



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCION  
MOTORES**

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

**TEMA: INSPECCIÓN DE 200 HORAS DEL SISTEMA DE  
COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE CESSNA 150M  
PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE  
TECNOLOGÍAS ESPE**

**AUTOR:**

**KLEBER ISAAC INCHIGLEMA GUAMAN**

**DIRECTOR:**

**TLGO. JONATHAN ZURITA**

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2019**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

#### CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**INSPECCIÓN DE 200 HORAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE CESSNA 150-M PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE**”, 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 señor **INCHIGLEMA GUAMAN KLEBER ISAAC** para que lo sustente públicamente.

**Latacunga, 15 de Febrero del 2019**

---

Tlgo. Jonathan Zurita

**DIRECTOR**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

### AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **INCHIGLEMA GUAMAN KLEBER ISAAC** con cédula de identidad N° 160060355-7 declaro que este trabajo de titulación “**INSPECCION DE 200 HORAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE CESSNA 150-M PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGIAS 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, 15 de Febrero del 2019**

---

**INCHIGLEMA GUAMAN KLEBER ISAAC**

**CI: 160060355-7**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

### AUTORIZACIÓN

Yo, **INCHIGLEMA GUAMAN KLEBER ISAAC** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**INSPECCION DE 200 HORAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE CESSNA 150-M PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGIAS ESPE**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Latacunga, 15 de Febrero del 2019**

---

**KLEBER ISAAC INCHIGLEMA GUAMAN**

**C.I: 160060355-7**

## DEDICATORIA

Este proyecto de graduación se lo dedicó a Dios que me ha bendecido con una vida llena de felicidad y la salud para todos los que han estado a mi lado durante cada día de mi vida. A mis padres que siempre han estado para guiarme por el camino del éxito para formarme como la persona que soy, porque además de ser triunfo para mí, también es un triunfo para ellos y me enorgullece ser su hijo. Finalmente quiero decir que todas las personas que me han ayudado a llegar hasta el final de este camino son mi inspiración para todo propósito que me proponga en la vida.

KLEBER ISAAC INCHGIGLEMA GUAMÁN

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer en primera instancia a Dios por la salud y la bendición de poder cumplir uno de mis sueños, el cual es graduarme en la carrera que me apasionó desde mi infancia. Especialmente a mis padres que han sido mi pilar fundamental y son una parte muy valiosa de mi vida, ya que han estado educándome cada día y demostrándome que los sueños se pueden cumplir.

A mis profesores que han estado a lo largo de mi etapa universitaria, porque durante cada hora de clases en las aulas me compartían su experiencia y conocimiento, especialmente a mi director de proyecto Jonathan Zurita que ha sido un gran apoyo en la realización de este trabajo de titulación.

Finalmente quiero agradecer a todos mis amigos de las empresas en las que realice mis pasantías, ya que gracias a ellos aprendí y aumente mi conocimiento, a todos compañeros de clase que me ayudaron día a día a alcanzar este logro, y a todos los integrantes del Grupo Cessna que hicieron posible el desarrollo de este proyecto.

**KLEBER ISAAC INCHIGLEMA GUAMÁN**

## INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
INDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii

### CAPITULO I

#### TEMA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.5 ALCANCE .....	3

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 HISTORIA DE LA AERONAVE CESSNA 150-M.....	5
2.2 INFORMACIÓN GENERAL DE LA AERONAVE CESSNA 150-M .....	6
2.2.1 DESARROLLO DE LA AERONAVE CESSNA 150-M .....	6
2.2.2 VARIANTES DE LA AERONAVE CESSNA 150-M.....	6
2.2.3 ESPECIFICACIONES DEL CESSNA 150-M .....	8
2.3 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES.....	9
2.3.1 REQUERIMIENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE .....	9
2.3.2 INDEPENDENCIA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE .....	9
2.3.3 TANQUES DE COMBUSTIBLE .....	9
2.3.4.1 PRUEBAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE .....	10

2.3.4.2 CONEXIÓN DE LLENADO DE DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE .....	10
2.3.4.3 SALIDA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE.....	10
2.3.4.4 DRENAJES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	10
2.4 TIPOS DE COMBUSTIBLES DE AVIACIÓN .....	11
2.4.1 COMBUSTIBLE DE MOTORES ALTERNATIVOS (AVGAS) .....	11
2.4.1.1 VOLATILIDAD.....	11
2.4.1.2 BLOQUEO DE VAPOR.....	12
2.4.1.3 FORMACIÓN DE HIELO EN EL CARBURADOR.....	12
2.4.1.4 COMBUSTIBLES AROMÁTICOS.....	13
2.4.1.5 DETONACIÓN .....	14
2.4.1.6 CLASIFICACIÓN POR OCTANOS Y NÚMERO DE RENDIMIENTO ...	14
2.4.1.7 IDENTIFICACIÓN DEL COMBUSTIBLE.....	15
2.4.1.8 PUREZA .....	16
2.4.2 COMBUSTIBLES MOTOR TURBINA.....	17
2.4.2.1 VOLATILIDAD DEL COMBUSTIBLE DE TURBINAS .....	18
2.4.2.2 TIPOS DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR TURBINA.....	18
2.4.2.3 PROBLEMAS DE LOS COMBUSTIBLES DE MOTORES TURBINA...	19
2.5 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE AERONAVES .....	20
2.5.1 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE AERONAVES PEQUEÑAS MONOMOTOR .....	20
2.5.1.1 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN POR GRAVEDAD .....	20
2.5.1.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN POR BOMBAS .....	21
2.5.1.3 AERONAVES DE ALA ALTA CON SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE .....	22
2.5.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE AERONAVES PEQUEÑAS MONOMOTOR .....	23
2.5.2.1 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE UN AVIÓN MULTI-MOTOR DE ALA BAJA .....	23
2.5.2.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE AERONAVES PEQUEÑAS MULTI MOTOR DE ALA ALTA.....	24
2.5.3 SISTEMAS DE COMBUSTIBLE DE AERONAVES GRANDES DE MOTOR RECÍPROCO.....	25
2.5.3.1 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE AERONAVES DE TRANSPORTE.	25
2.5.3.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE UN HELICÓPTERO.....	26

2.6 COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	27
2.6.1 TANQUES DE COMBUSTIBLE.....	27
2.6.1.1 TANQUES DE COMBUSTIBLE RÍGIDOS.....	27
2.6.1.2 TANQUES DE COMBUSTIBLE FLEXIBLES.....	28
2.6.1.3 TANQUES DE COMBUSTIBLE INTEGRALES.....	28
2.6.2 LÍNEAS DE COMBUSTIBLE Y ACCESORIOS.....	29
2.6.3 VÁLVULAS.....	29
2.6.3.1 VÁLVULAS OPERADAS MANUALMENTE.....	29
2.6.3.2 VÁLVULAS TIPO CONO.....	30
2.6.3.3 VÁLVULAS DE MARIPOSA.....	30
2.6.3.4 VÁLVULAS DE COMPUERTA OPERADAS MANUALMENTE.....	30
2.6.3.5 VÁLVULAS OPERADAS POR UN MOTOR.....	30
2.6.3.6 VÁLVULAS OPERADAS POR UN SOLENOIDE.....	31
2.6.4 BOMBAS DE COMBUSTIBLE.....	32
2.6.4.1 BOMBAS DE COMBUSTIBLE MANUALES.....	32
2.6.4.2 BOMBA CENTRIFUGA TIPO BOOSTER.....	32
2.6.4.3 BOMBA DE EXPULSIÓN.....	33
2.6.4.4 BOMBAS ELÉCTRICAS PULSANTES.....	33
2.6.4.5 BOMBAS DE COMBUSTIBLE TIPO PALETA.....	33
2.6.5 FILTROS DE COMBUSTIBLE.....	34
2.6.5.1 FILTROS DE MALLA TIPO DEDO.....	34
2.6.5.2 FILTROS DE DOBLE MALLA.....	34
2.6.6 INDICADORES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	35
2.6.6.1 INDICADORES DE CANTIDAD DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE...35	
2.6.6.1.1 INDICADORES MECÁNICOS.....	35
2.6.6.1.2 INDICADORES ELÉCTRICOS.....	35
2.6.6.1.3 INDICADORES DIGITALES.....	35
2.6.6.2 MEDIDORES DE FLUJO DE COMBUSTIBLE.....	36
2.6.6.3 MEDIDORES DE TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE.....	36
2.6.6.4 INDICADORES DE PRESIÓN DE COMBUSTIBLE.....	37
2.7 SERVICIO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	37
2.7.1 CHEQUEO DE CONTAMINANTES EN EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	37
2.7.1.1 AGUA.....	37

2.7.1.2 CONTAMINANTES DE PARTÍCULAS SOLIDAS .....	37
2.7.1.3 SURFACTANTES .....	38
2.7.1.4 CONTAMINACIÓN POR COMBUSTIBLE EXTRAÑO .....	38
2.7.1.5 CONTROL DE CONTAMINACIÓN DEL COMBUSTIBLE.....	39
2.8 PROCEDIMIENTOS DE CARGA Y DESCARGA DE COMBUSTIBLE.....	39
2.8.1 CARGA DE COMBUSTIBLE.....	39
2.8.2 DESCARGA DE COMBUSTIBLE .....	39
2.8.3 RIESGOS DE INCENDIO DURANTE LA CARGA Y DESCARGA DE COMBUSTIBLE .....	40
2.9 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE CESSNA 150-M.....	40
2.9.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE .....	40
2.9.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	41
2.9.2.1 DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE .....	41
2.9.2.2 TRANSMISORES DE CANTIDAD DE COMBUSTIBLE.....	41
2.9.2.3 LÍNEAS DE VENTILACIÓN DE COMBUSTIBLE .....	42
2.9.2.4 VÁLVULA DE CORTE COMBUSTIBLE.....	42
2.9.5 FILTRO DE COMBUSTIBLE.....	43
2.9.6 DRENES DE COMBUSTIBLE .....	43
2.9.7 SISTEMA DE CEBADO .....	44

### CAPITULO III

#### DESARROLLO DEL TEMA

3.1 PRELIMINARES .....	45
3.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD .....	45
3.3 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS PARA DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN DE 200 HORAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE CESSNA 150-M.....	45
3.4 PROCEDIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN DE 200 HORAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE CESSNA 150-M.....	46
3.4.1 INSPECCIÓN DE VÁLVULAS DE VENTILACIÓN DE COMBUSTIBLE ..	46
3.4.2 INSPECCIÓN DE LA MALLA DEL FILTRO DE DRENAJE .....	47
3.4.3 INSPECCIÓN DEL TAPÓN DE DRENAJE DEL CARBURADOR .....	49
3.5.1 REMOCIÓN/INSTALACIÓN DE TRANSMISORES DE CANTIDAD.....	51
3.5.2 REMOCIÓN/INSTALACIÓN DE INDICADORES EN CABINA. ....	53

3.5.3 REMOCIÓN/INSTALACIÓN DE DRENES DE COMBUSTIBLE.....	55
3.6 SIMBOLOGÍA EN DIAGRAMAS DE FLUJO DE ANÁLISIS.....	56
3.6 DIAGRAMA DE FLUJO DE ANÁLISIS DE TEMA.....	57
3.7 PRESUPUESTO.....	58
3.7.1 ANÁLISIS DE COSTOS.....	58
3.7.1.1 COSTOS PRIMARIOS.....	58
3.7.1.2 COSTOS SECUNDARIOS.....	59
3.7.2 COSTO TOTAL DEL PROYECTO DE GRADO.....	59

#### CAPITULO IV

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES .....	60
4.2 RECOMENDACIONES.....	60
GLOSARIO .....	61
ABREVIATURA.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 TOTAL DE COSTOS PRIMARIOS .....	59
TABLA 2 TOTAL DE COSTOS SECUNDARIOS.....	60
TABLA 3 TOTAL COSTO DEL PROYECTO .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 01 AERONAVE CESSNA 150-M.....	5
FIGURA 02 AERONAVE CESSNA 150-M.....	7
FIGURA 03 DIMENSIONES DE LA AERONAVE CESSNA 150-M .....	8
FIGURA 04 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL AVIÓN .....	9
FIGURA 05 ÁREAS PROPENSAS A FORMACIÓN DE HIELO .....	13
FIGURA 06 IDENTIFICACIÓN DE COMBUSTIBLES.....	16
FIGURA 07 PRODUCTOS DE PETRÓLEO .....	18
FIGURA 08 BIOCIDAS PARA COMBUSTIBLES.....	20
FIGURA 09 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN POR GRAVEDAD .....	21
FIGURA 10 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN POR BOMBAS .....	22
FIGURA 11 SISTEMA DE INYECCIÓN.....	23
FIGURA 12 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN POR BOMBAS .....	24
FIGURA 13 SISTEMA DE INYECCIÓN DE UN BIMOTOR .....	25
FIGURA 14 SISTEMA DE AVIONES COMERCIALES.....	26
FIGURA 15 SISTEMA DE HELICÓPTEROS.....	27
FIGURA 16 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE RÍGIDO.....	28
FIGURA 17 DEPÓSITO FLEXIBLE .....	28
FIGURA 18 DEPÓSITO INTEGRAL .....	29
FIGURA 19 LÍNEA DE COMBUSTIBLE RÍGIDA .....	29
FIGURA 20 VÁLVULA TIPO CONO .....	30
FIGURA 21 VÁLVULA OPERADA POR UN MOTOR.....	31
FIGURA 22 VÁLVULA OPERADA DE SOLENOIDE .....	31
FIGURA 23 BOMBA MANUAL.....	32
FIGURA 24 BOMBA CENTRIFUGA TIPO BOOSTER .....	32

FIGURA 25 BOMBA EXPULSIÓN DE VENTURI .....	33
FIGURA 26 BOMBA ELÉCTRICA PULSANTE.....	33
FIGURA 27 BOMBA ELÉCTRICA PULSANTE.....	34
FIGURA 28 FILTRO DE MALLA TIPO DEDO .....	34
FIGURA 29 INDICADOR ELÉCTRICO.....	35
FIGURA 30 INDICADORES DIGITALES.....	36
FIGURA 31 INDICADORES DIGITALES.....	36
FIGURA 32 FUEL PRESS INDICATOR .....	37
FIGURA 33 FILTRO DE ARCILLA.....	38
FIGURA 34 IDENTIFICACIÓN EN EL RECEPTÁCULO. ....	38
FIGURA 35 DIAGRAMA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE. ....	41
FIGURA 36 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE. ....	41
FIGURA 37 TRANSMISOR DE CANTIDAD .....	42
FIGURA 38 LÍNEA DE VENTILACIÓN .....	42
FIGURA 39 VÁLVULA DE CORTE.....	43
FIGURA 40 FILTRO DE COMBUSTIBLE .....	43
FIGURA 41 SISTEMA DE CEBADO.....	44
FIGURA 42 COLOCACIÓN DE TUBO .....	46
FIGURA 43 VERIFICACIÓN DEL DUCTO .....	46
FIGURA 44 PRESURIZACIÓN DE LOS DEPÓSITOS.....	47
FIGURA 45 REMOCIÓN DEL TUBO DE DRENAJE .....	47
FIGURA 46 EXTRACCIÓN DE SOPORTE DEL TUBO.....	48
FIGURA 47 LIMPIEZA CON AIRE COMPRIMIDO .....	48
FIGURA 48 INSTALACIONES DE NUEVOS O-RINGS. ....	48
FIGURA 49 APLICACIÓN DE TORQUE .....	49
FIGURA 50 FRENADO DE LA TUERCA DEL FILTRO .....	49

FIGURA 51 REMOCIÓN DEL TAPÓN DE DRENAJE .....	50
FIGURA 52 ENJUAGUE DE LA CÁMARA .....	50
FIGURA 53 APLICACIÓN DE SELLANTE .....	51
FIGURA 54 ASEGURAMIENTO DEL DRAIN PLUG .....	51
FIGURA 55 ASEGURAMIENTOS.....	52
FIGURA 56 TRANSMISORES DE CANTIDAD.....	52
FIGURA 57 TRANSMISORES DE CANTIDAD.....	53
FIGURA 58 TRANSMISORES DE CANTIDAD.....	53
FIGURA 59 REMOCIÓN DE INDICADORES .....	54
FIGURA 60 REMOCIÓN DE FERRETERÍA .....	54
FIGURA 61 INSTALACIÓN DE INDICADOR.....	54
FIGURA 62 TRANSMISORES DE CANTIDAD.....	55
FIGURA 63 INSTALACION DE INDICADORES.....	55
FIGURA 64 DRENES DETERIORADOS .....	56
FIGURA 65 INSTALACIÓN DE DRENES.....	56
FIGURA 66 SÍMBOLOS EN DIAGRAMAS DE FLUJO .....	56

## **RESUMEN**

El presente proyecto de graduación detalla los procesos necesarios y específicos para el desarrollo de la inspección de 200 horas del sistema de combustible de la aeronave Cessna 150-M perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE.

Inicialmente se detalla el tema del presente proyecto de graduación, también se indican los objetivos para la obtención de óptimos resultados. El marco teórico está enfatizado sobre la información general e historia de la aeronave Cessna 150-M. Principalmente detalla la información de los componentes que conforman el sistema de combustible de manera general y el de la aeronave en específico.

En el desarrollo del tema se detalla todos los procesos realizados en la inspección del sistema de combustible, usando la información de manuales técnicos y siguiendo los procedimientos técnicos mediante la ayuda de herramientas y equipos específicos de la aeronave para lograr satisfactoriamente el cumplimiento de este proyecto de graduación.

### **PALABRAS CLAVES:**

- COMBUSTIBLE
- SISTEMA
- COMPONENTE
- AERONAVE
- MANUAL TÉCNICO

## **ABSTRACT**

The present graduation study details the necessary and specific processes for the development of the 200-hour inspection of the fuel system of the Cessna 150-M aircraft belonging to the “Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE”.

Initially the subject of the present study is detailed; also, the objectives are indicated to obtain optimal results. The theoretical framework is emphasized on the general information and history of the Cessna 150-M aircraft. It mainly details the information of the components that make up the fuel system in general and specific aircraft.

In the development of the subject, all the processes performed in the inspection of the fuel system are detailed, using the information of technical manuals and following the technical procedures by means of the help of specific tools and equipment of the aircraft to satisfactorily achieve the fulfillment of this graduation study.

### **KEYWORDS:**

- FUEL
- SYSTEM
- COMPONENT
- AIRCRAFT
- TECHNICAL MANUAL

**CHECKED BY:**

---

**LCDA. MARÍA ELISA COQUE  
ENGLISH TEACHER UGT**

## **CAPITULO I**

### **TEMA**

#### **“INSPECCION DE 200 HORAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE CESSNA 150-M PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGIAS ESPE”**

### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

La Unidad de Gestión de Tecnologías–UGT fue creada y aprobada el 13 de enero del 2014, por el Consejo Universitario Provisional de la Universidad de las Fuerzas Armadas–ESPE, y de esta manera se consolido la unión del ITSA con la Universidad de las fuerzas armadas ESPE.

La Unidad de Gestión de Tecnologías–ESPE ofrece sus servicios educativos superiores a toda la juventud del Ecuador con carreras innovadoras, especialmente en el campo de la aviación el cual es el pilar fundamental de esta institución. Todo el campus universitario cuenta con laboratorios, talleres equipados con todas las maquinas y herramientas necesarias, además de dos aviones escuela los cuales sirven para que los estudiantes de Mecánica Aeronáutica realicen sus prácticas y adquieran conocimientos

Aprovechando la oportunidad de poder adquirir una aeronave de categoría menor, los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE realizan todas las gestiones pertinentes para realizar compra y adquisición de la aeronave la cual se encontraba inoperativa en el aeropuerto Jumandy por motivos técnicos y legales.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La aeronave CESSNA 150 M se ha encontrado inoperativa en el aeropuerto Jumandy por ocho meses debido a que sus documentos técnicos y legales caducaron además de haber cumplido su tiempo de servicio del motor. Debido al tiempo que no estuvo en funcionamiento, esta aeronave se encuentra en buen estado tanto sus estructuras como la gran mayoría de sus sistemas.

Mediante la colaboración de todos los integrantes de este proyecto de titulación se ha conseguido que la aeronave sea adquirida para posteriormente trasladarla al campus de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE ubicado en la ciudad de Latacunga para que esta aeronave sea utilizada como un avión escuela para el conocimiento y desarrollo de prácticas de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica.

La Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE ya cuenta con dos aviones escuela pero no posee una aeronave de aviación menor, es por esto que esta aeronave ayudará a complementar y será el tercer avión destinado para instrucción y los estudiantes podrán adquirir nuevos conocimientos sobre otro tipo de aeronave.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El presente trabajo contribuirá a la comprensión del proceso que conlleva el desarrollo de la inspección de 200 horas del sistema de combustible; y principalmente la universidad se beneficiará con una nueva aeronave escuela que servirá como elemento de enseñanza.

El desarrollo del presente proyecto ayudará tanto a docentes como alumnos a conocer los pasos a seguir en la inspección de 200 horas del sistema de combustible, el cual brindará una mejor ayuda y enseñanza, tanto en forma teórica como práctica ya que les permite tener un conocimiento más claro y preciso de lo que es la aviación menor, y de esta forma los estudiantes van a tener un mejor desenvolvimiento en sus

prácticas pre-profesionales ya que van a ir a las diferentes empresas con conocimientos previos.

De esta forma los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica podrán realizar prácticas en un avión de categoría menor de una mejor manera y poner en práctica todo el conocimiento adquirido en clases, talleres y laboratorios.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar la inspección de 200 horas del sistema de combustible de la aeronave CESSNA 150M mediante el uso de manuales y documentos técnicos que proporcionen la información adecuada para la ejecución correcta de cada uno de los procedimientos.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar toda la información técnica de la aeronave CESSNA 150M que facilite el desarrollo de la inspección de 200 horas del sistema de combustible.
- Analizar e identificar cada uno de los procedimientos técnicos aprobados para realizar la inspección del sistema de combustible.
- Determinar las herramientas adecuadas para el desarrollo de la inspección de 200 horas del sistema de combustible de la aeronave CESSNA 150 M, tomando en cuenta las medidas de seguridad en el área de trabajo.

## **1.5 ALCANCE**

El presente proyecto pretende brindar conocimiento a los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica-Mención Motores de la Unidad de Gestión de Tecnologías–ESPE con el desarrollo de la inspección de 200 horas del sistema de combustible de la aeronave CESSNA 150 M y que este avión sea utilizado como avión escuela para que los estudiantes obtengan un mejor aprendizaje de manera práctica y apliquen todos los

conocimientos teóricos adquiridos en clases, lo que ayudará a su mejor desenvolvimiento en las diferentes empresas de aviación.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Historia de la Aeronave CESSNA 150-M

La aeronave Cessna 150-M fue propiedad de la escuela de pilotos AMAZONAS AIR, esta aeronave era utilizada para la instrucción y enseñanza de los estudiantes pilotos, misma que cerró por 5 años debido a problemas económicos que estaban atravesando en esos momentos. En un principio el avión después de haber cumplido con sus tiempos límites de mantenimiento permaneció en el hangar privado del aeropuerto JUMANDY localizado en la provincia de Napo.

Amazonas Air tenía pensado ampliar su campo operacional por lo que se trasladaron a la provincia de Napo en donde se instalaron con sus aeronaves pero aun no podían poner en funcionamiento dicha escuela debido a que la demanda de estudiantes era muy escasa. A pesar de todos los trámites realizados no pudieron iniciar con sus operaciones por lo que la empresa tuvo que cerrar por ocho años.

La aeronave permaneció fuera de servicio con todos sus miembros estructurales y sistema moto propulsor almacenados en un contenedor, con el fin de evitar que las condiciones climáticas adversas afecten la integridad física de lo equipos. Mediante las gestiones realizadas por el grupo Cessna, se consiguió que la aeronave sea adquirida y posteriormente sea trasladada a la plataforma de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE para que sea utilizada como un avión escuela.



**Figura 1 Aeronave Cessna 150-M**

Fuente: (markheggaircraft, 2001)

## 2.2 Información general de la Aeronave CESSNA 150-M

El Cessna 150-M es un avión biplaza de propósito general equipado con un motor de cilindros opuestos, tren de aterrizaje fijo en triciclo, ala alta y Hélice de paso fijo, diseñado originalmente para labores de entrenamiento, turismo y uso personal. (ECURED CONOCIMIENTO PARA TODOS, 2018).

### 2.2.1 Desarrollo de la aeronave CESSNA 150-M

El desarrollo del Cessna 150 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 nuevo modelo era un monoplano metálico de ala alta, los *Cessna 150* fabricados en los Estados Unidos montaban un motor Continental O-200-A. (ECURED CONOCIMIENTO PARA TODOS, 2018)

### 2.2.2 Variantes de la aeronave Cessna 150-M

- **150-** El primer año del modelo del Cessna 150 no llevaba ningún sufijo. Estaba disponible como el "150" o la "Commuter" actualizado.
- **150A-** Este modelo incorpora cambios suficientes para justificar un sufijo y por lo tanto fue designado el "150A".
- **150B-** Este el modelo tenía una nueva hélice que aumenta la velocidad de crucero de 2 nudos.
- **150C** Este modelo con el sufijo "C", introdujo la posibilidad de grandes neumáticos y drenaje de combustible rápido.
- **150D-** El modelo "D" trajo el primer cambio dramático mediante la instalación de una ventana trasera.
- **150E-** El Cessna 150E sólo vio la adición de nuevos asientos.

- **150F-** El modelo "F" veía grandes cambios en el diseño, Las puertas de la cabina se realizaron más amplias y se instalaron nuevos frenos.
- **150G-** El cuadro de instrumentos se ha rediseñado también vio una nueva nariz corta para reducir la resistencia creada por el conjunto de la rueda nariz.
- **150H-** Introdujo una mesa de centro de estilo nuevo, diseñado para mejorar el espacio para las piernas.
- **150I-** No hubo 150 "India" modelo, como Cessna no quería que se viera como un Cessna 1501 - Esto no impidió la designación de un Cessna de "La India" modelo Cessna 172 sin embargo.
- **150J-** Incorporo un nuevo arranque de llave
- **150K-** En 1970 fue el año que Cessna presentó el Aerobat A150K, un Cessna 150 K con capacidades acrobáticas limitadas.
- **150L-** esta variante tenía el más largo ciclo de producción de cualquier 150 sub-modelo, que se produce desde 1971 hasta 1974.
- **150M** Este fue el modelo final del Cessna 150. Se introdujo el paquete de actualización "Commuter II", que incluía a muchas aviónicas opcionales y elementos de equipamiento de serie. (ECURED CONOCIMIENTO PARA TODOS, 2018)

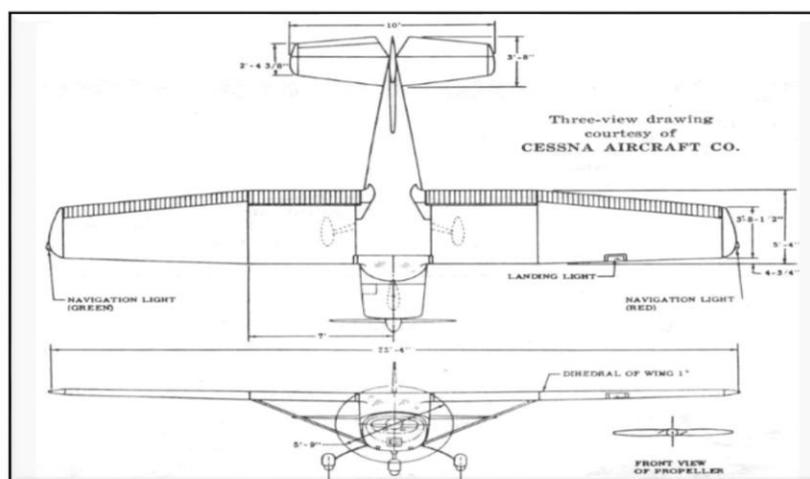


**Figura 2 Aeronave Cessna 150-M**

Fuente: (ECURED CONOCIMIENTO PARA TODOS, 2018)

### 2.2.3 ESPECIFICACIONES DEL CESSNA 150-M

- **Fabricante:** Cessna aircraft company
- **Modelo:** 150-M
- **Año de construcción:** 1950
- **Número de construcción:** 23949
- **Tipo de aeronave:** Avión utilitario
- **Número de motores:** 1
- **Tipo de motor:** 1 motor alternativo de cuatro cilindros
- **Fabricante y modelo de motor:** motor de cuatro cilindros opuestos enfriados por aire Continental O-200-A
- **Rendimiento:** Velocidad máxima operativa de 141 nudos
- **Peso:** peso vacío de vacío 1111 lb, despegue máximo 1600 lb.
- **Dimensiones:** Envergadura 33.33 ft, longitud 24.8 ft, altura 8.5 ft. Área del ala 15 m<sup>2</sup>.
- **Capacidad:** 120 libras de equipaje.
- **Producción:** Un total de 22.138 Cessna 150s fueron construidos. (ECURED CONOCIMIENTO PARA TODOS, 2018)



**Figura 3 Dimensiones de la aeronave Cessna 150-M**  
Fuente: (COMPANY, 1990)

## 2.3 Sistema de combustible de las aeronaves

### 2.3.1 Requerimientos básicos del sistema de combustible

Todas las aeronaves con motor requieren combustible a bordo para operar el o los motores. Un sistema de combustible consiste en tanques de almacenamiento, bombas, filtros, válvulas, líneas de combustible, dispositivos de medición y dispositivos de. Cada sistema debe proporcionar un flujo ininterrumpido de combustible sin contaminantes independientemente de la actitud de la aeronave.(federal aviation administration, 2012)

### 2.3.2 Independencia del sistema de combustible

Cada sistema de combustible para un avión multimotor debe organizarse de modo que, en al menos una configuración del sistema, la falla de cualquier componente (que no sea un tanque de combustible) no provoque la pérdida de potencia de más de un motor o requiere una acción inmediata del piloto para evitar la pérdida de potencia de más de un motor.(federal aviation administration, 2012)



**Figura 4 Sistema de combustible del avión**

Fuente: (federal Aviation Administration, 2012)

### 2.3.3 Tanques de combustible

Algunos aviones principalmente los militares y algunos como el Concorde, usan un sistema llamado post-combustión (llama que se ve que sale de la tobera de escape), esta consiste en una admisión de combustible, inyectada en la tobera lo cual quema las moléculas que no han sido

plenamente quemadas en la cámara de combustión lo cual aumenta la potencia considerablemente.

#### **2.3.4.1 Pruebas de los Tanques de combustible**

Los tanques de combustible de las aeronaves deben ser capaces de resistir las fuerzas que se encuentran en todo el rango de operación. Un enfoque principal es garantizar que los tanques sean lo suficientemente fuertes como para permanecer completamente operativos y no deformarse cuando se encuentren bajo diversas cargas. (federal aviation administration, 2012)

#### **2.3.4.2 Conexión de llenado de depósito de combustible**

Cada conexión de llenado del tanque de combustible debe estar marcada específicamente. Cada tapa de llenado debe proporcionar un sello hermético a los combustibles para la abertura principal de llenado. (federal aviation administration, 2012)

#### **2.3.4.3 Salida del tanque de combustible**

Debe haber un filtro de combustible a la salida del tanque de combustible o en la bomba de refuerzo, debe ser accesible para inspección y limpieza. Los filtros de combustible de los motores de turbina deben evitar el paso de cualquier objeto que pueda restringir el flujo de combustible o dañar cualquier componente del sistema de combustible. (federal aviation administration, 2012)

#### **2.3.4.4 Drenajes del sistema de combustible**

Los sistemas de combustible de las aeronaves deben estar equipados con al menos un drenaje para permitir el drenaje seguro de todo el sistema de combustible con el avión en su posición normal en tierra. El drenaje debe descargar el combustible libre de todas las partes del avión. (federal aviation administration, 2012)

## **2.4 Tipos de combustibles de aviación**

### **2.4.1 Combustible de motores Alternativos (AVGAS)**

El AVGAS de cualquier variedad es principalmente un compuesto de hidrocarburo refinado a partir de petróleo crudo por destilación fraccionada. La gasolina de aviación es diferente del combustible refinado para su uso en aeronaves de turbina. El AVGAS es muy volátil y extremadamente inflamable, con un bajo punto de inflamación. El combustible de la turbina es un combustible de queroseno con un punto de inflamación mucho más alto, por lo que es menos inflamable. (federal aviation administration, 2012)

Los motores de los aviones deben funcionar en una amplia gama de condiciones exigentes. Deben ser livianos y producir una potencia significativa en una amplia gama de temperaturas de funcionamiento atmosféricas y del motor. La gasolina utilizada debe soportar la combustión ininterrumpida en todo este rango y debe realmente quemar en lugar de explotar o detonar. Esto asegura una derivación de potencia máxima y un desgaste mínimo del motor. Con los años, el combustible AVGAS ha estado disponible en diferentes fórmulas. Los motores más grandes y de alta compresión requieren combustible con una mayor cantidad de producción de potencia potencial sin detonación que los motores más pequeños de compresión baja.(federal aviation administration, 2012)

#### **2.4.1.1 Volatilidad**

Una de las características más importantes del combustible de un avión es su volatilidad. La volatilidad es un término utilizado para describir con qué facilidad una sustancia cambia de líquido a vapor. Para motores recíprocos, se desea combustible altamente volátil. La gasolina líquida entregada al carburador del sistema de inducción del motor debe vaporizarse en el carburador para quemar en el motor. El combustible con baja volatilidad se vaporiza lentamente. Esto puede ocasionar un arranque difícil del motor, un calentamiento lento y una aceleración deficiente. Sin embargo, el combustible también puede ser demasiado volátil y causar detonación y bloqueo de vapor. (federal Aviation Administration, 2012).

El AVGAS es una mezcla de numerosos compuestos de hidrocarburo, cada uno con diferentes puntos de ebullición y volatilidad. Una cadena lineal de compuestos volátiles crea un combustible que se vaporiza fácilmente para el arranque, pero también proporciona potencia a través de los rangos de aceleración y potencia del motor. (federal aviation administration, 2012)

#### **2.4.1.2 Bloqueo de vapor**

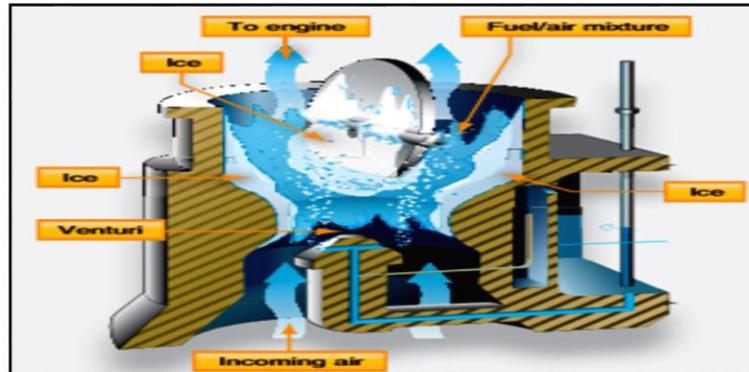
El bloqueo de vapor es una condición en la cual AVGAS se vaporiza en la línea de combustible u otros componentes entre el tanque de combustible y el carburador. Esto normalmente ocurre en días cálidos en aviones con bombas de combustible accionadas por motor que succionan combustible del tanque. El bloqueo del vapor puede ser causado por combustible excesivamente caliente, baja presión o una turbulencia excesiva del combustible que circula por el sistema de combustible. En cada caso, el combustible líquido se vaporiza prematuramente y bloquea el flujo de combustible líquido hacia el carburador. (federal aviation administration, 2012)

La gasolina de la aeronave se refina para tener una presión de vapor de entre 5.5 libras por pulgada cuadrada y 7.0 psi a 100 ° F. El combustible puede vaporizarse antes de que llegue al carburador, especialmente si se traza una línea a baja presión, o si se arremolina mientras navega por una curva cerrada en el tubo. Se pueden tomar varios pasos para prevenir el bloqueo de vapor. El uso de bombas auxiliares ubicadas en el tanque de combustible que fuerzan el combustible líquido sea presurizado al motor es más común. (federal aviation administration, 2012)

#### **2.4.1.3 Formación de hielo en el carburador**

A medida que el combustible se vaporiza, extrae energía de su entorno para cambiar su estado de líquido a vapor. Esto puede ser un problema si hay agua presente. Cuando el combustible se vaporiza en el carburador, el agua en la mezcla de combustible y aire puede congelarse y depositarse dentro del carburador y el sistema de inducción de combustible. La boquilla de descarga de combustible, la válvula de mariposa, el venturi o

simplemente las paredes del sistema de inducción pueden desarrollar hielo. A medida que el hielo se acumula, restringe el flujo de aire de combustible y causa la pérdida de potencia del motor. En casos severos, el motor deja de funcionar. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 5 Áreas propensas a formación de hielo**

Fuente: (federal Aviation Administration, 2012)

La formación de hielo del carburador es más común a temperaturas ambiente de 30-40 ° F, pero puede ocurrir a temperaturas mucho más altas, especialmente en condiciones húmedas. La mayoría de los aviones están equipados con calefacción de carburador para ayudar a eliminar esta amenaza causada por la alta volatilidad del combustible y la presencia de humedad.(federal aviation administration, 2012)

#### 2.4.1.4 Combustibles aromáticos

El mercado de la gasolina de aviación es una parte relativamente pequeña del mercado general del combustible. Los productores de AVGAS son pocos. En años anteriores, cuando este era menor el caso, a veces se agregaban cantidades considerables de hidrocarburos aromáticos para aumentar el rico rendimiento de mezcla de AVGAS. Se usó principalmente en motores recíprocos de alta potencia, como aviones de categoría militar y de transporte. Se requerían mangueras y sellos especiales para el uso de combustibles aromáticos, actualmente estos aditivos ya no están disponibles (federal aviation administration, 2012)

#### **2.4.1.5 Detonación**

La detonación es la explosión rápida e incontrolada de combustible debido a la alta presión y temperatura en la cámara de combustión. La carga de aire y combustible se enciende y explota antes de que el chispeo del sistema de encendido se encienda. Ocasionalmente, la detonación ocurre cuando el combustible se enciende a través de la bujía, pero explota antes de que se termine de quemar. (federal aviation administration, 2012)

Los combustibles de aviación se refinan y mezclan para evitar la detonación. Cada uno tiene un punto de ignición y velocidad de combustión en proporciones de mezcla de combustible y aire específicas en las que los fabricantes confían para diseñar motores que puedan funcionar sin detonación. Un motor que experimenta detonación en el campo debe ser investigado. Un sonido de golpeteo o golpeteo es un signo de detonación. Esto a menudo es más difícil de detectar en una aeronave que en un automóvil debido al ruido de la punta de la hélice. La detonación causa un aumento en la temperatura de la culata.(federal aviation administration, 2012)

#### **2.4.1.6 Clasificación por octanos y número de rendimiento**

Las clasificaciones de octano y los números de rendimiento se dan a los combustibles para describir su resistencia a la detonación. Los combustibles con alta presión crítica y altos números de octano o rendimiento tienen la mayor resistencia. Un sistema de referencia se usa para calificar el combustible. Se usa una mezcla de dos hidrocarburos, isooctano ( $C_8H_{18}$ ) y heptano ( $C_7H_{16}$ ). Varias proporciones de los dos hidrocarburos en una mezcla dan como resultado propiedades de anti detonación proporcionales. Cuanto más iso-octano hay en la mezcla, mayor es su resistencia a la detonación. (federal aviation administration, 2012)

Para aumentar las características antidetonantes del combustible, se pueden agregar sustancias. El plomo tetra etílico (TEL) es el aditivo más común que aumenta la presión crítica y la temperatura de un combustible. Sin embargo, también se deben agregar aditivos adicionales, como di

bromuro de etileno y fosfato de tricresilo, para que el TEL no deje depósitos sólidos en la cámara de combustión. (federal aviation administration, 2012)

Los números de rendimiento también se utilizan para caracterizar las características anti detonación del combustible. Un número de rendimiento consiste en dos números (por ejemplo, 80/87, 100/130, 115/145) en los que números más altos indican una mayor resistencia a la detonación. El primer número indica el octanaje del combustible en una mezcla pobre de combustible y aire, y el segundo indica el octanaje del combustible en una mezcla rica. Debido al pequeño tamaño del mercado mundial de la gasolina de aviación, se desea un solo combustible de 100 octanos de bajo contenido de plomo (100LL) como el único AVGAS para todas las aeronaves con motores alternativos.(federal aviation administration, 2012)

#### **2.4.1.7 Identificación del combustible**

Los fabricantes de aviones y motores designan combustibles aprobados para cada aeronave y motor. La existencia de más de un combustible hace que sea imperativo que el combustible se identifique positivamente y nunca se introduzca en un sistema de combustible que no esté diseñado para ello. El uso de colorantes en el combustible ayuda a los aviadores a controlar el tipo de combustible. 100LL AVGAS es el AVGAS más fácilmente disponible y utilizado en los Estados Unidos. Está teñido de azul. El 80/87 AVGAS ya no está disponible. Estaba teñido de rojo. (federal aviation administration, 2012)

Se han emitido muchos certificados de tipo suplementario a combinaciones de motor y motor / fuselaje que permiten el uso de gasolina para automóviles en motores diseñados originalmente para AVGAS rojo. Se ha introducido un combustible AVGAS relativamente nuevo, 82UL (sin plomo), para ser utilizado por este grupo de motores de compresión relativamente baja. Está teñido de púrpura. (federal aviation administration, 2012)

El 115/145 AVGAS es un combustible diseñado para motores recíprocos grandes y de alto rendimiento de la época de la Segunda Guerra Mundial.

Está disponible solo por pedido especial de las refinerías, y también está teñido de color púrpura. El color del combustible se puede consultar en los manuales de mantenimiento anteriores. Todos los grados de combustible para aviones son incoloros o de color pajizo. Esto los distingue de AVGAS de cualquier tipo que contiene tinte de algún color. (federal aviation administration, 2012)

Fuel Type and Grade	Color of Fuel	Equipment Control Color	Pipe Banding and Marking	Refueler Decal
AVGAS 82UL	Purple			
AVGAS 100	Green			
AVGAS 100LL	Blue			
JET A	Colorless or straw			
JET A-1	Colorless or straw			
JET B	Colorless or straw			

**Figura 6 Identificación de combustibles**

Fuente: (federal Aviation Administration, 2012)

#### 2.4.1.8 Pureza

El uso de filtros en las diversas etapas de transferencia y almacenamiento de AVGAS elimina la mayoría de los sedimentos extraños del combustible. Una vez en los tanques de combustible de la aeronave, los desechos deben instalarse en los sumideros de drenaje del tanque de combustible para ser retirados antes del vuelo. Los filtros y filtros en el sistema de combustible de la aeronave pueden capturar con éxito cualquier sedimento remanente. (federal aviation administration, 2012)

La pureza de la gasolina de aviación se ve comprometida con mayor frecuencia por el agua. El agua también se asienta en los sumideros con suficiente tiempo. Sin embargo, los filtros y filtros del avión no eliminan el agua tan fácilmente como las partículas sólidas. Puede ingresar el combustible incluso cuando la aeronave está estacionada en la rampa con las tapas de combustible en su lugar. Las fluctuaciones de temperatura hacen que el vapor de agua se condense en la superficie interna de los tanques y se deposite en el combustible líquido. (federal aviation administration, 2012)

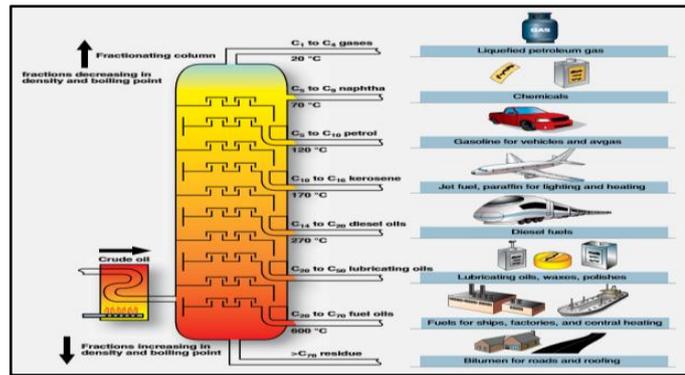
El procedimiento adecuado para minimizar el ingreso de agua en el combustible de la aeronave es llenar los tanques de combustible de la aeronave inmediatamente después de cada vuelo. Esto minimiza el tamaño del espacio de vapor sobre el combustible líquido y la cantidad de aire y vapor de agua presente en el tanque. Cuando se introduce una cantidad excesiva de agua en el sistema de combustible, pasa a través de chorros de carburador donde puede interrumpir el buen funcionamiento de los motores. (federal aviation administration, 2012)

Si el agua se arrastra o se disuelve en el combustible, no se puede eliminar drenando el sumidero y los tazones de filtración antes del vuelo. Sin embargo, puede haber suficiente agua para congelar como una preocupación. A medida que el avión sube y el combustible se extrae de los tanques, el suministro de combustible se enfría. (federal aviation administration, 2012)

#### **2.4.2 Combustibles motor turbina**

Las aeronaves con motores de turbina usan un tipo de combustible diferente al de los motores de los aviones de pistón. Comúnmente conocido como combustible para aviones Jet, el combustible para motores de turbina está diseñado para su uso en motores de turbina y nunca debe mezclarse con gasolina de aviación o introducirse en el sistema de combustible de un sistema alternativo de combustible para motores de aeronaves. (federal aviation administration, 2012)

Las características de los combustibles de los motores de turbina son significativamente diferentes de las de AVGAS. Los combustibles para motores de turbina son compuestos de hidrocarburos de mayor viscosidad con una volatilidad mucho más baja y puntos de ebullición más altos que la gasolina. En el proceso de destilación a partir de petróleo crudo, el queroseno cortado a partir del cual se fabrica el combustible a reacción se condensa a una temperatura más alta que la nafta o la gasolina. Las moléculas de hidrocarburo de los combustibles de los motores de turbina están compuestas de más carbono que en AVGAS.(federal aviation administration, 2012)



**Figura 7 Productos de petróleo**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.4.2.1 Volatilidad del combustible de turbinas

La elección del combustible del motor de la turbina refleja la consideración de factores conflictivos. Si bien es deseable usar un combustible que sea de baja volatilidad para resistir el bloqueo de vapor y la evaporación mientras está en los tanques de combustible de la aeronave, las aeronaves de motor de turbina operan en ambientes fríos. Los motores de turbina deben comenzar fácilmente y ser capaces de reiniciarse durante el vuelo. El combustible con alta volatilidad lo hace más fácil. (federal aviation administration, 2012)

El AVGAS tiene una presión de vapor máxima relativamente baja en comparación con la gasolina para automóviles, solo 7 psi. Pero la presión de vapor del Jet A es solo de 0.125 psi en condiciones atmosféricas estándar. Jet B, una mezcla de Jet A y gasolina, tiene una mayor volatilidad con una presión de vapor de entre 2 y 3 psi. (federal aviation administration, 2012)

### 2.4.2.2 Tipos de combustible del motor turbina

Hay tres tipos básicos de combustible para motores de turbina disponibles en todo el mundo, aunque algunos países tienen sus propios combustibles únicos. El primero es el Jet A. Es el combustible de motor de turbina más común disponible en los Estados Unidos. A nivel mundial, Jet A-1 es el más popular. Tanto el Jet A como el Jet A-1 se destilan fraccionadamente en el rango de kerosene. Tienen baja volatilidad y baja presión de vapor. Los puntos de inflamación oscilan entre 110 ° F y 150 ° F. El Jet A se

congela a  $-40^{\circ}\text{F}$  y el Jet A-1 se congela a  $-52.6^{\circ}\text{F}$ . (federal aviation administration, 2012)

El tercer tipo básico de combustible de motor de turbina disponible es el Jet B. Es un combustible de gran tamaño que es básicamente una mezcla de kerosene y gasolina. El Jet B está principalmente disponible en Alaska y Canadá debido a su bajo punto de congelación de aproximadamente  $-58^{\circ}\text{F}$ , y su mayor volatilidad produce un mejor rendimiento en climas fríos. (federal aviation administration, 2012)

#### **2.4.2.3 Problemas de los combustibles de motores turbina**

Los problemas de pureza relacionados con los combustibles de los motores de turbina son únicos. Si bien AVGAS experimenta problemas similares de contaminación por partículas sólidas y problemas de formación de hielo, la presencia de microbios que consumen agua y combustible es más prominente en el combustible para aviones Jet, que tiene una estructura molecular diferente y retiene el agua de dos maneras principales. La mayor presencia de agua en el combustible para aviones Jet permite a los microbios ensamblarse, crecer y vivir del combustible. (federal aviation administration, 2012)

Dado que los combustibles de los motores de turbina siempre contienen agua, la contaminación microbiana siempre es una amenaza. Los grandes tanques de muchos aviones de motor de turbina tienen numerosas áreas donde el agua puede asentarse y los microbios pueden florecer. Las áreas entre el tanque de combustible y cualquier agua que pueda posarse en el fondo de los tanques es donde prosperan los microbios. (federal aviation administration, 2012).



**Figura 8 Biocidas para combustibles**  
Fuente: (federal Aviation Administration, 2012)

Estos microorganismos forman una biopelícula que puede obstruir los filtros, corroer los recubrimientos de los tanques y degradar el combustible. Se pueden controlar de alguna forma con la adición de biocidas al combustible. También se sabe que los aditivos anti hielo inhiben el crecimiento bacteriano. Dado que los microbios se sustentan en el combustible y el agua, se deben seguir las mejores prácticas para mantener el agua en el combustible al mínimo. (federal aviation administration, 2012)

## **2.5 Sistema de combustible de aeronaves**

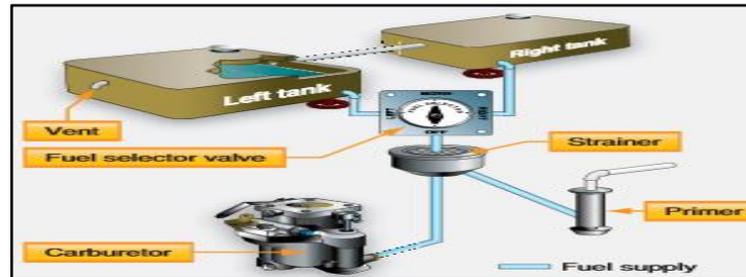
### **2.5.1 Sistema de combustible de aeronaves pequeñas monomotor**

Los sistemas de combustible de aeronaves pequeñas de un solo motor varían según los factores, como la ubicación del tanque y el método de medir el combustible del motor. El sistema de combustible de un ala alta se puede diseñar de forma diferente a uno en un avión de ala baja, y además un avión con carburador tiene un sistema de combustible diferente que uno con inyección. (federal aviation administration, 2012)

#### **2.5.1.1 Sistemas de alimentación por gravedad**

Las aeronaves de ala alta con un tanque de combustible en cada ala son muy comunes. Con los tanques sobre el motor, la gravedad se usa para entregar el combustible. Los dos tanques también están ventilados entre sí para garantizar la misma presión cuando ambos tanques alimentan el motor. Una salida en cada tanque alimenta líneas que se conectan a una válvula de cierre de combustible. La válvula de cierre tiene las posiciones de apertura y corte de combustible. (federal aviation administration, 2012)

El combustible pasa por la válvula de cierre o la válvula selectora, y luego a través de un filtro principal del sistema. Esto a menudo tiene una función de drenaje para eliminar los sedimentos y el agua. Desde allí, fluye hacia el carburador o hacia la bomba de cebado para el arranque del motor. Al no tener una bomba de combustible, el sistema de alimentación por gravedad es el sistema de combustible de avión más simple. (federal aviation administration, 2012)

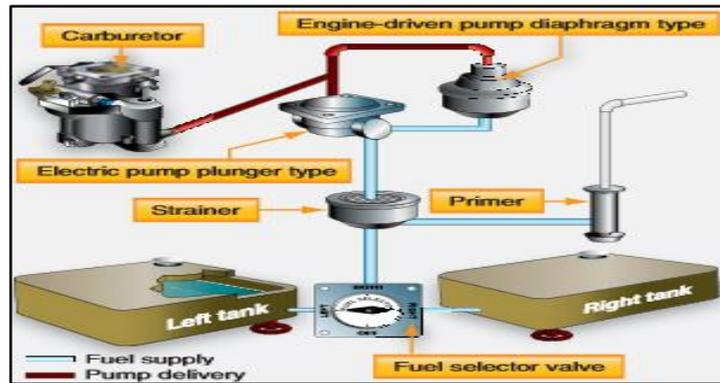


**Figura 9 Sistema de alimentación por gravedad**

Fuente: (federal Aviation Administration, 2012)

### 2.5.1.2 Sistema de alimentación por bombas

Las aeronaves de motor alternativo de ala baja y media no pueden utilizar sistemas de combustible de alimentación por gravedad porque los tanques de combustible no se encuentran por encima del motor. En cambio, una o más bombas se utilizan para mover el combustible de los tanques al motor. Cada tanque tiene una línea desde la salida a una válvula selectora. Sin embargo, no se puede extraer combustible de ambos tanques simultáneamente; si el combustible se agota en un tanque, la bomba extraería aire de ese tanque en lugar de combustible del tanque lleno. Como el combustible no se extrae de ambos tanques al mismo tiempo, no hay necesidad de conectar los espacios de ventilación del tanque juntos. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 10 Sistema de alimentación por bombas**

Fuente: (federal Aviation Administration, 2012)

Desde la válvula selectora, el combustible fluye a través del filtro principal, donde puede suministrar el primeado del motor. Luego, hacia abajo, a las bombas de combustible. Típicamente, una bomba de combustible eléctrica y una accionada por motor están dispuestas en paralelo estas a su vez sacan el combustible del tanque y lo entregan al carburador. (federal aviation administration, 2012)

### 2.5.1.3 Aeronaves de ala alta con sistema de inyección de combustible

Algunas aeronaves de aviación general monomotor de ala alta y de alto rendimiento están equipadas con un sistema de combustible que presenta inyección de combustible en lugar de un carburador. Este sistema Combina el flujo de gravedad con el uso de una bomba de. Primero se envía desde los tanques de combustible por gravedad a dos tanques acumuladores o reservorios más pequeños. (federal aviation administration, 2012).

Estos tanques, uno para cada tanque de ala, consolidan el combustible líquido y tienen un espacio aéreo relativamente pequeño. Entregan combustible a través de una válvula selectora de tres vías (IZQUIERDA, DERECHA u OFF). La bomba de combustible accionada por el motor toma el combustible presurizado de la bomba accionada eléctricamente o de los tanques de reserva si la bomba eléctrica no está funcionando. Este Suministra un volumen de combustible más alto de lo necesario a presión para el control del combustible (federal aviation administration, 2012)

El control de combustible entrega el combustible al colector de distribución, que lo divide y proporciona un flujo de combustible uniforme y

consistente para el inyector de combustible individual en cada cilindro. Un indicador de flujo de combustible que sale del colector de distribución proporciona información en la cabina y detecta la presión del combustible pero se muestra en un dial calibrado en galones por hora. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 11 Sistema de inyección**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

## **2.5.2 Sistema de combustible de aeronaves pequeñas monomotor**

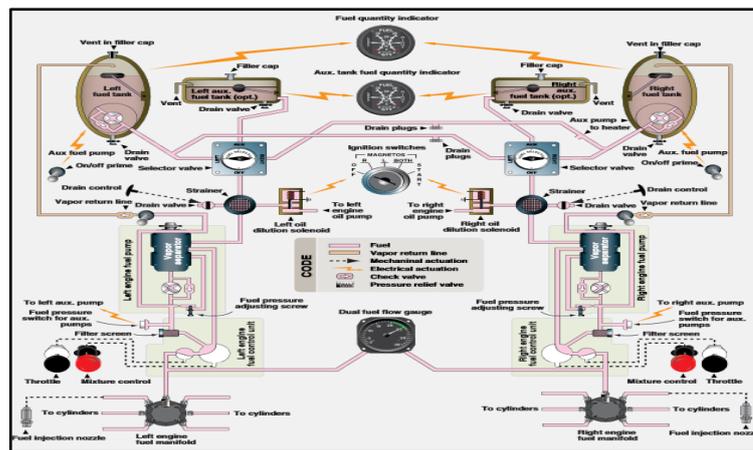
### **2.5.2.1 Sistema de combustible de un avión multi-motor de ala baja**

El sistema de combustible en un pequeño avión multi-motor es más complicado que un avión monomotor, pero contiene muchos de los mismos elementos. Cuenta con los tanques de combustible principales en las puntas de las alas y los tanques auxiliares en la estructura del ala. Una bomba de refuerzo se encuentra en la salida de cada tanque principal. Esto presuriza todo el sistema de combustible desde el tanque hasta los inyectores, eliminando la posibilidad de bloqueo de vapor. Un motor puede operar con solo su bomba de refuerzo funcionando en caso de que falle la bomba de inyección accionada por el motor. Por lo general, las bombas de refuerzo se utilizan para cebar y arrancar el motor. (federal aviation administration, 2012)

Se requieren dos válvulas selectoras en las aeronaves bimotor, una para cada motor. La válvula selectora derecha recibe combustible de un tanque principal a cada lado del avión y lo dirige al motor derecho. La válvula selectora izquierda también recibe combustible de cualquier tanque principal y lo dirige al motor izquierdo. Esto permite que el combustible se transfiera desde un lado del avión al motor opuesto si así lo desea. Las válvulas selectoras también pueden dirigir el combustible del tanque auxiliar al motor

del mismo lado. La alimentación cruzada de combustible desde tanques auxiliares no es posible. En algunos aviones, el filtro está integrado en la unidad de válvula selector. (federal aviation administration, 2012)

La bomba de combustible accionada por el motor es un conjunto que también contiene un separador de vapor y una válvula reguladora de presión con un tornillo de ajuste. El separador de vapor ayuda a eliminar el aire del combustible. La bomba suministra combustible presurizado al control de combustible. El colector divide el combustible y lo envía a un inyector en cada cilindro. Se coloca un medidor de presión de combustible entre la salida de la unidad de control de combustible y el colector para monitorear la presión aplicada al inyector que indica la potencia del motor. (federal aviation administration, 2012)

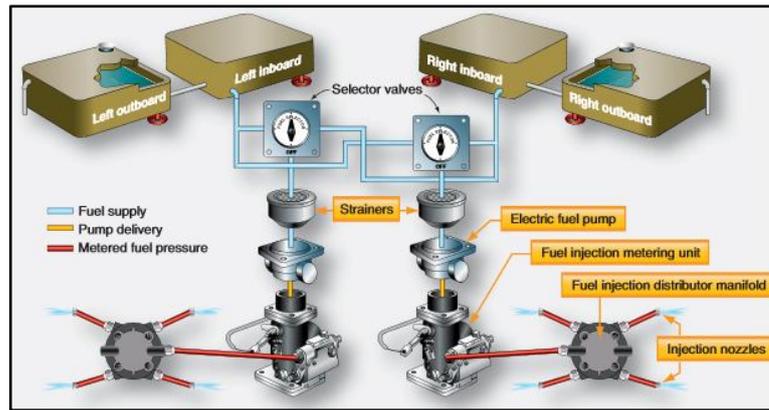


**Figura 12 Sistema de alimentación por bombas**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.5.2.2 Sistema de combustible de aeronaves pequeñas multi motor de ala alta.

Este es un sistema simplificado en un avión bimotor de ala alta que combina la alimentación por gravedad con una bomba de combustible eléctrica. Directamente abajo de las válvulas selectoras están los filtros de combustible y luego una bomba de combustible eléctrica para cada motor además la unidad de medición para cada motor proporciona el flujo adecuado de combustible al colector de distribución que alimenta los inyectores. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 13 Sistema de inyección de un bimotor**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.5.3 Sistemas de combustible de aeronaves de motor recíproco.

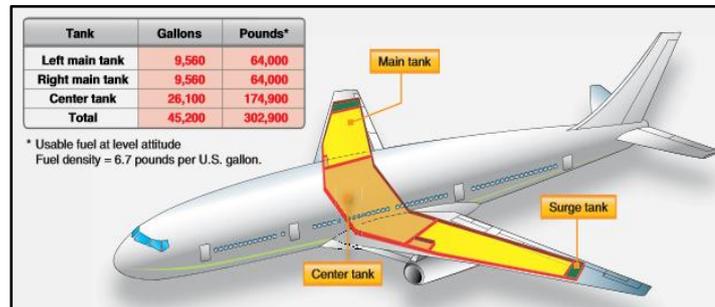
#### 2.5.3.1 Sistema de combustible de aeronaves de transporte.

Los sistemas de combustible en aviones a reacción de gran tamaño para transporte son complejos con algunas características y componentes que no se encuentran en los sistemas de combustible de los motores de los motores de pistón. Características como una APU a bordo, reabastecimiento a presión de punto único y sistemas de inyección de combustible, que no son necesarios en aviones más pequeños, se suman a la complejidad de un sistema de combustible de avión. Los sistemas de combustible de motores jet se pueden considerar como un puñado de subsistemas de combustible de la siguiente manera:

- Almacenamiento
- Distribución
- Ventilación
- Alimentación
- Indicación

La mayoría de los sistemas de combustible para aviones de la categoría de transporte son muy parecidos. Los tanques de combustible integrales son la norma con gran parte de la estructura de cada ala sellada para permitir su uso como tanque de combustible. La sección del ala central o los tanques de fuselaje también son comunes. Estos pueden ser de estructura sellada los

Aviones jet llevan decenas de miles de libras de combustible a bordo.(federal aviation administration, 2012)



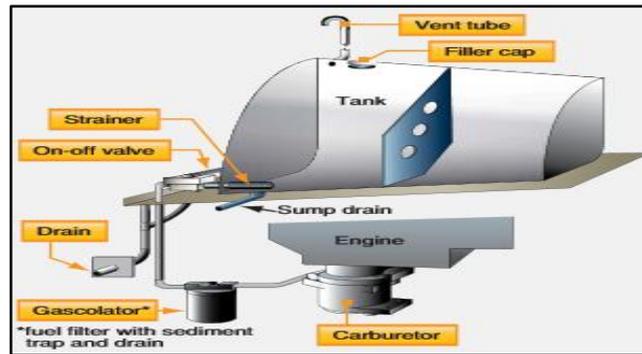
**Figura 14 Sistema de aviones comerciales**

Fuente: (FlightSafety International, 1997)

### 2.5.3.2 Sistema de combustible de un helicóptero.

Los sistemas de combustible de helicóptero varían. Pueden ser simples o complejos según el avión. Siempre se debe consultar los manuales del fabricante para la descripción del sistema de combustible, la operación y las instrucciones de mantenimiento. Típicamente, un helicóptero tiene solo uno o dos tanques de combustible ubicados cerca del centro de gravedad (CG) de la aeronave, que está cerca del mástil principal del rotor. Por lo tanto, el tanque o tanques generalmente se encuentran en el fuselaje de popa o cerca de él. (federal aviation administration, 2012)

Dos bombas de refuerzo eléctricas en el tanque envían combustible a través de una válvula de cierre en lugar de una válvula selectora, ya que solo hay un tanque de combustible. Fluye a través de un filtro del fuselaje a un filtro de motor y luego a la bomba de combustible accionada por el motor. El tanque de combustible está ventilado y contiene una válvula de drenaje accionada eléctricamente. Se usa un manómetro para controlar la presión de salida de la bomba de refuerzo y los interruptores de presión diferencial advierten sobre las restricciones del filtro de combustible. La cantidad de combustible se deriva mediante el uso de dos sondas de combustible en el tanque con transmisores. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 15 Sistema de helicópteros**  
 Fuente: (FlightSafety International, 1997)

## 2.6 Componentes del sistema de combustible

### 2.6.1 Tanques de combustible.

Hay tres tipos básicos de tanques de combustible para aviones: tanques rígidos extraíbles, tanques de vejiga y tanques de combustible integrales. El tipo de aeronave, su diseño y uso previsto, así como la edad de la aeronave, determinan qué tanque de combustible está instalado en una aeronave. La mayoría de los tanques están contruidos con material no corrosivo. (federal aviation administration, 2012)

Los tanques de combustible de las aeronaves tienen un área baja llamada sumidero que está diseñada como un lugar para que los contaminantes y el agua se asienten. El sumidero está equipado con una válvula de drenaje que se utiliza para eliminar las impurezas durante la inspección de inspección previa al vuelo(federal aviation administration, 2012)

#### 2.6.1.1 Tanques de combustible rígidos

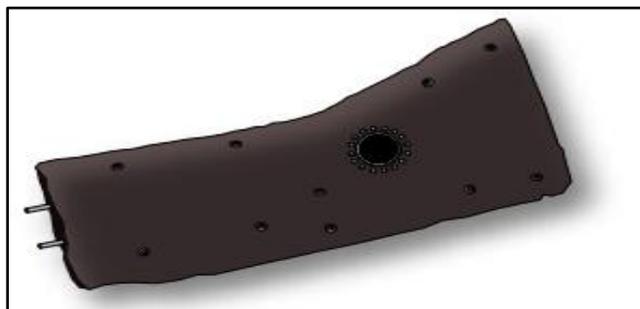
Por lo general, están hechos de aleación de aluminio 3003 o 5052 o acero inoxidable y están remachados y soldadas con costura para evitar fugas. Independientemente de la construcción real de los tanques de metal removibles, deben ser apoyados por el fuselaje y mantenidos en su lugar con algún tipo de correa acolchada para resistir el cambio en vuelo. Las alas son la ubicación más popular para tanques de combustible.(federal aviation administration, 2012)



**Figura 16 Depósito de combustible rígido**  
Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.1.2 Tanques de combustible flexibles

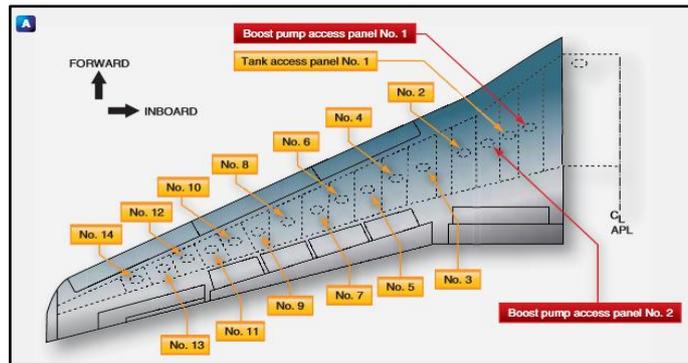
Un tanque de vejiga contiene la mayoría de las características y componentes de un tanque rígido, pero no requiere una abertura tan grande en el revestimiento del avión para instalarlo. El tanque, o celda de combustible como se le llama a veces, se puede enrollar y colocar en una bahía o cavidad estructural especialmente preparada a través de una abertura pequeña, como una abertura de inspección. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 17 Depósito flexible**  
Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.1.3 Tanques de combustible integrales

Este tipo de tanque se llama tanque de combustible integral ya que forman un tanque como una unidad dentro de la estructura del fuselaje, las aeronaves que utilizan tanques de combustible integrales normalmente tienen sofisticados sistemas de combustible que incluyen bombas de refuerzo dentro del tanque. (federal aviation administration, 2012)

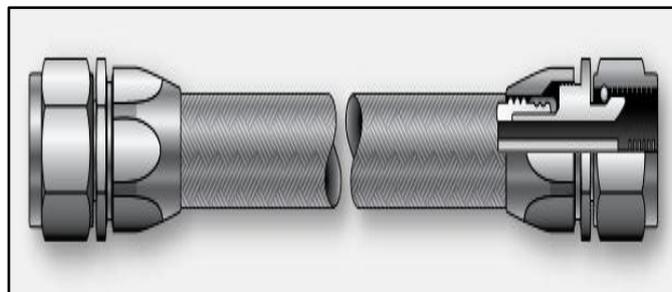


**Figura 18 Depósito integral**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.2 Líneas de combustible y accesorios

Las líneas de combustible de las aeronaves pueden ser rígidas o flexibles dependiendo de la ubicación y la aplicación. Las líneas rígidas a menudo están hechas de aleación de aluminio y la manguera de combustible flexible tiene un interior de caucho sintético con una envoltura de trenza de fibra de refuerzo cubierta por un exterior sintético. Las mangueras flexibles se usan en áreas donde existe vibración entre los componentes, como entre el motor y la estructura de la aeronave. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 19 Línea de combustible rígida**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

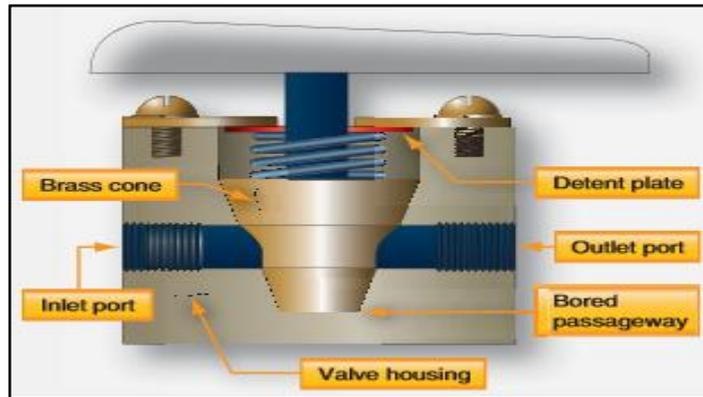
### 2.6.3 Válvulas

#### 2.6.3.1 Válvulas operadas manualmente

Hay tres tipos básicos de válvulas manuales que se usan en los sistemas de combustible de las aeronaves. La válvula tipo cono y la válvula tipo mariposa se usan comúnmente en aviones ligeros de aviación general como válvulas selectoras de combustible. (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.3.2 Válvulas tipo cono

Una válvula de cono, también llamada válvula de tapón, consiste en una carcasa de válvula maquinada en la que se fija un cono giratorio de latón o nylon, cuando se gira manualmente el cono, los pasadizos se mecanizan a través del cono para que el combustible pueda fluir desde la fuente seleccionada al motor. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 20 Válvula tipo cono**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.3.3 Válvulas de mariposa

Las válvulas selectoras también son comúnmente el tipo de válvula de mariposa, a medida que se gira la manija en esta válvula, se levanta la tapa del asiento del puerto deseado que se está seleccionando.

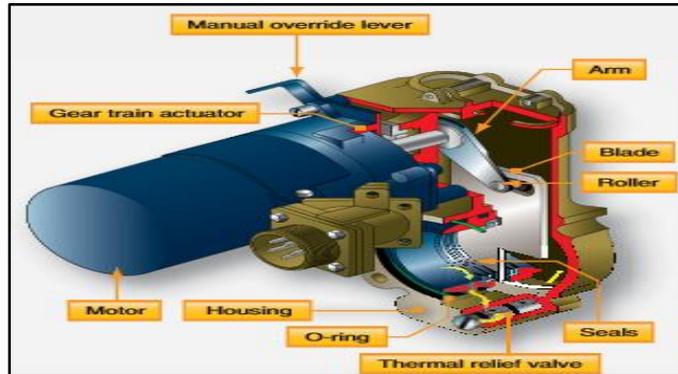
### 2.6.3.4 Válvulas de compuerta operadas manualmente

Se pueden usar válvulas de compuerta manuales, especialmente como válvulas de control de fuego, que no requieren energía eléctrica para cortar el flujo de combustible cuando se tira de la manija. (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.3.5 Válvulas operadas por un motor

El uso de motores eléctricos para operar las válvulas del sistema de combustible es común en las aeronaves grandes debido a la ubicación desde la cabina de los componentes del sistema de combustible, las válvulas utilizadas son básicamente las mismas que las válvulas accionadas

manualmente, pero los motores eléctricos se utilizan para accionar las unidades. (federal aviation administration, 2012)

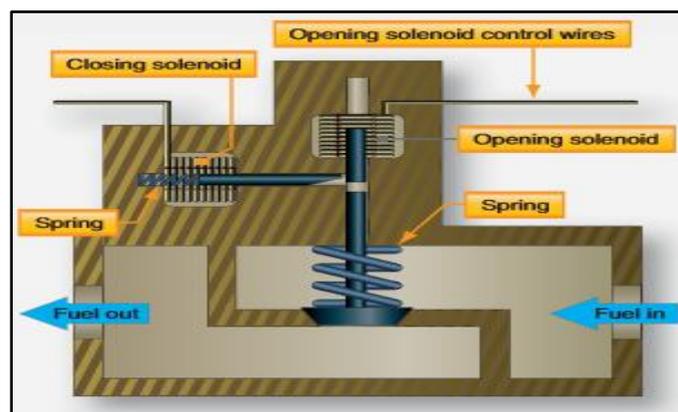


**Figura 21 Válvula operada por un motor**

Fuente:(federal aviation administration, 2012)

### 2.6.3.6 Válvulas operadas por un solenoide

Una forma adicional de operar una válvula de combustible ubicada remotamente es mediante el uso de solenoides eléctricos. Se abre una válvula de tipo de disco a través del tirón magnético desarrollado cuando se activa un solenoide de apertura. Un resorte fuerza un vástago de bloqueo en una muesca en el vástago de la válvula de retención para bloquear la válvula en la posición abierta. Para cerrar la válvula de retención y cortar el flujo de combustible, se activa un solenoide de cierre.(federal aviation administration, 2012)



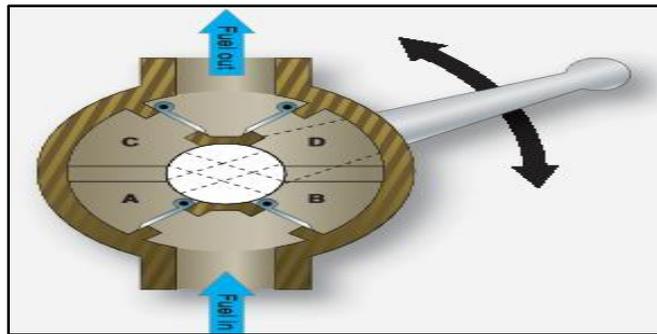
**Figura 22 Válvula operada de solenoide**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

## 2.6.4 Bombas de combustible

### 2.6.4.1 Bombas de combustible manuales

Se utilizan para respaldar la bomba accionada por el motor y para transferir combustible del tanque al tanque. Estas son esencialmente bombas de paleta que tienen pasajes perforados en el centro, lo que permite un movimiento hacia adelante y hacia atrás para bombear el combustible. (federal aviation administration, 2012)

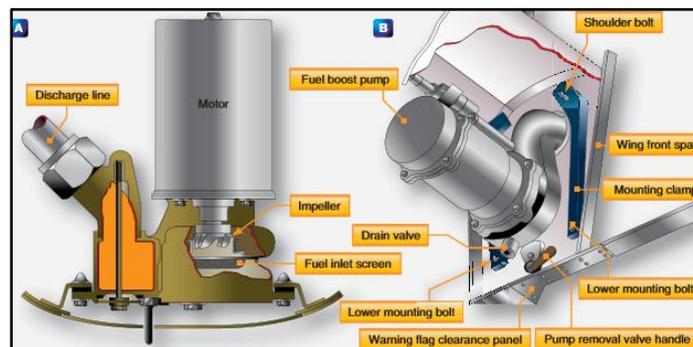


**Figura 23 bomba manual**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.4.2 Bomba centrífuga tipo booster

Es el tipo de bomba de combustible más común que se utiliza en los aviones, especialmente aviones grandes y de alto rendimiento, es la bomba, con mayor frecuencia está sumergido en el tanque de combustible o con la entrada de la bomba. (federal aviation administration, 2012)

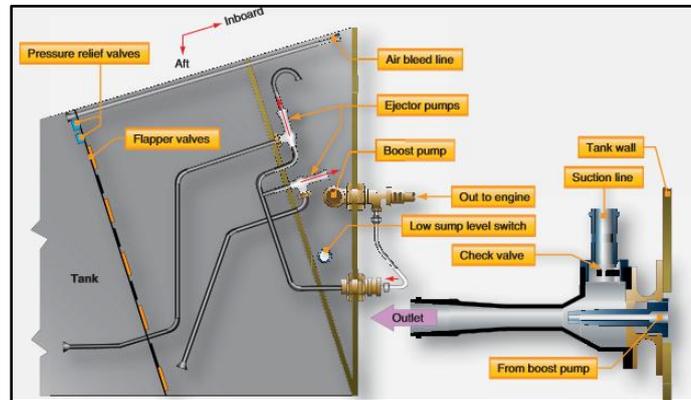


**Figura 24 bomba centrífuga tipo booster**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.4.3 Bomba de expulsión

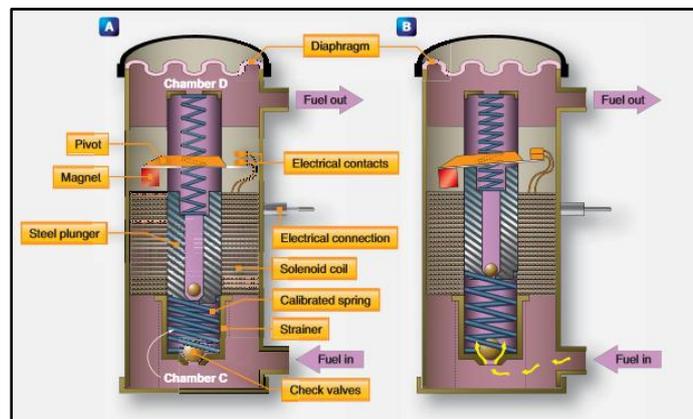
Algunos aviones usan bombas de expulsión para ayudar a garantizar que el combustible líquido esté siempre en la entrada de la bomba. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 25 Bomba expulsión de venturi**  
Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.4.4 Bombas eléctricas pulsantes

La bomba eléctrica pulsante, por lo general, se utiliza de la misma manera que una bomba de combustible centrífuga en aviones más grandes, excepto que se encuentra a las salidas del tanque de combustible.

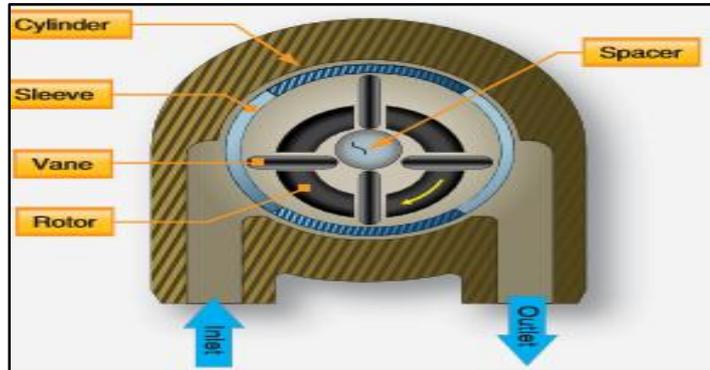


**Figura 26 Bomba eléctrica pulsante**  
Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.4.5 Bombas de combustible tipo paleta

Las bombas de combustible tipo paleta son los tipos más comunes de bombas de combustible que se encuentran en aviones de motor alternativo, estas se suelen utilizar como bombas de combustible primarias impulsadas

por motor y como bombas auxiliares o de refuerzo. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 27 Bomba eléctrica pulsante**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

## 2.6.5 Filtros de combustible

### 2.6.5.1 Filtros de malla tipo dedo

Están diseñados para atrapar grandes trozos de escombros y evitar su paso a través del sistema de combustible, todos los sistemas de combustible de los aviones tienen mallas y filtros para garantizar que el combustible suministrado al motor esté libre de contaminantes, estas mallas tipo dedo son comunes en aviones ligeros. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 28 Filtro de malla tipo dedo**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.5.2 Filtros de doble malla

Una malla estructural cilíndrica está envuelta con un material de malla fina a través del cual debe pasar el combustible de entrada, dentro del cilindro hay una malla adicional en forma de cono y el combustible debe

pasar a través del cono para llegar a la salida del filtro. (federal aviation administration, 2012)

## 2.6.6 Indicadores del sistema de combustible

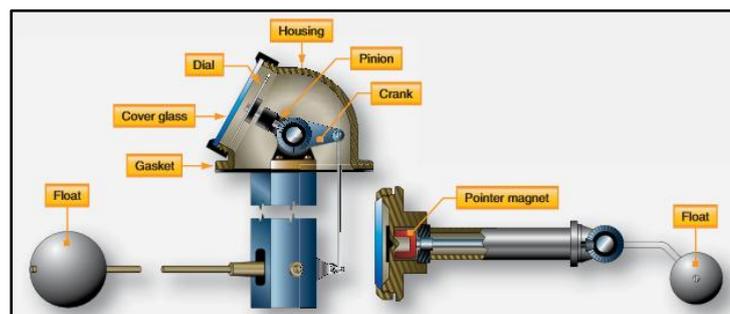
### 2.6.6.1 Indicadores de cantidad del sistema de combustible

#### 2.6.6.1.1 Indicadores mecánicos

Estos dispositivos varían ampliamente dependiendo de la complejidad del sistema de combustible y la aeronave en la que están instalados. Los indicadores simples que no requieren energía eléctrica fueron los primeros tipos de indicadores de cantidad y todavía están en uso en la actualidad. (federal aviation administration, 2012)

#### 2.6.6.1.2 Indicadores eléctricos

Los indicadores de cantidad de combustible eléctrico son más comunes que los indicadores mecánicos en los aviones modernos. La mayoría de estas unidades funcionan con corriente continua (CC) y usan resistencia variable en un circuito para conducir un indicador. El movimiento de un flotador en el tanque mueve un brazo de conexión en una resistencia variable en la unidad del tanque. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 29 Indicador eléctrico**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

#### 2.6.6.1.3 Indicadores digitales

Hay indicadores digitales disponibles que funcionan con la misma señal de resistencia variable de la unidad del tanque. Convierten la resistencia variable en una pantalla digital en el panel de instrumentos de la cabina. Los sistemas de instrumentación completamente digitales, convierten la

resistencia variable en una señal digital para procesarla en una computadora y mostrarla en una pantalla. (federal aviation administration, 2012).

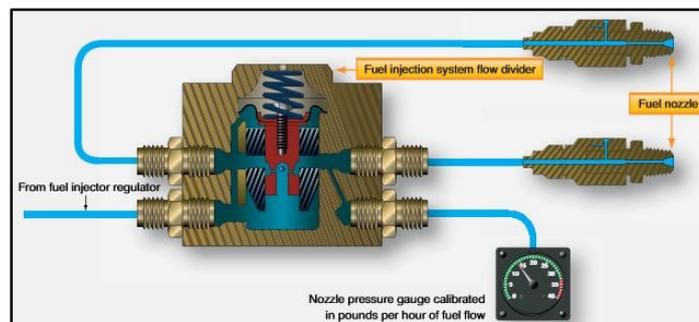


**Figura 30 Indicadores digitales**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.6.2 Medidores de flujo de combustible

Un medidor de flujo de combustible indica el uso de combustible de un motor en tiempo real. Esto puede ser útil para el piloto para determinar el rendimiento del motor y para los cálculos de planificación de vuelo. Los tipos de medidor de flujo de combustible utilizados en un avión dependen principalmente del motor que se utiliza y el sistema de combustible asociado. Combustibles instalados en motores alternativos opuestos horizontalmente. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 31 Indicadores digitales**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.6.6.3 Medidores de temperatura del combustible

Muchas aeronaves de turbinas grandes y de alto rendimiento usan un transmisor de temperatura de combustible eléctrico tipo resistencia en un tanque de combustible principal para este propósito. (federal aviation administration, 2012).

#### 2.6.6.4 Indicadores de presión de combustible

Las aeronaves de motor recíproco ligeras y sencillas suelen utilizar un manómetro de tubo de Bourdon de lectura directa el cual está conectado a la entrada de combustible del dispositivo de medición de combustible. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 32 Fuel press indicator**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.7 Servicio del sistema de combustible

#### 2.7.1 Chequeo de contaminantes en el sistema de combustible

##### 2.7.1.1 Agua

El agua puede disolverse en combustible, y puede detectarse por una apariencia turbia al combustible. El agua atrapada en pequeñas cantidades que llega al motor generalmente no plantea ningún problema pero las grandes cantidades de agua pueden interrumpir el funcionamiento del motor y además el agua sedimentada en los tanques puede causar corrosión. (federal aviation administration, 2012).

##### 2.7.1.2 Contaminantes de partículas sólidas

Las partículas sólidas que no se disuelven en el combustible son contaminantes comunes, estos son la suciedad, el óxido, el polvo, las partículas de metal. También se pueden acumular restos de suciedad desde el interior del sistema de combustible, como sellador roto o elementos de filtro con corrosión. Si los sedimentos pasan más allá de los filtros del sistema, pueden obstruir los orificios del dispositivo dosificador de combustible, las válvulas deslizantes y las boquillas de combustible. (federal aviation administration, 2012)

### 2.7.1.3 Surfactantes

Los surfactantes son contaminantes químicos líquidos que se forman naturalmente en los combustibles. Estos agentes generalmente aparecen como líquido de color marrón claro a marrón oscuro cuando están presentes en grandes cantidades, incluso pueden tener una consistencia jabonosa, en pequeñas cantidades representan una pequeña amenaza para el funcionamiento del sistema de combustible pero cantidades mayores ya plantean serios problemas. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 33 Filtro de arcilla.**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### 2.7.1.4 Contaminación por combustible extraño

La contaminación del combustible de una aeronave con combustible no destinado para su uso en esa aeronave en particular puede tener consecuencias desastrosas. Cada receptáculo del tanque de combustible está claramente marcado para indicar qué combustible se requiere. (federal aviation administration, 2012)



**Figura 34 Identificación en el receptáculo.**

Fuente: (federal aviation administration, 2012)

### **2.7.1.5 Control de contaminación del combustible**

Diversos filtros, pruebas y tratamientos evitan la contaminación del combustible o eliminan diversos contaminantes, pero la condición de todos los tanques de almacenamiento y camiones de combustible debe ser monitoreada también, todos los cambios de filtro y tratamientos deben realizarse regularmente y a tiempo.

Las muestras de todos los drenajes deben tomarse e inspeccionarse regularmente, además la carga de combustible debe inspeccionarse visualmente de vez en cuando o cuando haya un posible problema de contaminación. (federal aviation administration, 2012)

## **2.8 Procedimientos de carga y descarga de combustible**

### **2.8.1 Carga de combustible**

En general, hay dos tipos de procesos de abastecimiento de combustible:

- Abastecimiento de combustible sobre el ala
- Abastecimiento de combustible a presión.

El abastecimiento de combustible sobre el ala se logra abriendo la tapa del tanque de combustible en la superficie superior del ala o el fuselaje. El abastecimiento a presión ocurre en la parte inferior, delantera o trasera del tanque de combustible. (federal aviation administration, 2012)

Los medidores se monitorean para determinar cuándo los tanques están cargados correctamente y un sistema corte automático cierra la válvula de combustible cuando los tanques están llenos. Al cargar combustible desde un camión de combustible, se deben tomar precauciones.(federal aviation administration, 2012)

### **2.8.2 Descarga de combustible**

La descarga del combustible contenido en los tanques de combustible de la aeronave a veces se requiere, esto puede ocurrir por mantenimiento,

inspección o debido a contaminación. Los procedimientos de seguridad para la descarga de combustible son los mismos que para el abastecimiento de combustible. (federal aviation administration, 2012)

Siempre descargar afuera, Los extintores deben estar a la mano, y los cables de unión a tierra deben conectarse para proteger contra la acumulación de electricidad estática, algunas aeronaves alimentadas a presión normalmente descargan mediante las bombas de refuerzo que se encuentran en el tanque.(federal aviation administration, 2012)

### **2.8.3 Riesgos de incendio durante la carga y descarga de combustible**

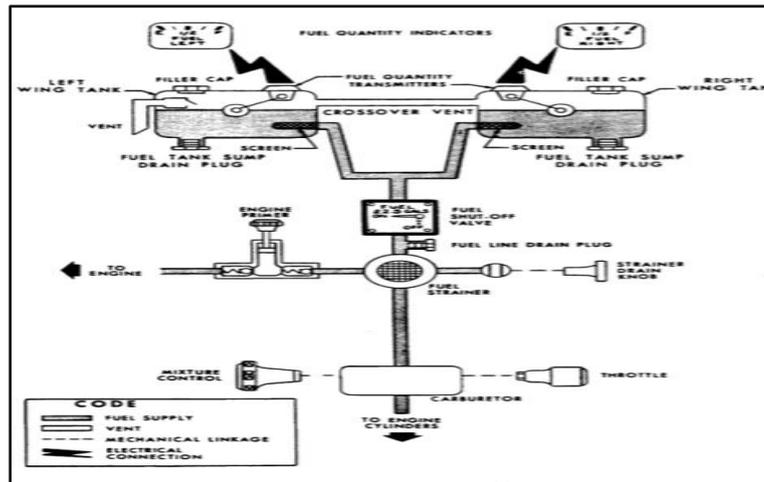
Siempre se debe realizar el cargue y descargue el combustible afuera, no en un hangar que sirva como un área cerrada para que los vapores se acumulen hasta un nivel combustible. La ropa usada por el personal de reabastecimiento de combustible no debe promover la acumulación de electricidad estática. Los sintéticos, como el nylon, deben evitarse. (federal aviation administration, 2012)

## **2.9 Sistema de combustible de la aeronave CESSNA 150-M**

### **2.9.1 Descripción general del sistema de combustible**

El combustible es alimentado por gravedad desde los tanques laterales de metal, a través de una válvula de cierre y un filtro de combustible, hasta el carburador. La ventilación positiva es proporcionada por una línea de ventilación y un conjunto de válvula de retención ubicado en el tanque del ala izquierda y una línea de cruce que conecta los dos tanques. (COMPANY, 1990)

La línea de ventilación del conjunto de la válvula de corte se extiende por la borda a través de la piel del ala inferior adyacente al puntal del ala izquierda. Un drenaje de la línea de combustible se encuentra entre la válvula de cierre y el filtro.(COMPANY, 1990)

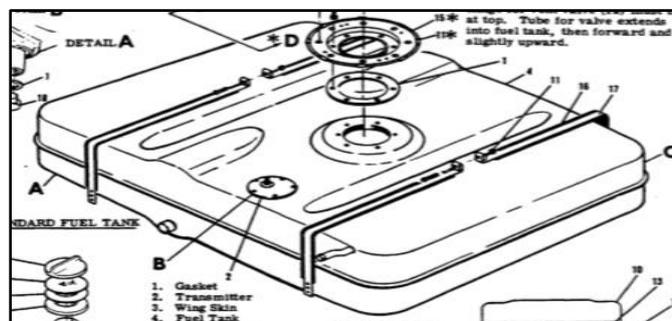


**Figura 35 Diagrama del sistema de combustible.**  
Fuente: (COMPANY, 1990)

## 2.9.2 Componentes del sistema de combustible

### 2.9.2.1 Depósitos de combustible

Un tanque de metal rígido está instalado en el panel interno de cada ala, estos depósitos poseen tapones de drenaje, uno en cada tanque para eliminar el agua atrapada y los sedimentos. (COMPANY, 1990)

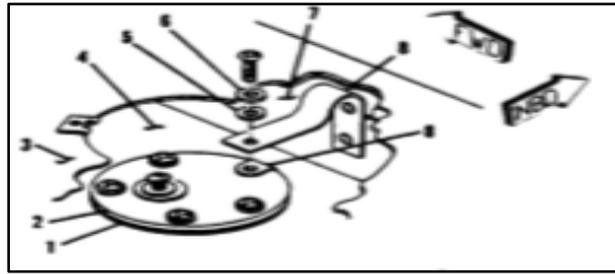


**Figura 36 Depósito de combustible.**  
Fuente: (COMPANY, 1990)

### 2.9.2.2 Transmisores de cantidad de combustible

Los indicadores de cantidad del tipo magnético son usados en conjunto con un flotador operado mediante un transmisor de resistencia variable en cada tanque de combustible. La posición completa del flotador produce una resistencia mínima a través del transmisor, lo que permite un flujo de corriente máximo a través del indicador de cantidad de combustible y la deflexión máxima del puntero. A medida que se reduce el nivel de combustible, aumenta la resistencia en el transmisor, produciendo un flujo de

corriente disminuido a través del indicador de cantidad de combustible y una menor desviación del puntero. (COMPANY, 1990)

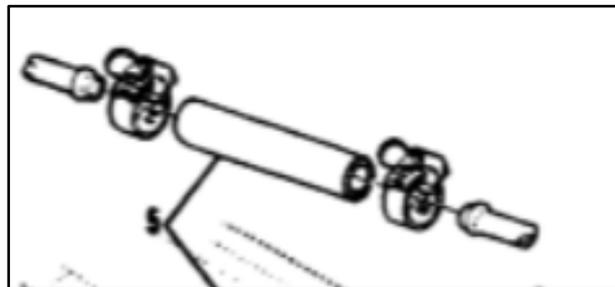


**Figura 37 Transmisor de cantidad**

Fuente: (COMPANY, 1990)

### 2.9.2.3 Líneas de ventilación de combustible

La línea de ventilación se extiende por la borda hacia abajo a través de la cubierta del ala inferior. Una válvula de ventilación está instalada en el extremo interior de la línea de ventilación dentro del tanque de combustible, y una línea de ventilación cruzada conecta los dos tanques para la ventilación positiva. (COMPANY, 1990).

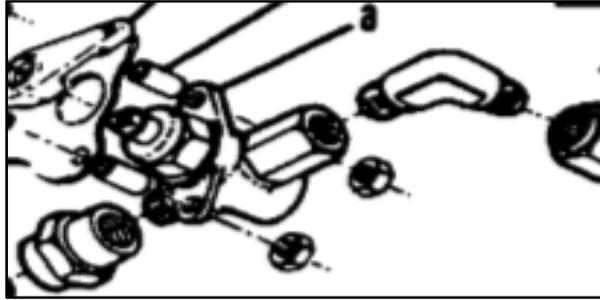


**Figura 38 Línea de ventilación**

Fuente: (COMPANY, 1990)

### 2.9.2.4 Válvula de corte combustible

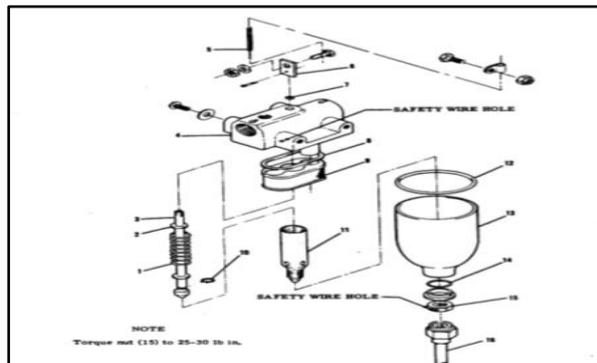
La válvula de corte de combustible es una válvula ON-OFF de dos posiciones, ubicada en el área del piso entre las posiciones del piloto y copiloto. (COMPANY, 1990)



**Figura 39 Válvula de corte**  
Fuente: (COMPANY, 1990)

### 2.9.5 Filtro de combustible

El filtro de combustible está instalado en la pared de fuego, en el compartimiento inferior del motor. El filtro está equipado con una válvula de drenaje rápido, el cual provee un medio de drenaje para el agua atrapada y los sedimentos del sistema de combustible.(COMPANY, 1990)



**Figura 40 Filtro de combustible**  
Fuente: (COMPANY, 1990)

### 2.9.6 Drenes de combustible

Están localizados en los tanques de combustible, en las líneas de combustible, en el filtro y en el carburador. Los tapones de drenaje están instalados en los tanques de combustible, en la línea delantera de combustible de la válvula y en el carburador. La válvula de drenaje del filtro es parte integral del ensamblaje del filtro, el drenaje del filtro está equipado con un control el cual está localizado adyacente a la varilla medidora de aceite (COMPANY, 1990).

El acceso a este control es a través de la puerta de acceso de la varilla medidora de aceite, remover los tapones de drenaje y abrir el drenaje del

filtro en los intervalos especificados, también durante la inspección diaria del filtro de combustible. Si se encuentra agua en el filtro hay la posibilidad de que los depósitos de las alas o líneas contengan agua. Por lo tanto, todos los tapones de drenaje deben ser removidos y toda el agua drenada del sistema. Para activar la válvula de drenaje, y tomar una muestra de combustible coloque la copa hasta la válvula y presione la válvula con la varilla. (COMPANY, 1990).

### 2.9.7 Sistema de cebado

El sistema de cebado está compuesto por un cebador operado manualmente el cual está localizado en el panel de instrumentos y una línea desde el cebador al colector de entrada.



**Figura 41 Sistema de cebado**

Fuente: (COMPANY, 1990)

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Preliminares**

En el presente capítulo se detallan los procedimientos que se realizaron para el desarrollo de la inspección de 200 horas del sistema de combustible de la aeronave CESSNA 150-M, y las medidas de precaución para evitar posibles daños materiales. Se aplicó los conocimientos adquiridos en la Unidad de Gestión de Tecnologías y con la tutoría del Tlg. Johnatan Zurita encargado de este proyecto para el correcto desenvolvimiento en este tipo de tareas. Este proyecto de graduación tiene la finalidad de proporcionar una nueva herramienta de aprendizaje para la institución y que sea de ayuda para el personal docente y estudiantes.

#### **3.2 Medidas de seguridad**

- Utilizar EPP
- Señalética de advertencia en el área de trabajo
- Utilizar la correctas herramientas para el desarrollo del a inspección
- Realizar cualquier trabajo bajo supervisión.

#### **3.3 Herramientas y equipos utilizados para desarrollo de la inspección**

- Juego de copas en milímetros y pulgadas
- Juego de llaves en milímetros y pulgadas
- Destornilladores planos y estrellas
- Sellante
- Entorchador
- Alicata
- Alambre de frenado
- Manual de servicio de la aeronave
- Manguera flexible
- Alambre de freno
- Guía de instalación del fabricante

- Pistola de aire neumática
- Taquímetro
- Extensión neumática
- Tubo de caucho

### **3.4 Procedimientos para el desarrollo de la inspección de 200 horas del sistema de combustible de la aeronave CESSNA 150-M**

#### **3.4.1 Inspección de válvulas de ventilación de combustible**

1. Se conecto un tubo de caucho en el extremo de la línea de ventilación debajo del ala, y se presurizo los depósitos para verificar que los ductos estén libre de obstrucciones. Si la presurización es positiva significa que las líneas se encuentran libres y los depósitos de combustible está siendo ventilados correctamente.



**Figura 42 Colocación de tubo**

2. Después de presurizar los depósitos, se procedió a verificar visualmente si las líneas se encontraban obstruidas, para esto se utilizo un recipiente con agua, el cual nos ayudo a evidenciar que los ductos se encontraban operando correctamente y realizando la ventilación positiva de cada uno de los tanques de combustible



**Figura 43 Verificación del ducto**

3. Para verificar la correcta ventilación de la línea de cruce se presurizo nuevamente los depósitos de combustible a través del tubo nuevamente, y aliviando la presión en cortos intervalos, se pudo observar que la presión estaba siendo liberada a través de la tapa de llenado, lo cual indico que la línea de cruce estaba operando correctamente.



**Figura 44 Presurización de los depósitos**

4. Cualquier línea de ventilación de combustible que se encuentre obstruida o restringida debe corregirse antes de la operación de la aeronave.

#### **3.4.2 Inspección de la malla del filtro de drenaje**

1. Para remover el tubo de drenaje se procedió a retirar el alambre de frenado, y con ayuda de una llave mixta 5/8 se aflojo la tuerca y arandela de la parte inferior del recipiente del filtro, y de esta forma se desinstalo la carcasa del filtro.



**Figura 45 Remoción del tubo de drenaje**

2. Cuidadosamente se aflojo el soporte del tubo el cual es el que mantiene fijo a la malla filtrante, y con una pinza se procedió a retirar la junta entre la malla y su soporte para proceder a lavar y realizar la correcta limpieza del componente.



**Figura 46 Extracción de soporte**

3. Con aire comprimido y la ayuda de una pistola de aire se procedió a realizar la limpieza de los componentes del filtro, teniendo cuidado al manipularlos para evitar daños o golpes.



**Figura 47 Limpieza**

4. Después de haber realizado el lavado se instalo nuevamente los componentes usando O-rings y empaques nuevos. Al momento de la instalación se debe tener cuidado al colocar la arandela y se debe verificar que se ubique debajo del O-ring para evitar posibles fugas.



**Figura 48 Instalaciones de nuevos O-ring.**

5. Después de instalar la carcasa y sus componentes se procedió a colocar los respectivos torques en la tuerca de sujeción del filtro, el manual de mantenimiento de la aeronave nos establece que se debe aplicar de 25 a 30 inch/pounds en la tuerca de sujeción



**Figura 49 Aplicación de torque**

6. Finalmente se procedió a frenar y asegurar los componentes con la ayuda de un entorchador y alambre de frenado N° 0.25.



**Figura 50 Frenado**

### **3.4.3 Inspección del tapón de drenaje del carburador**

1. Para realizar la inspección del drain plug del carburador primero se debe colocar la válvula selectora en la posición OFF para evitar que el combustible se derrame, con la válvula cerrada se procedió a retirar el alambre de frenado y con una llave mixta 9/16 se aflojo el drain plug de su base.



**Figura 51 Remoción del tapón**

2. Con el tapón afuera se realizó la inspección interna del orificio verificando que no haya residuos de sellante en los hilos de la rosca y posterior a esto se hizo un lavado de la cámara del flotador mediante la activación de la válvula selectora por un lapso de tiempo de 25 a 30 segundos, observando que salgan todas las impurezas en a través del orificio de drenaje



**Figura 52 Enjuague de la cámara**

3. Después de realizar la limpieza se debe realizar un segundo lavado y el combustible drenado se debe almacenar para una inspección posterior, esto se lo realiza con el fin de garantizar que no haya partículas presentes y comprobar que el suministro de combustible del carburador se encuentre limpio y libre de impurezas. Después de realizar el enjuague se aplicó sellante en los hilos del drain plug y se procedió a colocar en su respectivo orificio.



**Figura 53 Aplicación de sellante**

4. Para ajustar el drain plug se aplico lo establecido por el manual, lo cual es de 1-1/2 a 2 vueltas para evitar el daño de los filamentos de la rosca y de su estructura, además se debe asegurar con alambre de frenado para evitar que se afloje y ocasione daños posteriores.



**Figura 54 Aseguramiento del drain plug**

### **3.5 Comprobación componentes del sistema de combustible**

Para la verificación de todo el sistema de combustible se procedió inspeccionar cada uno de los componentes, revisando que los indicadores y transmisores señalen en cabina la cantidad total de combustible. Debido al tiempo inoperativo de la aeronave los instrumentos no operaban correctamente, por lo que se procedió a realizar la remoción e instalación de equipos nuevos y funcionales.

#### **3.5.1 Remoción/instalación de transmisores de cantidad.**

1. Como primer paso se procedió desconectar el suministro de energía eléctrica y posterior a eso, se realizo el respectivo drenaje y almacenamiento del combustible de los tanques. Con la ayuda de un destornillador estrella se removi6 paneles que dan el acceso a los transmisores de cantidad para proceder a retirarlos.



**Figura 55 Remoción de paneles**

2. Antes de desmontar el transmisor de su base, se desconecto el cable de la carga eléctrica y el cable de tierra, esto con el fin de evitar daños al sistema eléctrico de la aeronave o algún componente. Para realizar la remoción se aflojo los cinco tornillos de sujeción con un destornillador estrella y cuidadosamente sin doblar el brazo del flotador se retiro el transmisor del tanque.



**Figura 56 Transmisores de cantidad**

3. Para instalar el nuevo transmisor se limpio la superficie y se coloco nuevos empaques, alrededor de la abertura del tanque de combustible y debajo de la cabeza de los tornillos para evitar que se generen fugas a través del asiento del transmisor, después se procedió a asegurar las respectivas tuercas y tornillos tomando en cuenta los torques especificados por la guía de instalación. En La tuerca que sujeta el cable de alimentación de energía se aplico un torque de 20 inch-pounds y a los tornillos del panel se los apretó uniformemente de manera que queden seguros y fijos.



**Figura 57 transmisores de cantidad**

4. Al finalizar la remoción e instalación se cargo la aeronave con combustible para realizar el chequeo en cabina. Para esto se desarrollo un encendido en tierra verificando de esta manera que las lecturas de cantidad de combustible sean las correctas y asegurando que el indicador de presión de aceite este funcionando correctamente.



**Figura 58 Transmisores de cantidad**

### **3.5.2 Remoción/instalación de indicadores en cabina.**

1. Para realizar la remoción e instalación de los indicadores en cabina primero se procedió a desconectar la energía eléctrica de la aeronave para evitar algún riesgo eléctrico y después se señalo cada uno de los cables de los indicadores para poder removerlos y evitar inconvenientes posteriores en la instalación.



**Figura 59 Remoción de indicadores**

2. Se retiró el conjunto del panel de instrumentos, y se procedió a retirar los tornillos del indicador para poder extraerlo de su placa de soporte



**Figura 60 Remoción de ferretería**

3. Después de extraer el indicador antiguo se instaló el nuevo instrumento en su respectivo soporte de aluminio y se lo ajustó con sus tornillos de manera cuidadosa, evitando manipular la aguja indicadora y embobinados internos del instrumento.



**Figura 61 Instalación de indicador**

4. Tomando en cuenta el diagrama de cableado y la guía de instalación la cual nos indico la posición correcta de cada uno de los cables se procedió a colocar cuidadosamente las arandelas y tuercas en los espárragos de los instrumentos.



**Figura 62 Transmisores de cantidad**

5. Con los cables instalados en los espárragos, se realizo la instalación y aseguramiento de los instrumentos en el panel para su respectivo chequeo operacional.



**Figura 63 Instalación de indicadores**

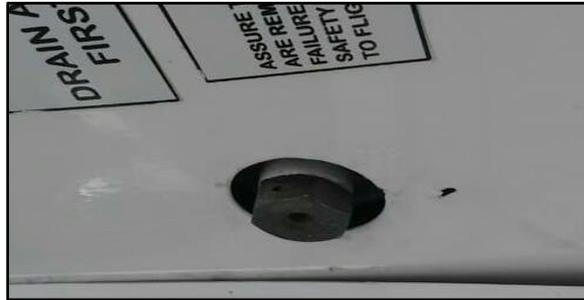
### **3.5.3 Remoción/instalación de drenes de combustible.**

1. Para la remoción e instalación de los drenes de combustible se procedió a drenar el combustible de los depósitos y con un dado 5/8 se aflojo los drenes localizados debajo de cada ala. Al remover los componentes se pudo evidenciar que se encontraban deteriorados y con corrosión, y no desempeñaban su correcto funcionamiento.



**Figura 64 Drenes deteriorados**

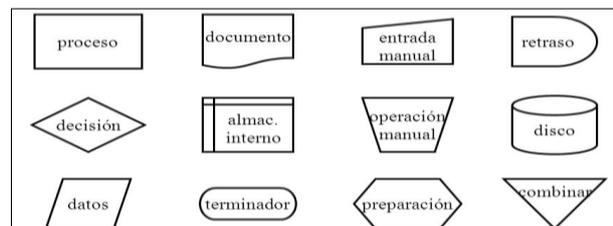
2. Se adquirió drenes operativos y se instaló en la aeronave teniendo cuidado de no aislar los filamentos de los drenes y de los orificios, se verificó que el o-ring esté correctamente y se ajustó cada uno teniendo en cuenta de no aplicar un sobre fuerza que los hilos roscados.



**Figura 65 Instalación de drenes**

### 3.6 Simbología en diagramas de flujo de análisis

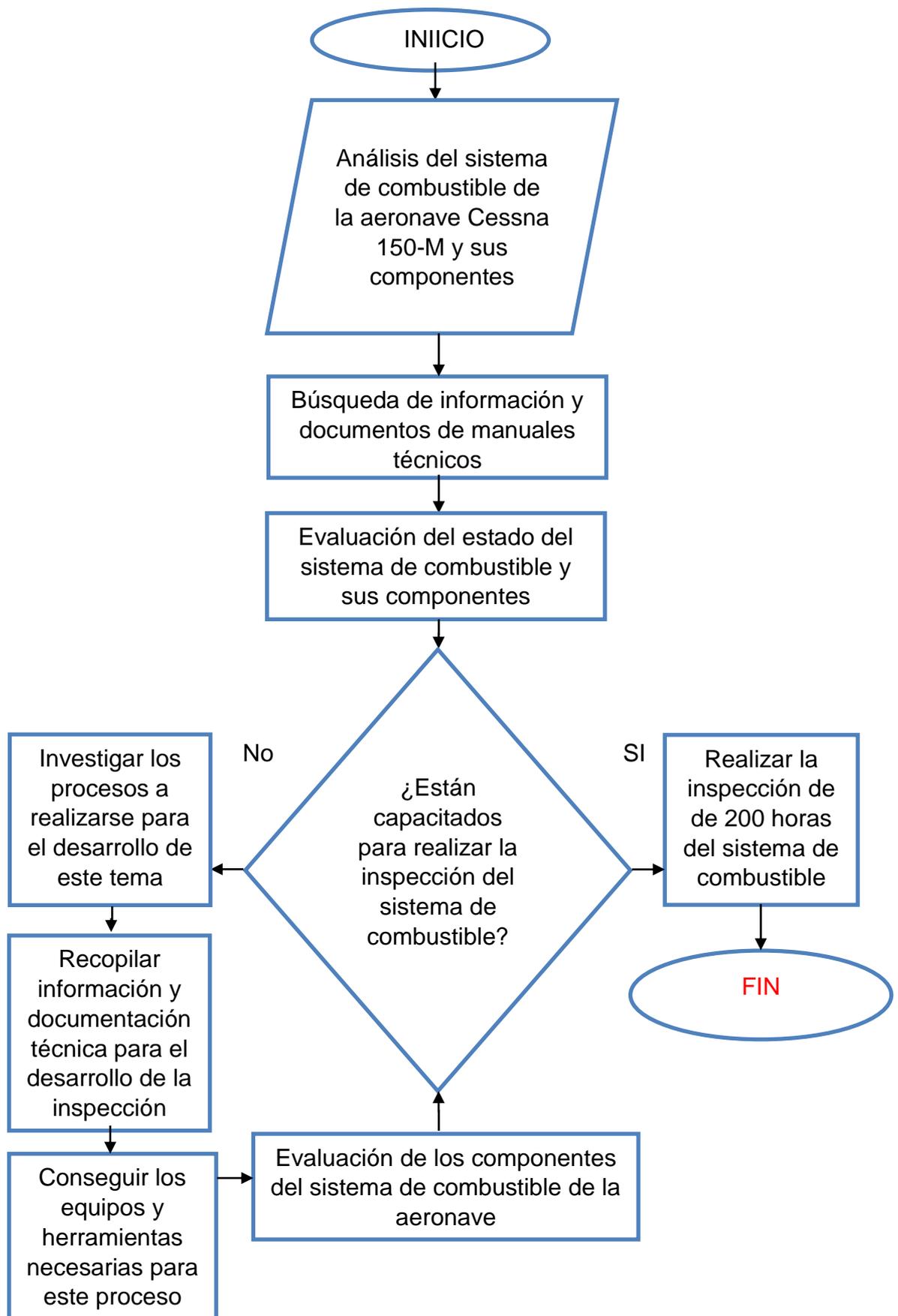
Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso se representa por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso. (wordpress, 2012)



**Figura 66 Símbolos en diagramas de flujo**

Fuente: (wordpress, 2012)

### 3.6 Diagrama de flujo de análisis de tema



### 3.7 Presupuesto

El presupuesto presentado en el anteproyecto era un presupuesto con valores promedios que rodeaba los 2000 USD y no eran valores fijos, pero durante todo el tiempo en el que se desarrolló el proyecto se llegó al valor total.

#### 3.7.1 Análisis de costos

Para el desarrollo de la inspección de 200 horas del sistema de combustible de la aeronave Cessna 150-M, se detallan a continuación los costos primarios y secundarios.

##### Costos primarios

- Insumos de ferretería
- Indicadores y medidores de combustible
- Combustible

##### Costos secundarios

- Trámites de legalización
- Elaboración de textos
- Insumos
- Varios (Materiales y herramientas)

#### 3.7.1.1 Costos primarios

**Tabla 1**

##### Total de costos primarios

N°	Detalle	Valor total
11	Insumos de ferretería	100
17	Indicadores y medidores de combustible	1000
22	Combustible	400
	<b>TOTAL</b>	1500

Elaborado por: kleber Isaac Inchiglema Guamán

### 3.7.1.2 Costos secundarios

**Tabla 2**

#### **Total de costos secundarios**

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor total (USD)</b>
1	Trámites de solicitudes de graduación	50
2	Elaboración de textos	100
4	Varios	350
	<b>TOTAL</b>	500

Elaborado por: Kleber Isaac Inchiglema Guaman

### 3.7.2 Costo total del proyecto de grado

**Tabla 3**

#### **Total costo del proyecto**

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor total (USD)</b>
1	Gastos primarios	1500
2	Gastos secundarios	500
	<b>TOTAL</b>	2000

Elaborado por: Kleber Isaac Inchiglema Guamán

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Con la ayuda de información técnica y de los conocimientos adquiridos se logró de manera satisfactoria el desarrollo de la inspección de 200 horas del sistema de combustible de la aeronave CESSNA 150-M cumpliendo de esta manera con la planificación y objetivos establecidos.
- Al ser una aeronave pequeña, las tareas de inspección se pudieron efectuar de manera correcta y con gran facilidad, acatando cada uno de los ítems propuestos por los documentos del fabricante.
- Se obtuvo toda la información técnica y legal, además de las herramientas y equipos, logrando de esta manera brindar a la institución un equipo operativo y completo.

#### 4.2 Recomendaciones

- Revisar y recopilar toda información técnica de la aeronave para que no haya problemas al momento de desarrollar cualquier tarea de mantenimiento o manipulación de algún sistema, para efectuar las tareas técnicamente con el conocimiento previo.
- Si algún paso o procedimiento no está entendido, consultar con el tutor, esto con el fin de evitar posibles daños de algún componente o sistema.
- Al manipular combustible o cualquier otra sustancia que su composición sea química, tomar las medidas de seguridad adecuadas, siempre teniendo en cuenta la seguridad propia, y de las personas que están alrededor.

## GLOSARIO

**Transmisor de flujo de combustible:** Un dispositivo en la línea de combustible entre la bomba de combustible y el carburador, el cual mide la tasa de flujo del combustible.

**Dipstick:** También llamada varilla graduada, es un medidor, en forma de una barra delgada de metal, solida la cual mide el nivel de líquido en un depósito.

**TEL:** Tetraethyl lead, es un líquido pesado, aceitoso, que se mezcla con la gasolina de aviación para aumentar su presión y temperatura.

**Queroseno:** Un líquido de hidrocarburo ligero, casi incoloro obtenido del petróleo crudo a través de la destilación.

**Válvula de mariposa:** Es una válvula plana en forma de disco utilizada para controlar el flujo de fluido en una tubería o tubo redondo

**Vaporizar:** El cambio de un líquido a vapor.

**Viscosidad:** La resistencia de un fluido a fluir. La viscosidad se refiere a la "rigidez" del fluido, o su fricción interna.

**Bomba de impulsión:** Una bomba centrífuga accionada eléctricamente montada en el fondo de los tanques de combustible.

**Bloqueo de vapor:** Una condición en la cual los vapores se forman en las líneas de combustible y bloquean el flujo al carburador.

## ABREVIATURA

**ATC:** Air Traffic Control (controlador de tráfico aéreo)

**IFR:** Instrument Flight Rules (reglas de vuelo instrumental)

**DME:** Distance Measure Equipment (equipo medidor de distancia)

**APU:** Auxilliary Power Unit (unidad de potencia auxiliar)

**GPS:** Global Position System (sistema de localización universal)

**DGAC:** Dirección General de Aviación Civil

**EPP:** Equipos de Protección Personal

**ADF:** Automatic Direccional Finder( buscador de dirección automático)

**A&P:** Aircraft and Powerplant (motor y planeador)

**EGT:** Exhaust Gas Temperature(temperatura de gases de escape)

**CHT:** Cylinder Head Temperature (temperatura de la cabeza del cilindro)

**RPM:** Revoluciones Por Minuto

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

**AMM:** Aircraft Maintenance Manual (manual de mantenimiento de la aeronave)

**TC:** Type Certificate (certificado tipo)

**STC:** Supplemental Type Certificate (certificado tipo suplementario)

**S/B:** Service Bulletin (boletín de servicio)

**A/D:** Directiva de Aeronavegabilidad

**VHF:** Very High Frequency( muy alta frecuencia)

**IAS:** Indicated Airspeed (velocidad aérea indicada)

**ICAO:**International Civil Aeronautical Organization (Organización Aeronáutica Civil Internacional)

**FAA:** Federal Aviation Administration (administración federal de aviación civil)

## BIBLIOGRAFÍA

### Manuales

- federal aviation administration. (2012). aircraft maintenance technician handbook, CHAPTER 14. EE.UU: U.S Departament of Transportation.
- federal Aviation Administration. (2012). AMT AIRFRAME VOL.2. En F. A. Administration, AVIATION MAINTENANCE TECHNICIAN HANDBOOK-AIRFRAME VOL.2 (págs. 14-2,14-61). EE.UU: U.S DEPARTMENT OF TRANSPORTATION.
- COMPANY, C. A. (1990). Cessna 150 1969-1976 MM. En C. A. COMPANY, MANUAL DE SERVICIO (págs. 12-1,12-8). EE.UU: CESSNA AIRCRAFT COMPANY INC.

### Internet

- ECURED CONOCIMIENTO CON TODOS Y PARA TODOS. (DOMINGO de JULIO de 2018). Obtenido de ECURED CONOCIMIENTO CON TODOS Y PARA TODOS: [https://www.ecured.cu/Cessna\\_150](https://www.ecured.cu/Cessna_150)
- markheggaircraft. (s.f.). Recuperado el 27 de Junio de 2017, de markheggaircraft: <https://www.markheggaircraft.com/1976-cessna-150m-specs.html>
- wordpress. (octubre de 2012). Recuperado el 23 de Julio de 2017, de <https://administrativas.wordpress.com/2012/10/08/flujograma-y-diagrama-de-flujo-de-datos/>

# ANEXOS

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

**ANEXO A:** “Manual de servicio de la aeronave Cessna 150-M, sección 12, Sistema de combustible”

**ANEXO B:** “Catálogo ilustrado de partes de la aeronave Cessna 150-m figura 76, instalación del sistema de combustible””

**ANEXO C:** “Guía de instalación de indicadores y transmisores de cantidad de combustible”

## ANEXO A:

### “MANUAL DE SERVICIO DE LA AERONAVE CESSNA 150-M, SECCION 12”

- g. Service and install the induction air filter.
- h. Remove dehydrator plugs and spark plugs or plugs installed in spark plug holes and rotate propeller by hand several revolutions to clear corrosion-preventive mixture from cylinders.
- i. Clean, gap, and install spark plugs. Torque plugs to the value listed in Section 11.
- j. Check fuel strainer. Remove and clean filter screen. Check fuel tanks and fuel lines for moisture and sediment, and drain enough fuel to eliminate.
- k. Perform a thorough pre-flight inspection, then start and warm-up engine.
- l. Thoroughly clean aircraft and flight test aircraft.

#### 2-16. SERVICING.

2-17. Servicing requirements are shown in figure 2-4. The following paragraphs supplement this figure by adding details not included in the figure.

2-18. FUEL. Fuel tanks should be filled immediately after flight to lessen moisture condensation. Tank capacities are listed in Section 1. The recommended fuel grade to be used is given in figure 2-4.

2-19. FUEL DRAINS are located in the fuel tanks, fuel line, fuel strainer, and carburetor. Drain plugs are installed in the fuel tanks, fuel line forward of ON-OFF valve, and carburetor. The strainer drain valve is an integral part of the fuel strainer assembly. The strainer drain is equipped with a control which is located adjacent to the oil dipstick. Access to the control is through the oil dipstick access door. Remove drain plugs and open strainer drain at the intervals specified in figure 2-4. Also, during daily inspection of the fuel strainer, if water is found in the fuel strainer, there is a possibility that the wing tank sumps or fuel line contain water. Therefore, all fuel drain plugs should be removed and all water drained from the system. To activate drain valve for fuel sampling, place cup up to valve and depress valve with rod protruding from cup. See figure 12-3.

2-20. CARBURETOR DRAIN PLUG INSPECTION. In order to prevent the possibility of thread sealant contamination in the carburetor float chamber, cleaning and inspection of the carburetor should be accomplished at each 100-hour inspection and anytime water in the fuel is suspected.

- a. With the fuel valve OFF, remove carburetor drain plug and clean off any sealant present on the end of the plug or in the threads on the plug.
- b. Inspect drain plug hole in the carburetor and remove any sealant remaining in the hole.
- c. Turn fuel valve to ON to flush float chamber and drain plug chamber while probing drain plug hole to ascertain that all residue of sealant material is dislodged and washed out of the chamber. Flushing operation should last 15 to 30 seconds.
- d. A second flushing should then be accomplished and the drained fuel retained for inspection to insure that no sealant particles are present.
- e. Install drain plug as follows:
  - 1. Install drain plug in carburetor 1-1/2 to 2 turns.
  - 2. Apply sealant to drain plug threads (use

NS-40 (RAS-4) or equivalent).

- 3. Tighten and safety drain plug.

f. Turn fuel valve ON and inspect for evidence of fuel leakage.

2-21. ENGINE OIL. Check engine lubricating oil with the oil dipstick five to ten minutes after the engine has been stopped. Engine oil should be drained while the engine is still hot so that more positive draining is obtained. Refer to the inspection charts for required intervals for oil and filter changes. Change oil every 6 months even though less than the specified hours have accumulated. Reduce these periods for prolonged operation in dusty areas, in cold climate where sludging conditions exist, or where short flights and long idle periods are encountered, which cause sludging conditions. Always change oil and install a new filter element or clean screens whenever oil on dipstick appears dirty.

#### NOTE

On aircraft equipped with an oil cooler, drain oil cooler at each oil change period. When oil cooler is drained and after the first engine run-up, check oil with dipstick and add oil as required to bring oil in the sump to the desired level.

Oil capacity is six quarts total with a normal operating capacity of five quarts for flights of less than three hours. For extended flight, fill to the six quart level on the dipstick. DO NOT operate with less than the minimum for flight quantity of four quarts. If the engine is equipped with an external oil filter, an additional quart of oil is required when the filter element is changed. When adding or changing engine oil, use aviation grade oil in accordance with figure 2-4.

#### NOTE

New or newly-overhauled engines should be operated on aviation grade straight mineral oil until the first oil change. If an ashless dispersant oil is used in a new or newly-overhauled engine, high oil consumption may be experienced. The anti-friction additives in ashless dispersant oils will retard "break-in" of the piston, rings and cylinder walls. This condition can be avoided by the use of straight mineral oil. The aircraft is delivered from Cessna with a Corrosion Preventive Aircraft Engine Oil (MIL-C-6529, Type II, RUST BAN). If oil must be added during the first 25 hours, use only aviation grade straight mineral oil (non-detergent) conforming to Specification No. MIL-L-6082. After the first 25 hours of operation, drain engine oil sump and clean both the oil suction strainer and oil pressure screen. If an optional oil filter is installed, change filter element at this time. Refill sump with straight mineral oil (non-detergent) and use until a total of 50 hours have accumulated or oil consumption has stabilized, then change to ashless dispersant oil, conforming with Continental Motors Specification MMS-24

## SECTION 12

### FUEL SYSTEM

TABLE OF CONTENTS	Page
FUEL SYSTEM . . . . .	12-1
Description . . . . .	12-1
Precautions . . . . .	12-1
Trouble Shooting . . . . .	12-2
Fuel Tanks . . . . .	12-7
Description . . . . .	12-7
Removal and Installation . . . . .	12-7
Fuel Quantity Transmitters . . . . .	12-7
Fuel Vents . . . . .	12-7
Description . . . . .	12-7
Checking . . . . .	12-7
Fuel Shut-Off Valve . . . . .	12-7
Description . . . . .	12-7
Removal and Installation . . . . .	12-7
Fuel Strainer . . . . .	12-7
Description . . . . .	12-7
Disassembly and Assembly . . . . .	12-7
Priming System . . . . .	12-8
Description . . . . .	12-8
Removal and Installation . . . . .	12-8

#### 12-1. FUEL SYSTEM.

12-2. DESCRIPTION. Fuel is gravity-fed from the metal wing tanks, through a shut-off valve and a fuel strainer, to the carburetor. Positive ventilation is provided by a vent line and check valve assembly located in the left wing tank and a crossover line connecting the two tanks together. The vent line from the check valve assembly extends overboard through the lower wing skin adjacent to the left wing strut. A fuel line drain is located between the shut-off valve and the strainer.

#### 12-3. PRECAUTIONS.

##### NOTE

There are certain general precautions and rules concerning the fuel system which should be observed when performing the operations and procedures in this section. These are as follows:

- a. During all fueling, defueling, tank purging, and tank repairing or disassembly, ground the aircraft

to a suitable ground stake.

- b. Residual fuel draining from lines and hose constitutes a fire hazard. Use caution to prevent the accumulation of fuel when lines or hose are disconnected.

- c. Cap open lines and cover connections to prevent thread damage and the entrance of foreign matter.

##### NOTE

Throughout the aircraft fuel system, from the tanks to the carburetor, use NS-40 (RAS-4) (Snap-On-Tools Corp., Kenosha, Wisconsin), MIL-T-5544 (Thread Compound Antiseize, Graphite Petrolatum), USP Petrolatum or engine oil as a thread lubricator or to seal a leaking connection. Apply sparingly to male threads only, omitting the first two threads, exercising extreme caution to avoid "stringing" sealer across the end of the fitting. Always ensure that a compound, the residue from a previously used compound, or any other foreign material cannot enter the system.

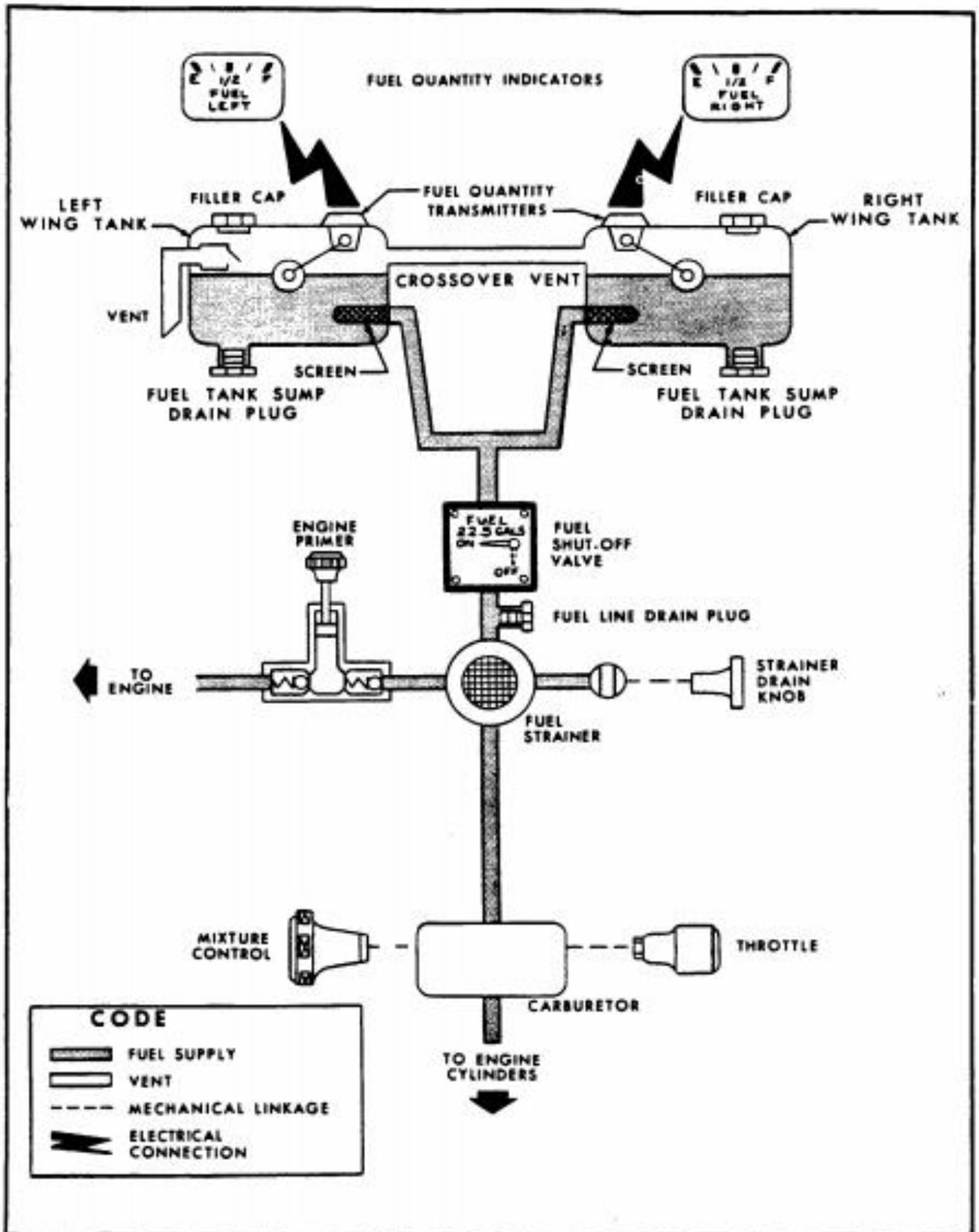


Figure 12-1. Fuel System Schematic

## 12-5. FUEL TANKS.

12-6. DESCRIPTION. A rigid metal tank is installed in the inboard panel of each wing. Sump drain plugs, one in each tank, are provided for draining trapped water and sediment.

### 12-7. REMOVAL AND INSTALLATION.

- a. Remove sump drain plug and drain fuel from applicable tank. (Observe precautions in paragraph 12-3.)
- b. Remove fuel tank cover by removing attaching screws.
- c. Remove wing root fairings.
- d. Disconnect and plug or cap all fuel and vent lines from tank. Remove fittings as necessary for clearance when removing tank.
- e. Disconnect electrical lead and ground strap from fuel quantity transmitter.
- f. Disconnect straps securing fuel tank and remove tank. Use care to avoid damage to protruding fittings and hose connections when removing the tank.
- g. To install tank, reverse the preceding steps. Be sure grounding is secure in accordance with figure 12-3.

12-8. FUEL QUANTITY TRANSMITTERS. Fuel quantity transmitters are installed in the top of fuel tanks. A complete description, along with procedures for removal, installation and adjustment are contained in Section 15.

## 12-9. FUEL VENTS.

12-10. DESCRIPTION. A vent line is installed in the outboard end of the left fuel tank and extends overboard down through the lower wing skin. The inboard end of the vent line extends into the fuel tank, then forward and slightly upward. A vent valve is installed on the inboard end of the vent line inside the fuel tank, and a crossover vent line connects the two tanks for positive ventilation.

12-11. CHECKING. Field experience has demonstrated that the fuel vent can become plugged, with possible fuel starvation of the engine or collapse of the fuel tanks. Also, the bleed hole in the vent valve assembly could possibly become plugged, allowing pressure from expanding fuel to pressurize the tanks. The following procedure may be used to check the vent and bleed hole in the valve assembly.

- a. Attach a rubber tube to the end of vent line beneath the wing.
- b. Blow into tube to slightly pressurize the tanks. If air can be blown into tanks, vent line is open.
- c. After tank is slightly pressurized, insert end of rubber tube into a container of water and watch for a continuous stream of bubbles, which indicates the bleed hole in valve assembly is open and relieving pressure.
- d. After completion of step "c", blow into tube again to slightly pressurize the tank, and loosen, but do not remove filler cap on opposite wing to check tank crossover line. If pressure escapes from filler cap, crossover line is open.

## NOTE

Remember that a plugged vent line or bleed hole can cause either fuel starvation and collapsing of fuel tanks or the pressurization of tanks by fuel expansion.

- e. Any fuel vent found plugged or restricted must be corrected prior to returning aircraft to service.

## NOTE

The fuel vent line protruding beneath the wing near the wing strut must be correctly aligned to avoid possible icing of the vent tube. Dimensions are shown in figure 12-4.

## 12-12. FUEL SHUT-OFF VALVE. (See figure 12-2.)

12-13. DESCRIPTION. The fuel shut-off valve is a two-position ON-OFF valve, located in the floor area between the pilot and copilot positions. Thru 1972 Models, the handle is safetied to the lower mounting bolt. Beginning with 1973 Models, the handle is safetied to a bolt, located in the floorboard. The handle is safetied in the "ON" position with .018" diameter mild steel wire (tag wire), which will break easily if the handle must be turned OFF in an emergency. It is recommended that the valve be replaced and not repaired.

### 12-14. REMOVAL AND INSTALLATION.

- a. Completely drain all fuel from wing tanks, fuel lines, strainer, and shut-off valve. (Observe the precautions in paragraph 12-3.)
- b. Remove shut-off valve handle.
- c. Remove copilot's seat and access plate under seat.
- d. Disconnect and cap all fuel lines at shut-off valve.
- e. Remove bolts attaching shut-off valve and remove valve.
- f. Reverse the preceding steps for installation. Safety wire valve handle in "ON" position.

## 12-15. FUEL STRAINER. (See figure 12-5.)

12-16. DESCRIPTION. The fuel strainer is mounted at the firewall in the lower engine compartment. The strainer is equipped with a quick-drain valve which provides a means of draining trapped water and sediment from the fuel system. The quick-drain control is located adjacent to the oil dipstick and is accessible through the oil dipstick door.

## NOTE

The fuel strainer can be disassembled, cleaned and reassembled without removing the assembly from the aircraft. (Refer to paragraph 14-20.)

### 12-17. DISASSEMBLY AND ASSEMBLY. (See figure 12-5.)

- a. Remove drain tube, safety wire, nut and washer at bottom of filter bowl, and remove bowl.
- b. Carefully unscrew standpipe and remove.
- c. Remove filter screen and gasket. Wash filter screen and bowl with solvent (Federal Specification

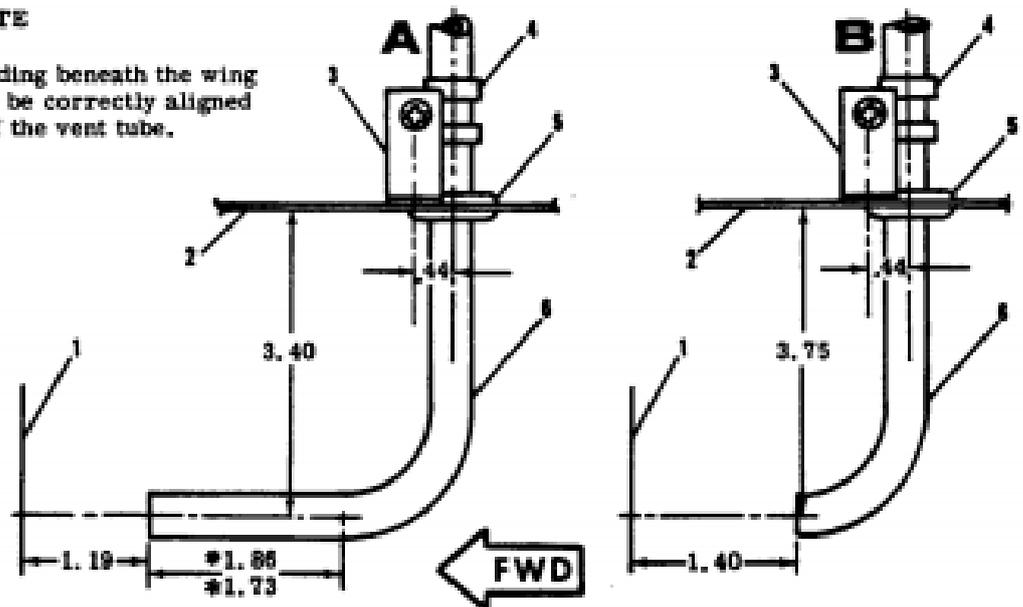
**NOTE**

The fuel vent line protruding beneath the wing near the wing strut must be correctly aligned to avoid possible icing of the vent tube.

**A** 150 AND F150

**B** A150 AND FA150

1. Wing Strut
2. Wing Skin
3. Bracket
4. Clamp
5. Grommet
6. Vent Tube



\* PRIOR TO SERIAL NO. 15067851  
PRIOR TO SERIAL NO. F150-0360

\* SERIAL NO. 15067851 AND ALL SERVICE PARTS  
SERIAL NO. F150-0360 AND ALL SERVICE PARTS

VENT LINE MUST BE PARALLEL TO WING CHORD LINE. TOLERANCE UP 5°, DOWN 0°.

Figure 12-4. Fuel Vent Location

P-S-661, or equivalent) and dry with compressed air.

d. Using a new gasket between filter screen and top assembly, install screen and standpipe. Tighten standpipe only finger tight.

e. Using all new O-rings, install bowl. Note that step-washer at bottom of bowl is installed so that step seats against O-ring.

f. Turn shut-off valve to "ON" position, check for leaks and proper operation.

g. Torque bottom nut (15) to 25-30 lb-in., and safety wire to top assembly of strainer. Wire must have right-hand wrap, at least 45 degrees.

h. Connect drain tube.

12-18. PRIMING SYSTEM. (See figure 12-2.)

12-19. DESCRIPTION. The priming system is comprised of a manually-operated primer located on the instrument panel, and a line from the primer to the

intake manifold. Operation of the plunger forces fuel directly into the engine intake manifold.

12-20. REMOVAL AND INSTALLATION.

a. Disconnect and cap all lines at primer.

b. Unscrew knurled nut and remove plunger from pump body.

c. Remove pump body from instrument panel.

**NOTE**

Visually inspect primer lines for crushed, kinked, or broken condition. Ensure proper clamping to prevent fatigue due to vibration and chafing.

d. Prior to installing a primer, check for proper pumping action and positive fuel shut-off in the locked position.

e. Reverse preceding steps for installation.

## SHOP NOTES:



**ANEXO C:**  
**“GUIA DE INSTALACIÓN DE TRANSMISORES E INDICADORES DE  
COMBUSTIBLE”**

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

**NOMBRE:** Kleber Isaac Inchiglema Guamán

**NACIONALIDAD:** Ecuatoriana

**FECHA DE NACIMIENTO:** 03 de Abril de 1996

**CÉDULA DE CIUDADANÍA:** 160060355-7

**TELÉFONOS:** 0995009920 - 032530562

**CORREO ELECTRÓNICO:** kleberisaac96@hotmail.es

**DIRECCIÓN:** Puyo-Pastaza, Ecuador



### ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIA:** Escuela “José Garcés Pérez” – Pastaza, Ecuador

**SECUNDARIA:** Instituto Tecnológico Superior “Francisco de Orellana” –  
Pastaza, Ecuador

**SUPERIOR:** Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE

### TÍTULOS OBTENIDOS

Bachillerato en Electromecánica Automotriz

Tecnología en Mecánica Aeronáutica - Mención Motores

### EXPERIENCIA LABORAL O PRÁCTICAS PRE-PROFESIONALES

**EMPRESA:** Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE (80 H)

**EMPRESA:** Aerofumigadora Fumi Oro– Machala (160 H)

**EMPRESA:** Aerofumigadora Avimaq - Machala (200 H)

**EMPRESA:** Aeromorona – Macas (200 H)

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE  
RESPONSABILIZA EL AUTOR

---

KLEBER ISAAC INCHIGLEMA GUAMAN  
C.C. 160060355-7

DIRECTOR DE CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

---

ING. BAUTISTA ZURITA RODRIGO CRISTOBAL

Latacunga, 15 de Febrero del 2019

## **SESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, **KLEBER ISAAC INCHIGLEMA GUAMAN**, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, en el año de 2018, con Cédula de Ciudadanía No. 160060355-7, autora del trabajo de Graduación **“INSPECCIÓN DE 200 HORAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LA AERONAVE CESSNA 150-M PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGIAS 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 sesión de propiedad intelectual.

**KLEBER ISAAC INCHIGLEMA GUAMAN**

Latacunga, 15 de Febrero del 2019