga 15 de mayo 2014

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a Dios por ser el inspirador para cada uno de mis pasos dados en mi convivir diario; a mis padres por ser los guía en el sendero de cada acto que realizo hoy, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, y ayuda, porque me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos, por ellos soy lo que soy.

A Dios, mis padres, mi hermana y a esas personas, quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera, con orgullo les dedico mi proyecto, que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga aun cuando todo se complicaba.

Los amo.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”. Thomas Chalmers

**JUAN CAMILO MUÑOZ VIAFARA**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi Dios, por haberme acompañado y guiado durante toda mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo de felicidad.

A mis padres por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación y a esas personas que siempre han estado conmigo en los momentos buenos y malos y que siempre han sido incondicionales.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de todas esas personas.

A todos ellos, muchas gracias.

“Estar preparado es importante, saber esperar lo es aún más, pero aprovechar el momento adecuado es la clave de la vida.” Arthur Schnitzler

**JUAN CAMILO MUÑOZ VIAFARA**

## RESUMEN

El presente proyecto se refiere al diseño y construcción de un soporte para palas del helicóptero AS 350B2 para la unidad Aeropolicial de Santo Domingo de los Tsachilas.

El tema fue planteado bajo un estudio e investigación que fundamenta la necesidad de desarrollar este proyecto, así mismo se establece los objetivos a alcanzarse para así obtener resultados adecuados.

Consta de un análisis económico necesario para la realización de este proyecto de una manera detallada en cuanto a componentes y a la mano de obra.

Además se detalla todos y cada uno de los procesos que involucran la construcción del soporte, en los cuales abarca el diseño, medición, corte, soldadura, pintura y demás procesos que se realizaron para así cumplir con los estándares y requerimientos exigidos por los organismos reguladores de aviación.

## **SUMMARY**

The present project it refers to the design and construction of a support for blades of the helicopter AS 350B2 for the unit Aeropolicial of Santo Domingo of the Tsachilas.

The topic was raised under a study and investigation that bases the need to develop this project; likewise the aims are established to be reaching this way to obtain suitable results.

It consists of an economic analysis necessary for the accomplishment of this project of a way detailed as for components and to manpower.

Besides there are detailed each and every of the processes that involve the construction of the support, in which it includes the design, measurement, court, weld, painting and other processes that were realized this way to expire with the standards and requirements demanded by the organisms.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
RESUMEN .....	V
SUMMARY .....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII

## CAPÍTULO I

### TEMA

1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación e importancia .....	1
1.3 Objetivos .....	2
1.3.1 General .....	2
1.3.2 Específicos .....	2
1.4 Alcance .....	2
CAPÍTULO II .....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Mantenimiento .....	4
2.2 Mantenimiento preventivo .....	4
2.3 Mantenimiento correctivo .....	4

2.4 Trabajos Técnicos Aeronáuticos .....	5
2.5 Helicóptero.....	5
2.6 Perfil alar.....	5
2.7 Partes de un perfil .....	6
2.7.1 Borde de ataque.....	6
2.7.2 Borde de salida .....	6
2.7.3 Intradós .....	6
2.7.4 Extradós.....	7
2.7.5 Región de curvatura máxima.....	7
2.7.6 Región de Espesor máximo .....	7
2.8 Rotor de helicóptero.....	7
2.9 Rotor de cola.....	8
2.10 Palas.....	8
2.11 Características de las palas .....	9
2.11.1 Fuerza centrífuga .....	9
2.11.2 Fuerza de tracción .....	9
2.11.3 Fuerza de reacción .....	9
2.11.4 Materiales compuestos .....	9
2.11.5 Fibras.....	10
2.12 Esfuerzos.....	10
2.12.1 Esfuerzo normal .....	11
2.12.2 Esfuerzo directo .....	11
2.12.3 Esfuerzo de compresión.....	11
2.12.4 Esfuerzo cortante .....	11
2.12.5 Tensión cortante o tensión de corte .....	12
2.12.6 Esfuerzo cortante horizontal.....	12



2.12.7 Esfuerzo cortante longitudinal .....	12
2.12.8 Esfuerzo torsional .....	12
2.13 Características de materiales .....	13
2.13.1 Plasticidad.....	13
2.13.2 Elasticidad.....	13
2.13.3 Conductividad .....	13
2.13.4 Densidad.....	13
2.13.5 Fusibilidad .....	13
2.13.6 Dureza .....	13
2.13.7 Maleabilidad.....	14
2.13.8 Tenacidad .....	14
2.13.9 Ductilidad .....	14
2.13.10 Compresión.....	14
2.13.11 Flexión .....	14
2.13.12 Impacto .....	14
2.13.13 Tensión o tracción .....	15
2.13.14 Fatiga .....	15
2.13.15 Soldadura.....	15
2.13.16 Propiedades físicas .....	15
2.13.17 Oxidación .....	15
2.13.18 Corrosión .....	16
2.13.19 Corrosión uniforme.....	16
2.13.20 Corrosión galvánica.....	16
2.13.21 Corrosión por picaduras .....	17
2.13.22 Corrosión por hendiduras .....	17
2.13.23 Corrosión intergranular.....	17

2.14 Electrodo.....	17
2.14.1 Nomenclatura de los electrodos .....	18
2.15 Estructura.....	20
2.16 Carga .....	21
2.16.1 Tipos de carga: .....	21
2.17 Fuerza (F) .....	21
2.18 Viga.....	21
2.19 Equipo de protección para soldar .....	22
2.20 Proceso de Pintura.....	22
2.20.1 Thinner.....	22
2.20.2 Cinta de enmascarar .....	23
2.20.3 Primer .....	23
2.20.4 Pintura de poliuretano .....	23
2.21 Ergonomía .....	23
2.22 Normas de seguridad para soldar .....	24
2.22.1 Normativa vigente: .....	25
CAPÍTULO III.....	27
DESARROLLO DEL TEMA.....	27
3.1 Preliminares .....	27
3.2 Desarrollo de la Propuesta:.....	27
3.2.1 Diseño:.....	27
3.2.2 Análisis de diseño .....	28
3.2.3 Cálculos de diseño .....	28
3.3 Procesos de construcción .....	33

3.3.1 Elección del electrodo .....	34
3.4 Proceso de pintura .....	38
3.5 Dimensiones del soporte para palas del helicóptero .....	40
3.6 Codificación de Máquinas, Equipos y Herramientas.....	40
3.6.1 Codificación de maquinas .....	40
3.6.2 Codificación de equipos .....	40
3.6.3 Codificación de herramientas .....	41
3.7 Simbología .....	41
3.8 Diagramas de Procesos de Construcción .....	42
3.8.1 Diagrama de Proceso de Construcción de la estructura.....	42
3.9 Funcionamiento .....	45
3.10 Tipos de manuales.....	46
3.11 Análisis económico .....	51
3.11.1 Presupuesto.....	51
3.11.2 Análisis de costos .....	51
3.11.2.1 Costos primarios .....	51
3.11.2.1.1 Costos materiales.....	51
3.11.2.1.2 Costo de utilización de herramientas y equipos.....	52
3.11.2.1.3 Costos por Mano de Obra .....	52
3.11.2.1.4 Total costos primarios .....	53
3.11.2.2 Costos Secundarios .....	53
3.11.3 Costo total del proyecto.....	53

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones .....	54
4.2 Recomendaciones .....	54
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	56
ANEXOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
HOJA DE VIDA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPITULO II

Figura 2. 1. Perfil alar.....	6
Figura 2. 2. Rotor .....	8
Figura 2. 3. Rotor de cola.....	8
Figura 2. 4. Palas .....	9
Figura 2. 5. Esfuerzos .....	10
Figura 2. 6. Electrodo.....	18
Figura 2. 7. Especificación del último dígito del electrodo .....	20
Figura 2. 8. Equipo de protección para soldar .....	25

## CAPITULO III

Figura 3. 1. Diagrama de cuerpo libre .....	29
Figura 3. 2. diagrama de momentos.....	31
Figura 3. 3. Medidas para corte del tubo. ....	33
Figura 3. 4. Corte del tubo.....	34
Figura 3. 5. Base del soporte. ....	34
Figura 3. 6. medida de ángulos rectos. ....	35
Figura 3. 7. medida del ángulo recto del tubo vertical. ....	35
Figura 3. 8. suelda tubo horizontal de apoyo.....	36
Figura 3. 9. medida del ángulo .....	36
Figura 3. 10. tubo de 1" en cada lado.....	37
Figura 3. 11. ruedas del soporte soldadas. ....	37
Figura 3. 12. proceso de pintura .....	38
Figura 3. 13. proceso de pintura del soporte .....	38

Figura 3. 14. proceso de pintura del soporte .....	39
Figura 3. 15. revestimiento de caucho .....	39
Figura 3. 16. Soporte para las palas del helicóptero .....	40

# ÍNDICE DE TABLAS

## CAPITULO III

Tabla 3. 1. Criterios de esfuerzo de diseño para la determinación de la fuerza cortante.....	28
Tabla 3. 2. Dimensiones de tubos estructural cuadrado.....	30
Tabla 3. 3. Dimension de tubo estructural rectangular .....	31
Tabla 3. 4. dimensiones tubo estructural cuadrado .....	32
Tabla 3. 5. Dimensiones del soporte para palas del helicóptero.....	40
Tabla 3. 6. Codificación de Máquinas .....	40
Tabla 3. 7. Codificación de Equipos .....	40
Tabla 3. 8. Codificación de Herramientas.....	41
Tabla 3. 9. Simbología .....	41
Tabla 3. 10. Tabla de Proceso de Construcción del soporte .....	45
Tabla 3. 11. Costos de material .....	51
Tabla 3. 12. Costo de herramientas y equipos .....	52
Tabla 3. 13. Tabla de Costos por Mano de Obra.....	52
Tabla 3. 14. Tabla del total de costos primarios .....	53
Tabla 3. 15. Cálculo de Costos Secundarios.....	53
Tabla 3. 16. Costo total del Proyecto .....	53

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A. CERTIFICADO DE CONFORMIDAD AEROPOLICIAL.....¡Error!  
**Marcador no definido.**
- ANEXO B. DISEÑO DEL SOPORTE EN SOLIDWORD¡Error!   **Marcador no  
definido.**
- ANEXO C. NUMERACIÓN DEL ELECTRODO.....¡Error! **Marcador no definido.**
- ANEXO D. ELECCIÓN DE LAS GARRUCHAS PARA LA ESTRUCTURA....¡Error!  
**Marcador no definido.**
- ANEXO E. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE¡Error!   **Marcador  
no definido.**



# **CAPÍTULO I**

## **TEMA**

### **1.1 Antecedentes**

El servicio Aeropolicial (SAP), tiene por misión fundamental brindar protección y seguridad a la ciudadanía en todo el territorio nacional, en forma permanente a fin de garantizar la paz social. Mencionada institución cuenta con instalaciones de servicio y mantenimiento en Santo Domingo de los Tsachilas, en la cual se desarrolla los procesos de producción del servicio a las aeronaves para que estén altamente operativas.

En la investigación se determinó que la Unidad Aeropolicial de Santo Domingo de los Tsachilas (UAP-SDT) en sus instalaciones de servicio y mantenimiento no cuenta con las suficientes herramientas para los adecuados trabajos de mantenimientos de la aeronave, es así, que nace el interés de implementar un soporte para las palas del helicóptero el mismo que servirá para facilitar su traslado y seguridad durante las labores de manutención de la aeronave.

Por lo mencionado se realizó un estudio para la construcción de un soporte para las palas, el mismos que sea resistente, seguro, y fácil de transportar.

### **1.2 Justificación e importancia**

La implementación e innovación de herramientas aeronáuticas permite un adecuado desarrollo de actividades optimizando mejor los recursos, garantizando la seguridad de los equipos y del personal de mantenimiento, mejorando el rendimiento laboral y simplificando los riesgos de trabajo para garantizar los adecuado trabajo de mantenimiento.

Por la trascendencia e importancia que generan los avances científicos y tecnológicos obligan a los centros de servicios aeronáuticos a mejorar sus talleres para los adecuados trabajos de mantenimientos y a cumplir con las regulaciones exigidas por las autoridades aeronáuticas.

Es importante indicar los beneficios de la realización de este proyecto, el UAP-SDT contará con la innovación de una herramienta que mejorará la eficiencia y eficacia de los trabajos de mantenimiento y facilitara que el ITSA logre la acreditación puesto que cumplirá con exigencias como centro de educación superior exigidos por La Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) Como es la vinculación a la comunidad con empresas a nivel local, regional y nacional.

Por este motivo se justifica la ejecución del siguiente proyecto.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 General**

Diseñar y construir un soporte para palas del helicóptero AS 350-B2 para el servicio Aeropolicial de Santo Domingo de los Tsachilas.

#### **1.3.2 Específicos**

- Recopilar la información técnica necesaria para el desarrollo de la investigación.
- Analizar la información recolectada para la elaboración del soporte de acuerdo a los requerimientos técnicos establecidos.
- Construir el soporte para las palas del helicóptero AS 350-B2.

### **1.4 Alcance**

El presente trabajo se basará en la implementación de un soporte para las palas del helicóptero AS 350-B2, beneficiando el desarrollo de las tareas de servicio y mantenimiento en el taller del (UAP-SDT).

Además servirá de fuente de información y consulta para todas aquellas personas relacionadas o interesadas en el tema.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Mantenimiento**

Cualquier actividad, como comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones, necesarios para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones. Son todas aquellas acciones llevadas a cabo para mantener los materiales en una condición adecuada o los procesos para lograr esta condición. Incluyen acciones de inspección, comprobaciones, clasificación, reparación, etc.<sup>1</sup>

#### **2.2 Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo constituye una acción, o serie de acciones necesarias, para alargar la vida del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos. Tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evitan reparaciones de emergencia.<sup>2</sup>

#### **2.3 Mantenimiento correctivo**

Se denomina, aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Históricamente es el primer concepto

---

<sup>1</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento>

<sup>2</sup> <http://www.tareasya.com.mx/index.php/padres/aprende-algo-util-hoy/educacion-para-el-trabajo/5428-man>

de mantenimiento y el único hasta la Primera Guerra Mundial, dada la simplicidad de las máquinas, equipamientos e instalaciones de la época. El mantenimiento era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado.<sup>3</sup>

## **2.4 Trabajos Técnicos Aeronáuticos**

Toda labor o actividad relacionada con material aeronáutico desempeñada para realizar las funciones técnicas de cualquier Taller Aeronáutico.<sup>4</sup>

## **2.5 Helicóptero**

Un helicóptero es una aeronave más pesada que el aire que es sustentada y propulsada por uno o más rotores horizontales, cada uno formado por dos o más palas. Los helicópteros están clasificados como aeronaves de alas giratorias para distinguirlos de las aeronaves de ala fija porque los helicópteros crean sustentación con las palas que rotan alrededor de un eje vertical.

La palabra «helicóptero» deriva del término francés hélicoptère, acuñado por el pionero de la aviación Gustave Ponton d'Amécourt en 1863 a partir de las palabras griegas helix/helik- (hélice) y pteron (ala).<sup>5</sup>

## **2.6 Perfil alar**

En aeronáutica se denomina perfil alar, perfil aerodinámico, o perfil, a la forma del área transversal de un elemento, que al desplazarse a través del aire es capaz de crear a su alrededor una distribución de presiones que genere sustentación.

Es una de las consideraciones más importantes en el diseño de superficies sustentadoras como alas, o de otros cuerpos similares como los álabes de una

---

<sup>3</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_correctivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_correctivo)

<sup>4</sup> <http://www.dgac.gob.ec/attachments/article/255/RDAC%20Parte%20001.pdf>

<sup>5</sup> <http://trabajohelicopteros.blogspot.com/2010/09/definicion.html>

turbina y/o compresor, palas de hélices o de rotores en helicópteros y estabilizadores.<sup>6</sup>



**Figura 2. 1.** Perfil alar

**Fuente:** <http://www.kitebuggy.com.ar/terminos.htm>

## 2.7 Partes de un perfil

### 2.7.1 Borde de ataque

Es la parte delantera del perfil alar. Se le denomina “borde de ataque” ya que es la primera parte que toma contacto con la corriente de aire, provocando que esta se bifurque hacia el intradós y el extradós.<sup>7</sup>

### 2.7.2 Borde de salida

Llamado también “borde de fuga”. Corresponde al punto en el que las corrientes de aire provenientes del intradós y extradós confluyen y abandonan el perfil. Aunque en la mayoría de los gráficos se le trace de forma aguda, no siempre suele ser así, teniendo en algunos casos una terminación cuadrada.<sup>8</sup>

### 2.7.3 Intradós

Término genérico que denota la parte interior de una estructura. En un perfil de superficies corresponde a la parte inferior del mismo.<sup>9</sup>

<sup>6</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_alar](http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar)

<sup>7</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_alar](http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar)

<sup>8</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_alar](http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar)

<sup>9</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_alar](http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar)

#### **2.7.4 Extradós**

Llamado también “trasdós”, es un término genérico que denota la parte exterior de una estructura. En un perfil de superficies corresponde a la parte exterior del mismo.<sup>10</sup>

#### **2.7.5 Región de curvatura máxima**

Área de un perfil de superficies comprendida entre la abscisa (eje X) del punto de inicio del borde de ataque y la abscisa de la curvatura máxima.<sup>11</sup>

#### **2.7.6 Región de Espesor máximo**

Área de un perfil de superficies comprendida entre la abscisa del punto de inicio del borde de ataque y la abscisa del espesor máximo.<sup>12</sup>

### **2.8 Rotor de helicóptero**

Es la parte rotativa de un helicóptero que genera la sustentación aerodinámica. El rotor de helicóptero, también llamado el sistema rotor, normalmente hace referencia al rotor principal del helicóptero que está montado en un mástil vertical sobre la parte superior del helicóptero, aunque también puede referirse al rotor de cola. Un rotor generalmente está compuesto de dos o más palas. En los helicópteros, el rotor principal proporciona tanto la fuerza de sustentación como la de empuje, mientras que el rotor de cola proporciona empuje para compensar el par motor que genera el rotor principal.<sup>13</sup>

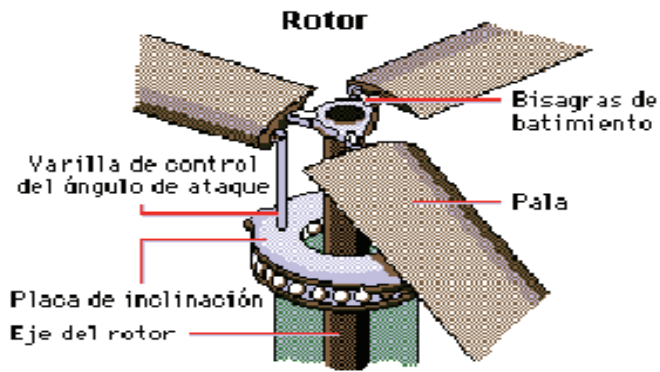
---

<sup>10</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_alar](http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar)

<sup>11</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_alar](http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar)

<sup>12</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_alar](http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar)

<sup>13</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Rotor\\_de\\_helic%C3%B3ptero](http://es.wikipedia.org/wiki/Rotor_de_helic%C3%B3ptero)



**Figura 2. 2. Rotor**

**Fuente:** <http://html.rincondelvago.com/helicoptero.html>

### 2.9 Rotor de cola

Es un componente típico en los helicópteros que tienen un único rotor principal que consiste en una hélice montada en el larguero de cola del helicóptero, con un eje de rotación lateral. El empuje que crea está desplazado del centro de gravedad, contrarrestando el par motor creado por el rotor principal, manteniendo el aparato estable en el aire. El paso de las palas del rotor de cola es regulable por el piloto mediante los pedales, esto permite al piloto rotar el helicóptero sobre su eje vertical, proporcionando el control de dirección.<sup>14</sup>



**Figura 2. 3. Rotor de cola**

**Fuente:** <https://www.google.com.ec/search?q=rotor+de+cola>

### 2.10 Palas

<sup>14</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Rotor\\_de\\_cola](http://es.wikipedia.org/wiki/Rotor_de_cola)



Las palas en rotación generan la sustentación y la tracción necesaria para el vuelo del helicóptero. Las palas del rotor de un helicóptero se comportan como pequeñas alas que producen el empuje vertical que la aeronave necesita para volar <sup>15</sup>



**Figura 2. 4. Palas**

**Fuente:** <http://html.rincondelvago.com/helicoptero.html>

## **2.11 Características de las palas**

### **2.11.1 Fuerza centrífuga**

Es la mayor fuerza que actúa sobre la pala de la hélice. Es producida por el giro de la hélice y su tendencia es a separarse del eje. <sup>16</sup>

### **2.11.2 Fuerza de tracción**

Es una fuerza producida por las diferencias de presión entre las caras de la hélice. Esta fuerza da como resultado la tracción. <sup>17</sup>

### **2.11.3 Fuerza de reacción**

Es una fuerza del mismo valor y contraria a la fuerza del motor. <sup>18</sup>

### **2.11.4 Materiales compuestos**

Compuesto por fibras rectas y largas situadas en el interior de una matriz que mantiene a las fibras unidas y distribuye los esfuerzos. Para ciertas aplicaciones

---

<sup>15</sup> <http://ocw.upm.es/ingenieria-aeroespacial/helicopteros/contenidos/material/palas>

<sup>16</sup> <http://www.pasionporvolar.com/helices-de-avion/>

<sup>17</sup> <http://www.pasionporvolar.com/helices-de-avion/>

<sup>18</sup> <http://www.pasionporvolar.com/helices-de-avion/>

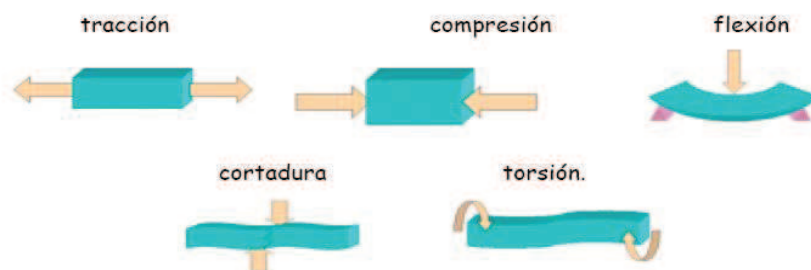
las óptimas características mecánicas como la alta rigidez específica (E/D), la buena estabilidad dimensional, la tolerancia a altas temperaturas, la resistencia a la corrosión, la ligereza o una mayor resistencia a la fatiga que los materiales clásicos, compensan el alto precio.<sup>19</sup>

### 2.11.5 Fibras

Las fibras soportan la mayor parte de las cargas mientras que la matriz se responsabiliza de la tolerancia al daño (golpes) y del comportamiento a fatiga. Las fibras se sitúan en capas o láminas superpuestas en la dirección del espesor obteniendo estructuras que se llaman laminados.<sup>20</sup>

### 2.12 Esfuerzos

Al construir una estructura se necesita tanto un diseño adecuado como unos elementos que sean capaces de soportar las fuerzas, cargas y acciones a las que va a estar sometida.<sup>21</sup>



**Figura 2. 5.** Esfuerzos

**Fuente:** <http://tecnologia.blogspot.com/vocabulario-y-definiciones-de.html>

<sup>19</sup> <http://ocw.upm.es/ingenieria-aeroespacial/helicopteros/contenidos/material/palas>

<sup>20</sup> <http://ocw.upm.es/ingenieria-aeroespacial/helicopteros/contenidos/material/palas>

<sup>21</sup> [http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0053-02/contenido/4\\_esfuerzos.htm](http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0053-02/contenido/4_esfuerzos.htm)

### **2.12.1 Esfuerzo normal**

En donde el esfuerzo actúa de manera perpendicular o normal a la selección transversal del miembro de carga. Si el esfuerzo es también uniforme sobre el área de resistencia el esfuerzo se conoce como esfuerzo directo.

Los esfuerzos normales pueden ser de compresión o de tensión. Un esfuerzo de compresión es aquel que tiende a aplastar el material del miembro de carga y a acortar al miembro en sí, un esfuerzo de tensión es aquel que tiende a estirar el miembro y romper la carga<sup>22</sup>

### **2.12.2 Esfuerzo directo**

Esfuerzo, que puede ser tanto de tracción como de compresión, que mantiene un valor constante en las secciones longitudinal y transversal de una barra sometida a fuerzas tracción o compresión axial.<sup>23</sup>

### **2.12.3 Esfuerzo de compresión**

Es la resultante de las tensiones o presiones que existe dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen o un acortamiento en determinada dirección.<sup>24</sup>

### **2.12.4 Esfuerzo cortante**

De corte, de cizalla o de cortadura es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico como por ejemplo una viga o un pilar. Este tipo de sollicitación formado por tensiones paralelas está directamente asociado a la tensión cortante.<sup>25</sup>

---

<sup>22</sup> <http://ingenieriamecanica10.blogspot.com/2012/08/esfuerzo-normal-directo-i.html>

<sup>23</sup> <http://www.porro.com.ar/definicion-de-esfuerzo+directo>

<sup>24</sup> <http://www.slideshare.net/ptr-phoo/propiedades-fisicas-de-los-materiales-7159427>

<sup>25</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Esfuerzo\\_cortante](http://es.wikipedia.org/wiki/Esfuerzo_cortante)

### **2.12.5 Tensión cortante o tensión de corte**

Es aquella que, fijado un plano, actúa tangente al mismo. Se suele representar con la letra griega tau  $\tau$ . En piezas prismáticas, las tensiones cortantes aparecen en caso de aplicación de un esfuerzo cortante o bien de un momento torsor, en piezas alargadas, como vigas y pilares, el plano de referencia suele ser un paralelo a la sección transversal y perpendicular al eje longitudinal a diferencia del esfuerzo normal, es más difícil de apreciar en las vigas ya que su efecto es menos evidente.<sup>26</sup>

### **2.12.6 Esfuerzo cortante horizontal**

Esfuerzo cortante que se desarrolla a lo largo de un elemento estructural que es sometido a cargas transversales, que es igual al esfuerzo cortante vertical en ese mismo punto. También llamado esfuerzo cortante longitudinal.<sup>27</sup>

### **2.12.7 Esfuerzo cortante longitudinal**

Esfuerzo cortante que se desarrolla a lo largo de un elemento estructural que es sometido a cargas transversales, que es igual al esfuerzo cortante vertical en ese mismo punto. También llamado esfuerzo cortante horizontal.<sup>28</sup>

### **2.12.8 Esfuerzo torsional**

Esfuerzo de torsión es la sollicitación que se presenta cuando se aplica un momento sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo o prisma mecánico, como pueden ser ejes o, en general, elementos donde una dimensión predomina sobre las otras dos, aunque es posible encontrarla en situaciones diversas.

La torsión se caracteriza geoméricamente porque cualquier curva paralela al eje

---

<sup>26</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n\\_cortante](http://es.wikipedia.org/wiki/Tensi%C3%B3n_cortante)

<sup>27</sup> <http://www.parro.com.ar/definicion-de-esfuerzo+horizontal>

<sup>28</sup> <http://www.parro.com.ar/definicion-de-esfuerzo+cortante+longitudinal>

de la pieza deja de estar contenida en el plano formado inicialmente por las dos curvas. En lugar de eso una curva paralela al eje se retuerce alrededor de él.<sup>29</sup>

## **2.13 Características de materiales**

### **2.13.1 Plasticidad**

Es la propiedad de los materiales para ser transformados, es decir, pueden ser estirados, comprimidos, torcidos, doblados, cortados, etc.

### **2.13.2 Elasticidad**

Es la cualidad que permite a los metales recuperar su forma original, después de haber sido deformados por la aplicación de la fuerza.

### **2.13.3 Conductividad**

Es la propiedad de los metales para conducir el calor y la electricidad.

### **2.13.4 Densidad**

Es la relación que existe entre masa (peso de metal) e igual volumen de agua.

### **2.13.5 Fusibilidad**

Es la propiedad que tienen los metales para derretirse o convertirse en líquido.

### **2.13.6 Dureza**

Es la resistencia que presenta el material al cortarlo o rayarlo.

---

<sup>29</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Torsi%C3%B3n\\_mec%C3%A1nica](http://es.wikipedia.org/wiki/Torsi%C3%B3n_mec%C3%A1nica)

### **2.13.7 Maleabilidad**

Es la propiedad que permite batir (martillar) el metal, sin que se rompa, con el objeto de darle diferentes formas.

### **2.13.8 Tenacidad**

Es la resistencia que presentan los metales a la fractura. Esta propiedad se disminuye sometiéndolos al calor.

### **2.13.9 Ductilidad**

Es la propiedad de los metales para transformarse en alambre. La resistencia de los materiales tiene por objeto determinar los factores de seguridad que pueden considerarse acerca de un material, sobre el cual actúan fuerzas externas.

### **2.13.10 Compresión**

Son las fuerzas que aplicadas a los extremos de un cuerpo sólido, tienden a aproximar sus puntos de aplicación.

### **2.13.11 Flexión**

Son aquellas fuerzas que tienden a doblar un cuerpo sólido sujeto por uno de sus extremos, y aplicando por el otro la acción de una fuerza en un plano perpendicular a su eje, lo que obliga al sólido a curvarse.

### **2.13.12 Impacto**

Es cuando sometemos a un material a una caída, choque, etc., es decir, la resistencia que presenta éste a la fractura por un impacto. Muchos materiales son frágiles a bajas temperaturas.

### **2.13.13 Tensión o tracción**

Consiste en estirar con dos fuerzas contrarias un material (ley de Hooke) hasta alcanzar su límite elástico, después del cual el material se deforma y puede llegar hasta la ruptura.

### **2.13.14 Fatiga**

Es el esfuerzo frecuente al que es sometido un objeto técnico, por ejemplo, aplicarle una tensión en un periodo breve y soltarlo. Se repite el ciclo por un tiempo determinado.

### **2.13.15 Soldadura**

Es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y agregando un material de relleno fundido (metal o plástico), el cual tiene un punto de fusión menor al de la pieza a soldar, para conseguir un baño de material fundido (el baño de soldadura) que, al enfriarse, se convierte en una unión fija.

A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura.<sup>30</sup>

### **2.13.16 Propiedades físicas**

Dependen de la estructura y procesamiento del material. Describen características como color, conductividad eléctrica o térmica, magnetismo y comportamiento óptico, generalmente no se alteran por fuerza que actúan sobre el material.

### **2.13.17 Oxidación**

---

<sup>30</sup> <http://www.slideshare.net/auraduquel/propiedades-y-caracteristicas-de-los-materiales>

La oxidación es una reacción química muy poderosa donde un compuesto cede electrones, y por lo tanto aumenta su estado de oxidación. Se debe tener en cuenta que en realidad una oxidación o una reducción es un proceso por el cual cambia el estado de oxidación de un compuesto. Este cambio no significa necesariamente un intercambio de electrones.

Suponer esto que es un error común implica que todos los compuestos formados mediante un proceso redox son iónicos, puesto que es en éstos compuestos donde sí se da un enlace iónico, producto de la transferencia de electrones.

### **2.13.18 Corrosión**

La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. De manera más general, puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor energía interna. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión.

Otros materiales no metálicos también sufren corrosión mediante otros mecanismos. La corrosión puede ser mediante una reacción química (oxido reducción) en la que intervienen tres factores: La pieza manufacturada, el ambiente y el agua.<sup>31</sup>

### **2.13.19 Corrosión uniforme**

Es un proceso de remoción uniforme de la superficie del Metal. El medio corrosivo debe tener el mismo acceso a todas las partes de la superficie del metal, en donde la corrosión química o electroquímica actúa uniformemente sobre toda la superficie del metal.

### **2.13.20 Corrosión galvánica**

---

<sup>31</sup> <http://www.slideshare.net/ptr-phoo/propiedades-fisicas-de-los-materiales-7159427>



La corrosión galvánica se presenta por el contacto entre dos metales con potenciales de oxidación diferentes. El material menos noble (con menor potencial de oxidación) tenderá a corroerse; ambos metales poseen potenciales eléctricos diferentes que causa un flujo de corriente entre ellos lo cual favorece la aparición de un metal como ánodo y otro como cátodo estando unidos en presencia de un electrolito; a mayor diferencia de potencial el material con más activo será el ánodo.

#### **2.13.21 Corrosión por picaduras**

La corrosión por picaduras es un fenómeno localizado que se manifiesta por anomalías (agentes químicos) que crecen rápidamente hacia el interior del material y que pueden generar daños catastróficos. Es una forma extremadamente localizada de ataque que resulta en huecos en el metal.

#### **2.13.22 Corrosión por hendiduras**

La corrosión por hendiduras es un tipo que se presenta en espacios confinados o hendiduras que se forman cuando los componentes están en contacto estrecho. Otras áreas en las cuales se ha tapado por acción de empaques u otros elementos sólidos como pintura, caucho, o material terroso.

#### **2.13.23 Corrosión intergranular**

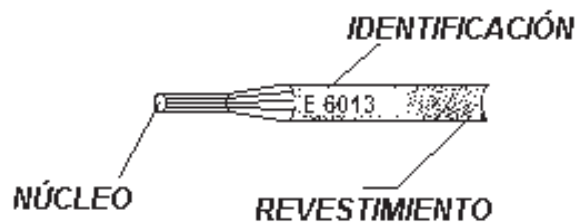
La que se encuentra localizada en los límites de grano, esto origina pérdidas en la resistencia que desintegran los bordes de los granos. Los aceros inoxidables, contienen un importante porcentaje de carbono, lo cual lo hace estable y se fusiona muy bien con el carburo de cromo. Sin embargo, cuando se somete el metal a un tratamiento térmico sobre los 1000°C y un posterior templado, el carburo de cromo se descompone.<sup>32</sup>

### **2.14 Electrodo**

---

<sup>32</sup> [http://www.slideshare.net/sevilla\\_carlos2004/tipos-de-corrosion](http://www.slideshare.net/sevilla_carlos2004/tipos-de-corrosion)

Un electrodo es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito, por ejemplo un semiconductor, un electrolito, el vacío, un gas (en una lámpara de neón), etc.



**Figura 2. 6.** Electrodo

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

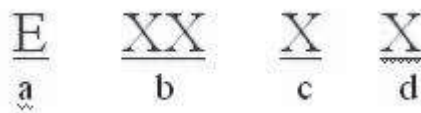
Son varillas metálicas preparadas para servir como polo del circuito; en su extremo se genera el arco eléctrico. En algunos casos, sirven también como material fundente.

La varilla metálica a menudo va recubierta por una combinación de materiales que varían de un electrodo a otro.

El material de relleno para la (ASW) generalmente es un alambre estándar, así como otras formas especiales.<sup>33</sup>

### 2.14.1 Nomenclatura de los electrodos

Se especifican cuatro o cinco dígitos con la letra E al comienzo, detallados a continuación:



a.- Prefijo E de electrodo para acero dulce

<sup>33</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Electrodo>

- b.- Resistencia a la tracción mínima del depósito en 1000 libras por pulgada cuadrada (Lbs/pul<sup>2</sup>)
- c.- Posición de soldar.  
0- Posiciones plana y horizontal  
1- Todas las posiciones
- d.- Tipo de revestimiento, Corriente eléctrica y Polaridad a usar según su tabla

EJEMPLO:

**Electrodo E.6013 (AWS-ASTM)**

- E- Electrodo para acero dulce
- 60- 60.000 Lbs / pul<sup>2</sup> de resistencia a la tracción
- 1 - Para soldar en toda posición
- 3 - Revestimiento Rutílico de potásico para corriente alterna y corriente continua polaridad directa e invertida<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> file:///C:/Users/Aseler04/Downloads/clasificacion

## ESPECIFICACIÓN DE ÚLTIMO DÍGITO

Clasificación	Tipo de corriente	penetración	revestimiento
E XX X 0	C.C.E.P.	Alta	CELULOSA – SODIO
E XX X 1	C.C.E.P.C.A.	Alta	CELULOSA - POTASIO
E XX X 2	C.C.E.P.C.A.	Media	RUTILO – SODIO
E XX X 3	C.C.E.P. C.C.E.N.	Baja	RUTILO - POTASIO
E XX X 4	C.C.P.N.C.A. C.C.E.P.	Baja	RUTILO – POLVO DE HIERRO
E XX X 5	C.C.E.P.	Media	BAJO HIDRÓGENO – SODIO
E XX X 6	C.C.E.P.C.A.	Media	BAJO HIDRÓGENO – POTASIO
E XX X 7	C.C.E.P.C.A.	Media	POLVO DE HIERRO – ÓXIDO DE HIERRO
E XX X 8	C.C.E.P.C.A.	Media	BAJO HIDRÓGENO – POLVO DE HIERRO

NOTA :  
**C.C.E.P.** : Corriente continua, polaridad invertida; electrodo positivo  
**C.C.E.N.** : Corriente continua, polaridad directa ; electrodo negativo  
**C.C.** : Corriente continua  
**C.A.** : Corriente alterna

**Figura 2. 7.** Especificación del último dígito del electrodo

**Fuente:** file:///C:/Users/Aseler04/Downloads/clasificacion

### 2.15 Estructura

Una estructura es un conjunto de elementos que están destinados a soportar pesos y cargas sin romperse, para ser resistente y estable, transmitiendo a las fuerzas a puntos de apoyo.

Las fuerzas que actúan sobre una estructura, se llaman cargas. A la hora de diseñar una estructura esta debe de cumplir tres propiedades principales: ser resistente, rígida y estable.

Resistente para que soporte sin romperse el efecto de las fuerzas a las que se encuentra sometida, rígida para que lo haga sin deformarse y estable para que se mantenga en equilibrio sin volcarse ni caerse.<sup>35</sup>

<sup>35</sup> <http://www.monografias.com/trabajos15/todorov/todorov.shtml>

## 2.16 Carga

Es la fuerza exterior que actúa sobre un cuerpo o estructura, y la misma determina:

- **Resistencia.** Es cuando la carga actúa y produce deformación. Es la capacidad de un cuerpo para resistir una fuerza aun cuando haya deformación.
- **Rigidez.** Es cuando la carga actúa y no produce deformación. Es la capacidad de un cuerpo para resistir una fuerza sin deformarse.

### 2.16.1 Tipos de carga:

- **Carga estática.** Se aplica gradualmente desde en valor inicial cero hasta su máximo valor.
- **Carga dinámica.-** Se aplica a una velocidad determinada.<sup>36</sup>

## 2.17 Fuerza (F)

Es una magnitud física vectorial que tiende a modificar el estado de reposo o movimiento de los cuerpos, su unidad en el S.I. es en Newton (N).<sup>37</sup>

## 2.18 Viga

Es un elemento estructural donde una de sus dimensiones es mucho mayor que las otras dos, y a través de uno o más apoyos transmiten a los elementos estructurales, las cargas aplicadas transversalmente a su eje, en algunos casos cargas aplicadas en la dirección de su eje.

La teoría de vigas es una parte de la resistencia de materiales que permite el cálculo de esfuerzos y deformaciones en vigas.<sup>38</sup>

---

<sup>36</sup> [http://ing.unne.edu.ar/mecap/Apuntes/Estabilidad\\_2/Cap11-Dinam.pdf](http://ing.unne.edu.ar/mecap/Apuntes/Estabilidad_2/Cap11-Dinam.pdf)

<sup>37</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza>

<sup>38</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Viga>

## 2.19 Equipo de protección para soldar

- **Gorro:** Protege el cabello y el cuero cabelludo, especialmente cuando se hace soldadura en posiciones.
- **Mascarillas respiratorias para humos metálicos:**  
Esta mascarilla debe usarse siempre debajo de la máscara para soldar. Estas deben ser reemplazadas al menos una vez a la semana.
- **Máscara de soldar:** protege los ojos, la cara, el cuello y debe estar provista de filtros inactivos de acuerdo al proceso e intensidades de corriente empleadas.
- **Guantes de cuero:** tipo mosquetero con costura interna, para proteger las manos y muñecas.
- **Polainas y casaca de cuero:** cuando es necesario hacer soldadura en posiciones verticales y sobre cabeza, deben usarse estos aditamentos, para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.<sup>39</sup>

## 2.20 Proceso de Pintura

### 2.20.1 Thinner

El diluyente (thinner en inglés), también conocido como adelgazador o rebajador de pinturas, es una mezcla de disolventes de naturaleza orgánica derivados del petróleo que ha sido diseñado para disolver, diluir o adelgazar sustancias insolubles en agua, como la pintura, los aceites y las grasas.<sup>40</sup>

---

<sup>39</sup> [http://www.indura.com.ec/\\_file/file\\_1774\\_af\\_seg\\_re.pdf](http://www.indura.com.ec/_file/file_1774_af_seg_re.pdf)

<sup>40</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Thinner>

### **2.20.2 Cinta de enmascarar**

La cinta de enmascarar, cinta de carroceros, cinta adhesiva protectora, tirro o conocida también por su nombre en inglés: masking tape, es un tipo de cinta adhesiva fabricada generalmente con papel, de fácil desprendimiento y autoadhesiva.

Se usa principalmente en pintura artística para enmascarar áreas que no deben ser pintadas. El tipo de adhesivo es un componente clave, ya que permite que la cinta sea fácilmente desprendida sin dejar residuos o dañar la superficie a la cual es aplicada.<sup>41</sup>

### **2.20.3 Primer**

Es un recubrimiento anticorrosivo de excelente calidad para todo tipo de superficies metálicas de hierro y acero. Fabricado a base de resinas alquidálicas modificadas, cargas y pigmentos 100% inorgánicos. De gran rendimiento y excelente protector anticorrosivo para todo tipo de climas.<sup>42</sup>

### **2.20.4 Pintura de poliuretano**

Proporciona un brillo resistente y duradero para creaciones artesanales y fabricación de modelos, y se puede aplicar a casi cualquier superficie. Hay varios tipos de pinturas de poliuretano, y varias formas de aplicarlas. El tamaño del proyecto y el uso esperado determinarán el mejor tipo de acabado y de método de aplicación. Puedes elegir desde una simple lata de espray a una pintura de poliuretano de dos partes, extremadamente duradera y de gran brillo.<sup>43</sup>

## **2.21 Ergonomía**

---

<sup>41</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta\\_de\\_enmascarar](http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_de_enmascarar)

<sup>42</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Primer\\_\(pel%C3%ADcula\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Primer_(pel%C3%ADcula))

<sup>43</sup> [http://www.pintex.com.mx/primer\\_alq.html](http://www.pintex.com.mx/primer_alq.html)

Se entiende por «postura de trabajo» la posición relativa de los segmentos corporales y no, meramente, si se trabaja de pie o sentado.

Las posturas de trabajo son uno de los factores asociados a los trastornos musculoesqueléticos, cuya aparición depende de varios aspectos: en primer lugar de lo forzada que sea la postura, pero también, del tiempo que se mantenga de modo continuado, de la frecuencia con que ello se haga, o de la duración de la exposición a posturas similares a lo largo de la jornada.

La información que se suministra en este portal proviene de la incluida en el Portal de trastornos musculoesqueléticos.<sup>44</sup>

## **2.22 Normas de seguridad para soldar**

Antes de proceder al soldeo deberemos protegernos con guantes de seguridad, máscaras para soldar, localizar un extintor, utilizar un sistema de extracción de gases, en caso de utilizar bombonas, no debemos olvidar cerrarlas.

Si se realizan los trabajos de soldadura en talleres o locales acondicionados con un sistema básico de protección sería suficiente, siempre que tengan un sistema de ventilación adecuado, pero si no es esta la situación y tenemos que soldar en un área que la atmósfera no está limpia, o dentro de una cisterna de un camión, siempre podemos agregar un sistema de auxiliar de respiración, que normalmente consta de un filtro de aire(carbono activo) más un motor que fuerza la ventilación dentro del casco o pantalla, así nos garantizamos una buena calidad de oxígeno limpio.

---

<sup>44</sup> <http://www.monografias.com/trabajos7/ergo/ergo.shtml>





**Figura 2. 8.** Equipo de protección para soldar

**Fuente:** <http://luixangel-iturriaga.blogspot.com/2012/06/metodos-de-soldadura.html>

### 2.22.1 Normativa vigente:

Emplear materiales y productos con certificaciones que garanticen una gestión ambiental adecuada (materiales extraídos con el mínimo impacto negativo, etc.)

Evitar, en lo posible, soldar materiales impregnados con sustancias que produzcan emisiones tóxicas o peligrosas.

Desarrollar prácticas respetuosas con el medio de ahorro de materiales y energía, estar en posesión de las autorizaciones administrativas de la actividad como licencias de actividad y apertura, autorización de emisiones, cumplir la normativa ambiental vigente para la actividad (emisiones atmosféricas, niveles sonoros o de vibraciones), reducir la producción de emisiones y residuos, gestionar los residuos de manera que se evite el daño ambiental.<sup>45</sup>

<sup>45</sup> <http://luixangel-iturriaga.blogspot.com/2012/06/metodos-de-soldadura.html>



## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Preliminares**

El presente capítulo contiene toda la información concerniente al diseño y construcción de un soporte para las palas del helicóptero AS350 B2 para la Unidad Aeropolicial de Santo Domingo de los Tsachilas, indicando paso a paso los procedimientos realizados.

Implementando un soporte para las palas del helicóptero de la unidad Aeropolicial, permitirá realizar los trabajos de mantenimiento respectivos con seguridad y confianza mejorando la eficiencia y eficacia en el desempeño de los técnicos de mantenimiento de la aeronave. Así, obteniendo trabajos de gran precisión y calidad para brindar servicios a la comunidad y cumplir con los objetivos y exigencias de los organismos reguladores de aviación.

#### **3.2 Desarrollo de la Propuesta:**

La propuesta se desarrolló en varias etapas, mismas que se describen a continuación:

##### **3.2.1 Diseño:**

Para la realización del soporte se tomó como referencia las necesidades, exigencias y requerimientos de la unidad Aeropolicial, mismo que no contaba con una herramienta sólida para la ubicación de las palas en los trabajos de mantenimiento, tomando en cuenta dicha necesidad, se utilizó los datos técnicos

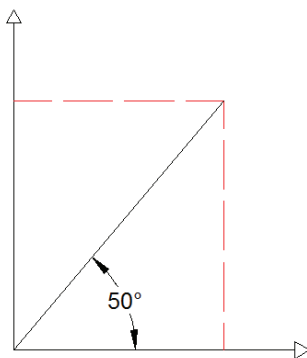
de las mismas (peso, dimensiones, forma) para elaborar un diseño acorde a las especificaciones.

### 3.2.2 Análisis de diseño

El diseño se lo realizo mediante el programa de computación solidwork para garantizar la operación del soporte. **Ver anexo B**

### 3.2.3 Cálculos de diseño

Con el análisis de los datos técnicos de las palas se efectuaron los cálculos para encontrar el material adecuado para la elaboración del soporte.



#### DATOS

**W= 72.70 lb = 320. 39 N**

**N= 2**

**Carga estática.**

**Material de la estructura es acero ASTM grado C cuadrado.**

**Cuyo Sy es de 350 MPa.**

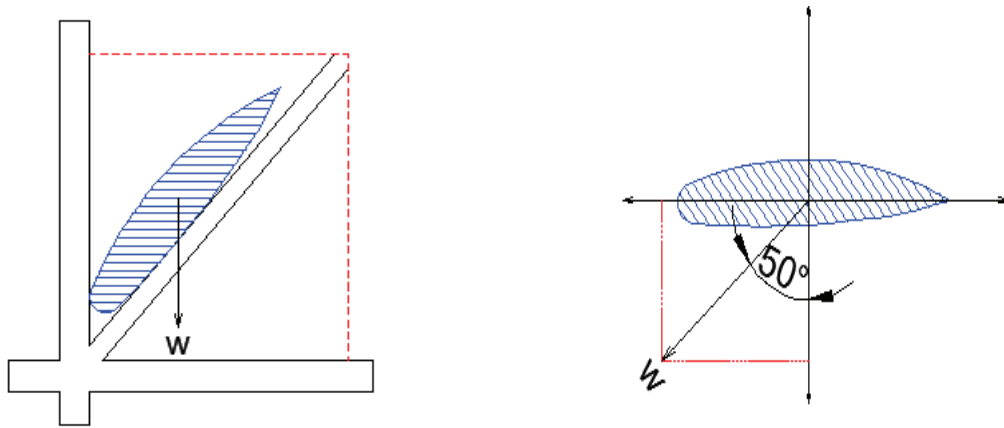
Según el peso de la pala de 72.7 lbf. Pasamos a N. quedándome un valor de 320 N.

El factor de diseño es de 2 ya que es una carga estática, según la tabla 3.1.

**Tabla 3. 1.** Criterios de esfuerzo de diseño para la determinación de la fuerza cortante

Forma de carga	Diseño por esfuerzo $T_d = S_y / N = 0.5$	Materiales ductiles $S_y / N = S_y / 2N$
Estática	Use N=2	$T_d = S_y / 4$
Repetida	Use N=4	$T_d = S_y / 4$
Impacto	Use N=6	$T_d = S_y / 4$

Con los datos obtenidos, realizamos un análisis con un diagrama de cuerpo libre para determinar el peso real que va a soportar la estructura donde reposa la pala. Quedando de la siguiente forma



**Figura 3. 1.** Diagrama de cuerpo libre

**Fuente:** Sr Juan Muñoz

$$W_x = W \text{ sen } 50^\circ$$

$$W_x = 0.766(320,39\text{N})$$

$$W_x = 246.42 \text{ N}$$

$$F = (246.42 \text{ N})/3$$

Se divide para 3 porque son 3 soportes, quedando un valor en cada soporte.

$$F. \text{ soporte} = 81.8 \text{ N}$$

$$F = \frac{246.42 \text{ N}}{3}$$

$$F = 81.8 \text{ N}$$

$$\tau_d = \frac{S_y}{2N}$$

$$\tau_d = \frac{345 \text{ MPa}}{4}$$

$$\tau_d = 86.25 \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \tau$$

$$\tau = \frac{F}{A_s}$$

$$A_s = \frac{F}{\tau}$$

$$A_s = \frac{81.8 \text{ N}}{86.25 \text{ MPa}}$$

$$A_s = 0.95 \text{ mm}^2$$

Según el análisis se puede notar que el área dada es de  $0.95\text{mm}^2$  por lo que se selecciona de acuerdo a la tabla las dimensiones.

**Tabla 3. 2.** Dimensiones de tubos estructural cuadrado

DIMENSIÓN Size	ESPESOR Thickness e	RADIO Radius	PESO Weight	AREA DE LA SECCIÓN Sectional Area	MOMENTO DE INERCIA Moment of Inertia	MÓDULO DE INERCIA Elastic Modulus	RADIO DE GIRO Gyration Radius
A x B	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
20x20	0.80	1.20	0.474	0.614	0.378	0.378	0.785
	0.90	1.35	0.529	0.688	0.419	0.419	0.781
	1.10	1.65	0.636	0.832	0.497	0.497	0.773
	1.20	1.80	0.689	0.902	0.534	0.534	0.769
	1.60	2.40	0.890	1.178	0.670	0.670	0.754
	2.00	3.00	1.076	1.440	0.787	0.787	0.739

Las dimensiones seleccionadas son de 20 x 20mm

Con los datos de especificaciones técnicas de la pala del helicóptero los parantes del soporte están sometidos a cargas de compresión por lo que tenemos.

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

$$\sigma_d = \frac{345 \text{ MPa}}{2}$$

$$\sigma_d = 172.5 \text{ MPa} = \sigma$$

El factor de diseño es de 2 ya que es una carga estática, según la tabla 3.1

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

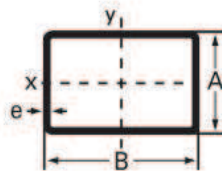
$$A = \frac{F}{\sigma}$$

$$A = \frac{640.78 \text{ N}}{172.5 \text{ MPa}}$$

$$A = 3.71 \text{ mm}^2$$

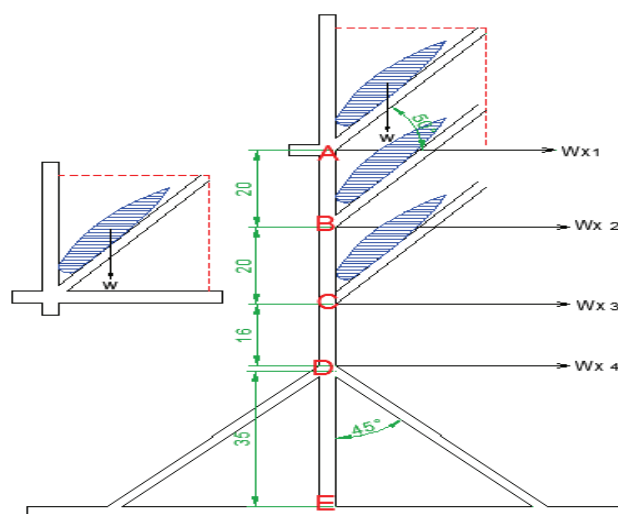
Con el área de  $3.71 \text{ mm}^2$  vamos a las tablas y seleccionamos las dimensiones apropiadas.

**Tabla 3. 3.** Dimension de tubo estructural rectangular



DIMENSIÓN Size		ESPESOR Thickness e	RADIO Radius	PESO Weight	AREA DE LA SECCIÓN Sectional Area	MOMENTO DE INERCIA Moment of Inertia	MÓDULO DE INERCIA Elastic Modulus	RADIO DE GIRO Gyration Radius	MOMENTO DE INERCIA Moment of Inertia	MÓDULO DE INERCIA Elastic Modulus	RADIO DE GIRO Gyration Radius
A	B	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
						X - X			Y - Y		
20.00	50.00	0.80	1.20	0.850	1.094	0.821	0.410	0.866	3.448	1.379	1.775
		0.90	1.35	0.953	1.228	0.912	0.456	0.862	3.850	1.540	1.771
		1.10	1.65	1.155	1.492	1.087	0.543	0.854	4.633	1.853	1.762
		1.20	1.80	1.254	1.622	1.171	0.585	0.849	5.015	2.006	1.758
		1.60	2.40	1.644	2.138	1.484	0.742	0.833	6.483	2.593	1.741
		2.00	3.00	2.018	2.640	1.763	0.882	0.817	7.855	3.142	1.725
		2.50	3.75	2.467	3.250	2.068	1.034	0.798	9.443	3.777	1.705

Por lo cual se seleccionó un acero ASTM A500 con las dimensiones de 20x 50mm. Para la selección del tubo con el Angulo de 45 grados se analizó considerando el peso de las 3 palas en un solo lado aplicando momentos.



**Figura 3. 2.** diagrama de momentos

**Fuente:** sr Juan Muñoz

$$\sum ME = 0$$

$$W_{x1}(910\text{mm}) + W_{x2}(710\text{mm}) + W_{x3}(510\text{mm}) - W_{x4}(350\text{mm}) = 0$$

$$W_{x4} = \frac{52.58\text{N}(910\text{mm}) + 52.58\text{N}(710\text{mm}) + 52.58\text{N}(510\text{mm})}{350\text{mm}}$$

$$W_{x4} = 319.99\text{N}.$$

Para determinar la fuerza en el tubo de soporte con el ángulo de 45 grados. Lo realizamos con el siguiente cálculo.

$$\cos 45 = \frac{W_{x4}}{F}$$

$$F = \frac{319.99\text{N}}{0.7071}$$

$$F = 452.53\text{N}$$

Con la fuerza obtenida se calcula el área requerida para mi proyecto en función del esfuerzo de diseño.

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

$$\sigma_d = \frac{345 \text{ MPa}}{2}$$

$$\sigma_d = 172.5 \text{ MPa} = \sigma$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{452.53\text{N}}{172.5 \text{ MPa}}$$

$$A = 2.62 \text{ mm}^2$$

**Tabla 3. 4.** dimensiones tubo estructural cuadrado



DIMENSIÓN Size	ESPESOR Thickness e	RADIO Radius	PESO Weight	AREA DE LA SECCIÓN Sectional Area	MOMENTO DE INERCIA Moment of Inertia	MÓDULO DE INERCIA Elastic Modulus	RADIO DE GIRO Gyration Radius
A x B	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
25x25	0.80	1.20	0.599	0.774	0.757	0.605	0.989
	0.90	1.35	0.670	0.868	0.841	0.673	0.985
	1.10	1.65	0.809	1.052	1.003	0.803	0.977
	1.20	1.80	0.877	1.142	1.081	0.865	0.973
	1.60	2.40	1.141	1.498	1.373	1.098	0.958
	2.00	3.00	1.390	1.840	1.635	1.308	0.943

Por lo cual se seleccionó un acero ASTM A500 con las dimensiones de 25x 25mm

### 3.3 Procesos de construcción

Para el proceso de construcción, se realizó la adquisición de los materiales correspondientes para el desarrollo del proyecto, los mismos que se detallan a continuación:

- Acero estructural ASTM A500, 20x20mm.
- Acero estructural ASTM A500, 25x25mm
- Acero estructural ASTM A500, 20x50mm

Una vez adquiridos los materiales se procede a la medición y trazado de los tubos estructurales ASTM A500 requeridos para la construcción



**Figura 3. 3.** Medidas para corte del tubo.

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz

Se procede al corte de cada uno de los tubos rayados en la medida de acuerdo al plano del soporte



**Figura 3. 4.** Corte del tubo

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz

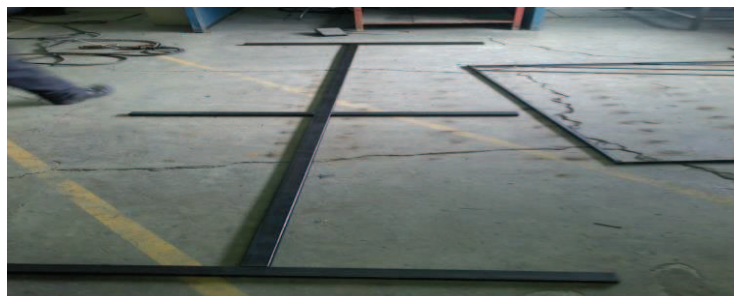
Con los tubos cortados y ubicados en el suelo se da forma a la base del soporte de acuerdo al esquema del plano.

### **3.3.1 Elección del electrodo**

Electrodo **E.6011** ver anexo C

- E- Electrodo para acero dulce
- 60- 60.000 Lbs / pul<sup>2</sup> de resistencia a la tracción
- 1 - Para soldar en toda posición
- 1 - Revestimiento celulosa de potásico para corriente continua, polaridad inversa electrodo positivo

De acuerdo al plano se unen los tubos para formar la base del soporte, colocando puntos de sujeción, alineando correctamente todos los tubos formando la estructura.



**Figura 3. 5.** Base del soporte.

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz

De igual manera tomamos medidas para asegurar que los tubos estén correctamente ubicados antes de ser fijados a la estructura



**Figura 3. 6.** medida de ángulos rectos.

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz.

Continuamente y de acuerdo al plano con los tubos en su posición y con las medidas exactas se procede a soldar con un cordón tipo C.

Una vez finalizado la suelda se procede con el pulido de la estructura eliminando la escoria de la soldadura. Continuamente con el plano, se ubica el tubo vertical con puntos de suelda para su correcta posición en línea con los demás tubos midiendo que el ángulo este completamente recto.



**Figura 3. 7.** medida del ángulo recto del tubo vertical.

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz.

Se procede a completar la suelda, con el tubo vertical, haciendo un cordón tipo C, así asegurando que el tubo este fijo a la estructura en su posición correcta.

Así mismo en secuencia de acuerdo al plano para los demás tubos verticales, tomando la medida de acuerdo al diseño.

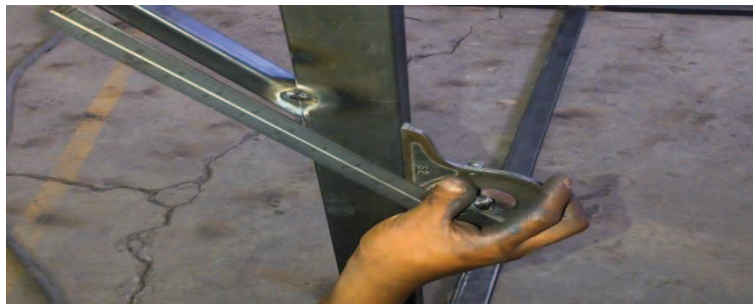


**Figura 3. 8.** suelda tubo horizontal de apoyo

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz.

Para asegurar la estructura, se utiliza un tubo de 20x20mm para mantener en línea recta los tres tubos verticales del soporte, así mismo, dándole rigidez y estabilidad.

Continuamente se ubica el medidor de ángulos sobre el tubo cuadrado de 20x20mm para darle la inclinación de  $40^\circ$  de acuerdo al plano. Después de marcar la inclinación en el tubo se procede a cortar y soldar en secuencia según el plano.



**Figura 3. 9.** medida del ángulo

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz.

Se sueldan todos los tubos de acuerdo al plano tres tubos a cada lado, logrando un total de dieciocho tubos, tomando en cuenta que tengan la inclinación correcta de  $40^\circ$  cada uno de ellos.



**Figura 3. 10.** tubo de 1" en cada lado.

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz.

Sobre la base del soporte se utilizó un tubo de 1" a cada lado inclinado 45° sobre el tubo vertical, este dando un refuerzo sobre el mismo tubo que soporta el peso de las palas.

La estructura cuenta con 6 ruedas movibles de 3", cada una de ellas con la capacidad de soportar 75kg. Las ruedas son soldadas al soporte en las 6 esquinas sobre la base del soporte Así mismo, estas con su respectivo freno brindan la seguridad en el movimiento del soporte.



**Figura 3. 11.** ruedas del soporte soldadas.

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz.



### 3.4 Proceso de pintura

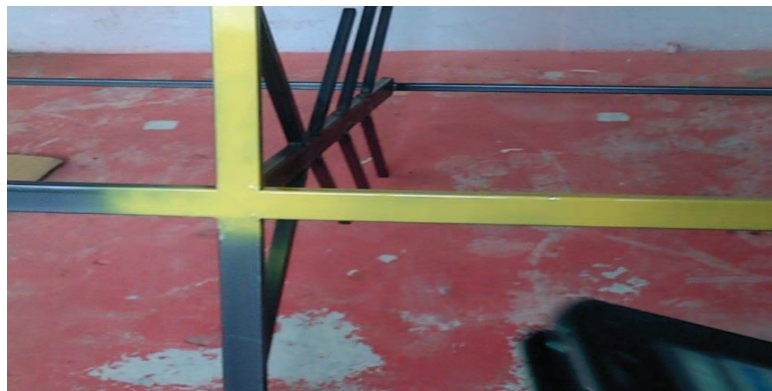


**Figura 3. 12.** proceso de pintura

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz.

Antes de empezar con la pintura se debe limpiar la escoria resultante de la suelda y pulir la estructura a ser pintada.

Para el proceso de pintura del soporte, es necesario limpiarlo con disolvente (thinner) para eliminar grasas, además se utiliza primer alquidálico como recubrimiento anticorrosivo.



**Figura 3. 13.** proceso de pintura del soporte

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz.

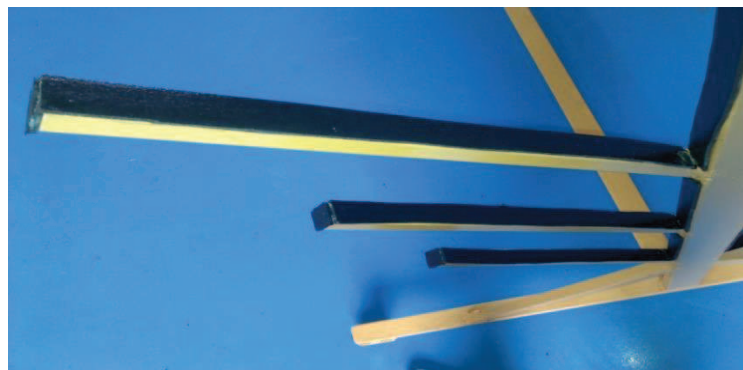
Aplicamos la pintura de poliuretano amarillo Caterpillar sobre la estructura asegurando un excelente acabado.



**Figura 3. 14.** proceso de pintura del soporte

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz.

Es necesario dar un revestimiento de caucho sobre el tubo de descanso de las palas del helicóptero, evitando así contacto directo con el acero de la estructura, previniendo daños en las mismas.



**Figura 3. 15.** revestimiento de caucho

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz.

Diseño y construcción de un soporte para las palas del helicóptero AS 350 B2 para la unidad aeropolicial de Santo Domingo de los Tsachilas



**Figura 3. 16.** Soporte para las palas del helicóptero  
**Fuente:** Sr. Juan Muñoz.

### 3.5 Dimensiones del soporte para palas del helicóptero

**Tabla 3. 5.** Dimensiones del soporte para palas del helicóptero

Dimensiones del soporte		
1	Altura(cm)	120
2	Largo(cm)	400
3	Ancho (cm)	120

### 3.6 Codificación de Máquinas, Equipos y Herramientas

#### 3.6.1 Codificación de maquinas

**Tabla 3. 6.** Codificación de Máquinas

Nº	Máquina	Características	Código
1	Cortadora Eléctrica	110/220 V	M1
2	Soldadora Eléctrica	110/220 V	M2
3	Esmeril de mano	110V – 1/2 HP	M3
4	Esmeril de banco	110 V – 1/2 HP	M4

#### 3.6.2 Codificación de equipos

**Tabla 3. 7.** Codificación de Equipos

Nº	Equipo	Características	Código
1	Compresor y Equipo de Pintura	80 PSI – 1 HP	E1



### 3.6.3 Codificación de herramientas





**Tabla 3. 8.** Codificación de Herramientas

Nº	Herramienta	Código
1	Flexómetro	H1
2	Escuadra	H2
3	Rayador	H3
4	Entenalla	H4
5	Martillo	H5
6	Sierra Manual	H6
7	Cepillo de Acero	H7
8	Medidor de ángulos	H8

### 3.7 Simbología

La siguiente simbología detalla cada uno de los de diagramas de procesos que se utilizará para describir el desarrollo de construcción de la maqueta

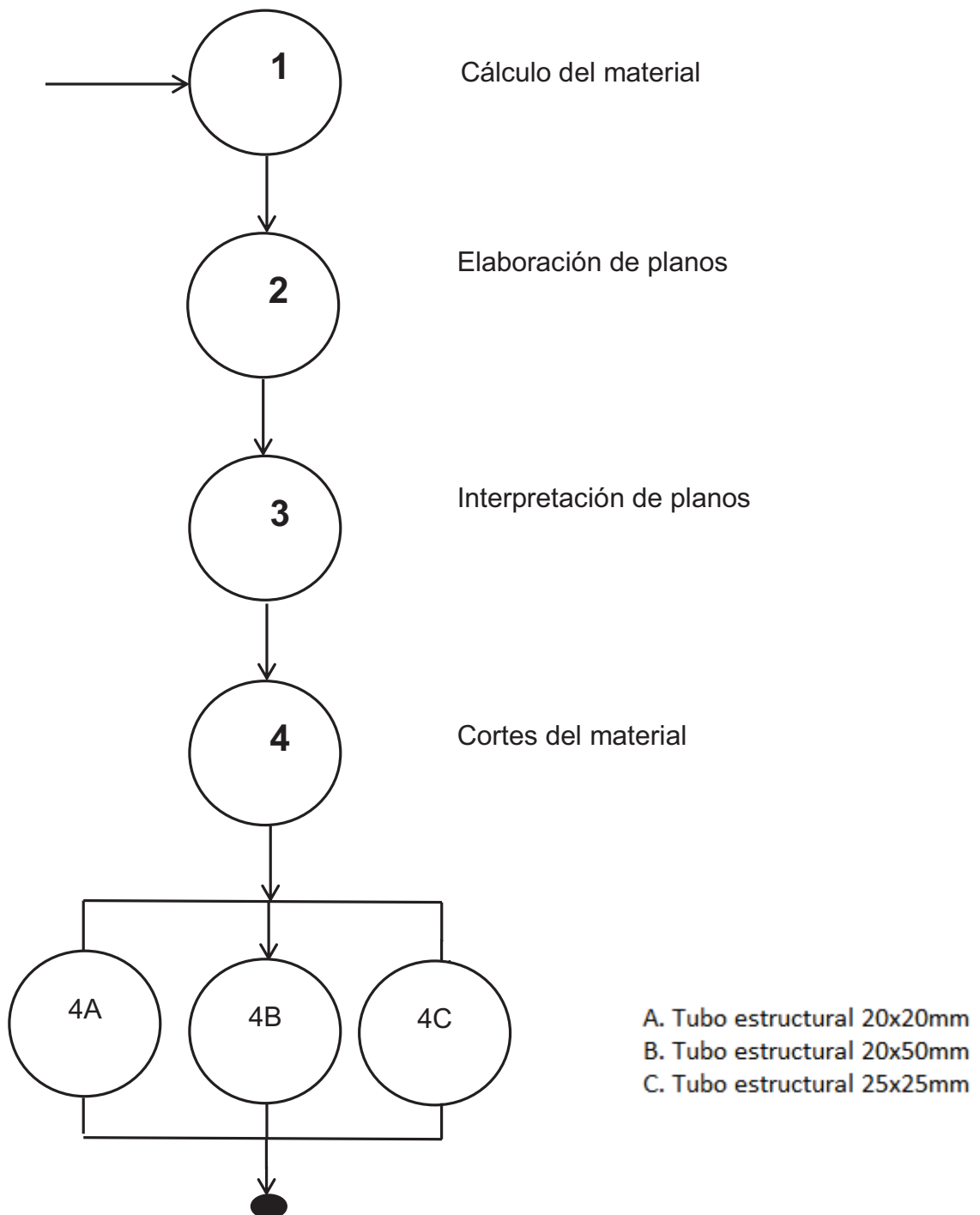
**Tabla 3. 9.** Simbología

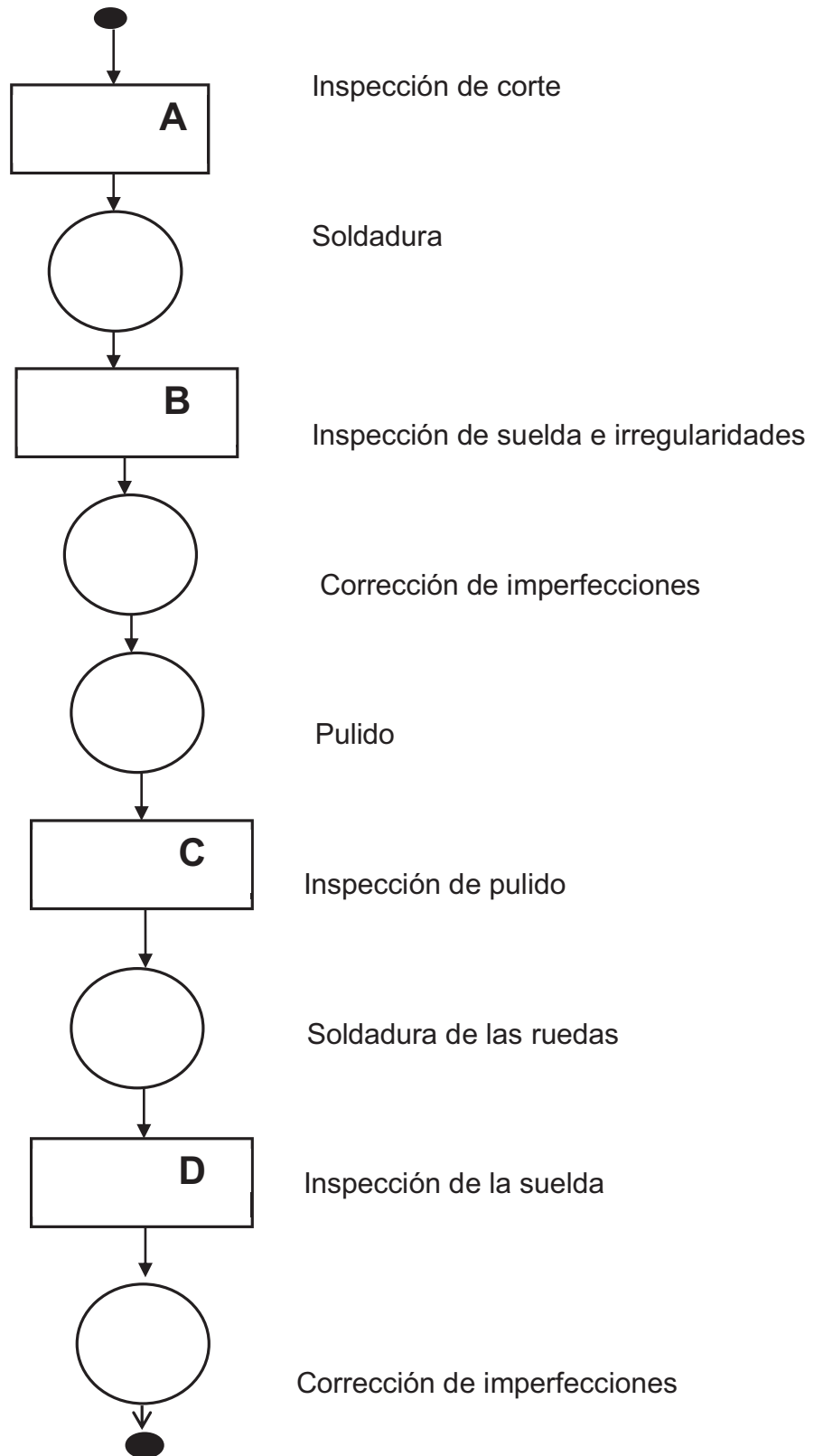
Nº	Actividad	Simbología
1	Proceso	
2	Inspección	
3	Línea de procesos	
4	Producto terminado	

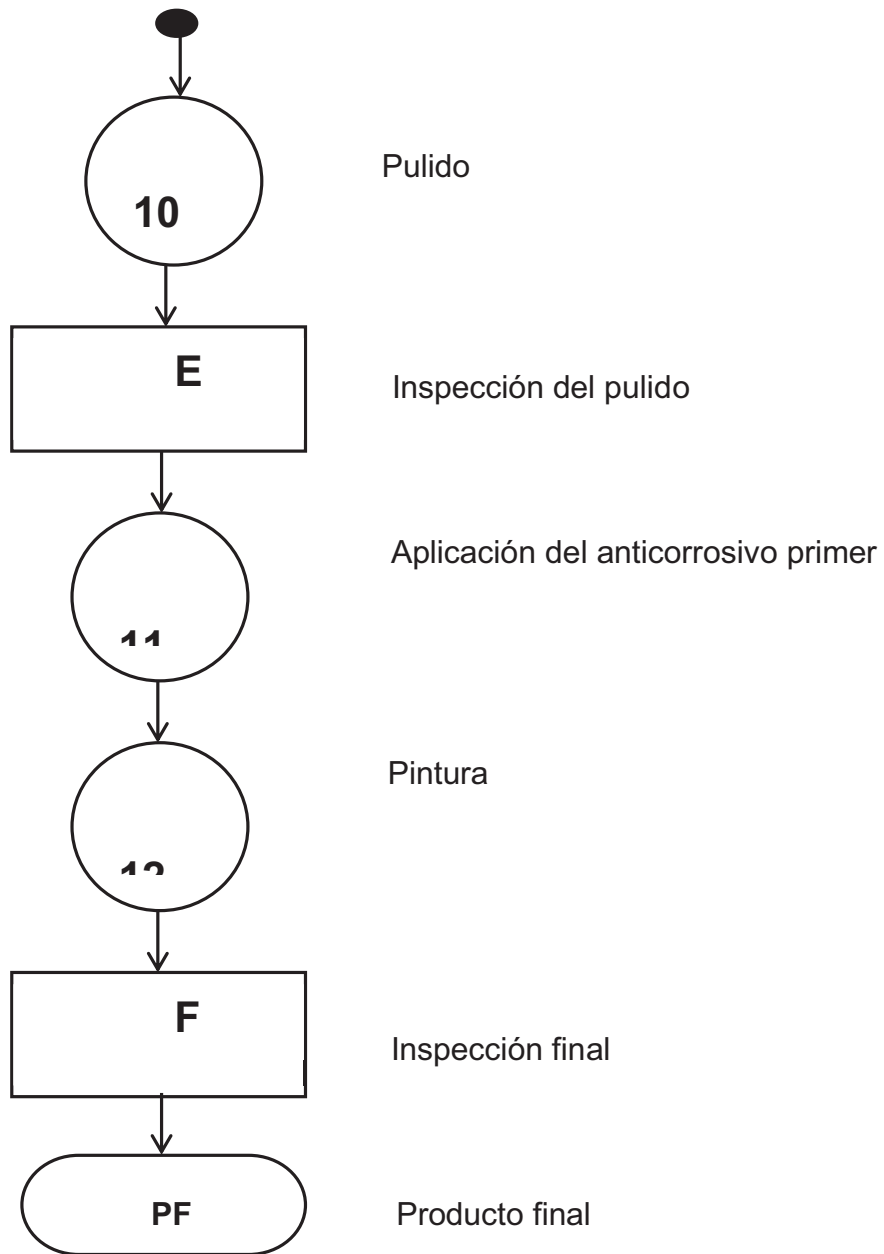
### 3.8 Diagramas de Procesos de Construcción

#### 3.8.1 Diagrama de Proceso de Construcción de la estructura

Material: Tubo estructural ASTM A 500







**Figura 3.17** Diagrama del ensamble final

**Fuente:** Sr. Juan Muñoz

**Tabla 3. 10.** Tabla de Proceso de Construcción del soporte

N°	Proceso	Máquina - Equipo - Herramienta					
		Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	T
1	Medición y Trazado del tubo estructurales 20x50mm					H1-H2-H3	30
2	Corte	M1	30				
3	Soldadura	M2	120			H2	30
4	Pulido	M3-M4	30			H7-H5	20
5	Medición y trazado de la platina de acero ½" (12.7mm)					H1-H2-H3	30
6	Corte	M1	20				
7	Soldadura	M2	30				
8	Pulido	M4	20				
9	Medición y trazo del tubo estructural 20x20mm					H1-H3-H8	60
10	Corte	M1	20			H6	40
11	Soldadura	M2	60			H8	20
12	Pulido	M3	30				
13	Medición y trazado del tubo estructural 25x25mm					H1-H3-H8	20
14	Corte	M1	10			H6	15
15	Soldadura	M2	20			H8	10
16	Pulido	M3	5				
17	Limpieza de escoria y pulido de toda la estructura	M3	10			H7	10
18	Primer			E1	40		
19	Pintura			E1	40		

### 3.9 Funcionamiento

Con el soporte fijado en la posición correcta cerca de la aeronave; con las ruedas completamente frenadas; se procede a desmontar las palas del helicóptero, entre dos personas con ergonomía, una persona de cada lado con el mismo movimiento para evitar daños en las palas colocándolas sobre las aberturas anguladas donde reposa la misma.

Así mismo con las demás palas, utilizando los espacios destinados para cada una de ellas, tres de cada lado, con capacidad para dos helicópteros de tres palas cada uno, dando así un total de seis palas sobre el soporte.


Una vez ya puestas las palas sobre el soporte, las ruedas son liberadas dando movimiento al soporte para ser trasladado a una posición segura donde las palas podrán tener su proceso de mantenimiento, limpieza y lavado.

Finalmente las palas son aseguradas y estarán listas para en el momento preciso según la orden de mantenimiento sean nuevamente ubicadas en el helicóptero con la misma posición que fueron desmontadas.

### **3.10 Tipos de manuales**

Se proporcionan los siguientes manuales a utilizar.

- Manual de operación (MO)
- Manual de mantenimiento (MM)
- Registro de funcionamiento (FR)


U.G.T.	Manuales	Pag. 1 de 2
 <p data-bbox="339 450 515 483"><b>MECÁNICA</b></p>	<p data-bbox="655 248 1137 555"><b>MANUAL DE OPERACIÓN DEL SOPORTE PARA LAS PALAS DEL HELICOPTERO AS 350B2 DE LA UNIDAD AEROPOLICIAL DE SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS.</b></p>	<p data-bbox="1187 387 1382 421"><b>Revision N.1</b></p>
<p data-bbox="240 580 874 613"><b>Elaborado por:</b> Juan Camilo Muñoz Viafara</p> <p data-bbox="240 633 740 667"><b>Aprobado por:</b> Tlgo Ulises Cedillo</p> <p data-bbox="240 687 488 721"><b>Fecha:</b> 1-may-14</p>		
<p data-bbox="240 799 451 833"><b>1. OBJETIVO:</b></p> <p data-bbox="240 855 1390 943">Documentar el funcionamiento del soporte para las palas del helicóptero AS 350B2</p> <p data-bbox="240 1019 445 1052"><b>2. ALCANCE:</b></p> <p data-bbox="240 1075 1334 1108">Dar a conocer al operador los pasos que debe seguir para utilizar el soporte.</p> <p data-bbox="240 1184 560 1218"><b>3. PROCEDIMIENTO:</b></p> <ol data-bbox="240 1240 1390 1989" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="240 1240 1390 1328">1. Para empezar a utilizar el soporte es necesario hacerlo entre dos personas, una de cada lado así, garantizando la seguridad de las palas a ser transportadas.</li> <li data-bbox="240 1404 1390 1547">2. El soporte debe de estar cerca del helicóptero con los frenos puestos y ubicado de una forma en que las palas puedan ser rápidamente puestas en el lugar adecuado.</li> <li data-bbox="240 1624 1366 1657">3. Se debe colocar una pala a la vez entre dos personas uno de cada extremo.</li> <li data-bbox="240 1733 1390 1821">4. Finalizada la ubicación de las palas en el soporte, se traslada al sitio seguro, colocando freno en las llantas.</li> <li data-bbox="240 1897 1390 1984">5. Nuevamente al colocar las palas en el helicóptero se procede secuencialmente trasladando el soporte en la posición correcta cerca del helicóptero</li> </ol>		

6. Ubicado el soporte se procede al frenado de las llantas asegurando el mismo.

7. Se procede al montaje de las palas al helicóptero ubicándose una persona de cada lado del soporte, se levantan las palas una a la vez y se ajustan al helicóptero según las ordenes técnicas del mismo.

8. Finalizado la ubicación de las palas en el helicóptero nuevamente el soporte debe ser trasladado a su ubicación segura frenando las llantas del mismo.



U.G.T.	Manuales	Pag. 1 de 1
 <p data-bbox="339 450 515 483"><b>MECÁNICA</b></p>	<p data-bbox="639 248 1155 611"><b>MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SOPORTE PARA LAS PALAS DEL HELICOPTERO AS 350B2 DE LA UNIDAD AEROPOLICIAL DE SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS.</b></p>	<p data-bbox="1187 412 1382 445"><b>Revision N.1</b></p>
<p data-bbox="240 636 874 669"><b>Elaborado por:</b> Juan Camilo Muñoz Viafara</p> <p data-bbox="240 689 751 723"><b>Aprobado por:</b> Tlgo. Ulises Cedillo</p> <p data-bbox="240 743 488 777"><b>Fecha:</b> 1-may-14</p>		
<p data-bbox="240 857 451 891"><b>1. OBJETIVO:</b></p> <p data-bbox="240 911 1390 1001">Documentar el procedimiento de mantenimiento del soporte para palas del helicóptero AS 350B2.</p> <p data-bbox="240 1077 448 1111"><b>2. ALCANCE:</b></p> <p data-bbox="240 1131 1390 1220">Apreciar el soporte para palas del helicóptero AS 350B2 destinado a dar mantenimiento.</p> <p data-bbox="240 1296 560 1330"><b>3. PROCEDIMIENTO:</b></p> <ol data-bbox="240 1406 1390 1935" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="240 1406 1193 1440">1. Cada 8 días se debe limpiar la estructura con un waipe húmedo.</li> <li data-bbox="240 1516 1390 1606">2. Cada 30 días la estructura debe ser inspeccionada para verificar posibles daños.</li> <li data-bbox="240 1682 1390 1771">3. Cada 6 meses se deben cambiar los cauchos del soporte donde reposan las palas</li> <li data-bbox="240 1848 1390 1937">4. Cada 12 meses después de inspeccionar se debe pintar la estructura completamente.</li> </ol>		

U.G.T.	REGISTRO DE MANTENIMIENTO					REGISTRO N.:1
 <b>MECÁNICA</b>	<b>LIBRO DE MANTENIMIENTO DEL SOPORTE PARA LAS PALAS DEL          HELICÓPTERO AS 350 B2</b>					Hoja.....de.....
Nº	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Trabajo Realizado	Material y/o repuesto realizado	Responsable	Observaciones
<hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/> <b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b>						

### 3.11 Análisis económico

A continuación se presenta los gastos efectuados en la elaboración del presente proyecto.

#### 3.11.1 Presupuesto

Se realizó un análisis de costos previos con el fin de presentir la cantidad estimada para realizar el presente proyecto.

#### 3.11.2 Análisis de costos

##### 3.11.2.1 Costos primarios

##### 3.11.2.1.1 Costos materiales

**Tabla 3. 11.** Costos de material

<b>CANT.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR TOTAL (USD)</b>
6	Llantas de 3" para soportar 75kg cada una (poliuretano)	42.6
15mts	Tubo cuadrado 20x20mm	35.5
15mts	Tubo rectangular 20x50mm	45.4
2mts	Tubo cuadrado 25x25mm	6.2
5 lbs	Electrodos 6011	9.5
3mts	Espuma de caucho	6.0
18	Tapones	1.8
3 lts	Pintura amarillo Caterpillar	20.25
2 lts	Anticorrosivo primer	20,71
2	Lija	0.90
2 lts	Thinner	2.68
<b>TOTAL</b>		<b>191.54</b>

### 3.11.2.1.2 Costo de utilización de herramientas y equipos

**Tabla 3. 12.** Costo de herramientas y equipos

Nº	ITEM	Cant	V. Uni./ hrs.Hom USD	Hrs. Uso	V. Total/ hrs.Hom USD
1	Flexómetro	1	0,25	3hrs	0.75
2	Escuadra	1	0,25	2hrs	0.50
3	Medidor de ángulos	1	0.25	1hrs	0.25
4	Rayador	1	0.25	1hrs	0.25
5	Entenalla	1	2,50	1hrs	2,50
6	Martillo	1	0.50	1hrs	0.50
7	Sierra manual	1	0.50	2hrs	1,00
8	Cepillo de Acero	1	0,50	1hrs	0,50
9	Cortadora Eléctrica	1	0,50	2hrs	1,00
10	Soldadora eléctrica	1	10.00	3hrs	30,00
11	Esmeril de mano	1	2.00	1hrs	2,00
12	Esmeril de banco	1	2.00	1hrs	2.00
13	Compresor y Equipo de Pintura	1	10.00	1hrs	10,00
<b>TOTAL</b>					<b>49.75 USD.</b>

### 3.11.2.1.3 Costos por Mano de Obra

**Tabla 3. 13.** Tabla de Costos por Mano de Obra.

Nº	ITEM	Cant	V. Unitario / Hrs. Hombre USD	Hrs. Empleadas	V. Total / Hrs. Hombre USD
1	Construcción estructura	2	10	6	120
2	Colocación de ruedas	1	5	1	5
3	Maestro pintura	1	20	1	20
<b>TOTAL</b>					<b>145,00 USD.</b>

### 3.11.2.1.4 Total costos primarios

Tabla 3. 14. Tabla del total de costos primarios

N°	Detalle	Valor Total
1	Costo de Materiales	191.54
2	Costo de Herramientas y Equipos	49.75
3	Costo Mano de Obra	145,00
<b>TOTAL</b>		<b>386.29 USD</b>

### 3.11.2.2 Costos Secundarios

Tabla 3. 15. Cálculo de Costos Secundarios

N°	Detalle	Valor
1	Derecho de Grado	300,00
2	Elaboración del Texto	200,00
<b>TOTAL</b>		<b>500,00 USD</b>

### 3.11.3 Costo total del proyecto

Tabla 3. 16. Costo total del Proyecto

N°	Detalle	Valores
1	Total de costos Primarios	386.29
2	Total de Costos Secundarios	500,00
<b>TOTAL</b>		<b>886.29 USD</b>

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

- A través de la recopilación de información y con la ayuda de los manuales técnicos del helicóptero AS 350-B2 se realizó un análisis de las características de las palas para la elaboración del soporte.
- Se determinó de forma apropiada los materiales resistentes para la construcción del soporte, teniendo en cuenta el factor de seguridad y de economía.
- Con la investigación y desarrollo del presente proyecto, se logra la construcción del soporte para palas del helicóptero AS 350-B2, mejorando los trabajos de mantenimiento, optimizando tiempo y recursos, preservando la vida de los equipos.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda dar el correcto uso al soporte y de la misma forma realizar las respectivas tareas de mantenimiento de acuerdo a los manuales incluidos en este proyecto.
- Para garantizar una operación de éxito en las tareas de mantenimiento del helicóptero, se debe operar el soporte entre dos o más personas teniendo en cuenta siempre las posiciones ergonómicas.

- Por los avances e innovaciones tecnológicas es de trascendencia e importancia realizar trabajos como el presente proyecto, logrando así cumplir con las exigencias de las autoridades aeronáuticas

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**ASTM.-** AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASOCIACIÓN AMERICANA DE PRUEBAS Y MATERIALES - normas de calidad que regulan la fabricación de metales, correeras y tornillería establecen los requerimientos a los cuales deben sujetarse los procesos de fabricación para lograr productos estándar.

**ASW.-** AMERICAN SOCIETY WELDING – Sociedad Americana de Soldadores - ha desarrollado un sistema estándar de simbología en soldadura, el cual es reconocido y ampliamente usado a nivel mundial. Este estándar tiene por objetivo mostrar mediante una representación gráfica, la ejecución y tipo de unión de soldadura en forma más sencilla que la representación escrita de la misma.

**C.C.E.P:** Corriente Continua, Polaridad Inversa, Electrodo Positivo

**C.C.E.N:** Corriente Continua, Polaridad Directa, Electro negativo

**C.C:** Corriente Continúa

**C.A:** Corriente Alterna

**CORTE.-** El corte es una operación realizada a mano con la ayuda de máquinas destinadas para esta operación, consiste en dividir el material en varias partes total o parcialmente.

**DC.-** Corriente Directa / Continua

**ELECTRODO.-** Es una varilla metálica, recubierta por una combinación de materiales aproximada al material a soldar. Las funciones de los recubrimientos pueden ser: eléctrica para conseguir una buena ionización, física para facilitar una buena formación del cordón de soldadura y metalúrgica para conseguir propiedades contra la oxidación y otras características.

**UAP:** Unidad Aeropolicial



**UAP-SDT:** Unidad Aeropolicial Santo Domingo de los Tsachilas

## NETGRAFIA

<http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento>

<http://www.tareasya.com.mx/index.php/padres/aprende-algo-util-hoy/educacion-para-el-trabajo/5428-man>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_correctivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_correctivo)

<http://www.dgac.gob.ec/attachments/article/255/RDAC%20Parte%20001.pdf>

<http://trabajohelicopteros.blogspot.com/2010/09/definicion.html>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_alar](http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_alar](http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_alar)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Rotor\\_de\\_helic%C3%B3ptero](http://es.wikipedia.org/wiki/Rotor_de_helic%C3%B3ptero)

<http://ocw.upm.es/ingenieria-aeroespacial/helicopteros/contenidos/material/palas>

<http://www.pasionporvolar.com/helices-de-avion/>

<http://ocw.upm.es/ingenieria-aeroespacial/helicopteros/contenidos/material/palas>

[http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0053-02/contenido/4\\_esfuerzos.htm](http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0053-02/contenido/4_esfuerzos.htm)

<http://ingenieriamecanica10.blogspot.com/2012/08/esfuerzo-normal-directo-i.html>

<http://www.parro.com.ar/definicion-de-esfuerzo+directo>

<http://www.slideshare.net/ptr-phoo/propiedades-fisicas-de-los-materiales-7159427>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Esfuerzo\\_cortante](http://es.wikipedia.org/wiki/Esfuerzo_cortante)

<http://www.monografias.com/trabajos15/todorov/todorov.shtml>