



**“Reparación estructural del tail boom, de acuerdo a la documentación técnica aplicable al helicóptero Gazelle SA 341L, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”**

Andaluz Ortiz, Anderson Ariel

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

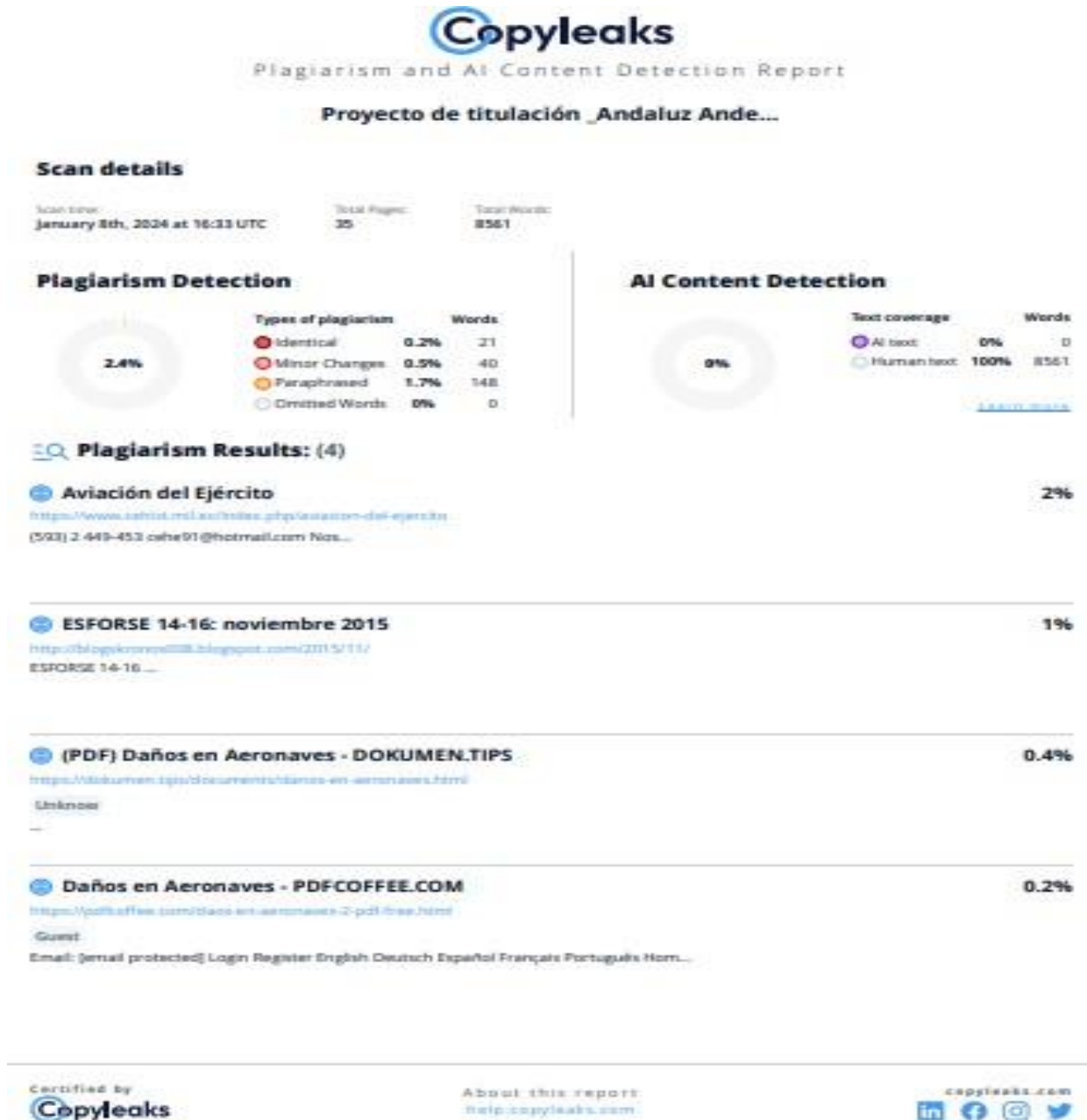
Monografía, previa a la obtención del título de Tecnólogo superior en Mecánica Aeronáutica

Tlga. Zabala Cáceres, Emmy Samantha

8 de Enero del 2024

Latacunga

## Reporte de verificación de contenido



Firmado electrónicamente por:  
**EMMY SAMANTHA  
ZABALA CACERES**

.....  
**Tlga. Zabala Cáceres, Emmy Samantha**

**C.C.: 1500636889**



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

**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

### **Certificación**

Certifico que la monografía: **“Reparación estructural del Tail Boom, de acuerdo a la documentación técnica aplicable al Helicóptero Gazelle SA 341I, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** fue realizado por el señor **Andaluz Ortiz, Anderson Ariel**, la misma que cumple los requisitos legales, teóricos, científico metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustenten públicamente.

Latacunga, 8 de enero, 2024.



Firmado electrónicamente por:  
**EMMY SAMANTHA  
ZABALA CACERES**

.....  
**Tlga. Zabala Cáceres, Emmy Samantha**  
**C.C: 1500636889**



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

**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Responsabilidad De Autoría**

Yo **Andaluz Ortiz, Anderson Ariel**, con cédula/cédulas de ciudadanía n°185046806-5, declaro/declaramos que el contenido, ideas y criterios de la monografía : **“Reparación estructural del Tail Boom, de acuerdo a la documentación técnica aplicable al Helicóptero Gazelle SA 341I, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** es de mi/nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga 8 de enero, 2024

Firma

Andaluz Ortiz Anderson Ariel \*

C.C.:185046806-5



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

**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Autorización De Publicación**

Yo **Andaluz Ortiz Anderson Ariel**, con cédula de ciudadanía n°185046806-5, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía : **“Reparación estructural del Tail Boom, de acuerdo a la documentación técnica aplicable al Helicóptero Gazelle SA 341I, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga 8 de enero, 2024

Firma

Andaluz Ortiz Anderson Ariel

C.C.: 185046806-5

## **Dedicatoria**

Dedico este logro a Dios quien me ha dado las bendiciones y sabiduría para ayudarme a alcanzar todas las metas que me he propuesto en mi trayectoria de estudio. También me gustaría agradecer a mi familia, que me apoyó en mis momentos más difíciles, me brindó consejos y me ayudó a desarrollarme como persona y profesionalmente sin hacer de menos todos los valores que me inculcaron y a mis amigos que son mis componentes básicos. A lo largo de mi trayectoria académica, sus consejos me ayudaron a recorrer el difícil camino de la formación académica.

Andaluz Ortiz, Anderson Ariel

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por permitirme el realizar todas las metas en mi vida profesional, dándome sabiduría, entendimiento y sobre todo la paciencia, para salir adelante en los momentos más difíciles de mi carrera universitaria para así poder finalizar este gran logro. A mi familia la cual me ha apoyado en este largo recorrido sin dejar que me rinda, y como no mis amigos que con el tiempo que hemos compartido se han vuelto más que amigos sino una pequeña familia con su apoyo moral. A mi tutor quien me ha inculcado lo valores de la responsabilidad y le sacrificio que implica en ayudar en mi formación, a todos los docentes que me han impartido su conocimiento con el mayor esfuerzo. Y finalmente a la noble institución de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga que acogió un alumno más para formarse por medio de sus valores institucionales.

Andaluz Ortiz, Anderson Ariel

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de autoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento .....	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de tablas .....	11
Índice de figura.....	12
Resumen.....	15
Abstract .....	16
Capítulo I: Planteamiento del Problema.....	17
Antecedentes .....	17
Planteamiento del Problema .....	18
Justificación.....	18
Objetivos: General y Especifico .....	19
<i>Objetivo General</i> .....	19
<i>Objetivos Específico</i> .....	19
Alcance.....	20
Capítulo II: Marco Teórico.....	21
Descripción Helicóptero Gazelle .....	21
Historia del Helicóptero Gazelle .....	22
Características del Helicóptero Gazelle .....	23



<b>Estructura del Helicóptero Gazelle SA 341L</b> .....	<b>25</b>
<b>Conducto para cables eléctricos</b> .....	<b>31</b>
<b>Materiales de los que se encuentra fabricado el helicóptero Gazelle AS 341L</b> .....	<b>33</b>
<b>Reparaciones</b> .....	<b>36</b>
<b>Tipos de daños estructurales</b> .....	<b>37</b>
<b>Materiales utilizados para reparación estructural en aviación</b> .....	<b>43</b>
<b>Herramientas y hardware aeronáutico</b> .....	<b>43</b>
<i>Herramientas de Diseño</i> .....	<b>43</b>
<i>Herramientas de marcación</i> .....	<b>46</b>
<i>Herramientas de corte</i> .....	<b>48</b>
<i>Herramientas de corte manual</i> .....	<b>50</b>
<i>Herramienta de desbarbado</i> .....	<b>51</b>
<i>Herramientas utilizadas para instalar remaches</i> .....	<b>52</b>
<i>Herramientas manuales</i> .....	<b>52</b>
<b>Capítulo III: Desarrollo del Tema</b> .....	<b>55</b>
<b>Descripción</b> .....	<b>55</b>
<b>Inspección General del Helicóptero</b> .....	<b>56</b>
<b>Helicóptero Gazelle</b> .....	<b>57</b>
<b>Inspección del botalón de cola</b> .....	<b>57</b>
<b>Daños encontrados al realizar la inspección del botalón de cola</b> .....	<b>61</b>
<b>Reparación de hendidura y ralladura en la sección 3 del botalón de cola</b> .....	<b>61</b>
<b>Reparación de Fisuras y separaciones de material en los alerones (botalón de cola)</b> ...65	
<b>Cambio de Remaches en malas condiciones</b> .....	<b>70</b>
<b>Instalación de remaches</b> .....	<b>73</b>
<b>Inspección final a la sección del botalón de cola</b> .....	<b>77</b>
<b>Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	<b>78</b>

<b>Conclusiones .....</b>	<b>78</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>79</b>
<b>Glosario .....</b>	<b>80</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>85</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>87</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Especificaciones generales del Helicóptero Gazelle</i> .....	24
<b>Tabla 2</b> <i>Materiales utilizados para remover la pintura con decapante</i> .....	58
<b>Tabla 3</b> <i>Herramientas Utilizadas en la reparación de los alerones</i> .....	65

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1</b> <i>Helicóptero Gazelle</i> .....	21
<b>Figura 2</b> <i>Helicóptero Gazelle</i> .....	22
<b>Figura 3</b> <i>Características del Helicóptero Gazelle</i> .....	23
<b>Figura 4</b> <i>Características del Helicóptero Gazelle</i> .....	25
<b>Figura 5</b> <i>Estructura base</i> .....	27
<b>Figura 6</b> <i>Cabina del Helicóptero Gazelle AS 341L</i> .....	28
<b>Figura 7</b> <i>Panales inferiores</i> .....	29
<b>Figura 8</b> <i>Descripción</i> .....	30
<b>Figura 9</b> <i>Descripción de conducto para cables eléctricos</i> .....	32
<b>Figura 10</b> <i>Conducto para cables eléctricos</i> .....	33
<b>Figura 11</b> <i>Secciones que son fabricados de aleación de aluminio 2024 T3</i> .....	34
<b>Figura 12</b> <i>Secciones que son fabricados de fibra de vidrio</i> .....	34
<b>Figura 13</b> <i>Secciones que son fabricada de paneles de tipo honeycomb</i> .....	35
<b>Figura 14</b> <i>Secciones que son fabricada de material transparente</i> .....	36
<b>Figura 15</b> <i>Abolladuras (Dent)</i> .....	37
<b>Figura 16</b> <i>Melladura (Nicks)</i> .....	38
<b>Figura 17</b> <i>Rasguños (Scratches)</i> .....	39
<b>Figura 18</b> <i>Rasguños (Scratches)</i> .....	40
<b>Figura 19</b> <i>Separaciones (Disbonds)</i> .....	40
<b>Figura 20</b> <i>Hoyos (Holes)</i> .....	41
<b>Figura 21</b> <i>Delaminacion (Delamintaion)</i> .....	42
<b>Figura 22</b> <i>Gubia (Gouge)</i> .....	42
<b>Figura 23</b> <i>Corrosión (Corrosion)</i> .....	43
<b>Figura 24</b> <i>Escalas</i> .....	44

<b>Figura 25</b> <i>Escuadra de combinación</i> .....	44
<b>Figura 26</b> <i>Divisores</i> .....	45
<b>Figura 27</b> <i>Separador de Remaches</i> .....	46
<b>Figura 28</b> <i>Escribas</i> .....	46
<b>Figura 29</b> <i>Punzones</i> .....	47
<b>Figura 30</b> <i>Lezna (AWL)</i> .....	47
<b>Figura 31</b> <i>Sierra kett</i> .....	48
<b>Figura 32</b> <i>Sierra de corte circular neumática</i> .....	49
<b>Figura 33</b> <i>Sierra de sable</i> .....	49
<b>Figura 34</b> <i>Tijeras Rectas</i> .....	50
<b>Figura 35</b> <i>Tijeras de aviación</i> .....	51
<b>Figura 36</b> <i>Herramienta de desbarbado</i> .....	52
<b>Figura 37</b> <i>Cortadora de remaches</i> .....	53
<b>Figura 38</b> <i>Backing bar</i> .....	53
<b>Figura 39</b> <i>Helicóptero Gazelle</i> .....	55
<b>Figura 40</b> <i>Helicóptero Gazelle</i> .....	57
<b>Figura 41</b> <i>Inspección del botalón de cola</i> .....	57
<b>Figura 42</b> <i>Removedor</i> .....	58
<b>Figura 43</b> <i>Aplicación de removedor de pintura</i> .....	59
<b>Figura 44</b> <i>Aplicación del producto</i> .....	60
<b>Figura 45</b> <i>Limpieza</i> .....	60
<b>Figura 46</b> <i>Manual</i> .....	61
<b>Figura 47</b> <i>Hendidura y ralladura en la sección 3 del botalón de cola</i> .....	62
<b>Figura 48</b> <i>Tamaño de la hendidura y rajadura</i> .....	62
<b>Figura 49</b> <i>Preparación del producto</i> .....	63
<b>Figura 50</b> <i>Mezclas</i> .....	63

<b>Figura 51</b> <i>Aplicación en la falla</i> .....	64
<b>Figura 52</b> <i>Pintado de la sección decapada</i> .....	64
<b>Figura 53</b> <i>Delimitación de la zona</i> .....	66
<b>Figura 54</b> <i>Pega de cinta</i> .....	66
<b>Figura 55</b> <i>Lijado</i> .....	67
<b>Figura 56</b> <i>Corte de la tela de fibra de vidrio</i> .....	67
<b>Figura 57</b> <i>Pesado de resina</i> .....	68
<b>Figura 58</b> <i>Mezcla de resina</i> .....	68
<b>Figura 59</b> <i>Pega de la tela</i> .....	69
<b>Figura 60</b> <i>Colocar la resina en la tela de fibra de vidrio</i> .....	69
<b>Figura 61</b> <i>Pegar el parche</i> .....	70
<b>Figura 62</b> <i>Instalación de los alerones</i> .....	70
<b>Figura 63</b> <i>Taladrar la cabeza del fabricante del remache</i> .....	71
<b>Figura 64</b> <i>Taladrar la cabeza del remache</i> .....	72
<b>Figura 65</b> <i>Taladrar el cuerpo del remache</i> .....	72
<b>Figura 66</b> <i>Sacar el remache</i> .....	73
<b>Figura 67</b> <i>Limpieza de agujeros</i> .....	74
<b>Figura 68</b> <i>Instalación de remaches</i> .....	74
<b>Figura 69</b> <i>Ayuda interna con sufridera</i> .....	75
<b>Figura 70</b> <i>Inspeccionar que las cabezas de los remaches</i> .....	75
<b>Figura 71</b> <i>Pegado especial</i> .....	76
<b>Figura 72</b> <i>Inspección final</i> .....	77

## Resumen

En el presente trabajo de titulación se procede a detallar la información y métodos aplicables para la reparación estructural del botalón de cola del helicóptero Gazelle AS-341L, tomando como referencia el manual de reparaciones estructurales(MRS), el manual de técnicas corrientes(MTC), todos los procesos que fueron aplicados son realizados con la única finalidad de mantener en condiciones óptimas la estructura del botalón de cola aumentando su funcionalidad mejorando el aprendizaje y enseñanza de estudiantes, docentes al momento de realizar las distintas técnicas de mantenimiento en reparación estructural . Las prácticas de mantenimiento en la estructura de cualquier aeronave juegan un rol muy importante ya que son parámetros que garantizan, mantienen y protegen la seguridad de la aeronave, con ayuda de toda la documentación técnica aplicable de reparaciones estructurales del botalón de cola del helicóptero Gazelle que se pudo recopilar, para continuamente inspeccionar y dar una evaluación exacta de las condiciones en la que se encontraba la estructura del botalón de cola del helicóptero para realizar los procesos de reparaciones estructurales, teniendo en cuenta que los métodos aplicados en este proceso sigan las normas de los manuales del helicóptero Gazelle para así mantener la aeronave en óptimas condiciones para la enseñanza de los estudiantes.

*Palabras Clave:* inspección de la estructura, reparaciones estructurales en la sección del botalón de cola.

### **Abstract**

In this degree work we proceed to detail the information and methods applicable to the structural repair of the tail boom of the Gazelle AS-341L helicopter, taking as reference the manual of structural repairs (MRS), the manual of current techniques (MTC).

All the processes that were applied are carried out with the sole purpose of maintaining the tail boom structure in optimal conditions, increasing its functionality and improving the learning and teaching of students and teachers when performing the different maintenance techniques in structural repair. The maintenance practices in the structure of any aircraft play a very important role since they are parameters that guarantee, maintain and protect the safety of the aircraft, with the help of all the applicable technical documentation of structural repairs of the tail boom of the Gazelle helicopter that could be collected, to additionally inspect and give an accurate assessment of the conditions in which the structure of the tail boom of the helicopter was in order to then be able to perform the processes of structural repairs, taking into account that the methods applied in this process follow the norms of the Gazelle helicopter manuals in order to maintain the aircraft in optimal conditions for the teaching of students.

*Key words:* structure inspection, structural repairs in the tail boom section.



## Capítulo I

### Planteamiento del Problema

#### Antecedentes

La Aviación en el Ejército fue fundada en el año 1954, por el enardecimiento y el ánimo del coronel de Infantería Colón Grijalva Herdoíza. Al verse cumplida su aspiración de tener la licencia de piloto, inclinó, de manera oficial, sus peticiones, con ideas vanguardistas, hacia el Comando del Ejército. Jugó un papel decisivo al proporcionar el apoyo aéreo que necesitaban sus compañeros de armas que tenían que hacer largos y dolorosos viajes por carretera, pica y sendero para llevar a cabo sus misiones en las guarniciones fronterizas.

Continuamente después de sus funciones de 1981, se llegaron a utilizar aeronaves de transporte mediano como el Buffalo para tomar fotografías aéreas; helicópteros de transporte mediano, tipo Puma, helicópteros de ataque, como es el caso del Bell 212; luchar como Gazelles legendarios; de artillerías, los cuales son aptos para infantería y antitanque. Las armas fueron proporcionadas para aumentar así el poder de combate de las fuerzas terrestres y garantizar un amplio campo de acción con el apoyo brindado por el ejército al desarrollo socioeconómico del país.

El Gazelle es considerado como un helicóptero ligero el mismo que consta de una estructura metálica el cual se lo fabrico en la segunda mitad de los años 1960 esta aeronave fue diseñada por Sud Aviation, la cual llego a ser producida en gran cantidad en los años de 1970 por la SNIAS (*Société Nationale Industrielle Aéropatiable*) con colaboración de *Westland Helicopters*. Como origen se dieron a dos variaciones principalmente la SA341 y SA342, las mismas que fueron designadas para los ejércitos nacionales de:(Ecuador, Francia, Marruecos, Reino Unido, Egipto, Irak, etc.) ya que se consideraba como su misión principal.

La práctica de mantenimiento del helicóptero Gazelle se da para encontrar en la estructura de la cola fisuras, abolladuras, e impactos por rayos, pero también se puede realizar On Condición (por condición) el mismo que dependerá de las horas de vuelo que ha llegado a

cumplir esta aeronave, como son cada 20 a 24 meses, aunque todas estas revisiones que se les da al fuselaje y la cola vienen detalladas en los manuales entregados por el fabricante de la aeronave.

### **Planteamiento del Problema**

El helicóptero Gazelle fue uno de los más utilizado para la instrucción de pilotos de Ecuador, debido a que realizó diversas operaciones de vuelo llegó a cumplir con su tiempo de vida útil además de las condiciones ambientales en las cuales se encuentra, razón por lo cual se encuentra inoperable dejando como resultado diversos daños estructurales en la sección de cola del Helicóptero Galleze.

Los diversos daños estructurales que se presentan en el Helicóptero, son causados por su inoperatividad y la falta de mantenimiento dejando componentes estructurales en condiciones de reparación para lo cual se debe realizarse basándose en la documentación técnica aplicable de la aeronave, al realizar cada uno de los distintos métodos de reparaciones se deberá tomar en cuenta de que todo se realice acorde a como lo mencione la documentación técnica aplicable para el Helicóptero Galleze AS 341L .

La reparación estructural que se pretende realizar en la aeronave dará como resultado el mejorar las condiciones de los componentes estructurales para que se pueda utilizar como material didáctico, todos estos procesos se realizasen en material aplicable para el helicóptero Galleze, al utilizarlo como material didáctico esto mejorara el aprendizaje del personal, dando como resultado técnicos de mantenimiento preparados para los distintos procesos de reparaciones que se pueden aplicar a los helicópteros en la sección del Tail boom.

### **Justificación**

El presente trabajo tendrá grandes beneficios, como tal el manejo adecuado de los manuales y los diferentes materiales que se pretende utilizar para poder realizar las distintas tareas de reparaciones estructurales del helicóptero Galleze AS 341L, además de la utilización de herramientas y los cuidados preliminares que se deberán tomar en cuenta para que la

estructura de la cola no sufra daños al momento de su realización y después de culminar las diferentes tareas de reparación las cuales son basadas de acuerdo a la estructura del Tail Boom(Cola).

La realización del proyecto pretende ayudar a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE , en el departamento de ciencias de la energía y mecánica en específico a la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica, brindando un apoyo a docentes y estudiantes con la finalidad de mejorar el aprendizaje, otorgando una ayuda en la realización de los diferentes trabajos, tareas de investigación o proyectos que se encuentren relacionado a las reparaciones estructurales que se pueden efectuar en el Tail Boom de los helicópteros.

Todo lo planteado en el trabajo podrá ser posible gracias a la ayuda de los distintos manuales, herramientas que son diseñadas para realizar los trabajos de reparaciones estructurales del Tail boom en el Helicóptero Galleze, además de toda la ayuda que nos pretende brindar el personal de mantenimiento el cual se encuentra certificado en todo lo relacionado a la parte estructural de la aeronave.

### **Objetivos: General y Especifico**

#### ***Objetivo General***

Realizar reparación estructural del Tail boom, de acuerdo a la documentación técnica aplicable al helicóptero Gazelle as 341L, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, para mantener al helicóptero en óptimas condiciones estructurales.

#### ***Objetivos Específico***

- Buscar información técnica que sea aplicable al momento de realizar la reparación estructural en el Tail boom del helicóptero Galleze.
- Analizar los distintos métodos que se presentan en el manual para el mantenimiento del Tail Boom (Cola).
- Ejecutar los diferentes procesos de reparaciones estructurales aplicables al Tail boom

del helicóptero Galleze de acuerdo a la documentación técnica.

- Realizar una inspección visual detallada para verificar que las condiciones de la estructura de cola del helicóptero se encuentren en óptimas condiciones luego de que haya sido realizado la reparación.

### **Alcance**

En el presente trabajo se realizará una reparación estructural del Tail Boom del Helicóptero Gazelle AS 341L, acorde a la documentación técnica la misma que conlleva procesos y materiales a utilizar para el cuidado de la estructura de la aeronave dando como resultado material didácticos para ser utilizado en instrucción, mejorando el aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### Descripción Helicóptero Gazelle

La aeronave gazelle es considerada como un helicóptero liviano el cual consta con una formación estructural de material metálico, el helicóptero en si fue construido a mediados del año 1960 por la empresa SUD AVIATION, esta aeronave se desarrolló en gran cantidad a inicios del año 1970, la encargada de producir estos helicópteros en gran cantidad fue la SNIAS.

En el proceso de fabricación de la aeronave se pudo llegar a constar con dos variantes las cuales llegarían a ser comercializadas como es el Gazelle SA 341 y el SA 342, la aeronave en su totalidad fue fabricada con el propósito de ser utilizada en los ejércitos de los distintos países que adquirieron esta aeronave.

#### Figura 1

*Helicóptero Gazelle*



*Nota.* Tomado de (FAE, s.f.)

En el siglo 20, el ejército ecuatoriano en la parte de aviación recibe una serie de helicópteros de combate entre ellos está el Gazelle el mismo que se lo utilizo para realizar labores de ataque y reconocimientos (FAE, s.f.), (Universidad Politecnica de Madrid, 2023).

## Historia del Helicóptero Gazelle

El Gazelle es una aeronave la cual sus orígenes son remontados desde Francia, la aeronave en si llega a ser fabricada como una consecuencia de la aeronave SA 330 puma, el motivo de su fabricación principalmente es antitanque, anti helicóptero a depósitos logísticos además de ataque a puestos de mando, reconocimiento, entrenamiento y principalmente como transporte.

### Figura 2

*Helicóptero Gazelle*



*Nota.* Tomado de (FAE, s.f.)

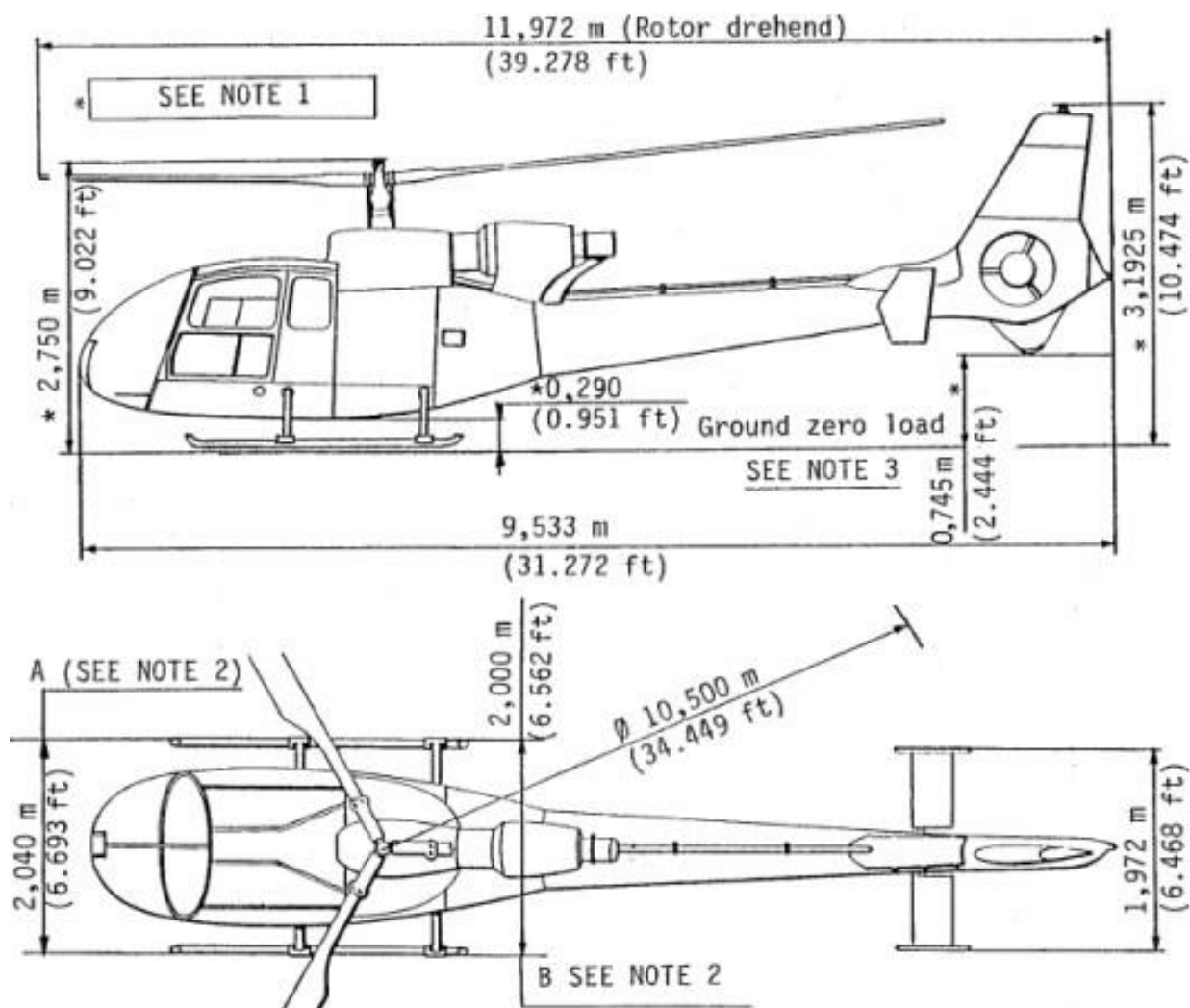
A inicios de su fabricación la aeronave tuvo el mayor de los intereses de la parte británica, lo que llegó a ser un acuerdo muy importante para participar en la producción y desarrollo de la aeronave, conjuntamente con Sud Aviation y Westland, al realizarse un acuerdo en el año 1967 y después de ser firmado este permitió la fabricación en Gran Bretaña alrededor de 292 aeronaves de transporte mediano además de la fabricación de 48 Sud Aviation SA 330 Puma los mismos que fueron pedidos por el ejército británico (Lince de Westland, 2013).

### Características del Helicóptero Gazelle

La aeronave consta de tres aspas las mismas que se encuentran instaladas en la parte superior de cabina además una en la parte del botalón de cola, su motor se encuentra instalado en la parte superior del fuselaje con dirección a la parte posterior, al hablar de su cabina tiene una forma redonda la cual permite visualizar de forma completa al momento del personal realizar los vuelos.

**Figura 3**

*Características del Helicóptero Gazelle*



*Nota.* Tomado de (Manintenance Manual, 2022)

**Tabla 1***Especificaciones generales del Helicóptero Gazelle*

<b>Características Generales</b>	
Equipo	2
Amplitud	3 pasajeros
Extensión	11.7 m
Elevación	3.15 m
Influencia al Vacío	908 kg
Influencia máxima al despegue	1800 kg
Diámetro del rotor principal	10.50 m
Velocidad Máxima	310km/h(193mph, 167kt)
Velocidad de Crucero	264km/h(164mph, 143kt)
Velocidad de Acenso	9 m/s

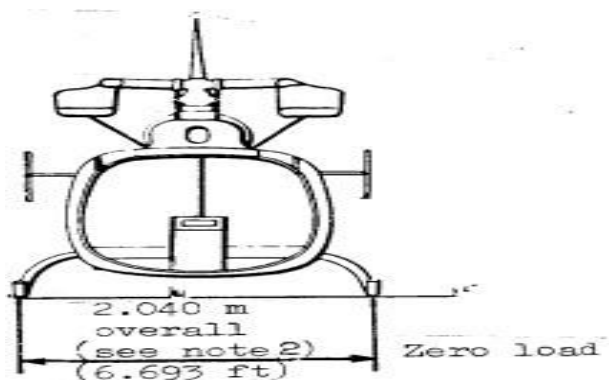
*Nota.* Información a partir de Wikipedia (2023)

Como características en base tecnología podemos encontrar que la aeronave consta con un rotor de cola el cual es de tipo fenestron, una aeronave la cual fue la primera en vuelo mono- piloto, con una estructura en tipo sándwich , al estar equipado de tres palas flexibles da mayor comodidad a los pasajeros al momento de sentir la vibración, esta aeronave consta de un tren de aterrizaje fijo el cual no consta de un amortiguador lo que da como ventaja la de no entrar en resonancia, además en el gazelle ayuda a disminuir los costos de mantenimiento.



## Figura 4

### Características del Helicóptero Gazelle



*Nota.* Tomado de (Manintenance Manual, 2022)

### Estructura del Helicóptero Gazelle SA 341L

La parte estructural de un aeronave se la diseña con la finalidad de soportar todas las cargas además de resistir las tensiones que se puedan producir cuando el aeronave se encuentre en vuelo, al realizar el diseño de una aeronave cada centímetro como alas, fuselaje , cada costilla, largueros, larguerillos e incluido cada una de los diferentes accesorios metálicos se debe tomar en relación las diferentes características físicas que tiene dicho material, al ensamblar una aeronave o planificar la fabricación de la misma debe ser tomado en cuenta las cargas que se les puede imponer, aunque la planificación del diseño que vaya a tener no es parte de los labores del técnico aeronáutico pero es muy importante que el técnico comprenda y aprecie las diferentes tensiones que llegar a estar implicadas con la finalidad de evadir cambios a su diseño original.

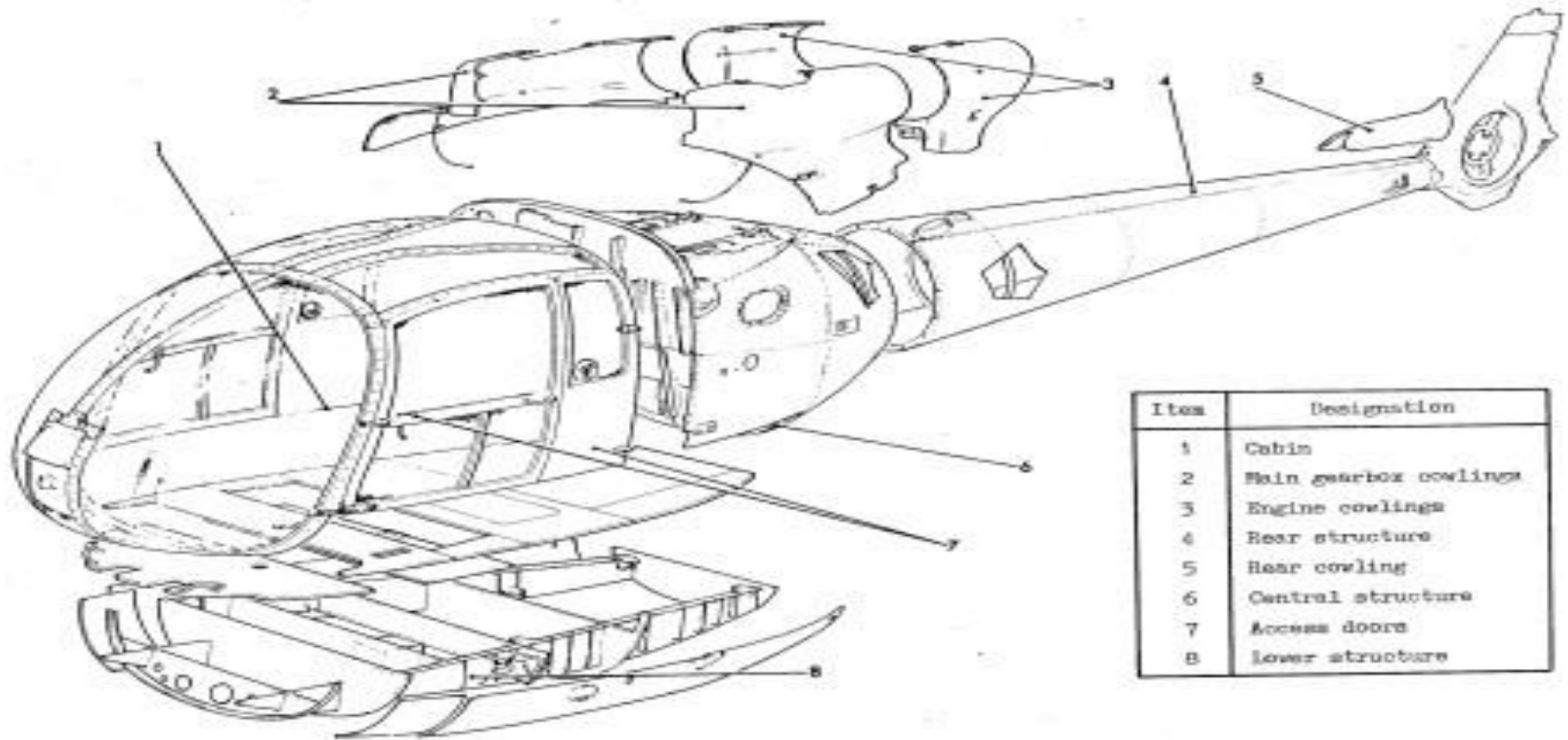
El fuselaje del helicóptero se encuentra constituido por los distintos componentes como son, estructura, puerta de acceso (7), izquierdo y derecho, Carenados. Al hablar de su estructura decimos que se divide de la cabina (1), subestructura (8), estructura intermedia (6) y estructura trasera (4). Las cubiertas consisten en carenados caja de engranajes (2), cubiertas del motor (3) y cubiertas traseras (5) (Airbus, 2011).

**Estructura Base**

Como se ha comentado anteriormente, la cabina está formada por una estructura trapezoidal de tubos (2) de aleación ligera soldados entre sí y un panel superior (3) fabricado con un material "sándwich metálico". El frente del marco tiene paneles (7). ) está situado en la línea central de la aeronave y está equipado de arriba a abajo de la siguiente manera, la toma de aire para ventilación de la cabina (6) equipada con "lamas accionadas manualmente desde la cabina, la puerta (5) descansa sobre dos bisagras" en la abajo. , con acceso a la batería y a la cámara eléctrica ubicada encima de la batería (Airbus, 2011)

**Figura 5**

*Estructura base*

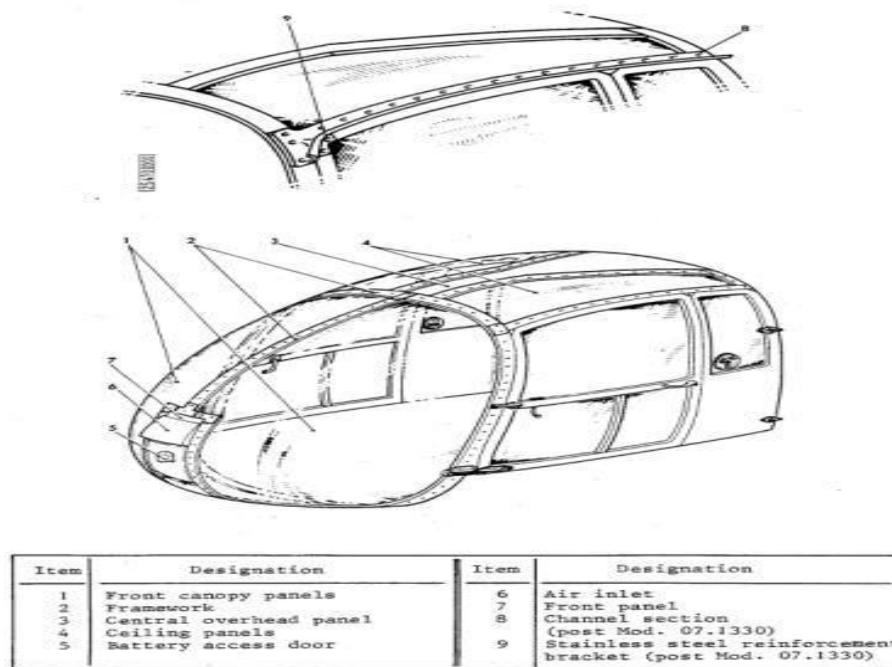


Item	Designation
1	Cabin
2	Main gearbox cowling
3	Engine cowling
4	Rear structure
5	Rear cowling
6	Central structure
7	Access doors
8	Lower structure

*Nota.* Tomado de (Manintenance Manual, 2022)

## Figura 6

### Cabina del Helicóptero Gazelle AS 341L



Nota. Tomado de (Manintenance Manual, 2022)

### **Estructura inferior**

En el caso de la estructura inferior consta de: una estructura de caja, pisos y además con los diferentes paneles inferiores desmontables.

Estructura de caja como se observa en la figura esta consta de dos vigas longitudinales (16) separadas por los mamparos y dos componentes laterales (20) y (28) que forman la piel superficial tensada. (18) y (14) para las sección delantera y trasera del tren de aterrizaje.

La pieza lateral L.H. se encuentra provista de la puerta de acceso (19) a la obtencion de corriente de tierra de c.c. (tomas de corriente de tierra de c.c. y c.a. en la versión SA 342L, Mod. 07.2199, y en la versión SA 342LI.

## Pisos

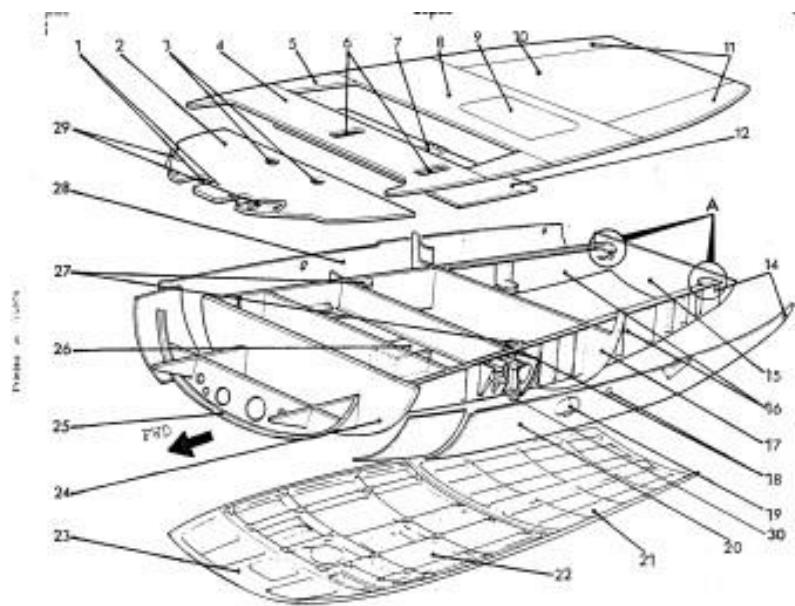
Los pisos de construcción de tipo sándwich metálico en este caso el piso consta del piso del piloto, el piso de pasajeros y el piso del maletero los cuales constan de 1,2,3,29,4,6,5,12,7,26,8,9,10,11.

## Paneles inferiores

Al hablar de la parte inferior decimos que se encuentra formado por 3 paneles de apertura instantánea, en el cual los 2 paneles que se encuentran en delante son de chapa rígida son aquellos que muestran acceso para los controles de vuelo y a los travesaños del tren de aterrizaje

## Figura 7

*Panales inferiores*



*Nota.* Tomado de (Manintenance Manual, 2022)

## Figura 8

### Descripción

Item	Designation	Item	Designation
1	Control pedal cut-out	17	Central frame Sta. 2571.5
2	Pilot's foot-rest	18	Holes for forward legs of landing gear
3	Cyclic control stick openings	19	Access door - Ground power receptacle (d.c.)
4	Pilot seats-raised part	20	LH side piece
5	Passenger floor-lateral parts	21	Rear lower panel
6	Collective pitch lever opening	22	Central lower panel
7	Message chute cover	23	Forward lower panel
8	Passenger floor - Rear part	24	Forward frame, sta. 1261.5
9	Access trapdoor to radio equipment	25	18° canted frame
10	Luggage compartment floor - Central section	26	Message chute
11	Luggage compartment floor - Side sections	27	Forward fittings attachment of low type and float type landing gear)
12	Passenger foot-rest	28	RH side piece
13	Rear fittings - Attachment of the hingeless landing gear	29	Protection ramps
14	Holes for rear legs of landing gear	30	Forward bracket (high type landing gear)
15	Rear frame Sta. 3511.5	31	Stop bracket (hinged landing gear, low type or high type)
16	Longitudinal beams		

*Nota.* Tomado de (Manintenance Manual, 2022)

### **Estructura Central**

Al hablar de la estructura central decimos que esta se encuentra constituida por, una estructura de recipiente delantera y una estructura de recipiente trasera, en el caso de la estructura de caja delantera cuenta con, un mamparo frontal, un mamparo trasero, una plataforma de soporte de la transmisión, un suelo central además de dos compartimentos laterales.

La estructura de caja delantera esta constada por los diferentes componentes como son: 2,1,23,5,4,6,11,8,17,23,19,25,18,3,27, todos estos números lo podemos encontrar en la figura

### **Estructura de caja trasera**

En la estructura de caja trasera consta de dos semicarcasas (tanto izquierdo y derecho), un grupo del panel superior y además de incluir un marco inclinado, en la estructura de caja trasera esta constada por 22,15,12,13,7,9,10,26 todos estos numerales los podemos encontrar y verificar su nombre en la figura.

### **Estructura Trasera**

La estructura trasera se encuentra constituida por el tail boom además de un tail fin y de los diferentes conductos para el cableado eléctrico.

### **Botalón de cola**

El botalón de cola, en forma de cono truncado, consta en una piel metálica tensada (5) en 2 medias cáscaras remachadas de modo circulares (2). La zona frontal la cual consta de un ángulo de borde (1). La aleta de cola está remachada a la sección trasera (7). La pluma de cola aloja la transmisión trasera y los cables de control de dirección. Un soporte de polea (4) protege las poleas de los cables. El estabilizador horizontal se fija a ambos lados de la mediante soportes (6). Una abertura embridada (3) situada a la altura del tubo de cola aloja el conducto de refrigeración de la caja de cambios principal, Una escotilla de inspección, Una trampilla de inspección (18).

### **Aleta de Cola**

La aleta de cola (9) es de construcción metálica y consiste en una piel de chapa tensada remachada sobre costillas que forman la estructura. Una cubierta circular del rotor (14) sujeta el soporte de la caja de engranajes de cola (13, un carenado puntiagudo laminado (15) está fijado a la aleta caudal y terminado por un alojamiento cilíndrico para la luz de posición trasera. Una empuñadura (16) situada debajo del carenado puntiagudo (15) facilita el guiado de la aeronave durante las maniobras en tierra. Tres túneles (8), La aleta de cola está equipada con un carenado laminado superior (10). Una luz anticolisión (12) está fijada a un soporte cilíndrico (11) soldado al carenado superior, debajo de la aleta caudal se atornilla un parachoques laminado (17).

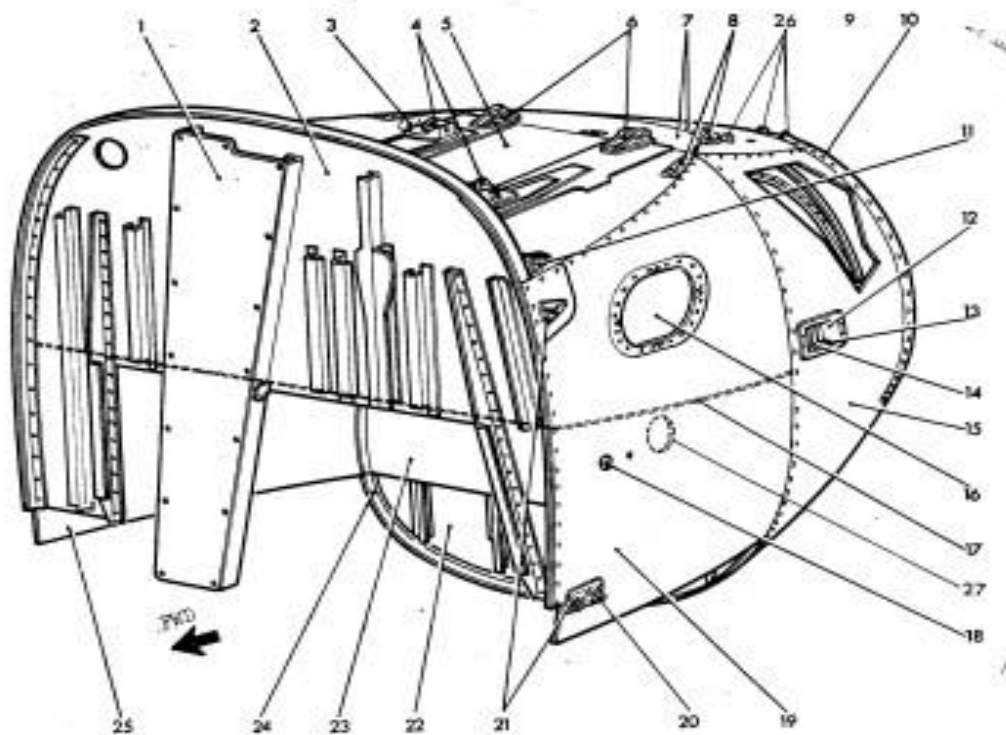
### **Conducto para cables eléctricos**

En la parte interna de la aleta incluyendo en la sección trasera del botalón de cola, además se encuentran de tubos Rilsan el cual se encuentra fijado con abrazaderas las mismas que están alojando el cableado de las luces anticolisión y las luces de navegación trasera.

Figura 9

Descripción de conducto para cables eléctricos

Item	Designation	Item	Designation
1	Control rod protection tunnel	14	Hand grip
2	Front bulkhead (Sta.2571.5)	15	Rear LH half-shell
3	Fuel tank filler neck opening	16	LH access opening to fuel tank
4	Support fitting for main gear box mounting plate.	17	Central floor
5	Transmission support platform	18	Navigation light wiring hole
6	Rear frame anchoring fitting	19	LH side panel
7	Upper panels	20	Hoist arm fitting
8	Non-slip surface	21	Rear door attachment fitting
9	Engine support reinforcement frame	22	Rear RH half-shell
10	Canted frame (Sta.4431.5)	23	Bulkhead } Sta. 3511.5
11	Attachment fitting	24	Frame
12	Footstep	25	RH side panel
13	Non-slip surface	26	I.G.B. attachment fittings
		27	Location of support-tube bearings

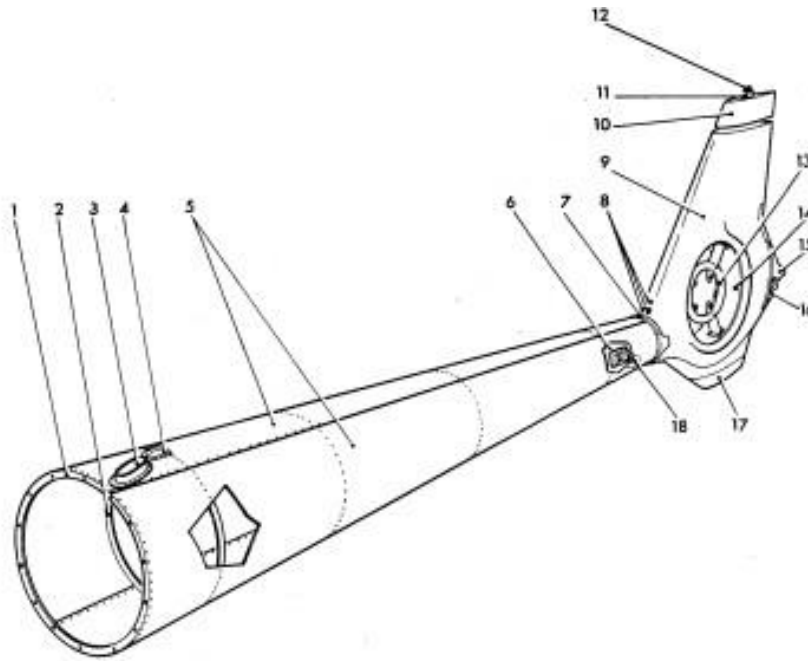


Nota. Tomado de (Maintenance Manual, 2022)



## Figura 10

*Conducto para cables eléctricos*



*Nota.* Tomado de (Manintenance Manual, 2022)

### **Materiales de los que se encuentra fabricado el helicóptero Gazelle AS 341L**

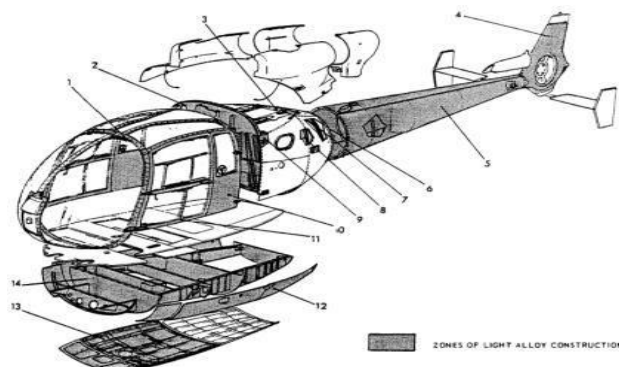
En la construcción de la aeronave Gazelle AS-341L se pueden encontrar diferentes materiales como lo son las distintas aleaciones como es el aluminio 2024 T3, filamentos de vidrio, compartimentos de tipo honey comb de filamentos de vidrio y metal alveolar, materiales transparentes.

### **Secciones que son fabricados de aleación de aluminio 2024 T3**

En el helicóptero Gazelle la secciones que son construidas por aleaciones aluminio 2024 T3 son: marco de cabina, marcos de las puertas delanteras y traseras, marcos del marco inferior, paneles laterales del carenado, mamparo del marco central, mamparo trasero, marco de soporte del motor, plataforma trasera, refuerzos del panel del marco, brazo de cola y estabilizador vertical.

## Figura 11

*Secciones que son fabricados de aleación de aluminio 2024 T3*



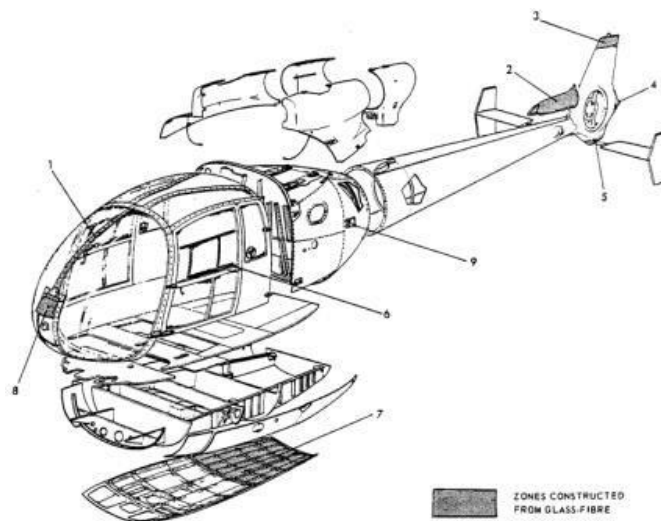
*Nota.* Tomado de (Manintenance Manual, 2022)

## **Secciones que son fabricados de fibra de vidrio**

Las secciones que se fabrican de fibra de vidrio incluyen el soporte delantero de la cabina, la caja superior de la cabina, el panel trasero inferior, el carenado superior, los patines laterales, la moldura del marco trasero, los rieles de las ventanas delanteras y el carenado trasero.

## Figura 12

*Secciones que son fabricados de fibra de vidrio*



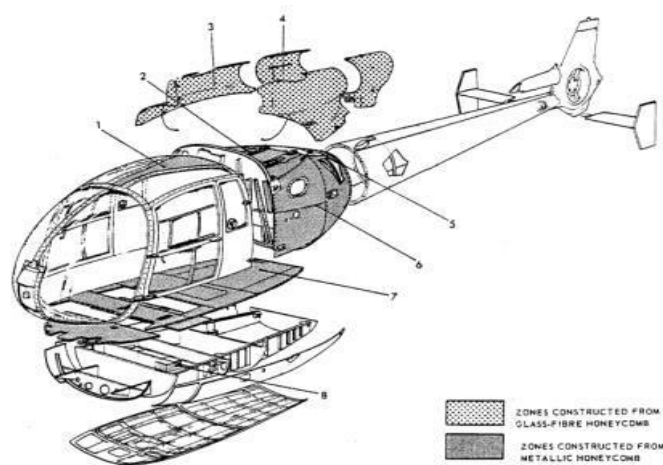
*Nota.* Tomado de (Manintenance Manual, 2022)

### ***Secciones que son fabricada de paneles de tipo honeycomb***

Las diferentes áreas fabricadas de los paneles honey comb están hechas de fibra de vidrio y metal, en el caso de fibra de vidrio son la caja de cambios principal y la cubierta del motor, en el caso de materiales metálicos son el piso, la lámina del techo de la cabina, la estructura central y la plataforma de soporte de la transmisión.

### **Figura 13**

*Secciones que son fabricada de paneles de tipo honeycomb*



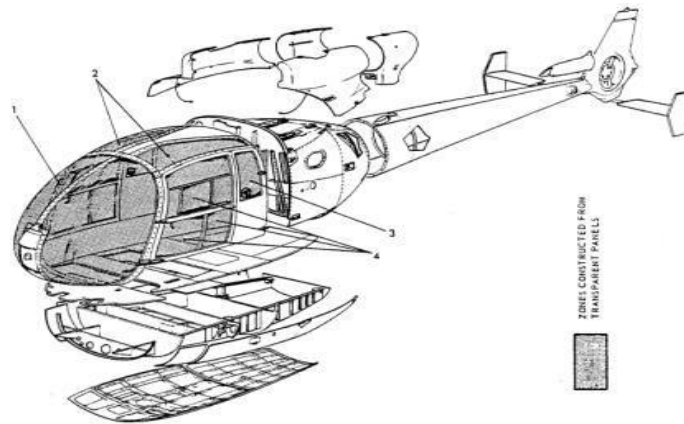
*Nota.* Tomado de (Manintenance Manual, 2022)

### ***Secciones que son fabricada de material transparente***

Las secciones de fabricación de material transparente son la cubierta, ventanas de las puertas de la sección frontal, ventanas de los ingresos traseras y ventana superior.

## Figura 14

*Secciones que son fabricada de material transparente*



*Nota.* Tomado de (Maintenance Manual, 2022)

## Reparaciones

La reparación es la restitución a las condiciones iniciales de una aeronave y dando como producto según sea necesario un certificado tipo.

### ***Reparación Mayor.***

Una reparación mayor se refiere a que esta se realiza de una manera incorrecta lo cual puede llegar a afectar el peso y el abalance, la resistencia estructural desempeño, el performance, el diseño también afecta a la operación del sistema propulsores, características de vuelo además de diferentes condiciones las mismas que pueden llegar a afectar la aeronavegabilidad de la aeronave, también se le considera una reparación mayor a aquella que se realiza de acuerdo a prácticas aceptadas o que no se puedan realizarse por medio de las diferentes operaciones elementales.

### ***Reparación Menor.***

Las reparaciones menores no son nada más que reparaciones que no se consideren o no sean reparaciones mayores.

## **Tipos de daños estructurales**

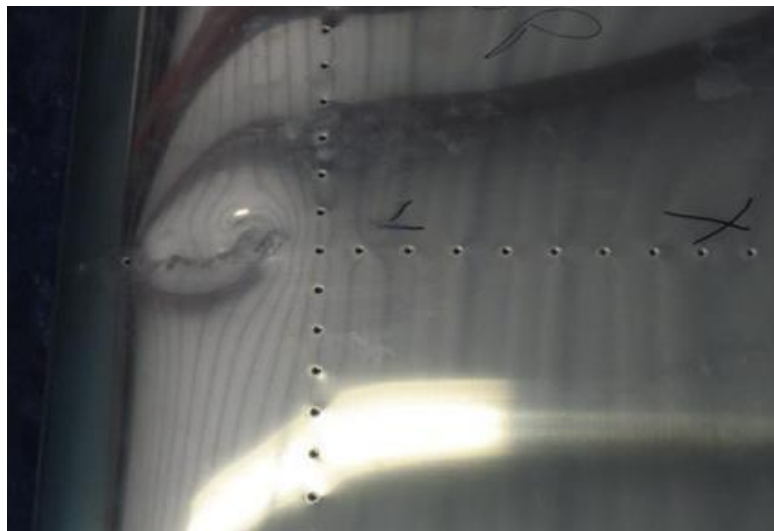
Los daños que se pueden dar en la estructura de la aeronave pueden afectar la aeronavegabilidad, los diferentes daños que se pueden detectar por medio de inspecciones visuales, pero se lo puede detectar por el medio de afectación de deterioro del rendimiento en el vuelo, los distintos daños que se dan se los puede verificar y el método adecuado para realizar la reparación en la estructura. Los diferentes tipos de daños son:

### ***Abolladuras (Dent)***

La abolladura no es nada más que una alteración deprimida o hueca en la cual no se da la remoción del material o también realizar una variación en el área de la parte transversal, arrugas las cuales son causadas por la ausencia de un sujetador el cual no es considerado una abolladura, las diferentes abolladuras son producidas por el efecto de algún objeto que es contorneado, la característica principal de las abolladuras las cuales deben tener un “empujado sobre la superficie” además de un fondo en el cual el metal no se haya desplazado, doblado o plegado.

### **Figura 15**

#### *Abolladuras (Dent)*



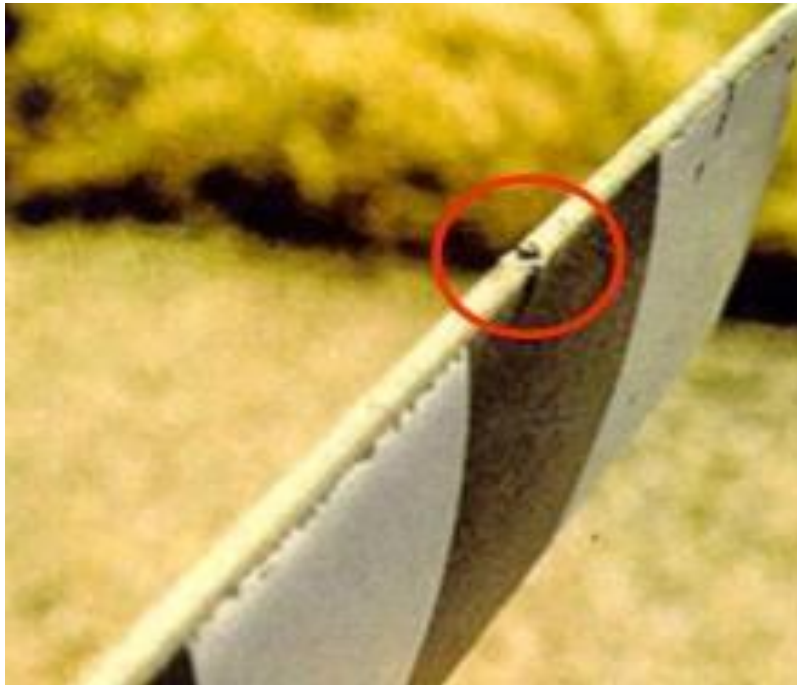
*Nota.* Figura a partir de la investigación de (Arredondo et al., 2013)

### ***Melladura (Nicks)***

Las melladuras son nada más que bordes los cuales están rotos, pero sin grietas, peor con la condición de que se encuentra con proporciones de material que haya sido removido, las melladuras también se las diferencia por desplazamientos agudos del material en el caso sería el metal, por lo general este tipo de daño se los puede observar en los bordes tanto de salida como de entrada de las palas, los daños que se pueden encontrar se va dependiendo de la estructura, la carga y el material.

### **Figura 16**

*Melladura (Nicks)*



*Nota.* Figura a partir de la investigación de (Arredondo et al., 2013)

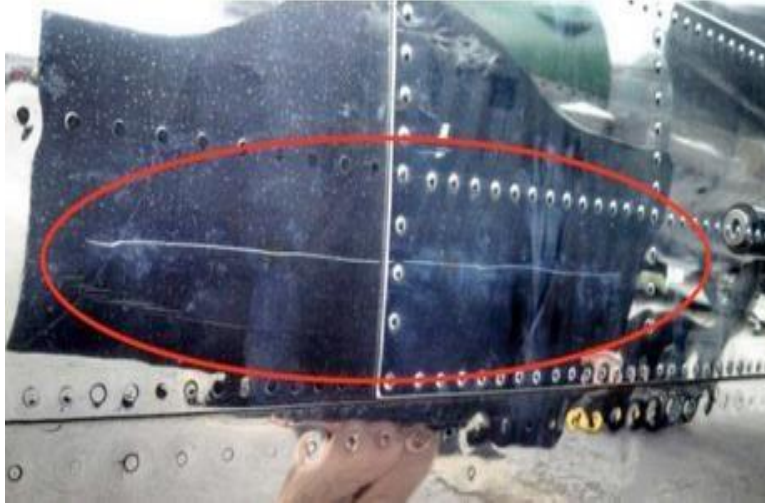
### ***Rasguños (Scratches)***

Los rasguños, son aquellos que ingresan en la superficie las cuales disminuyen la parte transversal estructural en el material, pero los rasguños no son muy profundos por lo cual no ingresan por el espesor completo, en el caso del espesor de los rasguños estos se los puede verificar de con la ayuda de un instrumento el cual es llamado micrómetro óptico, por lo algunos rasguños en la lámina de aluminio en el cual no se ingresa en la capa protectora Alclad se

consideran insignificantes.

### **Figura 17**

#### *Rasguños (Scratches)*



*Nota.* Figura a partir de la investigación de (Arredondo et al., 2013)

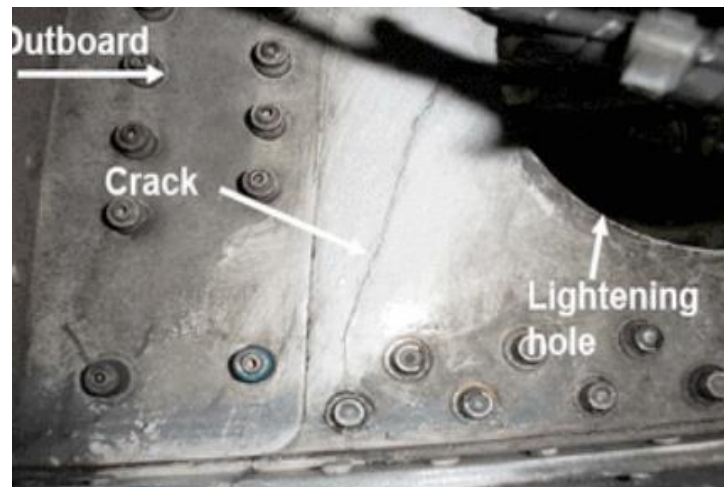
#### ***Fisuras (Cracks)***

Las fisuras que ni pueden llegar a dividir el material en distintas partes en el cual se llegaran a ser eliminado sus soportes el cual lo sostiene, en lo general se da en los bordes, orificios o también en los lugares en los cuales se aplican las cargas concentradas o el cual se elaboran las distintas alteraciones abruptas en la dirección transversal.

Las diferentes grietas llegan a ser causados por un cambio significativo en la parte transversal, estos daños en lo más importante son nada más que una línea irregular y por lo general da como resultado la fatiga del material.

## Figura 18

### Rasguños (Scratches)



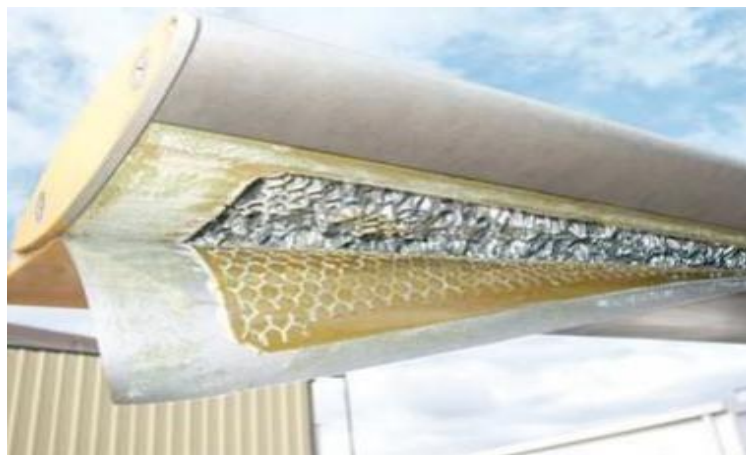
*Nota.* Figura a partir de la investigación de (Arredondo et al., 2013)

### Separaciones (Disbonds)

Las separaciones son un área dentro de un interfaz las cuales se encuentran unidas o pegadas en el que se ha producido en el fallo de la adhesión por lo que se llega a producir la separación, las separaciones son conocidas como el nombre debond el cual se da deliberadamente.

## Figura 19

### Separaciones (Disbonds)



*Nota.* Figura a partir de la investigación de (Arredondo et al., 2013)



### ***Hoyos (Holes)***

Los hoyos no son nada más que: pinchazos, perforaciones, cortes los mismo que llegan a romper el espesor completo del material por el que está rodeado por la sección que no se encuentra dañado, las distintas formas además de las distintas distancias las cuales las estructuras que soportan tienen que ser considerados cuando se llegue a evaluar el tipo de daño o el tamaño del hoyo que se dio en la piel de la aeronave.

### **Figura 20**

*Hoyos (Holes)*



*Nota.* Figura a partir de la investigación de (Arredondo et al., 2013)

### ***Delaminacion (Delamintaion)***

Es una separación local o de gran superficie de capas de laminado que se produce durante el vuelo o la construcción. Los materiales y compuestos reforzados con fibra pueden experimentar delaminación tras el impacto y no pueden producirse daños visibles.

**Figura 21**

*Delaminacion (Delamintaion)*



*Nota.* Figura a partir de la investigación de (Arredondo et al., 2013)

***Gubia (Gouge)***

Se refiere a un área dañada que tiene como resultado un cambio en la sección transversal ocasionado por un objeto puntiagudo o filoso, lo que deja como resultado una ranura afilado o suave en el material.

**Figura 22**

*Gubia (Gouge)*



*Nota.* Figura a partir de la investigación de (Arredondo et al., 2013)

### **Corrosión (Corrosion)**

La corrosión no es nada más que el daño de los materiales metálicos, debido a las diferentes reacciones electroquímicas las cuales se llegan a dar por el medio en el cual se lo encuentra, al hablar de la corrosión decimos que hay distintos tipos de corrosión como lo es general, localizada, y distintas formas como lo es la atmosférica, galvánica, metales líquidos, picaduras, microbiología la corrosión se clasifica como leve moderado o severo.

### **Figura 23**

*Corrosión (Corrosion)*



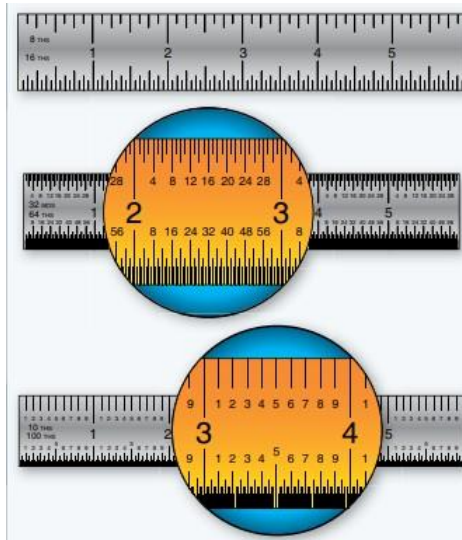
*Nota.* Figura a partir de la investigación de (Arredondo et al., 2013)

### **Materiales utilizados para reparación estructural en aviación Herramientas y hardware aeronáutico**

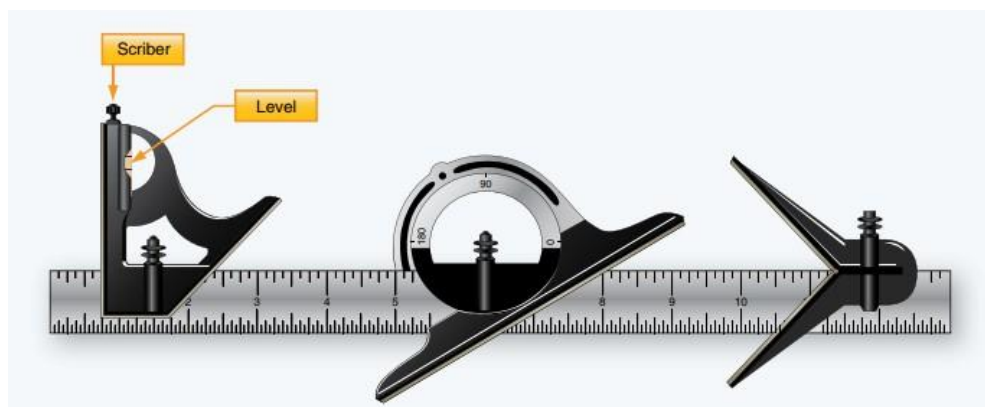
#### ***Herramientas de Diseño.***

#### **Escalas**

Las escalas las podemos encontrar en distintas dimensiones como son de 6, 12 pulgadas, estas escalas se las utiliza para establecer diferentes medidas las cuales serán muy precisas, la escala se encuentra representada de un lado en decimales y el otro lado en escala de fracciones.

**Figura 24***Escalas***Escuadra de combinación**

La escuadra de combinación es nada más que una escala la cual consta con tres cabezas las cuales se pueden moverse a diferentes posiciones de escala y así se bloquee en el lugar que se lo pone las cabezas de la escuadra se mide en ángulos de 90 y de 45 grados.

**Figura 25***Escuadra de combinación***Divisores**

En el caso de los divisores se los usa con la finalidad de transferir las medidas de un dispositivo a una escala para dar a conocer su valor, se debe colocar las puntas en los lugares

que se hace la medición

### **Figura 26**

*Divisores*



### **Separador de Remaches**

El separador de remaches se lo puede utilizar con la finalidad de marcar un patrón en los remaches para que esto seas rápido y muy preciso en el lugar en el que los remaches se colocaran, el separador de remaches hay marcas de alineación para media pulgada, tres cuartos de pulgada, 1 pulgada y 2 pulgadas. entre remaches.

**Figura 27***Separador de Remaches*

*Nota.* Tomado de (U.S. Department of Transportation, 2018)

***Herramientas de marcación*****Rotuladores**

Este tipo de marcado son de punta de fibra son de punta de fibra este se utiliza como método para marcar líneas y ubicaciones de orificios en láminas de aluminio, debido a que el grafito de un lápiz puede causar corrosión en el aluminio.

**Escribas**

Es una herramienta puntiaguda el cual es utilizado para marcar o rayar el material con la finalidad de marcar el lugar en donde se vaya a realizar el corte.

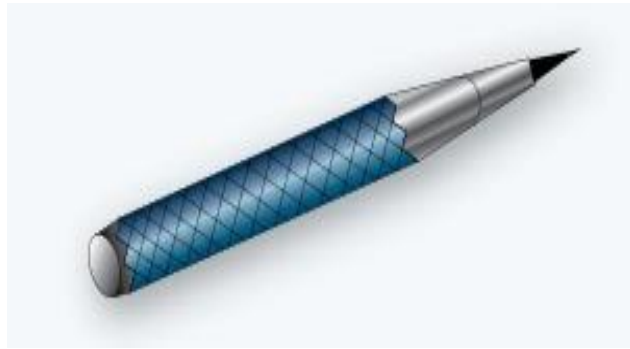
**Figura 28***Escribas*

## Punzones

El punzón puede ser de un material como es el acero al carbono templado y revenido, por lo general estos llegan a ser clasificados en macizos o huecos la fabricación de los punzones se los realiza con una función prevista. El punzón tiene como finalidad la de trazar una marca en metales produciendo una pequeña hendidura.

### Figura 29

*Punzones*



*Nota.* Tomado de (U.S. Department of Transportation, 2018)

### Lezna (AWL)

Es una herramienta puntiaguda la cual se utiliza para marcar o realizar pequeñas perforaciones, esta lezna se utiliza para trazar marcas en superficies metálicas y plásticas con la finalidad de alinear orificios de distintas laminas.

### Figura 30

*Lezna (AWL)*



*Nota.* Tomado de (U.S. Department of Transportation, 2018)

### **Herramientas de corte**

En el ámbito aeronáutico existen herramientas de corte de metal, los cuales pueden llegar a ser motorizados o no motorizados además en las herramientas de corte también llegan a agregar sierras, mordazas, cizallas, lijadoras, entalladoras y amoladoras.

#### **Sierras de corte circular**

Este tipo de sierra corta con ayuda de un disco de acero en la parte delantera la cual gira con una gran velocidad puede existir de uso manual o de uso de mesa los cuales funcionan con aire comprimido esta sierra puede ayudar al corte de metales o de maderas.

#### **Sierra Kett**

La sierra Kett es una sierra de corte circular portátil accionada eléctricamente que utiliza hojas de diversos diámetros.

#### **Figura 31**

*Sierra kett*



#### **Sierra de corte circular neumática**

La sierra de corte circular neumática, útil para cortar daños, es similar a la sierra Kett.



**Figura 32***Sierra de corte circular neumática***Sierra de sable**

La versátil sierra de vaivén consigue la acción de corte mediante un movimiento de empuje y tracción (alternativo) de la hoja.

**Figura 33***Sierra de sable***Disco de corte**

Un disco de corte es un disco abrasivo fino accionado por una amoladora neumática de

alta velocidad que se utiliza para cortar daños en la piel y los largueros de los aviones.

### ***Herramientas de corte manual***

En aviación hay una gran cantidad de herramientas que fueron diseñadas para realizar cortes manuales estas se utilizan para cortar chapas de metal, en este tipo tenemos cuatro herramientas más comunes que se encuentra en el taller de reparaciones del fuselaje en este tenemos, tijeras de mano rectas, tijeras de aviación, limas además de herramientas de desbarbado.

### **Tijeras Rectas**

Las tijeras rectas son fabricadas con hojas rectas las cuales tienen bordes de corte afilado con un ángulo de 85°, en este caso las tijeras tienen tamaños de 6 a 14 pulgadas, las tijeras cortan láminas de aluminio de hasta ¼ de pulgada, las tijeras rectas se deben utilizar con la finalidad de realizar cortes rectos además curvas grandes, en el caso de ser círculos o cortar arcos se deben utilizar las tijeras de aviación.

### **Figura 34**

*Tijeras Rectas*



*Nota.* Tomado de (U.S. Department of Transportation, 2018)

### **Tijeras de aviación**

En el caso de las tijeras de aviación en diferencia de las tijeras rectas estas son utilizadas para cortar agujeros, piezas, curvas redondas, doblados en chapas metálicas, las tijeras de aviación se encuentran identificadas por la dirección del corte que se desea en ese

caso se tiene tijeras de color amarillo las cuales cortan recto, las tijeras de color verde curvan hacia el lado derecho y las tijeras de color rojo cortan hacia el lado izquierdo.

### **Figura 35**

*Tijeras de aviación*



*Nota.* Tomado de (U.S. Department of Transportation, 2018)

### **Limas**

Las limas son herramientas las cuales son utilizadas para realizar o dar forma a los metales mediante un corte o una abrasión, las limas se encuentran a cinco longitudes, el contorno, la forma de sección transversal también se diferencian por el tipo de dientes y la finura del mismo, al hablar de limas se pueden encontrar dimensiones de entre 3 y 18 pulgadas.

### ***Herramienta de desbarbado.***

Este tipo de herramienta se lo puede utilizar para realizar la limpieza del borde de una chapa o de un agujero el cual se desbarrará.

### **Figura 36**

*Herramienta de desbarbado*



*Nota.* Tomado de (U.S. Department of Transportation, 2018)

### ***Herramientas utilizadas para instalar remaches***

Las diferentes herramientas que se utilizan para colocar remaches son: taladros, escariadores, cortadores de remaches o remachadoras, barras de remachado, martillos remachadores, juegos de matrices u otros tipos de equipos de avellanado, pistolas remachadoras, y remachadoras.

### ***Herramientas manuales***

En los distintos procesos de remachado se deben utilizar diferentes herramientas manuales para el remachado y volcado de remaches entre los cuales incluimos barra remachadora, remachadoras manuales, avellanadores, herramientas de hoyuelos.

### **Cortadora de Remaches**

Este tipo de herramienta es utilizada para cortar los distintos remaches cuando la longitud del mismo es demasiado o sobrepasa los valores necesarios, para utilizar esta herramienta se debe insertar el remache en el orificio, colocar la medida en la que se desea cortar y finalmente se debe apretar como un alicate.

**Figura 37***Cortadora de remaches***Backing bar**

El backing bar es más conocido como un trozo de acero cuya funcionalidad es la de soportar el impacto que da la pistola remachadora dando una correcta instalación al remache.

**Figura 38***Backing bar*

*Nota.* Tomado de (U.S. Department of Transportation, 2018)

**Remachador manual**

El remachador manual es considerado como una herramienta la cual se encuentra equipada con una matriz para instalar un tipo de remache existen varias remachadoras las cuales se adaptan a los distintos tipos de remaches tanto diferentes la cabeza como el tamaño del mismo.

### **Pistola Remachadora neumática**

La pistola de remachado o pistola remachadora neumática es la herramienta que más se utiliza al momento de realizar el remachado en los distintos trabajos que se dan en reparaciones en el fuselaje de la aeronave, en la pistola remachadora viene implementado la capacidad a la cual este puede soportar, además que esta herramienta utilizada para remachar trabaja a una presión de alrededor de 90 a 100 libras por pulgadas cuadradas e incluye juegos de remaches intercambiables.

### **Figura 39**

*Pistola Remachadora neumática*



*Nota.* Tomado de (U.S. Department of Transportation, 2018)

## Capítulo III

### Desarrollo del Tema

#### Descripción

Al detallar el siguiente capítulo se describirá todos los métodos que se realizan en la reparación estructural del tail boom (Botalón de Cola) del helicóptero Gazelle AS 341L, de acuerdo a la documentación del cual acotando información de los manuales del helicóptero entre los que utilizamos el manual de técnicas corrientes (MTC), maintenance manual (MM), structural repair manual (MRS). Con la finalidad de reacondicionar la estructura de la aeronave en la sección del botalón de cola, el mismo en que la aeronave se utilizara como un instrumento pedagógico para estudiantes y docentes habilitándolos en el mantenimiento de helicópteros.

#### Figura 39

*Helicóptero Gazelle*



*Nota.* Tomado de (FAE, s.f.)

Antes de proceder a realizar los diferentes trabajos de mantenimiento del botalón de cola se debe realizar las distintas inspecciones y limpiezas, la verificación de todas las herramientas, documentación además contar con ayuda de los técnicos de mantenimiento de la Brigada de Aviación N° 15 "Paquisha" del ejército ecuatoriano esto para realizar un trabajo

satisfactorio y con todas las medidas de seguridad necesarias para finalizar con fructuosos resultados al reacondicionar el fuselaje del helicóptero.

### **Inspección General del Helicóptero**

Las inspecciones y los mantenimientos que se los realiza programada mente o regularmente lo cual ayuda a garantizar la aeronavegabilidad de la aeronave, todas las fallas que se pueden presentar en la aeronave se dan por el tiempo de uso que llevo a cumplir el componente, por lo cual se debe dar un cambio de componente.

Para realizar una inspección o check list se sigue los pasos que nos determina el handbook general, en el cual verificamos las secciones que debemos inspeccionar tomando en cuenta el botalón de cola.

#### **Pasos para un check list**

- 1.-Principalmente se empieza inspeccionando de forma visula el botalón de cola, para ello se verifica el tejido y el revestimiento de la aeronave en este caso buscando deterioro, fisuras, rasgaduras o fallas en los distintos accesorios del fuselaje.
2. A continuación, se realiza una limpieza de toda la sección del botalon de cola empezando por las secciones que constan su estructura, limpiando la suciedad o impurezas que se puedan encontrar en la sección del botalón de cola
3. Después se procede a inspeccionar los alerones limpiando polvo que se encuentran en la sección del rotor de cola y en toda su cubierta.
4. Continuamente se procede a inspeccionar las palas del rotor de cola para que no se encuentre con fisuras o roturas de cada una de las palas además de que no se pueda encontrar con corrosión o algún daño que afecte al funcionamiento del mismo. (U.S. Department of Transportation , 2018).



## Helicóptero Gazelle

### Figura 40

*Helicóptero Gazelle*



### Inspección del botalón de cola

Para realizar la inspección del botalón de cola se debe realizar una limpieza esto para verificar si en el botalón de cola se encuentran roturas, rasgaduras, abolladuras, remaches en mal estado, rasguños en toda su pintura.

1.- Para verificar si hay daños en la estructura del botalón de cola se limpió con agua frías para retirar la suciedad u objetos que afectan la visibilidad adecuada de la estructura de la aeronave.

### Figura 41

*Inspección del botalón de cola*



2.- Al no encontrar daños se realiza una inspección más profunda y detallada removiendo la pintura con ayuda del decapante, para verificar si hay rasgaduras, corrosión en la piel del helicóptero, para realizar la remoción de pintura se debe utilizar:

**Tabla 2**

Materiales utilizados para remover la pintura con decapante

---

Guantes

Removedor de pintura aeronáutica(decapante)

Espátulas

Brochas

Rastrillos para limpiar las impurezas restantes

---

**Figura 42**

*Removedor*



*Nota.* Al utilizar remover de pintura utilizar el equipo de protección personal. Proceso para utilizar el decapante

1. Delimitación de zona a decapar, para ello se utilizó cinta, esto nos ayudara a que el decapante

no vaya escurrirse a otros sitios o secciones del fuselaje que no pueden ser decapadas y no dañar secciones de otro material que no sean aleaciones de aluminio.

2. Aplicación de removedor de pintura(decapante), para esto se utiliza una brocha y un recipiente pequeño para no desperdiciar el producto, el decapante se lo debe aplicar de una forma uniforme y en una sola dirección con la finalidad de que el decapado sea uniforme y no quede residuos de pintura en la piel de la aeronave.

### **Figura 43**

*Aplicación de removedor de pintura*



3. Continuamente después de aplicar el producto se debe esperar de 10 a 15 minutos a que la pintura empiece a tomar forma de arrugas(rizado) se procede a remover todo el decapante con ayuda de una espátula plástica para no rayar la piel de la aeronave.

**Figura 44***Aplicación del producto*

*Nota.* El decapante puede ser aplicado las veces que se requiera para dejar la superficie completamente limpia (solo el metal)

4. Para realizar el decapado de la pintura se procede a utilizar una espátula de materiales que no dañen la piel de aluminio de la aeronave puede ser una espátula de goma.
5. Al culminar con el decapado de la sección en general del botalón de cola, se procede a realizar una limpieza con agua a temperatura ambiente con un poco de jabón líquido, dejando como resultado el material (Aleación de aluminio 2024 T3).

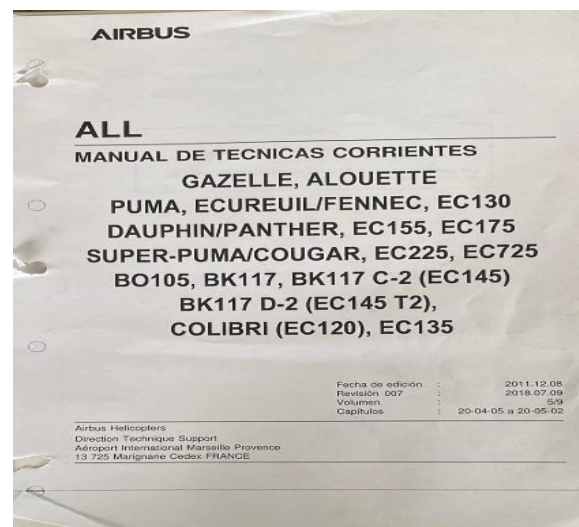
**Figura 45***Limpieza*

*Nota.* Las distintas secciones del botalón de cola están constituidas de diferentes materiales por lo que no se puede aplicar decapante.

Después de remover la pintura se procede a verificar en el manual las condiciones en las que debería encontrarse el material y los remaches.

## Figura 46

*Manual*



*Nota.* Tomado de (Airbus, 2011)

### **Daños encontrados al realizar la inspección del botalón de cola**

Para delimitar los daños que se redactan a continuación se verifico en el manual en los cuales encontramos como solucionar las diferentes fallas:

- Reparación de hendidura y ralladura en la sección 3 del botalón de cola
- Reparación de hendiduras y separaciones de material en los alerones (botalón de cola)
- Cambio de remaches en malas condiciones.

### **Reparación de hendidura y ralladura en la sección 3 del botalón de cola**

Después de realizar la limpieza con el removedor de pintura delimitando la zona a inspeccionar se observar en la sección 3 del botalón de cola que se encontraba una hendidura

con una ralladura la cual afecta a la aeronavegabilidad de la aeronave.

### **Figura 47**

*Hendidura y ralladura en la sección 3 del botalón de cola*



1. Se verifica en el manual de técnicas corrientes los pasos que se deben realizar y si el tamaño de la hendidura y rajadura están en los límites permitidos para realizar un parche.

### **Figura 48**

*Tamaño de la hendidura y rajadura*



2. Al encontrar en el manual que el máximo para realizar un parche debe ser de 50 mm, en lo cual la falla encontrada no llegaba a esa medida se procedió a utilizar un método de estanqueidad(masillado).

#### 2.1 Preparación del producto(masilla)

Agitar el acelerador con una espátula hasta que se obtenga una consistencia homogénea,

teniendo en cuenta la fecha de caducidad y sus condiciones fijándose en su hoja de datos de seguridad.

### Figura 49

*Preparación del producto*



Quitar la tapa del recipiente que contiene la base con objeto de facilitar la mezcla que sea homogénea y con consistencia que nos ayude a reparar el daño que presentamos en la piel de la aeronave

Echar todo el acelerador en la base y mezclar esmeradamente, limpiar bien las paredes y el fondo del recipiente de modo que se obtenga una mezcla homogénea, se debe mezclar de 7 a 10 min.

### Figura 50

*Mezclas*



*Nota.* No aplicar demasiado acelerador podría dañar la preparación.

3. Después de realizar la preparación de la masilla se procede a aplicar en la falla, tomando en cuenta que se encuentre completamente limpio sin ninguna impureza polvo u restos de decapante esto podría afectar al producto aplicado al aplicar se debe utilizar una espátula, intentado dejar la forma más uniforme se debe dejar secar por 24 horas el producto para poder lijar y dejar listo para aplicar alodine.

### **Figura 51**

*Aplicación en la falla*



4. Continuamente después de lijar lavar y dejar secar la masilla se procede a aplicar alodine para protección del material y enviar al taller de pintura para el trabajo de pintura.

### **Figura 52**

*Pintado de la sección decapada*





### **Reparación de Fisuras y separaciones de material en los alerones (botalón de cola)**

Al realizar la inspección se encontró fisuras separaciones en los alerones lo cual afecta a la aerodinámica de la aeronave, el material del cual es fabricado los alerones son fabricados de materiales compuestos para lo cual se procede a realizar parches con fibra de vidrio.

#### **Tabla 3**

Herramientas Utilizadas en la reparación de los alerones

---

Taladradora Neumática

Bascula

Resina

Tela de fibra de vidrio

Espátulas

Tijera

Cinta

Lija

---

1. Se realiza una limpieza de las partes en las cuales se encuentra destrozado el componente con ayuda de un taladro neumático.
2. Continuamente se procede a delimitar la zona con cinta adhesiva dando una forma cuadrada.

**Figura 53**

*Delimitación de la zona*



3. Lijar las zonas las culas fueron delimitadas con cinta, se utiliza una lija muy gruesa se procede a lijar hasta eliminar la pintura y que aparezca el tejido de fibra de vidrio todo esto con la finalidad de que al momento de aplicar el parche no deje daños que puedan afectar a la reparación.

**Figura 54**

*Pega de cinta*



4. Continuamente después de realizar el lijado se procede a sacar los moldes de las secciones las cuales se procederá a realizar el parche.

**Figura 55**

*Lijado*



5. Se procede a cortar la tela de fibra de vidrio, y continuamente la pesamos para poder preparar la resina en un 50 parte (en peso), se debe pesar con la finalidad de que la resina no sea excesiva y pueda secarse en el tiempo adecuado para que así el parche realizado quede de forma correcta en los componentes

**Figura 56**

*Corte de la tela de fibra de vidrio*



6. Continuamente la pesamos para poder preparar la resina en un 50 parte (en peso), se debe

pesar con la finalidad de que la resina no sea excesiva y pueda secarse en el tiempo adecuado para que así el parche realizado quede de forma correcta en los componentes

### Figura 57

*Pesado de resina*



7. Al continuar con el proceso de reparación se mezcla toda la resina de forma homogénea durante 7 a 10 minutos, con la finalidad de no dejar grumos los cuales puedan llegar a afectar al aplicar el producto en la tela de fibra de vidrio y así la superficie de la aeronave no llegue a perder su aerodinámica.

### Figura 58

*Mezcla de resina*



8. A continuación, se procedió a aplicar la pega en la tela de fibra de vidrio que cortamos con anterioridad, tomando en cuenta que la fibra debe en un plástico para que el parche se pueda

colocar y cortar los moldes que fueron tomados con anterioridad, al aplicar se debe tener en cuenta que la pega sea aplicada de forma uniforme.

### Figura 59

*Pega de la tela*



9. Seguidamente después de colocar la resina en la tela de fibra de vidrio se procede a recortar con los moldes sacados anteriormente esto con la finalidad de poner el parche en los lugares donde está el daño.

### Figura 60

Colocar la resina en la tela de fibra de vidrio



10. A continuación de pegar el parche se lo deja secar por 24 horas, después de que este seco se debe lijar y poner masilla en los parches para que la aerodinámica del helicóptero no se vea afectado, después de estar preparado el componente se debe enviar al taller de pintura.

**Figura 61**

*Pegar el parche*



11. Se procede a realizar la instalación de los alerones ya pintados tomando en cuenta la direcciones y el modo en el que se deben instalar para que no llegue a afectar a la aeronavegabilidad de la aeronave.

**Figura 62**

Instalación de los alerones

**Cambio de Remaches en malas condiciones**

Al terminar la inspección se pudo verificar que los remaches de la primera sección del botalón de cola se encontraban con daños para lo cual se verifico en el manual los cual nos

recomendaba que se debe realizar el cambio de remaches.

Remoción de los remaches en mal estado

Para realizar la remoción de remaches existen dos métodos en el cual aplicamos el primer método en algunos remaches y en otros el segundo método.

### **Método 1**

1. Se procede a taladrar la cabeza del fabricante del remache con una broca del mismo diámetro que el del remache el cual se puede centrar por medio de una guía corrediza, la cual está fijada en el talón del husillo del taladro.

### **Figura 63**

*Taladrar la cabeza del fabricante del remache*



2. Continuamente después de taladrar la cabeza del remache se procede a sacar el remache con un botador de acero utilizando una sufridera.

**Figura 64**

*Taladrar la cabeza del remache*

**Método 2**

1. Como primer punto se debe taladrar el cuerpo del remache con una broca del mismo diámetro que el del remache, además de una profundidad equivalente a la longitud del remache.

**Figura 65**

*Taladrar el cuerpo del remache*



2. Continuamente después de taladrar la cabeza del remache se procede a sacar el remache con un botador de acero utilizando una sufridera.



**Figura 66**

Sacar el remache

**Instalación de remaches**

Para instalar los remaches de igual manera se debe seguir el procedimiento del manual, para la instalación se necesita:

- Pistola remachadora neumática
- Sufridera
- Remaches

1. Como el primer punto se debe realizar la limpieza de los agujeros en los cuales estaban los remaches anteriores, esto para verificar que no se encuentren residuos de los remaches y afecte al remachado que se aplicara a continuación, con ayuda de un taladro neumático con una broca una poco más pequeña que la dimensión del remache.

**Figura 67**

Limpieza de agujeros



2. Continuamente se debe poner la punta adecuada de la pistola remachador neumática, todo para que encaje con la cabeza del remache y no llegemos a fisurar al remache o a que su instalación sea la incorrecta.

3. Continuamente se procede a poner el remache en el sitio a remachar y con ayuda de la pistola remachadora neumática se hace presión.

**Figura 68**

*Instalación de remaches*



4. Con ayuda de la sufridera y una persona se sostiene en el interior del sitio a remachar ayuda a que el impacto de la pistola neumática no dañe el fuselaje de la aeronave.

**Figura 69**

*Ayuda interna con sufirdera*



5. Continuamente al realizar el remachado se procede a inspeccionar que las cabezas de los remaches instalados se encuentren en perfecto estado y no hayan sufrido algún daño por el impacto de la pistola neumática y si ha llegado a sufrir algún daño se volver a realizar el cambio del remache.

**Figura 70**

*Inspeccionar que las cabezas de los remaches*



6. Después de realizar el remachado se procede a utilizar una pega especial para que evite el

ingreso de agua, y también inspeccionando que el remache este instalado correctamente.

**Figura 71**

*Pegado especial*



### **Inspección final a la sección del botalón de cola**

Al realizar todos los trabajos de mantenimiento en la sección del botalón de cola tomando en cuenta la estructura se volvió a realizar una inspección general verificando que todos los trabajos hayan sido realizados con satisfacción, como son las reparaciones de estructura, los remachados, las limpiezas de estructura con corrosión cuidando de que los demás componentes no se vean afectados y la condición de la aeronave sea la adecuada para mantener las condiciones de aeronavegabilidad de la aeronave, la cual se utiliza para el desarrollo de las técnicas de aprendizaje para docentes y estudiantes.

### **Figura 72**

*Inspección final*



## Capítulo IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

- La documentación técnica, MTC, la cual fue el manual de técnicas corrientes y manual de mantenimiento del helicóptero Gazelle AS 341-L, mismos que brindaron un gran apoyo al momento de desarrollar los procesos y la forma de utilizar las herramientas, materiales y demás equipos que fueron indispensables para las reparaciones de la estructura del botalón de cola.
- Los métodos de remachado y reparación con materiales compuestos, llegan a ser muy complejos por lo cual el analizarlos y comprenderlos ayudan a que las tareas de mantenimiento en la sección del botalón de cola mejoren y las reparaciones vayan siendo realizadas de una manera muy favorable.
- Los procesos que nos detalla el manual del helicóptero Gazelle, ayuda a ejecutarlos es esencial tomar en consideración la sección del botalón de cola para mejorar los conocimientos en la práctica de mantenimiento y realizar un trabajo excepcional.
- Las tareas de mantenimiento que se realizan deben ser inspeccionadas de forma adecuada para corroborar que las tareas de mantenimiento vayan acorde a las condiciones que el manual brinda acerca del botalón de cola del helicóptero Gazelle

## Recomendaciones

- Las tareas en el botalón de cola se las ejecute con ayuda de la documentación técnica aplicable tomando en cuenta que siempre se encuentra la información actualizada para garantizar un trabajo adecuado.
- Los procesos a seguir de acuerdo al manual del helicóptero Gazelle mejoran los conocimientos para lo cual siempre antes de utilizarlos se deben analizar y realizar un trabajo óptimo.
- Es necesario mejorar los conocimientos en el área de seguridad tomando en cuenta que los diferentes productos, materiales además de tener siempre en cuenta los equipos de protección personal esto para evitar que puedan afectar a la salud del personal de mantenimiento.

## Glosario

### A

**Aeronave:** Cualquier máquina que pueda pararse sobre ella la reacción del aire en la atmósfera, excluyéndolos su reacción a la superficie tierra.

**Aeronavegabilidad:** Habilidades técnicas y legales con la cual consta una aeronave que vuele en las condiciones de operatividad segura de una forma consistente con un certificado de tipo, con seguridad e integridad.

### B

**Base Principal:** Donde se encuentra el núcleo del operador la actividad a la que se le asigna por lo general, la tripulación.

### C

**Componente:** Un grupo, sección, artículo, parte o componente de la aeronave de acuerdo con los detalles que da el fabricante y una amplitud de la estructura de la hélice, motor o accesorios

**Chequeo:** Comprobación de un elemento o un sistema.

### D

**Dispositivo:** Algunos instrumentos, componentes, dispositivos, accesorios utilizados o destinados a ser utilizados en el funcionamiento o en el control de una aeronave, montado o unido a una estructura, pero no conforma fracción de su estructura.

### E

**Equipo:** considerado como grupos de distintos componentes que se encuentran relacionados de forma operativa para que se cumpla de forma integral una función precisa.

### F

**Federal Aviation Regulation :** Regulación federal para las autoridades aeronáuticas civiles de



los E.E.U.U.

## H

**Helicoptero:** Considerado como una aeronave la cual puede mantenerse en vuelo principalmente gracias a la respuesta que tiene al aire a uno o más rotores impulsados por motores que rotan alrededor de un eje vertical o casi vertical.

## I

**Instrumento:** Un componente el cual usar unos mecanismos internos lo cual indica de forma visual o audiblemente su posición, altitud, operaciones de algunas aeronaves o sus componentes.

**Inspección:** Revisar y evaluar visualmente o con equipo.

## L

**Limpieza :** Eliminar cuerpos ectraños, manchas y grasas de los componetes

## M

**Material Compuesto :** Material obtenido combinando de dos o algunos materiales para asi obtener una mezcla de las distintas cualidades y características que no se pueden lograr con los materiales originales.

**Mantenimiento:** Trabajo necesario para mantener la aeronavegabilidad continua de una aeronave, incluido uno o mas de las distintas tareas: revisiones, reparaciones, inspecciones, reemplazos, modificaciones o reparación de daños presentados.

## O

**Overhaul:** Revisiónes en detalle para mantener los componentes de la aeronave en perfecto estado

## P

**Preservar:** Proteger los componentes contra daños.

**Procedimiento:** Un grupo de actos para completar una trabajo.

## R

**Reparación:** Reconstrucción de un componente o la aeronave.

## T

**Transporte Aéreo:** Traslado de personal o mercancías por vía aérea.

## V

**Validación:** Otra autoridad de aviación civil acepta solicitudes judiciales por escrito de información que sea parte integral de las normas legales.

**Abreviaturas A**

**AMM:** Manual de mantenimiento aeronáutico.

**DA:** Directiva de aeronavegabilidad.

## C

**CCM :** Component Maintenance Manual.

**CDL:** List of deviations from configuration

## D

**DGAC:** Directorate General for Civil Aviation

## F

**FAA:**U.S. Federal aviation administration

**FAR:** Reglamneto federal de aviacion .

## H

**HRS:** Hours.

**HP:** Horse Power.

## I

**ICAO:** International Civil Aviation Organization.

**IFR:** Instrument Flight Rules.

**IN:** Inches

## K

**KT:** Knots.

## M

**MMEL:** Master Minimum Equipment List

**MM:** Maintenance Manual.(manual de mantenimiento)

**MRS:** Structural Repair manual(Manual de reparaciones estructurales)

**MTC:** Manual de Técnicas Corrientes

## R

**RDAC :** Civil Aviation Regulations.

## S

**STC:.** Supplementary Type Certificate

T

TC : Tipe certificate

## Bibliografía

- Airbus. (2011). *Manual de Tecnicas Corrientes*. France: Direction Technique Support.
- Airbus Helicopters. (2012b). *Training Manual (Gazelle)*.
- Airbus Helicopters. (2018). *Repair Manual - MRR (Gazelle) (Vol. 1)*. Direction Technique Support.
- Airbus Helicopters. (2021a). *Illustrated Parts Catalog - IPC (Gazelle)*. Direction Technique Support.
- Airbus Helicopters. (2022). *Master Servicing Recommendations - PRE (Gazelle)*. Direction Technique Support.
- Arredondo, A., Barajas, I., Barragán, L., Bazán, D., & González, J. (2013). *Reparaciones estructurales*. Silao de la Victoria, Guanajuato, México: Instituto Politécnico Nacional.
- FAE. (s.f.). *Tipos de helicópteros utilizados por la aviación del ejercito del ecuador en el conflicto del alto Cenepa ecuador en el conflicto del alto Cenepa*.  
<https://geocities.ws/aeronavesfaeaeecenepa/aee-helicopteros.html>
- Lince de Westland. (2013). [https://hmong.es/wiki/Westland\\_Lynx](https://hmong.es/wiki/Westland_Lynx)
- Maintenance Manual. (2022). *MAINTENANCE MANUAL. GAZELLE HELICOPTER*. (Vol. 1).
- U.S. Department of Transportation . (2018). *Aviation Maintenance*. . U.S. Department of Transportation .  
[https://doi.org/https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_general\\_handbook.pdf](https://doi.org/https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_general_handbook.pdf)
- U.S. Department of Transportation. (2018). *Aviation Maintenance Technician Handbook— Airframe*. U.S. Department of Transportation. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION.  
[https://doi.org/https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/amt\\_general\\_handbook.pdf](https://doi.org/https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_general_handbook.pdf)

ks\_manuals/aviation/amt\_airframe\_hb\_vol\_1.pdf

Universidad Politécnica de Madrid. (2023). *Aérospatiale SA341 Gazelle*.

[https://es.dbpedia.org/page/A%C3%A9rospatiale\\_SA341\\_Gazelle](https://es.dbpedia.org/page/A%C3%A9rospatiale_SA341_Gazelle)

Wikipedia. (23 de Febrero de 2023). *Aérospatiale SA341 Gazelle*.

[https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%A9rospatiale\\_SA341\\_Gazelle#Especificacion  
es\\_\(SA\\_341\)](https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%A9rospatiale_SA341_Gazelle#Especificacion_es_(SA_341))

## Anexos