



**Mantenimiento de ventanas y parabrisas del helicóptero Gazelle SA 341L con  
matrícula E-367 de acuerdo al ATA 20 y 56 del Manual de Mantenimiento**

Duque Quishpe, Cristian Alexander

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica.

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica.

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica  
Aeronáutica.

Ing. Muñoz Grandes, Milton Stalin

31 de julio del 2023

Latacunga

# Copyleaks

Plagiarism report

## DUQUE CRISTIAN AVANCE CAP I-II RE...

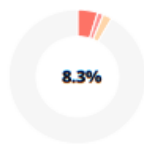
### Scan details

Scan time:  
July 26th, 2023 at 18:41 UTC

Total Pages:  
48

Total Words:  
11825

### Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	4.8%	566
Minor Changes	1.4%	163
Paraphrased	2.1%	254
Omitted Words	0%	0

### AI Content Detection



Text coverage

- AI text
- Human text

### Plagiarism Results: (72)

**Helicóptero - Qué es, usos, definición y concepto** 0.6%

<https://definicion.de/helicoptero/>

Pérez Porto, J.

...

**M-EPEL-CMA-0865.pdf** 0.6%

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/35772/1/m-...>

Usuario

1 CARATULA CA RATULA Carátula Manejo y tratado de los lubricantes mediante la implementación de un sistema de almacenaje, en el campus...

**Componentes Principales del Helicóptero - Helicopt...** 0.5%

<https://www.aprendamos-aviacion.com/2022/01/component...>

Inicio Atas Atas y Sub atas Diccionario Diccionario Aeronáutico Ar...



Certified by  
**Copyleaks**

About this report  
[help.copyleaks.com](https://help.copyleaks.com)

[copyleaks.com](https://copyleaks.com)  
in f o t



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

#### Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: "**Mantenimiento de ventanas y parabrisas del helicóptero Gazelle SA 341L con matrícula E-367 de acuerdo al ATA 20 y 56 del Manual de Mantenimiento**" fue realizado por el señor **Duque Quishpe, Cristian Alexander**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado 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 lo sustente públicamente.

Latacunga, 31 de julio de 2023

Firma:

Ing. Muñoz Grandes, Milton Stalin

C. C: 0502445547



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

#### Responsabilidad de Autoría

Yo, **Duque Quishpe, Cristian Alexander**, con cédula de ciudadanía N° 1804867172, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Mantenimiento de ventanas y parabrisas del helicóptero Gazelle SA 341L con matrícula E-367 de acuerdo al ATA 20 y 56 del Manual de Mantenimiento** es de mi 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, 31 de julio de 2023

Firma

**Duque Quishpe, Cristian Alexander**

C. C: 1804867172



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

**Autorización de Publicación**

Yo **Duque Quishpe, Cristian Alexander**, con cédula de ciudadanía N° 1804867172, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Título: Mantenimiento de ventanas y parabrisas del helicóptero Gazelle SA 341L con matrícula E-367 de acuerdo al ATA 20 y 56 del Manual de Mantenimiento** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 31 de julio de 2023

Firma

Duque Quishpe, Cristian Alexander

C. C: 1804867172

### **Dedicatoria**

El presente trabajo va, dedicado a Dios, que me ha brindado salud y ha guiado mi camino, a mi ángel Gisela, a mi madre quien me ha brindado todo su apoyo incondicional durante mi formación, a mi hija quien ha sido mi motor y mi fortaleza, a mi abuelita Virginia que siempre me brindó palabras de aliento para seguir adelante y a toda mi familia que siempre me brindaron su apoyo y motivaron a terminar con mi carrera profesional.

A todos mis docentes que fueron parte de mi formación profesional, gracias por todos sus conocimientos impartidos.

**Duque Quishpe, Cristian Alexander**

### **Agradecimiento**

Mi agradecimiento eterno a Dios por haberme dado salud, vida y sabiduría para poder alcanzar mi meta. Agradezco a mi madre que me ha apoyado siempre, han sido mi pilar fundamental, gracias por su gran ejemplo, por día a día enseñarme que con esfuerzo se puede conseguir grandes cosas, a mi familia que siempre me han brindado su apoyo y sus actitudes positivas, a mi abuelita Virginia quien me ha brindado su cariño y su amor para forjar en mí una persona de bien, a Tatiana, quien ha estado a mi lado durante toda la carrera dando ánimos y palabras de aliento para culminar con mi carrera.

**Duque Quishpe, Cristian Alexander**

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

Carátula .....	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de autoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenidos .....	8
Índice de figuras .....	13
Índice de tablas.....	16
Resumen.....	17
Abstract .....	18
Capítulo I: Planteamiento del problema de investigación.....	19
Antecedentes. ....	19
Planteamiento del problema .....	20
Justificación e Importancia.....	21
Objetivos .....	21
<i>Objetivo general</i> .....	21
<i>Objetivos específicos</i> .....	21
Alcance.....	22
Capítulo II: Marco Teórico .....	23



Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE .....	23
Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica .....	24
Aviación del Ejército Ecuatoriano .....	26
Helicóptero .....	28
Vuelo de un helicóptero .....	29
Rotores .....	30
<i>Rotor principal</i> .....	31
<i>Rotor de cola</i> .....	32
Componentes de un helicóptero .....	34
Clasificación de helicópteros.....	34
Rotor principal .....	34
<i>Rotor articulado</i> .....	35
<i>Rotor semirrígido</i> .....	35
<i>Rotor rígido</i> .....	36
Rotor de cola.....	37
<i>Rotor antipar</i> .....	37
<i>Rotor Fenestron</i> .....	38
Helicópteros sin rotores de cola: sistema NOTAR .....	38
Helicóptero Gazelle SA 341L.....	39
Reseña histórica del helicóptero Gazelle SA 341L.....	39
Inserción del helicóptero Gazelle en la aviación del ejército.....	41

Descripción general del helicóptero Gazelle SA 341L .....	42
Características del helicóptero Gazelle SA 341L.....	43
<i>Dimensiones y pesos</i> .....	44
Planta Motor .....	46
Estructura.....	47
Estructura inferior.....	49
Estructura central .....	50
Botalón de cola .....	52
Empenaje.....	53
Tren de aterrizaje .....	54
Cabina.....	56
Armazón de la cabina .....	57
Puertas .....	58
Puertas delanteras.....	58
<i>Estructura de las puertas delanteras</i> .....	58
<i>Mecanismo de las puertas delanteras</i> .....	59
Puertas posteriores .....	60
<i>Estructura de las puertas posteriores</i> .....	60
<i>Mecanismo de las puertas posteriores</i> .....	60
Sistema de eyección de puertas.....	61
Ventanas.....	62

<i>Ventanas laterales</i> .....	63
<i>Ventanas posteriores</i> .....	64
<b>Mantenimiento de helicópteros</b> .....	65
<b>Inspecciones periódicas</b> .....	65
<b>Mantenimiento preventivo</b> .....	65
<b>Mantenimiento correctivo</b> .....	66
<b>Modos de mantenimiento</b> .....	66
<i>Mantenimiento con tiempo límite (Hard Time – HT)</i> .....	66
<i>Mantenimiento según verificación del estado (On Condition – OC)</i> .....	67
<i>Mantenimiento con vigilancia del comportamiento (Condition Monitoring – CM)</i> .....	68
<i>Overhaul</i> .....	69
<b>Tipos de inspecciones de mantenimiento</b> .....	70
<i>Inspecciones programadas</i> .....	70
<i>Inspecciones no programadas</i> .....	70
<b>Manuales del helicóptero Gazelle AS 341L</b> .....	71
<b>Capítulo III: Desarrollo del tema</b> .....	77
<b>Descripción general</b> .....	77
<b>Preparación del área de trabajo</b> .....	77
<b>Inspección de las ventanillas y parabrisas</b> .....	79
<b>Limpieza de las puertas del helicóptero</b> .....	79
<b>Reparación de la ventana derecha</b> .....	80

<i>Proceso de interrupción de las grietas</i> .....	81
<i>Proceso de reparación de grietas por ensamblaje</i> .....	81
Reparación del parabrisas izquierdo frontal.....	82
<i>Proceso de interrupción de las grietas</i> .....	83
<i>Proceso de reparación de grietas por ensamblaje</i> .....	83
Proceso de pulido de los parabrisas y ventanas.....	84
<i>Normas del pulido</i> .....	85
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones .....	87
Recomendaciones .....	87
Glosario .....	89
Bibliografía .....	91
Anexos.....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE</i> .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica – ESPE</i> .....	25
<b>Figura 3</b> <i>Certificación CIAC</i> .....	26
<b>Figura 4</b> <i>Aeronaves Gazelle Ejército Ecuatoriano</i> .....	27
<b>Figura 5</b> <i>Helicóptero MD530F</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Fuerzas que intervienen sobre el vuelo de un helicóptero</i> .....	29
<b>Figura 7</b> <i>Rotor principal de un helicóptero</i> .....	32
<b>Figura 8</b> <i>Empuje del rotor de cola</i> .....	33
<b>Figura 9</b> <i>Helicóptero con rotor articulado</i> .....	35
<b>Figura 10</b> <i>Helicóptero con rotor semirrígido</i> .....	36
<b>Figura 11</b> <i>Rotor rígido</i> .....	37
<b>Figura 12</b> <i>Rotor fenestron</i> .....	38
<b>Figura 13</b> <i>Sistema Notar de un helicóptero</i> .....	39
<b>Figura 14</b> <i>Helicóptero Militar Táctico Aerospatale SA-341L Gazelle AT</i> .....	40
<b>Figura 15</b> <i>Helicóptero Militar Táctico Gazelle AS 341L del ejército ecuatoriano</i> .....	41
<b>Figura 16</b> <i>Helicóptero Militar Táctico Gazelle AS 341L</i> .....	42
<b>Figura 17</b> <i>Helicóptero Militar Táctico Gazelle con fenestron AS 341L</i> .....	43
<b>Figura 18</b> <i>Componentes principales del helicóptero Gazelle AS 341L</i> .....	44
<b>Figura 19</b> <i>Dimensiones del helicóptero Gazelle AS 341L</i> .....	45
<b>Figura 20</b> <i>Motor Astazou XIV-H</i> .....	46
<b>Figura 21</b> <i>Composición de la estructura del helicóptero Gazelle AS 341L</i> .....	48

<b>Figura 22</b> Componentes de la estructura inferior interna .....	49
<b>Figura 23</b> Componentes de la estructura central del helicóptero Gazelle AS 341L.....	50
<b>Figura 24</b> Componentes del botalón de cola del helicóptero Gazelle AS 341L.....	52
<b>Figura 25</b> Componentes y ubicación del empenaje del helicóptero Gazelle AS 341L.....	53
<b>Figura 26</b> Componentes del tren de aterrizaje del helicóptero Gazelle AS 341L .....	55
<b>Figura 27</b> Componentes de la cabina del helicóptero Gazelle AS 341L .....	57
<b>Figura 28</b> Componentes del armazón de la cabina del helicóptero Gazelle AS 341L .....	58
<b>Figura 29</b> Componentes de las puertas delanteras del helicóptero Gazelle AS 341L.....	59
<b>Figura 30</b> Componentes de las puertas posteriores del helicóptero Gazelle AS 341L.....	61
<b>Figura 31</b> Sistema de eyección de puertas del helicóptero Gazelle AS 341L .....	62
<b>Figura 32</b> Ventanas laterales de la cabina del helicóptero Gazelle AS 341L .....	63
<b>Figura 33</b> Sistema de unión de la mica de la ventana de la cabina .....	64
<b>Figura 34</b> Mantenimiento con tiempo límite (Hard Time – HT).....	67
<b>Figura 35</b> Mantenimiento según verificación del estado (On Condition – OC).....	68
<b>Figura 36</b> Mantenimiento (Condition Monitoring – CM).....	69
<b>Figura 37</b> Overhaul .....	69
<b>Figura 38</b> Ciclo de mantenimiento del helicóptero Gazelle AS 341L.....	71
<b>Figura 39</b> Manuales Gazelle AS 341L.....	72
<b>Figura 40</b> Programas de mantenimiento.....	73
<b>Figura 41</b> MDE Manual de mantenimiento .....	74
<b>Figura 42</b> IPC Catálogo ilustrado de partes.....	75

<b>Figura 43</b> <i>Estado inicial del helicóptero Gazelle SA 341L</i> .....	78
<b>Figura 44</b> <i>Inspección de la estructura de sujeción</i> .....	79
<b>Figura 45</b> <i>Limpieza de las puertas y ventanas</i> .....	80
<b>Figura 46</b> <i>Interrupción de grietas</i> .....	81
<b>Figura 47</b> <i>Reparación de grietas</i> .....	82
<b>Figura 48</b> <i>Interrupción de grietas del parabrisas</i> .....	83
<b>Figura 49</b> <i>Reparación de grietas del parabrisas</i> .....	84
<b>Figura 50</b> <i>Pulido de los parabrisas y ventanas</i> .....	85
<b>Figura 51</b> <i>Normas de pulido de los parabrisas y ventanas</i> .....	86
<b>Figura 52</b> <i>Resultado final del mantenimiento de las ventas y parabrisas</i> .....	86

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Sistemas principales de un helicóptero</i> .....	34
<b>Tabla 2</b> <i>Dimensiones y pesos</i> .....	45
<b>Tabla 3</b> <i>Características técnicas del motor Astazou XIV-H</i> .....	47
<b>Tabla 4</b> <i>Componentes de la estructura interna inferior</i> .....	49
<b>Tabla 5</b> <i>Componentes de la estructura central</i> .....	51
<b>Tabla 6</b> <i>Componentes del botalón de cola</i> .....	53
<b>Tabla 7</b> <i>Componentes del empenaje</i> .....	54
<b>Tabla 8</b> <i>Manuales de la aeronave</i> .....	72
<b>Tabla 9</b> <i>Manuales del helicóptero Gazelle AS 341L</i> .....	73
<b>Tabla 10</b> <i>Categoría de “mantenimiento” en el helicóptero Gazelle AS 341L</i> .....	74
<b>Tabla 11</b> <i>Categoría de “identificación” en el helicóptero Gazelle AS 341L</i> .....	75
<b>Tabla 12</b> <i>Categoría de “especial” en el helicóptero Gazelle AS 341L</i> .....	76



## Resumen

Este trabajo de titulación tiene como objetivo principal realizar un mantenimiento de las ventanas y parabrisas del helicóptero Gazelle SA 341 L, de acuerdo al manual de mantenimiento ATA 20 y 56. Las tareas de mantenimiento se llevarán a cabo en las instalaciones de la Brigada de Aviación Nro. 15 "Paquisha" del Ejército Ecuatoriano, ya que cuentan con las herramientas y técnicas específicas para el cumplimiento del mantenimiento. Los procedimientos como instalación, inspección, mantenimiento, reparación e instalación se verán supervisados por los técnicos de la Brigada. Se realizará reparaciones de las micas de las ventanas y parabrisas de acuerdo a los diferentes manuales técnicos de la aeronave. Los resultados obtenidos en este trabajo de titulación contribuirán a que los parabrisas y ventanas de la aeronave estén en buenas condiciones, de tal manera que contribuyan a la enseñanza teórica y práctica de los beneficiarios finales, que son los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga. Por último, se procederá a trasladar la aeronave a las instalaciones de la universidad antes mencionada y se realizará la respectiva acta entrega de la misma, para que forme parte de los equipos y material de instrucción de la carrera.

*Palabras clave:* mantenimiento de parabrisas, helicóptero Gazelle SA 341 L, manual de mantenimiento.

### **Abstract**

The main objective of this degree work is to perform a maintenance of the windows and windshield of the Gazelle SA 341 L helicopter, according to the maintenance manual ATA 20 and 56. The maintenance tasks will be carried out in the facilities of the Aviation Brigade No. 15 "Paquisha" of the Ecuadorian Army, since they have the specific tools and techniques for the fulfillment of the maintenance. Procedures such as installation, inspection, maintenance, repair and installation will be supervised by Brigade technicians. Window and windshield mica repairs will be performed according to the different technical manuals of the aircraft. The results obtained in this degree work will contribute to the windshields and windows of the aircraft are in good condition, so that contribute to the theoretical and practical teaching of the final beneficiaries, which are students of the career of Higher Technology in Aeronautical Mechanics of the University of the Armed Forces ESPE Latacunga Headquarters. Finally, the aircraft will be transferred to the facilities of the aforementioned university and the respective delivery of the aircraft will be carried out, so that it becomes part of the equipment and instruction material of the career.

*Keywords:* maintenance of the windshield, helicopter Gazelle SA 341 L, maintenance manual.

## Capítulo I

### Planteamiento del problema de investigación

#### Antecedentes

El término aviación se utiliza más comúnmente para describir el transporte aéreo mecánico, que se lleva a cabo utilizando un avión. Dentro del sector de la aviación, hay dos categorías principales de vuelo: civil y militar. En términos simples, la aviación civil se refiere a toda la aviación que no está relacionada con el ejército. Fundamentalmente, esto incluye los viajes aéreos tanto privados como comerciales, independientemente de si los vuelos transportan pasajeros, carga o una combinación de ambos. Por el contrario, la aviación militar se refiere al uso de aeronaves en entornos militares. Por lo general, este tipo de transporte aéreo está diseñado para permitir la guerra aérea o realizar operaciones de vigilancia. (REVFINE, 2021)

Aerodino que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores propulsados por motor, que giran alrededor de ejes verticales o casi verticales (DGAC, 2010). Los helicópteros pueden elevarse y descender verticalmente, permanecer en una posición determinada y moverse hacia adelante, hacia atrás o hacia los lados. El helicóptero es capaz de realizar un vuelo vertical. El rotor de un helicóptero tiene normalmente dos o más palas dispuestas simétricamente alrededor de un buje o eje central que las sujeta durante el giro. El rotor está impulsado por un motor, por lo general situado en el fuselaje, a través de unos engranajes que reducen la velocidad de rotación por debajo de la velocidad del motor. (Gómez, 2010)

El GAZELLE (Gacela) es un helicóptero ligero polivalente de fabricación francesa, que voló por primera vez 1967, las misiones que cumple son: ataque, antitanque, reconocimiento, transporte, entrenamiento. Fue producido en serie a principios de los años 70, en dos versiones comerciales, las cuales son: SA-341 y SA-342. Este helicóptero consta de un rotor principal y un rotor de cola, los mismos que en vuelo evita las vibraciones de la aeronave, este rotor se

encuentra encima de la cabina y el rotor de cola que es de tipo fenestron, en la parte posterior. (Tarco, 2021)

El motor está montado encima del fuselaje hacia la parte posterior del helicóptero. La cabina es en forma redonda que permite una visualización total para el personal de vuelo. El tren de aterrizaje del helicóptero GAZELLE, está equipado con patines fijos, para evitar una resonancia excesiva de la aeronave, cabe mencionar que el helicóptero es multipropósito por tal motivo su mantenimiento es de un bajo costo, donde también el personal técnico ahorra esfuerzos y tiempo en sus respectivos mantenimientos o inspecciones rutinarias de la aeronave. (Tarco, 2021)

### **Planteamiento del problema**

Dado que la aeronave ya fue dada de baja de sus operaciones, su estructura fue afectada debido a las condiciones ambientales en las que se encontraba, al no encontrarse el helicóptero en operaciones normales la falta de inspecciones y mantenimientos provocaron que los componentes estructurales del mismo se vean afectados por lo cual se requiere realizarle un mantenimiento adecuado para que se encuentren en mejores condiciones estructurales.

En el campus Belisario Quevedo de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe Sede Latacunga, se ha determinado la necesidad de implementar un helicóptero para la instrucción académica para los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica utilicen como material didáctico. En la cual se realice el mantenimiento de las ventanas y parabrisas de la aeronave, con la documentación técnica aplicable del helicóptero, de acuerdo al ATA 20 y 56.

La restauración de las ventanas de la aeronave es importante ya que el mantenimiento estructural que se realiza permitirá dejar en mejores condiciones todos sus componentes, al poseer una excelente condición de material didáctico sobre la estructura de los helicópteros dará como resultado el perfeccionamiento de las prácticas de laboratorio de los estudiantes de la Carrera de Tecnología superior en Mecánica Aeronáutica.

## **Justificación e Importancia**

El siguiente trabajo se justifica en virtud de detallar y revisar el mantenimiento práctico para mantener la funcionalidad continua de acuerdo con las instrucciones aprobadas por el fabricante. Además, el procedimiento técnico que se detallara más adelante aportará a la carrera como material de apoyo para los docentes y estudiantes en investigaciones posteriores sean tareas o proyectos, que contribuyan al conocimiento de los procedimientos adecuados para el mantenimiento de ventanas y parabrisas de aeronaves de ala rotatoria.

Todo el proceso de reparación que se realizará en el helicóptero será de suma importancia ya que se pondrá en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación de los estudiantes, como manejo de manuales, uso de herramientas entre otras destrezas que los estudiantes pondrá en práctica siendo los beneficiarios directos en el desarrollo de prácticas de mantenimiento.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Ejecutar el mantenimiento de ventanas y parabrisas del helicóptero GAZELLE SA 341L con Matrícula E-367 de acuerdo al ATA 20 y 56 del manual de mantenimiento, para mantener en óptimas condiciones la aeronave.

### ***Objetivos específicos***

- Establecer información técnica sobre el mantenimiento de las ventanas y parabrisas del helicóptero GAZELLE SA 341L.
- Analizar los procedimientos de acuerdo a los manuales técnicos del helicóptero mencionado.
- Ejecutar el mantenimiento de las ventanas y parabrisas ya que estos componentes están deteriorados.

**Alcance**

Este proyecto se propone realizar el mantenimiento de las ventanas y parabrisas del helicóptero GAZELLE SA 341L, mediante los procedimientos del manual de mantenimiento de la aeronave mencionada, para evitar su deterioro de la cabina delantera, la cual servirá como material didáctico para los estudiantes de la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE tiene su origen cuando el 16 de junio de 1922 se crea la «Escuela de Oficiales de Ingenieros», mediante Decreto del presidente de la República, Dr. José Luis Tamayo, publicado en el Registro Oficial 521; en vista de la necesidad de tecnificar los mandos en las especialidades de ingeniería y artillería el 22 de octubre de 1936, durante la Presidencia de Federico Páez, se cambia el nombre por «Escuela de Artillería e Ingenieros». Al ampliar su pensum académico y nivelarlo con las demás universidades ecuatorianas, en 1948 se la denominó Escuela Técnica de Ingenieros. Ante la crisis universitaria del país y las necesidades de las Fuerzas Armadas, en 1972 el Gral. Guillermo Rodríguez Lara, presidente de la República abre las puertas para que ingresen estudiantes civiles (ESPE, 2022).

#### Figura 1

*Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE*



*Nota.* Edificio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga. Tomada de <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/30283>

Debido al crecimiento de la población estudiantil se crean facultades, institutos y centros para atender las necesidades del país; por lo que en 1977 se transforma en Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), su configuración y programas de estudios académicos fueron revisados por la H. Cámara Nacional de Representantes, que al dictar la Ley de Universidades y Escuelas Politécnicas en mayo de 1982 la incluyó con toda justicia y derecho, en la enumeración de centros de educación superior, méritos que se refuerzan al dictarse la Constitución Política el 10 de Agosto de 1998 y al promulgarse la Ley de Educación Superior en el Registro Oficial No. 77 del 15 de mayo del año 2000 (ESPE, 2022)

El 13 de junio del 2001, el señor presidente Constitucional de la República, Dr. Gustavo Noboa aprueba el nuevo Estatuto de la Escuela Politécnica del Ejército, mediante Decreto Ejecutivo N° 1585, que se encuentra publicado en el Registro Oficial N° 349 del 18 de junio del 2001 (ESPE, 2022).

El decreto de creación ratificaba que los títulos concedidos por la ESPE se equiparaban con los otorgados por otras universidades y escuelas politécnicas. Paralelamente para satisfacer las necesidades de estudios de militares y sus familias se incluyeron las carreras a distancia en ciencias administrativas, mediante centros de apoyo que se abrieron en la gran mayoría de provincias del país (ESPE, 2022).

La población de estudiantes militares y civiles crecía considerablemente y de igual manera, el prestigio académico y la capacidad profesional de sus graduados; siendo en 1996 reconocida por el Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas (CONUEP) (ESPE, 2022).

### **Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

El objetivo de la carrera es proporcionar al sector público y privado, empresarial e industrial, tecnólogos en el área de Mantenimiento en Mecánica Aeronáutica con capacidad crítica, analítica, para el mantenimiento de aeronaves a fin de garantizar la aeronavegabilidad en condiciones de vuelo de las mismas, así como también contribuir al desarrollo de



competencias a nivel nacional e internacional de esta forma permitir a sus egresados desempeñarse en el amplio campo laboral de una manera óptima, eficaz y segura acorde a todas las normas y estándares nacionales e internacionales (Barrera Ramírez, 2011).

## Figura 2

*Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica – ESPE*



*Nota.* Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica. Tomada de <https://www.espe.edu.ec/oferta-academica-tecnologias/>

La carrera de Mecánica Aeronáutica con sus menciones en motores y aviones, con certificación de moto propulsor y célula; se define como una profesión altamente competitiva y de actualización continua que va de la mano con el desarrollo tecnológico de la aeronáutica, para la formación del personal técnico que labora en mantenimiento aeronáutico (Barrera Ramírez, 2011).

**Figura 3***Certificación CIAC*

*Nota.* Certificación como Centro de Instrucción Aeronáutico Civil. Tomada de <https://www.dgac.com/ESPE.U/posts/10151150423069990/>

**Aviación del Ejército Ecuatoriano**

En 1975, se adquirió aviones tipo Arava (con armamento), ayudando, de esta manera, a solucionar el problema logístico y administrativo de las unidades de todo el país. Se utilizaron en el lanzamiento de paracaidistas y en operaciones de contrainsurgencia. El Servicio Aéreo del Ejército dio un paso gigantesco en 1978. Con orden de Comando Nro. 044-EBD-978, dejó de ser dependencia del Departamento Logístico del Ejército y, como Unidad Operativa, se transformó en la Aviación del Ejército Ecuatoriano (Ejército Ecuatoriano, 2022a).

Este cambio produjo una nueva concepción en la organización, para lo cual se tomó en cuenta el empleo táctico del material y el apoyo orgánico que debe brindar a las Unidades Operativas de la Fuerza Terrestre (Ejército Ecuatoriano, 2022a).

## Figura 4

### *Aeronaves Gazelle Ejército Ecuatoriano*



*Nota.* Certificación como Centro de Instrucción Aeronáutico Civil. Tomada de <https://twitter.com/hotelcharlieav/status/388705471466835968?lang=ar-x-fm>

Con esta oportunidad, el alto mando militar asignó a la Aviación del Ejército el personal y los medios, tanto aéreos como de apoyo en tierra, necesarios para que las tareas asignadas a la nueva condición puedan cumplirse. Con la creación del SAE y la Aviación del Ejército, paralelamente, nació el mantenimiento de aeronaves. Progresivamente, se incrementó el personal y los medios en esta área técnica, para lo cual la Aviación del Ejército formó un Centro de Mantenimiento capacitado para desarrollar los trabajos, incluso del IV Escalón, autorizados por el fabricante. Dentro de los principales campos técnicos de mantenimiento que se desarrollan en el CEMAЕ, se encuentran: (Ejército Ecuatoriano, 2022a)

- Inspecciones mayores de Helicóptero Súper Puma, Puma, Gazelle y Lama
- Mantenimiento profundo de motores Makila, Turmo, Artouste, Astazou 14, Ariel 1B
- Mantenimiento estructural de helicópteros y aviones

- Reparaciones de conjuntos mecánicos
- Mantenimiento de sistemas hidráulicos
- Mantenimiento especializado en electrónica y aviónica

Para realizar todos estos trabajos, el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército (CEMAE) dispone de personal especializado, equipos y bancos de prueba necesarios. Lleva a cabo un mantenimiento adecuado y responsable, que redundará en la eficiencia y seguridad de las operaciones aéreas (Ejército Ecuatoriano, 2022a).

### Helicóptero

De acuerdo a las RDAC 001 menciona que: “Aerodino que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores propulsados por motor, que giran alrededor de ejes verticales o casi verticales” (DGAC, 2010).

### Figura 5

*Helicóptero MD530F*



*Nota.* Helicóptero MD530F. Tomada de

<https://twitter.com/hotelcharlieav/status/388705471466835968?lang=ar-x-fm>

Un helicóptero es un vehículo aéreo que vuela gracias a una hélice de eje vertical movida por acción de un motor. De este modo puede ascender y bajar verticalmente (*Helicóptero - Qué Es, Usos, Definición y Concepto*, n.d.).

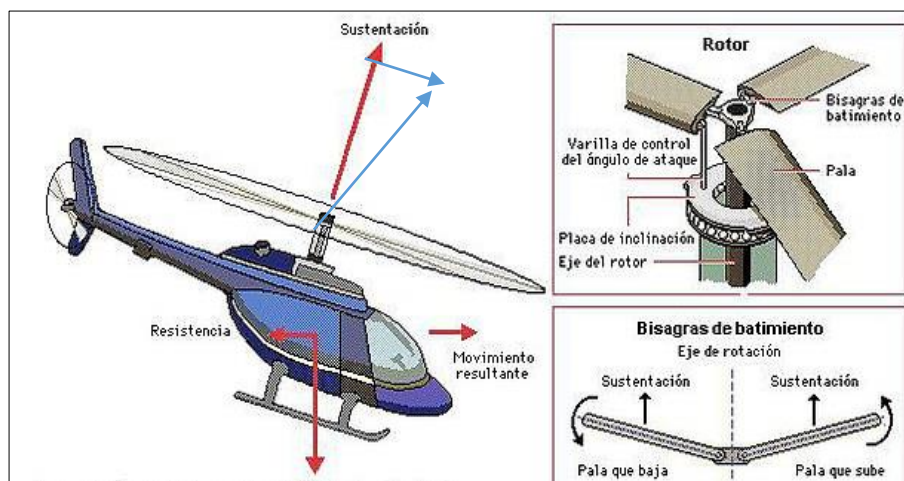
## Vuelo de un helicóptero

Un helicóptero vuela utilizando su sistema de rotores. A diferencia de los aviones, los helicópteros tienen la capacidad de despegar y aterrizar verticalmente, así como de volar en todas las direcciones, incluyendo hacia adelante, hacia atrás, hacia los lados e incluso en posición estacionaria. El vuelo de un helicóptero se basa en el principio de sustentación y propulsión generada por los rotores. Un helicóptero típico tiene dos rotores principales: el rotor principal y el rotor de cola.

El peso es la fuerza con la que la tierra atrae el helicóptero hacia abajo, la sustentación es la fuerza que levanta al helicóptero, es decir, la fuerza que se opone al peso y le permite volar, el empuje es la fuerza que mueve el helicóptero hacia adelante y el arrastre es la fuerza que se opone al movimiento del helicóptero. La gran diferencia entre una aeronave de ala fija (avión) y una aeronave de ala rotatoria (helicóptero) es la forma como se generan las fuerzas de sustentación y empuje (CMV, 2020).

### Figura 6

*Fuerzas que intervienen sobre el vuelo de un helicóptero.*



*Nota.* Fuerzas que actúan sobre un helicóptero en vuelo. Tomada de

<https://es.quora.com/Qu%C3%A9-impulsa-hacia-delante-a-los-helic%C3%B3pteros>

## Vibraciones en helicópteros

Los sistemas rotatorios que poseen las aeronaves, específicamente los helicópteros están expuestos a desgates. Dependiendo de la frecuencia del movimiento oscilatorio y de su intensidad, la vibración puede causar sensaciones muy diversas que van desde el simple desajuste en la comodidad, hasta alteraciones graves de la salud, pasando por la interferencia con la ejecución de ciertas tareas como la lectura, la pérdida de precisión al ejecutar movimientos o la pérdida de rendimiento debido a la fatiga de la tripulación (Ibañez P & Acurio M, 2010).

Las fuerzas y momentos del rotor causan vibración sobre el fuselaje. Estas son transmitidas desde las palas a la cabeza del rotor, desde ahí al eje de transmisión del rotor, luego a los cojinetes de la caja reductora principal, a los cojinetes de la caja reductora principal de ahí a la carcasa de la caja reductora, y finalmente al fuselaje, a través de las fijaciones entre este y la caja de transmisión principal. Estas fuerzas son tanto aerodinámicas como de inercia, producidas por el movimiento de batimiento y arrastre de las palas (Barcala M & Rodríguez A, n.d.).

La generación de cargas aerodinámicas oscilatorias a frecuencias que sean múltiplos enteros de la velocidad de rotación es importante en la operación del helicóptero en vuelo. Las vibraciones forzadas del helicóptero no pueden ser totalmente eliminadas (Barcala M & Rodríguez A, n.d.).

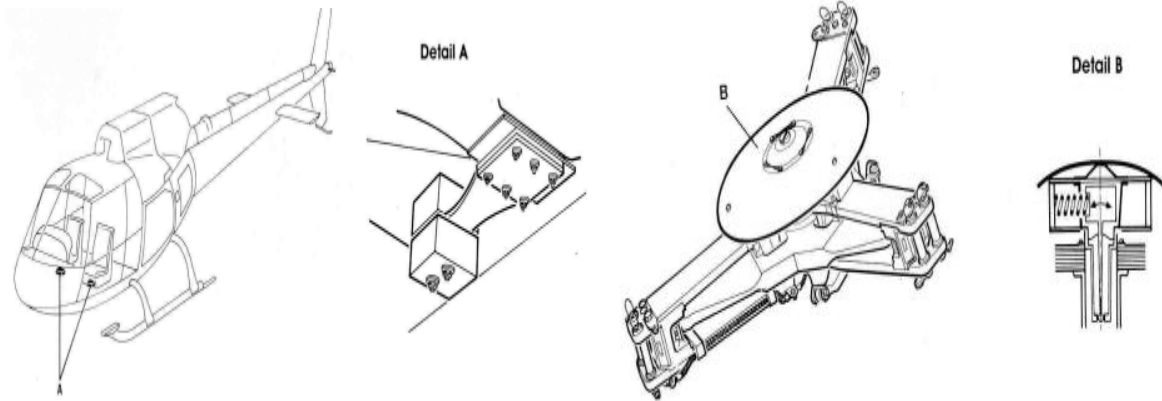
Se ha diseñado algunos sistemas que permitirían reducir de manera considerada las vibraciones en los helicópteros, para ello se pueden dividir en dos categorías: aquellos diseñados para reducir los niveles de vibración a lo largo del fuselaje y aquellos diseñados para producir una reducción en la vibración en una zona localizada del fuselaje (Barcala M & Rodríguez A, n.d.).

En la Figura 7, se muestra como la cabeza del rotor está montado en un sistema que absorbe la vibración reduciendo la misma a lo largo de todo el fuselaje, además el mismo

fuselaje se instala en un sistema clásico masa-muelle que de igual manera reduce la vibración en una zona localizada del fuselaje.

### Figura 7

#### *Sistemas de absorción de vibraciones*



*Nota.* Principales sistemas de absorción de vibraciones de un helicóptero. Tomada de (Barcala M & Rodríguez A, n.d.).

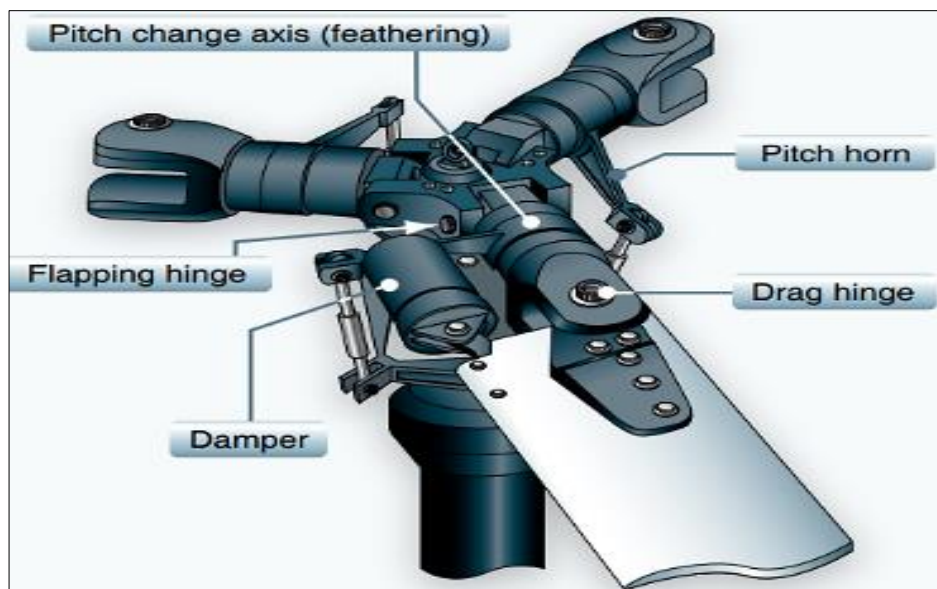
### Rotores

#### ***Rotor principal***

El rotor principal es el más grande y se encuentra en la parte superior del helicóptero. Está compuesto por varias palas o aspas que giran alrededor de un eje vertical. Al girar, las palas del rotor principal crean sustentación al generar flujo de aire hacia abajo. Esta sustentación permite al helicóptero elevarse en el aire. Además de generar sustentación, el rotor principal también permite el control del helicóptero. Al cambiar el ángulo de las palas del rotor principal de forma colectiva (movimiento conjunto), se puede controlar la altitud del helicóptero. Al cambiar el ángulo de las palas de forma cíclica (movimiento individual), se puede controlar la dirección y la inclinación del helicóptero.

## Figura 8

### *Rotor principal de un helicóptero*



*Nota.* Principales componentes del rotor principal de un helicóptero. Tomada de <https://www.aprendamos-aviacion.com/2021/12/helicoptero-sistema-del-rotor-principal.html>

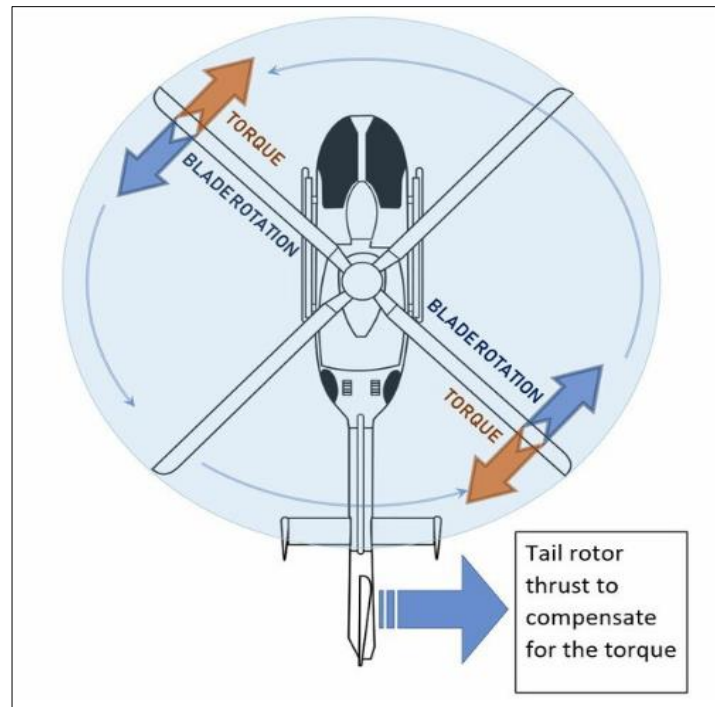
### **Rotor de cola**

El rotor de cola se encuentra en la parte posterior del helicóptero y está compuesto por un solo rotor o una hélice vertical. Su función principal es contrarrestar el par de reacción generado por el rotor principal. Cuando el rotor principal gira en una dirección, como muestra la Figura 8, el helicóptero tenderá a girar en la dirección opuesta debido a la ley de acción y reacción. El rotor de cola genera un empuje lateral que contrarresta este efecto y mantiene al helicóptero estable. Además de los rotores principales y de cola, los helicópteros también cuentan con controles como los pedales antipar, que permiten al piloto controlar la dirección del helicóptero, y la palanca de control cíclico y colectivo, que permiten controlar la inclinación y la altitud del helicóptero respectivamente.



**Figura 9**

*Empuje del rotor de cola*



*Nota.* La rotación no deseada del fuselaje puede equilibrarse controlando el empuje del rotor de cola. Tomada de (Tarsi & Fiori, 2021).

En resumen, un helicóptero vuela gracias a los rotores principales que generan sustentación y propulsión. El ángulo y la velocidad de rotación de los rotores se controlan mediante los controles del piloto para lograr el vuelo deseado.

## Componentes de un helicóptero

**Tabla 1**

*Sistemas principales de un helicóptero*

<b>Sistemas principales de un helicóptero</b>
Estructura – Airframe
Fuselaje – Fuselage
Tren de aterrizaje o patines - Landing Gear or Skids
Motor – Engine
Rotor principal - Main Rotor
Rotor de cola - Tail Rotor
Sistema de control de vuelo - Flight Control System
Sistemas hidráulicos - Hydraulic Systems
Sistemas eléctricos - Electrical Systems
Instrumentos y aviónica - Instruments and Avionics

*Nota.* Esta tabla muestra los sistemas principales de un helicóptero.

Existen otros sistemas y componentes secundarios que son necesarios para el correcto funcionamiento del helicóptero, como por ejemplo sistemas de combustible, sistemas de comunicaciones, sistemas de navegación, equipos de rescate, entre otros. La estructura y los componentes pueden variar según el modelo y el fabricante del helicóptero (FAA, n.d.).

Los helicópteros pueden tener diferentes tipos de estructura, dependiendo de su diseño y aplicación específica.

### **Clasificación de helicópteros**

#### **Rotor principal**

Los rotores de los helicópteros son elementos mecánicos giratorios que generan sustentación gracias a las palas que están unidas a ellos. A continuación, se muestra una clasificación de acuerdo a la configuración de su rotor principal:

### **Rotor articulado**

En este tipo de rotores de helicópteros, las palas pueden girar en 3 ejes distintos. Los movimientos que puede hacer la pala son: batimiento (arriba y abajo), cambio de paso (giro sobre el propio eje de la pala) y arrastre (adelanto o atraso de la pala) (TMAS Aviación, n.d.).

### **Figura 10**

*Helicóptero con rotor articulado*



*Nota.* Rotor articulado de un helicóptero CH-47 Chinook. Tomada de <https://www.tmas.es/blog>

Este tipo de rotores se suelen instalar 3 o más palas. Por otro lado, esta configuración permite que la fatiga en las palas y en el mástil sea menor. Estos rotores se usan desde la invención del helicóptero. El helicóptero Chinook que se muestra en la Figura 9 posee dos rotores articulados de 3 palas cada uno (TMAS Aviación, n.d.).

### **Rotor semirrígido**

Estos rotores permiten que las palas del helicóptero se muevan en grado menor que los articulados. En concreto, las palas pueden hacer el movimiento de cambio de paso y batimiento. Al igual que los articulados, este tipo de rotores existen desde los primeros diseños de helicópteros. Se suele emplear en rotores de dos palas y por lo general, en helicópteros sencillos y ligeros (TMAS Aviación, n.d.).

**Figura 11**

*Helicóptero con rotor semirrígido*



*Nota.* Rotor semirrígido de un helicóptero Bell 212. Tomada de <https://www.flightglobal.com>

El inconveniente de este tipo de rotor es el esfuerzo de flexión que aparece en el encastre de las palas, es decir, en la parte más cercana al eje de giro. Este tipo de rotor se suele usar en helicópteros de dos palas, como el Bell 212 (TMAS Aviación, n.d.).

***Rotor rígido***

A diferencia del resto de rotores, en éste la flexibilidad de las palas sustituye al movimiento permitido por las articulaciones de los otros rotores. El único movimiento libre que tienen las palas es el que permite cambiar el paso (TMAS Aviación, n.d.).

**Figura 12***Rotor rígido*

*Nota.* Helicóptero con rotores rígidos. Tomada de <https://www.tmas.es/blog>

Estos rotores son livianos y con un coste en mantenimiento aeronáutico reducido. También destacan por conceder una gran maniobrabilidad al helicóptero a costa de producir muchas vibraciones (TMAS Aviación, n.d.).

**Rotor de cola**

El propósito del rotor de cola del helicóptero es compensar el par de giro producido por el rotor principal. También se usa para proporcionar estabilidad y control de dirección actuando en el eje de guiñada. Las palas del rotor de cola se instalan perpendiculares al eje horizontal del helicóptero. Hay varios tipos de rotor de cola (TMAS Aviación, n.d.). A continuación, se muestra una clasificación de acuerdo a la configuración de su rotor de cola:

***Rotor antipar***

Es la configuración típica de los rotores de cola de los helicópteros. El número de palas dependerá del modelo de helicóptero, siendo 2 el mínimo. Debido al tamaño de las palas, la velocidad del rotor de cola es reducida. Sin embargo, su gran tamaño y carecer de carenado lo hace un rotor muy inseguro, así como ruidoso (TMAS Aviación, n.d.).

### **Rotor Fenestron**

Similar al rotor antipar, pero protegido por el carenado del rotor de cola. Este tipo de rotores de cola de son más silenciosos y seguros, ya que las palas están cubiertas. Los rotores de cola Fenestron permiten helicópteros más silenciosos (TMAS Aviación, n.d.).

### **Figura 13**

*Rotor fenestron*



*Nota.* Los rotores de cola Fenestron permiten helicópteros más silenciosos. Tomada de <https://www.tmas.es>

Dado que las palas están protegidas, pueden hacerse girar más rápido. Al girar más rápido, se pueden diseñar de forma que sean más pequeñas que las de un rotor antipar convencional. Otra ventaja es su seguridad, pues estar instalado a mayor altura lo hace menos propenso al FOD y al impacto contra personas en tierra (TMAS Aviación, n.d.).

### **Helicópteros sin rotores de cola: sistema NOTAR**

Es un sistema de control del helicóptero que utiliza una corriente de aire que expulsa por la cola para compensar el par del rotor principal. Esta corriente de aire se genera en un ventilador movido por el motor del helicóptero. Esta corriente de aire, junto con la corriente de aire descendente que procede del rotor principal y el efecto coanda, generan una fuerza lateral. Con esta fuerza lateral se controla la dirección del helicóptero (TMAS Aviación, n.d.).

## Figura 14

*Sistema Notar de un helicóptero*



*Nota.* Sistema Notar del helicóptero MD 520N. Tomada de <https://www.aeromundo.com.mx>

### **Helicóptero Gazelle SA 341L**

#### **Reseña histórica del helicóptero Gazelle SA 341L**

El Gazelle ('gacela' en francés) es un helicóptero ligero polivalente de estructura metálica concebido en la segunda mitad de los años 1960 por Sud Aviation y producido en serie a principio de los años de 1970 por la Société Nationale Industrielle Aérospatiale (SNIAS o Aérospatiale) en colaboración con Westland Helicopters (Reino Unido). Dio origen a dos versiones comerciales principales (nomenclaturas SA341 y SA342) (*Aérospatiale SA341 Gazelle - Wikipedia, La Enciclopedia Libre, n.d.*).

Aunque la mayor parte de su producción fue destinada a ejércitos nacionales (Francia, Ecuador, Marruecos, Reino Unido, Yugoslavia, Egipto, Kuwait, Irak etc.) ya que esa era su misión principal, también gozó de cierto éxito en el ámbito civil. A pesar de su antigüedad, esta aeronave sigue constituyendo la principal fuerza de helicópteros de combate de muchos países (*Aérospatiale SA341 Gazelle - Wikipedia, La Enciclopedia Libre, n.d.*).

**Figura 15***Helicóptero Militar Táctico Aerospatiale SA-341L Gazelle AT*

*Nota.* La figura muestra el Helicóptero Aerospatiale SA-341L Gazelle AT en Muzeyon Heyl ha-Avir, Hatzerim, Israel. Tomado de <https://commons.wikimedia.org/>

En la década del 80 del siglo XX, la Aviación del Ejército del Ecuador recibe sus primeros helicópteros Aerospatiale SA 330 Puma y SA 315 Lama, y en 1985 un refuerzo de varios helicópteros AS 332 Súper Puma y SA 341 Gazelle, de ataque y de reconocimiento, equipados con misiles antitanque. En 2002 los Gazelle fueron modernizados recibiendo sistemas que incluye un sensor térmico de alta calidad para visión nocturna, cámaras y lentes para la visualización diurna, una mira láser y sistemas de adquisición de blancos (Ejército Ecuatoriano, 2022).

El Gazelle nace como consecuencia del SA 330 Puma. Este helicóptero está compuesto por tres aspas montadas encima de la cabina y una en la parte posterior. El motor está montado encima del fuselaje hacia la parte posterior del helicóptero. La cabina es en forma redonda que permite una visualización total para el personal de vuelo (Ejército Ecuatoriano, 2022b).



**Figura 16**

*Helicóptero Militar Táctico Gazelle AS 341L del ejército ecuatoriano*



*Nota.* La figura muestra el Helicóptero Militar Táctico Aeroespaciales SA-342 Gazelle de la Aviación del Ejército de Ecuador. Tomado de (Ejército Ecuatoriano, 2022b).

**Inserción del helicóptero Gazelle en la aviación del ejército**

El Eurocopter/Aérospatiale SA 342-L Gazelle es de origen francés cuya función primordial es ataque, anti ataque, anti helicóptero, puesto de mando, depósitos logísticos, de reconocimiento, transporte y entrenamiento (Lesano Vargas, 2015).

Estas máquinas voladoras arribaron al Ecuador a comienzo de 1985. Los 13 primeros helicópteros se complementarían con la llegada de una segunda compra de helicópteros llegando a un total de 34. Los SA 342-L Gazelle en poder de la AEE volaron 500 horas en misiones tácticas de combate durante la confrontación con el Perú en el valle del Cenepa en 1995. En 2001 los Gazelle fueron modernizados recibiendo sistemas H-MOSP (Carga Útil Óptica Electrónica Estabilizada de Uso Múltiple para Helicóptero) (Lesano Vargas, 2015).

## Figura 17

*Helicóptero Militar Táctico Gazelle AS 341L*



*Nota.* Helicóptero Táctico Aerospatale SA-342 Gazelle del Ejército de Ecuador. Tomado de [http://www.fuerzaaerea.net/index\\_menu\\_Galeria9](http://www.fuerzaaerea.net/index_menu_Galeria9)

### **Descripción general del helicóptero Gazelle SA 341L**

Integra muchos avances tecnológicos siendo el primero en utilizar un Fenestron en lugar del rotor antipar tradicional. Fue el primer helicóptero habilitado en vuelo monopolito en Cat I (condiciones meteorológicas) en 1975 en su versión SA 341G. Por otra parte, la célula está construida con estructura en "sándwich" compuesta de carbono alveolado en forma de panel entre dos placas de aleación ligera. El rotor principal está equipado por tres palas principales "flexibles", proporcionando a los pasajeros comodidad frente a las vibraciones (Ejército Ecuatoriano, 2022b).

El tren de aterrizaje no está equipado de amortiguadores, lo que suprime el riesgo de entrar en resonancia; este fenómeno volvía incontrollables ciertos helicópteros derribándolos. Finalmente, el Gazelle aporta una gran ventaja en mantenimiento avanzado (operaciones simples de mantenimiento efectuadas por los mecánicos antes o después del vuelo), lo que permite grandes reducciones en el tiempo de inmovilización (El mantenimiento de un Alouette II

o III al regreso de una misión toma una hora, contra 30 minutos para un Gazelle), de costos de mantenimiento y un aumento en la fiabilidad (Ejército Ecuatoriano, 2022).

### Figura 18

*Helicóptero Militar Táctico Gazelle con fenestron AS 341L*



*Nota.* Helicóptero utilizando un Fenestron en lugar del rotor antipar tradicional. Tomado de <https://es.dreamstime.com>

Los helicópteros SA-342L son destinados a cumplir las misiones de:

- Reconocimiento
- Intercomunicación
- Observación
- Soporte de armamento ligero
- Evacuación
- Transporte de carga ligera
- Entrenamiento de pilotos

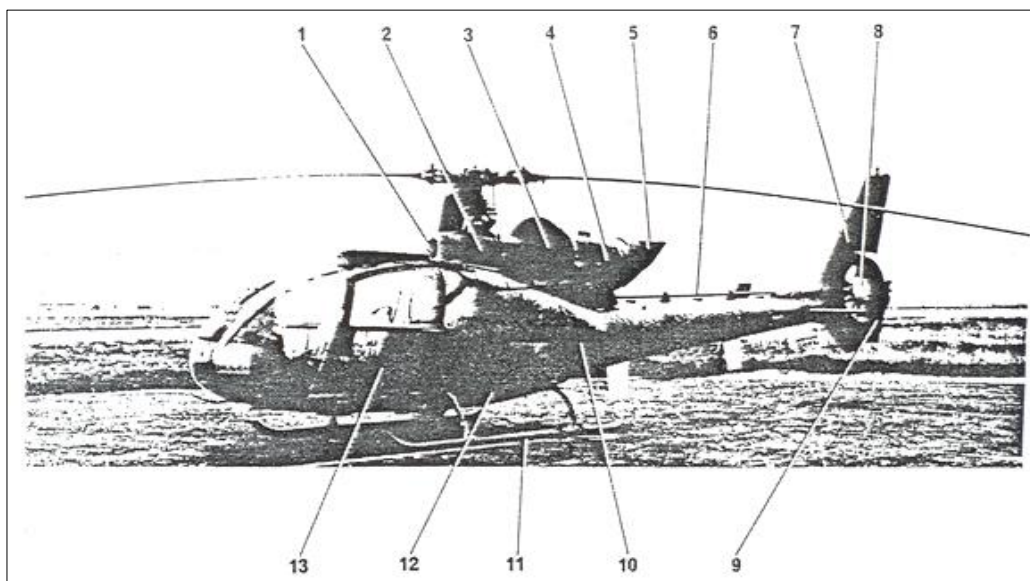
### **Características del helicóptero Gazelle SA 341L**

Este es propulsado por un turbomotor Turbomeca Astazou XIV H de turbina ligada que accionan un rotor principal de tres palas y un rotor anti-torque carenado de 13 palas. En la Figura 18, se muestra los componentes principales del helicóptero Gazelle 341L.

- |   |   |
|---|---|
| 1. Entrada de aire refrigerante de la B.T.P | 8. Fenestron y rotor de cola            |
| 2. Carenaje izquierdo y derecho de la B.T.P | 9. Conjunto de estabilizados (EMPENAJE) |
| 3. Filtro anti – arena                      | 10. Estructura central                  |
| 4. Carenaje izquierdo y derecho del G.T.M.  | 11. Tren de aterrizaje                  |
| 5. Deflector de chorro (TOBERA)             | 12. Estructura inferior                 |
| 6. Árbol de transmisión trasera             | 13. Puertas de cabina                   |
| 7. Deriva vertical                          |   |

### Figura 19

*Componentes principales del helicóptero Gazelle AS 341L*



*Nota.* La figura muestra los componentes principales del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

### **Dimensiones y pesos**

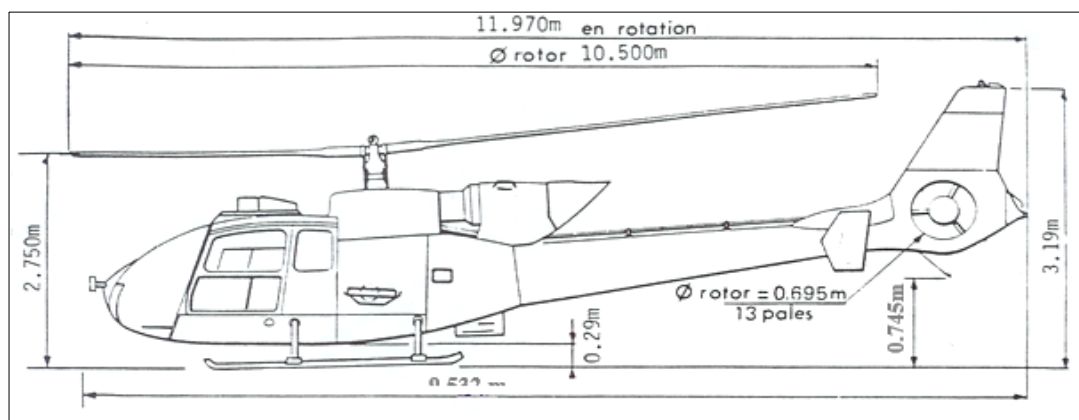
El helicóptero Gazelle AS 341L cuenta con un rotor principal de tres palas articulado de 10.50 metros de diámetro, dicho sistema de rotor ofrece un alto poder de control y una alta acción de amortiguación. En la Tabla 2, se muestran las dimensiones principales del fuselaje,

las dimensiones citadas están relacionadas con la aeronave equipada con un tren de aterrizaje tipo fijo (Airbus Helicopters, 1988).

Se pueden destacar algunas características del helicóptero, como el revestimiento liso de los pisos de la cabina para el deslizamiento de las cargas en caso de que sea necesario, y cuando se ingrese carga estas deben ser distribuidas de tal manera que el equilibrio longitudinal y lateral de la aeronave se mantenga dentro de los límites permitidos como indica el fabricante (Aguacondo. F, 2023).

## Figura 20

*Dimensiones del helicóptero Gazelle AS 341L*



*Nota.* La figura muestra las dimensiones del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

## Tabla 2

*Dimensiones y pesos*

Dimensiones y pesos	
Diámetro del rotor	10.500 m
Longitud total	11.972 m
Altura total	3.19 m
Peso máximo autorizado	1.900 kg
Peso en vacío	1.100 kg
Carga útil	850 kg

*Nota.* Tomado Manual de Mantenimiento del helicóptero Gazelle SA 341L.

## Planta Motor

El motor Astazou XIV-H, es un turbomotor de fabricación francesa, es de tipo de turbina ligada o unida al compresor, con una caja de reducción y la toma de movimiento delantero. El final del difusor de salida, está compuesto por una brida cónica, en donde esta una abrazadera de desmontaje rápido, para la fijación de la tobera (Tarco & René, 2021).

### Figura 21

*Motor Astazou XIV-H*



*Nota.* La figura muestra el Motor Astazou XIV-H. Tomado de Manual de [https://en.wikipedia.org/wiki/Turbomeca\\_Astazou](https://en.wikipedia.org/wiki/Turbomeca_Astazou).

Este turbomotor es de tipo turbina ligada, al momento de su arranque se produce el movimiento de todos sus componentes mecánicos, y sus costos por mantenimiento son un poco más en comparación a un turbomotor de tipo de turbina libre. A continuación, se indicará ciertas características técnicas que posee este turbomotor, que está instalado en el helicóptero Gazelle SA-342L (Tarco & René, 2021).

**Tabla 3***Características técnicas del motor Astazou XIV-H*

<b>Características Técnicas del Motor Astazou XIV-H</b>	
Salida máxima	440 kW (590 shp)
Largo	1.470 mm (57,9 pulgadas)
Diámetro	460 mm (18,1 pulgadas)
Ancho	500 mm (19,7 pulgadas)
Altura	565 mm (22,2 pulgadas)
Peso	160 kg (352,7 libras)
Proporción de presión	8:1

*Nota.* Tomado Manual de [https://hmong.es/wiki/Turbomeca\\_Astazou](https://hmong.es/wiki/Turbomeca_Astazou)

### **Estructura**

La estructura del helicóptero Gazelle SA 341L es semimonocasco. El diseño del Gazelle utiliza una estructura semimonocasco, lo que significa que tiene una combinación de elementos monocasco y semimonocasco en su diseño. En una estructura monocasco, las cargas se distribuyen a través de la piel externa del fuselaje, mientras que en una estructura semimonocasco, hay una combinación de una estructura de soporte interna y una piel externa que comparten la carga.

En el caso del Gazelle SA 341L, la mayor parte de la estructura del fuselaje está construida con una estructura semimonocasco, lo que proporciona una combinación eficiente de rigidez y peso. Esta configuración de diseño se utiliza comúnmente en helicópteros para garantizar la resistencia estructural necesaria mientras se mantiene un peso relativamente ligero.

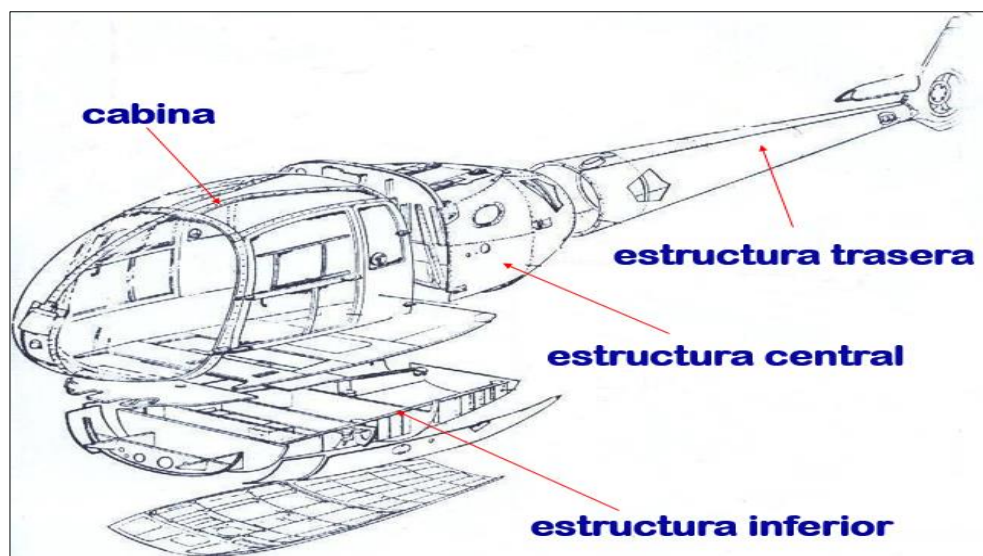
El fuselaje del Gazelle SA 341L está construido principalmente con aleaciones de aluminio y materiales compuestos, lo que le proporciona una combinación de resistencia y ligereza. Tiene una forma aerodinámica y es bastante estrecho, con capacidad para dos pilotos en tándem o un piloto y hasta cinco pasajeros.

Los Gazelle son helicópteros carenados con la célula compuesta de una amplia composición de paneles tipo sándwich metálico. Estos paneles están constituidos de dos revestimientos externo e interno de tol de aleación ligera y un recubrimiento en nido de abejas metálico expansivo, todo pegado en caliente lo hace ligero y rígido. Como muestra la Figura 19 la estructura se compone de:

- Cabina
- Estructura central
- Estructura inferior
- Estructura posterior

### Figura 22

*Composición de la estructura del helicóptero Gazelle AS 341L*



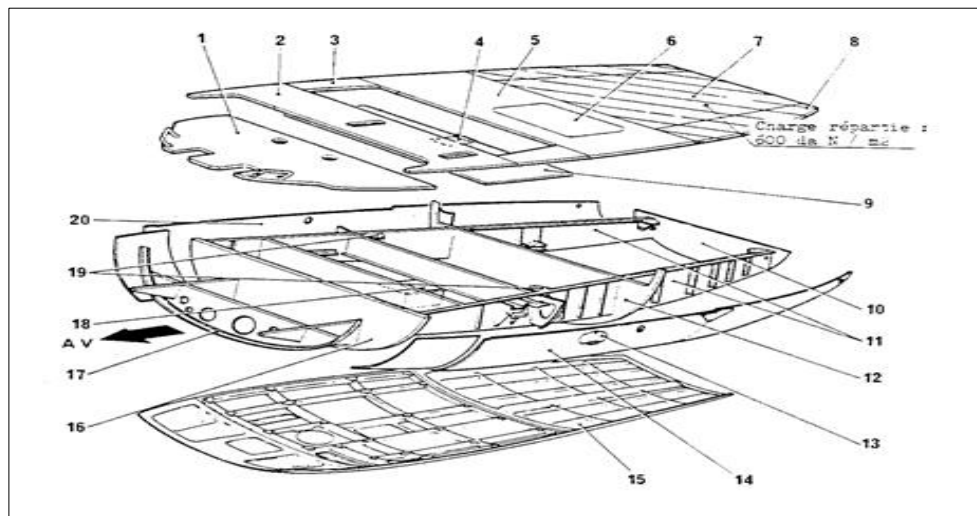
*Nota.* La figura muestra las diferentes secciones de la estructura del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.



## Estructura inferior

### Figura 23

#### Componentes de la estructura inferior interna



*Nota.* La figura muestra los diferentes componentes de la estructura inferior interna del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

La estructura inferior está compuesta de dos estructuras longitudinales, soportan la cabina de la parte delantera y a la estructura central en la parte posterior. Dos orificios son previstos de cada costado para la fijación del tren de aterrizaje. El piso de la cabina es capaz de recibir una carga repartida en toda el aérea del mismo, pero siempre equilibrada. Está equipada de 15 anillos empotrados donde la carga máxima admisible es de 600 daN.

#### Tabla 4

##### Componentes de la estructura interna inferior

Componentes – Estructura interna inferior	
1. Plancha de reposo de los pies de los pilotos	2. Vigas longitudinales
3. Plancha de soporte de los asientos de los pilotos	4. Cuadro
5. Planchas laterales derecha e izquierda	6. Puerto de la toma de la planta externa de 28vdc

<b>Componentes – Estructura interna inferior</b>
--

- |   |   |
|---|---|
| <p>7. Espacio tapado lanza mensajes</p> <p>9. Plancha de soporte de los asientos posteriores</p> <p>11. Tapa de acceso a los equipos de radio ADF</p> <p>13. Plancha central de la bodega</p> <p>15. Plancha lateral de la bodega del equipaje</p> <p>17. Cubeta de reposo de los pies de los pasajeros</p> <p>19. Panel vertical posterior</p> | <p>8. Flanco lateral izquierdo</p> <p>10. Paneles inferiores</p> <p>12. Panel vertical delantero</p> <p>14. Cuadro oblicuo de cabina</p> <p>16. Pasillo del corredor lanza mensajes</p> <p>18. Herraje de fijación del tren de aterrizaje</p> <p>20. Flanco lateral derecho</p> |
|---|---|

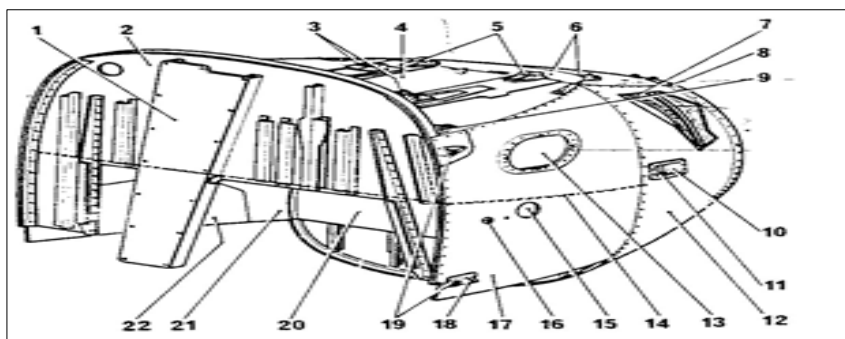
*Nota.* Tomado Manual de Mantenimiento del helicóptero Gazelle SA 341L.

### Estructura central

La estructura central comprende dos partes, un doble cajón en nido de abeja en la parte delantera, donde la parte superior recibe al reservorio de combustible, y la parte inferior delimita a la bodega del equipaje. Como la plancha de cabina, la plancha de bodega del equipaje es capaz de recibir una carga repartida de 600daN/metros cuadrados. El revestimiento superior soporta, la caja de transmisión principal montada sobre una platina flexible, los dos soportes de fijación de la BTP y las palancas acodadas de los comandos del rotor principal.

### Figura 24

*Componentes de la estructura central del helicóptero Gazelle AS 341L*



*Nota.* La figura muestra los diferentes componentes de la estructura central del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

**Tabla 5**

*Componentes de la estructura central*

<b>Componentes – Estructura central</b>	
1. Túnel de pasaje de las bielas de los comandos de vuelo	12. Semi-caparazón trasero izquierdo
2. Cajón delantero	13. Abertura de acceso al reservorio de combustible
3. Herrajes de soporte de la platina	14. Plancha central (recibe el tanque principal de combustible)
4. Plancha mecánica	15. Abertura para el soporte del armamento
5. Herrajes de fijación de las ves de la BTP	16. Abertura para la luz de posición o de navegación
6. Panel superior trasero	17. Panel lateral izquierdo
7. Cuadro de refuerzo	18. Herraje de fijación de la grúa o torno elevador
8. Cuadro oblicuo (acoplado al botalón de cola)	19. Bisagras
9. Herraje de amarre	20. Cajón trasero
10. Estribo	21. Panel lateral derecho
11. Manilla de empuje	22. Puerta de bodega

*Nota.* Tomado Manual de Mantenimiento del helicóptero Gazelle SA 341L.

Un cajón posterior de forma de ovalo que recibe su parte trasera el botalón de cola y en su parte superior soporta el grupo turbomotor, una pared corta – fuego vertical fijada sobre el soporte de la turbina, y una pared de fuego horizontal con tubería de drenaje encaminada a través del botalón de cola.

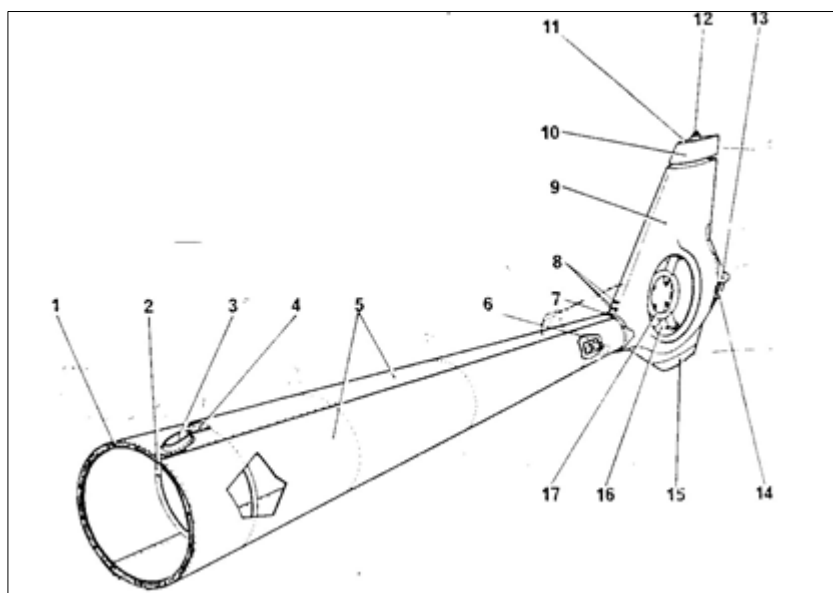
La plancha central está montada herméticamente a fin de prevenir toda fuga de combustible dentro de la bodega. Dos drenajes debajo de la estructura permiten descubrir fugas eventuales de combustible.

### **Botalón de cola**

El botalón de cola, de forma cónica es de tipo monocasco y de material metálico. Soporta al árbol transmisión trasera y a los cables de los comandos del rotor posterior. Su extremidad delantera esta sujeta a la estructura central. Su estructura termina en una deriva vertical de perfil asimétrico, adjunto una ranura circular llamada "FENESTRON" (rotor de cola carenado) que recibe el conjunto de caja y rotor posterior. La estructura del botalón de cola permite la disminución de potencia absorbida por el rotor posterior en vuelo de crucero. (Pasado los 60 nudos no se necesita pedales).

### **Figura 25**

*Componentes del botalón de cola del helicóptero Gazelle AS 341L*



*Nota.* La figura muestra los diferentes componentes del botalón de cola del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

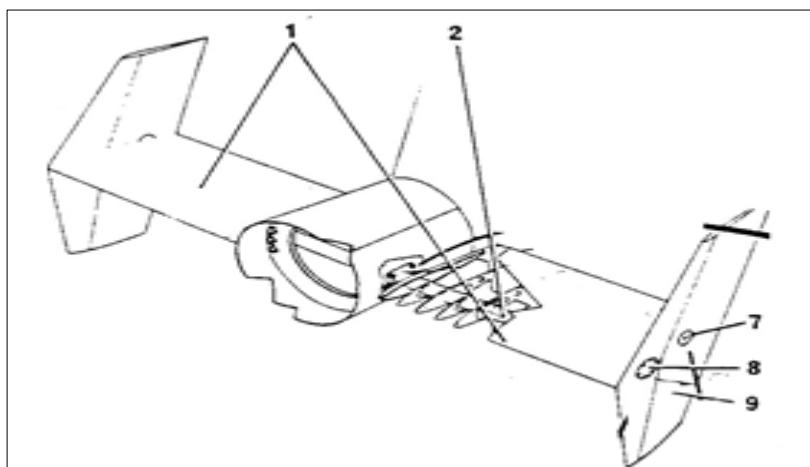
**Tabla 6***Componentes del botalón de cola*

<b>Componentes del botalón de cola</b>	
1. Borde angular	10. Carenaje superior
2. Cuadro	11. Soporte de la luz anticollisión
3. Pasaje del conducto de enfriamiento	12. Luz anticollisión
4. Soporte de poleas	13. Carente trasero
5. Revestimiento metálico	14. Manilla de guiaje
6. Soporte del plano fijo	15. Carenaje de protección
7. Cuadro trasero	16. Conducto del rotor
8. Túnel del pase del de la transmisión trasera	17. Soporte de la BTA
9. Deriva	

*Nota.* Tomado Manual de Mantenimiento del helicóptero Gazelle SA 341L.

**Empenaje**

El empenaje está constituido por el estabilizador horizontal (1) y por paneles laterales (9) que brindan estabilidad al helicóptero en movimientos de guiñada y cabeceo. El estabilizador horizontal está calzado a  $-4^{\circ}$  de la estructura final.

**Figura 26***Componentes y ubicación del empenaje del helicóptero Gazelle AS 341L*

*Nota.* La figura muestra los diferentes componentes del empenaje del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

**Tabla 7***Componentes del empenaje*

<b>Componentes del empenaje</b>	
1. Plano fijo horizontal	7. Herraje de fijación en la nervadura
2. Larguero de fibra de vidrio	8. Herraje sobre el larguero
3. Abrazaderas de ajuste	9. Paneles laterales
4. Alma (Eje o perno)	10. Inclusiones de madera dura
5. Herraje sobre el plano fijo	11. Perno atravesado
6. Herraje sobre el botalón de cola	

*Nota.* Tomado Manual de Mantenimiento del helicóptero Gazelle SA 341L.

**Tren de aterrizaje**

El helicóptero Gazelle es fabricado con un tren de aterrizaje tipo patín. Sin embargo, existe la opción de reemplazar este tren de aterrizaje por uno tipo flotador, lo que permite al helicóptero aterrizar tanto en agua como en tierra. El tren de aterrizaje tipo patín se encuentra en varias versiones:

El primer tipo de tren de aterrizaje que se instaló estaba compuesto por un tren de aterrizaje sin bisagras equipado con amortiguadores. El segundo tipo de tren de aterrizaje, instalado actualmente en las aeronaves de producción, está compuesto por un tren de aterrizaje con bisagras, también conocido como tren de aterrizaje de "baja frecuencia". Este último se puede encontrar en dos versiones:

- Tren de aterrizaje con bisagras de tipo bajo (instalado en la aeronave básica).
- Tren de aterrizaje con bisagras de tipo alto (opcional en la aeronave básica - instalado en la aeronave SA 342II).

Todas las versiones del tren de aterrizaje tipo patín están provistas de soportes utilizados para asegurar las ruedas de manipulación en tierra. Para los helicópteros con un tren de aterrizaje tipo flotador, se requiere un carro especial para la manipulación en tierra.

El tren de aterrizaje tipo skid puede equiparse con diversos elementos:

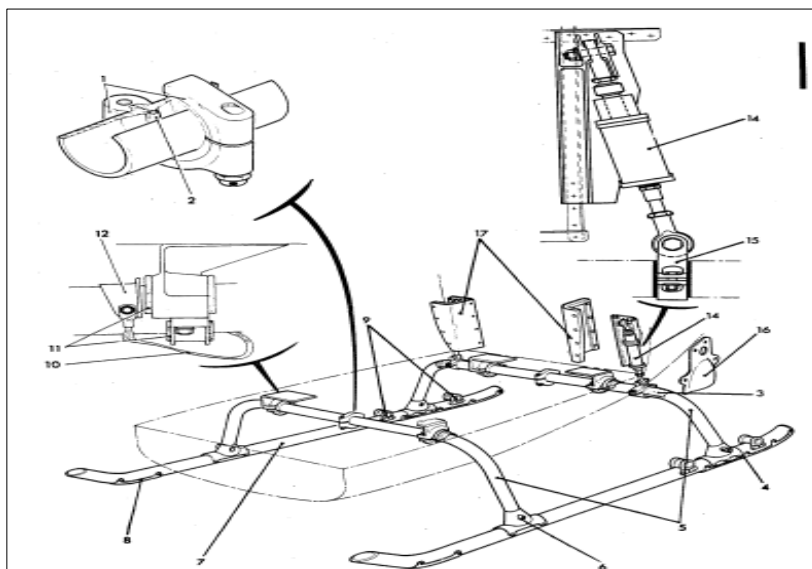
1. Carenados (instalados en las patas delanteras y traseras) que mejoran el aspecto general y las cualidades aerodinámicas de la aeronave.
2. Un dispositivo de flotación de emergencia, utilizado para el rescate en caso de avería sobre el agua.
3. Esquíes que permiten aterrizar sobre nieve blanda.

El tren de aterrizaje se compone de dos partes simétricas, cada una formada por un patín tubular de aleación ligera (7) y dos puntales de acero (5) unidos a la estructura inferior de la aeronave.

Los patines tubulares están curvados hacia arriba en la parte delantera y posterior. Dos placas de desgaste de acero inoxidable, una corta (8) en la parte delantera y una larga (4) en la parte posterior, están aseguradas con pernos debajo de cada patín. En ambos lados del punto de fijación del puntal trasero, se aseguran dos accesorios (9) en el patín, mediante remaches roscados. Estos accesorios se utilizan para las ruedas de rodaje en tierra.

### Figura 27

*Componentes del tren de aterrizaje del helicóptero Gazelle AS 341L*



*Nota.* La figura muestra los diferentes componentes del tren de aterrizaje del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

Los puntales delanteros y traseros se sujetan al patín con pernos y mediante un accesorio provisto de un tubo (6), que permite la colocación de un gato de elevación o se utiliza como punto de anclaje de la aeronave. Las dos partes simétricas están unidas por dos semi-abrazaderas (1), que encierran una brida provista en cada patín. Un anillo (2) asegura el centro, los puntales están asegurados a la estructura en las vigas longitudinales mediante bujes resistentes (11) retenidos por dos semi- carcasas. En el soporte posterior una superficie antideslizante (3) permite acceder a la plataforma de soporte de transmisión y al motor.

Dos amortiguadores hidráulicos (14) aseguran los parantes posteriores a la estructura, su objetivo es evitar la vibración en tierra. En el extremo inferior, están sujetos a una abrazadera (15) asegurada al soporte, y en la parte superior a un soporte (13) integrado en la estructura. En el interior del compartimento de equipaje, los amortiguadores están protegidos por una carcasa (17), atornillada al soporte (13) y a la estructura; en el exterior, están protegidos por una placa de cubierta (16) sujeta a la estructura. Un orificio proporcionado en la placa de cubierta externa permite inspeccionar el nivel de aceite en el depósito del amortiguador.

## **Cabina**

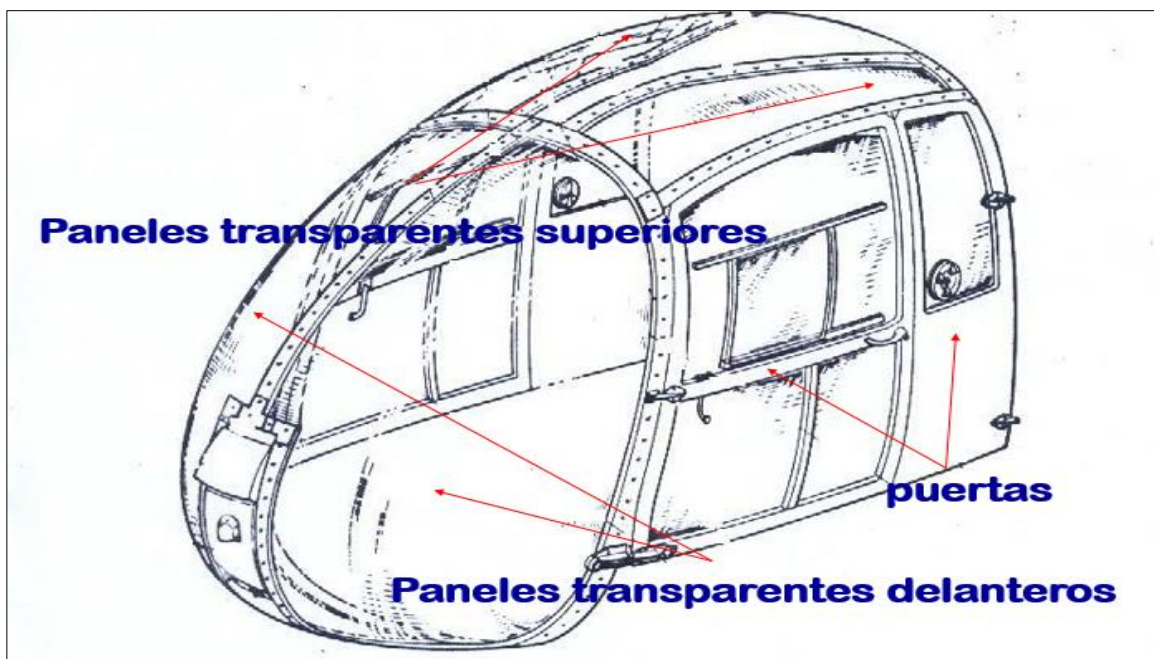
La cabina está constituida en la parte delantera y en la parte superior de paneles largos transparentes de plexiglás asegurando una perfecta visibilidad. Al costado están instaladas dos puertas completamente transparentes y dos puertas pequeñas transparentes a media altura, facilitando el acceso a la parte posterior y al compartimento de carga.

El tipo de plexiglás que se utiliza en la cabina de este helicóptero es **PLEXIGLAS® GS 241, 245, 249**. Tipos especiales de alta calidad óptica, aprobados para acristalamientos de aeronaves, impermeables a los rayos UV (EVONIK, 2008). Las propiedades mecánicas, acústicas, ópticas y eléctricas de este material se encuentran en el **Anexo A**.



## Figura 28

Componentes de la cabina del helicóptero Gazelle AS 341L



*Nota.* Componentes de la cabina del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

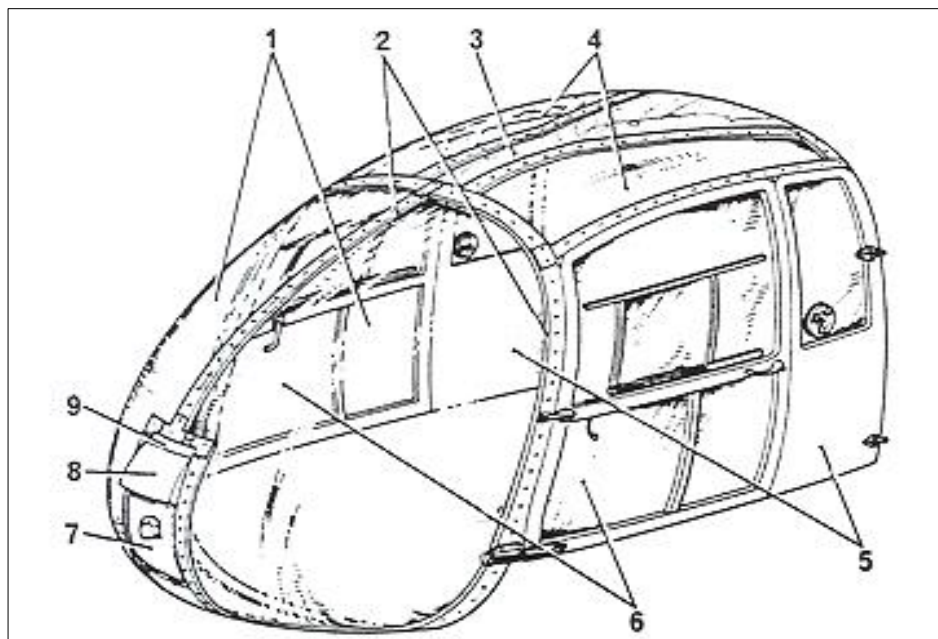
La cabina del Gazelle está equipada con asientos para el piloto y los pasajeros. Dependiendo de la configuración, puede acomodar hasta cinco pasajeros en asientos adicionales detrás de los asientos del piloto. La cabina está diseñada para brindar una buena visibilidad y comodidad a los ocupantes.

### Armazón de la cabina

Tiene una armadura de tubos soldados de aleación ligera. La armadura está fijada sobre la estructura inferior a nivel del cuadro inclinado a 18 grados y sobre la estructura central a nivel de la estación (mamparo) 2571,5. La unión de la armadura es con pernos y tuercas (10 abajo y 16 arriba).

## Figura 29

Componentes del armazón de la cabina del helicóptero Gazelle AS 341L



*Nota.* Componentes del armazón de la cabina del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

### Puertas

La cabina del helicóptero Gazelle SA 341L está equipada con dos puertas delanteras y dos puertas posteriores.

#### Puertas delanteras

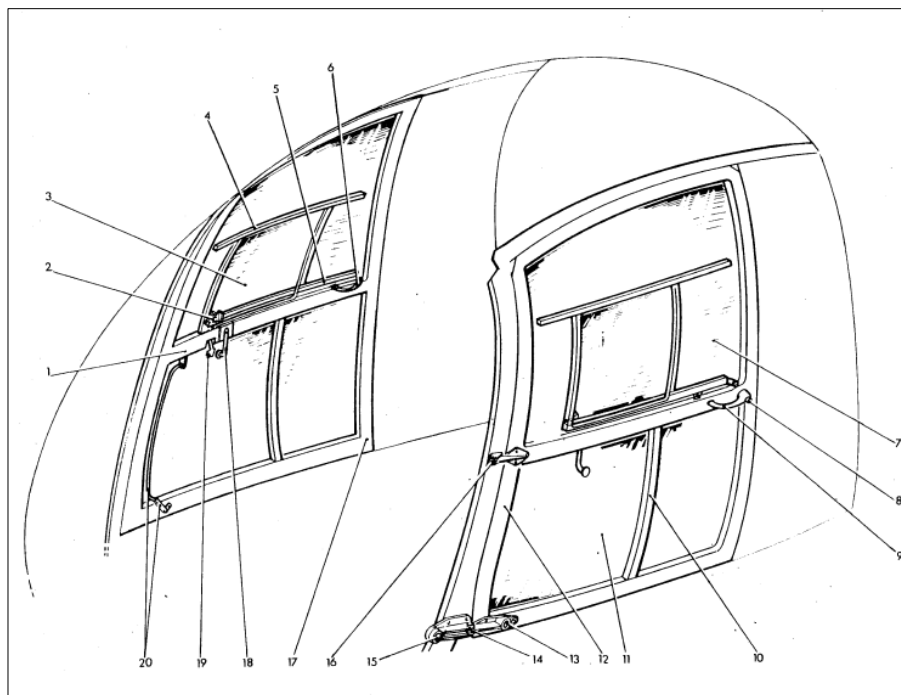
Las dos puertas delanteras son simétricas y se abren hacia la hacia delante. Las puertas delanteras son abatibles.

#### ***Estructura de las puertas delanteras***

Cada puerta gira sobre dos bisagras (14) y (1\_6), cuyos pasadores forman parte del mecanismo de eyección. Los paneles transparentes superior (7) e inferior (11), sujetos en el borde por dos juntas de goma, están sujetos al bastidor por una piel (12) fijada con tornillos y al travesaño y al montante por tiras de recubrimiento fijadas con tornillos.

### Figura 30

#### Componentes de las puertas delanteras del helicóptero Gazelle AS 341L



*Nota.* Componentes de las puertas delanteras de la cabina del helicóptero Gazelle SA 341L.

Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

El panel transparente superior puede alojar un elemento deslizante (3) en raíles de plexiglás. El carril inferior (5) está unido al panel transparente; el raíl superior (4) se fija con tornillos y permite la sustitución del panel deslizante. La hermeticidad de las puertas está garantizada por sellos de caucho pegadas a la a la estructura de la cabina y a la puerta posterior, sobre las que se apoya el revestimiento de la puerta.

#### **Mecanismo de las puertas delanteras**

Incluyen un sistema de cerradura y un sistema de bloqueo, accionados por los mismos mandos. La cerradura garantiza la apertura y el cierre de la puerta y se controla desde el exterior, mediante un botón (8) a través de la manilla (9). Este botón lleva una cerradura de tambor que se puede asegurar con una llave.

Otra manera de controlar es desde el interior de la aeronave, mediante una palanca (19), unida a la cerradura por una varilla. El sistema de bloqueo "puerta abierta" está incorporado en la bisagra inferior.

El bloqueo es automático, un pasador de espiga con resorte (13) alojado en la sección trasera de la bisagra engancha un pasador de enganche (15) alojado en la sección delantera. El desbloqueo se controla mediante una palanca (19) o un pulsador a través de una varilla (20).

### **Puertas posteriores**

Las dos puertas posteriores son simétricas, se abren hacia atrás. Las puertas traseras brindan acceso a la parte posterior de la cabina, sin embargo, para abrir las puertas delanteras deben abrirse primero las posteriores y viceversa.

#### ***Estructura de las puertas posteriores***

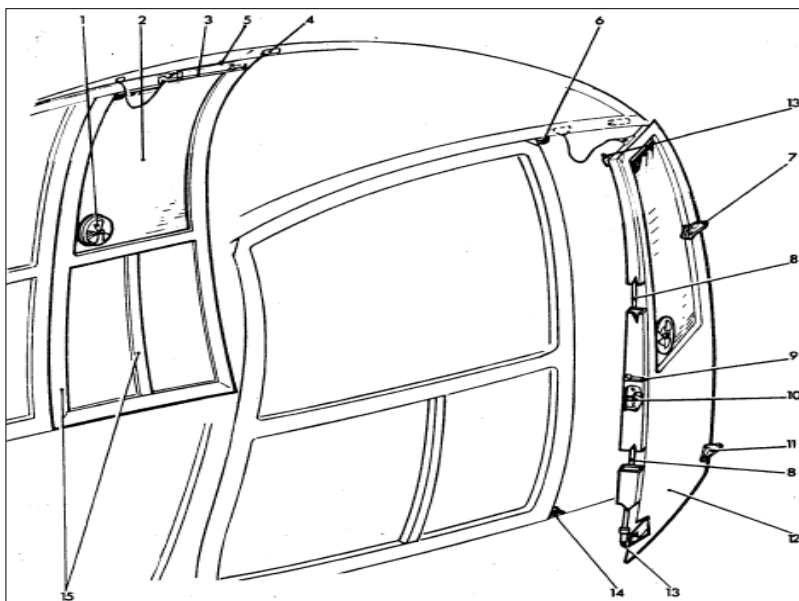
La estructura consta de un marco metálico soldado (15) cubierto por una piel (12) fijada mediante tornillos. Cada puerta oscila sobre 2 bisagras (7) y (11). Un panel transparente (2), fijado a la puerta del mismo modo que en la puerta delantera, incorpora un ventilador (1). La hermeticidad de las puertas está garantizada por sellos de caucho fijados a la estructura de la cabina.

#### ***Mecanismo de las puertas posteriores***

Cada puerta está equipada con dos cerraduras (13) accionadas por una palanca (9) a través de una varilla (8). Las puntas de las aldabas encajan en los casquillos (6) y (14) fijados a la estructura de la cabina para mantener la puerta cerrada.

### Figura 31

Componentes de las puertas posteriores del helicóptero Gazelle AS 341L



*Nota.* Componentes de las puertas posteriores de la cabina del helicóptero Gazelle SA 341L.

Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

### Sistema de eyección de puertas

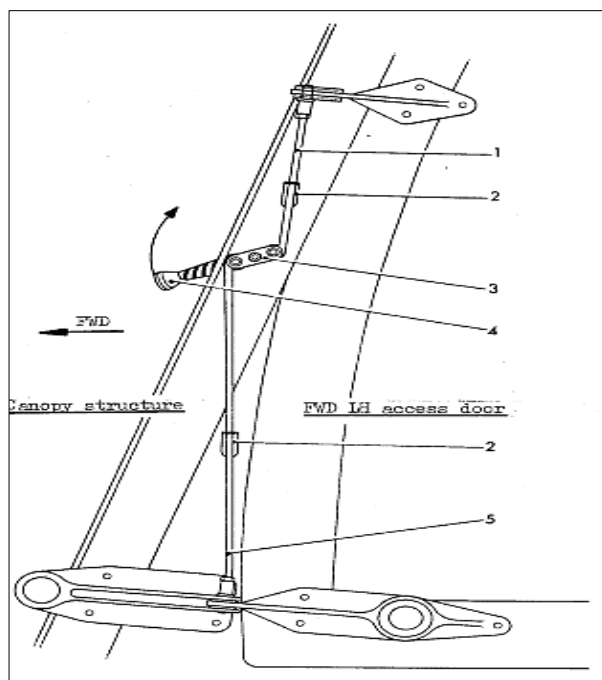
Las puertas delanteras están equipadas con un sistema que permite eyectarlas o retirarlas rápidamente.

Este sistema consta de dos varillas (1) y (5) que pueden moverse hacia arriba y hacia abajo. Éstas actúan como pasadores de bisagra y se sujetan en soportes guía (2). Están unidas entre sí por un eslabón pivotante (3).

Una manilla (4) atornillada al eslabón pivotante permite retirar los pasadores de las bisagras y desbloquear la puerta. Esta manilla se encuentra en el interior de la cabina y se mantiene en su posición normal mediante un cable.

## Figura 32

Sistema de eyección de puertas del helicóptero Gazelle AS 341L



*Nota.* Sistema de eyección de puertas delanteras de la cabina del helicóptero Gazelle SA 341L.

Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.

## Ventanas

Las ventanas de los helicópteros suelen ser de forma rectangular o cuadrada, con esquinas redondeadas para minimizar el estrés concentrado. Las ventanas del helicóptero Gazelle SA 341L están fabricadas con materiales que cumplen con los estándares de seguridad y rendimiento requeridos para la aviación. Están diseñadas para proporcionar una vista clara hacia el exterior y están hechas de materiales transparentes y resistentes, como el vidrio acrílico o el policarbonato.

**Vidrio acrílico:** El vidrio acrílico, también conocido como "Plexiglás" o "Perspex", es un material transparente y resistente a los impactos que se utiliza ampliamente en las ventanas de las aeronaves. Es conocido por su alta claridad óptica y su capacidad para soportar fuerzas y

vibraciones durante el vuelo. Además, el vidrio acrílico puede ser moldeado en formas complejas para adaptarse a las necesidades específicas de diseño de las ventanas.

**Vidrio laminado:** El vidrio laminado se compone de capas de vidrio unidas por una capa de material plástico, como el polivinil butiral (PVB). Este tipo de vidrio se utiliza en algunas ventanas de aeronaves debido a su capacidad para retener los fragmentos en caso de rotura, lo que mejora la seguridad en el caso de impactos.

**Policarbonato:** El policarbonato es otro material utilizado en las ventanas de las aeronaves. Es un material plástico resistente y liviano que ofrece una alta resistencia a los impactos. El policarbonato puede ser una alternativa al vidrio acrílico, ya que es más flexible y puede soportar fuerzas de deformación sin romperse.

### ***Ventanas laterales***

El Gazelle SA 341L cuenta con ventanas laterales en la cabina para proporcionar una vista panorámica al piloto y al copiloto. Estas ventanas están diseñadas para permitir una excelente visibilidad y mejorar la conciencia situacional durante las operaciones.

### **Figura 33**

*Ventanas laterales de la cabina del helicóptero Gazelle AS 341L*



*Nota.* Ventanas laterales de la cabina del helicóptero Gazelle SA 341L.

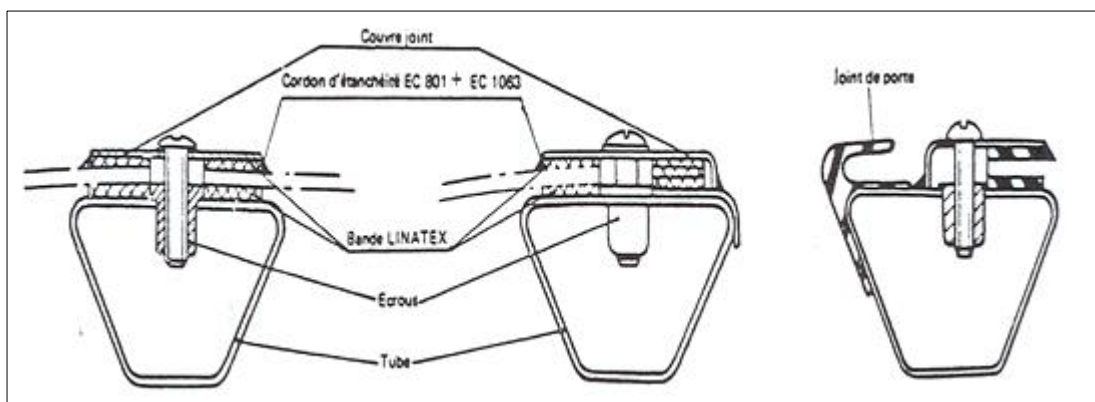
### ***Ventanas posteriores***

En la parte posterior del Gazelle SA 341L, hay ventanas adicionales que proporcionan una vista hacia atrás. Estas ventanas permiten al piloto y a la tripulación tener una visión mejorada de lo que sucede detrás del helicóptero, lo que es especialmente útil durante las operaciones de reconocimiento y vigilancia. Es importante tener en cuenta que la configuración exacta de las ventanas puede variar según la versión específica del Gazelle SA 341L y las modificaciones realizadas en cada aeronave.

Los materiales empleados en helicópteros deben soportar cargas muy elevadas. Para los cristales de los helicópteros se emplea un tipo especial de plexiglás. En pocas palabras, se trata de planchas certificadas de plexiglás fundidas que además se alargan o, como dicen los expertos, se estiran mediante un proceso laborioso y complejo. La ventaja de las planchas de PMMA estiradas: presentan una resiliencia mejorada y una estabilidad química incrementada (Plexiglás, n.d.).

### **Figura 34**

*Sistema de unión de la mica de la ventana de la cabina*



*Nota.* Sistema de unión entre las ventanas y la estructura de la cabina del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de Manual de Mantenimiento de Gazelle SA 341L.



Debido a su elevada calidad óptica, peso reducido y buena procesabilidad, el plexiglás se emplea tradicionalmente en las ventanillas de cabina de aviones de línea y los cristales de la cabina de mando de aviones y helicópteros (Plexiglás, n.d.).

El área de las ventanas de este helicóptero está constituida por dos paneles transparentes de plexiglás dando así una perfecta visibilidad. Estos paneles son fijados entre dos uniones de sellos de caucho asegurando la hermeticidad y se mantienen sobre la armadura por las cubiertas de obturación fijadas por tornillos como se muestra en la Figura 31.

Es importante tener en cuenta que la elección del material de las ventanas puede variar según los requisitos de seguridad, el peso y el rendimiento específicos de cada aeronave. Los fabricantes de helicópteros como Aerospatiale habrían evaluado cuidadosamente los materiales utilizados en las ventanas del Gazelle SA 341L para garantizar su idoneidad en términos de resistencia, claridad óptica y seguridad.

### **Mantenimiento de helicópteros**

El mantenimiento de helicópteros es un aspecto crucial para garantizar su funcionamiento seguro y confiable. Los helicópteros siguen un programa de mantenimiento específico establecido por el fabricante y las autoridades de aviación. Este programa incluye inspecciones regulares, mantenimiento preventivo y tareas de servicio obligatorias en intervalos de tiempo o horas de vuelo específicas.

### **Inspecciones periódicas**

Se llevan a cabo inspecciones periódicas para detectar posibles problemas antes de que se conviertan en fallas. Estas inspecciones incluyen la revisión de componentes clave, sistemas, estructuras, motores y equipos aviónicos.

### **Mantenimiento preventivo**

Se realizan acciones de mantenimiento preventivo según las recomendaciones del fabricante. Esto implica reemplazar componentes desgastados, realizar ajustes, lubricar partes

móviles y llevar a cabo pruebas de funcionamiento para garantizar el rendimiento óptimo del helicóptero.

### **Mantenimiento correctivo**

Cuando se detecta un problema durante una inspección o cuando surge un fallo inesperado, se lleva a cabo el mantenimiento correctivo. Esto implica reparar o reemplazar componentes defectuosos, solucionar problemas eléctricos o mecánicos, y restablecer el helicóptero a su condición de funcionamiento seguro.

Los helicópteros deben cumplir con los requisitos de aeronavegabilidad establecidos por las autoridades de aviación. Esto implica mantener actualizados los registros de mantenimiento, realizar modificaciones y actualizaciones requeridas, y cumplir con los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad emitidos por el fabricante.

El personal encargado del mantenimiento de helicópteros debe recibir una capacitación adecuada y obtener certificaciones apropiadas. Esto asegura que estén familiarizados con los procedimientos correctos, las técnicas de mantenimiento y el uso de herramientas y equipos especializados.

El mantenimiento de helicópteros es un proceso complejo que debe ser llevado a cabo por personal capacitado y autorizado. Además, es importante seguir las directrices y regulaciones establecidas por el fabricante y las autoridades de aviación para garantizar la seguridad y el rendimiento confiable de la aeronave.

### **Modos de mantenimiento**

Básicamente existen cuatro modos de mantenimiento: con tiempo límite, según verificación del estado, con vigilancia del comportamiento (en servicio) y overhaul (Kroes et al., 2013); los mismos que se detallan a continuación.

#### ***Mantenimiento con tiempo límite (Hard Time – HT)***

Es un proceso de mantenimiento en el que se recomienda que un componente sea retirado del avión y revisado (o reemplazado) antes de exceder el intervalo especificado o

Tiempo Entre Revisiones (TBO). Dicha revisión, de acuerdo con los procedimientos y directrices OHM, restaurará la unidad a "tiempo cero", es decir, la revisión será de índole y profundidad requeridas para restaurar el componente a una condición que dará una garantía razonable de funcionamiento satisfactorio hasta la próxima revisión programada.

### **Figura 35**

*Mantenimiento con tiempo límite (Hard Time – HT)*



*Nota.* Tomado de (Skies, 2019).

### ***Mantenimiento según verificación del estado (On Condition – OC)***

Se aplica a los componentes que pueden inspeccionarse, comprobarse o someterse a pruebas periódicas sobre la aeronave con arreglo a normas adecuadas (desgaste, par de torsión, caudal, etc.) que predicen un funcionamiento continuado hasta la siguiente comprobación programada. Si un componente puede satisfacer la definición anterior, entonces el elemento se categoriza adecuadamente como "On - Condition".

La tolerancia de rendimiento y los límites de desgaste o deterioro deben figurar en el Manual de Mantenimiento de la compañía aérea. Los operadores deben mantener datos de fallas de todos los componentes.

**Figura 36**

*Mantenimiento según verificación del estado (On Condition – OC)*



*Nota.* Tomado de (Skies, 2019).

***Mantenimiento con vigilancia del comportamiento (Condition Monitoring – CM)***

Es un Proceso de Control de Mantenimiento que se basa en la vigilancia y evaluación rutinaria del rendimiento del sistema y/o componente del avión como criterio principal para la continuación del servicio del componente. Los Programas de Monitoreo de Condiciones consisten en sistemas de recolección y análisis de datos que un operador utiliza para identificar tendencias de fallas e intenta identificar acciones correctivas que impidan la continuación de una experiencia de servicio insatisfactoria de un componente o sistema en particular.

En pocas palabras, los operadores deben recopilar y analizar datos sobre fallos de componentes o sistemas y aplicar medidas de mantenimiento correctivas cuando se superen los niveles de alerta establecidos correctivas cuando se superen los niveles de alerta establecidos.

**Figura 37**

*Mantenimiento (Condition Monitoring – CM)*



*Nota.* Tomado de (Skies, 2019).

**Overhaul**

Trabajo técnico aeronáutico programado que se ejecuta a una aeronave o componentes de aeronaves, después de haber cumplido el límite de tiempo operacional indicado por el fabricante (TBO<sup>1</sup>), lo cual luego de las acciones de inspecciones respectivas regresa a su condición de aeronavegabilidad original (Aguacando. F, 2023).

**Figura 38**

*Overhaul*



*Nota.* Tomado de (Skies, 2019).

---

<sup>1</sup> Time Between Overhaul.

## **Tipos de inspecciones de mantenimiento**

Esta fase precisa las periodicidades e intervalos del fuselaje y/o motor en tiempo de funcionamiento por horas o tiempo calendario. El primer intervalo alcanzado debe tomarse en consideración, el tiempo de inspección está determinado por el envejecimiento. Se tiene inspecciones programadas y no programadas (Aguacando. F, 2023).

### ***Inspecciones programadas***

Son inspecciones diarias (pre-vuelo, entre-vuelo y post-vuelo), complementarias y sus múltiplos, periódicas y sus múltiplos, según los requerimientos establecidos por el fabricante. A fin de facilitar la planificación de las inspecciones en función de la utilización de la aeronave se admiten tolerancias; las tolerancias no son acumulativas, no modifican los intervalos de la inspección siguiente (Aguacando. F, 2023).

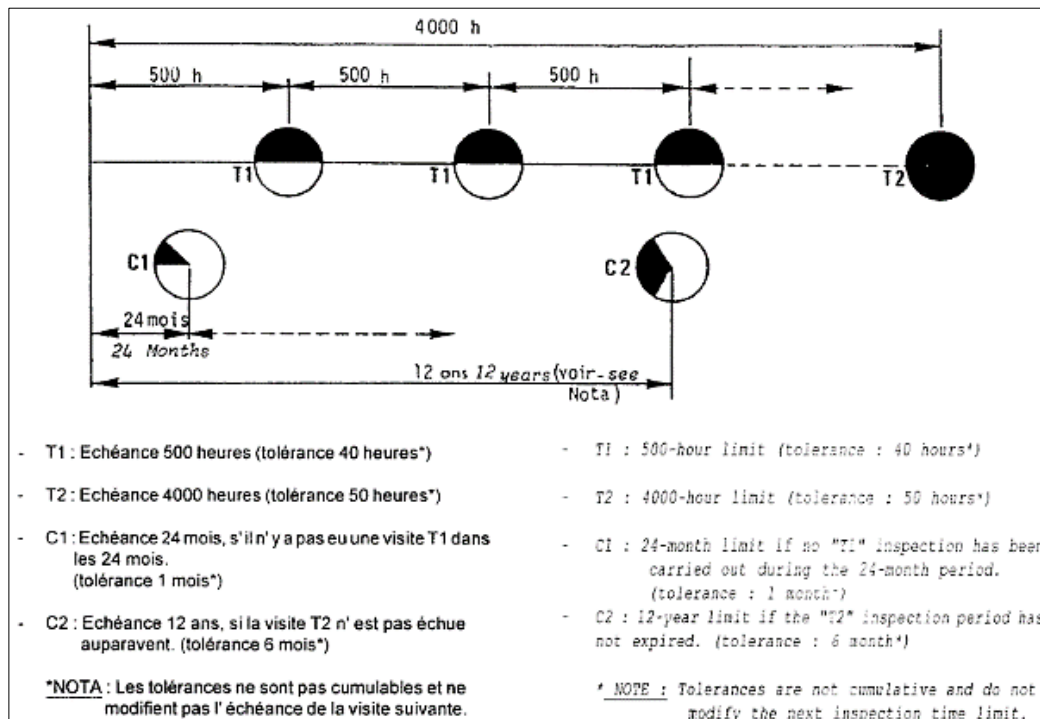
En la Figura 32 se detalla el ciclo de mantenimiento en base al programa de mantenimiento del helicóptero Gazelle AS 341L. Las inspecciones programadas se agrupan por funciones relevantes, los intervalos para las operaciones vinculadas al ciclo de mantenimiento se dan mediante códigos (Aguacando. F, 2023).

### ***Inspecciones no programadas***

Son aquellas de carácter correctivo, este tipo de inspecciones complementan en lo que concierne a las operaciones de carácter eventual o temporal. Pueden ser inspecciones eventuales o especiales que se ejecutan como consecuencia de incidentes o accidentes, además a causa de un mal funcionamiento o defectos de fabricación que son emitidas mediante boletines de servicio para su aplicación (Aguacando. F, 2023).

Figura 39

Ciclo de mantenimiento del helicóptero Gazelle AS 341L



Nota. Ciclos de mantenimiento del Helicóptero Gazelle. Tomado de (Airbus Helicopters, 2022).

### Manuales del helicóptero Gazelle AS 341L

Cada categoría se caracteriza por una letra código, a fin de facilitar la identificación de los manuales como se detalla en la Tabla 8. Además, estos podrán estar en inglés, francés, español o combinación de los mismos, según los requerimientos de los operadores y de las políticas establecidas por las autoridades competentes (Aguacón. F, 2023).

Tabla 8

Manuales de la aeronave

Manuales	
Empleo	Letra código "P"
Mantenimiento	Letra código "M"
Especial	Letra código "S"
Identificación	Letra código "T"

Figura 40

Manuales Gazelle AS 341L

Airbus Helicopters	GAZELLE	P.R.E
<u>5.00 - GENERALITES</u> <u>GENERAL</u>		
<p><u>NOTA</u> : - Lorsque le nom d'EUROCOPTER ou autre désignation (ex. : Aérospatiale, Sud Aviation, etc.) est présent dans la documentation, il faut lire Airbus Helicopters.</p> <p>- Lorsque le nom TURBOMECA est présent dans la documentation, il faut lire SAFRAN HE.</p> <p>- Toutes les demandes techniques doivent être adressées à Airbus avec l'application "Technical Request", suivant MTC 20-08-05-107.</p>	<p><u>NOTE</u> : - When the name EUROCOPTER or other designation (ex: Aérospatiale, Sud Aviation, etc) is found in the documentation, you should read Airbus Helicopters.</p> <p>- When the name TURBOMECA is found in the documentation, you should read SAFRAN HE.</p> <p>- All technical queries to Airbus must be raised through the Technical Request Management tool, according to procedure MTC 20-08-05-107.</p>	
1 - <u>AVANT PROPOS</u>	1 - <u>FOREWORD</u>	
A <u>Manuel d'entretien</u>	A <u>Maintenance manual</u>	
<p>Les prescriptions et informations relatives à cet hélicoptère se répartissent dans des documents distincts ayant chacun leur vie propre :</p> <p>(1) Le présent manuel intitulé <u>PROGRAMME RECOMMANDE D'ENTRETIEN</u> énumère et situe toutes les opérations d'entretien intervenant au cours de la vie et de l'utilisation de l'hélicoptère.</p> <p>(2) Le <u>Manuel d'Entretien</u> réunit toutes les informations nécessaires à l'entretien et à la mise en oeuvre des appareils et :</p>	<p>Information and instructions relative to the GAZELLE helicopter are contained in two separate, independent publications.</p> <p>(1) The present manual entitled "<u>RECOMMENDED SERVICING RECOMMENDATIONS</u>" (P.R.E.) specifies and locates all maintenance operations to be carried out during the life and operation of the helicopter.</p> <p>(2) The <u>Maintenance Manual</u> groups all the information required for maintenance and operation of the aircraft and:</p>	

Nota. La figura muestra los manuales del helicóptero. Tomado de (Airbus Helicopters, 2022).



Tabla 9

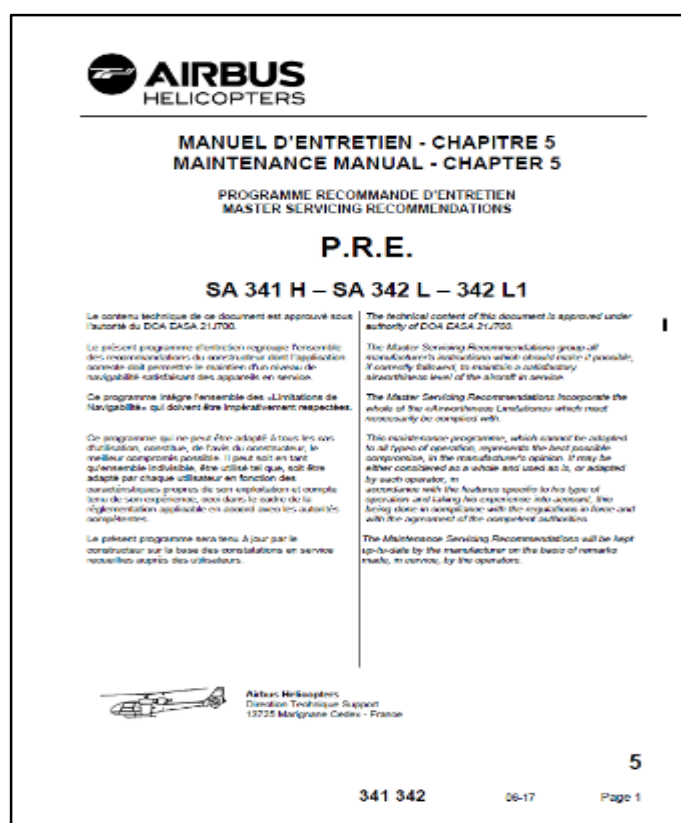
## Manuales del helicóptero Gazelle AS 341L

Designación	Código
Manual de vuelo	PMV
Manual del piloto	PMM
Registro de peso y centrado	PMC
Programa recomendado de mantenimiento	PRE

Nota. Tomado de (Airbus, 2022).

Figura 41

## Programas de mantenimiento



Nota. Programa recomendado de mantenimiento (PRE. Tomado de (Airbus Helicopters, 2022).

Tabla 10

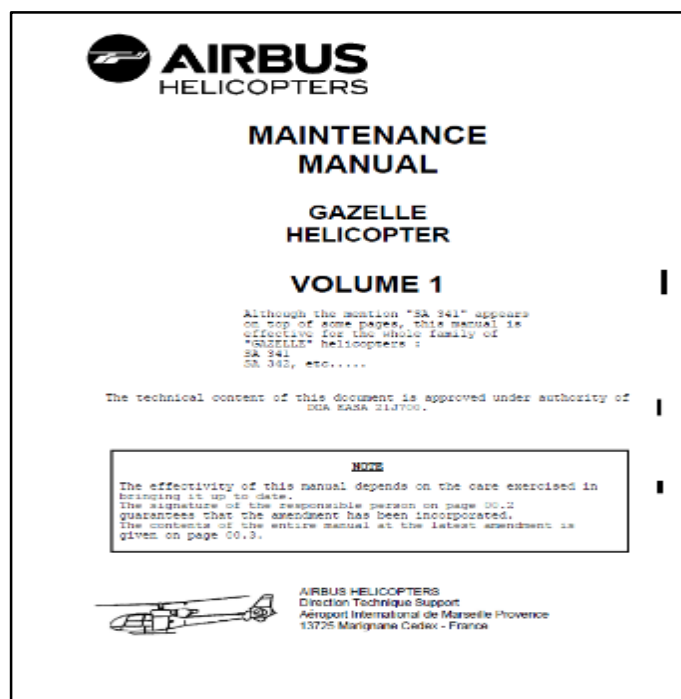
Categoría de “mantenimiento” en el helicóptero Gazelle AS 341L

Designación	Código
Manual de descripción y funcionamiento	MDF
Manual de mantenimiento	MDE
Manual de circuitos y esquemas	MCS
Manual de fallas y diagnósticos	MFI
Manual de reparación	MRR
Manual de revisión	MRV
Manual de almacenamiento y preservado	MST
Manual de técnicas corrientes	MTC

Nota. Tomado de (Airbus, 2022).

Figura 42

MDE - Manual de mantenimiento



Nota. Tomado de (Airbus Helicopters, 1988).

**Tabla 11**

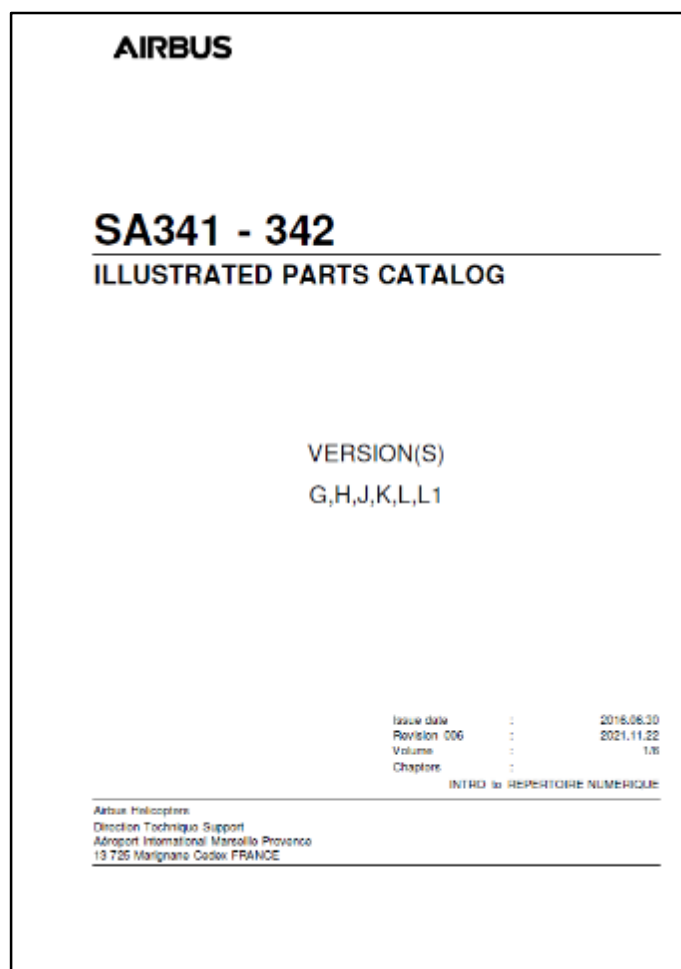
*Categoría de “identificación” en el helicóptero Gazelle AS 341L*

<b>Designación</b>	<b>Código</b>
Catálogo ilustrado de partes	IPC
Catálogo de herramientas especiales	ICO
Catálogo complementario de abastecimientos	ICA

*Nota.* Tomado de (Airbus, 2022).

**Figura 43**

*IPC - Catálogo ilustrado de partes*



*Nota.* La figura muestra el catálogo ilustrado de partes (IPC), el mismo que provee nomenclatura y aprovisionamiento de las aeronaves. Tomado de (Airbus Helicopters, 2021).

**Tabla 12***Documentos técnicos de helicóptero Gazelle AS 341L*

<b>Designación</b>	<b>Código</b>
Boletines de servicio	SBT
Carta de servicio	SLT
Télex de servicio	STX
Noticias de información	IN
Noticias de información de seguridad	SIN

*Nota.* Tomado de (Airbus, 2022).

## **Capítulo III**

### **Desarrollo del tema**

#### **Descripción general**

En este capítulo se detalla paso a paso el proceso de mantenimiento de las ventanas y parabrisas del helicóptero Gazelle SA 341L, teniendo en cuenta siempre las recomendaciones de los diferentes manuales del helicóptero tales como son el manual de mantenimiento, el manual de reparaciones estructurales, el manual de técnicas corrientes y el catálogo ilustrado de partes. Se realizó el mantenimiento de la estructura de la cabina y de las ventanas ya que estos componentes son de vital importancia para que la aeronave no sufra daños al estar expuesta a la intemperie.

Los diferentes trabajos de mantenimiento de las ventanas y parabrisas del helicóptero Gazelle SA 341L se efectuaron en las instalaciones de la Brigada de Aviación Nro. 15 "Paquisha" del Ejército Ecuatoriano ya que cuentan con las herramientas y equipos necesarios para cumplir con los ítems requeridos. Al ser el helicóptero Gazelle SA 341L una donación como material didáctico hacia la universidad, fue de vital importancia el acompañamiento de los técnicos de mantenimiento de la brigada para que todas las tareas de mantenimiento se efectúan con la debida precaución del caso y sumado la experticia de los mismos para cumplir con el debido proyecto de titulación.

Cabe recalcar que todas las actividades de mantenimiento involucraron el uso de material nuevo ya que algunos componentes se encontraban en condiciones inservibles, lo que conlleva a comprar o gestionar varios componentes con las otras bases del ejército, de tal manera que se garantizó la seguridad de los usuarios de la aeronave.

#### **Preparación del área de trabajo**

El helicóptero Gazelle SA 341L se encontraba en la sección de mantenimiento de la Brigada de Aviación Nro. 15 "Paquisha" del Ejército Ecuatoriano, por tal razón al estar dentro

de un hangar, donde existen diferentes aeronaves fue de vital importancia acordonar el área de trabajo con señales de precaución y peligro.

#### **Figura 44**

*Estado inicial del helicóptero Gazelle SA 341L*



*Nota.* La figura muestra el estado inicial del helicóptero Gazelle, el mismo que se encontraba sin parabrisas ni ventanas.

Se ubicó una estantería con su respectiva etiqueta (Gazelle E367), la cual permitió que exista una correcta ubicación de los componentes que se removerían de la aeronave. Para realizar los trabajos de limpieza, inspección y mantenimiento de los componentes se ubicaron tres mesas de trabajo las mismas que permitieron trabajar de manera ordenada y con la referencia de los manuales de mantenimiento. Por último, se estableció las herramientas y equipos a ser utilizadas para los respectivos trabajos de mantenimiento.

### **Inspección de las ventan y parabrisas**

Como se muestra en la Figura 37 el helicóptero Gazelle se encontraba en un estado inicial de solo estructura, de tal manera que se procedió a realizar la búsqueda en las bodegas del hangar, donde se localizó tanto las ventanas y parabrisas del mismo. Aquí también se constató que la mica de la ventana derecha y la burbuja tenían una rajadura.

### **Figura 45**

*Inspección de la estructura de sujeción*



*Nota.* La figura muestra la inspección del área de sujeción de los parabrisas y ventanas.

Se realizó una inspección visual de los soportes laterales, superiores e inferiores que soportan las ventanas y parabrisas, dando como resultado la pérdida de tornillos y arandelas que sujetan las dos superficies, por consiguiente, se procedió a verificar si existían en la bodega de repuestos los mismos que sirvieron para el procedimiento de instalación.

### **Limpieza de las puertas del helicóptero**

El plexiglás es una marca comercial de polimetacrilato de metilo (PMMA). El plexiglás es una resina sintética, transparente y termoplástica. Se trata de un material "blando", sensible a agentes químicos y a tensiones externas e internas. De tal manera se debe manipular el

plexiglás con cuidado para impedir la formación de rayaduras o los fenómenos de cracking (grietas, micro fisuras).

Es de vital importancia seguir las recomendaciones del manual en cuanto a la limpieza del material plexiglás, el mismo que menciona que está prohibido usar los siguientes productos: todo tipo de alcoholes, los disolventes: baltane (dejar de utilizar), combustibles, diluyentes de pintura, metiletilcetona, (Agente de limpieza CM 217), acetona, (Agente de limpieza CM 203), tricloroetileno, (Agente de limpieza CM 204), benceno.

#### **Figura 46**

*Limpieza de las puertas y ventanas*



Hay que recalcar que la ventana de la puerta derecha del helicóptero, no se encontraba así que se procedió fabricar de acuerdo a las dimensiones y requerimientos del manual, para lo cual se procedió a cortar la lámina de plexiglás y luego se aplicó el proceso de taladrado de los agujeros por donde ingresan los tornillos de sujeción. Este proceso está descrito en el manual de técnicas corrientes, a continuación, se describe los pasos a seguir:

#### **Reparación de la ventana derecha**

Como se detalló en la parte de la inspección de las ventanas, se encontró una rajadura en la ventana de la puerta posterior derecha, de tal manera que se aplicó los procedimientos del manual de mantenimiento, para reparar dicho componente.



En el manual de mantenimiento en el capítulo 53-10-801, bajo el tema reparación de paneles transparentes menciona dos métodos para realizar las reparaciones en este tipo de material, el primero es utilizando un pedazo de plexiglás y el segundo es instalando unas arandelas en el inicio y final de la reparación. Hay que recalcar que si se utiliza cualquiera de los dos se debe primero interrumpir las grietas. Para la reparación de la ventana se escogió el segundo método.

### ***Proceso de interrupción de las grietas***

Este un paso fundamental que se debe realizar antes de proceder a realizar la reparación completa. Se taladró en el extremo de la grieta un orificio de 3 mm de diámetro como muestra la Figura 46. Para las grietas en forma de estrella, interrumpir cada extremo de las bandas de la estrella de la misma manera.

### **Figura 47**

*Interrupción de grietas*



### ***Proceso de reparación de grietas por ensamblaje***

Cerciorarse de que el centro de la perforación permite el paso de un tornillo de diá. = 4 mm, de lo contrario, taladrar a 4,2 mm.

Cortar dos arandelas en 5052 que recubran la perforación principal situada en el centro de la grieta en forma de estrella. Pegar en estas arandelas una junta de goma de 1 mm de espesor. Taladrar en el centro de estas arandelas un orificio de 4,2 mm de diámetro. Pegar estas dos arandelas en el interior y exterior del plexiglás y unir el conjunto tornillo, arandela y tuerca. A unos 4 mm del borde las grietas, taladrar a una distancia igual y a tresbolillo, orificios de 1,5 mm al paso de 10 mm. Atar estas dos líneas con un hilo de nylon de 1 mm de espesor, el hilo nylon utilizado es de uso comercial. Todos los procesos se pueden observar en la Figura 47

### **Figura 48**

*Reparación de grietas*



### **Reparación del parabrisas izquierdo frontal**

Como resultado de la inspección de los parabrisas, se observó que el parabrisa izquierdo frontal poseía una rajadura, para lo cual se procedió a realizar la respectiva reparación de acuerdo a la documentación técnica.

En el manual de mantenimiento en el capítulo 53-10-801, bajo el tema reparación de paneles transparentes menciona dos métodos para realizar las reparaciones en este tipo de material, el primero es utilizando un pedazo de plexiglás y el segundo es instalando unas arandelas en el inicio y final de la reparación. Hay que recalcar que si se utiliza cualquiera de

los dos se debe primero interrumpir las grietas. Para la reparación del parabrisas se escogió el segundo método.

### ***Proceso de interrupción de las grietas***

Este un paso fundamental que se debe realizar antes de proceder a realizar la reparación completa. Se taladró en el extremo de la grieta un orificio de 3 mm de diámetro como muestra la Figura 48. Para las grietas en forma de estrella, interrumpir cada extremo de las bandas de la estrella de la misma manera.

### **Figura 49**

*Interrupción de grietas del parabrisas*



### ***Proceso de reparación de grietas por ensamblaje***

Garantizar de que el centro de la perforación permite el paso de un tornillo de diá. = 4 mm, de lo contrario, taladrar a 4,2 mm.

Cortar dos arandelas en 5052 que recubran la perforación principal situada en el centro de la grieta en forma de estrella. Pegar en estas arandelas una junta de goma de 1 mm de espesor. Taladrar en el centro de estas arandelas un orificio de 4,2 mm de diámetro. Pegar estas dos arandelas en el interior y exterior del plexiglás y unir el conjunto tornillo, arandela y tuerca. A unos 4 mm del borde las grietas, taladrar a una distancia igual y a tresbolillo, orificios

de 1,5 mm al paso de 10 mm. Atar estas dos líneas con un hilo de nylon de 1 mm de espesor de uso comercial. Todos los procesos se pueden observar en la Figura 49.

### Figura 50

*Reparación de grietas del parabrisas*



### Proceso de pulido de los parabrisas y ventanas

Tras las operaciones de conformado o montaje, los parabrisas de plexiglás pueden presentar algunos fallos (rayaduras, por ejemplo). El objetivo del pulido consiste en eliminar dichos fallos. Para ello estos procesos deben efectuarse correctamente sólo en un taller con suficiente luminosidad (800 lux como mínimo), exento de polvo abrasivo (ausencia de trabajos de mecanizado o albañilería a proximidad). Adecuar el área para facilitar la operación de pulido (pasarela, desmontaje de pieza en la mesa, etc.).

A fin de limitar estas acciones agresivas para el material transparente a lo estrictamente necesario, se debe evaluar antes la profundidad de las rayaduras. Esta evaluación se realiza "con la uña", de esta manera, se distinguirán las rayaduras sensibles a la uña (rayaduras profundas) de las rayaduras no sensibles a la uña (rayaduras ligeras).

Para el proceso de pulido se realizó con el pulimento KIT 3M, como se muestra en la Figura 50.

**Figura 51**

*Pulido de los parabrisas y ventanas*

***Normas del pulido***

Se adaptó el tamaño del abrasivo al tamaño del fallo que se desea eliminar. Luego se procedió a limpiar la superficie con un trapo limpio. Seguidamente se aplicó el producto o pulimento el paso 1, haciendo pequeños movimientos circulares hasta cubrir toda la superficie. El tiempo de espera para que actúe el producto fue de 10 minutos, luego se procedió a la limpieza del mismo con un trapo limpio y seco. Luego se aplicó el paso 2 y el paso 3 respectivamente con el mismo lapso de tiempo en cada pulida como se muestra en la Figura 51.

**Figura 52**

*Normas de pulido de los parabrisas y ventanas*



El resultado final se muestra en la Figura 52 donde se puede observar las ventanas y parabrisas instaladas en la aeronave.

**Figura 53**

*Resultado final del mantenimiento de las ventas y parabrisas*



## Capítulo IV

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- Se estableció la información respectiva y específica a ser utilizados, lo cual facilitó las diferentes tareas de mantenimiento de las ventanas y parabrisas del helicóptero Gazelle AS 341L.
- La remoción de las ventanas y parabrisas del helicóptero para realizar el mantenimiento de las micas y componentes de sujeción, permitió que se lleven a cabo todas las tareas de acuerdo a los manuales técnicos.
- El mantenimiento de las ventanas y parabrisas del helicóptero abarcó varias reparaciones, las mismas que se concluyeron de manera satisfactoria dando como resultado la instalación efectiva de las puertas y paneles de sujeción.

**Recomendaciones**

- Utilizar los manuales técnicos adecuados de acuerdo a la tarea a realizar y siempre verificar la actualización de los mismos.
- Realizar una pre inspección del área donde se realice el mantenimiento y preparar toda la herramienta necesaria para cumplir con las tareas de mantenimiento.
- Establecer un programa de mantenimiento que permita garantizar el uso de los diferentes sistemas del helicóptero, una vez que se ubique en las instalaciones de la universidad.



## Glosario

**Aeronave:** Toda máquina que pueda sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

**Botalón de cola:** El colín o botalón, que puede llevar o no aletas estabilizadoras, el conjunto que une el grupo de cola al fuselaje principal. El botalón de cola está sujeto al fuselaje central al igual que la deriva o pilón de cola

**Empuje:** El empuje es un término utilizado para describir la fuerza generada por un motor que impulsa un avión hacia adelante. El empuje es fundamental para el despegue, la ascensión y la velocidad de un avión durante el vuelo. También se define como la fuerza que mueve un avión hacia adelante a través del aire. El empuje es creado por una hélice o un motor a reacción.

**Fenestron:** Un Fenestron (a veces denominada alternativamente cola de milano o disposición de "ventilador en aleta") es un rotor de cola de helicóptero cerrado que funciona como un ventilador con conductos

**Hard Time:** Un componente que es "HT" o "Hard Time" simplemente significa que el componente tiene una vida definida. Normalmente se contabilizará en Horas de Aeronave o Ciclos de Aeronave (aunque pueden ser días naturales). cualquier componente que tiene una vida útil limitada de acuerdo con el Programa de mantenimiento acordado y el Documento de planificación de mantenimiento y cuya vida útil puede restaurarse por completo mediante el mantenimiento adecuado.

**Helicóptero:** Un helicóptero es una aeronave con al menos una hélice o rotor horizontal que le permite despegar y aterrizar verticalmente, moverse en cualquier dirección y permanecer estacionario en el aire. Un avión, por el contrario, debe despegar y aterrizar horizontalmente, moverse en una dirección y no puede permanecer estacionario en el aire.

**Inspección:** El proceso de examinar, verificar y probar sistemáticamente los miembros, componentes y sistemas estructurales de la aeronave, para detectar condiciones inservibles reales o potenciales.

**Mantenimiento:** Es el proceso de garantizar que una aeronave sea segura y confiable para el vuelo a través de inspecciones, reparaciones y reemplazos regulares de sus componentes, sistemas y estructuras. Es un aspecto crítico de la seguridad aérea, ya que incluso los fallos o defectos menores pueden tener graves consecuencias en el aire.

**Overhaul:** Reparación general (overhaul). Es el restablecimiento de una aeronave o componente de aeronave por inspección y reemplazo, de conformidad con un estándar aprobado para extender el potencial operacional.

**Plexiglás:** También conocido como acrílico, vidrio acrílico o científicamente como Polimetilmetacrilato (PMMA), el plexiglás es un termoplástico transparente a base de petróleo típicamente fabricado en láminas. Es un material fuerte, resistente y liviano, con una mayor resistencia al impacto que el vidrio.

**Reparación:** Aunque no se define específicamente en las reglamentaciones, una reparación es el mantenimiento que se lleva a cabo para restaurar un producto con certificado de tipo a "condiciones para un funcionamiento seguro". Normalmente asociada con la devolución de un accesorio/componente o aeronave a una condición de servicio.

**Sustentación:** Se define como la componente de la fuerza aerodinámica que es perpendicular a la dirección del flujo, y la resistencia es la componente que es paralela a la dirección del flujo. Un fluido que fluye alrededor de la superficie de un objeto sólido aplica una fuerza sobre él.

## Bibliografía

- Aérospatiale SA341 Gazelle* - Wikipedia, la enciclopedia libre. (n.d.). Retrieved March 27, 2023, from [https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%A9rospatiale\\_SA341\\_Gazelle](https://es.wikipedia.org/wiki/A%C3%A9rospatiale_SA341_Gazelle)
- Aguacando. F. (2023). *Inspección de 500 horas o 24 meses del sistema de luces de acuerdo al ATA 33 del manual de mantenimiento del helicóptero Gazelle AS 341L*. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/35750>
- Airbus. (2022). *Military support centres | Airbus*. <https://www.airbus.com>
- Airbus Helicopters. (1988). Maintenance Manual - MDE (Gazelle). In *Gazelle Helicopter* (Vol. 1). Direction Technique Support.
- Airbus Helicopters. (2021). *Illustrated Parts Catalog - IPC (Gazelle)* (Vol. 1). Direction Technique Support.
- Airbus Helicopters. (2022). *Master Servicing Recommendations - PRE (Gazelle)* (Vol. 1). Direction Technique Support.
- Barcala M, & Rodríguez A. (n.d.). *Sistema de absorción de vibraciones*.
- Barrera Ramírez, V. R. (2011). *Construcción de la cabina de mando y soporte para el banco de pruebas de un motor recíproco del Avión Volksplane para el ITSA*. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/29393>
- CMV. (2020). *¿Sabe cómo vuela un helicóptero? Conozca más detalles sobre estas aeronaves - Diario El Mercurio*. EL MERCURIO. <https://elmercurio.com.ec/2020/11/05/sabe-como-vuela-un-helicoptero-conozca-mas-detalles-sobre-estas-aeronaves/>
- DGAC. (2010). *RDAC PARTE 001 - DEFINICIONES Y ABREVIATURAS*.
- Ejército Ecuatoriano. (2022a). *Aviación del Ejército*. <https://ejercitoecuadoriano.mil.ec/institucion/fftt/sistema-de-armas/aviacion-del-ejercito>
- Ejército Ecuatoriano. (2022b). *HELICOPTEROS ECUATORIANOS*. <https://geocities.ws/aeronavesfaeaeecenepa/aee-helicopteros.html>
- ESPE. (2022). *Historia | ESPE*. <https://www.espe.edu.ec/historia/>

- EVONIK. (2008). *PLEXIGLAS® GS/PLEXIGLAS® XT Descripción del producto*.
- FAA. (n.d.). *Aviation Maintenance Technician Handbook– Airframe*. Retrieved May 19, 2023, from <https://www.aprendamos-aviacion.com/2022/01/componentes-principales-del-helicoptero.html>
- Gomez, J. G. (2010). *Helicópteros - como funciona e historia*.  
<https://www.pasionporvolar.com/helicopteros-como-funciona-e-historia/>
- Helicóptero - Qué es, usos, definición y concepto*. (n.d.). Retrieved May 19, 2023, from <https://definicion.de/helicoptero/>
- Ibañez P, & Acurio M. (2010). *ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN INSTRUMENTO VIRTUAL PARA EL ANÁLISIS DE VIBRACIONES DE UN HELICÓPTERO LAMA 315 B PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA ESPECIALIDAD INSTRUMENTACIÓN*.
- Kroes, M., Watkins, W., Delp, F., & Sterkenburg, R. (2013). *Aircraft Maintenance and Repair*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Lesano Vargas, J. R. (2015). *Rehabilitación del sistema de combustible auxiliar según el manual de mantenimiento del helicóptero GAZELLE SA 342-L para la capacitación práctica de los alumnos del curso de Aerotécnicos de la especialidad de helicópteros en la “Escuela Técnica de Aviación del Ejército”*.  
<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/28781>
- Plexiglas. (n.d.). *Impulsar las innovaciones en la industria aeronáutica*. Retrieved May 8, 2023, from <https://www.plexiglas.de/en/applications/impulsar-las-innovaciones-en-la-industria-aeronautica?lang=es>
- REVFINE. (2021). *Industria de la aviación: todo lo que necesita saber sobre el sector de la aviación*. <https://www.revfine.com/es/industria-de-aviacion/>

- Skies. (2019). *A modified course: Heli-One - Skies Mag*. <https://skiesmag.com/features/a-modified-course-heli-one/>
- Tarco. (2021). "Remoción e Instalación del sello de la toma de potencia y la arandela de fricción, en 'PAQUISHA.'"
- Tarco, S., & René, E. (2021). "Remoción e Instalación del sello de la toma de potencia y la arandela de fricción, en 'PAQUISHA.'"
- Tarsi, A., & Fiori, S. (2021). Lie-Group Modeling and Numerical Simulation of a Helicopter. *Mathematics*, 9, 2682. <https://doi.org/10.3390/math9212682>
- TMAS Aviación. (n.d.). *Tipos de rotores de helicópteros* -. Retrieved June 30, 2023, from <https://www.tmas.es/blog/helicopteros/tipos-de-rotores-de-helicopteros/>

## **Anexos**