



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE.**

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
AVIONES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCIÓN AVIONES**

**TEMA: “INSPECCIÓN DE 3000 HORAS DEL TREN DE  
ATERRIZAJE EN LA AERONAVE CESSNA 150M CON  
MATRÍCULA N2919V PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE  
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS- ESPE”**

**AUTOR:**

**SAQUINGA ALCACIEGA CARLOS LUIS**

**DIRECTORA:**

**TLGA. ZABALA CACERES, EMMY SAMAMTHA**

**LATACUNGA**

**2018**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

### CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“INSPECCIÓN DE 3000 HORAS DEL TREN DE ATERRIZAJE EN LA AERONAVE CESSNA 150M CON MATRÍCULA N2919V PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS- ESPE”** realizado por el señor **SAQUINGA ALCACIEGA CARLOS LUIS**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al **SAQUINGA ALCACIEGA CARLOS LUIS** para que lo sustente públicamente.

**Latacunga, Diciembre del 2018**

---

Tlga. Samamtha Zabala  
**DIRECTORA**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

#### AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **SAQUINGA ALCACIEGA CARLOS LUIS**, con cedula de identidad N° 1803748464, declaro que este trabajo de titulación **“INSPECCIÓN DE 3000 HORAS DEL TREN DE ATERRIZAJE EN LA AERONAVE CESSNA 150M CON MATRÍCULA N2919V PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS- ESPE”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Latacunga, Diciembre del 2018**

---

**SAQUINGA ALCACIEGA CARLOS LUIS**  
**C.I.: 180374846-4**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

#### AUTORIZACIÓN

Yo, **SAQUINGA ALCACIEGA CARLOS LUIS**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación, “**INSPECCIÓN DE 3000 HORAS DEL TREN DE ATERRIZAJE EN LA AERONAVE CESSNA 150M CON MATRÍCULA N2919V PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS- ESPE**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Latacunga, Diciembre del 2018**

---

**SAQUINGA ALCACIEGA CARLOS LUIS**  
**C.I.: 180374846-4**



## **DEDICATORIA**

Este proyecto de grado se lo dedico en primer lugar a Dios y de una forma grata a mi familia en especial a mis padres ya que con ellos pude contar a mi lado en todas las circunstancias buenas y malas durante mi periodo de formación profesional, y además por darme ese apoyo incondicional y a la vez el ánimo para seguir en esta etapa de alegrías como también tristezas, gracias a ustedes padres que de una u otra forma sus sabios consejos me enseñaron a fortalecer de forma firme cada paso que lo realizaba y por guiarme al camino que debería llegar, de esta manera con el esfuerzo y el orgullo de ellos y de sí mismo he logrado demostrarles mi mayor satisfacción y mis logros así a ellos.

De igual manera a todas las personas que en este transcurso del tiempo he conocido la cuales con sus consejos y enseñanzas que me han brindado, me han servido en momentos difíciles como en los fáciles que a pesar de las caídas han logrado iluminar mi camino profesional, y así conseguir el éxito de cada meta que lo he propuesto.

**SAQUINGA ALCACIEGA CARLOS LUIS**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la vida y por poner en mi camino a las personas que de una u otra forma me han apoyado y dado fortaleza en todo momento que lo necesito, con los cuales he compartido muchos momentos especiales de alegrías y tristezas. Al concluir este proyecto con dificultades múltiples como es el desarrollo de la tesis, es inevitable sentir una mayor satisfacción y orgullo que contempla la mayor parte de esfuerzo y dedicación al mérito del aporte realizado.

El logro de este objetivo se lo demuestra de una forma espectacular ya que la magnitud de este aporte se lo realizo con la participación de personas como el Tlgo. Samamtha Zabala y la institución que de forma útil han facilitado para que este trabajo llegue a su culminación de forma satisfactoria. Por ello, para mí es un verdadero placer y orgullo utilizar este espacio para dar a conocer y consecuente con ellos, expresarle mis mejores agradecimientos a cada uno de ellos por hacer lo posible.

Un grato Agradecimiento y que Dios los Bendiga Siempre

**SAQUINGA ALCACIEGA CARLOS LUIS**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORIA DE RESPONSABILIDAD .....</b>	<b>iii</b>
<b>AUTORIZACIÓN .....</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvii</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivo general .....	3
1.4.1. Objetivos específicos .....	3
1.5. Alcance .....	4
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>5</b>
2.1. Aeronave ligera .....	5
2.2. Aeronave Cessna 150M.....	5
2.3. Reseña histórica de la aeronave Cessna 150 .....	6
2.4. Trenes de aterrizaje .....	8
2.5. Evolución histórica de los trenes de aterrizaje.....	9
2.6. Función del tren de aterrizaje .....	10
2.7. Conjuntos fundamentales del tren de aterrizaje.....	10

2.7.1. Tren de aterrizaje principal .....	10
2.7.2. Tren de aterrizaje auxiliar .....	11
2.8. La adaptación del tren de aterrizaje .....	11
2.9. Configuración del tren de aterrizaje .....	12
2.9.1. Numero de ruedas .....	12
2.9.1.1. Tren triciclo .....	13
2.9.1.2. Tren biciclo.....	13
2.9.1.3. Tren triciclo en línea de tres .....	14
2.9.2. Tipos por sistemas de suspensión .....	14
2.9.2.1. Tren de ballesta .....	14
2.9.2.2. Tren de cordones elásticos .....	15
2.9.2.3. Tren de amortiguador oleo neumático.....	16
2.9.3. Por su sistema geométrico de suspensión .....	16
2.9.3.1. Tren de suspensión telescópica .....	17
2.9.3.2. Tren de suspensión articulado .....	17
2.9.4. Por su sistema de articulación.....	18
2.9.4.1. Articulación fija.....	18
2.9.4.2. Articulación retráctil.....	19
2.9.5. Según la superficie en la cual va a operar el avión.....	19
2.9.5.1. El tren de aterrizaje basado en orugas (En tierra) .....	19
2.9.5.2. Tren de aterrizaje de rodadura (En Tierra) .....	20
2.9.5.3. El tren de aterrizaje basado en colchones de aire .....	20
2.9.5.4. El tren de aterrizaje basado en flotadores (En Agua) .....	21
2.9.5.5. El tren de aterrizaje basado en skies .....	21
2.10. Análisis y diseño del tren de aterrizaje. ....	22
2.10.1. Centro de gravedad del avión .....	23

2.11. Requisitos del tren.....	23
2.11.1. Requisitos operacionales .....	24
2.11.2. Requisitos de protección.....	24
2.11.3. Requisitos de mantenimiento .....	24
2.12. Elementos del tren de aterrizaje .....	24
2.12.1. Amortiguadores.....	25
2.12.1.1. Materiales de construcción del amortiguador .....	25
2.12.2. Articulaciones de torsión (Compás).....	26
2.12.3. Neumáticos .....	26
2.12.3.1. Inspección y reparación de neumáticos .....	27
2.12.4. Ruedas .....	27
2.12.4.1. Diseño de ruedas .....	27
2.12.4.2. Material de construcción de ruedas.....	28
2.12.5. Frenos.....	28
2.12.5.1. Sistema de operación de frenos.....	28
2.12.5.2. Material de los discos de freno.....	28
2.12.6. Apoyo.....	29
2.13. Inspecciones del tren de aterrizaje .....	30
2.14. Inspección del tren de aterrizaje Fijo .....	30
2.15. Inspecciones especiales.....	30
2.16. Tipos de problemas en los trenes de aterrizaje .....	30
2.17. Limpieza y lubricación .....	31
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>32</b>
3.1. Preliminares .....	32
3.2. Medidas de seguridad .....	32
3.3. Ubicación de la aeronave .....	33

3.3.1. Procedimiento de remolque de la aeronave .....	33
3.3.2. Equipos para el traslado de la aeronave .....	35
3.4. Recopilación de información técnica .....	35
3.4.1. Métodos y requerimientos de inspecciones no destructivas .....	36
3.4.1.1. Pruebas de espesor ultrasonido .....	37
3.4.1.2. Inspección visual .....	38
3.4.1.3. Inspección de corrientes inducidas .....	38
3.4.2. Listado de inspección suplementaria .....	39
3.5. Limpieza preliminar .....	40
3.5.1. Procedimiento .....	40
3.6. Simbología en diagramas de flujo de análisis .....	44
3.7. Diagrama de flujo de análisis de tema .....	45
3.8. Procedimiento de inspección de 3000 horas. ....	46
3.9. Inspección suplementaria número 32-13-02 .....	47
3.9.1. Materiales y herramientas para la inspección .....	47
3.9.2. Proceso .....	48
3.9.3. Resultados .....	51
3.10. Inspección suplementaria número 32-13-03 .....	52
3.10.1. Materiales y herramientas para la inspección .....	52
3.10.2. Proceso .....	53
3.10.3. Resultado .....	55
3.11. Inspección suplementaria número 32-20-01 .....	55
3.11.1. Materiales y herramientas para la inspección .....	56
3.11.2. Procedimiento .....	56
3.11.3. Resultado .....	58
3.12. Lubricación .....	59

3.12.1. Herramientas de lubricación.....	59
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>61</b>
4.1. Conclusiones.....	61
4.2. Recomendaciones.....	62
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>63</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>66</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>68</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Aeronave Cessna 150 .....	5
Figura 2	Primer aeronave Cessna .....	6
Figura 3	Tren de aterrizaje tipo triciclo .....	8
Figura 4	Aeroplano de los hermanos Wright.....	9
Figura 5	Tren convencional en tipo V .....	10
Figura 6	Función del tren de aterrizaje .....	10
Figura 7	Conjuntos del tren de aterrizaje .....	11
Figura 8	Adaptación del tren de aterrizaje .....	11
Figura 9	Por el número de ruedas .....	12
Figura 10	Tren tipo triciclo .....	13
Figura 11	Tren tipo bicicleta .....	14
Figura 12	Tren tipo triciclo en línea de tres .....	14
Figura 13	Tren de ballesta.....	15
Figura 14	Tren de cordones elásticos .....	15
Figura 15	Tren de amortiguador oleo neumático .....	16
Figura 16	Suspensión telescópica .....	17
Figura 17	Pata de tren con suspensión articulado .....	17
Figura 18	Esquema del tren de palanca .....	18
Figura 19	Tren de articulación fija.....	19
Figura 20	Tren de articulación retráctil.....	19
Figura 21	Tren de aterrizaje basado en orugas .....	20
Figura 22	Tren de aterrizaje de rodadura.....	20
Figura 23	Funcionamiento del colchón del aire.....	21
Figura 24	Tren de aterrizaje tipo flotador .....	21
Figura 25	Tren de aterrizaje tipo skies .....	22



Figura 26	Diseño del tren de aterrizaje .....	23
Figura 27	Centro de gravedad de la aeronave.....	23
Figura 28	Diseño de un amortiguador.....	25
Figura 29	Amortiguador oleo neumático .....	25
Figura 30	Articulación de dirección .....	26
Figura 31	Tipo de neumático .....	26
Figura 32	Diseño de rueda .....	27
Figura 33	Apoyo del tren de aterrizaje .....	29
Figura 34	Traslado de la aeronave CESSNA 150M.....	32
Figura 35	Equipos de protección y herramientas .....	33
Figura 36	Traslado a los hangares .....	34
Figura 37	Información técnica de la aeronave Cessna 150 .....	35
Figura 38	Métodos de inspecciones no destructivas.....	36
Figura 39	Equipo de ultrasonido NDT .....	38
Figura 40	Equipo de corrientes inducidas NDT .....	39
Figura 41	Limpieza externa del tren de aterrizaje .....	41
Figura 42	Secado del tren de aterrizaje .....	41
Figura 43	Colocación de una gata hidráulica .....	42
Figura 44	Desmontajes de pernos del tren principal .....	42
Figura 45	Limpieza interna del tren principal .....	43
Figura 46	Símbolos en diagramas de flujo .....	44
Figura 47	Diagrama de flujo de análisis de tema .....	45
Figura 48	Modelo y serial de la Aeronave Cessna 150M .....	46
Figura 49	Anclaje del tren principal.....	48
Figura 50	Desmontaje de la rueda del tren .....	49
Figura 51	Limpieza del resorte tubular.....	49

Figura 52	Calibración del equipo de ultrasonido .....	50
Figura 53	Inspección de ultrasonido de densidad .....	51
Figura 54	Montaje del tren principal .....	52
Figura 55	Remoción de accesorios de cabina .....	53
Figura 56	Limpieza de los soportes del tren principal .....	54
Figura 57	Inspección visual a los soportes .....	54
Figura 58	Soportes en buenas condiciones .....	55
Figura 59	Inspección visual del enlace de torsión .....	57
Figura 60	Calibración del equipo de corrientes inducidas .....	57
Figura 61	Inspección con corrientes inducidas .....	58
Figura 62	Torque a los bujes de torsión .....	59
Figura 63	Lubricación del tren de aterrizaje .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Descripción y dimensiones generales del CESSNA 150 .....	6
Tabla 2	Comparación de materiales de disco de freno .....	29
Tabla 3	Equipos de remolque .....	35
Tabla 4	Herramientas para la limpieza de los trenes .....	43
Tabla 5	Herramientas para la inspección número 32-13-02.....	47
Tabla 6	Herramientas para la inspección número 32-13-03.....	52
Tabla 7	Herramientas para la inspección número 32-20-01 .....	56
Tabla 8	Herramientas de lubricación .....	59

## RESUMEN

Los trenes de aterrizaje son una parte fundamental que posee una aeronave, ya que estos tienen varias funciones como son: el soporte del peso de la aeronave, así como también retener la fuerza que produce al momento del contacto con la pista durante el aterrizaje. Un tren de aterrizaje está conformado por varias partes, las cuales ejecutan diferentes funciones al momento de su operación como son: amortiguadores, conjunto de ruedas, soportes y diversos equipos que un avión necesita al momento de aterrizar como al estar en tierra. Los trenes de aterrizaje deben estar diseñados y fabricados de acuerdo a su medio de operación para proporcionar una larga vida útil. Los mismos que deben encontrarse en condiciones óptimas de aeronavegabilidad y deben ser operados de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones que cada fabricante emite, como son: inspecciones y mantenimiento de acuerdo al tipo y forma de operación que poseen dichos componentes. La inspección de 3000 horas del tren de aterrizaje se realiza de acuerdo a la recopilación de información técnica, y sobre todo al cumplimiento de las operaciones de sus capacidades, razones por las cuales se exige el chequeo de sus diversas actividades como: el soporte de la aeronave al momento de aterrizar, su frenado y como parte fundamental el direccionamiento de la misma en tierra. Durante una inspección se debe tomar en cuenta cada instructivo o procedimiento que es emitido por el fabricante para un mantenimiento efectivo.

### **PALABRAS CLAVE**

- Tren de aterrizaje
- Aeronavegabilidad
- Inspección 3000 horas
- Ultrasonido
- Corrosión

## ABSTRACT

Landing gear is a fundamental part of an aircraft, since it has several functions such as supporting the weight of the aircraft, as well as retaining the force it produces at the time of contact with the landing track. A landing gear consists of several parts, which perform different functions at the time of operation such as: shock absorbers, set of wheels, supports and various equipment that an aircraft needs at the time of landing as when on land. Landing gears must be designed and manufactured according to their operating environment to provide a long service life. In order for the three landing areas to be in optimum airworthiness conditions, they must be operated in accordance with the instructions and recommendations issued by each manufacturer, such as: inspection and maintenance according to the type and form of operation of these components. The inspection of 3000 hours of the landing gear is made according to the collection of technical information, and above all to the fulfillment of the operations of its capabilities, reasons why it is required to check its various activities such as: the support of the aircraft at the moment to land, its braking and as a fundamental part the address of the same on land. During an inspection, each instruction or procedure that is issued by the manufacturer for effective and maintenance must be taken into account.

### **Keywords:**

- Landing Gear
- Airworthiness
- Inspection 3000 hours
- Ultrasound
- Corrosion

**CHECKED BY:**

Lic. Yolanda Santos Enríquez  
**DOCENTE UGT**

## **CAPÍTULO I**

### **“INSPECCIÓN DE 3000 HORAS DEL TREN DE ATERRIZAJE EN LA AERONAVE CESSNA 150M CON MATRÍCULA N2919V PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS- ESPE”**

#### **1.1. Antecedentes**

Desde hoy en día la Unidad de Gestión de Tecnologías –ESPE, funciona con una sección de diversos departamentos de estudio como son para ayudas de instrucción, talleres y laboratorios el cual está constituida por diferentes carreras innovadoras como son Mecánica Aeronáutica Mención Aviones y Motores, Seguridad Aérea y Terrestre, Electrónica y Logística. Con el fin de formar futuros profesionales en lo que es el ámbito Aeronáutico de esta manera ayuda a la preparación de profesionales capacitados y listos para cualquier situación dada.

Siendo esta instrucción parte de una identidad prestigiosa como es la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, es un centro Educativo Superior que se enfoca a brindar a todo el personal que desee relacionarse en el campo aeronáutico un excelente nivel académico, por lo cual ofrece un personal altamente capacitado tanto en el nivel práctico como teórico, cuenta con talleres y laboratorios equipados para proporcionar un alto nivel de aprendizaje.

Los aviones a través de la historia han sido un avance muy importante que nos ha facilitado mucho el poder viajar a lugares lejanos en menos tiempo, mayor comodidad, y de manera muy agradable siendo así tenemos el CESSNA 150 M es un avión biplaza de propósito general equipado con tren de aterrizaje fijo en triciclo y ala alta, diseñado originalmente para labores de entrenamiento, turismo y uso personal. El desarrollo del CESSNA 150 M original comenzaría a mediados de los años 50, con la decisión de Cessna Aircraft de fabricar un sucesor de los populares modelos Cessna 120 y Cessna 140, cuya producción había concluido en 1951. El prototipo voló por primera vez en septiembre de 1957, comenzado su producción justo un año después en las instalaciones de Cessna en Wichita, Kansas.

El Cessna 150 M es una de las aeronaves más populares para vuelos de entrenamiento. Muchas escuelas de vuelo poseen al menos un aparato disponible para instrucción o alquiler. Además, los Cessna 150 M usados son aviones privados bastante asequibles. Este avión está muy bien considerado entre los pilotos por su facilidad para volar con él sin tener que afrontar dificultades especiales.

El Cessna 150 M posee un tren de tipo triciclo es esencialmente el reverso del tren de aterrizaje convencional. En el suelo, los aviones de tres ruedas tienen una ventaja de visibilidad para el piloto ya que la nariz del avión está nivelada. Los aviones de tres ruedas son mucho menos propensos a 'rebasar' ya que tiene los frenos fuertemente aplicados. El diseño del triciclo reduce la posibilidad de un bucle de tierra, porque el tren principal se encuentra detrás del centro de masa.

Sin embargo, el avión equipado con rueda delantera también es más fácil de manejar en el suelo con vientos fuertes debido a su ángulo de ataque negativo al ala. Los estudiantes pilotos pueden dominar con seguridad los aviones equipados con rueda delantera más rápidamente, así como el personal dedicado a la inspección se la hace más fácil de realizar ya que es un componente sencillo de dar su respectivo mantenimiento.

Considerando que la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE es la encargada de impartir los conocimientos sobre la carrera de Mecánica Aeronáutica, se realiza la dotación de un avión CESSNA 150 M el mismo que se encuentra operativo para realizar diversas inspecciones mas no para operaciones de vuelo, con esto los estudiantes antiguos y nuevas promociones podrán realizar las prácticas en distintas aeronaves en la misma universidad.

## **1.2. Planteamiento del problema**

La Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE siendo una entidad prestigiosa consta de dos aviones escuela, FAIRCHILD F-250 Y HAWKER SIDDELEY 125-400, los mismos que sirven como guía de aprendizaje para los estudiantes de mecánica aeronáutica, se ha visto afectado en el ámbito de instrucción practica por la falta de una aeronave con motor reciproco.

Es por eso que nace la idea de realizar el proyecto de implementar un instrumento de estudio práctico y didáctico como es una aeronave CESSNA 150M, que servirá como avión escuela en los cuales se dará uso para posibles soluciones y dar beneficios a cada estudiante de la carrera, para que así puedan obtener conocimientos y destrezas al momento de realizar trabajos en cualquier aeronave.

### **1.3. Justificación**

La Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE está considerada como uno de los mejores centros de educación superior a nivel nacional e internacional, no cuenta con una aeronave de motor recíproco por esta razón se debe realizar la implementación de nuevos métodos de enseñanza práctica, con el propósito de aplicar el conocimiento teórico en lo práctico de cada estudiante.

El presente proyecto contribuirá a la obtención de nuevos conocimientos y al desarrollo del estudiante al demostrar sus diferentes habilidades durante las actividades que lo desee realizar, en lo cual se familiarice con los diferentes tipos de aeronaves, así formando nuevos tecnólogos a futuro para un buen desempeño laboral en su vida profesional.

### **1.4. Objetivo general**

- Efectuar una inspección suplementaria de 3000 horas o 5 años del tren de aterrizaje del avión CESSNA 150 M, acorde al uso de manuales técnicos y procesos requeridos, los cuales tendrán beneficios en la carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías–ESPE.

#### **1.4.1. Objetivos específicos**

- Adquirir información y procesos técnicos para realizar una inspección suplementaria de 3000 horas o 5 años del tren de aterrizaje del avión CESSNA 150 M.

- Establecer los equipos, herramientas y componentes necesarios y requeridos para las tareas de mantenimiento de inspección de 3000 horas o 5 años del tren de aterrizaje del avión CESSNA 150 M.



- Ejecutar la inspección de 3000 horas o 5 años del tren de aterrizaje del avión CESSNA 150M, de acuerdo a la información técnica obtenida.

### **1.5. Alcance**

El proyecto a realizar pretende brindar y garantizar un conocimiento a cada uno de los estudiantes los cuales cursan la carrera de Mecánica Aeronáutica en la universidad de la Unidad de Gestión de Tecnologías–ESPE, para poder dar un referente potencial a la institución ya que preparan tanto en el área cognitiva como práctica, logrando así nuevos tecnólogos capaces de resolver problemas que se den en el ámbito laboral del sector aeronáutico.

La finalidad de este proyecto planteado es implementar a la institución es de un instrumento de estudio práctico y didáctico que ayudara con el conocimiento y destrezas, con una inspección suplementaria de 3000 horas se logre mantener en óptimas condiciones los trenes de aterrizaje principal y de nariz para que los estudiantes puedan realizar prácticas sin ninguna dificultad, con la seguridad que cada estudiante obtenga recursos para desarrollar destrezas y habilidades para aplicar cierto tipo de aeronaves.

Cabe mencionar que la aeronave Cessna 150M no se encuentra en condiciones de aeronavegabilidad por lo cual no puede ser operada en vuelo, por esta razón está aeronave solo podrá ser con fines de una herramienta para el estudio practico y didáctico para los estudiantes.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Aeronave ligera

Son aeronaves orientadas a la formación de pilotos y a la realización de vuelos como actividad de ocio. Generalmente son aeronaves ligeras, con al menos dos asientos para el instructor de vuelo y el alumno en el caso de las aeronaves de instrucción (Convocatoria de controladores de circulación aérea, 2018).

#### 2.2. Aeronave Cessna 150M

La aparición de la C-150 dio comienzo a una nueva filosofía que se extendería a una larga serie de aviones diseñados por Cessna, y que continúa en algunos de los modelos producidos actualmente: aeronaves ligeras de ala alta, enteramente metálicas y tren de aterrizaje en tipo triciclo convencional (ATC Magazine, 2008).

El modelo 150 se trata de una avioneta de reducidas dimensiones (su envergadura no alcanza los 10 metros), impulsada por un motor Continental O 200-A de cuatro cilindros, que desarrolla una potencia de 100 hp. La hélice es de paso fijo, y los flaps son ranurados, accionados eléctricamente, que son extensibles en tres posiciones: 10, 20 y 40 grados (ATC Magazine, 2008).



**Figura 1 Aeronave Cessna 150**

Fuente: (<http://avia-es.com/blog/cessna-150-harakteristiki-foto,2015>)

### 2.3. Reseña histórica de la aeronave Cessna 150

La historia de Clyde Vernon Cessna diseñó el primer Cessna en 1911, un monoplano de abeto y lino. Después de su primer vuelo exitoso, Clyde fue apodado el "Hombre Pájaro de Enid". Dieciséis años después, nació Cessna Aircraft Corporation. El primer avión de la compañía era un monoplano no convencional que presentaba un ala sin abrazaderas o puntales, un diseño que ha sido el estándar de la industria desde entonces (Company, 2013).

En la primera década de Cessna, la compañía se ganó una reputación de seguridad y rendimiento que todavía conserva en la actualidad. Más de ocho décadas después, la pasión y la visión de Clyde Cessna se reflejan todos los días por las personas que trabajan para Cessna. Ya sea en una oficina o en la fábrica, cada empleado de Cessna está impulsado por un espíritu de innovación y pasión por la aviación (Company, 2013).



**Figura 2 Primer aeronave Cessna**

**Fuente:** ([http://www.cessna.com:80/~-/media/Images/Why-Cessna/cessna-WhyCessna-FINAL-history\\_header.ashx](http://www.cessna.com:80/~-/media/Images/Why-Cessna/cessna-WhyCessna-FINAL-history_header.ashx), 2013)

**Tabla 1**

**Descripción y dimensiones generales del CESSNA 150**

Características	Detalle
<b>DIMENSIONES</b>	
Envergadura	10,16 m (33'4")
Longitud máxima	7.24 m (23'9")
Altura máxima	2,44 m (8'0")



<b>ALA</b>	
Tipo de perfil:	NACA 2412
Superficie	14.61 m <sup>2</sup> (157.32 sq.ft.)
Diedro	1° (medio sobre el extradós, a 25% de la cuerda)
Incidencia	Raíz +1          extremo 0°
<b>ALERONES</b>	
Superficie	1.6611 m <sup>2</sup> (17.88 sq.ft.)
Deflexión	Arriba 20° +2° -0° Abajo 14° +2 -0°
<b>FLAPS</b>	
Método de accionamiento	Motor eléctrico y cables
Superficie	1.7243 m <sup>2</sup> (17,06 sq.ft.)
Deflexión máxima	40° ± 2°
<b>TREN DE ATERRIZAJE</b>	
Tipo	Triciclo, fijo.
Amortiguación	Rueda de nariz, amortiguador óleo/neumático Tren principal, patas elásticas tubulares.
Trocha	2,32 m (7.61')
Distancia entre ejes	(tren principal y rueda de nariz): 1,74 m (4082 Ft.)
Medida de la rueda de nariz	5.00 x 5 Presión de inflado: 30 psi (2.11 Kg/cm <sup>2</sup> )
Medida de las ruedas principales	6.00 x 6 Presión de inflado: 21 psi (1.47 Kg/cm <sup>2</sup> )
Presión del amortiguador oleo/neumático	20 psi (1.40 Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>PLANTA DE PODER</b>	
Motor	Continental 0-200-A

Potencia	100 BHP
Combustible	80/87 octanos, mínimo
Aceite	SAE 40 para temperaturas sobre 4.4°C (40°F) SAE 10W30, o SAE 20, para temperaturas por debajo de 4,4°C
Sistema de calefacción del carburador	Operado manualmente
<b>HELICE</b>	
Designación	Mc Cauley 1 <sup>a</sup> 101/GCM
Tipo	2 palas, metálicas, paso fijo.
Diámetro	1,752 m (69")
<b>CABINA</b>	
Asientos	2 (más asiento opcional para niños)
Puertas	2
Equipaje	54,5 kg (120 lbs.)

#### 2.4. Trenes de aterrizaje

El tren de aterrizaje es uno de los componentes funcionales, que como trabajo es absorber la energía que es producida cuando la aeronave hace contacto contra alguna superficie plana y rígida, estos componentes se pueden encontrar en diversas aeronaves según el tipo de configuración que posee, la más común de estos tipos de trenes es el tren triciclo.



**Figura 3 Tren de aterrizaje tipo triciclo**

**Fuente:** (JEPPESEN, 2011)

## 2.5. Evolución histórica de los trenes de aterrizaje

La evolución histórica de los trenes de aterrizaje va de acuerdo a la necesidad y a la caracterización de ciertas funciones las cuales van realizadas por el diseño y requisitos que hoy en día piden ciertos parámetros en el ámbito de seguridad de aviación mundial, en la actualidad un tren de aterrizaje debe tener ciertas funciones las cuales deben garantizar su operación como también a la reducción de peso, ya que es importante en el ámbito aeronáutico la disminución de peso.

En la historia de la aviación que surgió por los hermanos Wright en 1903, se vino realizado el diseño de ciertos trenes de aterrizaje sencillos, porque son una parte fundamental y como consecuencia tenía una prioridad, al pasar el tiempo sus diseñadores buscaban nuevas innovaciones que puedan ayudar y optimizar sea para su medio de operación, para diversas necesidades y como también en el ámbito militar para las guerras.



**Figura 4** Aeroplano de los hermanos Wright

**Fuente:** (<https://www.tispain.com/2012/12/los-hermanos-wright-pioneros-de-la.html>, 2012)

Los primeros aviones que de verdad comenzaron a construirse en serie tuvieron lugar en la Primera Guerra Mundial. Eran de pequeño tamaño, muy ligeros, contruidos en madera y lona, y volaban a velocidades muy bajas en comparación con los aeroplanos actuales, permitiendo un diseño sencillo y una configuración rápida del tren de aterrizaje. El efecto amortiguador tenía que ser obtenido necesariamente de la configuración de barras que constituía el propio tren, así como de la forma en la que se unía la rueda al resto del sistema. En los modelos Sopwith Camel y SPAD VII, típicos de esta época (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013).



**Figura 5 Tren convencional en tipo V**

**Fuente:** (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013)

## 2.6. Función del tren de aterrizaje

La función del tren de aterrizaje es succionar las cargas de aterrizaje al momento de su contacto contra una superficie, es aceptable su operación para las condiciones de resistencia del fuselaje de la aeronave al momento del impacto contra una superficie dura. La configuración del tren de aterrizaje está constituida por dos conjuntos fundamentales: principal y auxiliar las cuales al momento de su operación tienen ciertas funciones (Oñate, 1997).



**Figura 6 Función del tren de aterrizaje**

**Fuente:** (<http://www.taespejo.net/flota/ver/cessna-182>, 2002)

## 2.7. Conjuntos fundamentales del tren de aterrizaje

### 2.7.1. Tren de aterrizaje principal

Soporta la mayor parte del peso del avión en tierra. Está constituido por dos conjuntos de una o más ruedas, cada uno a uno del eje longitudinal del avión. Además de esta rueda o combinación de ruedas, el tren principal incluye otros mecanismos que cumplen funciones diversas en la operación del tren, tales como amortiguadores, frenos, martines hidráulicos (Oñate, 1997).



### 2.7.2. Tren de aterrizaje auxiliar

Consiste en un conjunto de una o más ruedas, situadas en la proa o en la zona de la cola del avión, que completa la función de trípode la cual tiene como función el dar direccionamiento a la aeronave en caso de dirigirse de un lugar a otro por la pista común mente llamado (TAXEO) (Oñate, 1997).



**Figura 7 Conjuntos del tren de aterrizaje**

Fuente: (JEPPESEN, 2011)

### 2.8. La adaptación del tren de aterrizaje

La adaptación y el diseño del tren es realizada de acuerdo a la disposición que el fabricante determina al momento de su ensamblaje, de acuerdo al estudio la adaptación de un tren de aterrizaje en las aeronaves con frecuencia es el tren triciclo, este tipo de tren posee una configuración óptima tanto en su operación como en la reducción de peso y es más utilizado en aeronaves modernas sea militares como civiles.



**Figura 8 Adaptación del tren de aterrizaje**

Fuente: ([http://www.teinteresa.es/tecno/Tren-aterrizaje-Airbus-A340\\_1\\_597550370.html](http://www.teinteresa.es/tecno/Tren-aterrizaje-Airbus-A340_1_597550370.html), 2011)

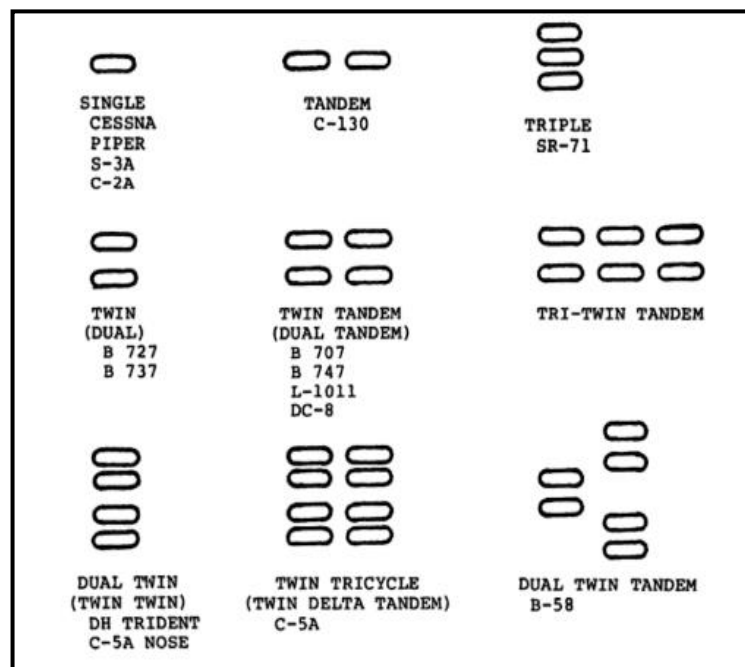


## 2.9. Configuración del tren de aterrizaje

Los trenes de aterrizaje se clasifican por varias secciones de operación como son; número de ruedas y su posición de ellas, por sus configuración y característica de la articulación, por la geometría que posee el sistema de suspensión, por el tipo de sistema de suspensión y por el medio en que se va a operar la aeronave (Oñate, 1997).

### 2.9.1. Numero de ruedas

Los trenes de aterrizaje generalmente se clasifican por el número de ruedas y su patrón. Esta terminología está ganando rápidamente aceptación mundial. Por ejemplo, los Suplementos definen la fuerza de un campo dado como T-SO / IT-100, lo que indica que el aeródromo está habilitado para aceptar aeronaves que pesen 50,000 lb con un tren gemelo o 100.000 lb con un tándem doble tren (CURREY, 1988).



**Figura 9 Por el número de ruedas**

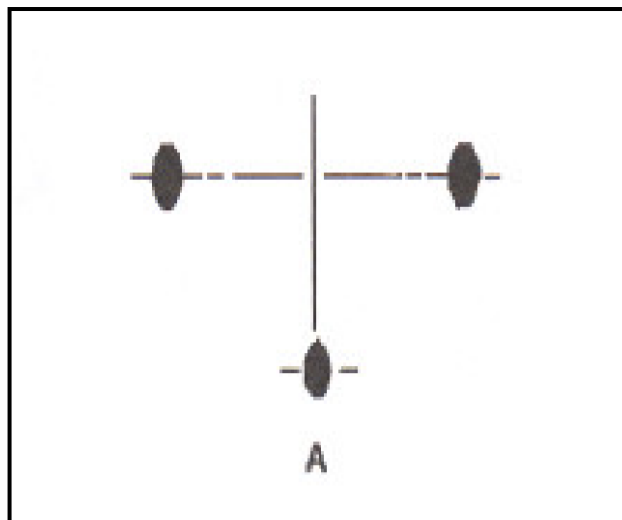
Fuente: (CURREY, 1988)

Es la clasificación estándar. La tipología se establece por el número de ruedas que tiene el tren y por la geometría de su posición. El número de ruedas depende del piso del avión y la consistencia del pavimento de las pistas que tiene previsto utilizar. La geometría de posición de las ruedas más comunes se sitúa dentro de estos grupos (Oñate, 1997).

### 2.9.1.1. Tren triciclo

Denominación general que se aplica a la configuración de tres patas, una situada al frente (proa) y dos principales atrás. Cada pata puede tener su propia configuración de ruedas, también se denomina tren convencional, una expresión antigua que toma como referencia la más moderna de triciclo con pata de proa (Oñate, 1997).

Como ventaja es de la mejor de visibilidad del piloto al exterior durante las fases de despegue, aterrizaje, maniobras en tierra mejora la frenada del avión ya que la frenada tiende a inclinar el morro del avión hacia adelante, aumentando el peso que soporta la pata delantera y con ello la reacción del suelo al momento del contacto (Oñate, 1997).

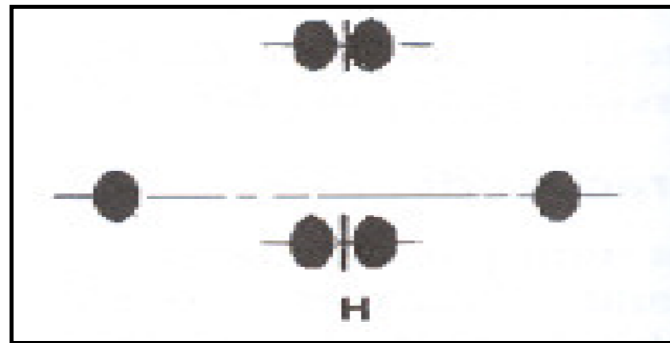


**Figura 10 Tren tipo triciclo**

Fuente: (Oñate, 1997)

### 2.9.1.2. Tren biciclo

Configuración de dos patas, con una o más ruedas colocadas en tándem, con pata exteriores para mantener la estabilidad en la tierra. El B-47 es un ejemplo clásico del tren biciclo, las ruedas exteriores tiene también a la función de aliviar las cargas que se imponen en el tren durante los giros cerrados, es una de la configuraciones más básicas y utilizadas en ciertas aeronaves las cuales ayudan y optimizan el peso, en la actualidad esta configuración de tren se la utiliza en aviones comerciales tanto de transporte de pasajeros como el de carga, estos trenes tenemos en aeronaves grandes (Oñate, 1997).

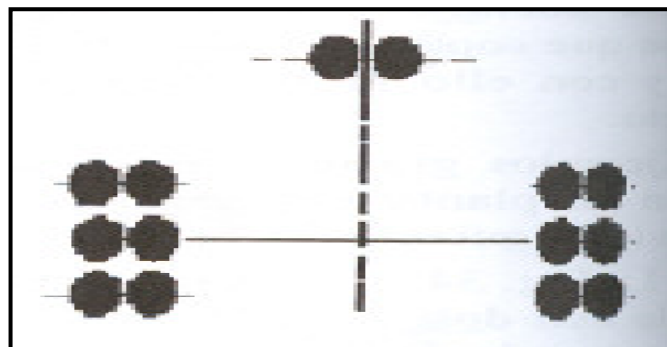


**Figura 11 Tren tipo bicicleta**

Fuente: (Oñate, 1997)

### 2.9.1.3. Tren triciclo en línea de tres

Es una configuración similar al clásico de doble rueda en tándem, pero con tres ruedas dobles en línea. Su aplicación se da en el Boeing-777 ha supuesto la primera presencia del tipo en los aviones comerciales occidentales. Es un tipo de tren complejo pueden tener de 12 a 14 ruedas (Oñate, 1997).



**Figura 12 Tren tipo triciclo en línea de tres**

Fuente: (Oñate, 1997)

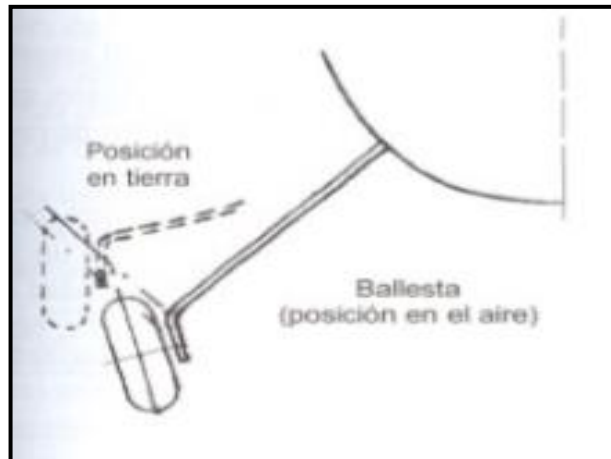
## 2.9.2. Tipos por sistemas de suspensión

Conforme al sistema de suspensión se clasifican de esta forma:

### 2.9.2.1. Tren de ballesta

Se emplea como tren principal de algunos aviones. Consiste en un tubo flexible de acero, llamada ballesta, cuya parte superior se atornilla al fuselaje del avión. La parte inferior termina en un eje en el cual se monta la rueda. La ballesta se extiende cuando la rueda hace contacto con el suelo, de modo que se amplía la vía del tren (Oñate, 1997).

El tren de ballesta produce normalmente desgaste desigual del neumático, pero es muy sencillo y prácticamente está libre de problemas de mantenimiento. Muchos aviones ligeros mantienen esta configuración de tren de aterrizaje ya que esta es la más común en diseños sencillos y por la reducción de peso en la aeronave (Oñate, 1997).

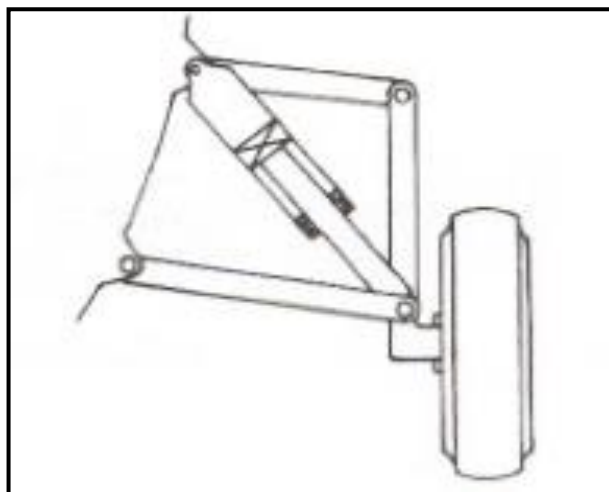


**Figura 13 Tren de ballesta**

Fuente: (Oñate, 1997)

### 2.9.2.2. Tren de cordones elásticos

Es un tipo de suspensión que se emplea también en aviones ligeros. Es común en aviones antiguos dedicados al tratamiento de cosechas (aviones agrícolas). Las cargas que se transmiten a las ruedas durante el movimiento del avión en tierra son absorbidas por cierto número de cordones elásticos de caucho dispuestos en forma de lazada (Oñate, 1997).



**Figura 14 Tren de cordones elásticos**

Fuente: (Oñate, 1997)

### 2.9.2.3. Tren de amortiguador oleo neumático

Son verdaderos “Resortes líquidos”, que se basan en la compresibilidad de los líquidos a altas presiones. Hacemos un breve comentario, pues no habrá más referencia en el capítulo para este tipo de amortiguador. El amortiguador es un cilindro lleno de fluido de base silicona, a una presión extraordinariamente alta (40.000+50.000psi, equivalente a  $2.720 \text{ kg/cm}^2 + 3.400 \text{ kg/cm}^2$ ) (Oñate, 1997).

Los amortiguadores líquidos son fiables, compactos y robustos, pero, entre otros inconvenientes, requiere que el avión este sobre gatos para efectuar servicios de recarga. Hay versiones donde se ha mezclado con el líquido una cierta cantidad de nitrógeno con el fin de mejorar la eficiencia de la amortiguación, muy dura, pero en términos generales hay que decir que no son comparables en eficiencia de amortiguación y servicio con los amortiguadores oleo neumáticos (Oñate, 1997).



**Figura 15 Tren de amortiguador oleo neumático**

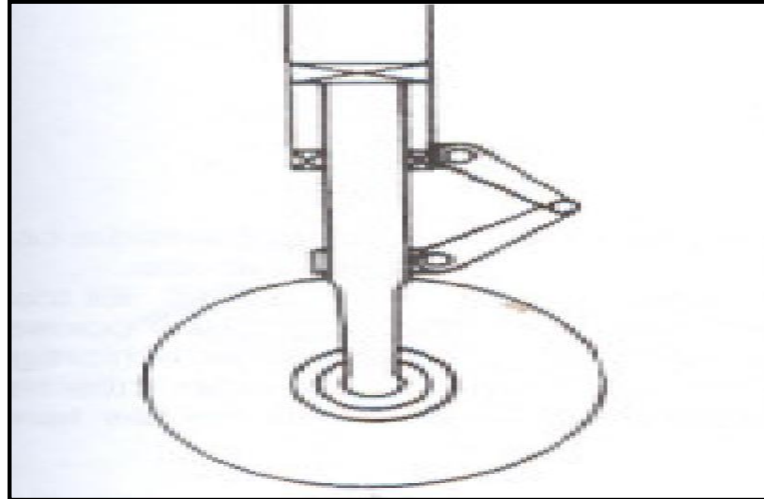
Fuente: (<https://www.ecured.cu/Archivo:Tren7.jpg>, 2003)

### 2.9.3. Por su sistema geométrico de suspensión

La función del sistema de suspensión es absorber la energía cinética del avión durante el aterrizaje y reducir las cargas transmitidas al fuselaje hasta niveles tolerables en el resto de operaciones. En la actualidad el amortiguador es el elemento que más contribuye al peso del tren de aterrizaje (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013).

### 2.9.3.1. Tren de suspensión telescópica

Es cuando el eje de la rueda está en la prolongación del soporte o pata principal estructural del tren. Su ventaja es que tiende a ser lo más económico, no obstante, tiene dificultades que la carrera del amortiguador es más larga pues tiene que absorber todo el desplazamiento vertical de la rueda (Oñate, 1997).

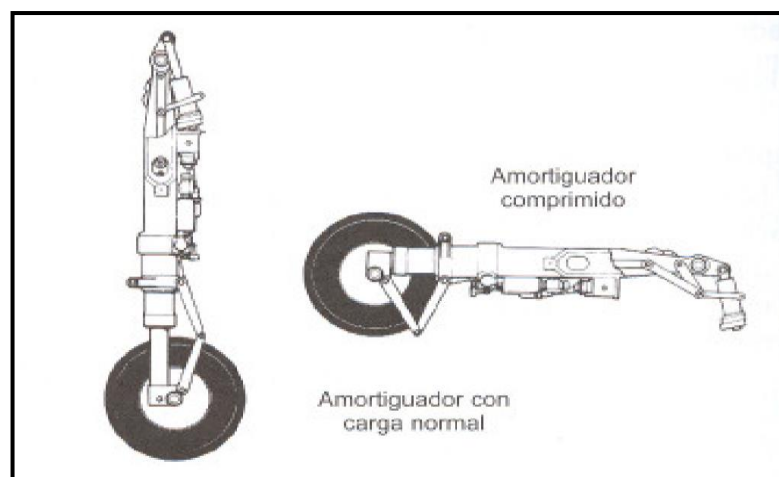


**Figura 16 Suspensión telescópica**

Fuente: (Oñate, 1997)

### 2.9.3.2. Tren de suspensión articulado

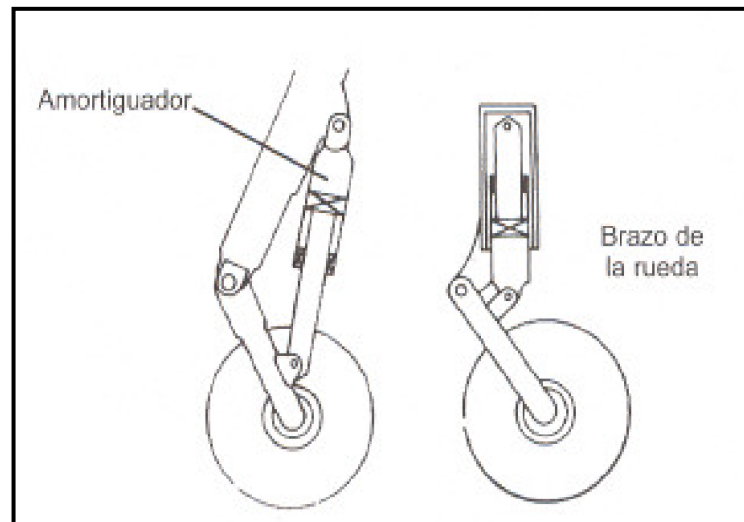
Se dice que la suspensión del tren es articulada o de palanca cuando cumple dos funciones: el eje de rueda está detrás del soporte o pata principal estructural del tren y el brazo de la rueda se une al soporte principal mediante una articulación través de la cual puede girar libremente (Oñate, 1997).



**Figura 17 Pata de tren con suspensión articulado**

Fuente: (Oñate, 1997)

El tren de palanca suele ser necesario en aviones que operan en pistas poco preparadas. La razón de la fricción de las ruedas sobre el suelo, para otros factores constantes, es menor en los trenes de palanca que en los telescópicos por el hecho que cada función a realizar es diferente y a la absorción del peso al momento de un aterrizaje (**Oñate, 1997**).



**Figura 18 Esquema del tren de palanca**

Fuente: (Oñate, 1997)

#### **2.9.4. Por su sistema de articulación**

Por el tipo de sistema articulación se basan en los trenes los cuales son retractiles, los cuales su accionamiento se basa en lo neumático, hidráulico, manual y en ciertos casos también hay encontramos en forma eléctrica, el sistema de articulación se da en la extensión y retracción a ciertos ordenes de mando que son activadas de forma manual las cuales conducen y son accionadas en la cabina de la aeronave y realiza cierta operación.

##### **2.9.4.1. Articulación fija**

Es un tipo de construcción que ofrece mayor resistencia aerodinámica al avance, estos se encuentran en aviones pequeños. La idea de esto es aceptar cierta pérdida de velocidad y performances del avión, con la contrapartida de menor coste y peso, simplicidad de mecánica y mantenimiento más fácil al momento de realizar cualquier tarea que se la deba hacer, es de fácil desmontaje como al momento de montar la pieza en la aeronave (Oñate, 1997).

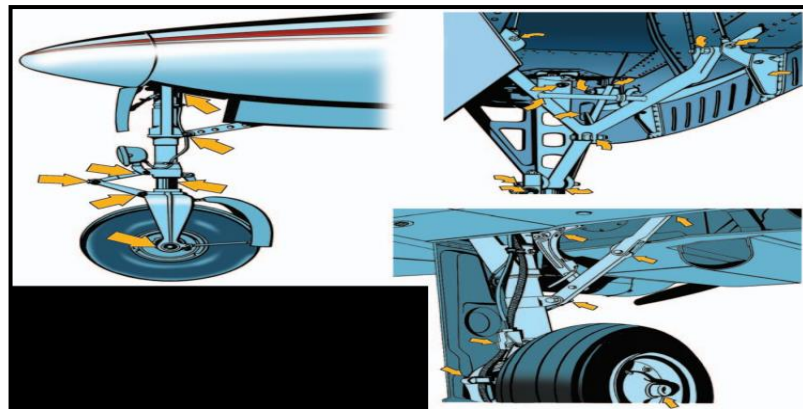


**Figura 19 Tren de articulación fija**

**Fuente:** (<http://okigihan.blogspot.com/p/landinggear-types-aircraft-landing-gear.html>, 2017)

#### 2.9.4.2. Articulación retráctil

Los trenes retráctiles cuentan con la posibilidad de repliegue y alojamiento del tren en el compartimento interno del avión. En si el empleo de los trenes de tipo retráctil depende de los criterios de la simplicidad del diseño del avión, y en particular el alcance de velocidad en vuelo de la aeronave.



**Figura 20 Tren de articulación retráctil**

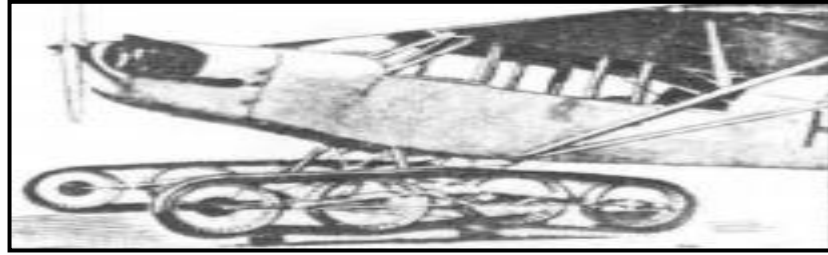
**Fuente:** (<http://www.cfinotebook.net/notebook/operation-of-aircraft-systems/landing-gear>, 2018)

#### 2.9.5. Según la superficie en la cual va a operar el avión

##### 2.9.5.1. El tren de aterrizaje basado en orugas (En tierra)

Las orugas son dispositivos que sirven para aterrizar en pistas blandas, propias de terrenos embarrados, fangosos o zonas desérticas con presencia de dunas. La idea general era obtener un tren de aterrizaje con una gran área de contacto sobre el terreno que permitiera aumentar la flotabilidad de la aeronave y evitar que ésta quedara atrapada (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013).





**Figura 21 Tren de aterrizaje basado en orugas**

**Fuente:** (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013)

### 2.9.5.2. Tren de aterrizaje de rodadura (En Tierra)

Este tipo de tren es el más común ya que sirven para dar movimiento o traslado de un lugar a otro, este tipo de tren está conformado por ruedas, el número de ruedas va acorde a la configuración de la aeronave que adapta el fabricante, por lo general se puede observar que son de tipo triangulo los cuales tiene el nombre de tren triciclo las más usados en la actualidad. En general este tren de rodadura encontramos en muchos lugares ya que es el más común y utilizado en las aeronaves.



**Figura 22 Tren de aterrizaje de rodadura**

**Fuente:** (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013)

### 2.9.5.3. El tren de aterrizaje basado en colchones de aire

Los colchones neumáticos son apropiados en pistas blandas, más incluso que con orugas, y sobre pistas de agua, nieve o hielo. También pueden ser empleados en ciénagas o marismas. Consiste en un colchón situado en la parte inferior de la aeronave que recorre el perímetro de ésta. Su modo de funcionamiento es similar al de los hovercraft y la geometría de su diseño hace que proporcione un área de contacto con el suelo muy elevada, por lo que la presión necesaria para la sustentación no suele ser muy alta (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013).



**Figura 23 Funcionamiento del colchón del aire**

**Fuente:** (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013)

#### **2.9.5.4. El tren de aterrizaje basado en flotadores (En Agua)**

Son el tren de aterrizaje por excelencia para llevar a cabo amerizajes. Al igual que en el caso anterior son livianos y de escaso mantenimiento, pero su uso queda restringido a dichas superficies. Es por ello que apenas existen aeronaves dotadas exclusivamente de flotadores; la mayoría lleva un tren convencional con una o varias ruedas que se suben y bajan por debajo de la línea de los flotadores según se requiere (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013).



**Figura 24 Tren de aterrizaje tipo flotador**

**Fuente:** (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013)

#### **2.9.5.5. El tren de aterrizaje basado en skis**

Para terrenos con nieve o hielo los esquís son los sistemas más adecuados. Aumentan la superficie de contacto de forma considerable, requieren muy poco mantenimiento y pueden ser fabricados con materiales muy livianos, ya que la fuerza de rozamiento es muy pequeña (no debe olvidarse que el coeficiente de rozamiento entre el esquí y la nieve suele ser del orden de 0.03) (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013).

El esquí de rueda está diseñado para montarse en el avión junto con el neumático. El esquí tiene una parte recortada que permite que el neumático se extienda un poco por debajo del esquí, por lo que el avión puede operarse desde pistas convencionales con las ruedas o desde superficies de nieve o hielo utilizando el esquí. Esta disposición tiene una pequeña rueda montada en el talón del esquí, para que no se arrastre en las pistas convencionales (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1998).

En arreglos de esquí de ruedas retráctiles, el esquí está montado en un eje común con la rueda. En esta disposición, el esquí se puede extender por debajo del nivel de la rueda para aterrizar en la nieve o el hielo. El esquí se puede retraer sobre la parte inferior de la rueda para operaciones desde pistas convencionales. Un sistema hidráulico se usa comúnmente para la operación del sistema de retracción (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1998).

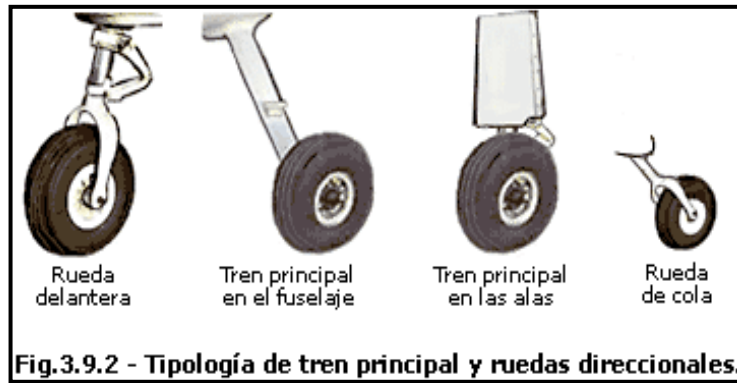


**Figura 25 Tren de aterrizaje tipo skies**

**Fuente:** (Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel, 2013)

## **2.10. Análisis y diseño del tren de aterrizaje.**

Al pasar los años el análisis de los trenes de aterrizaje se basa en la necesidad y aspectos que debe tener para su medio de operación, de acuerdo al diseño y de diversos estudios se lo va modificando y realizando varios ajustes como es; la reducción de peso, ámbito económico, medio de operación, beneficios a la estructura de la aeronave y sobre todo a la garantía de una aeronavegabilidad.

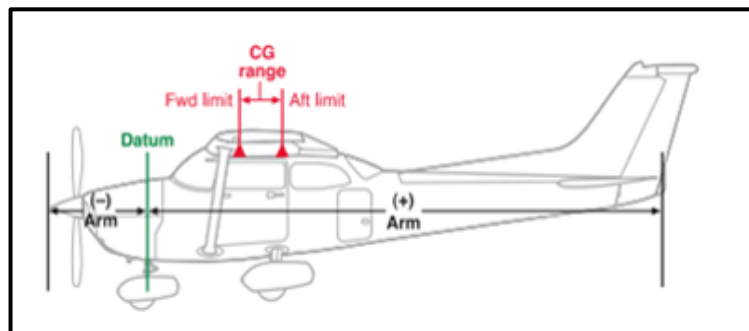


**Figura 26 Diseño del tren de aterrizaje**

Fuente: (<http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF39.html>, 2012)

### 2.10.1. Centro de gravedad del avión.

El centro de gravedad se basa en cierta ubicación en la aeronave del punto crítico específico para su equilibrio, con lo que el diseño y la colocación del tren de aterrizaje debe estar acuerdo al punto crítico del centro de gravedad. El centro de gravedad va de acuerdo a ciertos requisitos que posee la aeronave como es su geometría, la función de la aeronave y sobre todo el peso de ella ya que la aeronave posee ciertos componentes los cuales deben estar colocados de acuerdo a su configuración dada por el fabricante.



**Figura 27 Centro de gravedad de la aeronave**

Fuente: (<http://www.tmas.es/foro/noticias-y-reportajes/82-accidente-boeing-747-national-air-cargo-en-bagram-posible-desplazamiento-de-la-carga.html>, 2013)

### 2.11. Requisitos del tren

Dejando a un lado los requisitos específicos de ruedas, frenos, amortiguadores y sistemas de dirección, que veremos en sus apartados, los generales del tren se pueden agrupar de esta forma en cuanto a su operación que cumple cada elemento al poner en funcionamiento (Oñate, 1997).

### **2.11.1. Requisitos operacionales**

El “tren” (entiéndase los mecanismos de retracción-extensión, las compuertas y las articulaciones de arrastre) debe soportar las cargas aerodinámicas y de inercia y los momentos que se producen durante el movimiento de extensión-retracción, hasta la velocidad de  $1,6 V_s$  siendo  $V_s$  la velocidad de pérdida del avión para configuración y peso de aterrizaje. La aviación civil americana exige, adicionalmente, la capacidad del tren para soportar las cargas citadas anteriormente hasta  $0,7 V_c$  siendo  $V_c$  la velocidad de cálculo de crucero en la cual puede una aeronave está en operación (Oñate, 1997).

### **2.11.2. Requisitos de protección.**

La norma británica civil recomendada esta regla, pero su homónima americana no la cita expresamente. Dice esta última que “los equipos en el comportamiento de las ruedas se protegerán convenientemente (de las consecuencias) del estallido de un neumático.” Parece que son dos formas de buscar idénticos fines de protección de dicha zona las cuales por medio de esto dan seguridad y una buena protección a la aeronave (Oñate, 1997).

### **2.11.3. Requisitos de mantenimiento**

No existen en las normas civiles requisitos expresos para el mantenimiento del tren, probablemente porque la propia competencia es suficiente para estimular el ingenio del fabricante en este campo. Así, por ejemplo, resulta curioso, pero falta regla civil que exija que se pueda cambiar la rueda sin necesidad de desmontar otra parte del tren. Esta laguna legal se puede cubrir, no obstante, con varias normas militares que dedican atención especial a estos puntos (Oñate, 1997).

## **2.12. Elementos del tren de aterrizaje**

Los elementos fundamentales del tren de aterrizaje que poseen son: amortiguadores, articulaciones de torsión, neumáticos, apoyos, ruedas y frenos estos son los elementos que conforman el tren de aterrizaje tanto como para el tren principal como para el tren de nariz, son de fácil configuración y de fácil montaje.

### 2.12.1. Amortiguadores

Los amortiguadores cumplen con el funcionamiento del sistema de suspensión del tren de aterrizaje, el cual sirve, para disminuir choque que es producido entre una superficie plana. Con este tipo de sistema ayuda a que la aeronave no sufra daños en su estructura y garantiza la comodidad y seguridad de las personas o cargas al momento de ser transportados.



**Figura 28** Diseño de un amortiguador

Fuente: (Viscomi, 2006)

#### 2.12.1.1. Materiales de construcción del amortiguador

Por lo general tenemos ciertos tipos de amortiguadores en los que se emplean diferentes tipos de materiales de acuerdo al diseño y tipo de amortiguador que se pueda fabricar. Ya que el amortiguador posee diferentes partes lo cual está fabricado con diversos materiales como son; Los cilindros interior y exterior están hechos de aleación de acero al níquel cromo molibdeno, este tipo de materia es seleccionado por las diversas propiedades que tiene al momento de la prevención de corrosión en el material.

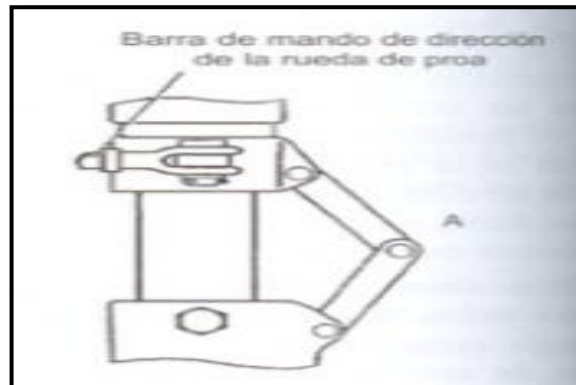


**Figura 29** Amortiguador oleo neumático

Fuente: (<http://dieciochoruedas.blogspot.com/neumatico-de-avion>, 2014)

### 2.12.2. Articulaciones de torsión (Compás)

La función de la articulación de torsión es mantener la rueda derecha, es un plano normal de rotación respecto a la superficie. La articulación de torsión del tren se conoce con el nombre coloquial de “tijeras” o “compas”. Una de las jambas del compa está unida al cilindro de la pata y el otro se le conecta a la rueda u otro punto participe del desplazamiento del amortiguador (Oñate, 1997).



**Figura 30 Articulación de dirección**

Fuente: (Oñate, 1997)

### 2.12.3. Neumáticos

Los neumáticos son la parte fundamental de los trenes de aterrizaje y que se caracteriza por mantener a la aeronave en flotación del suelo. La configuración y el número de neumático que puede poseer una aeronave va de cuerdo a la dimensión determinada de la aeronave como a la configuración dada por el fabricante. Su patrón va de acuerdo al tipo de tren de aterrizaje como también el peso, diseño y sobre todo el tipo de material que debe ir en la rueda.



**Figura 31 Tipo de neumático**

Fuente: (Viscomi, 2006)



### 2.12.3.1. Inspección y reparación de neumáticos

Los neumáticos deben inspeccionarse con frecuencia en busca de cortes, puntos desgastados, protuberancias en las paredes laterales, cuerpos extraños en las huellas y condición de la banda de rodadura. Los neumáticos defectuosos o desgastados pueden ser reparados o recauchutados (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1998).

El término, recauchutado, se refiere a varios medios para restaurar un neumático usado, ya sea mediante la aplicación de una nueva banda de rodadura sola o de la banda de rodadura y del material de la pared lateral en cantidades variables (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1998).

### 2.12.4. Ruedas

La rueda es el soporte circular sobre el que se asienta el neumático. Las ruedas que se montan en los aviones deben cumplir cinco requisitos básicos.

- 1) Resistencia a las cargas estáticas de remolque máximas del avión.
- 2) Dimensiones adecuadas para acomodar el neumático preciso.
- 3) Volumen interno suficiente para acomodar el sistema de frenos.
- 4) Peso mínimo.
- 5) Facilitar el cambio de neumáticos (Oñate, 1997).

#### 2.12.4.1. Diseño de ruedas

Las ruedas más utilizadas son las de llanta partida, para neumáticos sin cámara. Se fabrican en dos mitades que se unen con pernos. Los pernos se aprietan con un par de apriete muy preciso. Entre las dos mitades de la llanta se interpone una junta para eliminar las fugas de aire. Cuando se aprietan las dos mitades de la llanta se forma un conjunto hermético (Oñate, 1997).



**Figura 32** Diseño de rueda

**Fuente:** (<http://www.aama.es/aama/los-neumaticos-del-avion>, 2013)



#### **2.12.4.2. Material de construcción de ruedas.**

Las ruedas se fabrican en aleaciones de aluminio. Las ruedas de magnesio están prohibidas, han desaparecido del mapa aeronáutico por su facilidad de inflamación y de corrosión. Las ruedas más modernas tienen, además una válvula de seguridad de sobrepresión (Oñate, 1997).

#### **2.12.5. Frenos**

Los frenos son dispositivos que como tarea principal es mantener bloqueado a la aeronave, se utilizan para controlar el avance de velocidad durante el carreteo o traslado de un lugar a otro y sobre todo para mantener al avión estacionado al momento de realizar cualquier mantenimiento que se deba realizar, permite el bloque de avance de la aeronave y si poder trabajar de forma segura al realizar cualquier tarea como también el traslado de la aeronave.

##### **2.12.5.1. Sistema de operación de frenos**

El sistema de operación del frenado de una aeronave es de la misma forma como al accionar el freno en el carro, los cuales al momento de accionar permiten el bloqueo de avance de la aeronave. este dispositivo consta de un disco metálico el cual está situado en cada rueda del conjunto, al momento de ser accionado por una debida presión que puede ser de forma hidráulica se activan unos dispositivos en forma de pastillas metálicas, las cuales al ser accionadas contra el disco de freno permiten su bloqueo de avance de la aeronave cuando se encuentra traslado de un lugar a otro.

##### **2.12.5.2. Material de los discos de freno**

Estos dispositivos de frenado por ser partes que no ocupan mayor espacio ni peso se caracterizan por la propiedad del material, ya que el tipo de material en estos dispositivos deben cumplir con ciertos requisitos por el medio de su operación, sus requisitos deben ser; la reducción del peso del conjunto de freno y la transferencia de calor que se puede producir al momento de accionar en altas velocidades de avance en una superficie plana, por lo que se ha tomado en cuenta ciertos materiales por sus diferentes propiedades como son el carbono y el acero.

Tabla 2

## Comparación de materiales de disco de freno

Propiedad	Acero	Carbono	Deseado
Densidad, lb/in <sup>3</sup>	0.283	0.061	Alto
Calor específico a 500 °F, Btu/lb . °F	0.13	0.31	Alto
Conductividad térmica a 500 °F, Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F	24.0	100.0	Alto
Expansión térmica a 500 °F, 1.0E-6 in . °F/in	8.4	1.5	Bajo
Índice de resistencia al impacto térmico, x 10 <sup>5</sup>	5.5	141.0	Alto

## 2.12.6. Apoyo

El tren de aterrizaje de aeronaves está unido a los largueros del ala u otros miembros estructurales, muchos de los cuales están diseñados para el Propósito específico de soportar el tren de aterrizaje. El tren debe ser diseñado de tal manera que proporcione un fuerte apego a la aeronave y todavía ser capaz de moverse (Federal Aviation Administration, AMT-Airframe-Vol-2, 2018).



Figura 33 Apoyo del tren de aterrizaje

Fuente: (Federal Aviation Administration, AMT-Airframe-Vol-2, 2018)

### **2.13. Inspecciones del tren de aterrizaje**

Una inspección minuciosa del tren de aterrizaje implica toda la estructura del tren, incluidos accesorios, puntales, ruedas, frenos, mecanismos de accionamiento para engranajes retráctiles, sistema y válvulas de engranajes hidráulicos, puertas de engranajes y todas las piezas asociadas. Los procedimientos de inspección del fabricante deben seguirse cuando corresponda el tiempo de inspección esto se lo encuentra en los manuales de mantenimiento los cuales son dados por el fabricante de dicha aeronave (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1998).

### **2.14. Inspección del tren de aterrizaje Fijo**

El tren de aterrizaje fijo debe examinarse con regularidad en busca de desgaste, deterioro, corrosión, alineación y otros factores que pueden causar fallas o un funcionamiento insatisfactorio. Durante una inspección de 100 horas o anual de la marcha fija, la aeronave debe ser levantada para aliviar el peso de la aeronave. Los puntales y las ruedas de los engranajes se deben revisar para detectar un juego anormal y se deben corregir (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1998).

### **2.15. Inspecciones especiales**

Cuando un avión experimenta un aterrizaje duro o con sobrepeso, el mecánico debe realizar una inspección estructural especial del avión, incluido el tren de aterrizaje. Se deben inspeccionar los trusses de soporte del tren de aterrizaje para detectar soldaduras agrietadas, pernos cortados y remaches, y estructuras con hebillas (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1998).

### **2.16. Tipos de problemas en los trenes de aterrizaje**

Durante la inspección y antes de eliminar cualquier suciedad acumulada, observe de cerca el área que se está inspeccionando mientras las puntas de las alas se balancean suavemente hacia arriba y hacia abajo. El movimiento excesivo entre los componentes del tren de aterrizaje normalmente ajustados puede indicar desgaste, grietas o un ajuste incorrecto en los elementos que los que se encuentran unidos por materia de ferretería (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1998).

### **2.17. Limpieza y lubricación**

Se recomienda que solo se usen soluciones neutras fácilmente extraíbles al limpiar los componentes del tren de aterrizaje. Cualquier ventaja, como la velocidad o la eficacia, obtenida mediante el uso de limpiadores que contienen materiales corrosivos, puede contrarrestarse rápidamente si estos materiales quedan atrapados en superficies y grietas que se ajustan bien (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1998).

Los puntos de desgaste, como los cierres hacia arriba y hacia abajo del tren de aterrizaje, los tornillos de tiro, las bisagras de las puertas, las poleas, los cables, las campanas y todos los puntos de engrase de presión, deben lubricarse después de cada operación de limpieza. Para evitar la posible falla de un componente debido a la incompatibilidad o la descomposición de la grasa, se debe observar lo siguiente: (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1998).

## CAPÍTULO III

### 3.1. Preliminares

En el presente capítulo se da a conocer los detalles del procedimiento que se realizó para la inspección de 3000 horas del tren de aterrizaje del avión Cessna 150M con matrícula N2919V perteneciente a la unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE. En este proyecto de investigación teórico como práctico se realizó en base a los conocimientos obtenidos, a las prácticas de entrenamiento logradas y al asesoramiento de la tutoría del TIgo; Samantha Zabala para un eficaz desempeño en el desarrollo del proyecto. Este se lo realiza con el propósito de preservar el nuevo avión escuela que sirva como material didáctico de aprendizaje teórico como práctico para la institución.

Con el traslado desde la ciudad Shell-Puyo a las instalaciones de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE Latacunga, la aeronave Cessna 150M se ubicó en la plataforma de la institución para facilitar con el procedimiento de inspección, con lo cual se contó con el seguimiento de la información técnica, como la ayuda de varios equipos y asesorías del tutor para dar cumplimiento a las tareas de inspección.



**Figura 34 Traslado de la aeronave CESSNA 150M**

### 3.2. Medidas de seguridad

Para realizar la inspección del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 150M se debe dar cumplimiento a las siguientes medidas de seguridad tanto para el personal técnico como para la aeronave:

- Utilizar el equipo de protección adecuado el personal técnico para realizar las tareas de inspección en la aeronave.
- Tener las herramientas adecuadas para la elaboración de la inspección.
- Identificar los dispositivos de trabajo para el análisis de la inspección de la aeronave.



**Figura 35 Equipos de protección y herramientas**

### **3.3. Ubicación de la aeronave**

#### **3.3.1. Procedimiento de remolque de la aeronave**

Una vez que la aeronave Cessna 150M se encontraba en las instalaciones de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE se procedió al traslado de la misma a los hangares que posee la ETFA (Escuela Técnica de la Fuerza Aérea), dicha área contaba con las instalaciones y el espacio adecuado para realizar las tareas de inspección.

Para realizar su traslado del bloque 42 perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE hacia el área de hangares, se procedió a buscar la vía más adecuada para el traslado de la aeronave ya que por su longitud y envergadura que poseía era complejo su traslado de un lugar a otro por lo cual podría causar daños a la aeronave sea en el fuselaje como en la envergadura de las alas que poseía.

Antes de su remolque se realizó una simulación del traslado de la aeronave tomando en cuenta las medidas de longitud de la aeronave y el espacio del lugar por donde se iba a transportar, en lo que se utilizó herramientas de medición, por lo que la vía tenía obstáculos como árboles, postes de luz y otros elementos que podían causar daños a la aeronave.

Con la simulación realizada y exitosa se procedió al remolque de la aeronave, en lo que se necesitó la ayuda de varias personas para dar movilidad como dirección al momento de su traslado, también para que nos ayuden con la información de cualquier circunstancia que se pueda dar al momento de estar dirigiendo a la aeronave a su lugar de destino.

Al mover la aeronave se procedió a la colocación de la barra de remolque que también se lo llama (trinche de dirección), la cual se la coloca en la parte delantera del tren de nariz para poder dar direccionamiento al momento de su traslado, así también se quitó los tacos de cada lado que se encuentran en los trenes de aterrizaje principales y se verifico en cabina si la aeronave no se encontraba activo los frenos.

Con el traslado de la aeronave hacia el hangar culminado, se procedió a asegurar la aeronave tanto como en cabina los frenos y en la parte de afuera como es la colocación de tacos en los trenes principales a cada lado y al desprendimiento de la barra de remolque que se encontraba en la parte delantera de la aeronave y de esa forma ya a empezar a realizar las tareas de limpieza preliminar como también las inspecciones suplementarias designadas en los manuales de información técnica de la aeronave Cessna 150M.



**Figura 36 Traslado a los hangares**



### 3.3.2. Equipos para el traslado de la aeronave

Tabla 3

#### Equipos de remolque

Elementos	Cantidad
Barra de remolque	1
Tacos	2
Cinta de medición	1

### 3.4. Recopilación de información técnica

Para cualquier actividad que se desee realizar en la aeronave Cessna 150M se debe obtener información técnica, ya que con la ayuda de esto se puede realizar cualquier tipo de tarea como es: inspecciones, mantenimiento, remociones, modificaciones y reparaciones de cualquier tipo de componente que sea parte de la aeronave.

- En lo que se utilizó información técnica diferente y según su efectividad a realizar cualquier tarea.
- Cessna Aircraft Company Model 150 Series (1969-1976) Service Manual.
- IPC (Illustrated parts catalog) 150 Series Service Manual.

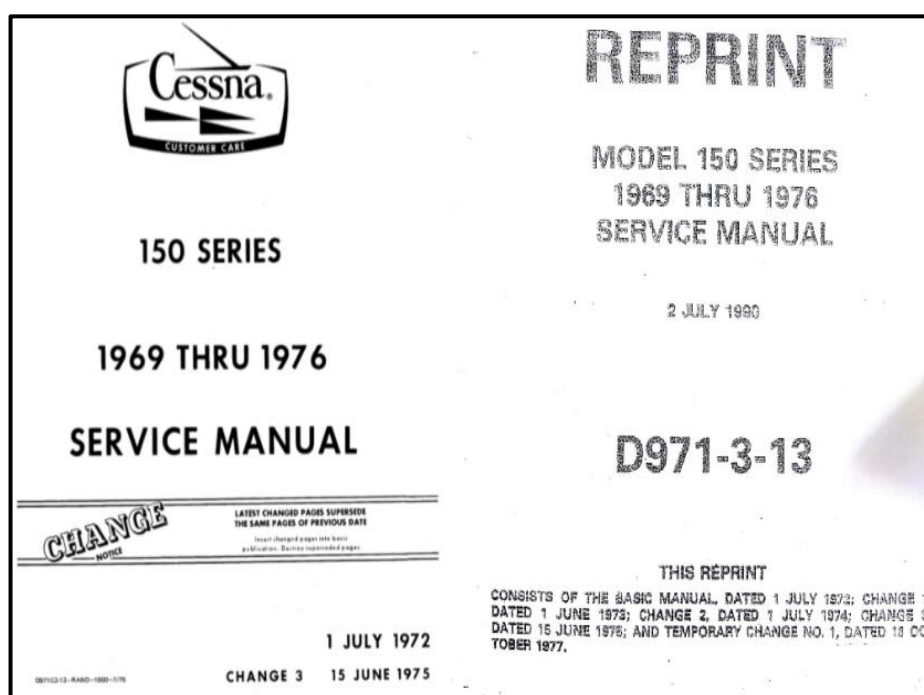


Figura 37 Información técnica de la aeronave Cessna 150



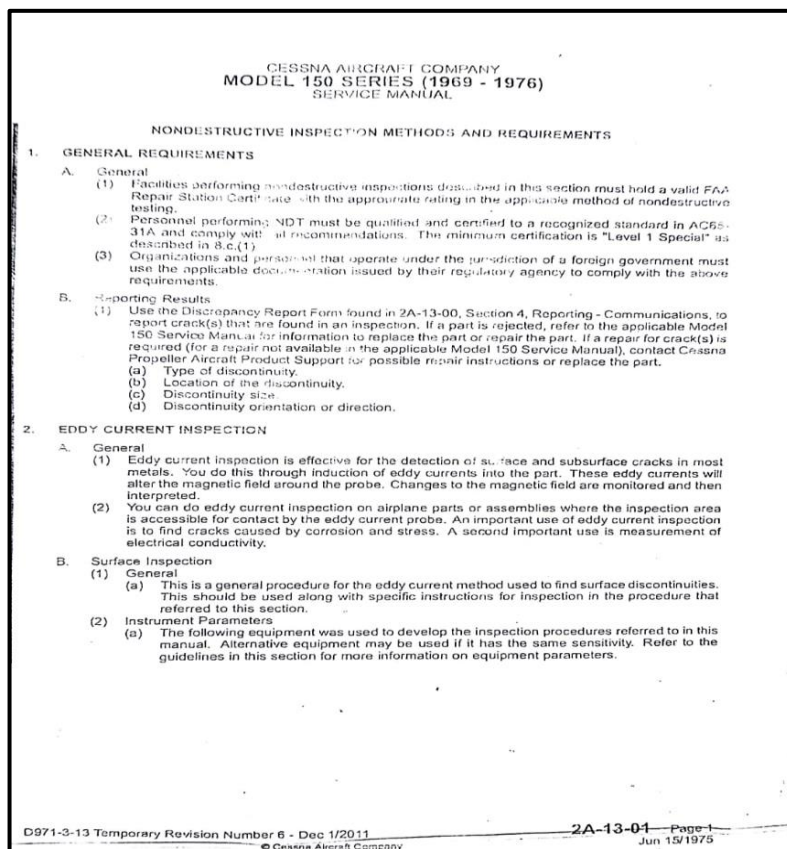
### 3.4.1. Métodos y requerimientos de inspecciones no destructivas

El conocimiento de una inspección a realizar se debe tomar en cuenta: el tipo de inspección que se va aplicar, el método de cómo se aplicara y sobre todo los requerimientos o llamados paso para realizar este tipo de tareas.

Los centros de mantenimiento que realizan las inspecciones no destructivas descritas en esta sección deben tener un Certificado de estación de reparación FAA con la calificación apropiada en el método aplicable de prueba no destructiva.

Personal de rendimiento: NDT debe estar calificado y certificado según un estándar reconocido en AC654-31A y cumplir con todas las recomendaciones. La certificación mínima es "Especial de Nivel 1" como se describe.

Las organizaciones y el personal que operan bajo la jurisdicción de un gobierno extranjero deben usar la documentación aplicable emitida por su agencia reguladora para cumplir con los requisitos anteriores.



**Figura 38 Métodos de inspecciones no destructivas**

- **Informe de resultados**

Use el Formulario de informe de discrepancia que se encuentra en 2A-13-00 Sección 4, informes sobre comunicaciones para informar sobre las grietas encontradas en una inspección si se rechaza una pieza, consulte el Manual de servicio del Modelo 150M correspondiente para obtener información sobre cómo reemplazar la pieza o reparar la pieza. comuníquese con el Servicio de asistencia técnica para aviones de Cessna Propeller para obtener instrucciones posibles o reemplace la pieza (Ver Anexo A Numeral 1 A-B 2A-13-01 pág. 1).

- (a) Tipo de discontinuidad.
- (b) Localización de la discontinuidad.
- (c) Tamaño de discontinuidad.
- (d) Orientación o dirección de la discontinuidad.

#### **3.4.1.1. Pruebas de espesor ultrasonido**

- **A. General**

Una aplicación común para la inspección ultrasónica es encontrar el grosor del material. El instrumento medirá el tiempo de vuelo de la onda ultrasónica a través de la pieza. Este procedimiento le mostrará cómo encontrar el grosor del metal después de eliminar la corrosión o un procedimiento de mezcla, al momento de encontrar corrosión se la elimina y se verifica con el equipo si hubo pérdida de materia en sus propiedades.

- **B. Equipo**

Se utilizó el siguiente equipo para desarrollar los procedimientos de inspección mencionados en este manual. Se puede usar equipo alternativo si tiene la misma sensibilidad siempre y cuando estos equipos estén evaluados y certificados según el tipo de prueba a realizar ciertas tareas, ante todo deben estar calibrados para realizar una tarea recomendable. Consulte las pautas en esta sección para obtener más información sobre los parámetros del equipo siempre y cuando tenga la información técnica adecuada (Ver Anexo A Numeral 5 2A-13-01 pág.19-20).



**Figura 39** Equipo de ultrasonido NDT

#### 3.4.1.2. Inspección visual

- **General**

La inspección visual es la forma más común de inspección del avión. La inspección visual puede encontrar una amplia variedad de discontinuidades en la superficie de los componentes y materiales, como las grietas, corrosión, acabado de superficies de contaminación, uniones soldadas, conexiones de soldadura y los adhesivos. Los resultados de una inspección visual pueden mejorarse con el uso de combinaciones aplicables de instrumentos de aumento, boroscopios, fuentes de luz, escáneres de video y otros dispositivos. Se recomienda el uso de ayudas ópticas para la inspección visual. El personal que realiza tareas de inspección visual no necesita tener certificación en inspección no destructiva (Ver Anexo A Numeral 6 2A-13-01 pág. 20-22).

#### 3.4.1.3. Inspección de corrientes inducidas

- **General**

La inspección de corrientes inducidas es efectiva para la detección de grietas superficiales y subsuperficiales en la mayoría de los metales. Puede realizar una inspección de corrientes inducidas en piezas o conjuntos de aviones donde se pueda acceder al área de inspección para que la sonda de corrientes inducidas se ponga en contacto.

Un uso importante de la inspección por corrientes inducidas es encontrar grietas causadas por corrosión y estrés. Un segundo uso importante es la medición de la conductividad eléctrica. Este es un procedimiento general para el método de la corriente inducida utilizado para encontrar discontinuidades en la superficie.

Debe usarse junto con instrucciones específicas para la inspección en el procedimiento que se refiere a esta sección. Se utilizó el siguiente equipo para desarrollar los procedimientos de inspección mencionados en este manual. Se puede usar equipo alternativo si tiene la misma sensibilidad (Ver Anexo A Numeral 2 2A-13-01 pág. 1-9).



**Figura 40** Equipo de corrientes inducidas NDT

#### **3.4.2. Listado de inspección suplementaria**

En esta información encontramos todo referente a lo que es el tipo de inspección y a que tiempo se lo debe realizar. Cada una de las inspecciones complementarias enumeradas en esta sección tiene las instrucciones para realizar cada procedimiento de prueba no destructiva necesario.

- **Procedimiento**

Cada sección 2A-14-XX tiene los detalles de la inspección y, si es necesario, una referencia al procedimiento de pruebas no destructivas para esa inspección.

Las inspecciones complementarias que hacen referencia a un procedimiento de prueba no destructiva con referencia al documento 2A-13-01 para obtener detalles del procedimiento.

Los números de inspección de suplementaria en la lista a continuación concuerdan con el número para el procedimiento de prueba no destructiva, si corresponde. Consulte los requisitos de inspección de horas a equivalencia de años y el tipo de inspección que se debe realizar cada cierto tiempo.

Si una aeronave ha excedido las instrucciones de protección proporcionadas. Las inspecciones en las revisiones subsiguientes del SID se realizarán de acuerdo con los requisitos de la inspección revisada. Cartas de información de servicio / Boletines de servicio. Además de este manual de mantenimiento, la información de servicio se encuentra en el futuro ser requerido para completar las inspecciones SD (secciones 2A-14 ~ XX del documento) (Ver Anexo B Numeral 1 2A-14-00 pág.1).

### **3.5. Limpieza preliminar**

#### **3.5.1. Procedimiento**

- **Limpieza externa**

El conjunto de los trenes de aterrizaje como se encontraban expuesto al medio ambiente como es el sol, la lluvia y el polvo se encontraban en un alto porcentaje de deterioro, por lo cual se realizó una limpieza utilizando disolventes como es el alcohol industrial que sirve para remover las acumulaciones de polvo, la corrosión y sobre todo de oxidación que se encontraba tanto en los trenes como en las ruedas de los trenes y frenos.

Para su limpieza se procedió a colocar el alcohol industrial en un recipiente de plástico cortado a la mitad para que con facilidad pueda ingresar un paño con el cual se realice la limpieza, así poder remover todas las impurezas acumuladas en las partes del tren de aterrizaje, en las zonas de difícil acceso para el paño, se utilizó una brocha pequeña para que se nos facilite el acceso a esas zonas y así realizar una excelente limpieza, también se realizó una limpieza con lija al momento de ver algún tipo de corrosión como puede ser el de oxidación.



**Figura 41 Limpieza externa del tren de aterrizaje**

Al terminar la limpieza se procedió al secado utilizando otro paño el cual debe estar seco sin ninguna sustancia, para que se haga un secado rápido y excelente, al transcurso del secado se observa de forma rápida y visual de como algunas partes se encontraban con corrosión por lo que se encontraba expuesto al medio ambiente.



**Figura 42 Secado del tren de aterrizaje**

Al terminar la limpieza y el secado se dejó secar de forma rápida para otra vez dar otra limpieza la cual ayude a sacar por completo y disolver las acumulaciones de polvo y la corrosión de algunas partes exteriores con el fin de dar una inspección visual rápida.

- **Limpieza interna**

Una vez ya quitado todas las acumulaciones e impurezas de la parte exterior de los trenes de aterrizaje, se procedió con el desmontaje de las ruedas para realizar una limpieza interna que consiste en: la limpieza de los frenos, los discos de frenos, pernos, abrazaderas y cañerías las cuales por el tipo de función de dan son expuestas a tener demasiada acumulación de polvo por el hecho de que posee liquido hidráulico para el funcionamiento de los frenos.



Para el desmontaje de la rueda del tren principal se lo realizó se forma individual por mayor seguridad, en lo que se inicia con el anclaje de una gata hidráulica y el soporte que va sobre puesto al brazo del tren de aterrizaje principal, así accionando para que minutos más tarde se pueda elevarse la aeronave y así poder desmontar la rueda.



**Figura 43 Colocación de una gata hidráulica**

Una vez ya desmontado la rueda se empieza a sacar los pernos los cuales están asegurados los frenos, cuando los pernos están desmontados se puede retirar de forma rápida y segura la rueda la cual nos permitirá hacer una limpieza interna con mayor facilidad, hay que tomar en cuenta que debe estar bien asegurada y colocada la gata para no tener inconvenientes con la aeronave de que pueda causar daños en el tren de aterrizaje.



**Figura 44 Desmontajes de pernos del tren principal**

Al momento que se hace la limpieza primero hay que retirar con un paño seco por completo la grasa, para poder realizar la limpieza sin ninguna dificultad, al concluir con el quitado de la grasa se realizó la misma limpieza externa a la interna y en los lugares de difícil acceso se utilizó una brocha para un mejor trabajo y extracción de acumulación de polvo.



**Figura 45 Limpieza interna del tren principal**

Al terminar con los trenes de aterrizaje principales se realizó una inspección visual detallada a ver que falencias posee como es: rajaduras, fatiga, corrosión, verificar el estado de los frenos, si no hay fugas de líquido hidráulico en las cañerías y así poder tomar en cuenta y mandar a ver ciertos repuestos que este por remplazar.

Se realizó de la misma forma al tren de nariz, la diferencia en este es que no posee frenos, pero si posee un amortiguador el cual se debe realizar una inspección visual detallada ya que es una de las tareas que indica a ciertas horas el cambio o manteniendo que se le debe dar como es el torque.

**Tabla 4**

**Herramientas para la limpieza de los trenes**



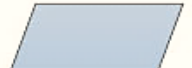


Elementos	Cantidad
Alcohol industrial	2lt.
Paños	1m



<b>Brocha pequeña</b>	2
<b>Guantes</b>	1 par
<b>Mascarilla</b>	1
<b>Juego de llaves inglesas</b>	1
<b>Overol</b>	1
<b>Desarmadores</b>	1
<b>Guaípe</b>	1lb
<b>Linterna</b>	1
<b>Gata hidráulica</b>	1

### 3.6. Simbología en diagramas de flujo de análisis

Los diagramas de flujo de análisis son usados para representar un sinnúmero de tareas o acciones con un proceso el cual debe ser de forma ordenada y optima al seguir cada paso a realizar cualquier actividad, con la ayuda de figuras geométricas como también líneas y flechas, prestan a la ayuda de relacionar secuencias al momento de un proceso de actividad.

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de dato en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

**Figura 46 Símbolos en diagramas de flujo**

**Fuente:** (<https://site/elfuturoeslaprogramacion/simbologia-de-los-diagramas-de-flujo>, 2017)

### 3.7. Diagrama de flujo de análisis de tema

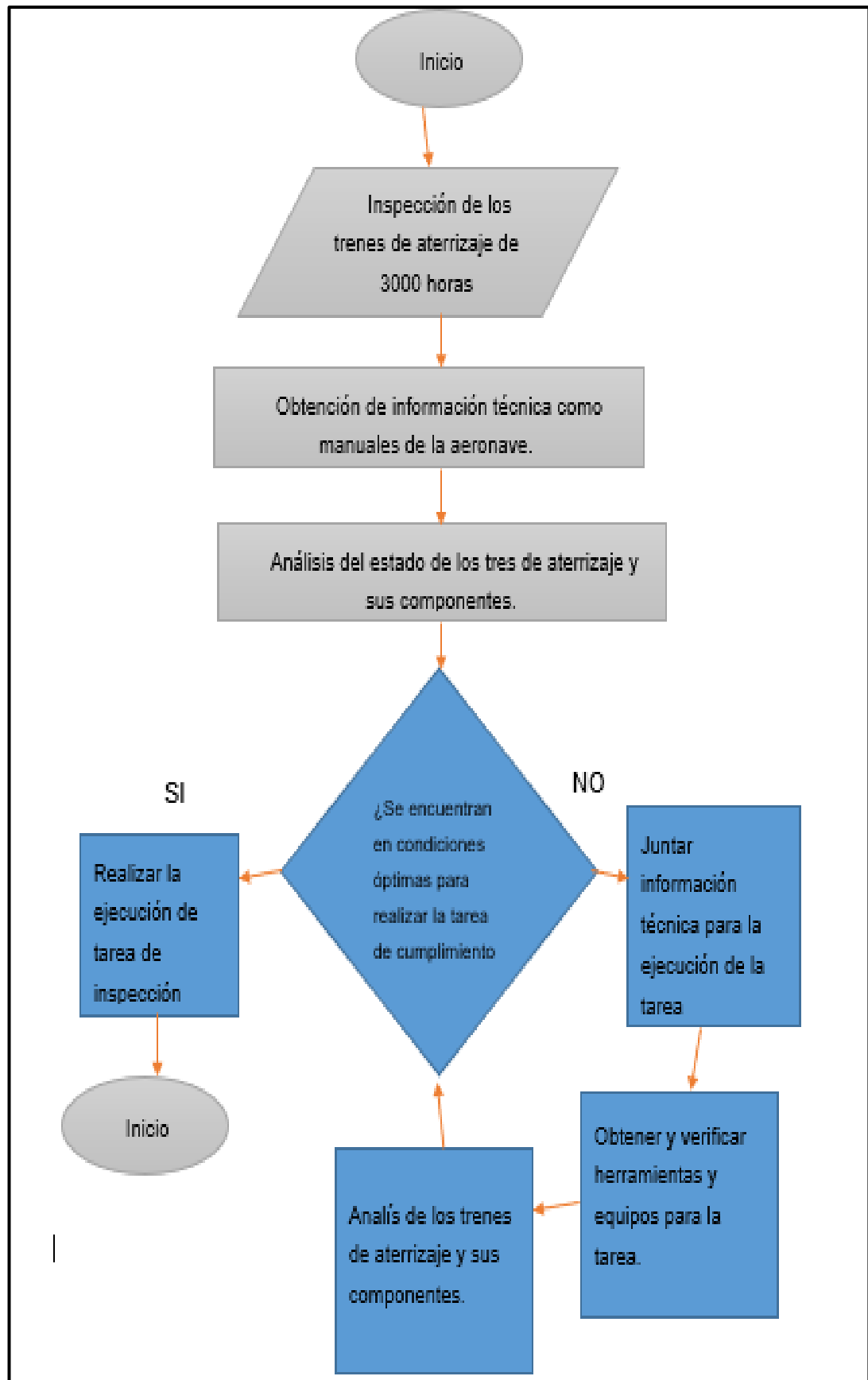


Figura 47 Diagrama de flujo de análisis de tema

### 3.8. Procedimiento de inspección de 3000 horas.

#### Procedimiento

Para realizar cualquier inspección de la aeronave Cessna 150M se debe observar de forma detallada las indicaciones como son: la información técnica de acuerdo al manual específico de la aeronave que es otorgado por el fabricante, la efectividad que posee la aeronave y sobre todo el tipo de inspección que se va a realizar.



**Figura 48 Modelo y serial de la Aeronave Cessna 150M**

Una vez que se ha realizado la limpieza interna como externa de los trenes de aterrizaje se realizó la búsqueda de la información técnica de la aeronave como es el manual donde se encuentran las inspecciones suplementarias de acuerdo a número de horas que se debe realizar, una vez que se obtenga la información técnica se procedió a la verificación del serial de la aeronave, como su efectividad para ver si aplica o no aplica el tipo de inspección suplementaria.

Para verificar su efectividad de inspección suplementaria acorde al manual nos dirigimos a la aeronave, en la cual se procedió a la búsqueda de puntos donde se encuentra una especie de placa, la cual nos indica el modelo de la aeronave, el serial y sobre todo la compañía de fabricación, esta placa se la encuentra ubicado en diversos puntos específicos como son: en la parte interior del fuselaje (debajo de los asientos), la parte superior del fuselaje (cola de la aeronave) y en la parte donde se aloja el motor.

De acuerdo con el manual y su efectividad verificada se procedió a la interpretación de las inspecciones suplementarias que nos da el manual de la aeronave, de acuerdo a esta información técnica se observó que a las 3000 horas se puede realizar tres tipos de inspección tanto en los trenes principales como en el tren de nariz.

Para las inspecciones de acuerdo al manual se procedió al desmontaje de ciertos accesorios como también partes del tren de aterrizaje, para un fácil acceso al área la cual se debe realizar la tarea de inspección dada en el manual, recordando que cada procedimiento se debe realizar según como este acorde en el manual.

### **3.9. Inspección suplementaria número 32-13-02**

- **Inspección de corrosión del eje tubular de tren de aterrizaje**

Este tipo de inspección de cumplimiento es de forma severa, la cual consta de 3000 horas o (5 años), cuando es corrosión severa se le hace de forma repetitiva cada inspección según el tiempo a inspeccionarse, para el proceso se debe tomar en cuenta su efectividad, para este tipo de tarea se hace con efectividad de (15072004 hasta 15078505), la aeronave Cessna 150M cuenta con serial de (15076319) así cumpliendo con el número de efectividad.

El propósito de esta inspección suplementaria es asegurar la protección anticorrosiva del eje tubular del tren de aterrizaje principal, tomando en cuenta la información asociada sobre la severidad de la corrosión que se puede encontrar en el componente al momento de realizar su inspección (Ver Anexo F Numeral 6 2A-30-01 pág. 6-7)

#### **3.9.1. Materiales y herramientas para la inspección**

**Tabla 5**

**Herramientas para la inspección número 32-13-02**

<b>Herramientas</b>	<b>Cantidad</b>
Gata hidráulica	1
Desarmadores estrella	1

Desarmador Plano	1
Juego de Copas (12,11,9) mm.	1
Juego de rachas	1
Alicate	1
Equipo de ultrasonido de densidad	1
Gel Sonotech (Ultrasonic Couplant)	1
Bloque de calibración de espesor.	1

### 3.9.2. Proceso

- **Instrucciones de inspección**

Para realizar la inspección suplementaria del eje tubular de tren de aterrizaje principal, se realizó el anclaje de la aeronave en gatos, la cual se utilizó para el anclaje una gata hidráulica de (25 Tn), para el aseguramiento de la gata hidráulica en caso de movimiento brusco sea por el viento que se genere en el área de trabajo, se debe colocar un acople entre el tren principal y la gata hidráulica para mantener fija la estructura al suelo, así de esta forma se realizó cada tarea que especifica el manual de inspecciones suplementarias.



**Figura 49 Anclaje del tren principal**

Una vez asegurado el tren principal con la gata hidráulica se procedió al desmontaje de la rueda del tren principal derecho, con la ayuda de varias herramientas y con el seguimiento acorde al manual el desmontaje, se realizó de forma exitosa para una limpieza rápida y así poder dar paso a la tarea de inspección a realizar.



**Figura 50 Desmontaje de la rueda del tren**

Con la limpieza del eje tubular del tren de aterrizaje principal, se realizó una inspección visual en busca de pintura desgastada o descascarada, si se ha desarrollado óxido, en caso de encontrar óxido se realizó una segunda limpieza, en esta limpieza se incluyó un lijado para poder eliminar el exceso de corrosión por oxidación (Ver Anexo C Figure1 2A-14-04 pág. 3) (Ver Anexo I Service Manual Cessna 150 M Change 3 Renoval / Instalation pág. 5-4/5-6.



**Figura 51 Limpieza del resorte tubular**



**Nota:** Los resortes del tren de aterrizaje principal están hechos de acero de alta resistencia que se filtra por dentro y por fuera en toda la circunferencia y en toda la longitud para aumentar la vida útil de la pieza. Si la capa protectora de pintura se quiebra o se desgasta, es probable que se produzca corrosión (óxido).

- **Método de inspección**

El método que se utilizó para su inspección es de forma visual en caso de encontrar corrosión se implementa la prueba de inspección de NDI (No Destructive Testing) como es la de ultrasonido de densidad, con la información técnica obtenida y la inspección la cual se observó se cierta irregularidades como la corrosión por oxidación en el eje tubular del tren de aterrizaje el cual para verificar si el materia sufrió cambios, se realizó la prueba de inspección ultrasonido de densidad con ciertos parámetros que da la información sobre su forma de utilizar.

Para realizar la prueba de inspección de ultrasonido de densidad, se procedió a la calibración del equipo, de acuerdo el manual tanto del equipo como del componente a inspeccionarse, así una vez obtenido la información se realizó la calibración de densidad como la frecuencia en el que se debe trabajar acorde al manual (Ver Anexo A Numeral 5 literal B-3 2A-13-01 pág. 19).

El equipo se calibro con frecuencia recomendad de (5 a 10 MHz), con la densidad especificada en el manual del eje tubular del tren de aterrizaje, esta calibración se le hace de acuerdo al tipo de material que se va a realizar la prueba de inspección, para su calibración de densidad se utilizó un bloque de densidades este bloque debe ser del mismo material del componente a inspeccionar.



**Figura 52 Calibración del equipo de ultrasonido**

Una vez que el equipo este calibrado en la pantalla se visualizara una señal repetitiva la cual indica si hay rajaduras, cortes o si se encuentra con menor densidad, ya que el equipo detecta con un mínimo de referencia de 0.001 pulgadas, con el equipo listo se procedió a la inspección en la cual antes de colocar la probeta de sondas, en el componente a inspeccionarse se coloca un gel Sonotech (Ultrasonic Couplant) (Ver anexo H Gel Ultrasonic) , el cual se coloca en tres puntos alrededor del espiral tubular del tren el cual ayuda a la adherencia de la probeta y verificación de ondas, en el equipo las señales indico que el materia se encontraba en perfectas condiciones sin corrosión y sin disminución de densidad en el material.



**Figura 53 Inspección de ultrasonido de densidad**

### **3.9.3. Resultados**

Una vez terminada la prueba de inspección acorde a la información técnica de los manuales se verifico que no se encontró ninguna discrepancia ni daño en el componente con esto se garantiza que se encuentra en óptimas condiciones, de esta forma la aeronave se encuentra en condiciones aceptables y operaciones para el uso práctico de avión escuela para los estudiantes.

Se realizó el montaje de los accesorios del tren de aterrizaje como son: frenos, cañerías, abrazaderas y la rueda, una vez montado el tren de aterrizaje se realizó el torque de pernos de acuerdo al manual que especifica el torque para cada perno, así asegurando que el trabajo se haya hecho de manera segura (Ver Anexo I Service Manual Cessna 150 M Change 3 Renoval / Instalation pág. 5-4/5-6), (Ver Anexo G Service Manual Cessna 150 M Change 3 Torque Values pág. 5-8B).





**Figura 54 Montaje del tren principal**

### 3.10. Inspección suplementaria número 32-13-03

- **Inspección de los soportes del tren de aterrizaje principal**

Este tipo de inspección de cumplimiento es de forma inicial, la cual consta de 3000 horas o (5 años), para el proceso se debe tomar en cuenta su efectividad, para este tipo de tarea se hace con efectividad de (15069309 hasta 15078505), la aeronave Cessna 150M cuenta con serial de (15076319) así cumpliendo con el número de efectividad.

El propósito de esta inspección suplementaria es asegurar la integridad estructural de los soportes del tren de aterrizaje principal, tomando en cuenta la información asociada a los procedimientos de inspecciones suplementarias, sección 2A-14-00 (Ver Anexo B 2 Supplemental Inspections 2A-14-05 / 2A-14-00 pág.2).

#### 3.10.1. Materiales y herramientas para la inspección

**Tabla 6**

**Herramientas para la inspección número 32-13-03**

Herramientas	Cantidad
Desarmador Estrella	1
Desarmador Plano	1
Linterna	1
Paño (Tela pañal)	1
Lija fina	1
Brocha	1

### 3.10.2. Proceso

- **Instrucciones de inspección**

En esta inspección se la realiza con el método de inspección visual con la ayuda de un linterna se verifica si no se encuentra imperfecciones como es corrosión, rajaduras u otros tipos de daños que se pueden producir entre los soportes del tren de aterrizaje principal y el fuselaje, para esta tarea se la debe realizar de acuerdo la información técnica que da el manual, el acceso y el tamaño de grietas detectables se deben encontrar en la parte de los soportes del tren principal sea izquierdo como derecho.

La inspección de los soportes del tren principal se lo realiza para detectar grietas. Preste especial atención al área directamente sobre los bordes delanteros y traseros del tren de aterrizaje y la fijación de los accesorios a los mamparos (Ver Anexo D Figure1 2A-14-05 pág. 3).

Para la inspección se realizó el desmontaje de los accesorios en cabina como son: asientos, alfombras y elementos que dificulten el acceso al área a inspeccionarse, una vez desmontado los accesorios se realizó la limpieza utilizando sustancia para la limpieza como el alcohol industrial, con un paño se realizó la limpieza de los soportes sean en la parte superior, medio y en la parte inferior.



**Figura 55 Remoción de accesorios de cabina**

Para su limpieza de los soportes se lo realizó con un paño (tela pañal) por las áreas que se pudo acceder, para las áreas de acceso difícil se utilizó una brocha la cual con la sustancia del alcohol industrial se pudo remover toda la suciedad, en partes como en los soportes superiores donde se encontraban sujetos por pernos se encontró corrosión por oxidación, mediante un pequeño lijado se eliminó la oxidación entre el perno y los soportes que van montados en el fuselaje.



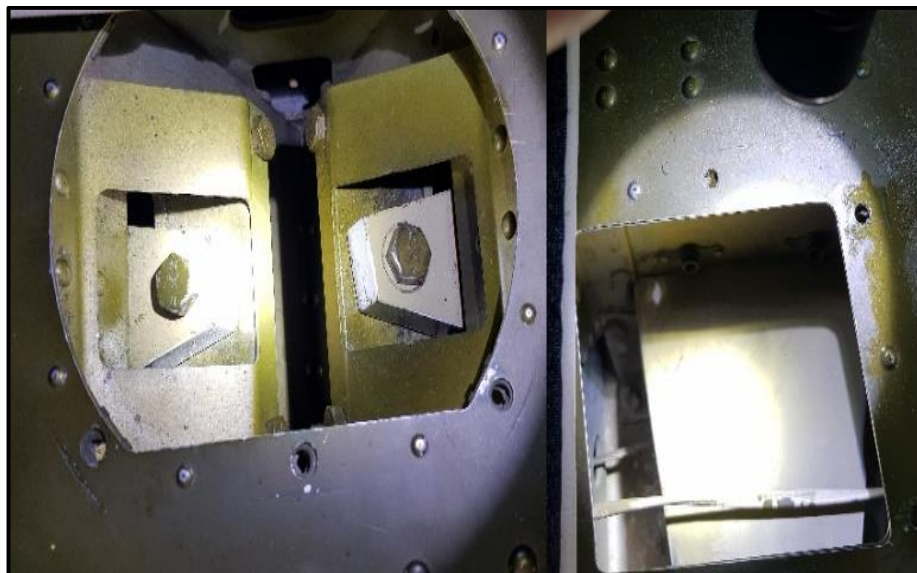
**Figura 56 Limpieza de los soportes del tren principal**

Una vez terminado la limpieza se realizó la inspección de acuerdo a la información técnica sobre la utilización de los equipos de inspección visual en este caso, se realizó con una linterna la cual nos permite ver de forma detallada si se encuentra rajaduras o algunos daños que puedan haberse originado con el pasar del tiempo, cabe recalcar que esta inspección es inicial por lo que no se le hace una mayor inspección, al encontrar algún daño interno como externo es severo, al ser severo se procede a la remoción y cambio del componente que se realice otras reparaciones de acuerdo con la sección 18 del Manual de servicio del modelo 150 aplicable. Coordine cualquier reparación No disponible en la sección 18 (reparación estructural) con el Servicio de atención al cliente de Cessna antes de comenzar la reparación (Ver Anexo A Numeral 6 2A-13-01 pág. 20/22).



**Figura 57 Inspección visual a los soportes**

Con la inspección los soportes del tren de aterrizaje principal interior para detectar grietas, en las áreas directamente debajo del soporte del tren de aterrizaje y la fijación de los soportes superiores a los mamparos, se observó que no se encontraron ningún tipo de rajaduras o grietas en el componente, lo cual no se realizó ningún tipo de procedimiento de remoción o cambio del componente.



**Figura 58 Soportes en buenas condiciones**

### **3.10.3. Resultado**

Una vez terminada la prueba de inspección visual acorde a la información técnica de los manuales se verifico que no se encontró ninguna discrepancia ni daños en el componente que puedan afectar en las propiedades del material como en su funcionamiento, con lo que se garantiza que la aeronave se encuentra en óptimas condiciones aceptables y operaciones para el uso práctico como avión escuela para los estudiantes.

### **3.11. Inspección suplementaria número 32-20-01**

- **Inspección del enlace de torsión y el trinche del tren de nariz**

Este tipo de inspección de cumplimiento es de forma repetitiva, la cual consta de 3000 horas o (5 años), para el proceso se debe tomar en cuenta su efectividad, para este tipo de tarea se hace con efectividad de (15069309 hasta 15078505), la aeronave Cessna 150M cuenta con serial de (15076319) así cumpliendo con el número de efectividad.

El propósito de esta inspección suplementaria es garantizar la integridad estructural del enlace de torsión y el trinche del tren de nariz, tomando en cuenta la información a la nota 1 procedimientos de inspecciones suplementarias, sección 2A-14-00 (Ver Anexo B 2 Supplemental Inspections 2A-14-06 / 2A-14-00 pág.2).

### 3.12.1. Materiales y herramientas para la inspección

**Tabla 7**

**Herramientas para la inspección número 32-20-01**

Herramientas	Cantidad
Desarmadores estrella	1
Desarmador Plano	1
Juego de Copas (12,11,1) mm. (7/16, 3/8) pul.	1
Juego de rachas	1
Alicate	1
Linterna	1
Equipo de Corrientes Inducidas	1
Bloque de calibración de espesor.	1

### 3.11.2. Procedimiento

- **Instrucciones de inspección**

Para realizar la inspección del enlace de torsión, se realizó una limpieza en el área externa para eliminar suciedad o residuos presentes que se encuentran por lo que se encuentra expuesto a la superficie del medio ambiente, al terminar la limpieza se realizó una inspección visual de forma rápida la cual no se encontraba ningún tipo de grietas o cualquier otro daño en el enlace de torsión y en el soporte del tren de nariz.

Se realizó la inspección de pernos si se encontraban algún tipo de corrosión o desgaste, también se realizó la inspección los bujes de torsión de la parte superior e inferior y central en busca de desgaste o deformación excesiva, en lo cual no se encontró ningún daño en la inspección visual rápida (Ver Anexo J Service Manual Cessna 150 M Change 3 Torque links pág. 5-22/5-23).





**Figura 59 Inspección visual del enlace te torsión**

- **Método de prueba de inspección por corrientes inducidas**

El método que se utilizó para su prueba de inspección NDT (No Destructive Testing) es de corrientes inducidas, con la información técnica obtenida se realizó una mejor inspección detallada, con ciertos parámetros que da la información sobre su forma de utilizar.

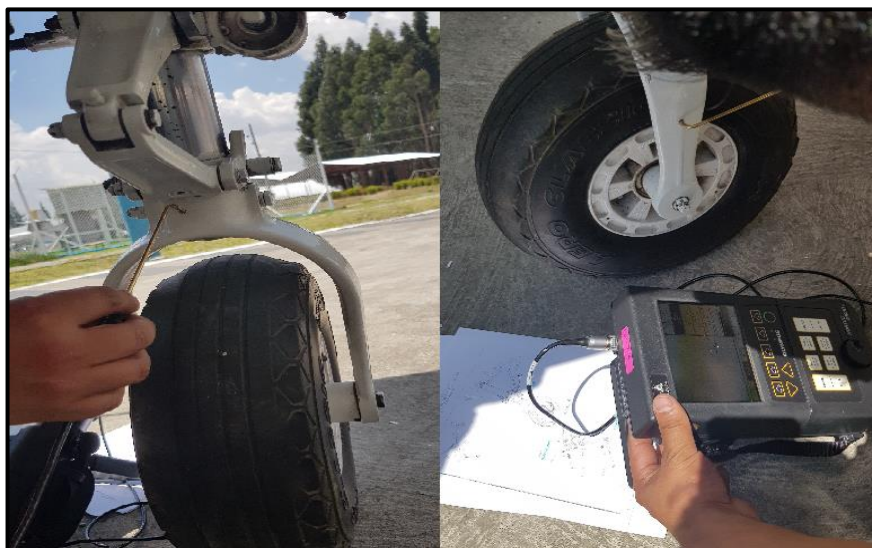
Para realizar la inspección de corrientes inducidas se realizó la calibración del equipo, de acuerdo el manual tanto del equipo como del componente a inspeccionarse, una vez obtenido la información se realizó la calibración de densidad como la frecuencia en el que se debe trabajar (Ver Anexo A literal 2 2A-13-01 pág. 1/9).

El equipo se calibro con frecuencia recomendad de (200 KHz), con la densidad especificada en el manual del enlace de torsión del tren de nariz y el soporte, esta calibración se le hace de acuerdo al tipo de material que se va a realizar la inspección, el tipo de frecuencia se basó al tipo de material del del componente en este caso era aluminio, para su calibración de densidad se utilizó un bloque de densidades este bloque debe ser del mismo material del componente a inspeccionar.



**Figura 60 Calibración del equipo de corrientes inducidas**

Una vez que el equipo este calibrado en la pantalla se visualizara una señal repetitiva la cual indica si hay rajaduras, grietas, cortes o si se encuentra algún daño ya que el equipo detecta con un mínimo de referencia de 0.001 pulgadas, con el equipo listo se procedió a la prueba de inspección en la cual al colocar la probeta de sondas nos permite observar, la probeta verifica por medio de ondas, las señales que se da en él equipo se observó que el material se encontraba en perfectas condiciones sin corrosión y sin ningún daño de grietas tanto en el enlace de torsión como en el soporte del tren de nariz.



**Figura 61 Inspección con corrientes inducidas**

### **3.11.3. Resultado**

Una vez terminada la prueba de inspección de acuerdo a los procedimientos de la información técnica de los manuales se verifico que no se encontró ninguna discrepancia ni daño en el componente que pueda afectar en sus propiedades del material o condiciones operacionales, con esto se garantiza que se encuentra en óptimas condiciones.

Al terminar con la prueba de inspección no se encontró ningún daño, en el cual se realizó el torque a los pernos y a los bujes de torsión superior interior y central de acuerdo a la información técnica que nos da el manual (Ver Anexo G Service Manual Cessna 150 M Change 3 Torque Values pág. 5-8B). (Ver Anexo J Service Manual Cessna 150 M Change 3 Torque links pág. 5-22/5-23).



**Figura 62 Torque a los bujes de torsión**

### 3.12. Lubricación

Al terminar todas las inspecciones suplementarias se realizó la lubricación en el tren de aterrizaje principal como en el de nariz, las partes desmontadas y los accesorios que deben ser lubricados, este procedimiento se lo realiza al momento de desmontar, al limpiar o como también indica el manual que se debe realizar la lubricación de ciertos puntos siempre se lo realiza a las 50 horas.

#### 3.12.1. Herramientas de lubricación

**Tabla 8**

**Herramientas de lubricación**

Herramientas	Cantidad
Aceitera (General Purpose oil)	1
Engrasador (General Purpose Grease)	1
Grasa (General Purpose Grease)	1



**Figura 63 Lubricación del tren de aterrizaje**



**Nota:** De acuerdo al manual las formas de lubricación se basan por horas frecuencias que son (50-100-500-1000) estas están representados por figuras geométricas, los puntos de lubricación y engrasamiento son con diferentes equipos tales como son: engrasadoras, aceiteras y jeringuillas ((Ver Anexo K Service Manual Cessna 150 M Change 2 Lubrication pág. 2-15 Change 3 2-39 pág. 2-13).

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- La información y procesos técnicos de conocimientos teóricos como prácticos que se consiguieron en la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE fue manera exitosa para la realización de la inspección suplementaria de 3000 horas o 5 años del tren de aterrizaje del avión CESSNA 150 M.

- Debido a la complejidad de las inspecciones suplementarias es necesario la adquisición y utilización de equipos como el NDT, herramientas, componentes necesarios y requeridos para las tareas de mantenimiento de inspección de 3000 horas o 5 años del tren de aterrizaje del avión CESSNA 150 M, así dando cumplimiento a las tareas de forma satisfactoria.

- Se ejecutó el procedimiento de acuerdo a la información técnica del manual de servicios del Cessna 150M las inspecciones suplementarias de 3000 horas o 5 años del tren de aterrizaje de la aeronave, donde no se encontró daños ni discrepancias, lo cual se garantiza que la aeronave se encuentra en óptimas condiciones como avión escuela para los estudiantes.

## 4.2. Recomendaciones

- Es muy importante antes realizar cualquier mantenimiento, revisar la información técnica que se obtuvo para no tener problemas o cuásar daños al momento de realizar cualquier tarea en la aeronave.
- Para realizar una tarea se debe tener en cuenta el correcto cumplimiento y seguimiento de las normas establecidas, así como el correcto uso de herramientas y equipos específicos como los de NDI lo cuales deben estar en condiciones óptimas para el desarrollo de cada inspección.
- De acuerdo con la información técnica obtenida se debe dar un proceso de ejecución a la tarea tomando en cuenta las medidas de seguridad tanto para el personal como a la aeronave en el cual se dará las tareas de inspección.

## GLOSARIO

### A

**Aeronavegabilidad:** es un certificado que se otorga por la autoridad aeronáutica donde se refiere que la aeronave se encuentra en condiciones seguras de operación.

**Aleaciones:** Es la combinación entre dos o más metales con el fin de mejorar las propiedades de dureza y resistencia, la combinación de se la debe realizar entre dos metales sólidos.

**Amortiguador:** Es un mecanismo en forma de resorte que puede ser utilizados en vehículos o diferentes máquinas que sirve para disminuir y compensar el contacto brusco.

**Articulación:** es el libre movimiento que se mantiene al unir dos piezas, en la que cualquier pieza esté sujeta y la otra pueda moverse.

**Aterrizaje:** Se refiere al momento en que un objeto se encuentra en el aire y toma posicionamiento para hacer contacto con una superficie firme.

### B

**Ballesta:** componente metálico formado con láminas de metal las que sirven para soportar el peso de cualquier fuselaje que ayuda a la suspensión y el contacto con el piso.

**Bibliografía:** Descripción escrita de información y conocimiento tomado de fuentes de libros o sitios web.

### C

**Centro de gravedad:** Es el punto donde inter actúan todas las fuerzas dando así una estabilidad y compensación de cualquier objeto al que se lo aplique.

**Corrosión:** Fenómeno de descomposición y pérdida de propiedades de los metales en estado de deterioro.

**D**

**Desmontar:** Desarmar o separa las piezas de algún componente por medio de herramientas o fuerza.

**Despegue:** Se refiere cuando un objeto se encuentra en una superficie firme y realiza movimiento para elevarse.

**Dirección:** Cambio de movimiento de un elemento de su posición, respecto a un plano de referencia en donde se encuentre.

**Direccionamiento:** Es la acción de llevar un objeto de un lugar hacia otro con la finalidad de posicionar en diferentes lados.

**Disco de freno:** es un dispositivo esférico que se encuentra en movimiento que al accionar con otro elemento permite el bloqueo de avance.

**F**

**Fabricante:** Persona encargada del diseño y construcción final de un determinado componente mayor o menor.

**Freno:** Dispositivo que sirve para disminuir el movimiento o bloquear por completo su velocidad.

**L**

**Lubricación:** Es la acción de reducir el rozamiento y el desgaste entre dos piezas que se encuentran casi juntas.

**Limpieza:** Es la acción de eliminar suciedades y residuos que se encuentren en cualquier parte de un objeto.

**O**

**Objetivo:** Referencia a una tarea que se especifica al momento de realizar, puede ser en conjunto o individual.

**Oleo neumático:** Es un mecanismo que se aplica en una pieza que da movimiento por la aplicación de fuerzas que se da al accionar aceite y aire comprimido.

**P**

**Pista Aérea:** Es una superficie plana de forma rectangular la cual se extiende por varios kilómetros donde las aeronaves pueden despegar o aterrizar.

**Preliminar:** Acción la cual se realiza con cierto tiempo de anterioridad para tener de forma lista cualquier proceso a realizar.

**T**

**Torquímetro:** Instrumento determinado para aplicar el ajuste a una cierta fuerza la cual es calibrado al momento de un ajuste de pernos hacia algún componente.

**Tren triciclo:** Estructura la cual está conformado por tres ruedas las cuales se encuentran en forma de triángulo, esta configuración es la más básica que se puede encontrar en ciertas aeronaves ligeras.

## ABREVIATURAS

**C.G.** Centro de Gravedad

**Cm.** Centímetros

**ETFA.** Escuela Técnica de la Fuerza Aérea

**Ff.** Pies

**°F** Grados Fahrenheit

**Fig.** Figura

**Hr.** Horas

**In.** Inches (Pulgadas)

**IPC.** Illustrated parts catalog

**KHz.** Kilohercios

**Lbs.** Libras

**MHz.** Megahercio

**Mils.** milésima parte de una pulgada

**NDT.** (No Destructive Testing)

**P.S.I.** pounds force square inch

**Tn.** Tone Ladas

**T.D.C.** Top Death Center

**Temp.** Temperatura

**Vs.** Velocidad de perdida

## BIBLIOGRAFÍA

- ATC Magazine. (2008). Reportaje Cessna 150 - Escuela de pilotos. *Atc Magazine*, 48-49.
- Cessna 150 series Service Manual. (1977). *Cessna 150 series Service Manual*. Wichita - Kansas - USA: Cessna Customer Care Inc.
- Company, C. A. (06 de Abril de 2013). *Cessna Aircraft Company*. Obtenido de <https://web.archive.org/web/20130408100140/http://www.cessna.com:80/why-cessna/our-history>
- Convocatoria de controladores de circulacion aerea. (2018). *Convocatoria de controladores de circulacion aerea 2018*. Obtenido de <https://docplayer.es/15401839-La-aeronave-2-2-tipos-de-aeronaves-convocatoria-de-controladores-de-la-circulacion-aerea-2008.html>
- CURREY, N. S. (1988). *Aircraft Landing Gear Design: Principles and Practices*. WASHINGTON, DC: P. CM - (AIAA EDUCATION SERIES).
- Dirección General de Aviación Civil, RDAC PARTE 001. (23 de Marzo de 2010). *RDAC PARTE 001*. Obtenido de <http://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/1.-RDAC-Parte-00123-Mar-10.pdf>
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. (09 de AGOSTO de 1998). AC 43.13 - 1B. Obtenido de [https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory\\_Circular/AC\\_43.13-1B\\_w-chg1.pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_43.13-1B_w-chg1.pdf)
- Federal Aviation Administration, AMT-Airframe-Vol-2. (2018). *FAA-H-8083-31A-AMT-Airframe-Vol-2*. Oklahoma City, OK 73125: UNITED STATES DEPARTMENT OF TRANSPORTATION.
- JEPPESEN. (2011). AIRCRAFT LANDING GEAR SYSTEM. En J. A. COMPANY, *A&P TECHNICIAN AIRFRAME TEXTBOOK*. COLORADO: Jeppesen Sanderson Inc.
- Manual del Operador Cessna 150 . (1970). *Manual del Operador Cessna 150* . Wichita - Kansas - USA: Cessna Customer Care Inc.
- Oñate, A. E. (1997). *Conocimientos del Avión*. Mangallares, Madrid España: De la Fuente Rojo.
- Rafael Trallero, Ricardo Atienza y Malte Frovel. (MAYO de 2013). *Tecnologi@ y desarrollo "Revista de ciencia, tecnologia y medio ambiente"*. Obtenido de EVOLUCION HISTORICA DE LOS TRENES DE ATERRIZAJE EN LAS AERONAVES: <http://www.uax.es/publicacion/evolucion-historica-de-los-trenes-de-aterri-zaje-en-las-aeronaves.pdf>
- Textron Aviation Inc. (2015). *Textron Aviation - Cessna Piston Aircraft*. Obtenido de <http://cessna.txtav.com/>
- Viscomi, J. F. (2006). *Tren de Aterri-zaje*. Obtenido de [http://www.etpcba.com.ar/Documentos/Nivel\\_Medio/Recursos%20Didacticos/28\\_Tren\\_de\\_Aterri-zaje.pdf](http://www.etpcba.com.ar/Documentos/Nivel_Medio/Recursos%20Didacticos/28_Tren_de_Aterri-zaje.pdf)



# ANEXOS

## INDICE DE ANEXOS

- **ANEXO A** Service Manual Cessna 150 Series (Nondestructive Inspection Methods and Requirements).
- **ANEXO B** Service Manual Cessna 150 Series (Listing of Supplemental Inspections).
- **ANEXO C** Service Manual Cessna 150 Series (Supplemental Inspection Number 32-13-02).
- **ANEXO D** Service Manual Cessna 150 Series (Supplemental Inspection Number 32-13-03).
- **ANEXO E** Service Manual Cessna 150 Series (Supplemental Inspection Number 32-20-01).
- **ANEXO F** Service Manual Cessna 150 Series (Corrosion Severity.)
- **ANEXO G** Service Manual Cessna 150 Series (Main and Nose Thru-bolt Nut and Capscrew Torque Values).
- **ANEXO H** Ultra gel Sonotech (Ultrasonic Couplant).
- **ANEXO I** Service Manual Cessna 150 Series (Removal and Installation Tubular Main Landing Gear).
- **ANEXO J** Service Manual Cessna 150 Series (Torque links).
- **ANEXO K** Service Manual Cessna 150 Series (Lubrication).

# ANEXO A

## Service Manual Cessna 150 Series (Nondestructive Inspection Methods and Requirements).

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

### NONDESTRUCTIVE INSPECTION METHODS AND REQUIREMENTS

#### 1. GENERAL REQUIREMENTS

##### A. General

- (1) Facilities performing nondestructive inspections described in this section must hold a valid FAA Repair Station Certificate with the appropriate rating in the applicable method of nondestructive testing.
- (2) Personnel performing NDT must be qualified and certified to a recognized standard in AC65-31A and comply with all recommendations. The minimum certification is "Level 1 Special" as described in 8.c.(1).
- (3) Organizations and personnel that operate under the jurisdiction of a foreign government must use the applicable documentation issued by their regulatory agency to comply with the above requirements.

##### B. Reporting Results

- (1) Use the Discrepancy Report Form found in 2A-13-00, Section 4, Reporting - Communications, to report crack(s) that are found in an inspection. If a part is rejected, refer to the applicable Model 150 Service Manual for information to replace the part or repair the part. If a repair for crack(s) is required (for a repair not available in the applicable Model 150 Service Manual), contact Cessna Propeller Aircraft Product Support for possible repair instructions or replace the part.
  - (a) Type of discontinuity.
  - (b) Location of the discontinuity.
  - (c) Discontinuity size.
  - (d) Discontinuity orientation or direction.

#### 2. EDDY CURRENT INSPECTION

##### A. General

- (1) Eddy current inspection is effective for the detection of surface and subsurface cracks in most metals. You do this through induction of eddy currents into the part. These eddy currents will alter the magnetic field around the probe. Changes to the magnetic field are monitored and then interpreted.
- (2) You can do eddy current inspection on airplane parts or assemblies where the inspection area is accessible for contact by the eddy current probe. An important use of eddy current inspection is to find cracks caused by corrosion and stress. A second important use is measurement of electrical conductivity.

##### B. Surface Inspection

###### (1) General

- (a) This is a general procedure for the eddy current method used to find surface discontinuities. This should be used along with specific instructions for inspection in the procedure that referred to this section.

###### (2) Instrument Parameters

- (a) The following equipment was used to develop the inspection procedures referred to in this manual. Alternative equipment may be used if it has the same sensitivity. Refer to the guidelines in this section for more information on equipment parameters.

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
 MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
 SERVICE MANUAL

NAME	NUMBER	MANUFACTURER
Eddy Current Instrument	Nortec 2000	Olympus NDT Phone: 781-419-3900 Web: <a href="http://www.olympusndt.com">http://www.olympusndt.com</a>
Surface Eddy Current Probe with 1/8 inch coil (NOTE 1)	VM202RAF-6	VM Products, Inc. Phone: (253) 341-2939 Web: <a href="http://www.vmproducts.net">http://www.vmproducts.net</a>
Combined Aluminum Surface and Bolthole Eddy Current Reference Standard (NOTE 2)	VM89A	VM Products, Inc.
Combined Steel Surface and Bolthole Eddy Current Reference Standard (NOTE 2)	VM89S	VM Products, Inc.
Combined Stainless Steel Surface and Bolthole Eddy Current Reference Standard (NOTE 2)	VM89SS	VM Products, Inc.

NOTE 1: The style and length of the surface probe will vary with the inspection situation.

NOTE 2: Be sure that the reference standard has the necessary hole size for bolthole inspections. If used only for surface eddy current inspection, it is not necessary that the reference standard have holes. This part number was included to allow the use of a single reference standard for both surface and bolthole eddy current inspection. The reference standard material (aluminum, steel, stainless steel) will vary with the material for inspection.

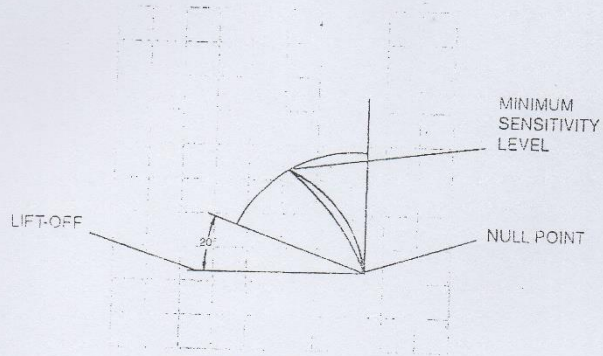
(b) Instrument Sensitivity

- 1 Some inspection procedures need instruments that give both phase and amplitude information on a storage cathode ray tube for impedance plane analysis. Impedance plane instruments can be used as an alternative for metered instruments. Metered instruments must not be used as an alternative for impedance plane instruments where the ability to show phase information is necessary.
- 2 Eddy current instruments with a meter display can be used for surface eddy current inspection.
- 3 The instrument must have a repeatable signal response which has a signal to noise ratio of more than 3 to 1. Impedance plane instruments must have the resolution to show a signal within the guidelines shown in Figure 1 and Figure 2.



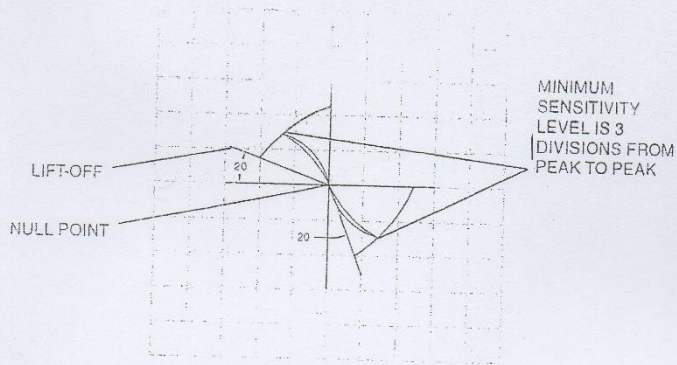
CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
 MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
 SERVICE MANUAL

A10756



Absolute Probe Calibration Range  
 Figure 1

A1831



Differential Probe Calibration Range  
 Figure 2

- 4 The functional performance of the eddy current instrument must be verified at an interval of not more than a year.
- (c) Probe Sensitivity
  - 1 The probe may have an absolute or differential coil arrangement.
  - 2 The probe may be shielded or unshielded. A shielded probe is normally recommended.

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
 MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
 SERVICE MANUAL

NAME	NUMBER	MANUFACTURER
Eddy Current Instrument	Nortec 2000	Olympus NDT Phone: 781-419-3900 Web: <a href="http://www.olympusndt.com">http://www.olympusndt.com</a>
Bolthole Eddy Current Probe with 1/8 inch coil (NOTE 1)	VM101BS-X/XX	VM Products, Inc. Phone: 253-841-2939 Web: <a href="http://www.vmproducts.net">http://www.vmproducts.net</a>
Combined Aluminum Surface and Bolthole Eddy Current Reference Standard (NOTE 2)	VM 89A	VM Products, Inc.
Combined Steel Surface and Bolthole Eddy Current Reference Standard (NOTE 2)	VM89S	VM Products, Inc.
Combined Stainless Steel Surface and Bolthole Eddy Current Reference Standard (NOTE 2)	VM89SS	VM Products, Inc.

NOTE 1: Bolthole probe diameter and lengths will vary with the inspection situation.

NOTE 2: Be sure that the reference standard has the necessary hole size for the bolthole inspection. The reference standard material (aluminum, steel, stainless steel) will vary with the material of the hole for inspection.

(b) Instrument Sensitivity

- 1 Some inspection procedures need instruments that give both phase and amplitude information on a storage cathode ray tube for impedance plane analysis. Impedance plane instruments can be used as an alternative for metered instruments. Metered instruments must not be used as an alternative for impedance plane instruments where the ability to show phase information is necessary.
- 2 Eddy current instruments with a meter display are allowed for bolthole eddy current inspection.
- 3 The instrument must have a repeatable signal response which has a signal to noise ratio of more than 3 to 1. Impedance plane instruments must have the resolution to show a signal within the guidelines shown in Figure 1 and Figure 2.
- 4 The functional performance of the eddy current instrument must be verified at an interval of not more than a year.

(c) Probe Sensitivity

- 1 The probe may have an absolute or differential coil arrangement.
- 2 The probe may be shielded or unshielded. A shielded probe is normally recommended.
- 3 The probe must have an operating frequency that has the necessary test sensitivity and depth of penetration. For an aluminum part, the frequency should be approximately 200 kHz. For a steel part, the frequency should be 500 to 800 kHz. For a titanium part, the frequency should be 1.0 to 2.0 MHz.

NOTE: Instrument frequency may need adjustment for the instrument and probe combination used.



D. Conductivity Testing

(1) General

- (a) Conductivity testing is effective to find the material properties of aluminum structures. This is done through induction of eddy currents into the part. The eddy currents will alter the magnetic field around the probe. Data are taken and compared to approved ranges for the material tested.
- (b) Other materials or geometric changes in the area can influence the conductivity output of the instrument. Therefore, you must have the applicable material specification and engineering drawing.
- (c) A typical use is to define material properties following heat application. Examples of such situations include: structure heated by an engine or APU, fire damage, and lightning strike.
- (d) This is a general procedure to find the conductivity of aluminum structures. This procedure is used along with the applicable material specification and structural engineering drawings to decide whether the conductivity values are in an approved range.

(2) Instrument Parameters

- (a) The following equipment was used to develop the inspection procedures referred to in this manual. Alternative equipment may be used if it has the same sensitivity. Refer to the guidelines in this section for more information on equipment parameters:

NAME	NUMBER	MANUFACTURER
Portable Conductivity Tester	Autosigma 3000	GE Sensing & Inspection Technologies 1 Neumann Way, MD J4 Cincinnati, Ohio 45215 Web: <a href="http://www.gesensingtechnologies.com">http://www.gesensingtechnologies.com</a>

- (b) Inspection Frequency: The instrument must have an operating frequency of 60 kHz.

**NOTE:** Cessna conductivity information is based on an instrument frequency of 60 kHz. Use of a frequency other than 60 kHz will cause differences in the conductivity reading when compared to the 60 kHz value on thinner material.

- (c) Instrument Accuracy: The instrument must be an eddy current instrument that can show the conductivity of aluminum alloys as a percentage of the International Annealed Copper Standard (% IACS). It must have an accuracy of at least +1.0% IACS or - 1.0% IACS through electrically nonconducting films and coatings up to a minimum of 0.003 inch (0.076 mm) thick.
  - (d) Instrument Sensitivity: The instrument must be sensitive enough to show changes of a minimum of 0.5% IACS over the conductivity range of the aluminum alloys for inspection.
  - (e) Probe: The probe must have a flat contact surface. The contact surface diameter must not be larger than 0.500 inch (12.700 mm).
  - (f) To test the lift-off compensation of the probe:
    - 1 Put the probe on a bare standard.
    - 2 Put a nonconducting flat shim of 0.003 inch (0.076 mm) thick between the probe and the standard.
    - 3 The difference in the two values must not exceed 0.5% IACS.
  - (g) The functional performance of the conductivity instrument must be verified at the intervals defined by the controlling specification or the manufacturer's recommendation, whichever is less.
- (3) Calibration Reference Standards
- (a) Each instrument must have a minimum of two aluminum alloy instrument conductivity standards. Their values must be:
    - 1 One in the range of 25 to 32% IACS.
    - 2 One in the range of 38 to 62% IACS.
  - (b) There must be a minimum difference of 10% IACS between the standard for the low end of the range and that for the high end of the range. The conductivity values of the low and the high reference standard must be beyond the expected range of conductivity of the material for inspection.

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
 MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
 SERVICE MANUAL

- 6 De-energize the electromagnetic yoke when about 2 feet from the part.
- 7 Test the remaining magnetic field in the part with the field indicator, Hall effect meter or equivalent equipment.
- 8 If the remaining magnetic field in the part is no more than 3 Gauss, the part is considered demagnetized. If more than 3 Gauss, repeat the demagnetization procedure.

- (7) After Inspection
  - (a) Refer to the General Requirements section for information on how to report inspection results.
  - (b) Completely remove the magnetic particles from the part or assembly.
  - (c) Reapply any protective coatings to the part to prevent corrosion.

NOTE: Materials and methods must be approved for use by the applicable Cessna Aircraft Service Manual, Structural Repair Manual, or Component Maintenance Manual

5. ULTRASONIC THICKNESS TESTING

A. General

- (1) A common application for ultrasonic inspection is to find material thickness. The instrument will measure the time-of-flight of the ultrasonic wave through the part. This procedure will show you how to find the thickness of metal after removal of corrosion or a blending procedure.

B. Equipment

- (1) The following equipment was used to develop the inspection procedures referred to in this manual. Alternative equipment may be used if it has the same sensitivity. Refer to the guidelines in this section for more information on equipment parameters.

NAME	NUMBER	MANUFACTURER
Ultrasonic Thickness Gage (with A-scan ability)	25 Multiplus	Olympus NDT Phone: 781-419-3900 Web: <a href="http://www.olympusndt.com">http://www.olympusndt.com</a> Olympus NDT
20 MHz Ultrasonic Transducer, 0.125 inch diameter	M208	Olympus NDT
Sonopen, 15 MHz, 0.125 inch diameter	V260-SM	Olympus NDT
Couplant (Water Based)	Ultragel II	Sonotech, Inc. 774 Marine Drive Bellingham, WA 98225 Phone: 360-671-9121 Web: <a href="http://www.sonotech-inc.com/">http://www.sonotech-inc.com/</a>

- (2) Instrument
  - (a) The expected material thickness must be within the measurement range of the instrument.
  - (b) The instrument resolution must be a minimum of 0.001 inch (0.0254 mm).
  - (c) It is recommended that the instrument have an A-scan display. This will let the operator monitor the interaction between the signal and the gating of the instrument.
- (3) Transducer
  - (a) The transducer must have a diameter of no more than 0.375 inch (9.525 mm) and a delay line.
  - (b) The recommended frequency is 5 to 10 MHz for material 0.5 inch (12.700 mm) thick or more and 10 to 20 MHz for material less than 0.5 inch (12.700 mm) thick.
- (4) Reference Standard
  - (a) The reference standard must be of the same base alloy as the metal for measurement.
  - (b) Gage material can be used for a reference standard. It should be as close as practical to the alloy and temper of the material for test.

NOTE: When gage material is used; mechanically measure the thickness of the material.



CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

- (c) The reference standard must have enough thickness range that one step will be thinner and one step thicker than the expected thickness range of the material.
- C. Calibration
- (1) Set up the instrument with the manufacturer's instructions.
  - (2) Choose steps on the reference standard for the calibration. It is recommended that there is a step between the chosen steps.
- NOTE: It is important that the expected material thickness be between the range of the steps chosen on the reference standard.
- (3) Calibrate the instrument on the chosen steps of the reference standard. If there are any steps between the calibration steps, use them to make sure of the calibration.
- D. Inspection
- (1) The area must be clean and free of grease, dirt, corrosion or other material that may affect the inspection.
  - (2) Examine the area for inspection. Record material thickness to the nearest 0.001 inch.
  - (3) Take enough measurements that the minimum thickness is found in the blended area.
  - (4) If possible, take a measurement in an adjacent area to get a nominal thickness.
  - (5) Refer to the General Requirements section for information on how to report inspection results.
- E. After Inspection
- (1) Refer to the General Requirements section for information on how to report inspection results.
  - (2) Clean any couplant off the area.
6. VISUAL INSPECTION
- A. General
- (1) Visual inspection is the most common form of airplane inspection. Visual inspection can find a wide variety of component and material surface discontinuities, such as cracks, corrosion, contamination, surface finish, weld joints, solder connections, and adhesive disbands. The results of a visual inspection may be improved with the use of applicable combinations of magnifying instruments, borescopes, light sources, video scanners, and other devices. The use of optical aids for visual inspection is recommended. Optical aids magnify discontinuities that cannot be seen by the unaided eye and also allow inspection in inaccessible areas.
  - (2) Personnel that do visual inspection tasks do not need to have certification in nondestructive inspection.
- B. Visual Aids
- (1) Structure and components that must be routinely examined are sometimes difficult to access. Visual inspection aids such as a powerful flashlight, a mirror with a ball joint, and a 10 power magnifying glass are needed for the inspection.
  - (2) Flashlights used for visual inspection should be suitable for industrial use and, where applicable, safety approved for use in hazardous atmospheres such as airplane fuel tanks. These characteristics should be considered when selecting a flashlight: foot-candle rating; explosive atmosphere rating; beam spread (adjustable, spot, or flood); efficiency (battery usage rate); brightness after extended use; and rechargeable or standard batteries. Inspection flashlights are available in several different bulb brightness levels:
    - (a) Standard incandescent (for long-battery life).
    - (b) Krypton (for 70% more light than standard bulbs).
    - (c) Halogen (for up to 100% more light than standard bulbs).
    - (d) Xenon (for over 100% more light than standard bulbs).
  - (3) An inspection mirror is used to view an area that is not in the normal line of sight. The mirror should be of the applicable size to easily see the component and a swivel joint tight enough to keep its position.
  - (4) A single converging lens is often referred to as a simple magnifier. Magnification of a single lens can be found by the equation  $M = 10/f$ . In this equation, "M" is the magnification, "f" is the focal length of the lens in inches, and "10" is a constant that represents the average minimum

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

distance at which objects can be distinctly seen by the unaided eye. For example, a lens with a focal length of 5 inches has a magnification of 2, or is said to be a two-power lens. A 10-power magnifier is needed for inspection.

(5) Borescopes

(a) These instruments are long, tubular, precision optical instruments with built-in illumination, designed to allow remote visual inspection of otherwise inaccessible areas. The tube which can be rigid or flexible with a wide variety of lengths and diameters, provides the necessary optical connection between the viewing end and an objective lens at the distant or distal tip of the borescope.

(b) Optical Designs. Typical designs for the optical connection between the borescope viewing end and the distal tip are:

- 1 A rigid tube with a series of relay lenses;
- 2 A flexible or rigid tube with a bundle of optical fibers; and
- 3 A flexible or rigid tube with wiring that carries the image signal from a Charge Couple Device (CCD) imaging sensor at the distal tip.

NOTE: Instruments used as an aid for visual inspection must be capable of resolving four line pairs per mm (4lp/mm).

(c) These designs can have either fixed or adjustable focus of the objective lens at the distal tip. The distal tip may also have prisms and mirrors that define the direction and field of view. A fiber optic light guide with white light is generally used in the illumination system. Some long borescopes use light-emitting diodes at the distal tip for illumination.

C. Visual Inspection Procedures

(1) Factors That Can Affect Inspection

- (a) Lighting. Get sufficient lighting for the part or area. Do not look into glare to do the inspection.
- (b) Comfort. The comfort (temperature, wind, rain, etc.) of the inspector can be a factor in visual inspection reliability.
- (c) Noise. Noise levels are important. Too much noise reduces concentration, creates tension, and prevents effective communication. All these factors will increase the chance of errors.
- (d) Inspection Area Access. Ease of access to the inspection area has been found to be of major importance in reliable visual inspection. Access includes that into an inspection position (primary access) and to do the visual inspection (secondary access). Poor access can affect the interpretation of discontinuities, decisions, motivation, and attitude.

(2) Preliminary Inspection. Do a preliminary inspection of the general area for foreign objects, deformed or missing fasteners, security of parts, corrosion, and damage. If the location is not easy to access, use visual aids such as a mirror or borescope.

(3) Corrosion. Remove, but do not do a treatment of any corrosion found during preliminary inspection. Do a treatment of corrosion found after the entire visual inspection is complete.

NOTE: If you leave corrosion in place or do a treatment of the corrosion before inspection, it may hide other discontinuities.

(4) Clean. After the preliminary inspection, clean the areas or surface of the parts for inspection. Do not remove the protective finish from the part.

(5) Inspection. Carefully examine the area for discontinuities, with optical aids as needed. An inspector normally should have available applicable measuring devices, a flashlight, and a mirror.

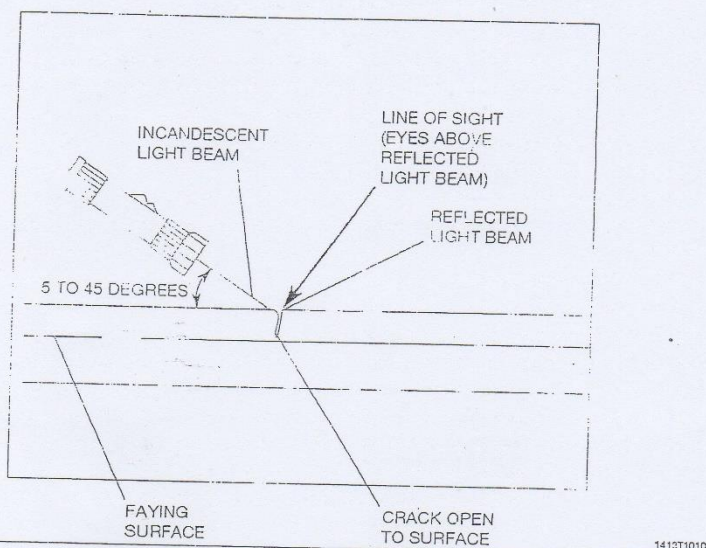
(a) Surface cracks. Refer to Figure 5. To look for surface cracks with a flashlight:

- 1 Point the light beam toward the face with between a 5° and 45° angle to the surface. Refer to Figure 5.
- 2 Do not point the light beam at an angle such that the reflected light beam shines directly into the eyes.
- 3 Keep the eyes above the reflected light beam. Measure the size of any cracks found with the light beam at right angles to the crack and trace the length.



CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

A81712



Visual Inspection for Cracks  
Figure 5

1413T1010

- 4 Use a 10-power magnifier to make sure of a suspected crack.
- (b) Hardware and Fasteners. Examine rivets, bolts, and other hardware for looseness, integrity, proper size and fit, and corrosion. Dished, cracked, or missing rivet heads and loose rivets should be identified and recorded.
- (c) Control Systems. Examine cables, control rods, rod ends, fairleads, pulleys, and all other items for integrity, structural soundness, and corrosion.
- (d) Visual Inspection for Corrosion. Inspection of an airplane for corrosion follows a systematic pattern.
  - 1 Clues. The airplane is initially observed for clues about the care with which it has been maintained.
  - 2 Locations. Examine likely corrosion sites. These include galleys and food service areas, lavatories, bilges, tank drains, and fastenings. When debris is found, it should be examined for iron oxide and the characteristically white powdery aluminum hydride. Biological contamination (mold, algae), which may feel greasy or slippery, frequently causes corrosion since it changes the acidity of any moisture it contains. Caulking and sealing compounds should be examined for good bond since corrosion can get under such materials. Nutplates should be examined for corrosion under them. Tap tests should be done often and the cause of any dull sounding areas found. The omission of fuel additives by some fuel vendors can increase the deterioration of fuel tanks on a small airplane. In such cases, it is necessary to drain

# ANEXO B

## Service Manual Cessna 150 Series (Listing of Supplemental Inspections).

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

### LISTING OF SUPPLEMENTAL INSPECTIONS

#### 1. Supplemental Inspection Procedures

- A. Each of the supplemental inspections listed in this section has the instructions to do each Nondestructive Testing procedure needed.
- B. Procedure
  - (1) Each 2A-14-XX section has the details of the inspection and if needed, a reference to the Nondestructive Testing procedure for that inspection.
  - (2) The supplemental inspections that reference a Nondestructive Testing procedure will refer to 2A-13-01 document for the details of the procedure.
  - (3) The supplemental inspection numbers in the list below agree with the number for the Nondestructive Testing procedure, if applicable. Refer to Inspection Requirements - Hours to Years Equivalence.
- C. If an airplane has exceeded the inspection limits given, the inspection must be done before June 30, 2014. Inspections in subsequent revisions to the SID shall be accomplished in accordance with the requirements of the revised inspection.
- D. Service Information Letters/Service Bulletins
  - (1) In addition to this maintenance manual, the following service information will be required to complete the SID inspections (2A-14-XX document sections).

Bulletin	Title	Associated Service Kit
SE71-23	Horizontal Stabilizer Attachment (for units 15017001 thru 15072099, F15000001 thru F15000698, A15000001 thru A15000236, FA15000001 thru FA15000121)	SK150-33A
SE74-10	Vertical Stabilizer Attachment and Nosewheel Fork and Heavy Duty Axle Bolt (for units 15017001 thru 15072839, F15000001 thru 15000778, A15000001 thru A15000292, FA15000001 thru FA15000161)	SK150-11C
SE75-20	Aft Spinner Bulkhead Shim Installation and Fuselage Tailcone Station 95 Bulkhead Stiffener (for units 15069309 thru 15077005, F15000390 thru F15001248, A15000001 thru A15000609, FA15000001 thru FA15000281)	
SE79-49	Nut Plate Inspection - Vertical Fin Attach Bracket	
SEB01-01	Rudder Stop Modification	SK152-24A
SEB03-06	Vertical Tail Attach Bracket and Aft Horizontal Stabilizer Spar Inspection	
SEB07-04	Floorboard/Seat Pan Crack Inspection	
SEB87-04	Aileron Hinge Inspection	



CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
**MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)**  
 SERVICE MANUAL

SEB94-03	Rudder Spar Inspection/Replacement (for units 15075782 thru 15078505, F15001144 thru F15001338, A15000524 thru A15000684, FRA15000262 thru FRA15000311)	
SEB95-03	Flap Support Inspection and Roller Washer Installation	SK180-44
SEB96-07	AN3-5A Bolt Inspection/Replacement	

**2. Supplemental Inspections**

DETAILS FOUND IN SECTION 2-14-XX	SUPPLEMENTAL INSPECTION NUMBER	TITLE	INSPECTION COMPLIANCE (Refer to Note 1)		INSPECTION OPERATION
			INITIAL	REPEAT	
2A-14-01	27-20-01	Rudder Pedal Torque Tube Inspection	10,000 Hours or 20 Years	3,000 Hours or 5 Years	7
2A-14-02	27-30-01	Elevator Trim Pulley Bracket and Actuator Bracket Structure Inspection	1,000 Hours	1,000 Hours	14
2A-14-03	32-13-01	Landing Gear Flat Spring and Attach Fitting Corrosion Inspection	MILD/MODERATE 20 Years	MILD/MODERATE 10 Years	11
			SEVERE 10 Years	SEVERE 5 Years	13
2A-14-04	32-13-02	Landing Gear Tubular Spring Corrosion Inspection	MILD/MODERATE 20 Years	MILD/MODERATE 10 Years	11
			SEVERE 10 Years	SEVERE 5 Years	13
2A-14-05	32-13-03	Main Landing Gear Fittings Inspection	3,000 Hours or 5 Years	1,000 Hours or 5 Years	15
2A-14-06	32-20-01	Nose Gear Torque Link and Fork Inspection	3,000 Hours or 5 Years	3,000 Hours or 5 Years	8

# ANEXO C

## Service Manual Cessna 150 Series (Supplemental Inspection Number 32-13-02).

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

SUPPLEMENTAL INSPECTION NUMBER: 32-13-02

1. TITLE:  
Landing Gear Tubular Spring Corrosion Inspection

2. EFFECTIVITY  
15072004 thru 15078505,  
F15000659 thru F15001338,  
A1500227 thru A1500684,  
FA1500082 thru FA1500120,  
FRA1500121 thru FRA1500311

	CORROSION SEVERITY	INSPECTION COMPLIANCE
MILD/MODERATE:	INITIAL	20 Years (NOTE)
	REPEAT	10 Years (NOTE)
SEVERE:	INITIAL	10 Years (NOTE)
	REPEAT	5 Years (NOTE)

NOTE: Refer to Section 2A-30-01 and associated maps to determine corrosion severity.

3. PURPOSE  
To ensure corrosion protection of main landing gear tubular spring.

4. INSPECTION INSTRUCTIONS

- A. Remove landing gear fairing.
- B. Inspect the main landing gear tubular spring for worn or chipped paint. Refer to Figure 1. If rust has developed, rework the gear in accordance with the repair/modification section below.

NOTE: The main landing gear springs are made from high strength steel that is shot peened inside and out on the full circumference and full length to increase the fatigue life of the part. If the protective layer of paint is chipped or worn away, corrosion (rust) is likely to occur.

- (1) Clean area before inspecting if grime or debris is present.
- C. If the finish is worn or chipped, refinish the landing gear springs.
- D. Inspect the area under and around the entry step attachment for corrosion.
- E. Inspect the axle attach holes for corrosion.

5. ACCESS AND DETECTABLE CRACK SIZE

ACCESS/LOCATION/ZONE	DETECTABLE CRACK SIZE
Main Gear Section	Not Allowed

6. INSPECTION METHOD  
Visual and Ultrasonic Thickness Test

7. REPAIR/MODIFICATION

- A. If corrosion has developed on the tubular spring landing gear, it must be removed before refinishing. The recommended procedure to remove corrosion is by hand sanding, using a fine grained sandpaper.



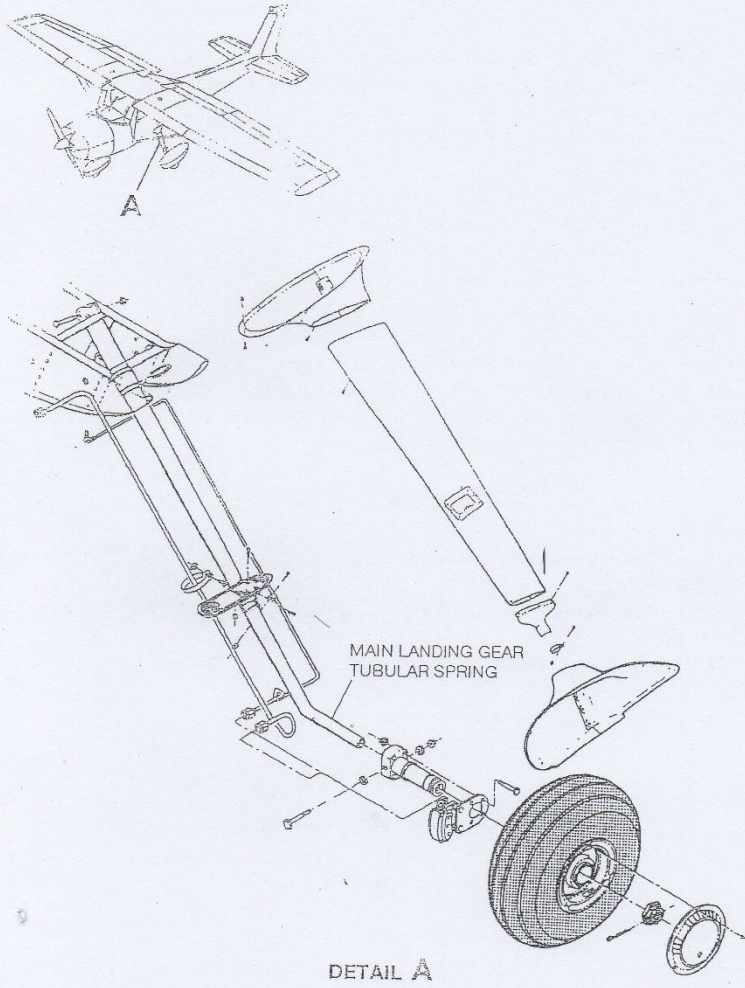
CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

- B. Use #30 or finer grit abrasive cloth, to produce a diameter-to-depth ratio of about 10:1.
- (1) Landing gear spring: Use a straight edge and feeler gages to determine thickness after removing corrosion. If the corrosion pit or wear is deeper than 0.008 inches, contact Cessna Customer Service for repair/replacement instructions.
- C. Refinish sanded areas.
- (1) Solvent Wipe.
    - (a) Wipe off excess oil, grease or dirt from the surface to be cleaned.
    - (b) Apply solvent to a clean cloth, preferably by pouring solvent onto cloth from a safety can or other approved, labeled container. The cloth must be well saturated, but not dripping.
    - (c) Wipe surface with the moistened cloth as necessary to dissolve or loosen soil. Work a small enough area so the surface being cleaned remains wet.
    - (d) Immediately wipe the surface with a clean, dry cloth, while the solvent is still wet. Do not allow the surface to evaporate dry.
    - (e) Do steps (b) through (d) again until there is no discoloration on the drying cloth.
  - (2) Apply corrosion primer in accordance with Corrosion-Resistant Primer Mil-PRF-2337G or later.
    - (a) Mix and apply in accordance with manufacturer's instructions.
    - (b) Apply mixture with a wet cross coat to yield a dry film thickness of 0.5 to 0.8 mils.
    - (c) Allow to air dry for two to four hours.
    - (d) Apply topcoat within 24 hours.
  - (3) Apply Polyurethane Enamel Topcoat to landing gear tubular spring.
    - (a) Mix and apply in accordance with manufacturer's instructions.
    - (b) Apply mixture with a wet cross coat to produce a dry film thickness of 1.5-2.0 mils.
    - (c) Allow to air dry per the manufacturer's instruction.

8. COMMENTS

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1963 - 1978)  
SERVICE MANUAL

B15012



C410T1003

LANDING GEAR TUBULAR SPRING CORROSION INSPECTION  
Figure 1 (Sheet 1)



# ANEXO D

## Service Manual Cessna 150 Series (Supplemental Inspection Number 32-13-03).

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

SUPPLEMENTAL INSPECTION NUMBER: 32-13-03

1. TITLE:  
Main Landing Gear Fittings Inspection

2. EFFECTIVITY  
15069309 thru 15073505,  
F15000390 thru F15001338,  
A15000001 thru A1500684,  
FA15000001 thru FA1500120,  
FRA1500121 thru FRA1500311

### INSPECTION COMPLIANCE

ALL USAGE: INITIAL 3,000 Hours or 5 Years (NOTE)  
REPEAT 1,000 Hours or 5 Years (NOTE)

NOTE: Refer to Note 1, Section 2A-14-00.

3. PURPOSE  
To ensure structural integrity of the main landing gear fittings.

### 4. INSPECTION INSTRUCTIONS

- A. Inspect the outboard main landing gear fittings for cracking. Refer to Figure 1. Pay particular attention to the area directly above the forward and aft edges of the landing gear spring and the attachment of the fittings to the bulkheads.  
(1) Clean area before inspecting if grime or debris is present.
- B. Inspect the inboard main landing gear fittings for cracking. Pay particular attention to the area directly below the landing gear spring attachment and the attachment of the fittings to the bulkheads.  
(1) Clean area before inspecting if grime or debris is present.

### 5. ACCESS AND DETECTABLE CRACK SIZE

#### ACCESS/LOCATION/ZONE

Main Gear Support

#### DETECTABLE CRACK SIZE

Not Allowed

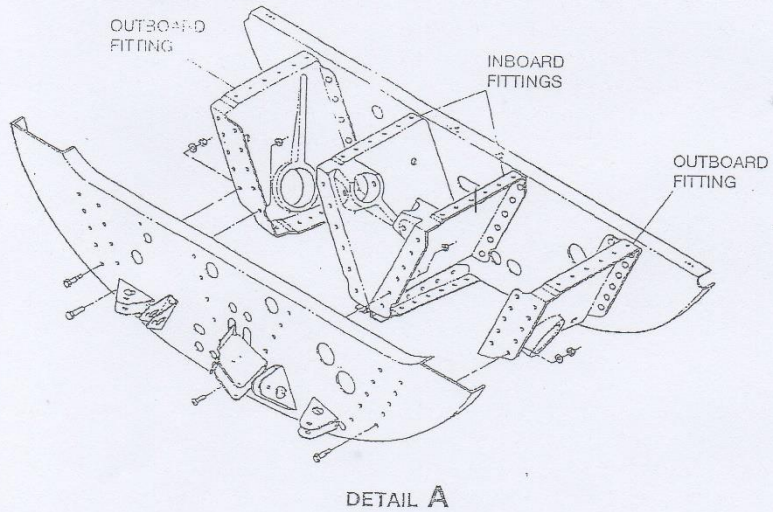
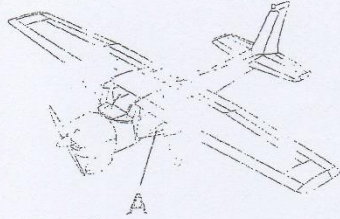
6. INSPECTION METHOD  
Visual

### 7. REPAIR/MODIFICATION

- A. Main landing gear fittings are contained between two wrap-around bulkheads, which physically contain the bulkheads even after the attach fasteners are removed. A recommended method to replace main landing gear fittings is to support the airplane to maintain alignment during rework, remove the floorboard just forward of the forward main gear bulkhead, remove the four longerons forward of the forward main landing gear bulkhead and then slide the forward main landing gear bulkhead forward to disengage it from the fittings. Since the attach holes will be reused to reinstall the parts, remove rivets carefully to avoid excessively enlarging rivet holes. After the fittings are installed, reinstall the removed parts in reverse order. Make repairs in accordance with Section 18 of the applicable Model 150 Service Manual. Coordinate any repair not available in Section 18 (Structural Repair) with Cessna Customer Service prior to beginning the repair.

CESNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

3130-1



MAIN LANDING GEAR FITTINGS INSPECTION  
Figure 1 (Sheet 1)

04101003



# ANEXO E

## Service Manual Cessna 150 Series (Supplemental Inspection Number 32-20-01).

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

SUPPLEMENTAL INSPECTION NUMBER: 32-20-01

1. TITLE:  
Nose Gear Torque Link and Fork Inspection
2. EFFECTIVITY  
15069309 thru 15078505,  
F15000390 thru F15001338,  
A15000001 thru A1500684,  
FA15000001 thru FA1500120,  
FRA1500121 thru FRA1500311

#### INSPECTION COMPLIANCE

ALL USAGE:	INITIAL	3,000 Hours	or	5 Years (NOTE)
	REPEAT	3,000 Hours	or	5 Years (NOTE)

NOTE: Refer to Note 1, Section 2A-14-00.

3. PURPOSE  
To ensure structural integrity of the nose gear torque link and nose gear fork.
4. INSPECTION INSTRUCTIONS
  - A. Deflate the strut. Refer to the applicable Model 150 Service Manual.
  - B. Inspect the nose gear torque links for cracks. Refer to Figure 1.
  - C. Remove torque link bolts one at a time using the applicable Model 150 Service Manual as a guide.
  - D. Inspect for bent bolts or worn bolts. Install serviceable bolts after inspection.  
(1) Clean area before inspecting if grime or debris is present.
  - E. Inspect upper and lower torque link bushings for excessive wear or deformation. As the bolt clamps up on the spacer, the wear is to be measured between the NAS bushing and the spacer. Maximum new clearance between the NAS bushings in the torque link (ID = 0.3750 to 0.3765 in.) and the spacer (OD = 0.3744 to 0.3750 in.) is 0.0021 in. A clearance of 0.006 in. is the maximum wear limit.  
(1) Clean area before inspecting if grime or debris is present.
  - F. Inspect center torque link bushings for excessive wear or deformation. Maximum new clearance between the center torque link NAS bushings in the mid joint upper torque link lug (ID = 0.1900 to 0.1915 in.) and the bolt (OD = 0.1885 to 0.1894 in.) is 0.0030 in. A clearance of 0.006 in. is the maximum wear limit.  
(1) Clean area before inspecting if grime or debris is present.
  - G. Inspect the fork for cracking along the forging parting line.  
(1) Clean area before inspecting if grime or debris is present.
  - H. Install the removed bolts.
  - I. Charge the nose strut.

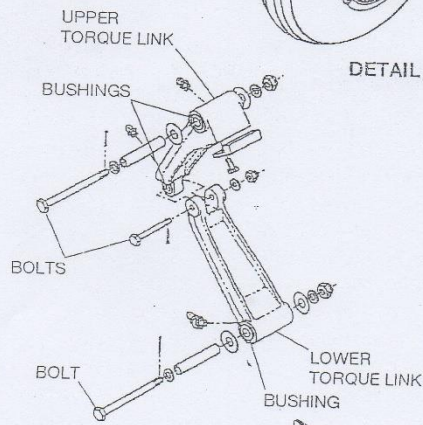
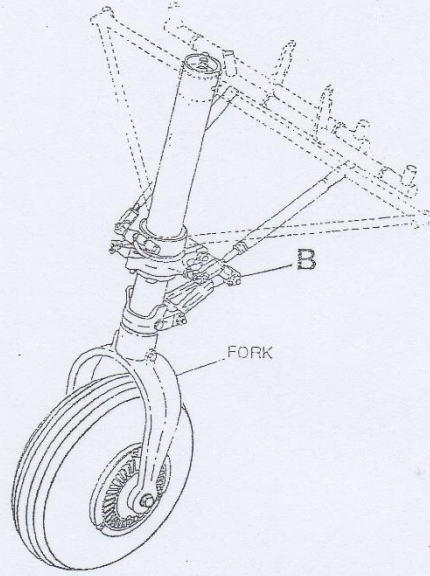
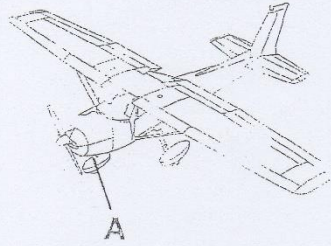
#### 5. ACCESS AND DETECTABLE CRACK SIZE

ACCESS/LOCATION  
Nose Gear Section

DETECTABLE CRACK SIZE  
Not Allowed

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1975)  
SERVICE MANUAL

B180-1



NOSE GEAR TORQUE LINK AND FORK INSPECTION  
Figure 1 (Sheet 1)

D410T1003



# ANEXO F

## Service Manual Cessna 150 Series (Corrosion Severity).

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

### CORROSION

#### 1. General

- A. This section describes corrosion to assist maintenance personnel in identification of various types of corrosion and application of preventative measures to minimize corrosion activity.
- B. Corrosion is the deterioration of a metal by reaction to its environment. Corrosion occurs because most metals have a tendency to return to their natural state.

#### 2. Corrosion Characteristics

- A. Metals corrode by direct chemical or electrochemical (galvanic) reaction to their environment. The following describes electrochemical reaction:
  - (1) Electrochemical corrosion can best be compared to a battery cell. Three conditions must exist before electrochemical corrosion can occur:
    - (a) There must be a metal that corrodes and acts as the anode (+ positive).
    - (b) There must be a less corrodible metal that acts as the cathode (- negative).
    - (c) There must be a continuous liquid path between the two metals, which acts as the electrolyte. This liquid path may be condensation or, in some cases, only the humidity in the air.
  - (2) Elimination of any one of the three conditions will stop the corrosion reaction process.
  - (3) A simple method of minimizing corrosion is adding a layer of pure Aluminum to the surface. The pure Aluminum is less susceptible to corrosion and also has a very low electro-potential voltage relative to the remainder of the alloyed sheet. This process is conducted at the fabricating mill and the product is called Alclad. Model 150 airplanes had sheet metal parts constructed of Al-clad sheet.
  - (4) One of the best ways to eliminate one of the conditions is to apply an organic film (such as paint, grease or plastic) to the surface of the metal affected. This will prevent electrolyte from connecting the cathode to the anode so current cannot flow and therefore, prevent corrosive reaction and was not available for production Model 150 airplanes.
  - (5) Other means employed to prevent electrochemical corrosion include anodizing and electroplating. Anodizing and other passivating treatments produce a tightly adhering chemical film which is much less electrochemically reactive than the base metal. Because the electrolyte cannot reach the base metal, corrosion is prevented. Electroplating deposits a metal layer on the surface of the base material, which is either less electrochemically reactive (Example: chrome on steel) or is more compatible with the metal to which it is coupled (Example: cadmium plated steel fasteners used in aluminum).
  - (6) At normal atmospheric temperatures, metals do not corrode appreciably without moisture. However, the moisture in the air is usually enough to start corrosive action.
  - (7) The initial rate of corrosion is usually much greater than the rate after a short period of time. This slowing down occurs because of the oxide film that forms on the metal surfaces. This film tends to protect the metal underneath.
  - (8) When components and systems constructed of many different types of metals must perform under various climatic conditions, corrosion becomes a complex problem. The presence of salts on metal surfaces (sea or coastal operations) greatly increases the electrical conductivity of any moisture present and accelerates corrosion.
  - (9) Other environmental conditions that contribute to corrosion are:
    - (a) Moisture collecting on dirt particles.
    - (b) Moisture collecting in crevices between lap joints, around rivets, bolts and screws.

#### 3. Types of Corrosion

- A. The common types of corrosion that are encountered in airplane maintenance are described in this section. In many instances more than one form of corrosion may exist at the same time. While this makes it difficult to determine the exact type of corrosion, it should still be possible to determine that a corrosive process is taking place. If it is impractical to replace an assembly or component, contact an authorized repair shop.

CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 150 SERIES (1959 - 1975)  
SERVICE MANUAL

- (3) Corrosion of metal can be accelerated because of the moisture absorbed by fungi. Fungi can create serious problems since it can act as an electrolyte, destroying the resistance of electrical insulating surfaces. Specification ASTM D3955 or ASTM D295-58 outlines moisture and fungus resistant varnish to be used.

5. General Corrosion Repair

- A. This section provides general guidance on the repair of corroded area. The procedure presented is:
  - (1) Gain access to the entire corroded area.
  - (2) Mechanically remove the corrosion products
  - (3) Determine the extent of the corrosion damage
  - (4) Repair or replace the damaged components
  - (5) Finish the new or repaired parts.
  - (6) Replace removed components
- B. Gain access to the entire corroded area.
  - (1) Corrosion products typically retain moisture. If those products are not removed, corrosion will continue. Corrosion can take place within layered construction or under (behind) equipment fastened in place.
- C. Mechanically remove the corrosion.
  - (1) Chemicals will not remove corrosion. The best chemicals can do is interrupt the corrosion cell by either displacing water or shielding corrosion products from oxygen. In either case, the effect is temporary and will need to be renewed.
  - (2) Sand mild corrosion.
  - (3) Use rotary files or sanding disks for heavier corrosion. Finish up with fine sand paper.

NOTE: Do not use metallic wool. Metal particles will be embedded in the surface, which will initiate additional corrosion.
- D. Determine the extent of corrosion damage.
  - (1) Direct measurement is simplest.
  - (2) Indirect measurement may be necessary
    - (a) Eddy Current or ultrasound tools can be used for thickness measurement away from part edges.
- E. Repair or replace corrosion damaged components
  - (1) Replace damaged or corroded steel or aluminum fasteners.
  - (2) If the material is sheet or plate, the thickness is allowed to be as little as 90% of the nominal thickness.
  - (3) This general allowance is not allowed if:
    - (a) The area of the part contains fasteners.
    - (b) The reduced thickness compromises the fit or function of a part.
- F. Finish the new or repaired parts
  - (1) Apply Alodine or similar anticorrosion compounds to new or repaired parts or
  - (2) Apply zinc chromate or
  - (3) Apply epoxy fuel tank primer.
  - (4) Paint the exterior or visible interior parts according to Section 19 of the Model 150 Service Manual.
- G. Replace Removed Components.

6. General

- A. This section contains maps which define the severity of potential corrosion on the airplane structure.
- B. The Corrosion Severity Zones identified in Figure 2, Figure 3, Figure 4, Figure 5, Figure 6 and Figure 7 are provided for guidance to determine types and frequency of required inspections and other maintenance.



CESSNA AIRCRAFT COMPANY  
MODEL 180 SERIES (1969 - 1976)  
SERVICE MANUAL

- C. Corrosion Severity Zones are affected by atmospheric and other climatic factors. It is the responsibility of the owner and operator to determine the specific corrosion severity level with respect to the operating environment of the aircraft based on geographic location and known environmental conditions. Corrosion Severity Zones are defined as follows.
- (1) Mild Corrosion Severity Zone
    - (a) Airplanes operated in arid, temperate or cold regions.
  - (2) Moderate Corrosion Severity Zone
    - (a) Airplanes operated in tropical or subtropical high humidity regions.
  - (3) Severe Corrosion Severity Zone
    - (a) Airplanes operated in the following conditions should follow the procedures for severe corrosion zones.
      - 1 Salt water or coastal regions.
      - 2 Based in or near industrial and/or metropolitan areas with heavy atmospheric pollution.
      - 3 From airports where the use of chemical de-icers is common.
      - 4 Agricultural operations.
      - 5 On floats.

## ANEXO G

### Service Manual Cessna 150 Series (Main and Nose Thru-bolt Nut and Capscrew Torque Values).

LANDING GEAR WHEEL THRU-BOLT NUT AND CAPSCREW TORQUE VALUES						
MAIN GEAR	NOSE GEAR	WHEEL NUMBER	SIZE	MANUFACTURER	NUT/CAPSCREW TORQUE	WHEEL HALF/FLANGE
X		C163001-0103	6.00 X 6	CLEVELAND	150 lb-in	MAGNESIUM
X		C163001-0104	6.00 X 6	CLEVELAND	90 lb-in	ALUMINUM
X		C163002-0101	6.00 X 6	MC CAULEY	90-100 lb-in	ALUMINUM
X		C163003-0101	6.00 X 6	MC CAULEY	*190-200 lb-in	STEEL
	X	C163002-0201	5.00 X 5	MC CAULEY	90-100 lb-in	ALUMINUM
	X	1241156-12	5.00 X 5	CLEVELAND	90 lb-in	MAGNESIUM
	X	C163003-0201	5.00 X 5	MC CAULEY	90-100 lb-in	STEEL
	X	C163003-0401	5.00 X 5	MC CAULEY	*190-200 lb-in	STEEL

\*Capscrew

Figure 5-2A. Main and Nose Wheel Thru-Bolt Nut and Capscrew Torque Values

#### 5-16. MAIN WHEEL INSPECTION AND REPAIR

(McCauley Wheel).

- a. Clean all metal parts, grease seal felts, and mylar spacers in cleaning solvent and dry thoroughly.
- b. Inspect wheel flanges, and wheel hub for cracks. Cracked wheel flanges or hub shall be discarded and new parts installed. Sand out smooth nicks, gouges, and corroded areas. When the protective coating has been removed, the area should be cleaned thoroughly, primed with zinc chromate and painted with aluminum lacquer.
- c. If excessively warped or scored, or worn to a thickness of 0.190-inch, brake disc should be replaced with a new part. Sand smooth small nicks and scratches.
- d. Carefully inspect bearing cones and cups for damage and discoloration. After cleaning, pack bearing cones with clean aircraft wheel bearing grease (Section 2) before installing in wheel hub.

#### 5-17. MAIN WHEEL REASSEMBLY (McCauley Wheel - Aluminum Flange).

- a. Place wheel hub in tire and tube with tube inflation stem in cutout of wheel hub.
- b. Place spacer and wheel flange on inboard side of wheel hub (opposite of tube inflation stem), then with washer under head of thru-bolt, insert bolt thru brake disc, wheel flange, and wheel hub.
- c. Place spacer and wheel flange on outboard side of wheel hub with valve inflation stem through cutout in wheel flange.
- d. Install washers and nuts on thru-bolts.

#### CAUTION

Be sure that spacers and wheel flanges are seated on flange of wheel hub. Uneven or improper torque of thru-bolt nuts can cause failure of bolts, with resultant wheel failure.

- e. Tighten thru-bolt nuts evenly and torque to the value stipulated in figure 5-2A.
- f. Clean and pack bearing cones with clean aircraft wheel bearing grease. (Refer to Section 2.)
- g. Assemble bearing cones, grease seal felts, and retainers into wheel hub.
- h. Inflate tire to seat tire beads, then adjust to correct tire pressure. See figure 1-1 for correct tire pressure.

#### 5-17A. MAIN WHEEL REASSEMBLY (McCauley Wheel - Steel Flange).

- a. Place wheel hub in tire and tube with tube inflation stem in cutout of wheel hub.
- b. Place spacer and wheel flange on inboard side of wheel hub (opposite of tube inflation stem).
- c. Place washer under head of each capscrew, insert capscrew thru brake disc, wheel flange, and spacer and start capscrews into wheel hub threads.

#### CAUTION

Be sure that spacers, wheel flanges and brake disc are seated on flange of wheel hub. Uneven or improper torque of capscrews can cause failure of capscrews or hub threads with resultant wheel failure.



## ANEXO H

### Ultra gel Sonotech (Ultrasonic Couplant).

ANEXO H Ultra gel Sonotech (Ultrasonic Couplant).



#### Couplant ultrasónico de alto rendimiento

Ultragegel® II es un implante ultrasónico de alto rendimiento líder en la industria para la detección y dimensionamiento de fallas, medición de espesor, medición de flujo y pruebas de emisión acústica.

Ultragegel II es ampliamente reconocido como el implante ultrasónico más confiable y popular de la industria. Este gel de viscosidad media de uso general es conocido por su excelente rendimiento, excelente protección contra la corrosión, propiedades tixotrópicas y una amplia gama de especificaciones y aprobaciones.

Ultragegel II está aprobado por Pratt & Whitney y cumple con las especificaciones de grado nuclear para los niveles de halógeno y azufre.

# ANEXO I

## Service Manual Cessna 150 Series (Removal and Installation Tubular Main Landing Gear).

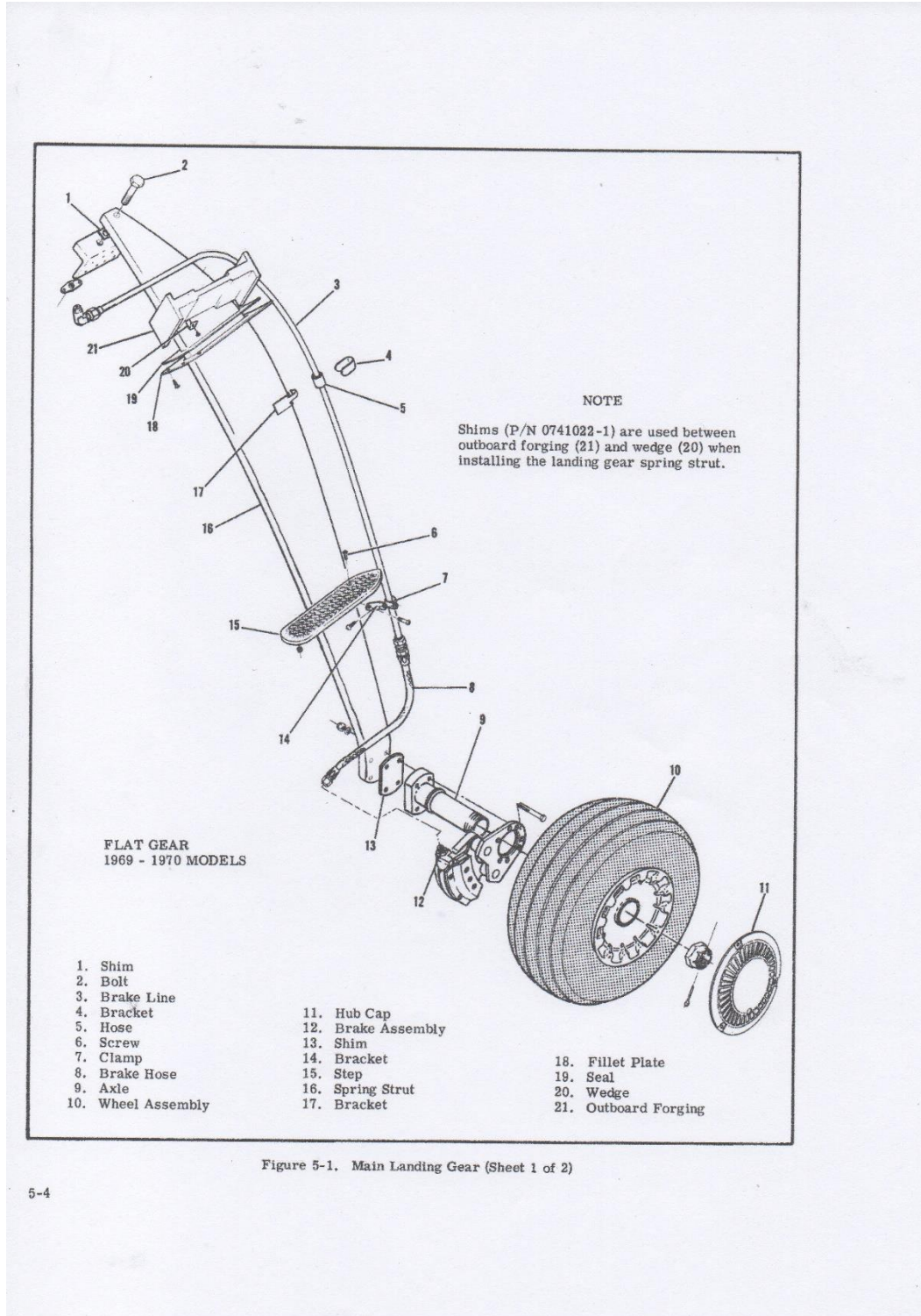


Figure 5-1. Main Landing Gear (Sheet 1 of 2)



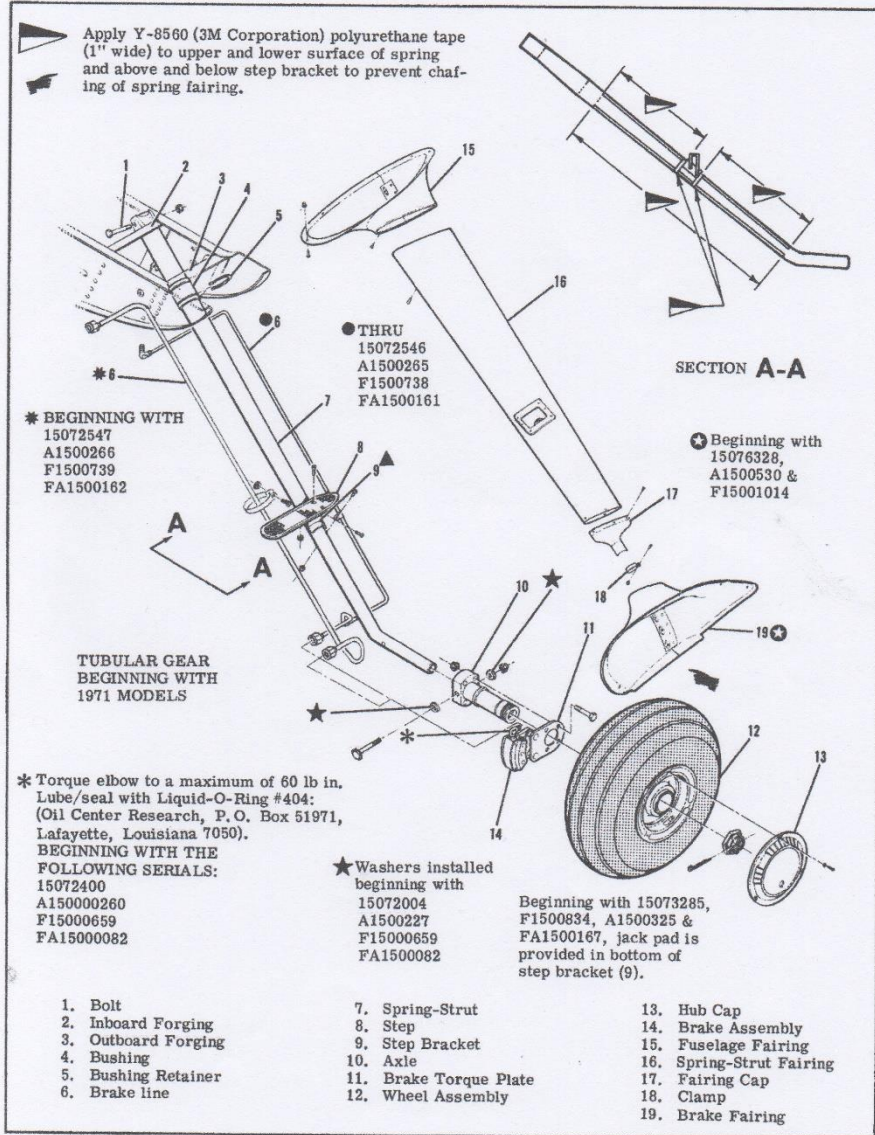


Figure 5-1. Main Landing Gear (Sheet 2 of 2)

- c. Position wedge and shims at outboard landing gear fitting and tap securely in place and install wedge attaching bolt. Avoid excessive pounding of wedges to prevent deforming supporting structure.
- d. Install seal and external fairing plate with attaching screws.
- e. Connect hydraulic brake line, and fill and bleed brakes as outlined in paragraph 5-58.
- f. Install floorboard access covers.
- g. Lower aircraft.

5-7. REMOVAL. (TUBULAR.) (See sheet 2 of figure 5-1.) The following procedural steps remove the landing gear as a complete assembly. Refer to applicable paragraphs for removal of the individual components.

- a. Remove floorboard access covers over spring-strut being removed.
- b. Hoist or jack aircraft in accordance with Section 2.
- c. Remove screws attaching fairing and allow fairing to slide down spring-strut.
- d. Drain hydraulic brake fluid from brake line on strut being removed.
- e. Disconnect hydraulic brake line at fitting where brake line comes through fuselage skin. Cap or plug disconnected fittings.
- f. Remove nut, washer, and bolt attaching inboard end of spring-strut to the inboard landing gear bulkhead fitting.
- g. Pull spring-strut from fitting and bushing. Use care when removing spring-strut to prevent damage to the hydraulic brake line. The spring-strut is a compression fit in the bushing in the outboard landing gear bulkhead.

5-8. INSTALLATION (TUBULAR.) (See sheet 2 of figure 5-1.) The following steps install the landing gear as a complete assembly. Refer to applicable paragraphs for installation of the individual components.

- a. Re-install all parts removed from strut.
- b. Apply Dow Corning Compound DC7 to approximately 11 inches on upper end of spring-strut.
- c. Slide spring-strut into place through bushing in outboard spring-strut fitting and into spring-strut inboard fitting.
- d. Align spring-strut in inboard fitting and install bolt through fitting and spring-strut. Install washer and nut on bolt and tighten to torque value listed in Section 1.
- e. Connect hydraulic brake line to fitting. Fill and bleed brake system in accordance with paragraph 5-58.
- f. Install fairing.
- g. Lower aircraft and install floorboard access covers.

#### 5-9. STEP BRACKET INSTALLATION.

##### NOTE

The step bracket is secured to the landing gear spring strut with EA9309, or a similar epoxy base adhesive.

- a. Mark position of the bracket so that the new step bracket will be installed in approximately the same position on the strut.
- b. Remove all traces of the original bracket and adhesive as well as any rust, paint, or scale with a wire brush and coarse sandpaper.
- c. Leave surfaces slightly roughened or abraded, but deep scratches or nicks should be avoided.
- d. Clean surfaces to be bonded together thoroughly. If a solvent is used, remove all traces of the solvent with a clean, dry cloth. It is important that the bonding surfaces be clean and dry.
- e. Check fit of the step bracket on the spring strut. A small gap is permissible between bracket and spring strut.
- f. Mix adhesive (EA9309) in accordance with manufacturer's directions.
- g. Spread a coat of adhesive on bonding surfaces, and place step bracket in position on the spring strut. On the flat spring strut, tap the bracket upward on the strut to insure a good tight fit of the bracket on spring strut. On the tubular strut, clamp bracket to strut to insure a good tight fit.
- h. Form a small fillet of the adhesive at all edges of the bonded surfaces. Remove excess adhesive with lacquer thinner.
- i. Allow the adhesive to cure thoroughly according to the manufacturer's recommendations before flexing the gear spring strut or applying loads to the step.
- j. Paint gear spring strut and step bracket after the curing is completed.

#### 5-10. MAIN WHEEL SPEED FAIRING REMOVAL AND INSTALLATION. (Refer to figure 5-2.)

- a. Remove screws attaching stiffener and inboard side of wheel speed fairing to attach plate, which is bolted to the axle.
- b. Remove bolt securing outboard side of fairing to axle nut.
- c. Loosen scraper, if necessary, and work speed fairing from the wheel.
- d. Reverse preceding steps to install wheel speed fairings.
- e. After installation, check scraper-to-tire clearance for a minimum of 0.25-inch to a maximum of 0.38-inch. Elongated holes are provided in the scraper for clearance adjustments.

##### NOTE

Refer to Cessna Service Kit SK182-12 for repair of wheel speed fairings used on 1969 and 1970 Model aircraft.

##### CAUTION

Always check scraper-to-tire clearance after installing speed fairing, whenever a tire has been changed, and whenever scraper adjustment has been disturbed. If the aircraft is flown from surfaces with mud, snow, or ice, the speed fairing should be checked to make sure there is no accumulation which could prevent normal wheel rotation. Wipe fuel and oil from the speed fairings to prevent stains and deterioration.



# ANEXO J

## Service Manual Cessna 150 Series (Torque links).

- h. Tighten capscrews evenly and torque to the value specified in figure 5-2A.
- i. Clean and pack bearing cones with clean aircraft wheel bearing grease. (Refer to Section 2 for grease type.)
- j. Assemble bearing cones, grease seal felts and retainer into wheel hub.
- k. Inflate tire to seat tire beads, then adjust to correct tire pressure (refer to Section 1).

5-36. WHEEL BALANCING. Refer to paragraph 5-24 for wheel balancing information.

5-37. NOSE GEAR SHOCK STRUT DISASSEMBLY. (See figure 5-9.) The following procedures apply to the nose gear shock strut after it has been removed from the aircraft, and the speed fairing and nose wheel have been removed. In many cases, separation of the upper and lower strut will permit inspection and parts installation without removal or complete disassembly of the strut.

### WARNING

Be sure strut is completely deflated before removing lock ring in lower end of upper strut, or disconnecting torque links.

- a. Remove shimmy dampener.
- b. Remove torque links. Note position of washers, shims, and spacers.
- c. Remove lock ring from groove inside lower end of upper strut. A small hole is provided at the lock ring groove to facilitate removal of the lock ring.

### NOTE

Hydraulic fluid will drain from strut as lower strut is pulled from upper strut.

- d. Using a straight sharp pull, separate upper and lower struts. Invert lower strut and drain hydraulic fluid.
- e. Remove lock ring and bearing at upper end of lower strut assembly. Note top side of bearing.
- f. Slide packing support ring, scraper ring, retaining ring, and lock ring from lower strut, noting relative position and top side of each ring; wire together if desired.
- g. Remove O-rings and back-up rings from packing support ring.
- h. Remove bolt securing tow bar spacers and slide torque link fitting from lower strut.

### NOTE

Bolt attaching tow bar spacers also holds base plug in place.

- i. Remove bolt attaching fork to strut barrel, and remove base plug and metering pin from lower strut. Remove O-rings and metering pin from base plug.

### NOTE

Lower strut barrel and fork are a press fit, drilled on assembly. Separation of these

parts is not recommended, except for installation of a new part.

- j. Pull orifice piston support from upper strut. Remove O-ring and filler valve.
- k. Remove retaining ring securing steering collar to upper strut. Slide steering collar, shims, and washer from upper strut. Note number of shims between washer and steering collar.

5-38. NOSE GEAR SHOCK STRUT REASSEMBLY. (See figure 5-9.)

- a. Thoroughly clean all parts in cleaning solvent and inspect them carefully. All worn or defective parts and all O-rings and back-up rings must be replaced with new parts.
- b. Assemble the shock strut by reversing the order of the procedure outlined in paragraph 5-37 with the exception that special attention must be paid to the following procedures.
- c. Sharp metal edges should be smoothed with No. 400 emery paper, then thoroughly cleaned with solvent.
- d. Used sparingly, Dow Corning Compound DC4 is recommended for O-ring lubrication. All other internal parts should be liberally coated with hydraulic fluid during reassembly.

### NOTE

Cleanliness and proper lubrication, along with careful workmanship are important during assembly of the nose gear shock strut.

- e. When installing steering collar, lubricate needle bearings in collar in accordance with instructions outlined in Section 2. If needle bearing is defective, install new steering collar assembly. Use shims as required between steering collar assembly and washer to provide a snug fit with steering collar retaining ring installed. Shims of variable thickness are available from the Cessna Service Parts Center as follows:

1243030-5 . . . . .	0.006 inch
1243030-6 . . . . .	0.012 inch
1243030-7 . . . . .	0.020 inch

- f. When installing the rod ends in the steering collar, adjust to the dimensions shown in figure 5-9.
- g. When installing the lock ring in lower end of upper strut, position lock ring so that one of its ends covers the small access hole in the lock ring groove at the bottom of the upper strut.
- h. Temporary bolts or pins of correct diameter and length are useful tools for holding parts in correct relation to each other during assembly and installation.
- i. After assembly of shock strut, install strut in aircraft in accordance with paragraph 5-27.
- j. After installation of shock strut, fill and inflate shock strut as outlined in Section 2.

5-39. TORQUE LINKS. The torque links are illustrated in figure 5-10, which may be used as a guide for disassembly and reassembly. Torque links keep the lower strut aligned with the nose gear steering system, but permit shock strut action. Torque link

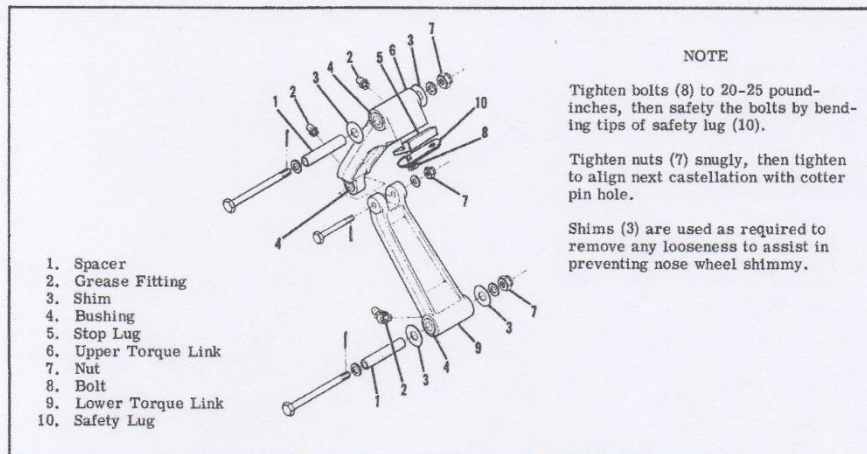


Figure 5-10. Torque Links

bushings should not be removed except for replacement of parts; replace if excessively worn. Always deflate shock strut before disconnecting torque links.

5-40. SHIMMY DAMPENER. The shimmy dampener provided for the nose gear offers resistance to shimmy by forcing hydraulic fluid through small orifices in a piston. The dampener piston shaft is secured to a stationary part and the housing is secured to the

nose wheel steering collar which moves as the nose wheel is turned right or left, causing relative motion between the dampener shaft and housing. The shimmy dampener is shown in figure 5-11, which may be used as a guide for disassembly and reassembly. When assembling the shimmy dampener, install new O-rings. Lubricate parts with clean hydraulic fluid during assembly. Shimmy dampener servicing procedures are outlined in Section 2.

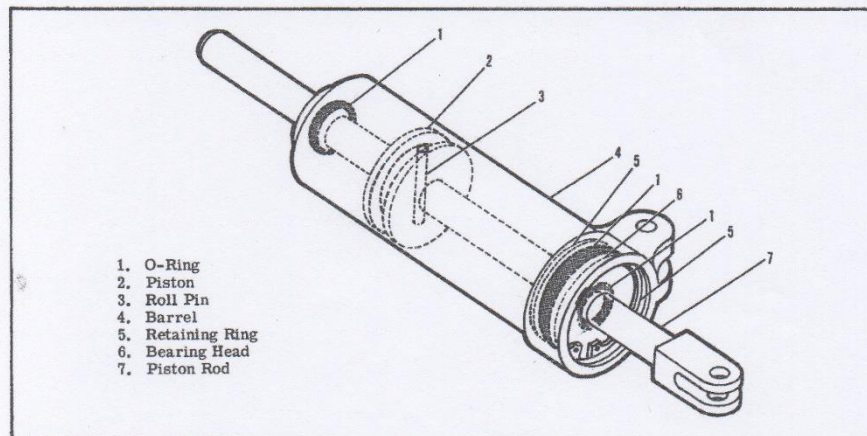


Figure 5-11. Nose Gear Shimmy Dampener



# ANEXO K

## Service Manual Cessna 150 Series (Lubrication).

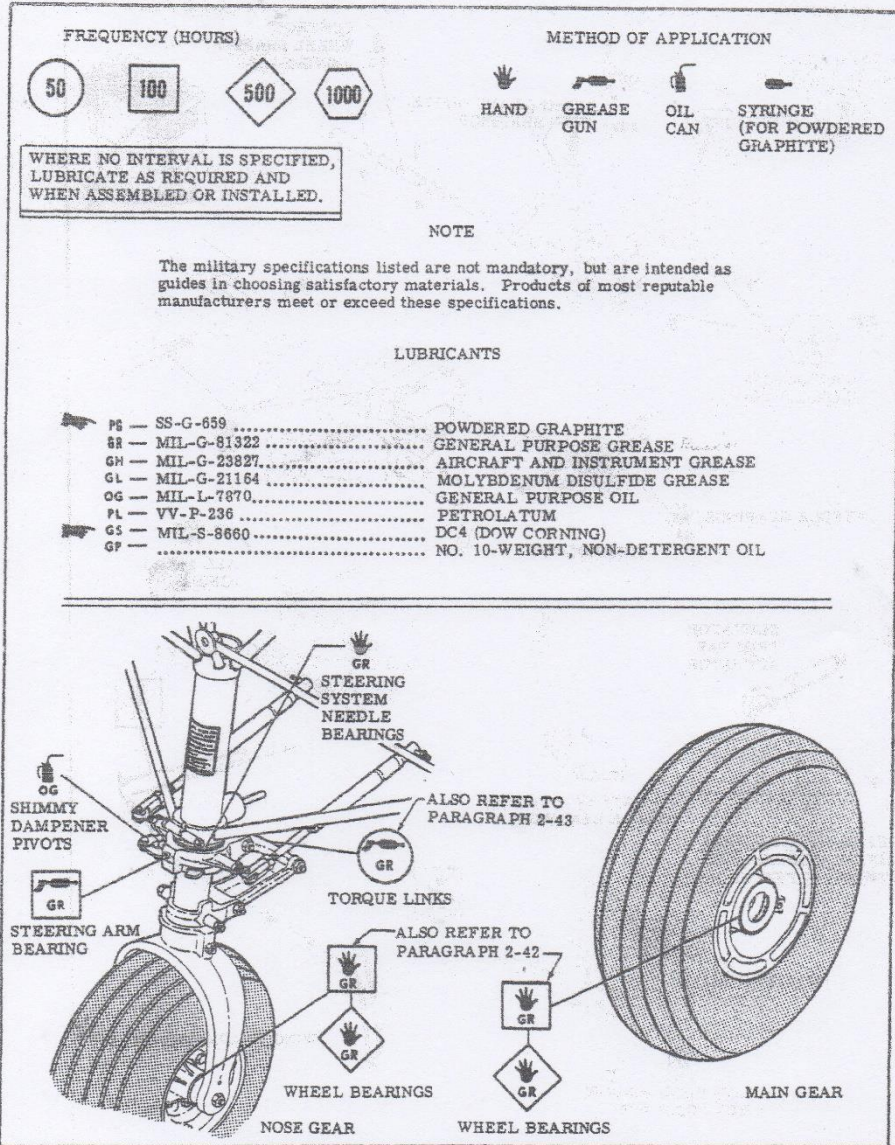


Figure 2-5. Lubrication (Sheet 1 of 3)



period will have been completed prior to delivery of the aircraft. In the event that polishing or buffing is required within the curing period, it is recommended that the work be done by an experienced painter. Generally, the painted surfaces can be kept bright by washing with water and mild soap, followed by a rinse with water and drying with cloths or chamolis. Harsh or abrasive soaps or detergents which could cause corrosion or make scratches should never be used. Remove stubborn oil and grease with a cloth moistened with Stoddard solvent. After the curing period, the aircraft may be waxed with a good automotive wax. A heavier coating of wax on the leading edges of the wing and tail and on the engine nose cap will help reduce the abrasion encountered in these areas.

2-34. ALUMINUM SURFACES. The aluminum surfaces require a minimum of care, but should never be neglected. The aircraft may be washed with clean water to remove dirt and may be washed with non-alkaline grease solvents to remove oil and/or grease. Household type detergent soap powders are effective cleaners, but should be used cautiously since some of them are strongly alkaline. Many good aluminum cleaners, polishes, and waxes are available from commercial suppliers of aircraft products.

2-35. ENGINE AND ENGINE COMPARTMENT. The engine should be kept clean since dirty cooling fins and baffle plates can cause overheating of the engine. Also, cleaning is essential to minimize any danger of fire and provide for easier inspection of components. The entire engine cowling may be removed to facilitate engine and interior cowl cleaning. Wash down the engine and components with a suitable solvent, such as Stoddard solvent or equivalent, then dry thoroughly with compressed air.

#### CAUTION

Particular care should be given to electrical equipment before cleaning. Solvent should not be allowed to enter magnetos, starters, alternators, voltage regulators, and the like. Hence, these components should be protected before saturating the engine with solvent. Any fuel, oil, and air openings should be covered before washing the engine with solvent. Caustic cleaning solutions should not be used. After cleaning engine re-lubricate all control arms and moving parts.

2-36. UPHOLSTERY AND INTERIOR. Keeping the upholstery and interior clean prolongs upholstery fabric and interior trim life. To clean the interior, proceed as follows:

- a. Empty all ash trays and refuse containers.
- b. Brush or vacuum clean the upholstery and carpet to remove dust and dirt.
- c. Wipe leather and plastic trim with a damp cloth.
- d. Soiled upholstery fabrics and carpet may be cleaned with a foam-type detergent used according to the manufacturer's instructions.
- e. Oil spots and stains may be cleaned with household spot removers, used sparingly. Before using any solvent, read the instructions on the container

and test it on an obscure place in the fabric to be cleaned. Never saturate the fabric with volatile solvent; it may damage the padding and backing material.

1. Scrape sticky material from fabric with a dull knife, then spot clean the area.

2-37. PROPELLER. Wash hub and blades with a soft cloth and Stoddard cleaning solvent or equivalent, then dry thoroughly with compressed air. The propeller should be wiped occasionally with an oily cloth, then wiped with a dry cloth. In salt water areas this will assist in corrosion proofing the propeller.

2-38. WHEELS. The wheels should be washed periodically and examined for corrosion, chipped paint, and cracks or dents in the wheel halves or in the flanges or hubs. If defects are found remove and repair in accordance with Section 5. Discard cracked wheel halves, flanges or hubs and install new parts.

2-39. LUBRICATION.

2-40. Lubrication requirements are shown in figure 2-5. Before adding grease to grease fittings, wipe dirt from fitting. Lubricate until grease appears around parts being lubricated, and wipe excess grease from parts. The following paragraphs supplement figure 2-5 by adding details.

2-41. TACHOMETER DRIVE SHAFT. Refer to Section 15 for details on lubrication of shaft.

2-42. WHEEL BEARINGS. Clean and repack the wheel bearings at the first 100-hour inspection and at each 500-hour inspection thereafter. If more than the usual number of take-offs and landings are made, extensive taxiing is required, or the aircraft is operated in dusty areas or under seacoast conditions, cleaning and lubrication of the wheel bearings shall be accomplished at each 100-hour inspection.

2-43. NOSE GEAR TORQUE LINKS. Lubricate nose gear torque links every 50 hours. When operating in dusty conditions, more frequent lubrication is required.

2-44. WING FLAP ACTUATOR.

a. On aircraft prior to Serials 15072630, F15000739, A15000278 and FA15000133 not modified by Service Kit SK150-37B and SK150-41, proceed as follows:

1. At each 100 hour inspection, inspect wing flap actuator jack screw and ball retainer assembly for lubrication, and lubricate if required. Also, remove, clean and lubricate jack screw whenever actuator slippage is experienced. If lubrication is required, proceed as follows:

- a. Gain access to actuator by removing appropriate inspection plates on lower surface of wing.
- b. Expose jack screw by operating flaps to full-down position.
- c. Wipe a small amount of lubricant from jack screw with a rag and examine for condition. Lubricant should not be dirty, sticky, gummy or frothy in appearance.
- d. Inspect wiped area on jack screw for presence of hard scale deposit. Previous wiping action will have exposed bare metal if no deposit is present.



## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

- **NOMBRE:** Carlos Luis Saquinga Alcaciega
- **NACIONALIDAD:** Ecuatoriana
- **FECHA DE NACIMIENTO:** 06 de Mayo de 1993
- **CÉDULA DE CIUDADANÍA:** 180374846 - 4
- **TELÉFONOS:** 0962947110
- **CORREO ELECTRÓNICO:** karl\_itos93@hotmail.com
- **DIRECCIÓN:** San Miguel - Salcedo / Gonzales Suarez # 2209 y Julio Hidalgo / Barrio Sur.



### ESTUDIOS REALIZADOS

- **PRIMARIA:** Escuela Federico Gonzales Suarez
- **SECUNDARIA:** Colegio Unidad Educativa Experimental FAE # 5
- **SUPERIOR:** Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE

### TÍTULOS OBTENIDOS

- Bachiller Físico Matemático
- Tecnología en Mecánica Aeronáutica - Mención Aviones

### EXPERIENCIA LABORAL O PRÁCTICAS PRE-PROFESIONALES

- **EMPRESA:** Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE (80 H)
- **EMPRESA:** GAE- 44 “PASTAZA” (160 H)
- **EMPRESA:** GAE- 44 “PASTAZA” (200 H)
- **EMPRESA:** Aircraft J and S associated, (200 H)

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS  
DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE  
RESPONZABILIZA EL AUTOR**

---

CARLOS LUIS SAQUINGA ALCACIEGA

---

ING. RODRIGO BAUTISTA  
**DIRECTOR DE LA CARRERA  
DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, **CARLOS LUIS SAQUINGA ALCACIEGA**, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Aviones, en el año de 2018, con Cédula de Ciudadanía No. 1803748464, autor del trabajo de Graduación “**INSPECCIÓN DE 3000 HORAS DEL TREN DE ATERRIZAJE EN LA AERONAVE CESSNA 150M CON MATRÍCULA N2919V PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS- ESPE**”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor de la Unidad De Gestión De Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

CARLOS LUIS SAQUINGA ALCACIEGA

Latacunga, Diciembre del 2018