



“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”

Aguacondo Cano, Erick Fernando

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

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

Tlgo. Zurita Caisaguano, Jonathan Raphael

13 de febrero del 2023

Latacunga



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

Certificación

Certifico que la monografía: **“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”** fue realizada por el señor **Aguacondo Cano, Erick Fernando**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 13 de febrero del 2023



Firmado electrónicamente por:
**JONATHAN RAPHAEL
ZURITA CAISAGUANO**

Tlgo. Zurita Caisaguano, Jonathan Raphael

C.C.: 0503068660



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Aguacondo Cano, Erick Fernando**, con cédula de ciudadanía n° 0704705748, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **"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"** 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, 13 de febrero del 2023

Aguacondo Cano, Erick Fernando

C.C.: 0704705748



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

Autorización de Publicación

Yo, **Aguacondo Cano, Erick Fernando**, con cédula de ciudadanía n° 0704705748, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“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”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 13 de febrero del 2023

.....
Aguacondo Cano, Erick Fernando

C.C.: 0704705748

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado en primer lugar a Dios por darme la fuerza y la sabiduría a lo largo de mi formación académica. Quiero agradecer a mi Madre por su apoyo incondicional y compañía durante mis años de estudio y por ser un ejemplo a seguir, a mi Padre de igual manera quien con sus palabras me brindó motivación para así poder culminar esta etapa anhelada de mi vida. A mis hermanas, gracias por su paciencia y apoyo. Gracias a mi familia, compañeros y conocidos quienes me brindaron la mano cuando lo necesite a lo largo de mi formación.

Aguacondo Cano, Erick Fernando

Agradecimiento

Gracias a Dios por haber culminado con éxito esta etapa anhelada de mi vida. A mis padres por creer en mí, a mi madre por guiarme y ser un apoyo incondicional que a pesar de todo siempre me ha apoyado y gracias a ella pude culminar mi formación académica, A mi padre de igual manera gracias por su apoyo incondicional, porque a pesar de todo siempre puedo confiar en él y ser de igual manera un apoyo incondicional. Gracias a mis hermanas que confiaron en mí y me ayudaron a cumplir mi meta anhelada. Gracias de igual forma a mis familiares y compañeros que durante mi formación académica aportaron su granito de arena y así pude terminar con éxito mi carrera universitaria. A la noble institución la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, que me ha permitido adquirir conocimientos y desarrollar fortalezas en el ámbito de sus valores institucionales. A mi tutor, quien supo guiarme por el camino del conocimiento y la investigación a lo largo de todo este proyecto. Finalmente agradezco a todos los docentes por todas las enseñanzas obtenidas a lo largo de mi vida universitaria, gracias por todos sus consejos y recomendaciones para seguir adelante.

Aguacondo Cano, Erick Fernando

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice de contenidos	8
Índice de figuras	11
Índice de tablas	14
Resumen	15
Abstract	16
Capítulo I: Planteamiento del problema	17
Antecedentes	17
Planteamiento del problema	18
Justificación e importancia	19
Objetivos	20
<i>Objetivo general</i>	20
<i>Objetivos específicos</i>	20
Alcance	20
Capítulo II: Marco teórico	21
Helicóptero Gazelle AS 341L	21
<i>Historia del helicóptero Gazelle AS 341L</i>	21
<i>Descripción del helicóptero Gazelle AS 341L</i>	23

<i>Datos técnicos y características del helicóptero Gazelle AS 341L</i>	24
Sistema de iluminación del helicóptero Gazelle AS 341L	25
<i>Descripción general</i>	25
<i>Iluminación exterior</i>	26
<i>Iluminación interior</i>	31
Mantenimiento aeronáutico	33
<i>Niveles de Mantenimiento</i>	34
<i>Tipos de mantenimiento</i>	36
<i>Modos de mantenimiento</i>	38
<i>Tipos de inspecciones de mantenimiento</i>	40
Documentación aeronáutica aplicable al helicóptero Gazelle AS 341L	42
<i>Principios de preparación de los manuales</i>	43
<i>Caracterización de los manuales del helicóptero Gazelle AS 341L</i>	43
Medidas de seguridad en mantenimiento aeronáutico	48
Capítulo III: Desarrollo del tema	50
Descripción general	50
Adecuación del área de trabajo	51
Inspección preliminar del sistema de luces del helicóptero	52
Inspección de 500 horas del sistema de luces	53
<i>Inspección de luces interiores</i>	53
<i>Inspección de luces exteriores</i>	63
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones	75
Conclusiones	75
Recomendaciones	76
Glosario	77

	10
Abreviaturas.....	79
Bibliografía.....	81
Anexos	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Helicóptero de reconocimiento Gazelle AS 341L</i>	21
Figura 2 <i>Helicóptero Gazelle AS 341L en el conflicto del alto Cenepa</i>	22
Figura 3 <i>Cabina de vuelo del helicóptero Gazelle AS 341L</i>	23
Figura 4 <i>Dimensiones generales del helicóptero Gazelle AS 341L</i>	24
Figura 5 <i>Luces de la iluminación exterior del helicóptero</i>	27
Figura 6 <i>Luces de navegación - laterales</i>	28
Figura 7 <i>Luz de navegación - posterior</i>	28
Figura 8 <i>Luz de anticollisión</i>	29
Figura 9 <i>Luz de aterrizaje</i>	29
Figura 10 <i>Diagrama de cableado de la luz de navegación y anticollisión</i>	30
Figura 11 <i>Luces de la iluminación interior del helicóptero</i>	32
Figura 12 <i>Mantenimiento aeronáutico</i>	33
Figura 13 <i>Mantenimiento a nivel de organización</i>	34
Figura 14 <i>Mantenimiento a nivel de campo</i>	35
Figura 15 <i>Mantenimiento a nivel de depósito</i>	35
Figura 16 <i>Mantenimiento preventivo</i>	36
Figura 17 <i>Mantenimiento correctivo/restaurativo</i>	37
Figura 18 <i>Mantenimiento predictivo</i>	37
Figura 19 <i>Mantenimiento con tiempo límite (Hard Time – HT)</i>	38
Figura 20 <i>Mantenimiento según verificación del estado (On Condition – OC)</i>	39
Figura 21 <i>Mantenimiento con vigilancia del comportamiento (Condition Monitoring – CM)</i>	39
Figura 22 <i>Overhaul</i>	40
Figura 23 <i>Ciclo de mantenimiento</i>	41

	12
Figura 24 <i>Inspecciones programadas - sistema de iluminación</i>	42
Figura 25 <i>Presentación de manuales Gazelle AS 341L - ingles/francés</i>	44
Figura 26 <i>PRE - Programa recomendado de mantenimiento</i>	45
Figura 27 <i>MDE - Manual de mantenimiento</i>	46
Figura 28 <i>IPC - Catálogo ilustrado de partes</i>	47
Figura 29 <i>Equipo de protección personal (EPP)</i>	49
Figura 30 <i>Área de trabajo</i>	51
Figura 31 <i>Inspección preliminar de los componentes del sistema de luces</i>	52
Figura 32 <i>Placas de iluminación del panel de instrumentos</i>	53
Figura 33 <i>Luces de las placas de iluminación y cubiertas protectoras</i>	54
Figura 34 <i>Conexiones y cableado de luces de las placas de iluminación</i>	54
Figura 35 <i>Transistores de potencia</i>	55
Figura 36 <i>Continuidad y voltaje en los transistores de potencia</i>	55
Figura 37 <i>Reemplazo de los transistores de potencia</i>	56
Figura 38 <i>Placas de conexión</i>	56
Figura 39 <i>Continuidad y voltaje en las placas de conexión</i>	57
Figura 40 <i>Luces de inspección</i>	57
Figura 41 <i>Discrepancias en las luces de inspección</i>	58
Figura 42 <i>Instalación de las luces de las placas de iluminación</i>	58
Figura 43 <i>Instalación de los transistores de potencia</i>	59
Figura 44 <i>Instalación de las placas de conexión</i>	59
Figura 45 <i>Instalación de las luces de inspección</i>	60
Figura 46 <i>Prueba luces de las placas de iluminación</i>	61
Figura 47 <i>Prueba luces de inspección - encendido</i>	62
Figura 48 <i>Prueba luces de inspección - intensidad</i>	62

Figura 49 <i>Estado de las luces de navegación</i>	63
Figura 50 <i>Luces de navegación en mal estado</i>	64
Figura 51 <i>Cableado de las luces de navegación en mal estado</i>	64
Figura 52 <i>Instalación de la luz de navegación derecha</i>	65
Figura 53 <i>Instalación de la luz de navegación izquierda</i>	65
Figura 54 <i>Instalación de la luz de navegación posterior</i>	66
Figura 55 <i>Estado de la luz de anticollisión</i>	66
Figura 56 <i>Cableado de la luz de anticollisión en mal estado</i>	67
Figura 57 <i>Instalación de la luz de anticollisión</i>	67
Figura 58 <i>Estado de la luz de aterrizaje</i>	68
Figura 59 <i>Cableado de la luz de aterrizaje en mal estado</i>	68
Figura 60 <i>Instalación de la luz de aterrizaje</i>	69
Figura 61 <i>Estado de la unidad intermitente</i>	70
Figura 62 <i>Instalación de la unidad intermitente</i>	70
Figura 63 <i>Controles luces exteriores</i>	71
Figura 64 <i>Prueba luces de navegación (derecha e izquierda)</i>	72
Figura 65 <i>Prueba luces de navegación (posterior)</i>	72
Figura 66 <i>Prueba luz de anticollisión</i>	73
Figura 67 <i>Prueba luz de aterrizaje</i>	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Características generales del helicóptero Gazelle AS 341L</i>	25
Tabla 2	<i>Luces de la iluminación exterior del helicóptero</i>	26
Tabla 3	<i>Luces de la iluminación interior del helicóptero</i>	31
Tabla 4	<i>Categorías para caracterización de manuales Gazelle AS 341L</i>	44
Tabla 5	<i>Manuales y categoría de “empleo” en el helicóptero Gazelle AS 341L</i>	45
Tabla 6	<i>Manuales y categoría de “mantenimiento” en el helicóptero Gazelle AS 341L</i>	46
Tabla 7	<i>Manuales y categoría de “identificación” en el helicóptero Gazelle AS 341L</i>	47
Tabla 8	<i>Manuales y categoría de “especial” en el helicóptero Gazelle AS 341L</i>	48
Tabla 9	<i>Medidas de seguridad en el mantenimiento aeronáutico</i>	48

Resumen

El presente trabajo de titulación contiene información acerca de la inspección de 500 horas o 24 meses del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L, esto se realizó en referencia a la documentación e información técnica aplicable a la aeronave con la ayuda de las herramientas y equipos de apoyo proporcionados por la Brigada de aviación Nro. 15 "Paquisha" del Ejército Ecuatoriano. El mantenimiento aeronáutico cumple un papel muy importante en el campo de la aviación, ya que es indispensable cumplir con estrictos parámetros que garanticen la seguridad de la aeronave y sus sistemas. A través de la recopilación de información técnica, se interpretaron los procedimientos necesarios para la correcta inspección del sistema de luces; luego se procedió a detectar y evaluar el estado de todos los componentes que forman parte del sistema, donde se consideraron reparaciones y modificaciones en algunos casos. Luego se realizó el proceso de inspección del sistema en base a los procedimientos indicados en la documentación técnica disponible proporcionada por el fabricante, y finalmente se realizaron pruebas funcionales y operacionales a todos los componentes del sistema de luces para verificar su correcta instalación y funcionamiento. Todo lo indicado, se realizó con el fin de mantener en condiciones adecuadas a los diferentes componentes del sistema de luces, aumentando la funcionalidad de la aeronave para la utilización por parte de los docentes y estudiantes en el desarrollo de prácticas de mantenimiento.

Palabras clave: helicóptero Gazelle AS 341L, mantenimiento aeronáutico, ATA 33, sistema de iluminación.

Abstract

This degree work contains information about the inspection of 500 hours or 24 months of the light system of the Gazelle AS 341L helicopter, this was done in reference to the documentation and technical information applicable to the aircraft with the help of tools and equipment. support provided by the Aviation Brigade No. 15 "Paquisha" of the Ecuadorian Army. Aeronautical maintenance plays a very important role in the field of aviation, since it is essential to comply with strict parameters that guarantee the safety of the aircraft and its systems. Through the collection of technical information, the necessary procedures for the correct inspection of the lighting system were interpreted; then we proceeded to detect and evaluate the status of all the components that are part of the system, where repairs and modifications were considered in some cases. Then the system inspection process was carried out based on the procedures indicated in the available technical documentation provided by the manufacturer, and finally, functional and operational tests were carried out on all the components of the lighting system to verify their correct installation and operation. All of the above was carried out in order to maintain the different components of the lighting system in adequate conditions, increasing the functionality of the aircraft for use by teachers and students in the development of maintenance practices.

Keywords: Gazelle AS 341L helicopter, aeronautical maintenance, ATA 33, lighting system.

Capítulo I

Planteamiento del problema

Antecedentes

La Aviación del Ejército nació en 1954, mediante el entusiasmo y el espíritu del señor Capitán de Infantería Colón Grijalva Herdoíza, el mismo que inició la gestión necesaria para materializar el apoyo aéreo necesario para cumplir las diferentes misiones. Tres aeronaves monomotor fueron entregadas por distinguidas damas de la aristocracia guayaquileña, quienes las recibieron del exterior como donación para el país. Estas aeronaves, cuyo principal objetivo fue poner en marcha el Programa Alas para la Frontera, emprendieron la unificación de la primera unidad militar de soldados del aire, lealmente recordada como Servicio Aéreo del Ejército (SAE). Progresivamente, se incrementó el personal y los medios en esta área técnica, para lo cual la Aviación del Ejército formó el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército (CEMAE) que dispone de personal especializado, equipos y bancos de prueba necesarios para llevar a cabo un mantenimiento adecuado, responsable y seguridad de las operaciones aéreas (Ejército Ecuatoriano, 2022).

La aeronave Gazelle AS 341L es un helicóptero ligero polivalente de estructura metálica, este helicóptero surgió debido a la creciente tasa de tecnología de helicópteros del día. Los franceses eran líderes mundiales en vuelo rotatorio en ese entonces y, basándose en el éxito de la serie Alouette y un requisito del ejército francés para reemplazar el Alouette III, el prototipo SA340 Gazelle voló por primera vez en 1967. Este tipo de aeronave Gazelle AS 341L cuenta con diferentes sistemas, los mismos que deben cumplir diferentes tipos de mantenimiento, es el caso del sistema de luces en el que es necesario realizar una inspección de 500 horas o 24 meses siguiendo todos los procedimientos detallados en el manual de mantenimiento (Pejkić & Vulić, 2014).

Planteamiento del problema

Las aeronaves requieren de programas de mantenimiento para que sean confiables y seguras, esto a través del cumplimiento de diferentes tipos de mantenimiento, ya sea mantenimiento preventivo, predictivo y/o restaurativo según corresponda. En los programas de mantenimiento se efectúan diversas inspecciones a los diferentes sistemas de las aeronaves, entre ellas se destacan inspecciones y reparaciones de diferentes sistemas y/o componentes estructurales como es el caso del helicóptero Gazelle AS 341L.

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE inició los trámites correspondientes para la adquisición del helicóptero Gazelle AS 341L, el mismo que salió de operación del Ejército Ecuatoriano. El helicóptero servirá para el aprendizaje e instrucción de los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica, para ello es necesario realizar diferentes tareas de mantenimiento, inspección y reacondicionamiento al helicóptero, con el fin de que adopte la condición de operativo a su arribo al campus de la universidad y forme parte del parque aeronáutico.

Es necesario realizar la inspección de 500 horas o 24 meses del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L de acuerdo al ATA 33 del manual de mantenimiento, es una inspección que se lleva a cabo cada 24 meses cuando el helicóptero cumple un determinado número de horas de vuelo o ciclos determinados en base a la documentación técnica proporcionada por el fabricante. Como se mencionó anteriormente, es de vital importancia realizar esta tarea de mantenimiento, para que la aeronave se encuentre en óptimas condiciones para que los docentes puedan impartir la instrucción adecuada a los estudiantes de la carrera.

Justificación e importancia

Los avances tecnológicos en el ámbito aeronáutico, hacen necesario la realización de inspecciones y reparaciones de los diferentes sistemas de las aeronaves. Este es el caso del helicóptero Gazelle AS 341L, el mismo que fue dado de baja de la flota de la Brigada de aviación Nro. 15 "Paquisha" del Ejército Ecuatoriano y fue adquirido por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; para que sea trasladado a las instalaciones de la universidad es necesario realizar diferentes tareas de mantenimiento principalmente al sistema de luces y pueda formar parte del parque aeronáutico.

La carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica cumple con los estatutos y reglamentos estipulados en las regulaciones de aviación civil (RDAC Parte 147) como Centro de Instrucción Aeronáutica Civil para formación de Mecánicos de Mantenimiento de Aeronaves (CIAC); por ende, la adquisición del helicóptero aumentará la cantidad de aeronaves escuela de la universidad, beneficiando tanto a docentes como estudiantes para una correcta instrucción y aprendizaje respectivamente, y así poder cumplir con los más altos estándares de educación en el ámbito aeronáutico.

El proyecto es factible ya que la Brigada de aviación Nro. 15 "Paquisha" del Ejército Ecuatoriano cuenta con herramientas, equipos y documentación técnica necesaria para realizar las diferentes tareas de mantenimiento al helicóptero Gazelle AS 341L; además, la brigada proporcionará la instrucción necesaria para realizar la inspección del sistema de luces de la aeronave para que posteriormente sea trasladada a las instalaciones de la universidad. Una vez realizado el mantenimiento adecuado, se entregarán las herramientas, equipos y documentación técnica de la aeronave a la carrera para que sean utilizadas por parte de los docentes y estudiantes.

Objetivos

Objetivo general

Realizar la 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.

Objetivos específicos

- Recopilar información técnica necesaria para llevar a cabo los procedimientos de inspección del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L.
- Detectar y evaluar el estado de los componentes del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L, previo a la inspección del mismo.
- Realizar el proceso de inspección del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L, en base a los procedimientos indicados en la documentación técnica disponible.
- Realizar pruebas funcionales y operacionales en el caso de que sea necesario, del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L.

Alcance

El presente proyecto pretende realizar la inspección de 500 horas o 24 meses del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L, en referencia a la documentación e información técnica aplicable; utilizando las herramientas y equipos proporcionados por la Brigada de aviación Nro. 15 "Paquisha" del Ejército Ecuatoriano. Esto con el fin de mantener en condiciones adecuadas a los diferentes componentes del sistema de luces, aumentando así la funcionalidad de la aeronave para la utilización por parte de los docentes y estudiantes en el desarrollo de prácticas de mantenimiento.

Capítulo II

Marco teórico

Helicóptero Gazelle AS 341L

Historia del helicóptero Gazelle AS 341L

El helicóptero 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. Dio origen a dos versiones comerciales principales (SA341 y SA342). 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 (Airliners, 2022).

Figura 1

Helicóptero de reconocimiento Gazelle AS 341L



Nota. La figura muestra el helicóptero de reconocimiento Gazelle SA 341L de la Aviación Ligera del Ejército Francés. Tomado de (Airliners, 2022).

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). Los helicópteros de la Aviación del Ejército de Ecuador (AS-332 Super Puma, Puma y SA 341, SA 342 Gazelle), tuvieron su bautismo de fuego en 1995 realizando misiones de ataque, de evacuación médica y de abastecimiento, prestando apoyo a las tropas y cumpliendo más de 5000 horas de vuelo en 11 misiones de combate.

Figura 2

Helicóptero Gazelle AS 341L en el conflicto del alto Cenepa



Nota. La figura muestra el helicóptero SA 341L Gazelle de la Aviación del Ejército de Ecuador equipado con contenedores artillados para apoyo a tropas de infantería en el campo de operaciones. Tomado de (Ejército Ecuatoriano, 2022).

Descripción del helicóptero Gazelle AS 341L

La aeronave fue concebida para reemplazar a los Alouette II, integra muchos avances tecnológicos siendo el primero en utilizar un Fenestron en lugar del rotor antipar tradicional. Fue el primer helicóptero habilitado en vuelo monopiloto en CAT I (condiciones meteorológicas de aterrizaje) en 1975 en su versión SA 341G. Por otra parte, la estructura está construida con paneles "sándwich" de fibra de carbono. El rotor principal está equipado por tres palas principales "flexibles", proporcionando a los pasajeros comodidad frente a las vibraciones (Helis, 1997). 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 operación y con un aumento en la fiabilidad. Como ejemplo el mantenimiento de un Alouette II o III al regreso de una misión tomaba 1 hora, contra los 30 minutos para un Gazelle.

Figura 3

Cabina de vuelo del helicóptero Gazelle AS 341L



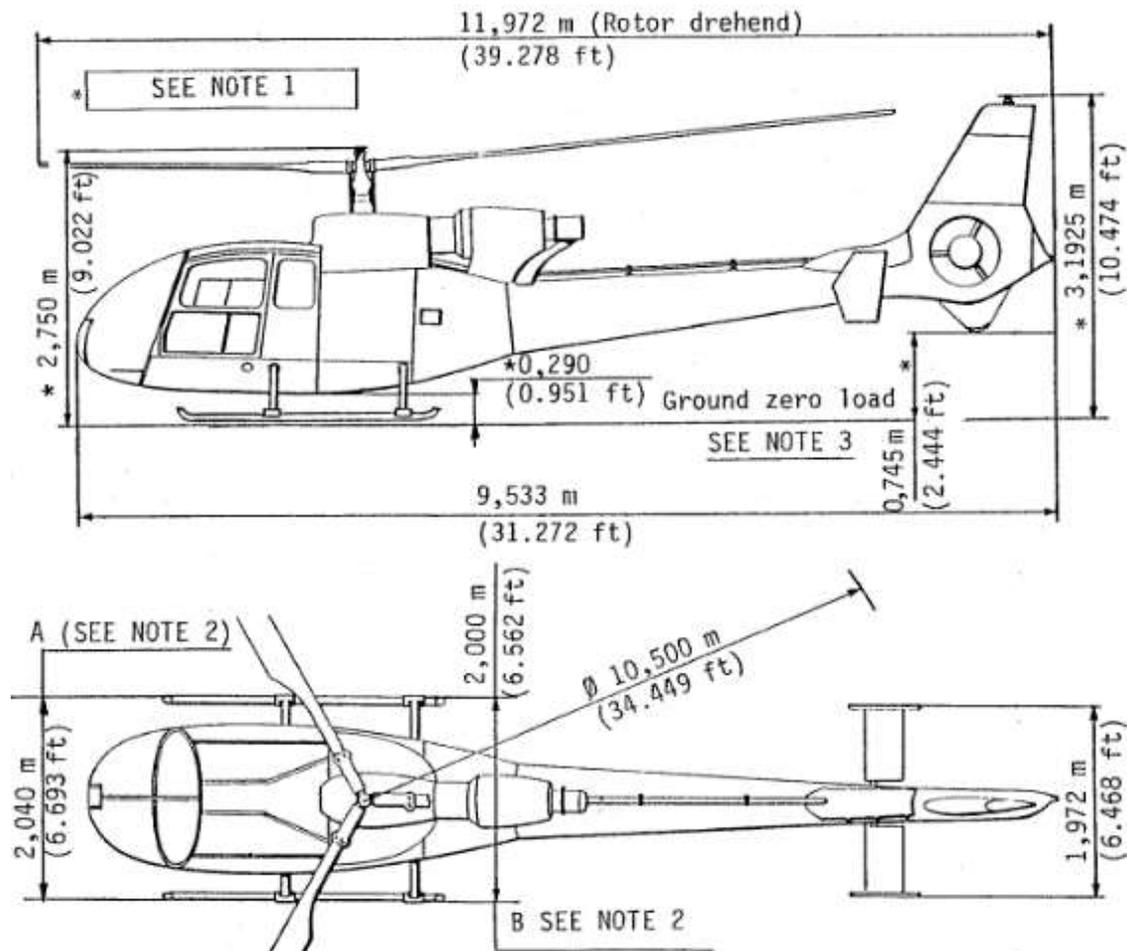
Nota. La figura muestra la cabina de mando del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de (Airliners, 2022).

Datos técnicos y características del helicóptero Gazelle AS 341L

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 Figura 4, 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).

Figura 4

Dimensiones generales del helicóptero Gazelle AS 341L



Nota. La figura muestra las dimensiones generales del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de (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. En la Tabla 1, se pueden observar algunas de las características generales de la aeronave de ala rotatoria, la misma que ofrece diferentes ventajas frente a otras de su misma categoría (Airbus Helicopters, 1988).

Tabla 1

Características generales del helicóptero Gazelle AS 341L

Características generales	
Tripulación	2
Capacidad	3 pasajeros
Longitud	11.97 m
Altura	3.15 m
Peso vacío	908 kg
Peso máximo al despegue	1800 kg
Diámetro del rotor principal	10.50 m
Velocidad máxima	310 km/h (193 mph, 167 kt)
Velocidad de crucero	264 km/h (164 mph, 143 kt)
Velocidad de ascenso	9 m/s

Nota. Tomado de (Wikiwand, 2005).

Sistema de iluminación del helicóptero Gazelle AS 341L

Descripción general

La normativa aplicable para luces en la cabina de una aeronave, ya sea de instrumentos, luces de aterrizaje, de posición, anticollisión, etc., está establecida en los requisitos de certificación de las aeronaves. No todas las luces presentes en una aeronave tienen respaldo reglamentario, es decir, algunas son adiciones que el fabricante instala por consideraciones propias. En la actualidad existe innovación en este campo con la aplicación de nuevas tecnologías de iluminación y diseños de circuitos para controlar la intensidad de luz (Oñate, 2019).

El sistema de iluminación del helicóptero Gazelle AS 341L comprende la iluminación interior de la aeronave (iluminación del panel de instrumentos, pedestal de control y brújula standby, iluminación del compartimiento de vuelo) e iluminación exterior (luces de navegación, luz de anticollisión, luz de aterrizaje) como se detalla más adelante.

Iluminación exterior

La iluminación exterior del helicóptero cumple dos fines principales, permite a los pilotos iluminar el espacio alrededor de la aeronave para mejorar la visibilidad; y hacer perceptible la aeronave desde el exterior, una función que se puede considerar de advertencia. En la figura 5 se puede observar la disposición de las luces de iluminación exterior del helicóptero, en base a lo indicado en la Tabla 2.

Las luces de navegación se componen de dos luces laterales (ver Figura 6) y una luz posterior (ver Figura 7) controlada por un interruptor "NAV.LTS" que permite dos modos de funcionamiento, un modo fijo o un modo intermitente como se observa en la Figura 5. La luz de anticollisión es una luz roja intermitente controlada por el interruptor "ANTI-COL" ubicado en el panel de instrumentos; y la luz de aterrizaje es ajustable en altura, está controlada por un interruptor "L-LT" y un interruptor de botón "IN-OUT" ubicado en la caja de control de paso colectivo del piloto, como se identifica en la Figura 5 (Airbus Helicopters, 1988).

Tabla 2

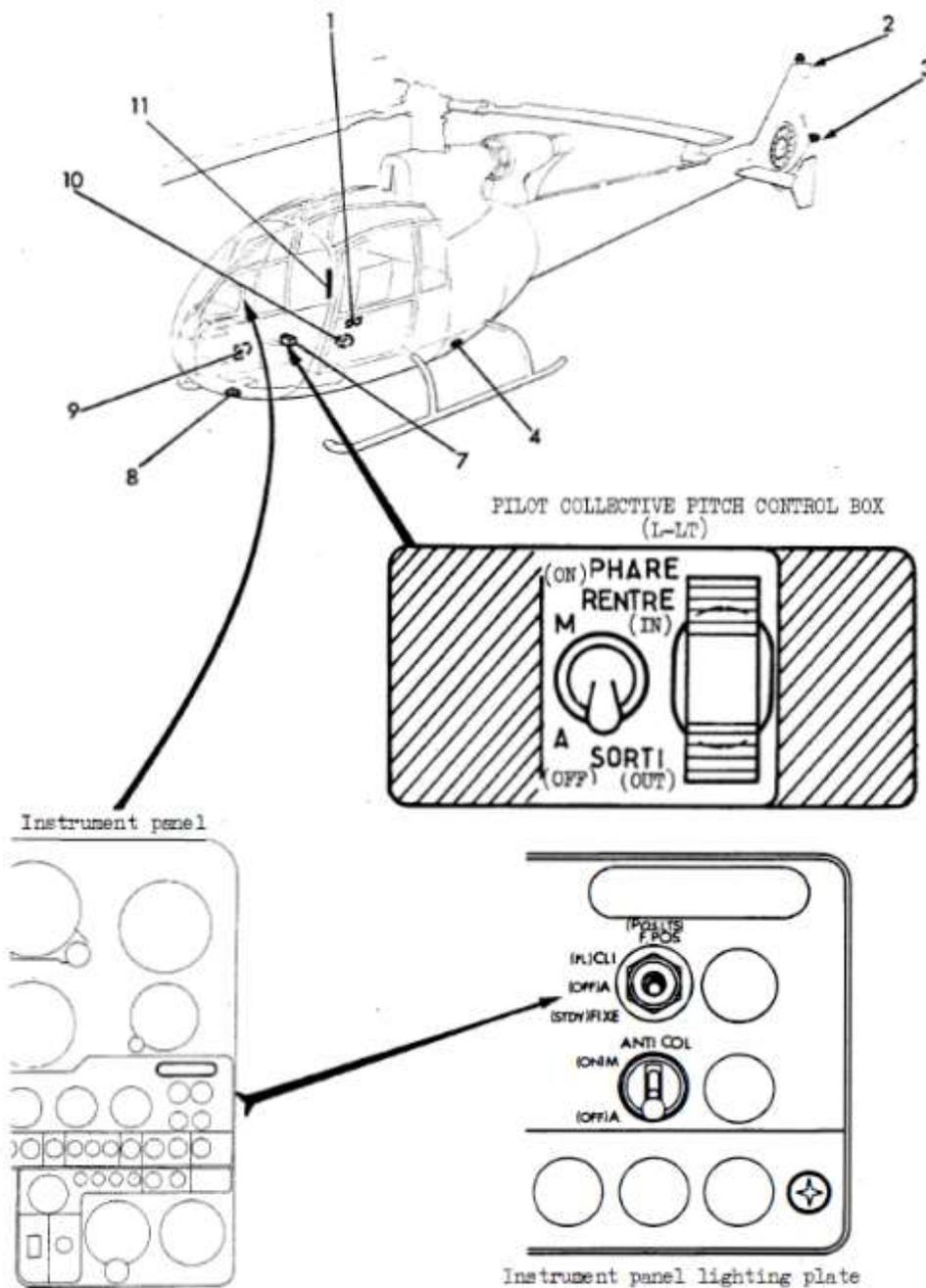
Luces de la iluminación exterior del helicóptero

Iluminación exterior	
Ítem de la figura	Componente
1	Luz de navegación RH
2	Luz de anticollisión
3	Luz de navegación posterior
4	Luz de navegación LH
8	Luz de aterrizaje

Nota. Tomado de (Airbus Helicopters, 1988).

Figura 5

Luces de la iluminación exterior del helicóptero



Nota. La figura muestra la disposición de las luces de iluminación exterior del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de (Airbus Helicopters, 1988).

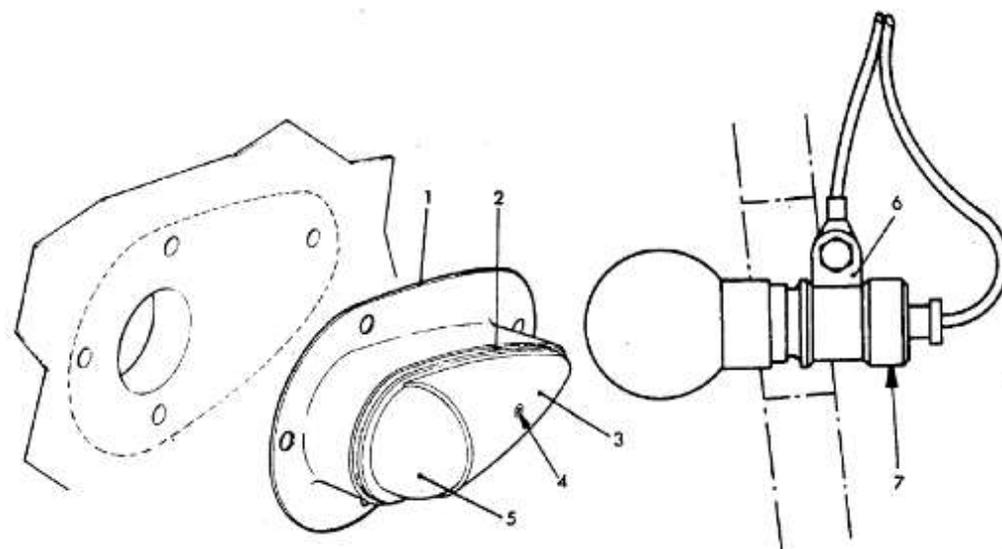
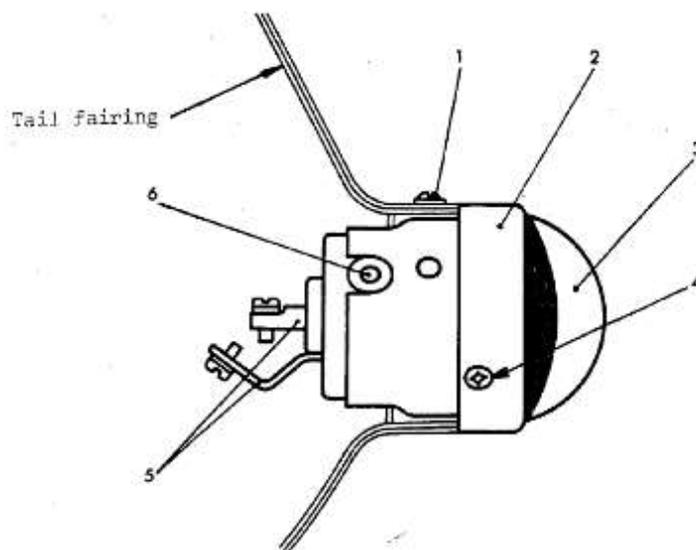
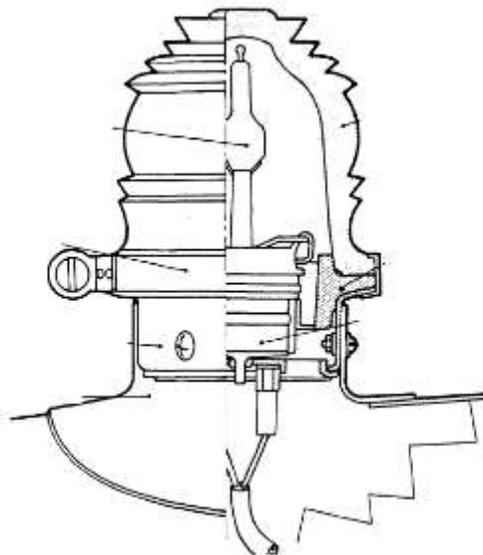
Figura 6*Luces de navegación - laterales**Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 1988).**Figura 7***Luz de navegación - posterior**Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 1988).

Figura 8

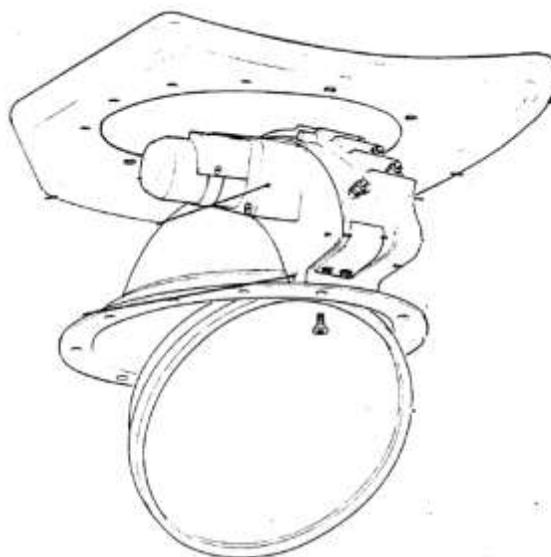
Luz de anticollisión



Nota. Tomado de (Airbus Helicopters, 1988).

Figura 9

Luz de aterrizaje



Nota. Tomado de (Airbus Helicopters, 1988).

Iluminación interior

La iluminación interior del helicóptero consta de luz del panel de instrumentos, luz del pedestal de control y luz de la brújula standby; estas luces garantizan la iluminación en los instrumentos y en los bordes de los paneles iluminados. En la figura 11 se puede observar la disposición de las luces de iluminación interior del helicóptero y los controles, en base a lo indicado según la Tabla 3. Los controles consisten en: un interruptor "LIGHTING" (ECLAIRAGE) que controla la alimentación de los circuitos, un reóstato "CONTROL PEDESTAL" (PUPITRE) y un reóstato "INSTRUMENT PANEL" (PL. BORD).

Tabla 3

Luces de la iluminación interior del helicóptero

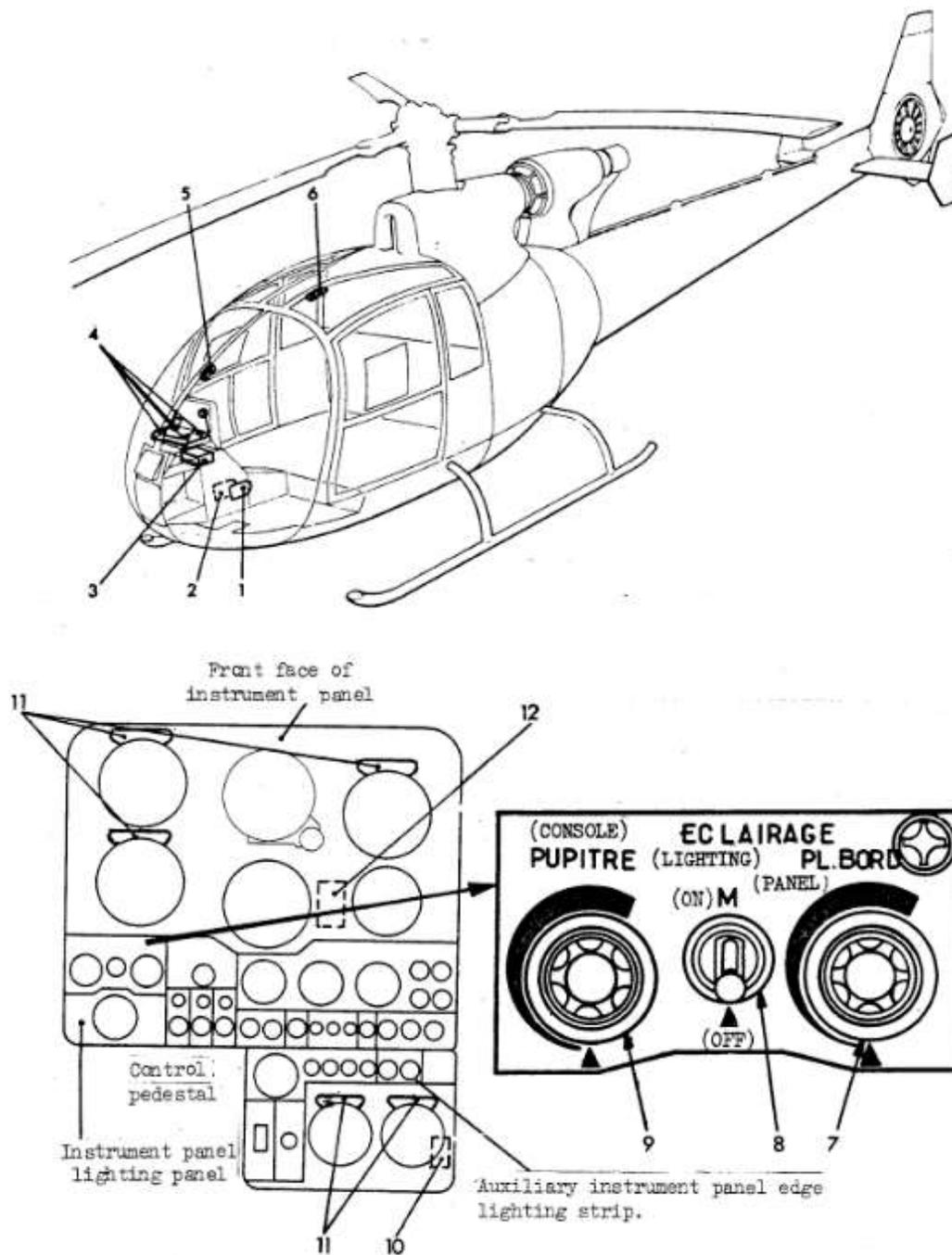
Iluminación interior	
Ítem de la figura	Componente
3	Tableros de distribución
4	Transistores de potencia
10	Arnés de conexión
9	Reóstato "CONTROL PEDESTAL" (PUPITRE)
7	Reóstato "INSTRUMENT PANEL" (PL. BORD)
8	Interruptor "LIGHTING" (ECLAIRAGE)
5	Brújula standby
6	Lámpara de inspección
11	Puentes de iluminación
12	Arnés de conexión

Nota. Tomado de (Airbus Helicopters, 1988).

Dos placas de plexiglás cubren las áreas del panel que se iluminan, el circuito consta de luces blancas distribuidas en dos circuitos integrados diferentes con una tierra común. La luz emitida por las luces se difunde a través de las áreas blancas de las marcas. En la parte posterior de cada placa de iluminación se tienen tres conductores para la conexión a la red eléctrica de la aeronave. Los instrumentos situados en el cuadro de instrumentos como son el indicador de velocidad, la brújula, el giroscopio, etc., y la brújula de reserva cuentan con iluminación integral.

Figura 11

Luces de la iluminación interior del helicóptero



Nota. La figura muestra la disposición de las luces de iluminación interior del helicóptero Gazelle SA 341L. Tomado de (Airbus Helicopters, 1988).

En el techo del compartimento de vuelo, se tiene una luz de inspección giratoria que garantiza la iluminación necesaria en caso de necesitarla, puede ser seleccionada de tipo blanca o roja. Un potenciómetro de corte colocado en la parte posterior controla el suministro y la intensidad de dicha luz, que a través de un cable de alimentación extensible permite el uso de la lámpara de techo como luz de inspección (ver Figura 11).

Mantenimiento aeronáutico

El mantenimiento aeronáutico es la actividad técnica que tiene por objetivo la preservación de las aeronaves en sus diversos sistemas mediante los trabajos requeridos para asegurar su estado operativo de la aeronavegabilidad de las aeronaves por el mayor tiempo posible, extendiendo al máximo su vida útil y brindando la máxima seguridad en las operaciones aéreas. Las tareas que se pueden realizar en el mantenimiento son reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos (Jeppesen, 2002).

Figura 12

Mantenimiento aeronáutico



Nota. La figura muestra el mantenimiento realizado al helicóptero Gazelle. Tomado de (Schafer J., 1995).

Niveles de Mantenimiento

Por lo general existen tres niveles de mantenimiento: a nivel de organización, a nivel de campo y a nivel de depósito (Kroes et al., 2013); los mismos que se detallan a continuación.

Mantenimiento a nivel de organización. Lo ejecuta la organización usuaria en su equipo asignado. Este mantenimiento normalmente consiste en las inspecciones de pre-vuelo, de post vuelo y complementarias de la aeronave, y las inspecciones diarias de otros materiales o equipos.

Figura 13

Mantenimiento a nivel de organización



Nota. Tomado de (Ecocopter, 2022).

Mantenimiento a nivel de campo. Es ejecutado por talleres de mantenimiento designados en apoyo directo de la organización usuaria, y apoyo de taller en la línea de vuelo. Generalmente se limitan a la reparación y mantenimiento directamente relacionado con la aeronave asignada a la organización. Esto incluye la prueba y reparación de piezas, conjuntos, subconjuntos y componentes inoperables, también la fabricación local de piezas no disponibles.

Figura 14

Mantenimiento a nivel de campo



Nota. Tomado de (Ecocopter, 2022).

Mantenimiento a nivel de depósito. Son los más completos y minuciosos de los diferentes niveles de mantenimiento. Se efectúa en materiales y equipos de aeronaves que requieren reparaciones generales complicadas como la reconstrucción completa de piezas, conjuntos, y subconjuntos. También incluye la fabricación de piezas o modificación, comprobación o recuperación según sea requerido.

Figura 15

Mantenimiento a nivel de depósito



Nota. Tomado de (Fuerza Aérea Colombiana, 2022).

Tipos de mantenimiento

Se tienen tres tipos básicos de mantenimiento: preventivo, correctivo/restaurativo y predictivo, que permiten mantener o restaurar la condición de aeronavegabilidad¹ de las aeronaves (DGAC, 2010); los mismos que se detallan a continuación.

Mantenimiento preventivo. Son acciones de mantenimiento programadas y repetitivas de preservación simple o menores y el cambio de partes estándar pequeñas que no involucran operaciones de montaje complejas.

Figura 16

Mantenimiento preventivo



Nota. Tomado de (Vertical, 2018).

Mantenimiento correctivo/restaurativo. Son acciones de mantenimiento que se ejecutan después de la aparición de una falla y permite establecer el estado de funcionamiento inicial o diseño original. Existe también un conjunto de acciones que permiten remediar definitivamente una falla o una situación previamente identificada y juzgada inadmisibles a pesar de las acciones de mantenimiento preventivo. Este conjunto de acciones, a veces, recibe el nombre de mantenimiento restaurativo.

¹ Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura.

Figura 17

Mantenimiento correctivo/restaurativo



Nota. Tomado de (Skies, 2019).

Mantenimiento predictivo. Es el proceso de monitorear (seguimiento) un parámetro de la condición de los productos, componentes y equipos, para detectar una posible falla.

Figura 18

Mantenimiento predictivo



Nota. Tomado de (Vertical, 2018).

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). Cuando se dice que un componente es objeto de un mantenimiento con tiempo límite, esto significa que dicho componente deberá ser desmontado cuando alcance un envejecimiento determinado (límite ya sea por horas de funcionamiento, tiempo calendario, número de ciclos o límite de aterrizajes).

Figura 19

Mantenimiento con tiempo límite (Hard Time – HT)



Nota. Tomado de (Skies, 2019).

Mantenimiento según verificación del estado (On Condition – OC). Un elemento sujeto a mantenimiento con verificación del estado debe someterse a inspecciones periódicas que permitan comprobar su condición, principalmente a través de una inspección visual que permita verificar el aspecto general exterior del dispositivo (deformaciones, roturas, grietas, rayados, corrosión, rastros de calentamiento y desgaste que modifiquen el estado de origen).

Figura 20

Mantenimiento según verificación del estado (On Condition – OC)



Nota. Tomado de (Skies, 2019).

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

Esto significa que solo se debe intervenir en dicho componente después de la indicación de una avería o falla. Este mantenimiento no es aplicable más que en componentes cuya avería no afecta la aeronavegabilidad o en componentes cuyo funcionamiento puede ser supervisado.

Figura 21

Mantenimiento con vigilancia del comportamiento (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 (TBO²), lo cual luego de las acciones de inspecciones respectivas regresa a su condición de aeronavegabilidad original.

Figura 22

Overhaul



Nota. Tomado de (Skies, 2019).

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.

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.

² Time Between Overhaul.

Figura 24*Inspecciones programadas - sistema de iluminación*

CHAP. 33 - ECLAIRAGE - LIGHTING				
ECLAIRAGE INTERIEUR - INSIDE LIGHTING				
- Vérification de l'installation Check the installation	33.10.601	2T1	T2	2C1 C2
- Essais de l'installation Test the installation	33.10.501		T2	C2
ECLAIRAGE EXTERIEUR - OUTSIDE LIGHTING				
- Visite - Vérification de l'installation Inspect - Check the installation	33.20.601	2T1	T2	2C1 C2
- Essais de l'installation Test the installation	33.20.501		T2	C2

Nota. La figura muestra las inspecciones periódicas de 500 horas "T1" en el sistema de iluminación del helicóptero Gazelle AS 341L. Tomado de (Airbus Helicopters, 2022).

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.

Documentación aeronáutica aplicable al helicóptero Gazelle AS 341L

La documentación es un registro de procedimientos verificados por el fabricante y aprobado por los organismos de control pertinentes. El objeto de la misma es permitir el empleo y la maniobra operativa de la aeronave, formar y renovar conocimientos de técnicos de mantenimiento, guiar a los técnicos en todas sus tareas, comunicar los datos puntuales (seguridad, fallas, puntos débiles y modificaciones), e identificar los componentes de los que hay que abastecerse.

Principios de preparación de los manuales

Los manuales comprenden un texto el cual, siempre que permita simplificar las explicaciones y su presentación, irá acompañado de ilustraciones. Las ilustraciones no serán necesarias si el texto fuese corto y bastante explícito. El nivel técnico de los conocimientos proporcionados es coherente con las especialidades y los niveles de competencia alcanzados en la formación de las tripulaciones y técnicos de mantenimiento (Airbus, 2022).

El texto es tan breve y conciso como sea posible, con la frase corta y directa. Las informaciones se presentan de manera clara y lógica, evitando las repeticiones inútiles con un método adecuado de referencias cruzadas. No se dan instrucciones demasiados elementales ni descripciones que sobrepasen el marco de los trabajos a realizar, Y se evitan las explicaciones teóricas que no se consideren indispensables para efectuar correctamente una tarea, o para diagnosticar con certeza una avería aleatoria (Airbus Helicopters, 2022).

La regla general consiste en presentar el texto y las ilustraciones en páginas distintas, y que las páginas ilustradas no contengan texto alguno (sin palabras que requieran traducción, o con un texto muy breve y limitado simultáneamente en inglés/francés como se observa en la Figura 25). Esta separación facilita al usuario la edición de los textos en su propio idioma. Las informaciones cuya responsabilidad corre a cargo de los fabricantes de los equipos tratan de las mismas categorías de información.

Caracterización de los 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 4. 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.

Tabla 4

Categorías para caracterización de manuales Gazelle AS 341L

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

Nota. Tomado de (Airbus, 2022).

Figura 25

Presentación de manuales Gazelle AS 341L - ingles/francés

Airbus Helicopters	GAZELLE	P.R.E
5.00 - GENERALITES		
GENERAL		
<p>NOTA :- 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>NOTE :- When the name EUROCOPTER or other designation (ex: Aerospatiale, 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>	
<p>1 - AVANT PROPOS</p> <p>A Manuel d'entretien</p> <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 PROGRAMME RECOMMANDE D'ENTRETIEN 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 Manuel d'Entretien réunit toutes les informations nécessaires à l'entretien et à la mise en oeuvre des appareils et :</p>	<p>1 - FOREWORD</p> <p>A Maintenance manual</p> <p>Information and instructions relative to the GAZELLE helicopter are contained in two separate, independent publications.</p> <p>(1) The present manual entitled "TASKER SERVICES RECOMMENDATIONS" (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 Maintenance Manual groups all the information required for maintenance and operation of the aircraft and:</p>	

Nota. La figura muestra simultáneamente el texto de los manuales del helicóptero Gazelle AS 341L en inglés/francés. Tomado de (Airbus Helicopters, 2022).

Como se indicó anteriormente, los manuales desarrollados para el helicóptero Gazelle AS 341L, se caracterizan por categorías, ya sean de empleo (ver Tabla 5), mantenimiento (ver Tabla 6), identificación (ver Tabla 7) y especial (ver Tabla 8).

Tabla 5

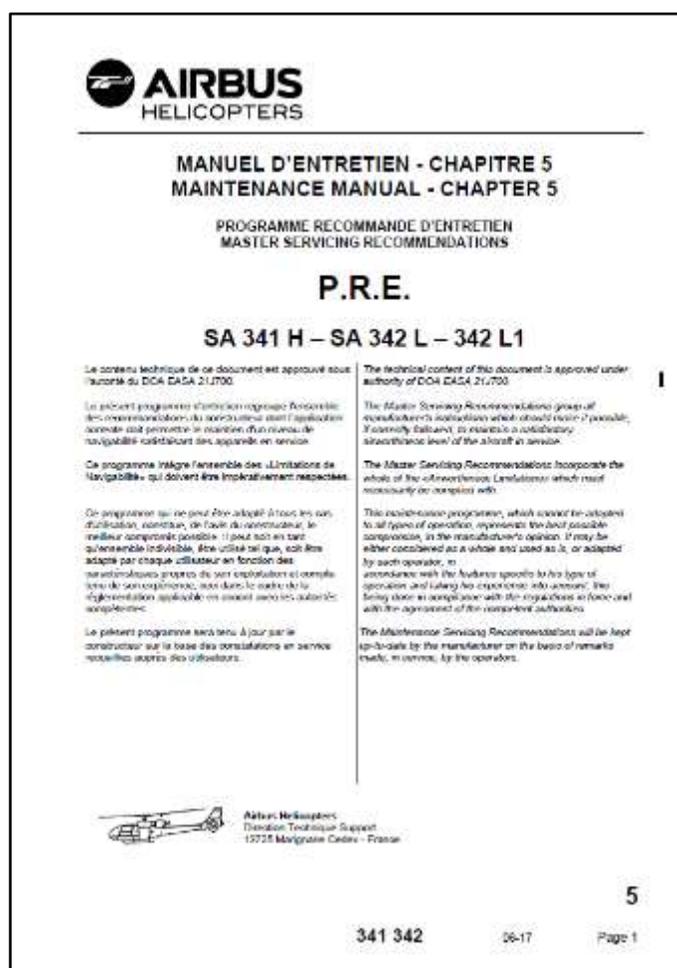
Manuales y categoría de “empleo” en el helicóptero Gazelle AS 341L

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 26

PRE - Programa recomendado de mantenimiento



Nota. La figura muestra el programa recomendado de mantenimiento (PRE), el mismo que provee conceptos de mantenimiento preventivo. Tomado de (Airbus Helicopters, 2022).

Tabla 6

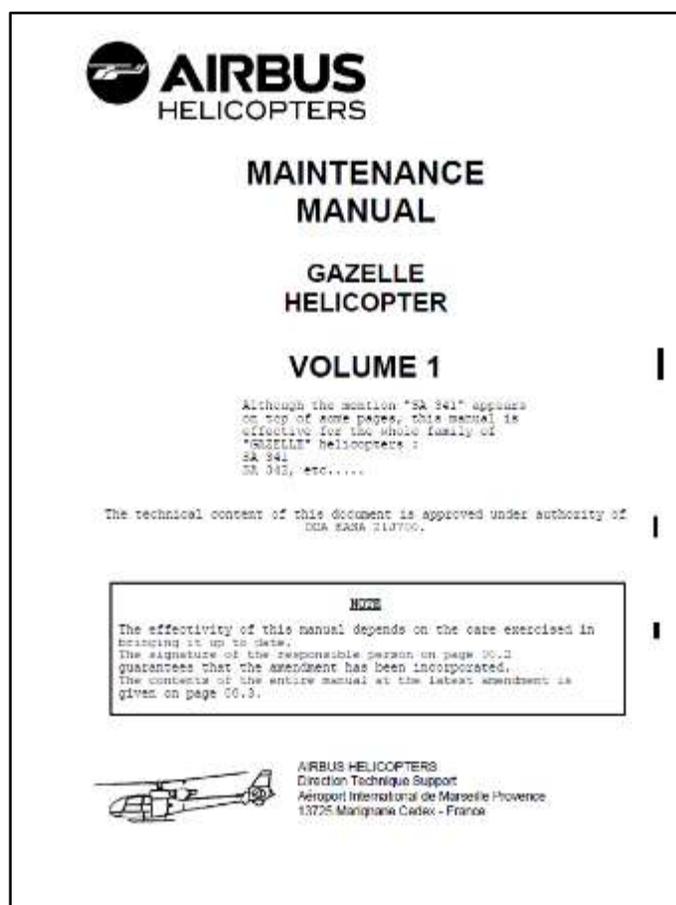
Manuales y categoría de “mantenimiento” en el helicóptero Gazelle AS 341L

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 27

MDE - Manual de mantenimiento



Nota. Tomado de (Airbus Helicopters, 1988).

Tabla 7

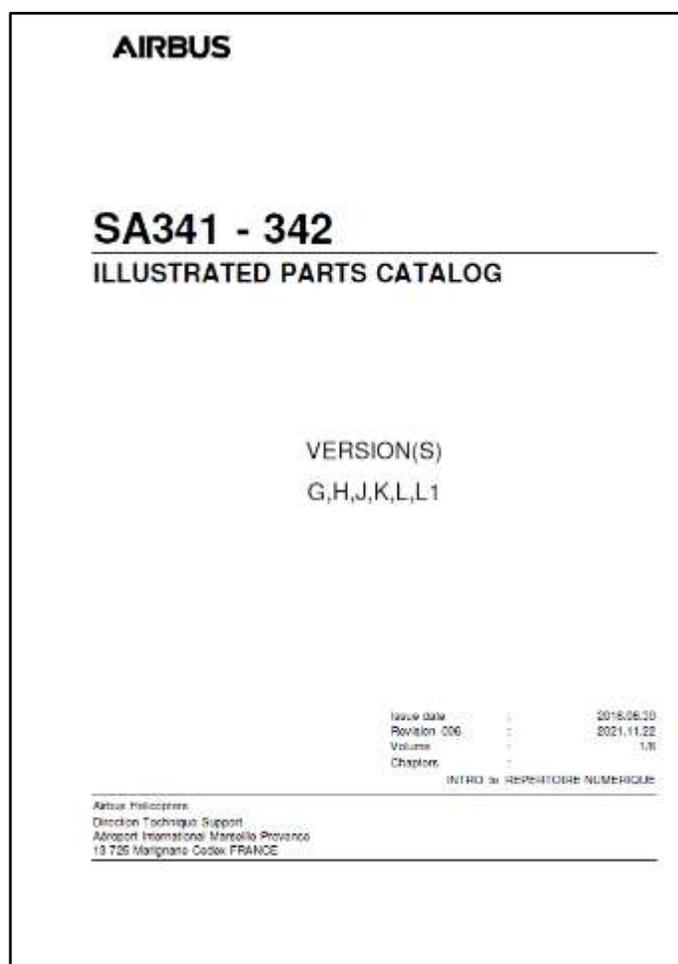
Manuales y categoría de “identificación” en el helicóptero Gazelle AS 341L

Designación	Código
Catálogo ilustrado de partes	IPC
Catálogo de herramientas especiales	ICO
Catálogo complementario de abastecimientos	ICA

Nota. Tomado de (Airbus, 2022).

Figura 28

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 8

Manuales y categoría de “especial” en el helicóptero Gazelle AS 341L

Designación	Código
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).

Medidas de seguridad en mantenimiento aeronáutico

La seguridad en el cumplimiento de una tarea de mantenimiento es responsabilidad de todo el personal involucrado en cada procedimiento realizado, se deben tomar medidas antes, durante y después de cada trabajo que se ejecute en el helicóptero (Jackson & Grimster, 1972). Existen normas básicas que hay que seguir en todo lugar de trabajo (ver Tabla 9), pero sin embargo es recomendable exagerar en todo lo que respecta con la seguridad, es así que toda persona involucrada en el mantenimiento aeronáutico debe utilizar el equipo de protección personal (EPP) necesario (ver Figura 29).

Tabla 9

Medidas de seguridad en el mantenimiento aeronáutico

Medidas de seguridad	
	Limitar el lugar de trabajo
	Colocar avisos
Antes	Usar el equipo de protección adecuado
	Realizar charla técnica
	Organizar el lugar de trabajo
Durante	Poseer el equipo de protección
	Evaluación constante
	Limpiar el lugar de trabajo
Después	Retirar avisos
	Comunicar las condiciones
	Aseo personal

Nota. Tomado de (Lovesey, 1975).

Figura 29

Equipo de protección personal (EPP)



Nota. La figura muestra el equipo de protección personal (EPP) que deberá ser utilizado en diferentes tareas de mantenimiento. Tomado de (Aircooltech Solutions, 2022).

El mantenimiento de aeronaves se debe realizar con equipo y herramientas adecuadas para el trabajo que se va a realizar, si se realiza un trabajo sin tomar en cuenta este aspecto, se estaría poniendo en riesgo no solo al personal, sino a los técnicos que se encuentran alrededor, a la aeronave en la cual se realiza la tarea. Un simple error puede traer muchos efectos, por lo que se recomienda acatar todas las medidas necesarias para realizar el mantenimiento de forma responsable y segura (Monar, 2022).

Capítulo III

Desarrollo del tema

Descripción general

En este capítulo, se explica el proceso detallado para realizar la inspección de las 500 horas del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L, siguiendo las pautas establecidas en los programas de mantenimiento recomendados (PRE), manual de mantenimiento (MDE), manual de técnicas corrientes (MTC), catálogo ilustrado de partes (IPC) y la información técnica relevante. La finalidad de esta inspección es asegurar el óptimo funcionamiento de los componentes del sistema de luces, mejorando la operabilidad de la aeronave para su uso en las actividades de mantenimiento realizadas por profesores y estudiantes.

Antes de llevar a cabo la inspección, se tomaron medidas para preparar todos los recursos necesarios, tales como la documentación técnica, herramientas, equipos y personal técnico capacitado en el manejo del helicóptero. De esta forma, se aseguró que la inspección se llevara a cabo de manera efectiva y con resultados satisfactorios. La Brigada de Aviación Nro. 15 "Paquisha" del Ejército Ecuatoriano, que proporcionó su apoyo para este proyecto, y todo el personal involucrado en el mantenimiento del helicóptero Gazelle AS 341L, fueron fundamentales para el éxito de esta inspección.

Además de los recursos mencionados anteriormente, durante la inspección del sistema de luces del helicóptero, se realizó un exhaustivo chequeo de cada uno de los componentes del sistema. Esto incluyó una revisión visual de cada luz, cableado y conectores, así como una verificación de las tensiones y corrientes de cada luz. Cabe destacar que esta inspección se realizó en cumplimiento con las regulaciones y normativas de la autoridad aeronáutica, y con el objetivo de garantizar la seguridad de la aeronave y de sus ocupantes.

Adecuación del área de trabajo

Para llevar a cabo la inspección del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L de 500 horas, se verificó que el lugar de trabajo estuviera en óptimas condiciones (ver Figura 30), organizado, limpio y con una buena iluminación para realizar la inspección con precisión. También, se aseguró de tener a disposición los manuales, materiales, herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento de manera efectiva. Se contó con un equipo de técnicos especializados en la inspección de sistemas de iluminación que supervisaron y verificaron los procedimientos, garantizando que se cumplieran los estándares de calidad y seguridad. Además, se tomaron medidas de seguridad para proteger a los técnicos y a la aeronave durante la inspección, lo que permitió un trabajo seguro y eficiente.

Figura 30

Área de trabajo



Nota. Área de trabajo adecuada para la realización de la inspección.

Inspección preliminar del sistema de luces del helicóptero

Se realizó una evaluación previa y limpieza de los componentes del sistema de luces de la aeronave, con la finalidad de quitar la suciedad y comprobar el estado de los componentes, tal y como se muestra en la Figura 31. Dado que el helicóptero había estado abandonado durante mucho tiempo, varios de sus componentes habían sido retirados o descartados. La evaluación previa permitió identificar cualquier tipo de daño o desgaste en los componentes, como luces interiores y exteriores, conexiones eléctricas e interruptores. Después de realizar una limpieza completa de todos los componentes y evaluarlos, se procedió con la inspección de 500 horas del sistema de luces, según lo recomendado en el programa de mantenimiento indicado en la Figura 24.

Figura 31

Inspección preliminar de los componentes del sistema de luces



Nota. Limpieza general de las luces interiores del helicóptero, con el fin de eliminar la suciedad.

Inspección de 500 horas del sistema de luces

Inspección de luces interiores

Se llevó a cabo la inspección de los componentes del subsistema de luces interiores siguiendo los procedimientos descritos en el programa de mantenimiento recomendado (PRE), los cuales se derivan en las tareas de mantenimiento (33-10-601, 33-10-501) del manual de mantenimiento (MDE) del helicóptero Gazelle AS 341L. A continuación, se describen los procedimientos ejecutados.

Inspección general. Para realizar la inspección general de las luces interiores del helicóptero, fue necesario seguir el procedimiento indicado en el manual de mantenimiento (33-10-601) como se detalla a continuación:

- Se constató el estado de las placas de iluminación del panel de instrumentos, que se encuentren en buen estado, limpias y sin signos de desgaste (ver Figura 32). Todas las luces fueron instaladas con sus respectivas cubiertas protectoras (ver Figura 33), las conexiones fueron limpiadas con limpia contactos y el cableado fue correctamente enrutados corrigiendo las diferentes discrepancias encontradas (ver Figura 34).

Figura 32

Placas de iluminación del panel de instrumentos



Nota. Estado de las placas de iluminación del panel de instrumentos.

Figura 33

Luces de las placas de iluminación y cubiertas protectoras



Nota. Estado de las luces de las placas de iluminación y sus respectivas cubiertas protectoras.

Figura 34

Conexiones y cableado de luces de las placas de iluminación

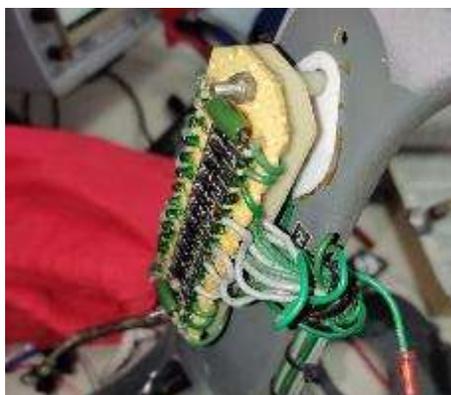


Nota. Conexiones limpias y cableado enrutado correctamente.

- Se llevó a cabo una revisión de los transistores de potencia, para lo cual se retiraron las cubiertas protectoras en los lados derecho e izquierdo del panel de instrumentos. Luego, se realizó una limpieza de los transistores, accesorios y conexiones. Después de comprobar que no existía continuidad ni voltaje (ver Figura 36), se procedió a reemplazar algunos de los transistores (ver Figura 37).

Figura 35

Transistores de potencia



Nota. Inspección de los transistores de potencia.

Figura 36

Continuidad y voltaje en los transistores de potencia



Nota. Medición de continuidad y voltaje en los transistores de potencia.

Figura 37

Reemplazo de los transistores de potencia

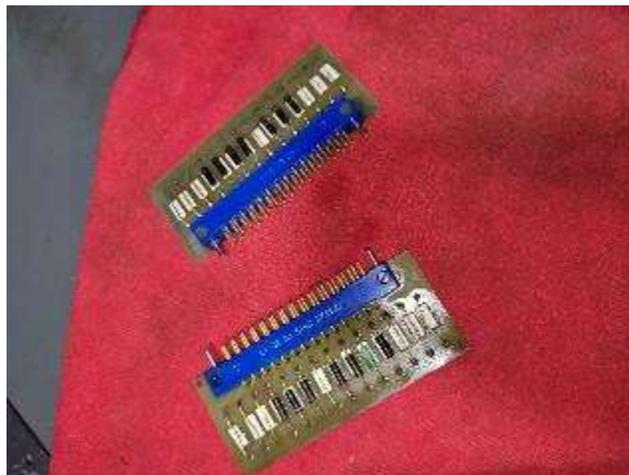


Nota. Reemplazo de los transistores de potencia ya que no existía continuidad ni voltaje.

- Se llevó a cabo una evaluación de las placas de conexión (ver Figura 38), y se descubrió que no había continuidad ni voltaje (ver Figura 39). Como resultado, se tuvo que reemplazar algunas de las placas de conexión.

Figura 38

Placas de conexión



Nota. Inspección de las placas de conexión.

Figura 39

Continuidad y voltaje en las placas de conexión



Nota. Medición de continuidad y voltaje en las placas de conexión.

- Se realizó una revisión de las luces de inspección (ver Figura 40), se limpiaron los bombillos, conexiones y cables. Debido a que se detectaron desviaciones en su funcionamiento, se tuvo que desmontar las luces para corregirlas (ver Figura 41).

Figura 40

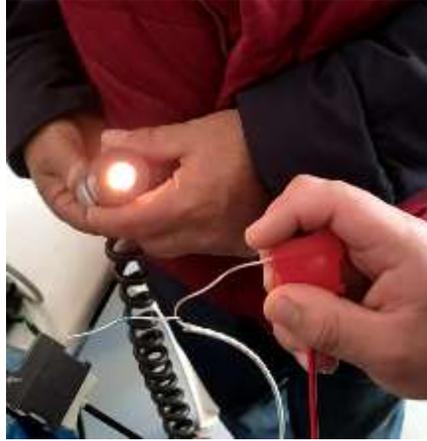
Luces de inspección



Nota. Chequeo de las luces de inspección.

Figura 41

Discrepancias en las luces de inspección



Nota. Corrección de discrepancias en las luces de inspección.

- Posteriormente se instalaron todos los componentes en el helicóptero como son las luces de las placas de iluminación (ver Figura 42), transistores de potencia (ver Figura 43), placas de conexión (ver Figura 44) y luces de inspección (ver Figura 45).

Figura 42

Instalación de las luces de las placas de iluminación



Nota. Instalación de las luces de las placas de iluminación en el panel de instrumentos.

Figura 43

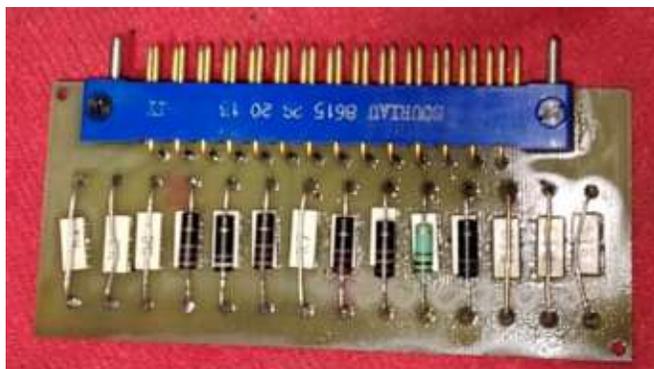
Instalación de los transistores de potencia



Nota. Instalación de los transistores de potencia en el interior del fuselaje del helicóptero.

Figura 44

Instalación de las placas de conexión



Nota. Instalación de las placas de conexión en el interior del fuselaje del helicóptero.

Figura 45*Instalación de las luces de inspección*

Nota. Instalación de las luces de inspección en el interior del fuselaje del helicóptero.

Pruebas y ajustes de las luces interiores. Para realizar las pruebas y ajustes de las luces interiores instaladas ya en el helicóptero, se siguió el procedimiento indicado en el manual de mantenimiento (33-10-501) como se detalla a continuación:

- Fue necesario energizar la aeronave con 28 V DC, para poder comprobar la operación de las luces interiores del helicóptero.
- Las pruebas de las luces de las placas de iluminación, consistió en primer lugar en colocar el interruptor "LIGHTING" en "ON", luego girar los reóstatos "INSTRUMENT PANEL" y "CONTROL PEDESTAL" para poder chequear el encendido de las luces (ver Figura 46). Una vez que las luces se encendieron correctamente, se procedió a girar los reóstatos completamente a la posición izquierda "OFF"; y luego se colocó el interruptor "LIGHTING" en "OFF".

Figura 46

Prueba luces de las placas de iluminación



Nota. Prueba de las luces de las placas de iluminación en el panel de instrumentos.

- Las pruebas de las luces de inspección, consistió en girar el potenciómetro en el sentido de las agujas del reloj, luego se verificó que se encendieron “ON” comprobando la eficiencia del potenciómetro, y finalmente se giró la perilla de control del potenciómetro completamente a la izquierda (ver Figura 47 y 48).

Figura 47

Prueba luces de inspección - encendido



Nota. Prueba de encendido de las luces de inspección en la cabina del helicóptero.

Figura 48

Prueba luces de inspección - intensidad



Nota. Prueba de la intensidad de las luces de inspección en la cabina del helicóptero.

Inspección de luces exteriores

Se llevó a cabo la inspección de los componentes del subsistema de luces exteriores siguiendo los procedimientos descritos en el programa de mantenimiento recomendado (PRE), los cuales se derivan en las tareas de mantenimiento (33-20-601, 33-20-501) del manual de mantenimiento (MDE) del helicóptero Gazelle AS 341L. A continuación, se describen los procedimientos ejecutados.

Luces de navegación. Para realizar la inspección de las luces de navegación del helicóptero, fue necesario seguir el procedimiento indicado en el manual de mantenimiento (33-20-601) como se detalla a continuación:

- Se constató el estado general de las luces de navegación, realizando una limpieza profunda y verificando la condición de los cables y su aislamiento (ver Figura 49).

Figura 49

Estado de las luces de navegación



Nota. Verificación del estado de las luces de navegación del helicóptero.

- Luego se verificó que no existían algunas luces de navegación y otras no funcionaban (ver Figura 50), los cables estaban desconectados o a su vez en malas condiciones (ver Figura 51), por ende, fue necesario instalar y/o reemplazar algunas luces y cables.

Figura 50

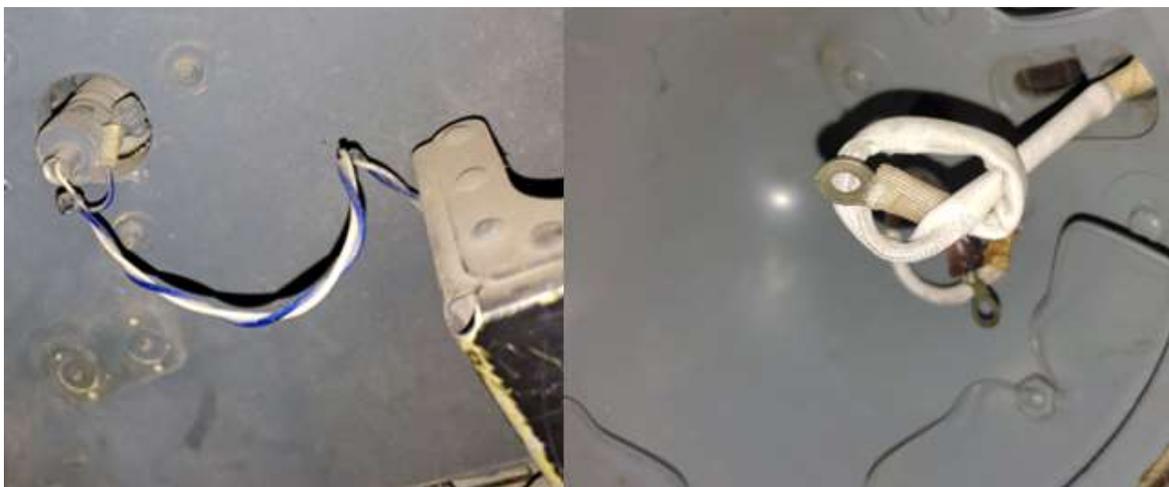
Luces de navegación en mal estado



Nota. Carencia y/o mal funcionamiento de las luces de navegación del helicóptero.

Figura 51

Cableado de las luces de navegación en mal estado



Nota. Cableado desconectado y/o en malas condiciones.

- Posteriormente se instalaron las luces de navegación con su respectiva carcasa, en la posición correcta del helicóptero (ver Figura 52, 53 y 54).

Figura 52

Instalación de la luz de navegación derecha



Nota. Instalación de la luz de navegación derecha con su respectiva carcasa.

Figura 53

Instalación de la luz de navegación izquierda



Nota. Instalación de la luz de navegación izquierda con su respectiva carcasa.

Figura 54

Instalación de la luz de navegación posterior



Nota. Instalación de la luz de navegación posterior con su respectiva carcasa.

Luz de anticollisión (beacom). Para realizar la inspección de la luz de anticollisión del helicóptero, fue necesario seguir el procedimiento indicado en el manual de mantenimiento (33-20-601) como se detalla a continuación:

- Se constató el estado general de la luz de anticollisión, realizando una limpieza profunda y verificando la condición de los cables y su aislamiento (ver Figura 55).

Figura 55

Estado de la luz de anticollisión



Nota. Verificación del estado de la luz de anticollisión del helicóptero.

- Luego se verificó que los cables estaban en malas condiciones (ver Figura 56), por ende, fue necesario reemplazarlos.

Figura 56

Cableado de la luz de anticollisión en mal estado



Nota. Cableado en malas condiciones.

- Posteriormente se instaló la luz de anticollisión o beacom con su respectiva carcasa, en la posición correcta del helicóptero (ver Figura 57).

Figura 57

Instalación de la luz de anticollisión



Nota. Instalación de la luz de anticollisión con su respectiva carcasa.

Luz de aterrizaje. Para realizar la inspección de la luz de aterrizaje del helicóptero, fue necesario seguir el procedimiento indicado en el manual de mantenimiento (33-20-601) como se detalla a continuación:

- Se constató el estado general de la luz de aterrizaje, realizando una limpieza profunda y verificando la condición de los cables y su aislamiento (ver Figura 58).

Figura 58

Estado de la luz de aterrizaje



Nota. Verificación del estado de la luz de aterrizaje del helicóptero.

- Luego se verificó que los cables estaban en malas condiciones (ver Figura 59), por ende, fue necesario reemplazarlos.

Figura 59

Cableado de la luz de aterrizaje en mal estado



Nota. Cableado en malas condiciones.

- Posteriormente se instaló la luz de aterrizaje retráctil con su respectiva carcasa, en la posición correcta del helicóptero (ver Figura 60).

Figura 60

Instalación de la luz de aterrizaje



Nota. Instalación de la luz de aterrizaje con su respectiva carcasa.

Unidad intermitente. Para realizar la inspección de la unidad intermitente (flasher unit) del helicóptero, fue necesario seguir el procedimiento indicado en el manual de mantenimiento (33-20-601) como se detalla a continuación:

- Se constató el estado general de la unidad intermitente, realizando una limpieza profunda y verificando la condición de los cables y su aislamiento (ver Figura 61). Además, se comprobó el correcto funcionamiento de los dispositivos de protección y se realizaron las regulaciones necesarias para asegurar un correcto funcionamiento y una mayor eficiencia en el futuro.
- Al no encontrar discrepancias se instaló la unidad intermitente en la posición correcta del helicóptero (ver Figura 62).

Figura 61

Estado de la unidad intermitente



Nota. Verificación del estado de la unidad intermitente del helicóptero.

Figura 62

Instalación de la unidad intermitente



Nota. Instalación de la unidad intermitente en el helicóptero.

Controles luces exteriores. Para inspeccionar los controles, fue necesario seguir el procedimiento indicado en el manual de mantenimiento. En el panel de instrumentos se inspeccionó la condición mecánica y fijación de los interruptores "NAV. LTS" y "ANTI-COL". Y en la caja de control de la palanca de paso colectivo se inspeccionó el interruptor "L-LT" y el pulsador "IN-OUT" (ver Figura 63).

Figura 63

Controles luces exteriores



Nota. Inspección de la condición de interruptores y pulsadores de las luces exteriores.

Pruebas y ajustes de las luces interiores. Para realizar las pruebas y ajustes de las luces exteriores instaladas ya en el helicóptero, se siguió el procedimiento indicado en el manual de mantenimiento (33-20-501) como se detalla a continuación:

- Fue necesario energizar la aeronave con 28 V DC, para poder comprobar la operación de las luces exteriores del helicóptero.

- Las pruebas de las luces de navegación, consistió en primer lugar en colocar el interruptor "NAV. LTS" en posición "STEADY" donde las tres luces permanecen en "ON", posteriormente se movió el interruptor "NAV. LTS" a la posición "FL" y se verificó que las tres luces se prenden intermitentemente 50 veces por minuto aproximadamente. Una vez que las luces se encendieron correctamente, se procedió a colocar el interruptor "NAV. LTS" en posición "OFF".

Figura 64

Prueba luces de navegación (derecha e izquierda)



Nota. Prueba de las luces de navegación en el helicóptero.

Figura 65

Prueba luces de navegación (posterior)



Nota. Prueba de las luces de navegación en el helicóptero.

- Las pruebas de la luz de anticollisión, consistió en colocar el interruptor "ANTI-COL" en posición "ON" donde la luz se encendió intermitentemente 50 veces por minuto aproximadamente. Una vez que la luz se encendió correctamente, se procedió a colocar el interruptor "ANTI-COL" en posición "OFF".

Figura 66

Prueba luz de anticollisión



Nota. Prueba de la luz de anticollisión en el helicóptero.

- Las pruebas de la luz de aterrizaje, consistió en colocar el interruptor "L-LT" en posición "ON" donde la luz se encendió. Luego se movió el pulsador "IN-OUT" a la posición "OUT" donde la luz se extendió normalmente. Una vez que la luz se encendió y salió correctamente, se procedió a colocar el interruptor " L-LT " en posición "OFF" y se movió el pulsador "IN-OUT" a la posición "IN", y la luz subió correctamente.

Figura 67

Prueba luz de aterrizaje



Nota. Prueba de la luz de aterrizaje en el helicóptero.

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- La información técnica facilitó la interpretación de los procedimientos necesarios para llevar a cabo la inspección del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L; considerando todos los aspectos técnicos en el manejo de materiales, herramientas y equipos disponibles.
- Se inspeccionó y se evaluó el estado de los componentes del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L, donde se constató que algunos componentes del sistema contenían pequeños daños tanto eléctricos como mecánicos, que luego fueron corregidos con un adecuado mantenimiento. También sería factible una programación regular de mantenimiento preventivo para evitar futuros problemas y asegurar una operación óptima del sistema de luces.
- Los procedimientos de inspección de 500 horas del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L, fueron ejecutados de manera adecuada en referencia al programa recomendado de mantenimiento (PRE), manual de mantenimiento (MDE), manual de técnicas corrientes (MTC), catálogo ilustrado de partes (IPC) e información técnica aplicable.
- Las inspecciones detalladas del sistema de luces del helicóptero Gazelle AS 341L, permitieron examinar el correcto funcionamiento de todos los componentes a través de pruebas funcionales y operacionales, en referencia a la inspección realizada; por ende, la aeronave se encuentra lista para su traslado hacia las instalaciones de la universidad.

Recomendaciones

- Utilizar siempre la documentación técnica aplicable y actualizada para realizar cualquier trabajo de mantenimiento en el helicóptero Gazelle SA 341L, para garantizar que los procedimientos se realicen de manera adecuada y óptima.
- Las herramientas a utilizar en cualquier trabajo de mantenimiento deben estar en buenas condiciones y los equipos deben estar calibrados, para evitar tener cualquier tipo de inconveniente.
- Una vez que el helicóptero se encuentre en las instalaciones de la universidad, se recomienda brindar todas las facilidades a docentes y estudiantes para su uso. Además, se debe fomentar y ejecutar prácticas de mantenimiento en aeronaves de ala rotatoria, para una correcta formación académica de los estudiantes.

Glosario

A

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

Aeronavegabilidad: Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura.

Autoridad Aeronáutica: Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

C

Certificado de Aeronavegabilidad: Es un documento público otorgado por la DGAC, mediante el cual acredita que, a la fecha de su otorgamiento, la aeronave que dicho certificado respalda está apta para ser operada en forma segura.

Certificado Tipo: Es el certificado básico de diseño para avión, motor y hélice que establece el Diseño Tipo.

Chequeo: Comprobación de un componente o un sistema.

D

Dispositivo: Cualquier instrumento, mecanismo, equipo, parte, aparato, órgano auxiliar o accesorio que es usado o que se tratará de usar en la operación o control de una aeronave, instalado en, o fijado a la misma, y que no es parte de la estructura.

E

Equipo: Uno o varios conjuntos de componentes relacionados operacionalmente para el cumplimiento integral de una función determinada.

F

Federal Aviation Regulations: Regulaciones Federales para la Aeronáutica civil de los Estados Unidos de Norte América.

H

Helicóptero: 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.

I

Instrumento: Componente que utiliza un mecanismo interno para mostrar visual o auditivamente la actitud, altura y operación de una aeronave o una parte de la misma.

Inspección: Revisar, evaluar mediante la vista o equipo.

L

Limpieza: Retirar objetos, manchas, grasas ajenas al componente.

M

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

O

Overhaul: Revisión a profundidad con la finalidad de dejar a un componente en perfectas condiciones.

P

Preservar: Proteger de algún daño un componente.

Procedimiento: Conjunto de acciones para cumplir la tarea.

R

Reparación: Restitución de un componente o aeronave.

Abreviaturas

A

AAC: Autoridad Aeronáutica Civil.

AOG: Aeronave en Tierra.

ATA: Asociación de Transporte Aéreo.

C

CG: Centro de Gravedad.

CDL: Lista de desviaciones respecto a la configuración

D

DGAC: Dirección General de Aviación Civil.

E

EPP: Equipo de Protección Personal.

F

FAA: Administración Federal de Aviación de los EEUU.

FH: Horas de Vuelo.

G

GSE: Equipo de Soporte en Tierra.

I

IPC: Catálogo Ilustrado de Partes.

ICO: Catálogo de Herramientas Especiales.

ICA: Catálogo Complementario de Abastecimientos.

IN: Noticias de Información.

M

MDF: Manual de Descripción y Funcionamiento.

MDE: Manual de Mantenimiento.

MCS: Manual de Circuitos y Esquemas.

MFI: Manual de Fallas y Diagnósticos.

MRR: Manual de Reparación.

MRV: Manual de Revisión.

MST: Manual de Almacenamiento y Preservado.

MTC: Manual de Técnicas Corrientes.

P

PMV: Manual de Vuelo.

PMM: Manual del Piloto.

PMC: Registro de Peso y Centrado.

PRE: Programa Recomendado de Mantenimiento.

R

RDAC: Regulaciones de Aviación Civil.

S

SBT: Boletines de Servicio.

SLT: Carta de Servicio.

STX: Télex de Servicio.

SIN: Noticias de Información de Seguridad.

T

TMA: Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico.

Bibliografía

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)*. Direction Technique

Support.

Airbus Helicopters. (2022). *Master Servicing Recommendations - PRE (Gazelle)* (Vol. 1).

Direction Technique Support.

Aircooltech Solutions. (2022). *Personal Protective Equipment Guidelines*.

<https://www.aircooltechsolutions.com/2019/12/personal-protective-equipment-guidelines.html>

Airliners. (2022). *Aerospatiale SA-341/342 Gazelle*. VerticalScope Inc. <https://www.airliners.net>

DGAC. (2010). *RDAC PARTE 001 - Definiciones y abreviaturas*.

Ecocopter. (2022). *Mantenimiento de Aeronaves y Motores*.

<https://www.ecocopter.com/servicios/mantenimiento-de-aeronaves-y-motores/>

Ejército Ecuatoriano. (2022). *Aviación del Ejército - Ejército Ecuatoriano*.

<https://ejercitoecuadoriano.mil.ec>

Fuerza Aérea Colombiana. (2022). *Compromiso y profesionalismo en el Mantenimiento mayor de los helicópteros medianos de su Fuerza*. <https://www.fac.mil.co/es/noticias/compromiso-y-profesionalismo-en-el-mantenimiento-mayor-de-los-helicopteros-medianos-de-su>

Helis. (1997). *Gazelle in Ejército Ecuatoriano*. <https://www.helis.com>

Jackson, C., & Grimster, W. (1972). Human aspects of vibration and noise in helicopters.

Journal of Sound and Vibration, 20(3), 343–351. [https://doi.org/10.1016/0022-460X\(72\)90615-3](https://doi.org/10.1016/0022-460X(72)90615-3)

- Jeppesen. (2002). *A&P Technician Airframe Textbook*. Jeppesen Sanderson.
- Kroes, M., Watkins, W., Delp, F., & Sterkenburg, R. (2013). *Aircraft Maintenance and Repair*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Lovesey, E. (1975). The helicopter — some ergonomic factors. *Applied Ergonomics*, 6(3), 139–146. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(75\)90002-2](https://doi.org/10.1016/0003-6870(75)90002-2)
- Monar, S. (2022). *Inspección de 200 horas mediante los ítems de inspección señalados en el manual de la aeronave Cessna T206H del Grupo de Aviación del Ejército No. 44 "Pastaza."* <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/31481>
- Oñate, A. (2019). *Conocimientos del avión* (7th ed.). Paraninfo.
- Pejkić, G., & Vulić, R. (2014). *Model of equipping Gazelle helicopter for the search and rescue tasks*.
- Schafer J. (1995). *Helicopter Maintenance*. Jeppesen Sanderson.
- Skies. (2019). *A modified course: Heli-One - Skies Mag*. <https://skiesmag.com/features/a-modified-course-heli-one/>
- Vertical. (2018). *Predictive maintenance: Future-proof? - Vertical Mag*. <https://verticalmag.com/features/predictive-maintenance-future-proof/>
- Wikiwand. (2005). *Aérospatiale SA341 Gazelle*. <https://www.wikiwand.com>

Anexos