



**ESPE**  
**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

1

**Inspección para el control de corrosión de cuerdo a la carta de trabajo N.º 32-13-01 del tren de aterrizaje de la Aeronave Cessna 150 M, perteneciente a la empresa Aeromaster.**

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Remache Remache, Cristian Fernando

Carrera de Tecnología En Mecánica Aeronáutica Mención Motores

Monografía, previa a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica Mención Motores.

Tlgo. Arellano Reyes, Milton Andrés

Latacunga, 12 de agosto del 2021



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

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

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, **“Inspección para el control de corrosión de cuerdo a la carta de trabajo N.º 32-13-01 del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 150 M, perteneciente a la empresa Aeromaster”**. Fue realizado por el señor **Remache Remache, Cristian Fernando** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

**Tigo. Arellano Reyes, Milton Andrés**

**C.C.: 1723064513**



## Document Information

<b>Analyzed document</b>	Cristian Remache_presentacion_Urkund.pdf (D110944741)
<b>Submitted</b>	8/2/2021 8:38:00 PM
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	cfremache@espe.edu.ec
<b>Similarity</b>	4%
<b>Analysis address</b>	maarellano3.espe@analysis.orkund.com

## Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://www.ecured.cu/Cessna_150">https://www.ecured.cu/Cessna_150</a> Fetched: 8/2/2021 8:39:00 PM		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Cessna_150">https://es.wikipedia.org/wiki/Cessna_150</a> Fetched: 8/2/2021 8:39:00 PM		1
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / shasho urkund.pdf</b> Document shasho urkund.pdf (D78730001) Submitted by: mevaca12@espe.edu.ec Receiver: maarellano3.espe@analysis.orkund.com		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v28n3/0379-3982-tem-28-03-00127.pdf">https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v28n3/0379-3982-tem-28-03-00127.pdf</a> Fetched: 8/2/2021 8:39:00 PM		2
<b>W</b>	URL: <a href="https://infocorrosion.com/index.php/capacitacion/palabra-del-dia/item/720-corrosion-por-pitting">https://infocorrosion.com/index.php/capacitacion/palabra-del-dia/item/720-corrosion-por-pitting</a> Fetched: 8/2/2021 8:39:00 PM		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://es.slideshare.net/JhonatanVasquezBenav/corrosion-por-cavitacion">https://es.slideshare.net/JhonatanVasquezBenav/corrosion-por-cavitacion</a> Fetched: 8/2/2021 8:39:00 PM		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/85644872-Control-de-soldaduras.html">https://docplayer.es/85644872-Control-de-soldaduras.html</a> Fetched: 1/25/2021 10:31:43 AM		1

**Tigo. Arellano Reyes, Milton Andrés**

**C.C.: 1723064513**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA y MECÁNICA**

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

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Remache Remache, Cristian Fernando**, con cedula de ciudadanía N° 1721407409, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía. **“Inspección para el control de corrosión de cuerdo a la carta de trabajo N.º 32-13-01 del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 150 M, perteneciente a la empresa Aeromaster”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

**Remache Remache, Cristian Fernando**

C.C.: 1721407409



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**MENCIÓN MOTORES**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **Remache Remache, Cristian Fernando** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía. **“Inspección para el control de corrosión de cuerdo a la carta de trabajo N.º 32-13-01 del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 150 M, perteneciente a la empresa Aeromaster”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 12 de agosto del 2021

**Remache Remache, Cristian Fernando**

C.C.: 1721407409

## Dedicatoria

*Dedico mi presente proyecto a Dios padre quien me brindo valor, coraje, sabiduría y perseverancia para seguir día a día cumpliendo cada meta y sobresaliendo ante todos los obstáculos que se presentaron en la vida diaria.*

*A mis padres Edwin Remache Y Lourdes Remache por ser mi principal apoyo tanto económico como moral en toda mi trayectoria estudiantil y por ser comprensibles ante toda mi formación académica.*

*A mis hermanas Katherine Remache y Melany Remache quienes han sabido estar conmigo en cada momento ya sea de alegría o de tristeza con quienes buscamos superarnos conjuntamente como familia y apoyo para culminar el desarrollo de mi proyecto de grado.*

*A mi sobrino Gadiel Córdova el nuevo integrante de mi familia el cual llegado a brindarme una alegría incondicional y ser esa pequeña semilla que me da la fuerza de cumplir cada meta anhelada.*

*Remache Remache, Cristian Fernando*

## **Agradecimiento**

*Agradezco principalmente a Dios padre quien supo guiarme por un buen camino durante todo el proyecto de mi formación académica.*

*De igual manera agradezco a mi padre Edwin Remache y madre Lourdes Remache quienes son los pilares de mi vida, brindándome su apoyo incondicional tanto como económico, moral y sentimental, además de ellos quienes me ayudaron a formarme como una persona de bien tanto como ser honesto y poder escoger buenas y oportunas decisiones.*

*Agradezco a mi docente tutor de tesis Milton Andrés Arellano Reyes por ser una persona comprensible, paciente y por haber confiado en mí, al momento de brindarme cada oportuna guía y apoyo al momento de realizar mi proyecto de tesis.*

*Además, a mis hermanas y sobrino los cuales siempre están brindándome su apoyo para culminar con éxitos mi proyecto de tesis.*

**Tabla de contenidos**

<b>Carátula</b> .....	1
<b>Certificación</b> .....	2
<b>Reporte de verificación</b> .....	3
<b>Responsabilidad de autoría</b> .....	4
<b>Autorización de publicación</b> .....	5
<b>Dedicatoria</b> .....	6
<b>Agradecimiento</b> .....	7
<b>Tabla de contenidos</b> .....	8
<b>Índice de tablas</b> .....	13
<b>Índice de Figuras</b> .....	14
<b>Resumen</b> .....	17
<b>Abstract</b> .....	18
<b>Planteamiento del problema de investigación</b> .....	19
<b>Antecedentes</b> .....	19
<b>Planteamiento del Problema</b> .....	20
<b>Justificación e importancia</b> .....	21
<b>Objetivos</b> .....	21
<b>Objetivo General</b> .....	21
<b>Objetivos Específicos</b> .....	21



	9
Alcance.....	22
<b>Marco Teórico.....</b>	<b>23</b>
<b>Historia Aeronave Cessna 150 M.....</b>	<b>23</b>
<b>Especificaciones Aeronave Cessna 150 M.....</b>	<b>24</b>
<b>Documentación Utilizada en Aviación.....</b>	<b>25</b>
<i>SM (Service Manual).....</i>	<i>25</i>
<i>Orden de trabajo.....</i>	<i>26</i>
<b>Clasificación de los trenes de aterrizaje utilizados en aviación.....</b>	<b>27</b>
<i>Tren de aterrizaje tipo patín de cola o convencional.....</i>	<i>28</i>
<i>Tren de aterrizaje tipo triciclo.....</i>	<i>29</i>
<i>Tren de aterrizaje fijo.....</i>	<i>30</i>
<i>Tren de aterrizaje retráctil.....</i>	<i>30</i>
<i>Descripción del Tren de aterrizaje.....</i>	<i>31</i>
<b>Inspecciones Aplicada en aviación.....</b>	<b>33</b>
<i>Inspecciones Programadas.....</i>	<i>33</i>
<i>Inspección de 50 y 100 horas.....</i>	<i>34</i>
<i>Inspección Visual.....</i>	<i>35</i>
<i>Inspección por Tintas Penetrantes.....</i>	<i>36</i>
<i>Inspección por Partículas Magnéticas.....</i>	<i>37</i>
<i>Inspecciones no Programadas.....</i>	<i>38</i>
Corrosión.....	39

	10
<b>Tipos de Corrosión .....</b>	<b>40</b>
<b>Corrosión Generalizada.....</b>	<b>41</b>
<b>Corrosión Localizada.....</b>	<b>41</b>
<b>Corrosión Galvánica.....</b>	<b>42</b>
<b>Corrosión por Fisura .....</b>	<b>43</b>
<b>Corrosión por Picaduras.....</b>	<b>43</b>
<b>Corrosión por Cavitación.....</b>	<b>44</b>
<b>Soldadura.....</b>	<b>46</b>
<b>Tipos de Soldadura.....</b>	<b>46</b>
<b>Soldadura Autógena.....</b>	<b>46</b>
<b>Soldadura por aco con electrodo revestido .....</b>	<b>47</b>
<b>Soldadura Mig.....</b>	<b>48</b>
<b>Soldadura Tig .....</b>	<b>49</b>
<b>Desarrollo del Tema.....</b>	<b>50</b>
<b>Consideraciones Generales .....</b>	<b>50</b>
<b>Datos Generales del Tren de Aterrizaje de la Aeronave Cessna 150 M .....</b>	<b>50</b>
<b>Situación Actual del Tren de Aterrizaje.....</b>	<b>51</b>
<b>Implementación de soporte de la aeronave (Tren Falso).....</b>	<b>52</b>
<b>Medidas de seguridad y equipo para la elaboración del soporte.....</b>	<b>52</b>
<b>Medidas de Seguridad.....</b>	<b>52</b>
<b>Herramientas.....</b>	<b>53</b>

	11
<i>Equipo y maquinaria</i> .....	53
<i>Materiales utilizados para la elaboración del soporte</i> .....	54
Diseño del soporte.....	54
Diseño soporte parte de la nariz de la aeronave.....	54
<i>Estudios del soporte del Avión Cessna 150 M en el programa SolidWorks</i>	58
<i>Proceso de torneado de tubo redondo para la sujeción en la aeronave</i>	69
<i>Puntos de suelda usados en la estructura del soporte de la aeronave...</i>	70
Remoción del tren principal de la aeronave Cessna 150 M.....	77
Inspección del tren principal de la aeronave Cessna 150 M. ....	79
<i>Inspección visual del eje, tren principal de la aeronave Cessna 150 M...</i>	79
<i>Inspección del tren principal por el método de tintas penetrantes. ....</i>	82
Análisis de la Condición del eje del tren principal .....	88
Costos primarios.....	89
<i>Costos Materiales</i> .....	89
<i>Costos maquinaria</i> .....	90
<i>Costos por mantenimiento</i> .....	91
<i>Total, costos primarios</i> .....	91
Conclusiones y Recomendaciones .....	92
Conclusiones.....	92
Recomendaciones .....	92
Glosario.....	94

	12
<b>Bibliografía.....</b>	<b>96</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>98</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Datos de la aeronave Cessna 150 M.....	24
<b>Tabla 2</b> Características del tren de Aterrizaje.....	32
<b>Tabla 3</b> Datos Generales del Tren principal de Aterrizaje.....	50
<b>Tabla 4</b> Datos Generales del Tren principal de Aterrizaje.....	54
<b>Tabla 5</b> Dimensiones para elaborar la estructura cuadrada.....	55
<b>Tabla 6</b> Dimensiones de platinas .....	55
<b>Tabla 7</b> Dimensiones para elaborar la estructura redonda del soporte .....	56
<b>Tabla 8</b> Dimensiones de platinas para soporte posterior .....	57
<b>Tabla 9</b> Datos para la simulación en el programa SolidWorks.....	58
<b>Tabla 10</b> Resultado de análisis estático " tensiones" .....	60
<b>Tabla 11</b> Resultado análisis estático" desplazamiento" .....	61
<b>Tabla 12</b> Resultados análisis de factor de seguridad.....	63
<b>Tabla 13</b> Resultado Análisis estático " Tensiones".....	65
<b>Tabla 14</b> Resultado análisis estático desplazamiento del soporte posterior.....	66
<b>Tabla 15</b> Resultado análisis Deformación Unitaria.....	67
<b>Tabla 16</b> Resultado del análisis del factor de seguridad .....	68
<b>Tabla 17</b> Costos materiales.....	89
<b>Tabla 18</b> Costos Maquinarias.....	90
<b>Tabla 19</b> Costos por Mantenimiento .....	91
<b>Tabla 20</b> Total Costos Primarios.....	91

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Aeronave Cessna 150 M.</i> .....	24
<b>Figura 2</b> <i>Service Manual</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Work Order</i> .....	27
<b>Figura 4</b> <i>Clasificación de los trenes de aterrizaje</i> .....	28
<b>Figura 5</b> <i>Tren de aterrizaje tipo patín de cola</i> .....	29
<b>Figura 6</b> <i>Tren de aterrizaje tipo triciclo</i> .....	29
<b>Figura 7</b> <i>Tren de aterrizaje fijo</i> .....	30
<b>Figura 8</b> <i>Tren de aterrizaje retráctil</i> .....	31
<b>Figura 9</b> <i>Estructura tren de aterrizaje</i> .....	32
<b>Figura 10</b> <i>Inspección del tren de aterrizaje</i> .....	34
<b>Figura 11</b> <i>Inspección de 50 horas</i> .....	35
<b>Figura 12</b> <i>Inspección Visual</i> .....	36
<b>Figura 13</b> <i>Inspección por método de tintas penetrantes</i> .....	37
<b>Figura 14</b> <i>Inspección por partículas magnéticas</i> .....	38
<b>Figura 15</b> <i>Inspección cañerías del tren de aterrizaje</i> .....	39
<b>Figura 16</b> <i>Celda electroquímica</i> .....	40
<b>Figura 17</b> <i>Corrosión Generalizada</i> .....	41
<b>Figura 18</b> <i>Corrosión Galvánica</i> .....	42
<b>Figura 19</b> <i>Corrosión por Fisura</i> .....	43
<b>Figura 20</b> <i>Tipos de corrosión por picadura</i> .....	44
<b>Figura 21</b> <i>Corrosión por Cavitación</i> .....	45
<b>Figura 22</b> <i>Soldadura Autógena</i> .....	47
<b>Figura 23</b> <i>Soldadura por arco eléctrico revestido</i> .....	48
<b>Figura 24</b> <i>Suelda Mig</i> .....	48

	15
<b>Figura 25</b> <i>Suelda Tig</i> .....	49
<b>Figura 26</b> <i>Tren de Aterrizaje De la Aeronave Cessna 150 M</i> .....	51
<b>Figura 27</b> <i>Estructura del soporte para la aeronave Cessna 150 M</i> .....	56
<b>Figura 28</b> <i>Estructura del soporte de la parte posterior</i> .....	57
<b>Figura 29</b> <i>Barra estabilizadora del soporte posterior de la aeronave Cessna 150 M</i>	58
<b>Figura 30</b> <i>Estructura a realizar simulación en SOLIDWORK</i> .....	59
<b>Figura 31</b> <i>Resultados de tensión en la estructura</i> .....	60
<b>Figura 32</b> <i>Punto de desplazamiento del soporte frontal</i> .....	61
<b>Figura 33</b> <i>Resultado de análisis" Deformación Unitaria"</i> .....	62
<b>Figura 34</b> <i>Puntos mínimos y máximos de la deformación unitaria</i> .....	62
<b>Figura 35</b> <i>Puntos Mínimos y máximos del " factor de seguridad"</i> .....	63
<b>Figura 36</b> <i>Datos para la simulación del soporte posterior, en programa SolidWorks.</i>	64
<b>Figura 37</b> <i>Simulación del soporte posterior</i> .....	65
<b>Figura 38</b> <i>Resultado tensión de la estructura</i> .....	66
<b>Figura 39</b> <i>Análisis estático soporte posterior</i> .....	67
<b>Figura 40</b> <i>Resultado análisis "deformación Unitaria"</i> .....	68
<b>Figura 41</b> <i>Resultados del Factor de seguridad</i> .....	69
<b>Figura 42</b> <i>Torneado de tubo de transmisión</i> .....	70
<b>Figura 43</b> <i>Proceso de puntos de suelda empleados en la estructura</i> .....	71
<b>Figura 44</b> <i>Limpieza de la estructura</i> .....	72
<b>Figura 45</b> <i>Pintura de capa de fondo anticorrosiva</i> .....	73
<b>Figura 46</b> <i>Aplicación de pintura color azul claro</i> .....	73
<b>Figura 47</b> <i>Soporte ensamblado y pintado</i> .....	74
<b>Figura 48</b> <i>Puntos de suelda en la estructura redonda</i> .....	75
<b>Figura 49</b> <i>Limpieza del tubo redondo</i> .....	75

<b>Figura 50</b> <i>Proceso de fondo de pintura anticorrosiva</i> .....	76
<b>Figura 51</b> <i>Estructura de soporte de parte posterior ensamblada y pintada</i> .....	77
<b>Figura 52</b> <i>Extracción del líquido hidráulico</i> .....	78
<b>Figura 53</b> <i>Remoción de la rueda del eje</i> .....	78
<b>Figura 54</b> <i>Remoción del eje del tren de aterrizaje principal</i> .....	79
<b>Figura 55</b> <i>Inspección visual del eje del tren de aterrizaje principal</i> .....	80
<b>Figura 56</b> <i>Diagrama de flujo de la inspección del tren principal</i> .....	81
<b>Figura 57</b> <i>Aplicación de líquido limpiador SKC-S</i> .....	82
<b>Figura 58</b> <i>Diagrama de flujo de inspección por tintas penetrantes</i> .....	83
<b>Figura 59</b> <i>Secado del eje del tren principal</i> .....	84
<b>Figura 60</b> <i>Aplicación de líquido penetrante</i> .....	85
<b>Figura 61</b> <i>Limpieza y secado del excedente de líquido</i> .....	86
<b>Figura 62</b> <i>Aplicación del líquido revelador</i> .....	87
<b>Figura 63</b> <i>Aplicación de luz ultravioleta en el eje</i> .....	88



## Resumen

El presente proyecto contiene todos los pasos específicos y necesarios para realizar la inspección sobre el control de corrosión del tren principal de la aeronave Cessna 150 M perteneciente a la empresa Aeromaster Airways, a través de la documentación técnica SM ( Service Manual) de acuerdo a la carta de trabajo N° 32-13-01 dónde se encuentra prescrita el proceso adecuado para realizar los procedimientos respectivos para dar cumplimiento a los requisitos que se encuentran estipulados por el fabricante de dicha aeronave. Este tipo se lo realiza cada 20 años en caso de ser un avión nuevo, pero tras el tiempo de uso de acuerdo al manual se debe realizar cada 5 años ya que esta tarea permite conocer las condiciones a las que se encuentra el tren para de esta manera permitir que siga operando de una manera segura y adecuada. Para llevar a cabo esta inspección de una manera didáctica, se requiere la implementación de un soporte de sujeción o también denominado un tren falso el cual la empresa no dispone en sus talleres, por este motivo se realizó varias investigaciones y se logró la implementación de dicha estructura con el propósito de remover e inspeccionar la sección del tren además de realizar diferentes trabajos o tareas de mantenimiento con mayor o menor similitud. Con esta finalidad se elaboró el soporte o tren falso para reducir el tiempo de trabajo y brindar mayor protección al momento de que la aeronave sea puesta en mantenimiento, considerando el recurso humano, económico, material y aplicando la respectiva información técnica que resalta ser concisa y acorde a las necesidades de la empresa.

Palabras clave:

- **CONTROL DE CORROSION-INSPECCIÓN**
- **TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL**
- **OPERACIÓN DE LA AERONAVE**
- **MANTENIMIENTO-CESSNA 150 M**

**Abstract**

This project contains all the specific and necessary steps to perform the inspection on the corrosion control of the main gear of the Cessna 150 M aircraft belonging to the company Aeromaster Airways, through the technical documentation SM (Service Manual) according to the work letter No. 32-13-01 where the appropriate process is prescribed to perform the respective procedures to comply with the requirements that are stipulated by the manufacturer of the aircraft. This type is performed every 20 years in the case of a new aircraft, but after the time of use according to the manual should be performed every 5 years since this task allows to know the conditions of the train in order to allow it to continue operating in a safe and proper way. To carry out this inspection in a didactic way, it is required the implementation of a fastening support or also called a false train which the company does not have, for this reason several investigations were carried out and the implementation of such structure was achieved with the purpose of removing and inspecting the section of the train in addition to performing different works or maintenance tasks with greater or lesser similarity. With this purpose the support or false train was elaborated to reduce the work time and provide greater protection when the aircraft is put in maintenance, considering the human, economic, material resource and applying the respective technical information that stands out to be concise and according to the needs of the company.

Key words:

- **CORROSION CONTROL-INSPECTION**
- **MAIN LANDING GEAR**
- **AIRCRAFT OPERATION**
- **MAINTENANCE-CESSNA 150 M**

## Capítulo I

### 1. Planteamiento del problema de investigación

#### 1.1. Antecedentes

La empresa de aviación “AEROMASTER” está dedicada a brindar servicios y producción especializada en diversos ámbitos de la aviación, la misma es una organización de mantenimiento que realiza inspecciones, reparaciones, modificaciones, ensamblajes y entre otras tareas de mantenimiento, cuenta con un taller para realizar mantenimiento a las aeronaves, en la cual se usa varias herramientas que facilitan el trabajo permitiendo un mejor desarrollo del trabajo, además de ello brinda la oportunidad de dictar cursos relacionados al campo aeronáutico ya sea como técnico en mantenimiento o como piloto de aeronaves.

La empresa de aviación AEROMASTER cuenta con la sección de taller de mantenimiento, equipada para realizar reparaciones, tareas de mantenimiento, inspecciones, el presente proyecto propone la Inspección para el control de corrosión de acuerdo a la carta de trabajo N° 32-13-01 del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 150 M, perteneciente a la empresa Aeromaster, además de implementar un soporte para la misma y de esta manera facilitar la tarea de inspección y mejorar su trabajo al realizarlo.

La inspección del control de corrosión del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 150 M, así como la de otros componentes de las aeronaves necesitan de herramientas especiales para poder realizar correctamente el mantenimiento, estas herramientas facilitarían el trabajo y brindarían una mejor estabilidad para realizar las tareas, también el uso adecuado de las herramientas y equipo de apoyo brinda

seguridad y permite realizar los trabajos acorde a las normas que se encuentra estipulada por el fabricante.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

La empresa aeronáutica Aeromaster Airways S.A. ubicada en la ciudad de Quito sector en Condado es una entidad que brinda mantenimiento a aeronaves ya sean de ala fija, helicópteros y entre otros, la misma que presenta un alto estándar de calidad con respecto a realizar las tareas con un manejo adecuado ya sea con la utilización de herramientas u equipos para realizar dichos procesos en los equipos que pueden encontrarse en un helicóptero, avión y componentes electrónicos.

La operatividad de una aeronave requiere que se encuentre en óptimas condiciones para su aeronavegabilidad. Es importante que las tareas de mantenimiento se las realice de acuerdo a lo que estipula el manual emitido por el fabricante, ya que los diferentes tipos de inspección que se realiza deben ser desarrolladas para optimizar la confiabilidad de la misma.

La oportuna operatividad de la aeronave depende de la calidad del diseño y de un mantenimiento fiable para la misma, así como la realización de inspecciones adecuadas de cada componente para su óptima condición, este tipo de tarea se puede complicar cuando se requiere la remoción de los componentes cuando se requiere la aplicación de diferentes técnicas.

Las inspecciones cuentan con procedimientos minuciosos para determinar las condiciones en la que se encontrara la aeronave, toda inspección debe ser realizadas de acuerdo a lo escrito en los manuales que son aplicables a la aeronave para garantizar el mantenimiento de la misma.

### **1.3. Justificación e importancia**

Si se realiza una inspección para el control de corrosión, se debe hacer el trabajo de tal manera que se pueda identificar el tipo de proceso que se debe aplicar para optimizar y establecer el tipo de corrosión por el cual es atacado el material determinando que cuando se realice este proceso no afecte con la aeronavegabilidad de la aeronave tomando en cuenta las condiciones adecuadas de la misma.

En la actualidad la sección de mantenimiento no dispone de un soporte para colocar el fuselaje de la aeronave cuando se realiza un mantenimiento mayor, la cual es la inspección para el control de corrosión del tren de aterrizaje que consiste en remover el tren de aterrizaje para realizar dicha tarea, por esta razón se ha visto la necesidad de desarrollar un soporte que beneficia a la empresa y permita desarrollar dicho trabajo con mayor seguridad y eficacia.

El presente proyecto brinda al personal de técnicos mayor seguridad y apoyo en el desarrollo de las tareas de mantenimiento en cuanto a la inspección, también se ve reflejado en la disminución de recursos, materiales y económicos al momento que se realizar dicho mantenimiento, lo que permite crear un ambiente de trabajo seguro.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Realizar la inspección para el control de corrosión de acuerdo a la carta de trabajo n° 32-13-01 del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 150 M, perteneciente a la empresa Aeromaster.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Recopilar información acerca de las tareas de mantenimiento que se deben realizar al tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 150 M, para realizar la

inspección para el control de corrosión de acuerdo a los parámetros sugeridos por el fabricante.

- Implementar un soporte para la colocación del fuselaje de la aeronave después de haber removido el tren de aterrizaje.
- Realizar la inspección del tren de aterrizaje principal según la carta de trabajo N° 32-13-01.

### **1.5. Alcance**

El presente proyecto de realizar la inspección al tren principal de la aeronave Cessna 150 M, pretende brindar una ayuda a los técnicos de mantenimiento de la empresa Aeromaster en la tarea para el control de corrosión del tren de aterrizaje detallando la inspección la cual permitirá verificar fisuras, golpes , grietas y hendiduras de acuerdo a las ordenes técnicas del fabricantes como método de prevención al mantenimiento sobre control de corrosión, este tipo de tarea de conocer como mantenimiento mayor, para realizar dicho trabajo sé que requiere implementar un soporte o también se lo podría conocer como un tren falso el cual cumple la función de sostener la aeronave, la misma que permitirá dar mayor seguridad al momento de realizar los trabajos de prevención y control de corrosión, este proyecto va dirigido para el personal técnico de la empresa Aeromaster para brindar seguridad, apoyo de equipo y optimización de los recursos para un mejor trabajo en el mantenimiento de la aeronave.

## Capítulo II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Historia Aeronave Cessna 150 M

El Modelo Cessna 150 M es un avión de ala alta con tren de aterrizaje fijo y dos asientos. Diseñado para entrenamiento de vuelo principalmente usadas en escuela de pilotos, viajes y uso personal, por su medida es de fácil uso y menor costo en el mantenimiento. (S., Gennady, 2015)

El desarrollo del avión Cessna 150 original comenzó a mediados de la década de 1950, y Cessna Aircraft Company decidió construir sucesores de los populares aviones Cessna 120 y Cessna 140 que terminaron en 1951. Solo un prototipo voló por primera vez en septiembre de 1957.

El modelo es de tipo monoplano metálico con ala alta, su configuración es similar a la de la aeronave 140 y tiene un sistema de tren de aterrizaje tipo triciclo fijo. El avión Cessna 150 de fabricación estadounidense está equipado con un motor Continental O-200-A que puede proporcionar 75 kW (100 hp), mientras que el motor con licencia de la empresa de construcción aeroespacial francesa Reims Aviation (Reims Aviation) producido por el motor Lao Slaughter proporciona potencia. 97 kilovatios (130 caballos de fuerza) O-240-A.

Este tipo de avión se encontraba disponible en cuatro versiones como era el modelo 150 Standart, Commuter, Commuter II y Aerobat. Este tipo de aeronave contaban con un equipo especial en aviónica. Ya que en las escuelas para piloto eran muy utilizadas por su gran facilidad de volar y de esta manera el personal evitaba riesgos y mejor maniobrabilidad entre en piloto y la aeronave.

**Figura 1**

*Aeronave Cessna 150 M.*



*Nota.* El gráfico presenta la aeronave Cessna 150 M, de la Escuela de Aviación Pastaza.

## 2.2. Especificaciones Aeronave Cessna 150 M.

**Tabla 1**

*Datos de la aeronave Cessna 150 M*

<b>Datos Generales de la Aeronave Cessna 150 M</b>	
<b>Tripulación</b>	Uno (piloto)
<b>Capacidad</b>	Un pasajero
<b>Longitud de la aeronave</b>	7,54 m
<b>Envergadura</b>	10,16 m
<b>Altura</b>	2,6 m
<b>Superficie Alar</b>	15 m <sup>2</sup>
<b>Peso del avión en vacío</b>	504 kg



<b>Datos Generales de la Aeronave Cessna 150 M</b>	
<b>Peso Máximo de Despegue</b>	730 kg
<b>Velocidad de Crucero</b>	152 km/h (126 MPH; 109 kt)
<b>Velocidad Máxima operativa</b>	202 km/h (126 MPH; 109 kt)
<b>Altura Máxima de Vuelo</b>	4300 m (14 108 ft)
<b>Tipo de Motor</b>	Continental O-200A.
<b>Potencia Generada Del Motor</b>	75 kW
<b>Hélice</b>	1x bipala de paso fijo por motor.

*Nota.* La tabla presenta los datos generales de la aeronave Cessna 150 M.

### **2.3. Documentación Utilizada en Aviación**

#### **2.3.1. SM (Service Manual)**

La información que contiene este manual se basa en los datos disponibles al momento de su publicación, en el mismo obtiene procedimientos e instrucciones recomendadas por el mismo fabricante de la aeronave el cual determina ciertos parámetros como el manejo el tierra, el servicio, además describe el montaje, desmontaje de partes y el respectivo mantenimiento que se le realiza acorde a lo que se encuentra estipulado en las cartas de trabajo, la misma que se divide por secciones por ello se le presta en nombre traducido al español como Manual de Servicio. (CESSNA, 1972)

**Figura 2***Service Manual*

*Nota.* El gráfico presenta la portada del service manual en la cual señala del número de la aeronave, y la fecha de actualización. Tomado de, (CESSNA, 1972)

**2.3.2. Orden de trabajo**

La orden de trabajo es un documento que es emitido por la empresa, la cual una persona o el piloto puede presentar una discrepancia emitiéndola a la orden de trabajo y traducida al inglés conocida como "Work Order", en este documento se presenta paso a paso una tarea a ejecutar en la aeronave ya sea la de un mantenimiento, o reemplazo, inspección, instalación de un componente la cual será registrada y archivada para tener como respaldo todos los trabajos que se pueden realizar. (Gonzalez, 2010)

### Figura 3

#### Work Order

WORK ORDER			
1. CUSTOMER:	2. NOMENCLATURE:	3. REGISTRATION MARK:	4. MANUFACTURER:
5. PART No.	6. SERIAL No.	23. WORK ORDER No.:	
7. INCOMING DATE:		24. GENERATED BY:	
8. DISCREPANCY:			9. PAGE ---OF--- ADD SHEETS AS REQ
10. PLANNED ACTION			
11. CUSTOMER AUTHORIZATION X _____ DATE _____		12. CUSTOMER INSTRUCTIONS	
17. CORRECTIVE ACTION		13. PART NUMBER OFF	
		14. SIN OFF	
		15. PART NUMBER ON	
		16. SIN ON	
		13. PART NUMBER OFF	
		14. SIN OFF	
		15. PART NUMBER ON	
		16. SIN ON	
		18. RII INSPECTION REQ	
		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

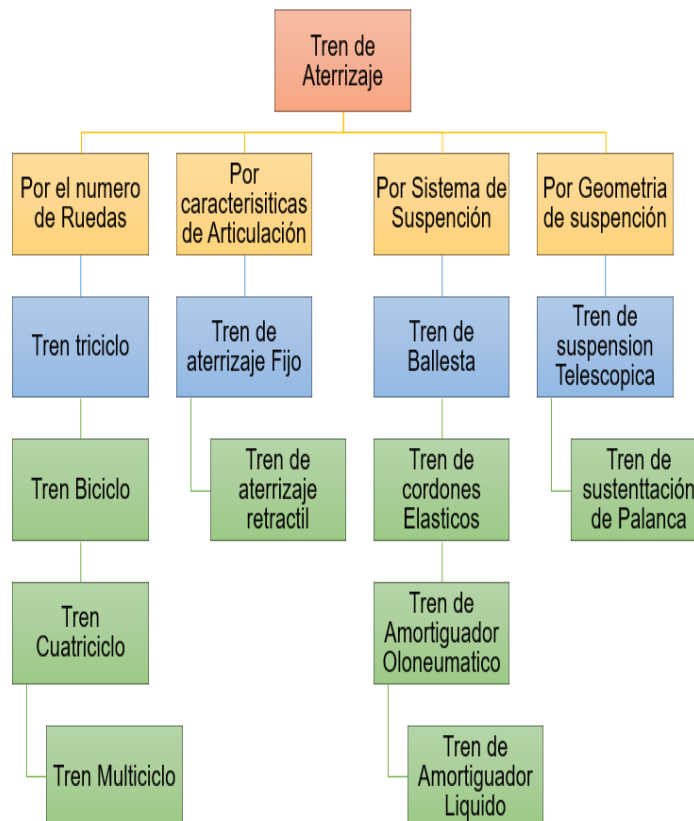
*Nota.* El gráfico presenta el documento, en el cual se prescribe paso a paso de las tareas a realizar en la aeronave.

#### 2.4. Clasificación de los trenes de aterrizaje utilizados en aviación

De acuerdo a la Figura 3, se denominan la clasificación de los diferentes tipos de tren de aterrizaje que son utilizados en las aeronaves ya sean aviones ligeros, pesados de combate los cuales realizan el trabajo absorber la energía cinética producida por el impacto al momento de aterrizar.

**Figura 4**

*Clasificación de los trenes de aterrizaje*



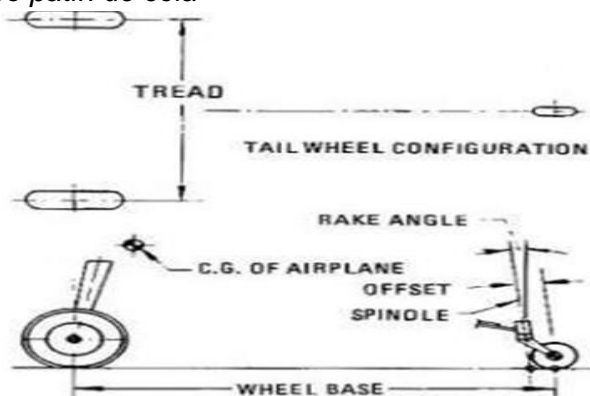
*Nota:* El gráfico presenta la clasificación del tren de aterrizaje. Tomado de, (Danny, 2001)

#### **2.4.1. Tren de aterrizaje tipo patín de cola o convencional**

Este tipo de tren es el más común ya que lleva el tren principal en la parte baja delantera y su tren posterior se encuentra en la parte de la cola el mismo que va conectado al timón de dirección al mismo que se conoce como patín o apoyo de cola. El tren de aterrizaje convencional en las diferentes aeronaves que lo utilizan presenta como una de sus principales ventajas la constancia de una buena aerodinámica, pero además mantienen diferentes inconvenientes, como es no obtener una buena visibilidad entre el piloto para maniobrar en tierra. (Rodríguez, 2019).

**Figura 5**

*Tren de aterrizaje tipo patín de cola*



*Nota.* El gráfico presenta la configuración del tren de aterrizaje. Tomado de, (press, 2017)

#### **2.4.2. Tren de aterrizaje tipo triciclo**

Este tipo se caracteriza por llevar dos trenes principales en la parte intermedia de la aeronave mientras que el tren principal se encuentra ubicado en la parte principal de la nariz de la misma, en la mayoría de los modelos esta rueda de nariz es orientable y carece de mecanismo de freno por lo cual esta ventaja se aplica a las ruedas posteriores. Este tipo de dispositivo es el comúnmente más usado en las aeronaves pequeñas como es el caso de nuestro estudio.

**Figura 6**

*Tren de aterrizaje tipo triciclo*



*Nota.* El gráfico representa la posición en la que se encuentra posicionado en tren de aterrizaje tipo triciclo

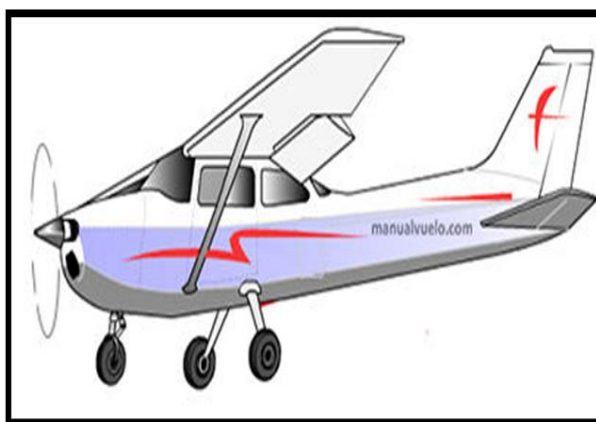
### 2.4.3. Tren de aterrizaje fijo

Este tipo de tren se caracteriza ya que no cambia de posición respecto al avión y se encuentran anclados directamente ya sea a las alas o al fuselaje, su principal desventaja es que por ser fijo tienden a resistir el impacto de aire que se provoca sobre las ruedas, algunas aeronaves usan un tipo de carenado aerodinámico para reducir esta resistencia en el vuelo.

Este tipo de tren se mantiene estático y se los emplea en aviones los cuales no tienen una alta velocidad. Este tipo de tren es económico y de fácil mantenimiento por lo que se emplea en aviones los cuales son ligeros como aeronaves pequeñas y helicópteros. (Borja, 2001)

### Figura 7

*Tren de aterrizaje fijo*



*Nota.* El gráfico representa a la aeronave Cessna en la que se visualiza el tren de aterrizaje fijo.

### 2.4.4. Tren de aterrizaje retráctil

Es el tipo de tren de aterrizaje que se utiliza en aeronaves grandes y de alta potencias ya que pueden plegarse y quedar oculto dentro del fuselaje, alas o barquillas, tomando en cuenta la ventaja de evita la resistencia al avance. Este sistema de

retracción puede ser operada por medio del sistema hidráulico, neumático, eléctrico o mecánica, esto dependerá de la aeronave y su fabricante.

### **Figura 8**

*Tren de aterrizaje retráctil*



*Nota.* El gráfico representa el momento en el que el tren de aterrizaje principal es retraído al interior de la aeronave.

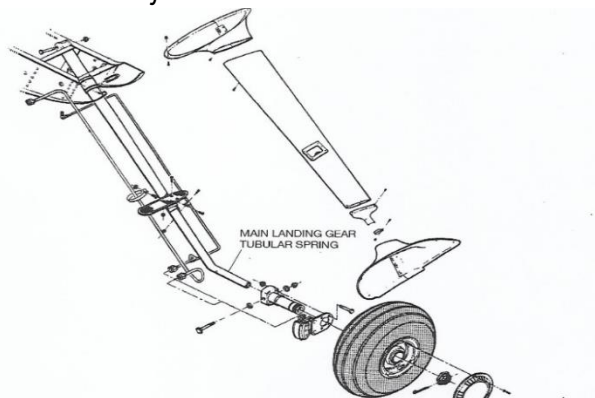
#### **2.4.5. Descripción del Tren de aterrizaje**

La presente cita fue tomada del Servicio Manual de la aeronave Cessna 150 M, será una referencia que permitirá obtener un conocimiento claro sobre los elementos que forman el tren de aterrizaje del avión, para de esta forma determinar las partes que serán removidas de la aeronave ya sean móviles o fijas y mediante la remoción tener un conocimiento previo sobre cada uno de ellos.

El tren de aterrizaje es un componente que se encarga de absorber a energía cinética que se produce entre el tren de aterrizaje y la superficie en la que se propone a aterrizar la misma reduce el impacto gracias a sus diferentes componentes como se conoce que cuenta con un tubular spring o conocido como un tubo de amortiguación ya que realiza el efecto de pandeo al momento que entra en contacto el tren de aterrizaje principal el cual permite que la aeronave no tenga un golpe brusco y no cause efectos de daño a la aeronave, este componente se compone un tubo que puede ser elaborado de aluminio o básicamente de acero para que soporte el efecto látigo.

**Figura 9**

*Estructura tren de aterrizaje*



*Nota.* El gráfico presenta el tren de aterrizaje. Tomado de, (Cessna, 1977)

#### 2.4.5.1. Características tren de aterrizaje

**Tabla 2**

*Características del tren de Aterrizaje*

##### Tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 150 M

<b>Tipo</b>	Triciclo, fijo
<b>Amortiguación Rueda de Nariz</b>	óleo/ neumático
<b>Amortiguación tren principal</b>	Larguerillos elásticos tubulares
<b>Distancia entre ejes (Tren principal y rueda de nariz)</b>	1.47 m (4,82 ft.)
<b>Medida rueda de nariz</b>	5,00 x 5
<b>Presión inflada</b>	30 psi (2.11 Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Medidas de las ruedas principales</b>	6.00 x 6
<b>Presión inflada</b>	21 psi (1.47 kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Presión del amortiguador oleo/neumático</b>	20 psi (1.40 kg/cm <sup>2</sup> )

*Nota.* La tabla representa cómo está compuesto el tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 150 M.



## **2.5. Inspecciones Aplicada en aviación**

En el campo de la aviación, los técnicos de aviación deben seguir múltiples procesos para Mantener la aeronave en óptimas condiciones, porque algunos de los procesos que se realizan son un chequeo. Los tipos de inspecciones de aeronaves se pueden dividir en dos categorías, que incluyen Inspecciones programadas, no programadas, por falla e indirecta.

### **2.5.1. Inspecciones Programadas**

Este tipo de tarea se denomina periódica, a cualquier mantenimiento preventivo que sea realizado para la aeronave. La tripulación o los técnicos lo realizan de forma regular. Incluyendo exámenes anuales, 100 horas de inspección, inspección previa al vuelo e inspección progresiva para garantizar que la aeronave se encuentre en óptimas condiciones de operación y aeronavegabilidad.

#### **2.5.1.1. Inspección Anual**

La inspección anual de la aeronave es una tarea que se la debe realizar cada doce meses es decir cada año tras su operación. Esto es necesario para todas las Aeronaves, ya sea que se utilicen con fines recreativos, instrucciones de vuelo o de alquiler. En comparación con la inspección previa al vuelo, la inspección anual de la aeronave cubre más detalles e Inspección de 100 horas. Incluya todas las inspecciones realizadas en otras inspecciones Aeronaves, como control de vuelo y aviónica, prueba e inspección de motores, revisión Todos los registros de aeronaves y revisiones de la superficie de vuelo.

**Figura 10***Inspección del tren de aterrizaje*

*Nota.* El gráfico representa el momento en la cual se realiza una inspección al conjunto de frenos del tren de aterrizaje.

**2.5.1.2. Inspección de 50 y 100 horas**

Toda la flota de aeronaves utilizadas en un centro de instrucción de vuelo o arrendamiento deben pasar Inspecciones de 50 o 100 horas. O técnicos y propietarios De los aviones hay que tener esto en cuenta, porque todos los aviones deben cambiar su aceite cada 50 hora. Además de realizar esta tarea la inspección de 50 horas puede incluir inspecciones del motor para verificar la contaminación del aceite. Verifique el desgaste, limpie e inspeccione la bujía, en caso el personal de mantenimiento de la aeronave experimenta un desgaste excesivo, se deberá reemplazar los componentes dañados para realizar una restauración o su oportuno reemplazo para continuar con la aprobación de la aeronavegabilidad de la aeronave antes del vuelo. La inspección de 50 horas también es una oportunidad para que el equipo de mantenimiento se encargue de cualquier mantenimiento o problema menor detectado por el piloto o el propietario de la aeronave.

**Figura 11**

*Inspección de 50 horas*



*Nota.* El gráfico representa la inspección del motor de la aeronave Cessna 150 M

**2.5.1.3. Inspección Visual**

Se considera un método de prueba no destructivo, el método más común y básico. Aplicar para Varios tipos de materiales y productos, las posibilidades de detección de esta tecnología son Obviamente limitado a defectos visibles, como grietas, poros, desgaste, Decoloración, corrosión, y control de tamaño.

Puede realizarse directa o indirectamente durante o después del proceso de fabricación. Este componente se ha puesto en uso. Además de ello se toma en cuenta algunas inspecciones como son mediante tintas penetrantes, luz negra, luz blanca y por partículas magnéticas las mismas que fueron utilizadas para este caso de estudio del tren de aterrizaje.

**Figura 12***Inspección Visual*

*Nota.* El gráfico representa el proceso de la inspección visual.

**a. Inspección por Tintas Penetrantes**

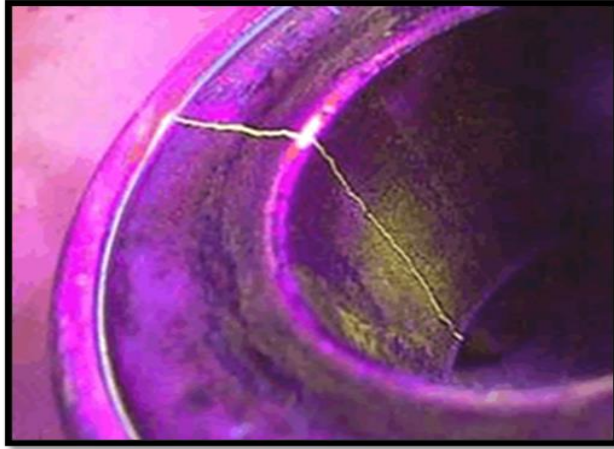
La inspección por tintas penetrantes se puede realizar en cualquier material no poroso (material metálico y material no metálico). Estas pruebas se utilizan para detectar posibles defectos en piezas o estructuras. Se elaboran mediante el uso de fluido humectante, que penetrará en las discontinuidades encontradas debido a su acción capilar. Cuando se aplica el revelador, se puede extraer el líquido que penetra a cualquier superficie, mediante este proceso se puede determinar si existe algún tipo de rajadura o grieta en el material para ello después de aplicar todos los productos se usa un tipo de luz ultravioleta para determinar el resultado.

Las Tintas penetrantes a utilizar en la inspección con respecto al tren principal de la aeronave Cessna 150 M, son:

- Limpiador SKC-S
- Penetrante ZL-37
- Emulsificador ZE-4B
- Revelador SKD-S2

**Figura 13**

*Inspección por método de tintas penetrantes*



*Nota.* El gráfico representa la identificación de fisuras por medio del uso de tintas penetrantes y luz ultravioleta.

**b. Inspección por Partículas Magnéticas**

Los ensayos de partículas magnéticas es una prueba que se utiliza para identificar defectos o discontinuidades superficiales y subterráneas en materiales ferromagnéticos. Se realizan aplicando polvo metálico sobre la superficie a inspeccionar. El polvo metálico se aplica bajo la acción de un campo magnético, lo que hará que el polvo se acumule en discontinuidades. Este es un proceso muy rápido y se puede aplicar a superficies ferromagnéticas independientemente de su tamaño.

Este tipo de inspecciones se les realiza a los diferentes materiales que son sometidos a diferentes fuerzas los mismos que se les debe realizar inspecciones en un tiempo determinado para de este modo se puede verificar que no exista ninguna anomalía en los componentes de la aeronave ya que se puede encontrar:

- Corrosión
- Erosión

- Fisuras
- Agrietamientos en el tubular spring del tren de aterrizaje
- Deformaciones

#### **Figura 14**

*Inspección por partículas magnéticas*



*Nota:* El gráfico representa el proceso de inspección por partículas magnéticas, aplicada en una aeronave.

#### **2.5.2. Inspecciones no Programadas**

La inspección no programada en una aeronave no se la puede definir como un suceso esperado ya que este problema se presenta en cualquier momento, el suceso se informa mediante el piloto ya que es el que determina el funcionamiento en la aeronave y el que presentara la discrepancia de manera escrita en el formato de adecuado en el que establecerá el problema y el personal técnico dará su pronto solución para que la aeronave no presente inconvenientes en sus próximas operaciones aéreas.

La inspección no programada de la aeronave puede refiere a cualquier mantenimiento imprevisto. Este acontecimiento puede ocurrir después de que el personal de cabina determine la discrepancia en la aeronave ya sea antes o durante el

vuelo el mismo que el piloto a cargo es quien deberá informar el problema que se tiene y de este modo el personal técnico procederá a verificar realizando una inspección por falla mediante la cual se determinara si se deberá proceder a dar una solución.

(Cristian, 2018)

### **Figura 15**

*Inspección cañerías del tren de aterrizaje*



*Nota:* El gráfico representa una inspección no programa de los dámpers del tren de aterrizaje.

## **2.6. Corrosión**

El proceso de corrosión se lo puede conocer como el deterioro del material metálico lo cual se produce mediante los procesos de reacciones químicas y electroquímicas, en el cual esto conlleva a un deterioro de diferentes materiales como en el caso de los polímeros y cerámicos en la que se produce una degradación del material.

Los materiales metálicos son procesados con minerales, que se encuentran en su estado natural, induciéndolos a un estado de mayor energía. El fenómeno conocido como corrosión presenta su problemática con el tiempo, dichos materiales tratan de

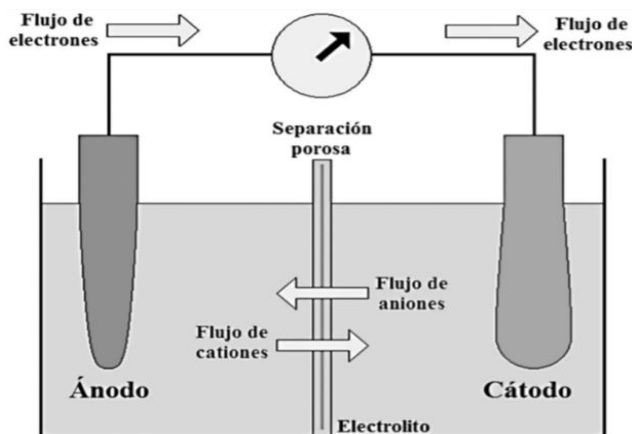
alcanzar su estado natural, el mismo que constituye un estado energético de bajo potencial, lo que les permite establecerse termodinámicamente (Javaherdashti, 2008).

Los procesos de corrosión tienden a ser reacciones entre la oxidación de un material en donde se forma una celda electroquímica, para que suceda este tipo de proceso es necesario la intervención de tres componentes los cuales son:

- Electrodo (ánodo y cátodo)
- Electrolito (conductor)
- Conexión eléctrica entre electrodos

**Figura 16**

*Celda electroquímica*



*Nota:* El gráfico representa una celda electroquímica. Tomado de, (Salazar, 2015)

### 2.6.1. Tipos de Corrosión

Dependiendo de la naturaleza de los materiales y las condiciones ambientales en las que se encuentran, se pueden caracterizar muchos tipos diferentes de procesos de corrosión. Hay cuatro métodos de clasificación de uso común para los tipos de corrosión que se presentan en las siguientes categorías: corrosión generalizada, corrosión localizada, corrosión combinada con fenómenos físicos y otros tipos.



### 2.6.1.1. Corrosión Generalizada

Es un tipo de corrosión que a simple vista se lo puede detectar y del mismo modo se lo prevé, la corrosión general es más el modo estético que una consecuencia del daño del material. Este efecto se presenta en las superficies de un metal se debe considerar la contracción gradual del espesor entre la pared y el componente.

La corrosión generalizada se forma en un entorno marino la misma que se encuentra en la superficie del acero al carbono o de baja aleación en la cual se empieza a degradar, por ende, se forma la llamada capa de óxido de hierro y tras pasar el tiempo se hace más gruesa hasta que por su propio método se desprende y se crea una nueva capa tomando en cuenta que el material va reduciendo su espesor.

#### Figura 17

*Corrosión Generalizada*



*Nota.* El gráfico representa un tipo de corrosión Generalizada en tubos de Acero. Tomado de, (Nogera)

### 2.6.1.2. Corrosión Localizada

Este tipo de corrosión es una de las más difíciles que sean detectadas ya que son manifestadas en zonas de específicas en el material, las cuales son producidas por el

entorno en el que se encuentra además a las condiciones que es sometido el material, los tipos de corrosión localizada se las conoce como:

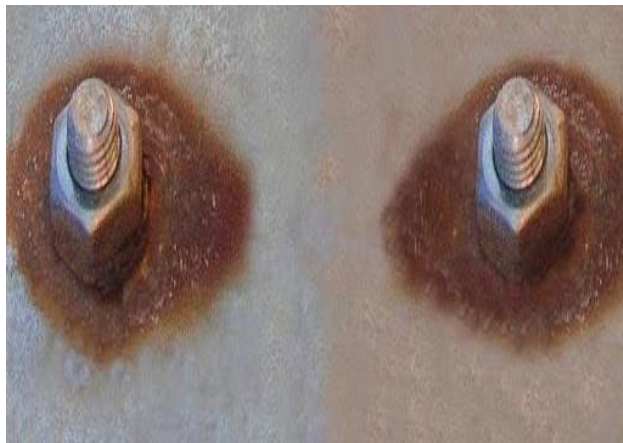
- Galvánica
- Por fisura
- Por picaduras
- Por cavitación
- Microbiología

#### **a. Corrosión Galvánica**

La corrosión Galvánica se produce cuando el material de potenciales de electrodo desigual está en contacto con un electrolito el cual al momento de entrar en contacto con el aire esta se protege al material de la corrosión, pero al momento de que exista una diferencia potencial entre los metales se produce la corrosión al momento de que el electrolito sea demasiado grande la capa pasiva empieza a descomponerse.

#### **Figura 18**

*Corrosión Galvánica*



*Nota.* El gráfico representa cómo se enfoca la corrosión galvánica alrededor de un perno de sujeción.

### **b. Corrosión por Fisura**

Este tipo de corrosión se caracteriza por una fuerte corrosión local de las grietas expuestas a agentes corrosivos (como compuestos clorados). Este proceso suele estar relacionado con el estancamiento de una pequeña cantidad de solución, que es causado por perforaciones en las juntas, defectos superficiales o grietas debajo de los pernos. La corrosión es un proceso electrolítico en el que los materiales metálicos migran en presencia de una solución (electrolito). El mecanismo básico de la corrosión por grietas o hendiduras es tener en cuenta los materiales en contacto con la solución salina en presencia de oxígeno. (TPI, 2016)

### **Figura 19**

*Corrosión por Fisura*



*Nota.* El grafico representa el tipo de corrosión por fisura en una placa de metal.

### **c. Corrosión por Picaduras**

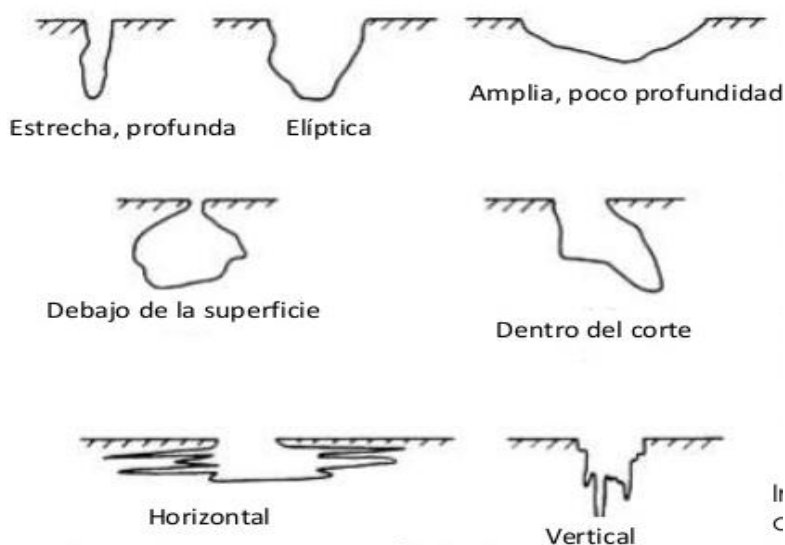
La corrosión por picaduras es una forma de corrosión exageradamente localizada que puede conducir a la formación de pequeños orificios en el metal. La fuerza impulsora de la corrosión por picaduras es la depassivación de un área determinada, que se convierte en el ánodo, y un área potencialmente extensa se convierte en el cátodo, que lo conduce a una corrosión galvánica altamente localizada.

La corrosión penetra el bloque del metal, con una difusión limitada de iones. El mecanismo de este tipo de corrosión puede ser el mismo que la corrosión por hendidura. (Infocorrosion, 2017)

Este tipo de corrosión se focaliza en los puntos de la superficie en los cuales se requiere un periodo de iniciación para que este proceso empiece tras este tiempo los orificios producidos por esta reacción crecen a gran velocidad, y se puede determinar los diferentes tipos de corrosión por picadura en la Figura 20.

### Figura 20

*Tipos de corrosión por picadura*



*Nota.* El gráfico representa los diferentes tipos de corrosión por picadura. Tomado de, (Cortez, 2014)

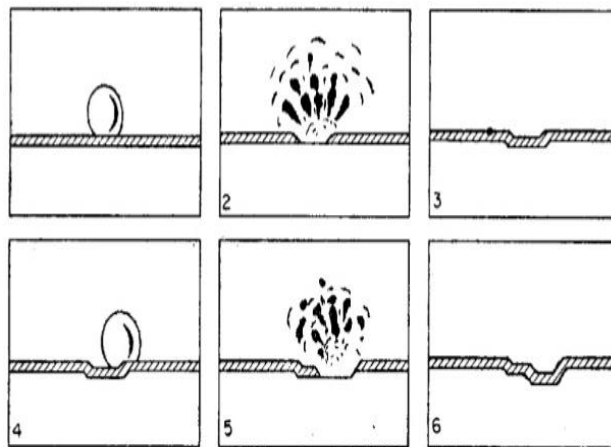
#### d. Corrosión por Cavitación

Este tipo de corrosión se da por el desgaste del material siendo un ataque químico o electroquímico del entorno en el que se lo trata por lo que para conocer este tipo de proceso se debe conocer la cavitación es un efecto hidrodinámico que se produce mediante el paso del agua sobre una arista afilada, la misma que tiende a

realizar el problema de la descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli, en el cual se menciona que es un desarrollo en la corrosión y se encuentra en estado de aceleración por la explosión de ampollas sobre la superficie del metal la cual tiene la consecuencia de salida de gases el cual tiende a realizar un cambio excesivo conjuntamente con la presión que existe entre la burbuja y el metal.

### Figura 21

#### *Corrosión por Cavitación*



*Nota.* El gráfico representa el proceso de corrosión por medio del tipo Cavitación hacia un metal.

El proceso de cavitación se puede encontrar en dos tipos como son:

#### ➤ **Cavitación de succión**

Cuando la succión de la bomba está en condiciones de baja presión se produce en la cavitación de la succión, lo que hace el líquido se convierte en vapor en la entrada del impulsor. Este vapor se entrega al área de descarga de la bomba, donde el vacío desaparece y el vapor del líquido se comprime nuevamente debido a la presión de descarga. (Benavides, 2014)

➤ **Cavitación de Descarga**

Cuando el líquido fluye alrededor del impulsor debe pasar a través de la pequeña abertura entre el impulsor y el corte de la bomba a una velocidad muy alta. Esta velocidad provoca un vacío en la cuenca (este fenómeno es similar a lo que ocurre con un tubo Venturi), lo que provoca que el líquido se transforme en estado de vapor. (Benavides, 2014)

## **2.5. Soldadura**

La soldadura es el proceso de unir dos materiales diferentes, básicamente metales. Esto se logra combinando varios metales en un cuerpo, es decir, soldando piezas fundiendo el metal y agregando un material de relleno fundido. La soldadura se puede realizar en diferentes ambientes: en un entorno abierto, bajo el agua o con grandes presiones en el espacio. Dado que se trata de una tecnología peligrosa, se deben tomar medidas de seguridad para evitar quemaduras, descargas eléctricas o exposición excesiva a los rayos ultravioleta. (Ferrer, 2015)

### **2.5.1. Tipos de Soldadura**

#### **a. Soldadura Autógena**

La soldadura autógena es un tipo de soldadura que utiliza fusión. La soldadura por combustión espontánea se utiliza principalmente para conectar dos partes mecánicas, especialmente placas delgadas. Cuando se juntan dos partes, su unión se calienta hasta el punto de fusión, creando una soldadura. En este proceso, no se suelen utilizar materiales externos. La soldadura de combustible de oxígeno se puede utilizar para casi todos los tipos de metales: magnesio, cobre, aluminio entre otros materiales.

**Figura 22***Soldadura Autógena*

*Nota:* El gráfico representa el proceso de soldadura entre metal y suelda autógena.

**b. Soldadura por arco con electrodo revestido**

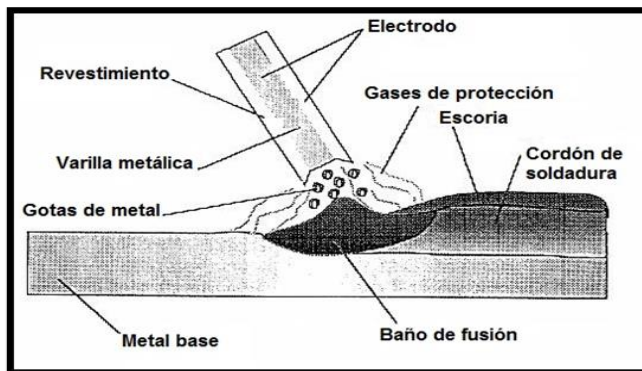
La base de la soldadura por arco es conectar a dos conductores entre si con una diferencia de potencia, con la finalidad de establecer un conducto de energía entre los materiales. Si uno de los conductores se separa minuciosamente, se generará una chispa que ionizará el aire circundante y permitirá que la corriente pase a través del aire incluso si las dos partes no están en contacto.

Existen varios procedimientos de soldadura, el principal se lo conocer como la fuente de calor que se le considera al arco eléctrico. Todos estos procesos se pueden dividir en dos grandes grupos según el arco abierto y el arco oculto.

- Soldadura por arco manual con electrodos revestidos;
- Soldadura bajo gas protector con electrodos no fusibles (TIG, TIG orbital, plasma)
- Soldadura bajo gas protector con electrodos fusibles (MIG, MAG, oscilador, Electro gas) (Ingemecanica, s.f.)

### Figura 23

#### *Soldadura por arco eléctrico revestido*



*Nota.* El gráfico representa el proceso de soldadura entre el electrodo y el material.

#### **c. Soldadura Mig**

La soldadura conocida en el idioma inglés como Metal Inerte Gas incluye el arco de electrodos que mantiene el consumo de alambres sólidos y las partes a soldar. El arco y el baño de soldadura están protegidos por gas inerte. Los electrodos que utilizamos son alimentados continuamente por una pistola de soldadura, este tipo soldadura puede tener espesores desde 0,7 a 6 mm. (Herramientas, 2018)

### Figura 24

#### *Suelda Mig*



*Nota.* El gráfico presenta la realización de cordón adecuado mediante suelda Mig



#### d. Soldadura Tig

Las siglas se las deriva como Gas Inerte Tungsteno, el calor generado por la colisión del arco entre el electrodo de tungsteno y la pieza de trabajo. Esto permite que el metal se derrita en el área de unión. Se puede operar sin el uso de rellenos o se puede agregar con un cable consumible. Las soldaduras TIG son de alta calidad y se pueden producir en una variedad de materiales con un rango de espesor de hasta 8 o 10 mm, lo que es muy adecuado para placas.

#### Figura 25

*Suelda Tig*



*Nota:* El gráfico presenta la realización del cordón eléctrico mediante la suelda Tig

## Capítulo III

### 3. Desarrollo del Tema

#### 3.1. Consideraciones Generales

Este capítulo proporcionará información sobre el desarrollo del proyecto, detalla los procedimientos ejecutados según la referencia en el manual, y con la respectiva guía del tutor responsable del proyecto el Tlgo. Andrés Arellano. El presente trabajo de titulación consiste en la inspección visual y por tintas penetrantes mediante la cual se procede a determinar el control de corrosión del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 150 M, cuya finalidad es inspeccionar los componentes del tren de aterrizaje mediante el uso de tintas penetrantes e inspección por partículas magnéticas para determinar la operatividad del mismo, para llevar a cabo este tipo de inspección se necesita implementar un soporte denominado tren falso que es fabricado de acuerdo a las medidas establecidas en la aeronave y con las características requeridas por la empresa Aeromaster, Para la fabricación del soporte se utilizara el programa SOLIDWORD con el fin de enfocar un gráfico de diseño en 3D.

#### 3.2. Datos Generales del Tren de Aterrizaje de la Aeronave Cessna 150 M

A continuación, se procede a detallar la información general que está contemplada hacia el tren de aterrizaje

**Tabla 3**

*Datos Generales del Tren principal de Aterrizaje*

#### Datos Generales

Tipo	Triciclo Fijo
Amortiguación Rueda de Nariz	óleo/ neumático
Amortiguación tren principal	Larguerillos elásticos tubulares

### Datos Generales

<b>Distancia entre ejes (Tren principal y rueda de nariz)</b>	1.47 m (4,82 ft.)
<b>Medida rueda de nariz</b>	5,00 x 5
<b>Presión inflada</b>	30 psi (2.11 Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Medidas de las ruedas principales</b>	6.00 x 6
<b>Presión inflada</b>	21 psi (1.47 kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Presión del amortiguador oleo/neumático</b>	20 psi (1.40 kg/cm <sup>2</sup> )

*Nota.* La tabla presenta las características generales del tren de aterrizaje.

### 3.3. Situación Actual del Tren de Aterrizaje

El tren de Aterrizaje de la Aeronave Cessna 150 m, perteneciente a la empresa Aeromaster Airways, se encuentra en el proceso de inspección y chequeo para la oportuna aeronavegabilidad de la aeronave, la cual estaba en condición inoperativa por algunos años y se encontraba a la intemperie, por lo cual se requiere verificar los componentes del tren de aterrizaje para determinar si ha sufrido algún tipo de corrosión o daño excesivo en el interior de los mismos.

#### Figura 26

*Tren de Aterrizaje De la Aeronave Cessna 150 M*



*Nota.* El gráfico presenta el tren de Aterrizaje en el cual se realizará la inspección para el control de corrosión.

### **3.4. Implementación de soporte de la aeronave (Tren Falso)**

La implementación del soporte para la aeronave Cessna 150 M se llevó a cabo con los siguientes procedimientos, el cual brindará ayuda para realizar diferentes tipos de trabajos que requiera la aeronave ya sea como inspecciones, transporte y pintado de la misma sin que se cause algún daño en el tren principal y de nariz de la aeronave, de este modo el personal técnico tendrá un mejor desarrollo al realizar las tareas.

### **3.5. Medidas de seguridad y equipo para la elaboración del soporte**

#### **3.5.1. Medidas de Seguridad**

- El uso de protección personal como es el overol y los zapatos punta de acero brindan la seguridad adecuada ya que protege lo que es el cuerpo y los pies al momento de realizar la manipulación de objetos pesados como es el caso de transportar la aeronave de un sitio a otro.
- Uso de guantes de fuerza para la manipulación al momento de remover los neumáticos del tren y además de la barra que se conecta entre la aeronave y el neumático
- Uso de mascarilla y gafas se proporciona estos implementos para brindar seguridad al momento de utilizar algún material contaminante ya que protege la respiración y de líquidos que pueden ingresar a los ojos.
- El uso de equipo de protección al momento de utilizar equipo eléctrico es proporcional para reducir los riesgos laborales, en el caso del uso de la soldadora es aconsejable usar los diferentes equipos como son los guantes de cuero y la máscara para evitar quemaduras y pérdidas de vista de este modo reducimos riesgos ante la persona y el trabajo a realizar.

- El uso de los manuales de mantenimiento o service manual es importante ya que se puede tomar como referencia el proceso que se debe realizar al momento de realizar ya sea la remoción o dicha inspección la cual brindara los procesos a realizar y las respectivas medidas que se debe tomar ante toda situación.

### **3.5.2. Herramientas**

- Cierra de arco de hierro
- Lima
- Escuadra
- Escuadra Falsa
- Cepillo cerdas de alambre
- Martillo
- Martillo de goma
- Botadores
- Llaves de copas
- Racha
- Pinza de puntas redondas
- Antenalla

### **3.5.3. Equipo y maquinaria**

- Moladora
- Soldadora con electrodo revestido
- Tornadora
- Taladro fijo
- Taladro

- Pistola de aire caliente

### 3.5.4. Materiales utilizados para la elaboración del soporte

**Tabla 4**

*Datos Generales del Tren principal de Aterrizaje*

#### Datos Generales de Materiales y Medidas

Descripción	Medida en pulgadas	Espesor en mm
Tubo de acero de transmisión	1 ¾	5
Tubo de acero de transmisión	1	5
Tubo Redondo	1 ¾	Entero
Tubo Cuadrado	1 ¼	Entero

Descripción	Medida en centímetros	Espesor en Pulgadas
Platina de acero	10 x 10	3/8

Descripción	Medida de Diámetro en pulgadas
Ruedas Giratorias	5

*Nota.* La tabla presente respectivas medidas de los materiales utilizados.

### 3.6. Diseño del soporte

Para la elaboración del soporte de la aeronave se utilizó materiales netamente de acero los mismos que brindan mayor resistencia al peso de la aeronave tomando en cuenta las medidas de seguridad, herramientas adecuadas además utilizando el equipo de protección personal respectivo para realizar un trabajo adecuado.

#### 3.6.1. Diseño soporte parte de la nariz de la aeronave

##### Dimensiones del soporte cuadrada

Para la construcción del soporte de la parte frontal de la aeronave se utilizó tres tipos de materiales los cuales fueron el tubo cuadrado para formar el cuadro del soporte, el tubo de transmisión el cual se utilizó como el separador entre soporte y

fuselaje de la aeronave además de ello se añadió dos platinas para colocar las ruedas giratorias, para realizar este diseño se analizó el material en las diferentes medidas respectivas presentes a continuación:

**Tabla 5**

*Dimensiones para elaborar la estructura cuadrada*

**Materiales para elaboración de estructura**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Longitud en (Mm)</b>
2	Tubo Cuadrado de 32 x 32 mm.	1250
3	Tubo Cuadrado de 32 x 32 mm.	1020
2	Tubo Cuadrado de 32 x 32 mm.	1010
4	Tubo Cuadrado de 32 x 32 mm.	350
2	Tubo Cuadrado de 32 x 32 mm.	360
2	Tubo Cuadrado de 32 x 32 mm.	80
1	Tubo Cuadrado de 32 x 32 mm.	130
4	Tubo redondo de transmisión	100

*Nota.* La presente tabla muestra la cantidad de material que se utiliza, espesor del tubo cuadrado y la longitud para el diseño del soporte

**Tabla 6** *Dimensiones de platinas*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Longitud en (Mm)</b>
2	Platina 8 mm espesor	100 x 100

*Nota:* La tabla presenta las dimensiones de las platinas que se encuentran colocadas en la parte inferior del soporte con tubo cuadrado.

## Figura 27

*Estructura del soporte para la aeronave Cessna 150 M*



*Nota.* El gráfico presenta el diseño elabora en el programa SolidWorks con sus respectivos acabados.

### Dimensiones de la estructura redonda del soporte

Para la elaboración del soporte de la parte posterior de la aeronave se utilizó el material de diámetro circular el cual nos brinda una mejor maniobrabilidad y resistencia al peso que deberá soportar, para ello se tomó en cuenta diferentes características como diseño y medidas las cuales son:

**Tabla 7**

*Dimensiones para elaborar la estructura redonda del soporte*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Longitud en (Mm)</b>
2	Tubo redondo de transmisión 44,45 X 44,45 mm	350 mm
2	Tubo redondo 44,45 x 44,45 mm	310 mm
2	Tubo redondo 44,45 x 44,45 mm	440 mm

*Nota:* La tabla representa la cantidad de material que se utiliza, espesor del tubo redondo y la longitud para el diseño del soporte.



**Tabla 8**

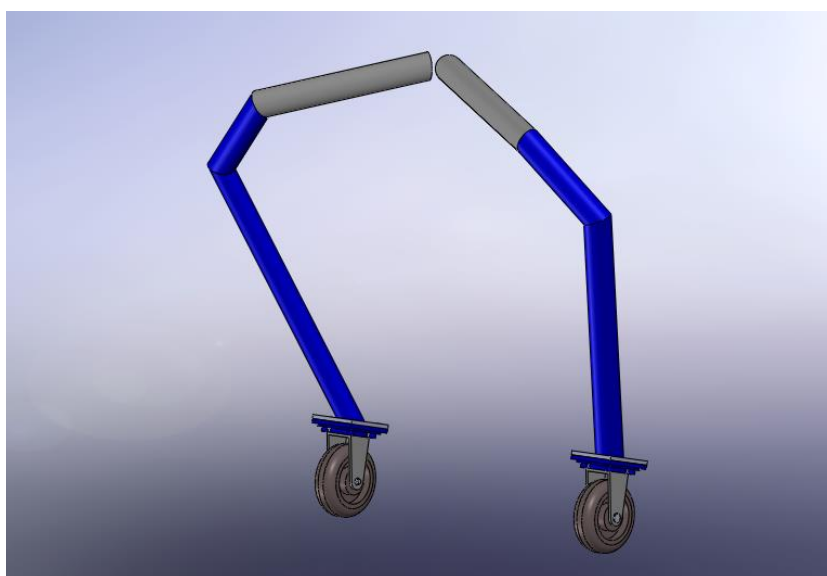
*Dimensiones de platinas para soporte posterior*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Longitud en (Mm)</b>
<b>2</b>	Platina 8 mm espesor	100 x 100

*Nota:* la tabla presenta la descripción de medidas de la platina que se encuentra colocada en la estructura del soporte para la parte posterior de la aeronave.

**Figura 28**

*Estructura del soporte de la parte posterior*



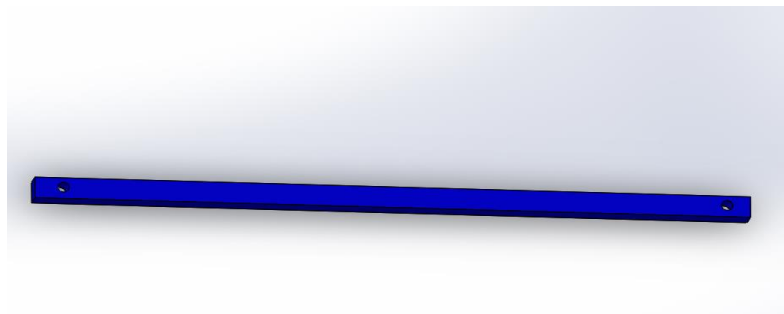
*Nota:* El gráfico presenta el diseño del soporte posterior elaborado en el programa SolidWorks.

### **Dimensiones de otras estructuras**

Para la elaboración de una barra estabilizadora que va conectada al soporte de la parte posterior de la aeronave está elaborada con un tubo cuadrado de 1 ½ y un ángulo de 5 x 5 cm de longitud y 8 mm de espesor debido a que este evita que el soporte no pueda estirarse hacia los costados y mejorar una estabilidad del mismo

**Figura 29**

*Barra estabilizadora del soporte posterior de la aeronave Cessna 150 M*



*Nota.* El gráfico presenta el diseño de barra elaborado en SolidWorks la misma que permite fijar a los soportes de la parte posterior de la aeronave Cessna 150 M.

### **3.6.2. Estudios del soporte del Avión Cessna 150 M en el programa SolidWorks**

En los estudios que se realizó del soporte en el programa SolidWorks nos permite verificar la siguiente información en constancia con el material utilizado y aplicado junto con la carga a soportar que son de 635, 032 Kgf (Kilogramos Fuerza) Datos de simulación del soporte de la parte frontal de la aeronave Cessna 150 M.

#### **Estudios del soporte de la parte frontal para la aeronave Cessna 150 M.**

#### **Tabla 9**

*Datos para la simulación en el programa SolidWorks*

#### **Análisis estático**

<b>Tratado como</b>	<b>Solido</b>
<b>Propiedades Volumétricas</b>	
<b>Masa</b>	6.34671 kg
<b>Volumen</b>	0.000806444 m <sup>3</sup>
<b>Densidad</b>	7870 kg/m <sup>3</sup>

### Análisis estático

<b>Peso</b>	62.1978 N
<b>Propiedades del Material</b>	
<b>Nombre</b>	Acero galvanizado
<b>Tipo de modelo</b>	Isotrópico elástico lineal
<b>Límite elástico</b>	2.03943e+008 N/m <sup>2</sup>
<b>Límite de tracción</b>	3.56901e+008 N/m <sup>2</sup>
<b>Modulo elástico</b>	2e+011 N/m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente de poisson</b>	0.29
<b>Densidad</b>	7870 kg/m <sup>3</sup>

*Nota:* La tabla presenta la información aplicada a los componentes del soporte frontal para realizar la simulación en el programa SOLIDWORK.

### Figura 30

*Estructura a realizar simulación en SOLIDWORK*

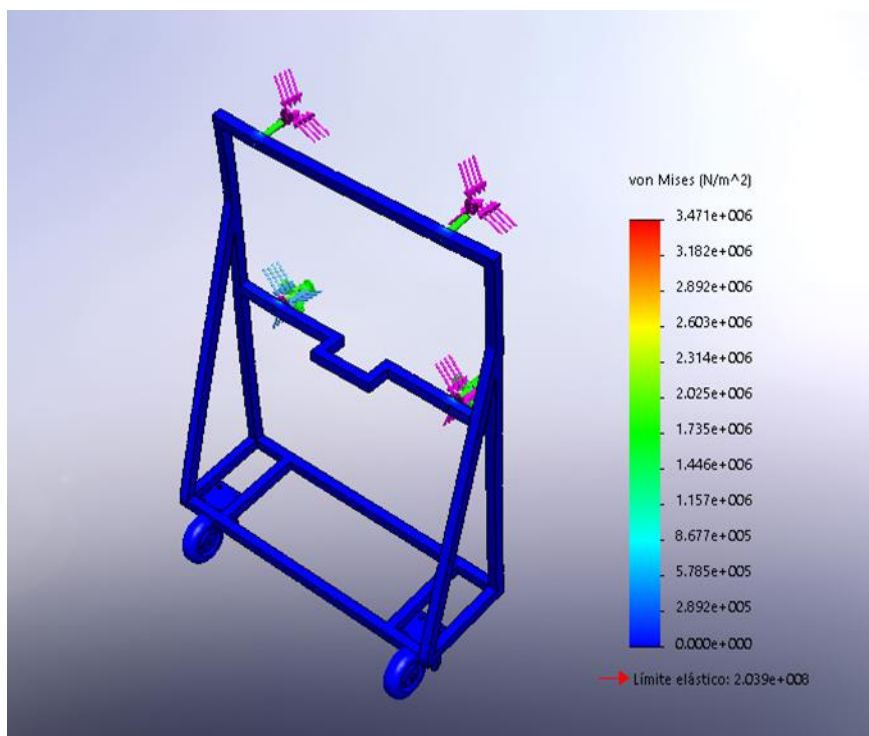


*Nota.* El gráfico representa el soporte ensamblado en el programa SolidWorks.

**Tabla 10***Resultado de análisis estático " tensiones"*

Resultado de análisis estático	
Tensiones	
Mínimo	0 N/m <sup>2</sup>
Máximo	3.47079e+006 N/m <sup>2</sup>

*Nota.* La tabla presenta los valores mínimo y máximo que recibe la estructura.

**Figura 31***Resultados de tensión en la estructura*

*Nota:* El gráfico presenta el valor mínimo y máximo con los puntos de tensión y el valor.

**Tabla 11**

*Resultado análisis estático" desplazamiento"*

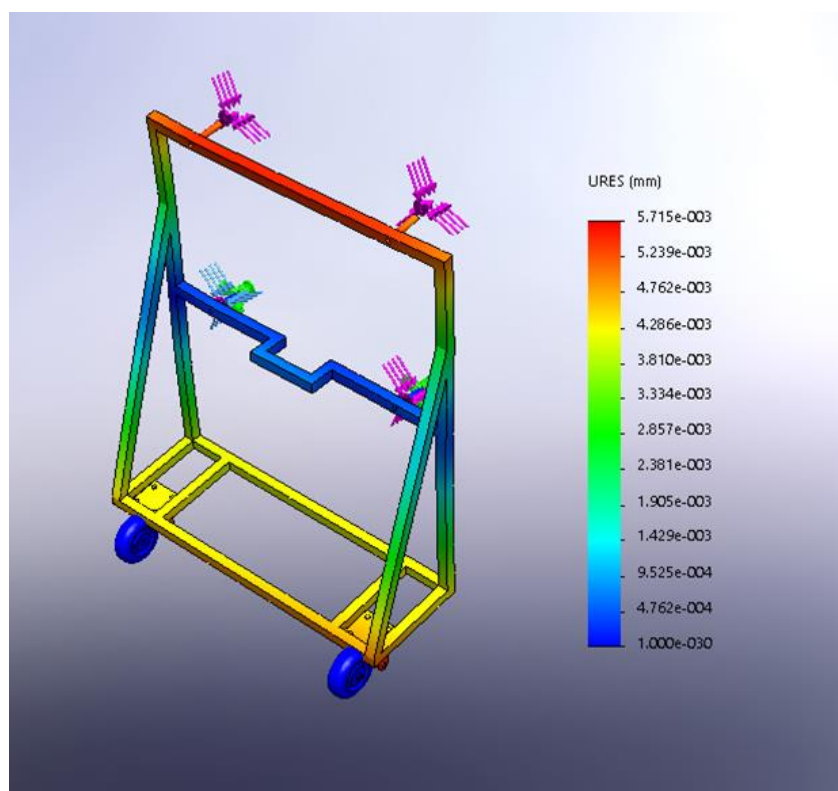
**Resultado de análisis estático**

Desplazamiento	
Mínimo	0 mm
Máximo	0.00571479 mm

*Nota.* La tabla presenta los resultados de desplazamiento mínimo y máximo del soporte frontal.

**Figura 32**

*Punto de desplazamiento del soporte frontal*



*Nota.* El gráfico presenta los puntos de desplazamiento de la estructura del soporte frontal.

**Figura 33**

*Resultado de análisis "Deformación Unitaria"*

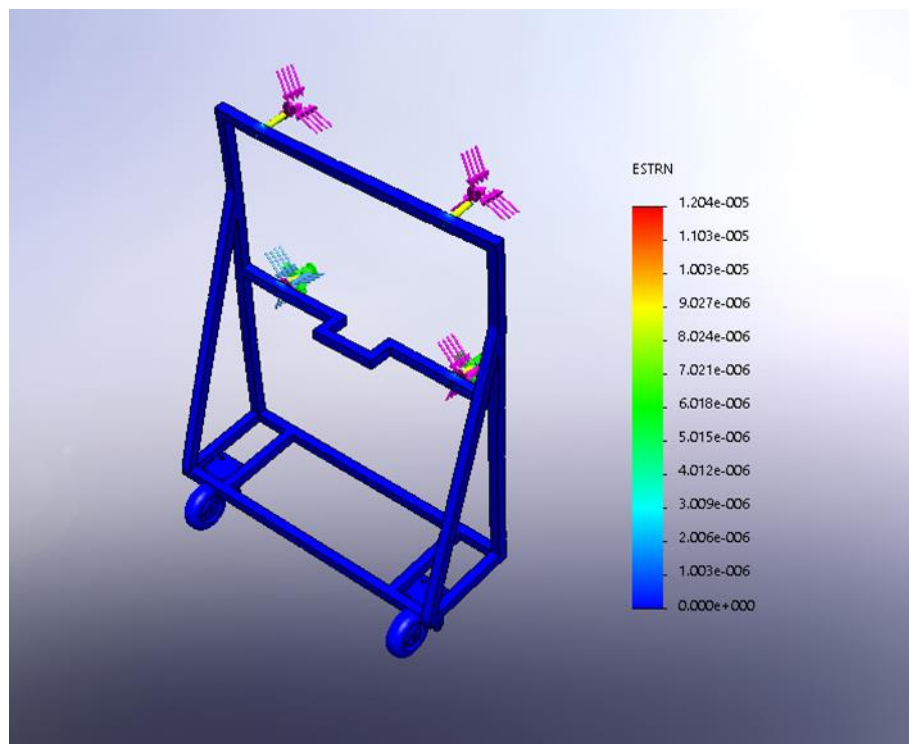
### Resultado de análisis estático

Deformación Unitaria	
Mínimo	0.000e+00
Máximo	1.20363e-005

*Nota:* La tabla presenta los valores detallados a la estructura unitaria.

**Figura 34**

*Puntos mínimos y máximos de la deformación unitaria*



*Nota.* El gráfico presenta la deformación se produce más en los puntos de sujeción contra la pared de fuego de la aeronave.

**Tabla 12**

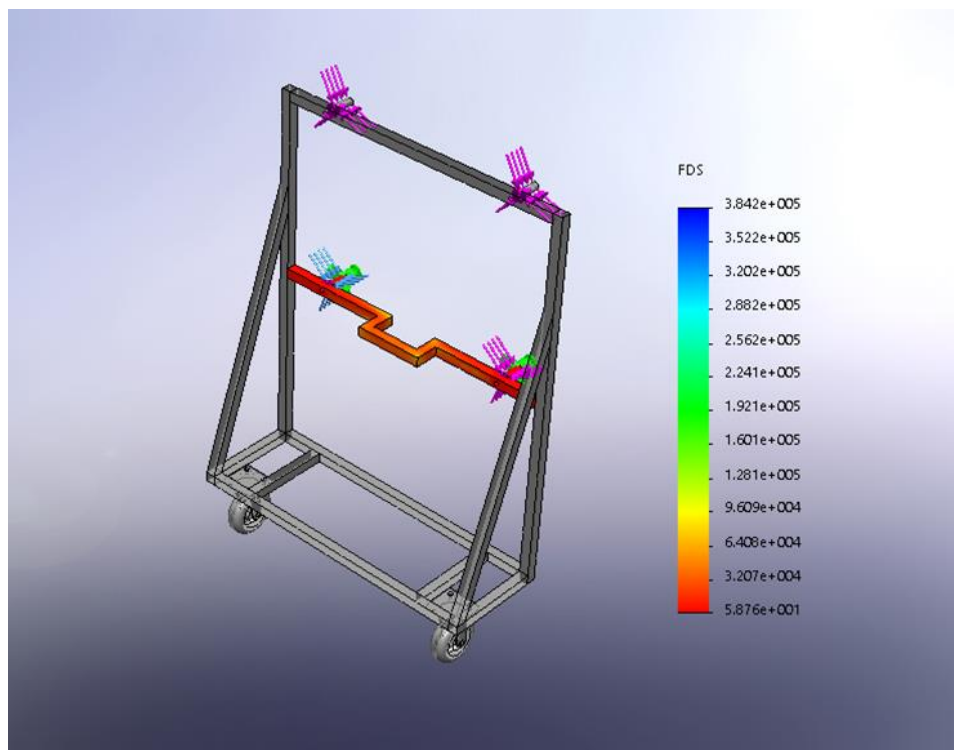
*Resultados análisis de factor de seguridad*

Resultado de análisis estático	
Factor de seguridad	
Mínimo	58.7599
Máximo	384200

*Nota.* La tabla presente el valor mínimo y máximo del factor de seguridad.

**Figura 35**

*Puntos Mínimos y máximos del " factor de seguridad"*



*Nota.* El gráfico presenta el resultado de factor de seguridad del soporte de la parte frontal para la aeronave.

Estudios del soporte de la parte posterior para aeronave Cessna 150 M, en el programa de SolidWorks.

**Figura 36**

*Datos para la simulación del soporte posterior, en el programa SolidWorks*

<b>Tipo de análisis</b>	<b>Análisis estático</b>
<b>Tratado como</b>	Solido
<b>Propiedades Volumétricas</b>	
<b>Masa</b>	6.33058 kg
<b>Volumen</b>	0.000806444 m <sup>3</sup>
<b>Densidad</b>	7850 kg/m <sup>3</sup>
<b>Peso</b>	62.0397 N
<b>Propiedades del Material</b>	
<b>Nombre</b>	AISI 1035 Acero (SS)
<b>Tipo de modelo</b>	Isotrópico elástico lineal
<b>Limite elástico</b>	2.82685e+008 N/m <sup>2</sup>
<b>Límite de tracción</b>	5.85e+008 N/m <sup>2</sup>
<b>Modulo elástico</b>	2.05e+011 N/m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente de poisson</b>	0.29
<b>Densidad</b>	7850 kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* La tabla presenta los valores e información para el soporte posterior para la aeronave Cessna 150M.



**Figura 37**

*Simulación del soporte posterior*



*Nota.* El gráfico presenta la realización del soporte (tren falso) en el programa Solid Works, con sus respectivos acabados y proporciones.

**Tabla 13**

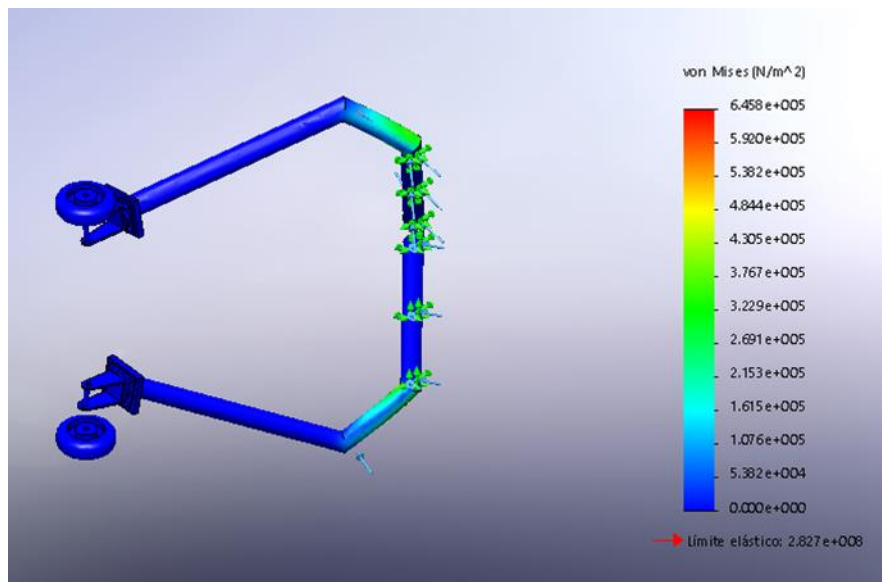
*Resultado Análisis estático " Tensiones"*

<b>Resultado de análisis estático</b>	
<b>Tensiones</b>	
<b>Mínimo</b>	0 N/m <sup>2</sup>
<b>Máximo</b>	645814 N/m <sup>2</sup>

*Nota.* La tabla presenta la tensión existente en el soporte ensamblado en el programa SolidWorks.

**Figura 38**

*Resultado tensión de la estructura.*



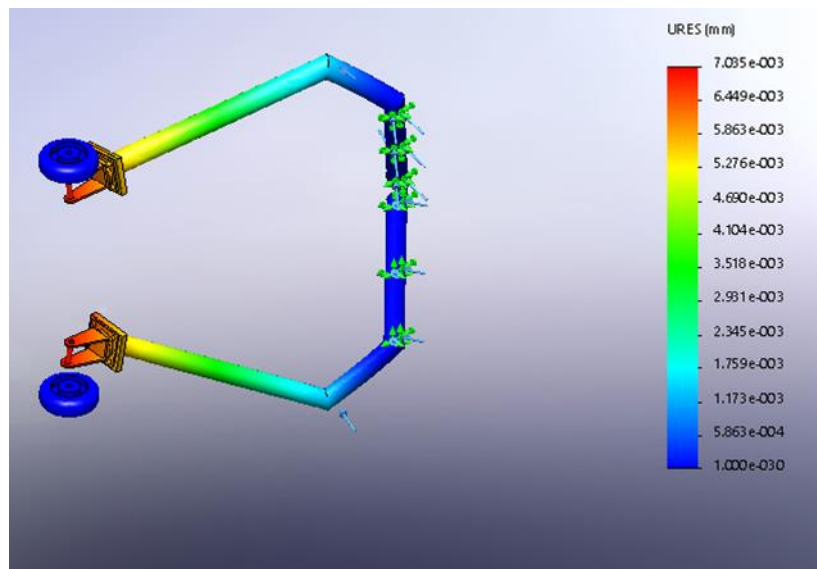
*Nota.* El gráfico presenta el valor mínimo y máximo con los puntos de tensión y el valor.

**Tabla 14**

*Resultado análisis estático desplazamiento del soporte posterior*

Resultado de análisis estático	
Desplazamiento	
<b>Mínimo</b>	0 mm
<b>Máximo</b>	0.00703507 mm

*Nota.* La tabla presenta los resultados de desplazamiento mínimo y máximo del soporte frontal.

**Figura 39***Análisis estático soporte posterior*

*Nota.* El gráfico presenta el resultado del análisis del desplazamiento.

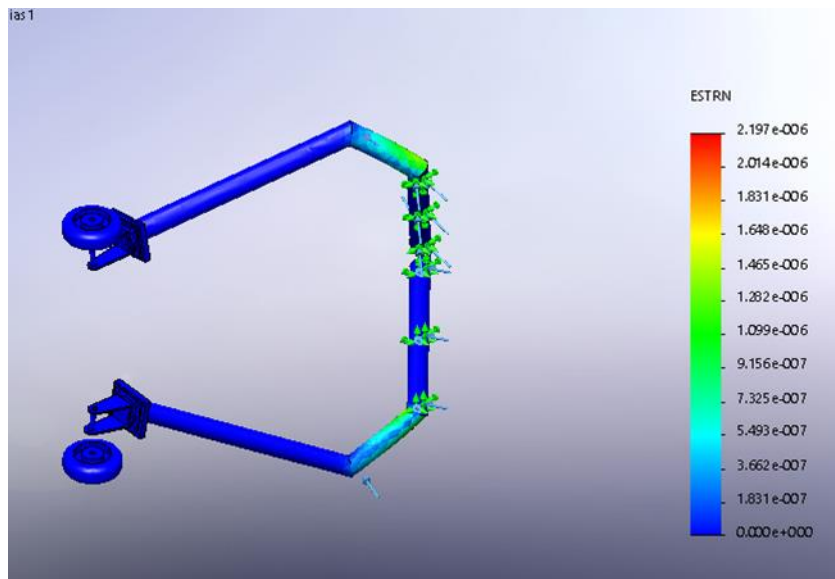
**Tabla 15***Resultado análisis Deformación Unitaria.*

Resultado de análisis estático	
Deformación Unitaria	
<b>Mínimo</b>	0.000e+00
<b>Máximo</b>	2.19737e-006

*Nota:* La tabla presenta los valores detallados a la estructura unitaria.

**Figura 40**

Resultado análisis "deformación Unitaria"



*Nota.* El gráfico presenta los puntos máximo y mínimo de la deformación del soporte posterior.

**Tabla 16**

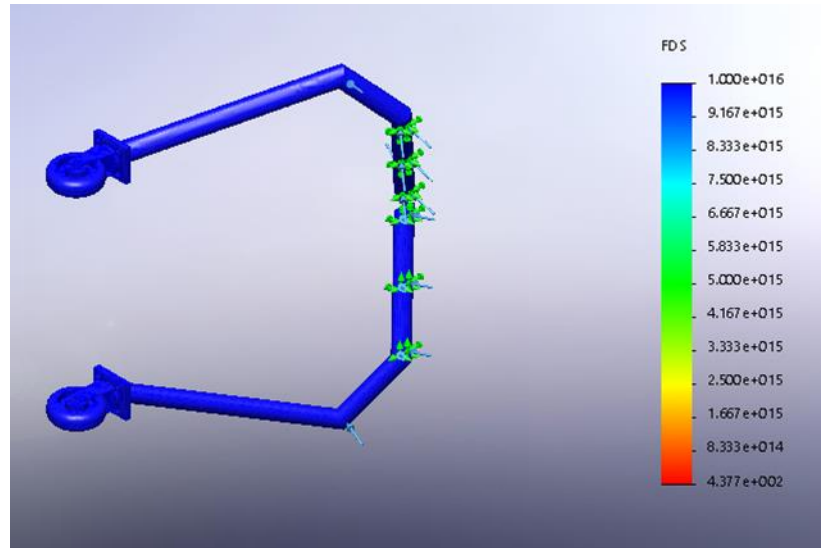
Resultado del análisis del factor de seguridad

Resultado de análisis estático	
Factor de seguridad	
Mínimo	437.719
Máximo	1e+016

*Nota.* La tabla presenta el valor mínimo y máximo del factor de seguridad.

**Figura 41**

*Resultados del Factor de seguridad.*



*Nota.* El gráfico presenta el resultado de factor de seguridad del soporte de la parte frontal para la aeronave.

### **3.6.3. Proceso de torneado de tubo redondo para la sujeción en la aeronave Cessna 150 M**

El proceso de torneado de los tubos redondos de transmisión se lleva a cabo mediante medidas específicas las cuales son tomadas del tren principal y diferentes características fundamentales como es la forma cónica que tiene el mismo, además de ello el agujero ubicado en la parte superior, por el cual pasa el perno de sujeción, para ello se realizó el torneado de la transmisión.

Además, se torneó un tubo de transmisión de una pulgada los mismos que sirven como apoyo en la parte de la pared de fuego del motor y las cuales van soldadas a la estructura del soporte de la aeronave de este modo se finalizó el proceso de torneado de dichos materiales tomando en cuenta las respectivas medidas dadas.

**Figura 42***Torneado de tubo de transmisión*

*Nota.* El gráfico presenta el torneado en el tubo de acero de transmisión se lo realiza con las medidas respectivas para cada acople.

**3.6.4. Puntos de suelda usados en la estructura del soporte de la aeronave Cessna 150 M.**

Una vez culminado los cortes del tubo cuadrado con las respectivas medidas que se encuentran plasmadas en el ANEXO C, de cada una de las estructuras del soporte se procede a realizar el proceso de unión de la estructura por el método de soldadura.

**Configuración de la soldadura y el gas de argón para la el proceso de fundición del metal.**

Para realizar una perfecta unión entre los metales y de este mismo modo realizar un cordón redondo de soldadura se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

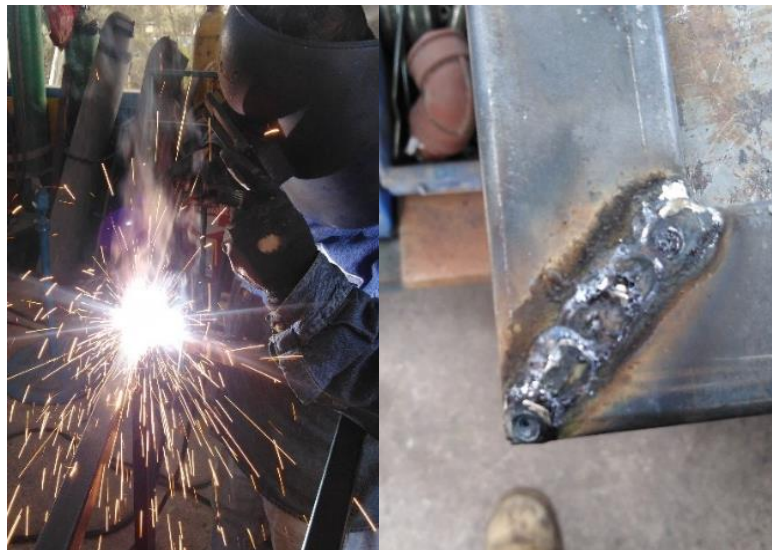
- Gas de argón de 35 Psi.
- Amperaje de la soldadora de 120 Amperes
- Grosor del hilo para el cordón de 6.0 de diámetro

### **Puntos de suelda de la estructura del soporte de la nariz**

Al realizar el proceso de unión por medio de la suelda entre los materiales como es el tubo cuadrado, la platina y el tubo de transmisión, se consideró que del cordón de soldadura redonda para la unión de la estructura es de 6 milímetros, la cual se procedió a soldar tomando en cuenta que para su fijación se realizó puntos de suelda y de este modo se fijó con el cordón de soldadura dándole una mejor seguridad y mejor estabilidad para la estructura del soporte.

### **Figura 43**

*Proceso de puntos de suelda empleados en la estructura*



*Nota.* El gráfico presenta el cordón de suelda empleado en el material para fundir es de una medida de 6 milímetros.

### **Acabados del soporte de la nariz de la aeronave**

Para culminar con el trabajo del soporte de la parte delantera de la aeronave Cessna se realizó los siguientes procedimientos para brindar un tratamiento adecuado a la estructura.

Se procedió a realizar el desbaste del exceso de suelda con la Moladora y a limpiar la estructura utilizando herramientas, como el cepillo de cerdas de alambre y un diluyente “thinner” para remover las sustancias que impiden la adherencia entre la pintura y el metal.

#### **Figura 44**

*Limpieza de la estructura*



*Nota.* El gráfico presente el proceso de limpieza y pulido antes de realizar el recubrimiento con pintura.

Luego de realizar el proceso de limpieza y pulido de la estructura se procedió a esparcir pintura de fondo anticorrosiva para de esta manera evitar el deterioro de la estructura, para realizar la mezcla de pintura anticorrosiva se debe tomar en cuenta la siguiente manera de mezcla 3:1 la cual significa que por cada 3 porciones de pintura se debe agregar 1 porción de thinner y mezclar hasta que sea uniforme.



**Figura 45**

*Pintura de capa de fondo anticorrosiva*



*Nota.* El gráfico presenta el proceso de pintado con la pintura anticorrosiva aplicada en la estructura del soporte.

Después de haber aplicado la pintura en la estructura se debe dejar secar en un tiempo determinado, para continuar con el proceso de pintura el cual, para su estética e identificación con la empresa, se pintó de color azul, el mismo que dará realce a la estructura del soporte metálico.

**Figura 46**

*Aplicación de pintura color azul claro*



*Nota.* El gráfico presenta el acabado con la aplicación de la pintura en el soporte.

Para finalizar el trabajo de pintura por último se realizó el ensamble de las ruedas giratorias en las plantinas de la parte inferior de la estructura y posteriormente se instaló el soporte en la parte delantera de la aeronave.

### **Figura 47**

*Soporte ensamblado y pintado*



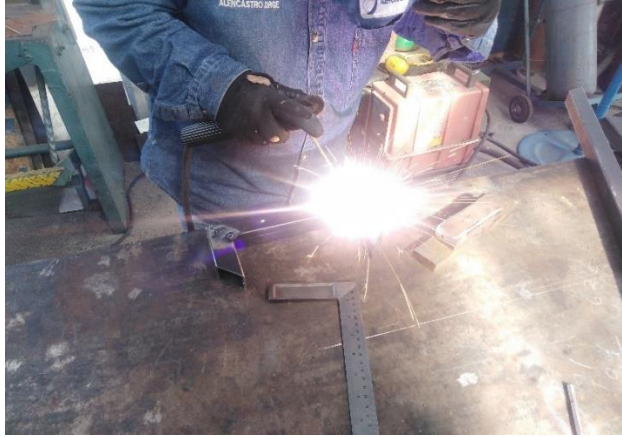
*Nota.* El gráfico presenta el soporte terminado con la pintura y posteriormente instalado en la aeronave.

### **Puntos de suelda de la estructura para el soporte del tren principal.**

El proceso de soldado en el material del tubo redondo, tubo de acero de transmisión y platina es de un cordón de 6 milímetros, para lograr una fundición especial y adecuada entre el tubo redondo y el tubo de acero de transmisión para de esta manera conseguir la forma adecuada de la estructura del soporte para el tren principal.

**Figura 48**

*Puntos de suelda en la estructura redonda*



*Nota.* El gráfico presenta el proceso de difusión entre el tubo de transmisión y el tubo redondo con un cordón de 6 milímetros.

Se procedió a realizar la limpieza y pulida del tubo para de esta manera quitar cualquier tipo de sustancia como aceite, grasa u alguna suciedad la cual no permita una buena adherencia entre el metal y la pintura.

**Figura 49**

*Limpieza del tubo redondo*



*Nota.* La presente figura nos muestra el proceso de limpieza de los tubos redondo, se removiendo las impurezas

Luego de realizar la limpieza de la estructura del soporte de la parte posterior de procedió a colocar la primera capa de pintura anticorrosiva, la misma que es usada para prevenir y evitar la corrosión en el metal, de esta manera se reduce algún tipo de corrosión en el metal y permite un mejor acabado.

### **Figura 50**

*Proceso de fondo de pintura anticorrosiva*



*Nota.* El gráfico presenta la aplicación de pintura anticorrosiva en la estructura para el soporte de la parte posterior de la aeronave.

*Luego de haber aplicado la pintura anticorrosiva se dejó secar por un tiempo determinado para después proceder a pintar de color azul toda la superficie y dejar secar para continuar con la respectiva instalación de las ruedas giratorias, además serán instaladas en el parte posterior para determinar los detalles y el acople junto con la barra de sujeción para de este modo finalizar el trabajo e instalarlo.*

**Figura 51**

*Estructura de soporte de parte posterior ensamblada y pintada*



*Nota.* El gráfico presenta el soporte de la parte posterior finalizada con los respectivos detalles como es la pintura y la instalación adecuada en la aeronave.

**3.7. Remoción del tren principal de la aeronave Cessna 150 M.**

La remoción de los componentes del tren de aterrizaje principal es un proceso importante en el cual se remueve cada parte del tren, además se facilita la revisión según estipule el service manual, para ello el primer paso que se debe realizar en la remoción es la de extraer todo el líquido hidráulico que se encuentra en la cañería que se encuentra conectado entre la aeronave y el freno del tren.



**Figura 52**

*Extracción del líquido hidráulico*



*Nota.* El gráfico presenta la extracción del líquido hidráulico sobre un recipiente adecuado para líquidos.

Luego de haber drenado el líquido hidráulico se procedió a desconectar el freno de la cañería. para ello se tomó en cuenta que se debía remover los pernos que se encuentran conectados al freno, para continuar con la remoción de la rueda se debe retirar el cotter pin que bloquea a la tuerca para continuar removiendo dicha tuerca, tornillos y la arandela que sujeta el freno, para finalizar la remoción solo se debe retirar la rueda del eje.

**Figura 53**

*Remoción de la rueda del eje*



*Nota.* El gráfico presente la remoción de la rueda del tren principal.

Después de haber removido los componentes de la rueda, se debe retirar el eje del tren para lo cual se extrae el perno de sujeción, el mismo que fue removió con dificultad, se continuo con la remoción del eje en el cual se utilizó materiales como AW-40 para permitir que el eje se libere y de esta manera retirarlo, también se utilizó una pistola de aire caliente para expandir el metal el mismo que se pueden realizar este proceso y remover el eje de la aeronave además de la extracción del buje.

#### **Figura 54**

*Remoción del eje del tren de aterrizaje principal*



*Nota.* El gráfico presenta el eje del tren principal removido de la aeronave.

### **3.8. Inspección del tren principal de la aeronave Cessna 150 M.**

#### **3.8.1. Inspección visual del eje, tren principal de la aeronave Cessna 150 M**

Con la ayuda de la luz ambiente, se debe realizar el proceso de inspección visual del eje en el cual se deberá detectar posibles anomalías como el tipo de corrosión que se encuentra en el componente además si se visualiza se deberá determinar grietas, cotes, mellas o abolladuras teniendo como prioridad la forma y el Angulo del eje, además, se deberá inspeccionar el orificio en donde ingresa el eje para determinar si en esta parte también hay algún tipo de corrosión o daño por algún material. Si existe alguna duda sobre la existencia de corrosión o algún daño se encuentra especificado en el ANEXO B.

**Figura 55**

*Inspección visual del eje del tren de aterrizaje principal*



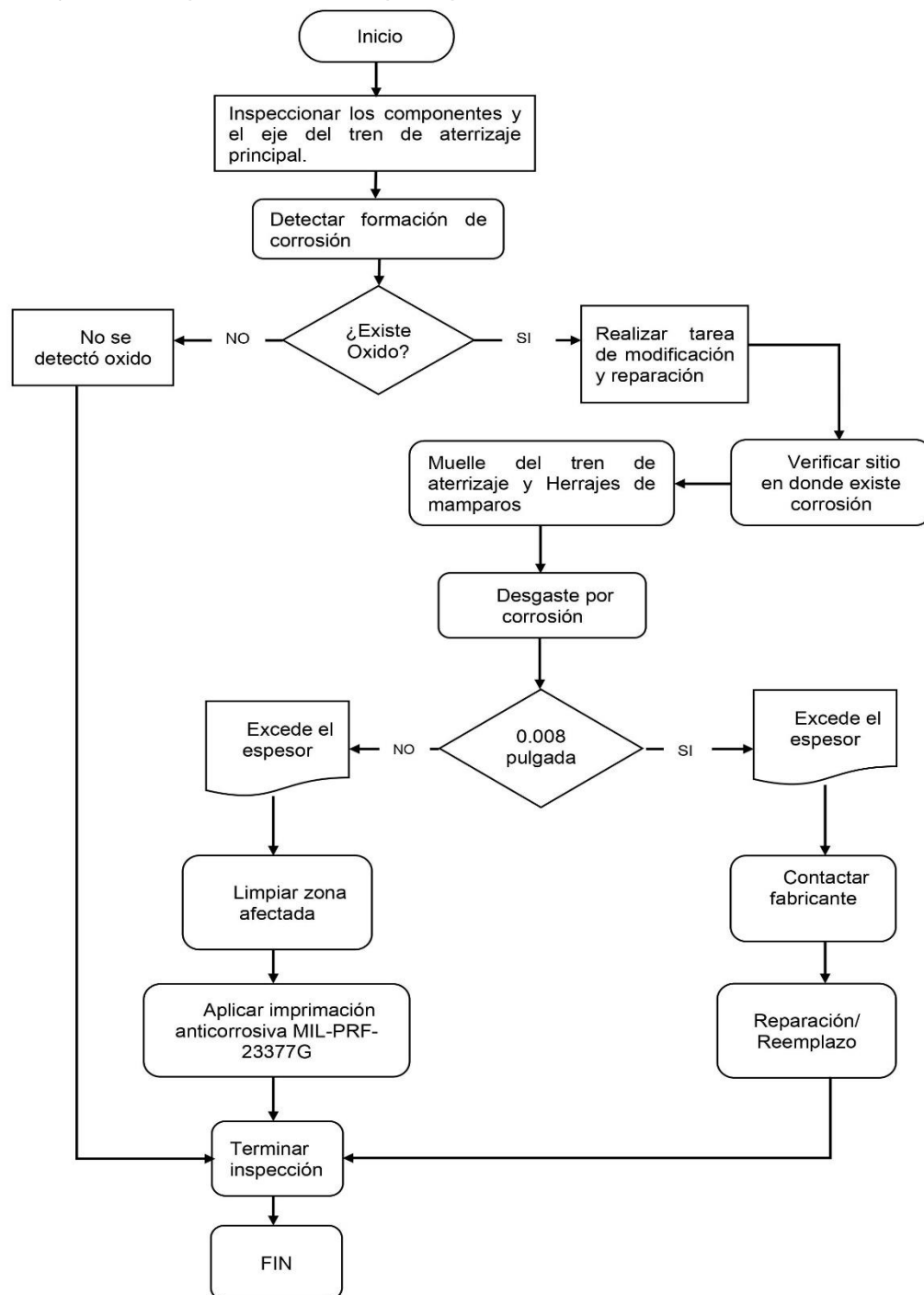
*Nota.* El gráfico presenta la inspección del eje del tren de aterrizaje y focalización de corrosión.



## Diagrama de flujo del procedimiento de la inspección en el tren principal

**Figura 56**

*Diagrama de flujo de la inspección del tren principal*



*Nota.* El gráfico presenta los pasos a seguir para la inspección y detección de corrosión.

### 3.8.2. Inspección del tren principal, por el método de tintas penetrantes.

Para realizar el proceso de inspección del eje del tren de aterrizaje con la utilización de líquidos penetrantes fluorescentes, los cuales nos permite examinar y verificar si en el material existe posibles daños como grietas, rajaduras, rayaduras y cortes teniendo como prioridad el tubo de resistencia solida en el eje.

Si existe alguna duda sobre la extensión del posible daño o exceso de corrosión en el material realizar los pasos que se encuentra especificado en el Anexo B.

Proceso de lavado del eje del tren de aterrizaje

El proceso de lavado del eje es indispensable el cual permite retirar todo tipo de componente ya sea de tipo liquido o solido que se encuentra en el mismo, el cual permite que al momento de remover se pueda realizar la inspección de una manera correcta para el lavado del eje se utilizó el tipo de líquido limpiador SKC-S, el cual remueve grasa o cualquier tipo de aceite.

#### **Figura 57**

*Aplicación de líquido limpiador SKC-S*

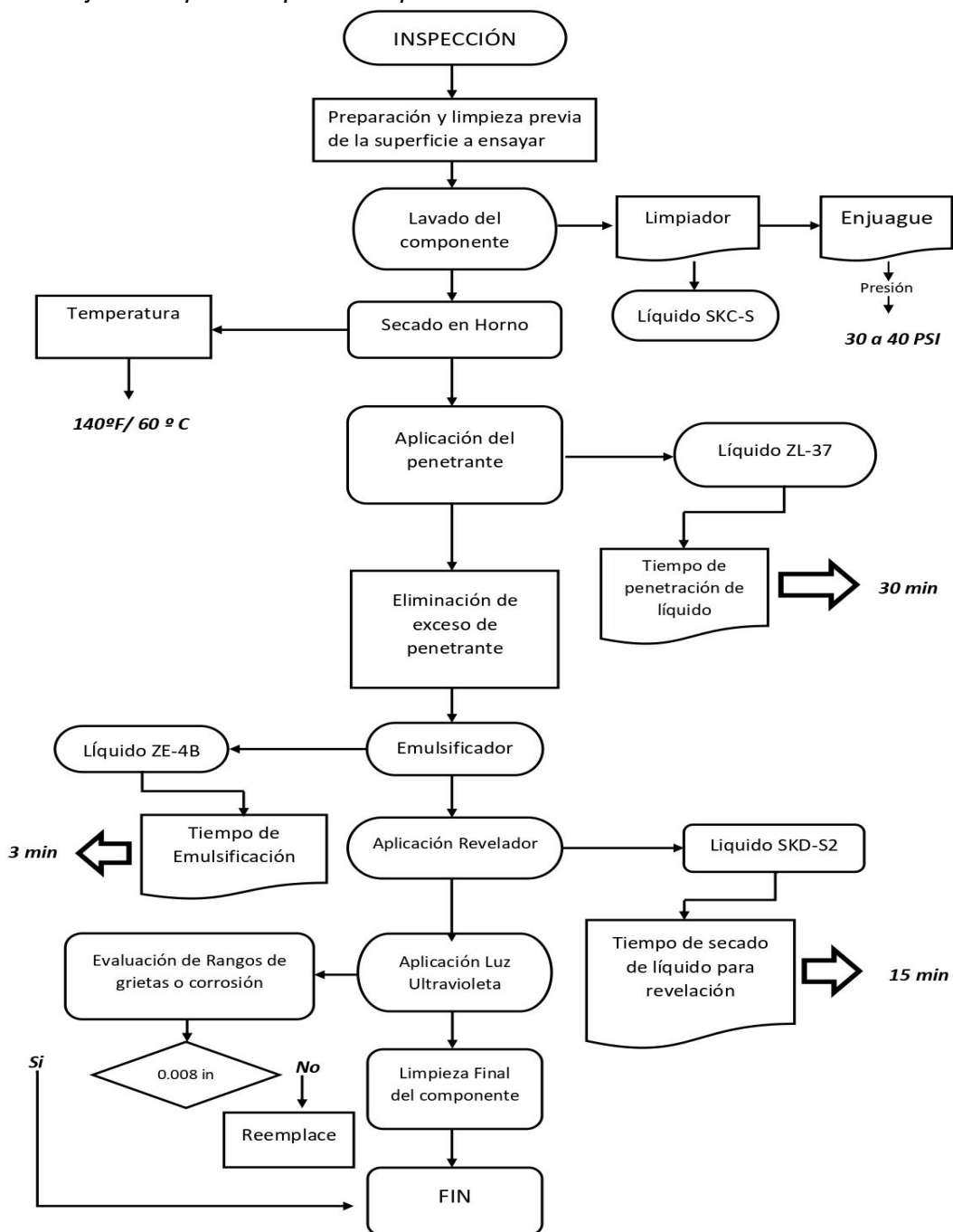


*Nota:* El gráfico presenta el lavado del eje del tren principal utilizando el líquido limpiador

DIAGRAMA DE FLUJO

Figura 58

Diagrama de flujo de inspección por tintas penetrantes



Nota. El gráfico presenta el proceso de principio a fin al realizar la a inspección por medio de tintas penetrantes.

Después de haber realizado el proceso de lavado del eje se debe secar todo el excedente de agua que se encuentre en el material para ello se utiliza equipo de apoyo como es el conjunto de secado, a una temperatura de 140 °F / 60 °C, en el cual se ingresa el componente y se lo deja reposar durante un lapso de tiempo de 5 a 10 minutos, hasta que se pueda verificar que no se encuentre excedentes de agua o en condición húmeda para continuar con la inspección requerida.

### **Figura 59**

*Secado del eje del tren principal*



*Nota.* El gráfico presenta el momento en que se ingresa el eje a la máquina de secado para que realice el oportuno secado del agua que se encuentra en el material.

Después haber secado el eje se procedió a realizar el proceso de colocación de líquido penetrante fluorescente ZL-37, el cual se lo aplico en los puntos que realizan más esfuerzo como es el principal el punto de sujeción, continuando con la pisadera el mismo que es una pieza soldada al eje y para finalizar se agregó el líquido penetrantes en la parte donde se forma un ángulo para colocar la rueda de esta manera se colocó el

líquido penetrante fluorescente y se procedió a esperar un tiempo determinado de 30 Minutos y continuar con el proceso de inspección por líquidos penetrantes.

### **Figura 60**

*Aplicación de líquido penetrante*



*Nota.* El gráfico presenta la aplicación del líquido penetrante en las partes de mayor tensión.

Luego de haber aplicado el líquido. se debe proceder a enjuagar en la cual solo se retire el excedente de líquido por lo cual se utiliza el mismo equipo de lavado para ello se debe utilizar una presión de agua normal la misma que no retire todo el líquido, después de la remoción del excedente con el agua se debe retirar las gotas de agua utilizando la pistola de aire la cual se aplicara a una presión entre 30 a 40 PSI. (pound per square inch)

**Figura 61**

*Limpieza y secado del excedente de líquido.*



*Nota.* La presente figura muestra la remoción del excedente del líquido. y el secado por medio del uso de pistola de aire.

Se Continuo con el proceso de inspección aplicando el líquido revelador SK2-S2, el mismo que permitirá conocer si existe fisuras, grietas o corrosión excedente en el eje del tren principal para ello se aplicara el líquido en los puntos de tensión como es en el sujetador del eje, el pisador y en la curvatura del eje para lo cual se derrama el líquido en dichos puntos. Para complementar el proceso de revelación se debe secar el líquido que se encuentra en el material, para realizar este proceso se debe colocar el componente en la máquina de secado a una temperatura de 59°C, para que este líquido se fije y se pueda notar el resultado al momento de utilizar la luz para revelar.

**Figura 62**

*Aplicación del líquido revelador*



*Nota.* El presente gráfico muestra el proceso de la aplicación del líquido revelador en el eje del tren principal.

Para finalizar el proceso de inspección después de haber realizado el proceso de la aplicación de líquidos de la manera correcta y secar correctamente tanto el agua como el excedente de líquido en el material se procede a realizar la respectiva inspección para conocer si existe fisuras, grietas o rayaduras, para conocer los resultados se utiliza la ayuda de la luz ultravioleta, con una intensidad de luz de 1000 lumenes, la misma que muestra si existe alguna anomalía en el material, de esta manera se concluye dando un resultado ya sea favorable o desfavorable según sea el caso del resultado de la inspección.



**Figura 63**

*Aplicación de luz ultravioleta en el eje*



*Nota.* El gráfico presenta el resultado de la aplicación de los líquidos de tintas penetrantes conjuntamente con la luz ultravioleta.

**3.9. Análisis de la Condición del eje del tren principal**

Se ha realizado la limpieza de corrosión y posteriormente inspección visual y por aplicación de líquidos penetrantes Fluorescentes como se encuentra estipulado en la información técnica del fabricante según la carta de trabajo N.º 32-13-01 de la sección del tren de aterrizaje que se encuentra instalado en la aeronave Cessna 150 M, en la cual se pudo determinar que el eje se encuentra con un excedente de corrosión en la parte de sujeción del tubo, en la junta con el buje y en el pisador del eje, para solucionar dicha discrepancia el service manual estipula que se debe remover la corrosión utilizando un tipo de lija de grano fino de número 180 0 menor para obtener una relación entre el diámetro y la profundidad, antes del repintado.

La realización de esta tarea empieza con la limpieza del polvo que sobresale de la corrosión y utilizando un tipo de material rugoso denominado Scott Bright y líquido WD-40 el cual sirve para remover corrosión, se limpió todo el tubo del tren principal



quedando en condiciones óptimas para su aceptabilidad, además de ello se da a conocer que el proceso de inspección realizado total del material se determina como aprobado y está dentro de la tolerancia especificada según el manual, de esta manera no se encontró alguna discrepancia mayor en el eje, por lo tanto la aeronave Cessna 150 M, se encuentra realizada la inspección correspondiente acorde a lo estipulado en el service manual, el tren se procedió a almacenarlo en bodega por motivo que se realizara una inspección mayor en la aeronave en la cual los soportes de deajo instalados por su mejor uso y maniobrabilidad al momento de realizar las futuras tareas de inspección y por fácil transporte.

### 3.10. Costos primarios

#### 3.10.1. Costos Materiales

Comprende al material utilizado para la elaboración de la estructura metálica que se implementara como el soporte para la aeronave Cessna 150 M.

**Tabla 17**

*Costos materiales*

N.º	Descripción	Dimensiones Mm	Cantid ad	Valor unitario	Valor total
1	AC/Transmisión		2	87	174
2	AC/ Transmisión		4	5	20
3	TB/ Cuadrado		1	12.48	12.48
5	Plancha	Espesor 8 mm	4	1	4
6	Garruchas dorado x café Doble Freno	6 in	4	70	280

<b>N.º</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Cantid</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor total</b>
		<b>Mm</b>	<b>ad</b>	<b>unitario</b>	
7	Pernos		16	1	16
8	Pernos		4	2	8
9	Electrodos E6013	3,2mm x 450mm	1	13	13
10	Disco de desbaste		4	7	28
				Total	551.48

### 3.10.2. Costos maquinaria

Estos costos representan el alquiler de maquina para realizar diferentes trabajos en el material para la realización del soporte.

**Tabla 18**

*Costos Maquinarias*

<b>N.º</b>	<b>Maquinaria</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor</b>
				<b>unitario</b>	<b>total</b>
1	Tornero	Elaboración de ejes para aseguramiento	2	50	100
2	Tornero	Separadores 1"	4	8	32
3	Fresadora	Perforación de eje	2	20	40
4	Fresadora	Perforación separadora	4	6	24
5	Dobladora	Dobles de tubo a 15º	2	10	20
				Total	216

### 3.10.3. Costos por mantenimiento

Debido que la tarea de mantenimiento se la realiza en la empresa Aeromaster

Airways

**Tabla 19**

*Costos por Mantenimiento*

N.º	Descripción	Valor total
1	Transporte	60
2	Alimentación	75
Total		135

### 3.10.4. Total, costos primarios

**Tabla 20**

*Total, Costos Primarios*

N.º	Descripción	Total
1	Costos Materiales	551.48
2	Costos Maquinaria	216
3	Costos mantenimiento	135
Total		908.48

## Capítulo IV

### 4. Conclusiones y Recomendaciones

#### 4.1. Conclusiones

- Con respecto a la información obtenida se pudo establecer las respectivas acciones en el tren de aterrizaje que contenía corrosión de tipo Galvánica, la cual fue removida y posterior limpiada para que se encuentre en óptimas condiciones.
- En base a la inspección realizada el tren de aterrizaje se determina que esta se encuentra en estado operable y cumple con lo establecido según el service manual.
- La implementación del soporte o tren falso para la aeronave Cessna 150 M, es importante debido a que ayuda de una manera didáctica a realizar diferentes tareas de una manera más eficaz, adecuada y brinda seguridad al técnico al momento de realizar dicha tarea.

#### 4.2. Recomendaciones

- Para realizar este tipo de inspección se debe obtener la información técnica respectiva de la aeronave Cessna 150 M, principalmente referente al tren de aterrizaje para evitar errores en la tarea de mantenimiento, debido que requiere realizar diferentes actividades como son la remoción, inspecciones utilizando diferentes equipos y materiales de apoyo.
- Una vez terminada la inspección del tren principal se deberá verificar las especificaciones que brinda el service manual, para comprobar si el tren se encuentra dentro del límite de tolerancia y de esta manera que siga en condición operativa.

- Verificar que las partes de sujeción para el soporte se encuentre limpias para de esta manera realizar una instalación y remoción adecuada evitando daños al interior del punto de sujeción del tren en la aeronave.

## Glosario

- Aeronave: Máquina que se puede sustentar en la atmosfera por reacciones del aire aplicando las cuatro fuerzas para la sustentación.
- Amortiguación: Sistema mecánico que compensa y atenúa el efecto de choques, sacudidas o movimientos bruscos.
- Amperaje: Intensidad de una corriente eléctrica es la cantidad de electrones que fluyen por unidad de tiempo a través del material.
- Corrosión: Proceso electrolítico donde se produce la migración de material metálico en presencia de una solución.
- Electrodo: Extremo de un conductor eléctrico que recibe una corriente eléctrica de un medio o que se la transfiere al mismo.
- Energía Cinética: Cantidad de trabajo necesaria para acelerar un cuerpo en reposo y de una masa determinada hasta una velocidad establecida.
- Información Técnica: Documentos establecidos por el fabricante de la aeronave, motor y hélice que detalla las tareas a desarrollar.
- Inspección: Implica realizar la constatación ocular o la comprobación de un producto para evaluar su conformidad.
- Microbiología: Ciencia que estudia en su sentido más amplio a los microorganismos (bacterias, hongos, virus y algunos parásitos)
- Oxidación: Fenómeno químico en virtud del cual se transforma un cuerpo o un compuesto por la acción de un oxidante, que hace que en dicho cuerpo o compuesto aumente la cantidad de oxígeno y disminuya el número de electrones de alguno de los átomos
- Presión: Magnitud física escalar representada con el símbolo  $p$ , que designa una proyección de fuerza ejercida de manera perpendicular sobre una superficie.

- Protección personal: Dispositivo especialmente proyectado y fabricado para preservar el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales.
- Soporte de Sujeción: Estructura diseñada para el soporte de la aeronave para realizar tareas de mantenimiento.
- Torneado: Proceso de mecanizado utilizado para hacer piezas cilíndricas, en el cual la herramienta de corte se mueve de forma lineal mientras la pieza de trabajo gira.

## Bibliografía

- Benavides, J. V. (03 de 05 de 2014). *Slideshare*. Recuperado el 13 de 05 de 2021, de Corrosión Por Cavitación: <https://es.slideshare.net/JhonatanVasquezBenav/corrosión-por-cavitación>
- CESSNA. (1972). *Service Manual*. Cessna Customer Care. Recuperado el 04 de 05 de 2021, de [file:///D:/UNIVERSIDAD/UNIDAD%20DE%20GESTION%20DE%20TECNOLOGIAS/II%20SEMESTRE/Privilegios%20y%20limitaciones%20del%20mecanico/MANUALES/Cessna%20150/150\\_sm\\_69.pdf](file:///D:/UNIVERSIDAD/UNIDAD%20DE%20GESTION%20DE%20TECNOLOGIAS/II%20SEMESTRE/Privilegios%20y%20limitaciones%20del%20mecanico/MANUALES/Cessna%20150/150_sm_69.pdf)
- Cessna. (1977). *Cessna 150 M*.
- Cortez, A. (26 de 11 de 2014). *Slideshare*. Recuperado el 15 de 06 de 2021, de Corrosión por Picaduras: <https://es.slideshare.net/Augusto2602/cp-final-42032904>
- Cristian, R. (2018). *Inspección en una Aeronave*. Universidad ESPE. Recuperado el 13 de 05 de 2021, de [file:///C:/Users/Admin/Downloads/docdownloader.com-pdf-tipos-de-inspección-en-una-aeronave-dd\\_6063f1fd1b88ef70dc5f1b81c01d547d.pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/docdownloader.com-pdf-tipos-de-inspección-en-una-aeronave-dd_6063f1fd1b88ef70dc5f1b81c01d547d.pdf)
- Danny, B. P. (2001). *Construcción y simulación del mecanismo del tren de aterrizaje fijo*. Latacunga.
- Ferrer, J. (2015). *Definición de soldadura industrial*. Recuperado el 13 de 05 de 2021, de Definición: <https://definición.mx/soldadura-industrial/>
- Gonzalez, S. (2010). *Circular Informativa*. Documento, Aero Civil. Recuperado el 13 de 06 de 2021, de <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviación-civil/biblioteca-técnica/Circulares%20Informativas/CI-5102-082-011.pdf>
- Herramientas, D. M. (2018). *De Máquinas y Herramientas*. Recuperado el 13 de 05 de 2021, de <https://www.demáquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-mig>



- Infocorrosión. (17 de 04 de 2017). *Corrosión Por Pitting*. Recuperado el 13 de 05 de 2021, de <https://infocorrosión.com/index.php/capacitación/palabra-del-dia/item/720-corrosión-por-pitting>
- Ingemecánica. (s.f.). *Ingemecánica*. Recuperado el 3 de mayo de 2021, de <https://ingemecánica.com/tutorialsemanal/tutorialn45.html>
- Javaherdashti, R. (2008). *Microbiologically Influenced Corrosión*. USA: Wiley & Sons, .
- Nogera, B. (s.f.). *corrosión . Corrosión Generalizada* .
- press, W. (2017). *Planos y técnicas Aeromodelismo*. Obtenido de <https://gatovolante.wordpress.com/2014/11/26/el-tren-de-aterizaje/>
- Rodriguez, J. A. (19 de 12 de 2019). *L`STARTIT*. Recuperado el 25 de 05 de 2021, de <https://www.ultraligeros.net/tren-de-aterizaje-cuantas-clases-hay/>
- S., Gennady. (06 de 07 de 2015). *Avia. Pro*. Recuperado el 10 de 05 de 2021, de 21 de mayo del 2021: <https://avia-es.com/blog/cessna-150-harakteristiki-foto>
- Salazar, J. A. (2015). *Introducción al fenómeno de corrosión* .
- TPI. (2016). *Tecnología de Procesos industriales*. Recuperado el 11 de 05 de 2021, de <http://www.tpi.cl/pdf/biblioteca/industrial/corros2.pdf>

**Anexos**