



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

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

**TEMA: INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y ADMISIÓN DE AIRE DEL MOTOR
CONTINENTAL O200-M DEL AERONAVE CESSNA 150M CON MATRÍCULA N2919V PERTENECIENTE A
LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE**

AUTOR: SOTO ALMEIDA STEVEN GABRIEL

Objetivo

- Inspeccionar del sistema de refrigeración y admisión de aire del motor continental O200-M de la aeronave Cessna 150-M con matrícula N2919V mediante manuales e información técnica para la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE.

Historia del Avión CESSNA 150M con matrícula N2919V

- Se ha encontrado inoperativo por un buen tiempo a causa de que su ciclo de vida expiro, dicho avión se ha encontrado en la plataforma de Amazonas Air ubicada dentro del Aeropuerto Rio Amazonas.



Figura 1 Avión CESSNA 150M N2919V inoperativo

Información general del Avión CESSNA 150M N2919V

- El Cessna 150 es un avión biplaza de propósito general equipado con tren de aterrizaje fijo en triciclo y ala alta, diseñado originalmente para labores de entrenamiento, turismo y uso personal (Göde, 2016)



Figura 2 Avión CESSNA 150

FUENTE: (Göde, 2016)

Especificaciones del Cessna 150M

- **Fabricante:** Cessna
- **Modelo:** Cessna 150M
- **Año de construcción:** 1977
- **Tipo de aeronave:** Utilitario de ala fija
- **Número de motores:** 1
- **Tipo de motor:** Reciproco
- **Planta motriz:** 1× motor de cuatro cilindros opuestos refrigerado por aire Continental O-200A.
- **Dimensiones:** Envergadura 10,16 m (33 ft 33 in), longitud 7,54 m (24 ft 73 in), altura 2,6 m (8 ft 53 in).
- **Rendimiento:**
- Velocidad Crucero (V_c): 152 km/h (94 MPH; 82 kt),
- Velocidad Pérdida (V_s): 78 km/h (48 MPH; 42 kt),
- Velocidad Máx. (V_{no}): 261 kilómetro por hora (141 kt).
- **Peso:**
- Peso Vacío: 1111 lb (504 kg),
- Peso Máx. Despegue: 1600 lb (730 kg).
- **Capacidad:** 2 personas como tripulación de vuelo.
- **Producción:** En los Estados Unidos

se construyeron 22138 unidades del Cessna 150 (21404 del Commuter y 734 del Aerobat).

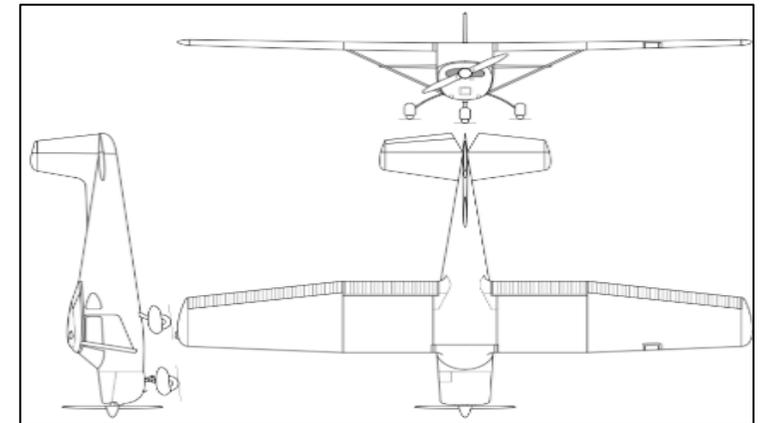


Figura 3 Dimensiones del avión CESSNA 150M

Fuente: (Göde, 2016)

Funcionamiento del motor recíproco (alternativo)

- Se sabe que la aviación comenzó por medio de los motores de cilindros y pistones, también conocidos como motores alternativos o motores recíprocos.
- Existen diversos métodos de propulsión hasta hoy en día, los motores de combustión interna (motores alternativos) permitieron el desarrollo de una propulsión constante y son operados principalmente por gasolina.

Motores recíproco de cilindros opuestos

- Los motores de cilindros opuestos tienen 2 bancadas para los cilindros que están ubicados en los lados del cárter. Estos motores pueden ser refrigerados por líquido o por aire, pero hoy en día son refrigerados por medio de aire debido a que no implica mayor peso por líquidos, afectando su peso y balance.



Figura 4 Motor recíproco de cilindros opuestos

Fuente: (Wikipedia, 2018)

Composición de los motores recíprocos

- **Culata (Cylinder head):** La culata es la parte superior del motor, donde se encuentran las aletas de refrigeración y en la cual van roscadas las bujías y van acopladas las válvulas.
- **Bujía (Spark plug):** Es la encargada de generar la chispa para incendiar la mezcla.
- **Pistón (Piston):** El émbolo o pistón tiene forma de vaso invertido y se mueve por dentro del cilindro.
- **Cuerpo (Crankcase):** Es el soporte del conjunto de cilindros y del cigüeñal.
- **Cigüeñal (Crankshaft):** El cigüeñal es el responsable de transformar el movimiento alternativo de los pistones en movimiento rotativo.



Figura 5 Motor recíproco

Ventajas y desventajas del motor recíproco de cilindros opuestos

- La ventaja de estos tipos de motores con cilindros en oposición es que tienen una altura menor y el centro de gravedad
- La principal desventaja de los motores de cilindros en oposición es su mayor costo de desarrollo y fabricación



Sistema de enfriamiento del motor

- El calor excesivo es siempre indeseable tanto en los motores de recíprocos como en los de turbina.



Figura 6 Motor enfriado por líquido

Refrigeración de un motor recíproco (alternativo)

- Un motor de combustión interna es una máquina térmica que convierte la energía química en el combustible en energía mecánica en el cigüeñal.
- **Refrigeración por agua**

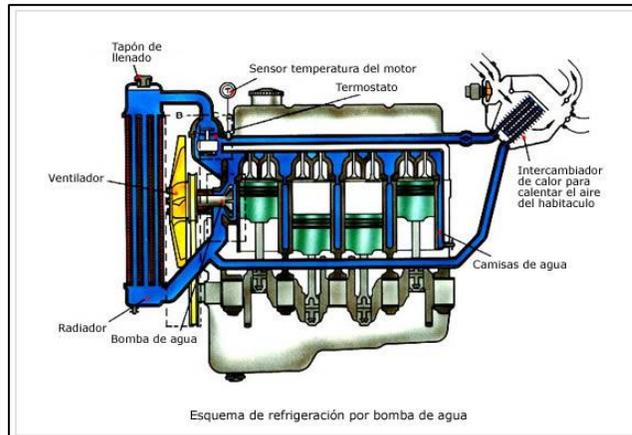


Figura 7 Refrigeración por agua (Ya no se utiliza hoy en día)

Refrigeración por aire

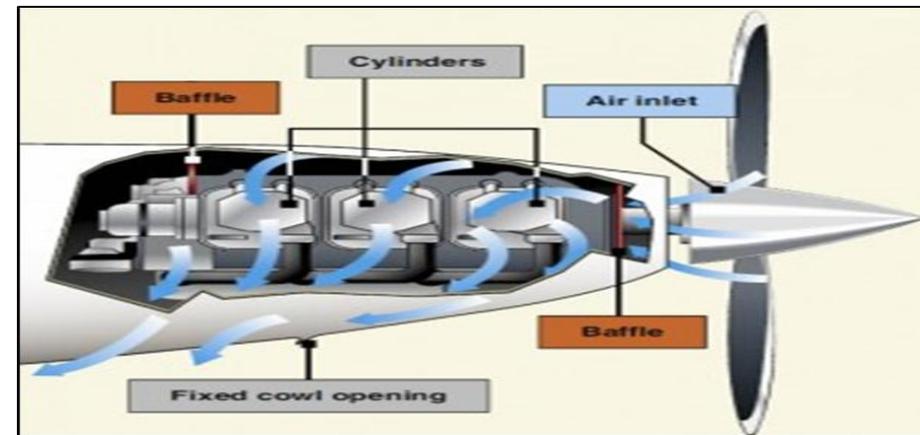


Figura 8 Refrigeración por aire

Importancia de una buena refrigeración

- Pérdida de potencia.
- Consumo excesivo de aceite.
- Se debilita y acorta la vida útil de las piezas del motor.
- Problemas de detonación.
- Daños en el cilindro, pistón y válvulas.
- Gripado del motor.
- Afecta el comportamiento de la combustión de la carga de combustible / aire.



Figura 9 Síntomas de un motor gripado

Regulador del flujo de aire de refrigeración

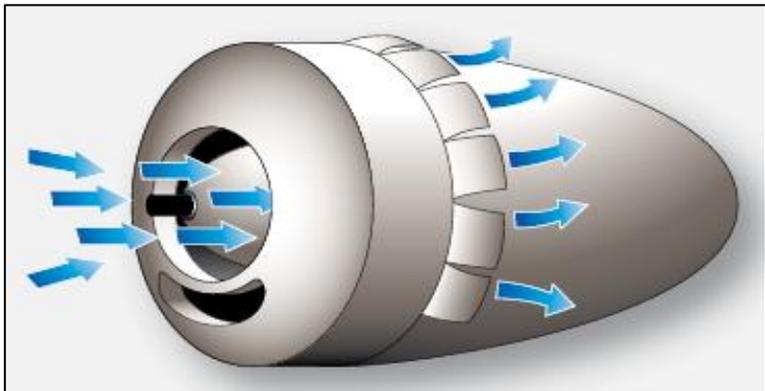


Figura 10 Regulación del flujo de aire de refrigeración

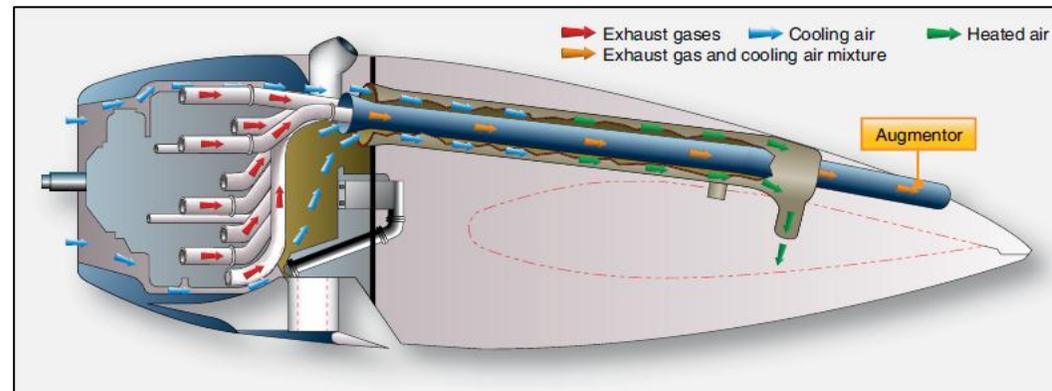


Figura 11 Augmentor

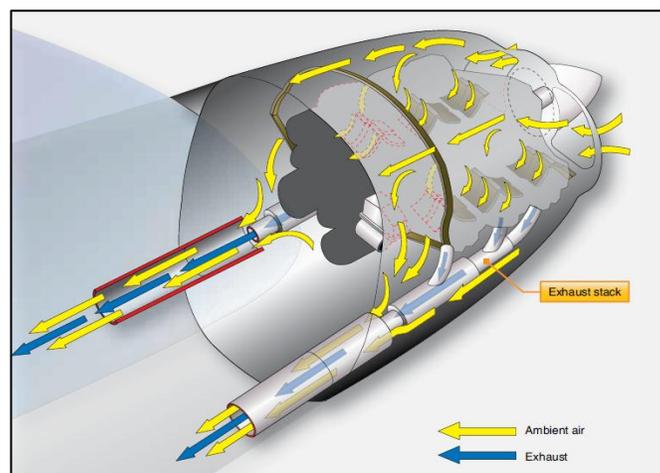


Figura 12 Sistema de refrigeración y escape del motor.

Circulación del aire dentro del carenado

- Es muy importante la circulación del aire dentro del carenado y para que esto sea posible se necesita la adecuada utilización de unos “tabiques” o baffles, para forzar al aire a pasar por los cilindros.

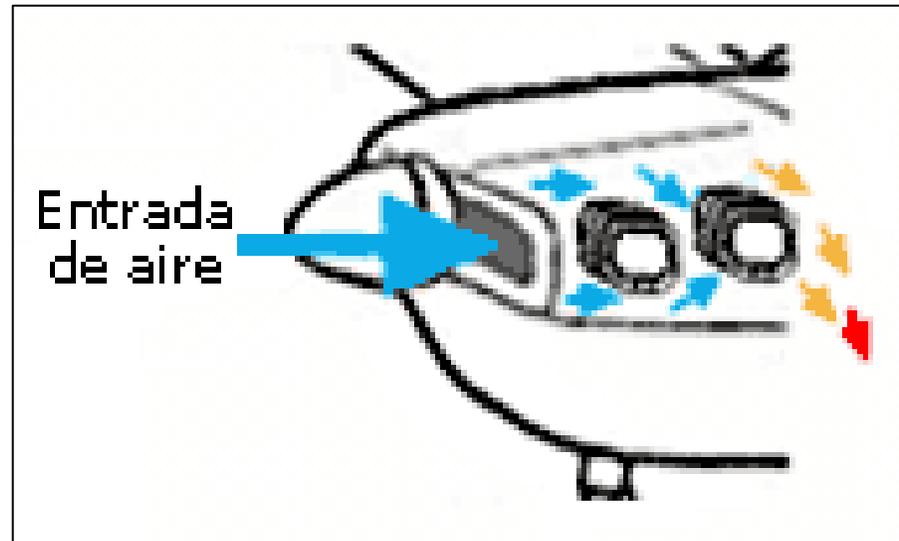


Figura 13 Refrigeración adecuada

Aletas de refrigeración

- Su condición puede significar la diferencia entre un enfriamiento adecuado o inadecuado del cilindro.

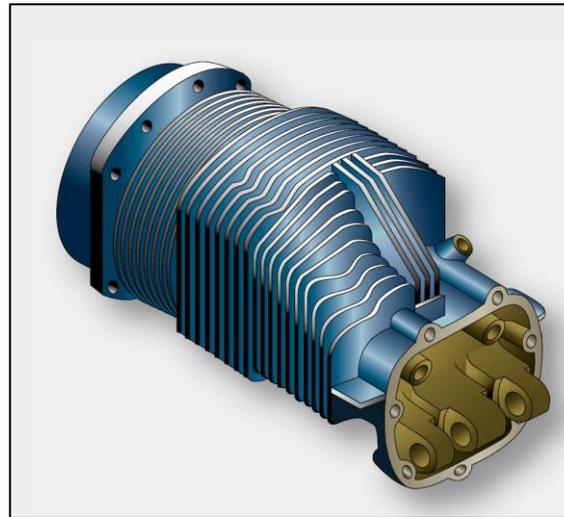


Figura 14 Aletas de refrigeración

Los deflectores del motor

Figura 15 Sistema deflector y deflector del cilindro.

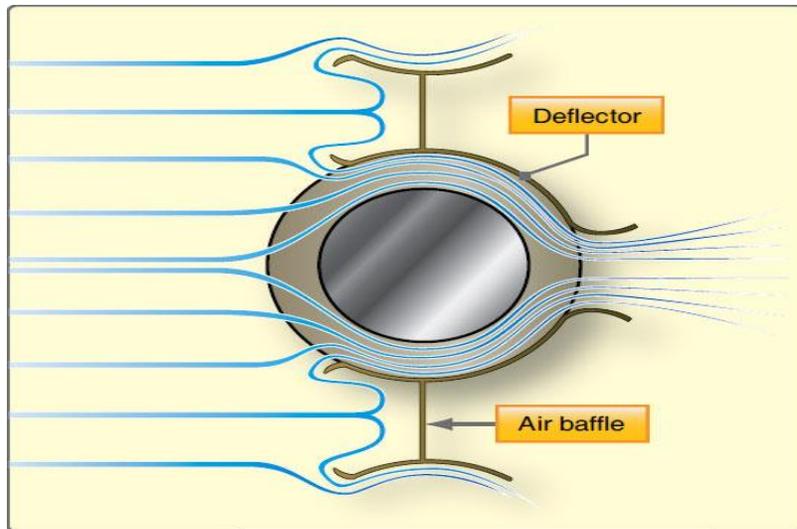
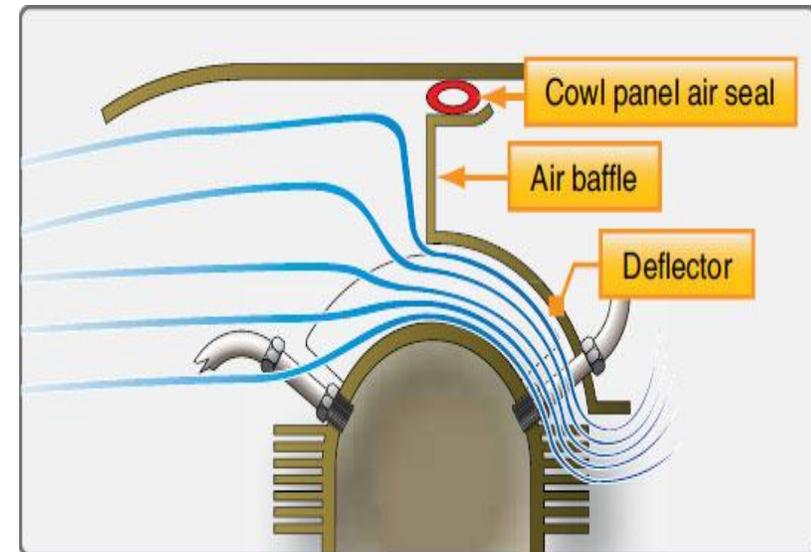


Figura 16 Desviador y deflector de la cabeza del cilindro



Mantenimiento del sistema de refrigeración

El carenado realiza dos funciones:

- Agiliza el motor voluminoso para reducir la resistencia.
- Forma una envoltente alrededor del motor que hace que el aire pase alrededor y entre los cilindros, absorbiendo el calor disipado por las aletas del cilindro.

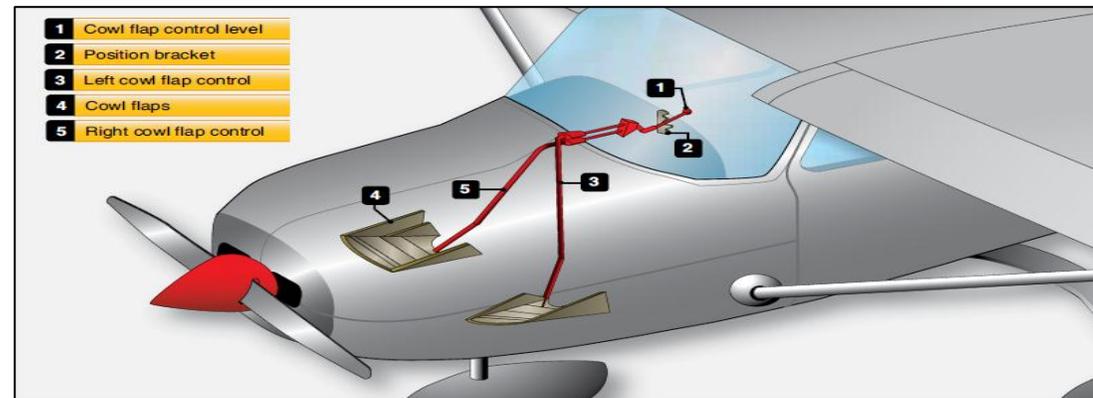


Figura 17 Faldones de capucha de aviones pequeños

Mantenimiento de los cowling del motor

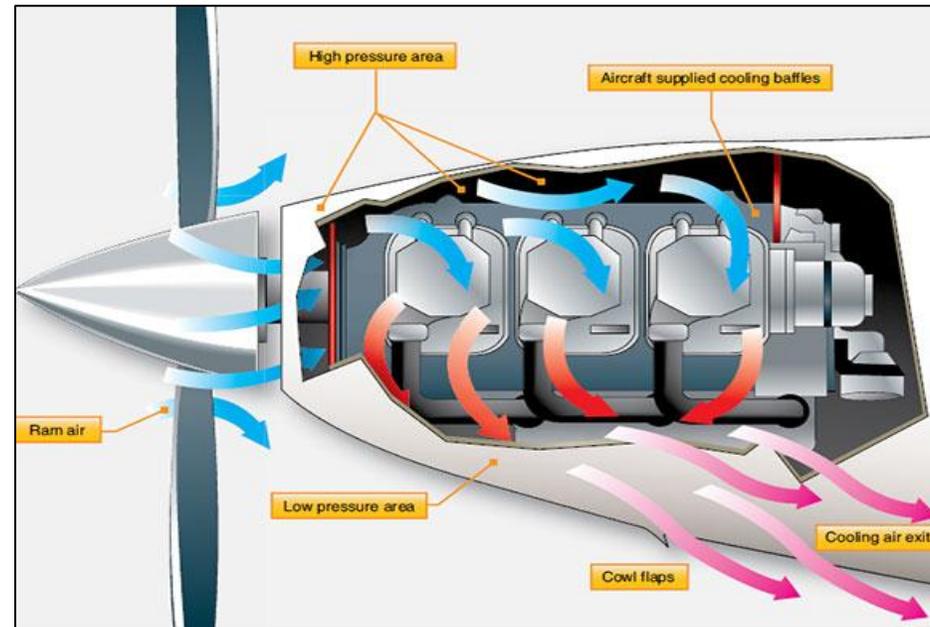


Figura 18 Enfriamiento de aire diferencial

Inspecciones aplicables referente al servicio manual.

- Inspección de cada 50Hrs:
 - Cowling del motor
 - Baffles y deflectores del motor (ANEXO A)
- Inspecciones de cada 100Hrs:
 - Cilindros, tapas de caja de balancines y alojamientos de varillas de empuje (ANEXO B)

11-6. ENGINE.	
11-7. An air-cooled, horizontal-opposed, low-compression, direct-drive, four-cylinder Continental O-200-A series engine driving a fixed-pitch propeller is used to power the aircraft. The cylinders, numbered from rear to front, are staggered to permit a separate throw on the crankshaft for each connecting rod. The right rear cylinder is number 1 and cylinders on the right side are identified by odd numbers 1 and 3. The left rear cylinder is number 2 and the cylinders on the left side are identified as 2 and 4. Refer to paragraph 11-8 for detailed engine data. For repair and overhaul of the engine, refer to the applicable publication issued by the engine manufacturer.	
11-8. ENGINE DATA.	
Aircraft Model	150J, K, L & M
MODEL (Continental)	O-200-A
Rated Horsepower at RPM	100 at 2750
Number of Cylinders	4 Horizontally-Opposed
Displacement	200.91 Cubic Inches
Bore	4.0625 Inches
Stroke	3.875 Inches
Compression Ratio	7.00:1
Magnets	Slick No. 4001
Right Magneto	Fires 24° (+1 -0°) BTC 1-3-2-4 Upper
Left Magneto	Fires 24° (+1 -0°) BTC 1-3-2-4 Lower
Firing Order	1-3-2-4
Spark Plugs	18MM (Refer to current Continental active factory approved spark plug chart)
Torque	330±30 Lb.-In.
Carburetor (Marvel-Schebler)	MA-3-SPA
Alternator	14-Volt, 60-Ampere
Starter (12-Volt)	Automatic Engagement
Tachometer	Mechanical
Oil Sump Capacity	6 U. S. Quarts
With External Filter	7 U. S. Quarts
Oil Pressure (psi)	
Normal	30-60
Minimum Idling	10
Oil Temperature	
Normal Operating	Within Green Arc
Maximum	Red Line (225°F.)
Cylinder Head Temperature	
Normal Operating	Within Green Arc
Maximum	Red Line
Direction of Crankshaft	Clockwise
Rotation (related from rear)	

Inspección del sistema de refrigeración del motor CESSNA 150M

- **3.2.1 Inspecciones por horas referente al sistema de refrigeración del motor del CESSNA 150M**

En el Service Manual del Cessna 150M nos detalla el lapso por horas de vuelo que debemos inspeccionar referente al sistema de refrigeración del motor del CESSNA 150M.

IMPORTANT
 READ ALL INSPECTION REQUIREMENTS PARAGRAPHS PRIOR TO USING THESE CHARTS.

SPECIAL INSPECTION ITEM
 EACH 200 HOURS
 EACH 100 HOURS
 EACH 50 HOURS

PROPELLER

- 1. Spinner
- 2. Spinner bulkhead
- 3. Blades
- 4. Bolts and/or nuts
- 5. Hub

ENGINE COMPARTMENT

Check for evidence of oil and fuel leaks, then clean entire engine and compartment, if needed, prior to inspection.

- 1. Engine oil, screen, filler cap, dipstick, drain plug and external filter element
- 2. Oil cooler
- 3. Induction air filter
- 4. Induction airbox, air valves, doors and controls
- 5. Cold and hot air hoses
- 6. Engine baffles
- 7. Cylinders, rocker box covers and push rod housings
- 8. Crankcase, oil sump, accessory section and front crankshaft seal
- 9. Hoses, metal lines and fittings
- 10. Intake and exhaust systems
- 11. Ignition harness
- 12. Spark plugs
- 13. Compression check
- 14. Crankcase and vacuum system breather lines
- 15. Electrical wiring
- 16. Vacuum pump and oil separator
- 17. Vacuum relief valve filter (cabin area)
- 18. Engine controls and linkage
- 19. Engine shock mounts, mount structure and ground straps
- 20. Cabin heat valves, doors and controls
- 21. Starter, solenoid and electrical connections

SPECIAL INSPECTION ITEM
 EACH 200 HOURS
 EACH 100 HOURS
 EACH 50 HOURS

- 22. Starter brushes, brush leads and commutator
- 23. Alternator and electrical connections
- 24. Alternator brushes, brush leads, commutator or slip ring
- 25. Voltage regulator mounting and electrical leads
- 26. Magnetos (externally) and electrical connections
- 27. Magnetos timing
- 28. Carburetor and drain plug
- 29. Firewall
- 30. Engine cowling

FUEL SYSTEM

- 1. Fuel strainer, drain valve and control
- 2. Fuel strainer screen and bowl
- 3. Fuel tank vents, caps and placards
- 4. Fuel tanks, sump drains and fuel line drains
- 5. Drain fuel and check tank interior, attachment and outlet screens
- 6. Fuel vent valves
- 7. Vent line drain
- 8. Fuel shut-off valve and placards
- 9. Fuel valve drain plug
- 10. Engine primer
- 11. Perform a fuel quantity indicating system operational test. Refer to Section 15 for detailed accomplishment instructions.

LANDING GEAR

- 1. Main gear wheels and fairings
- 2. Nose gear wheel, torque links, steering tubes, boots and fairing
- 3. Wheel bearings
- 4. Nose gear strut and shimmy dampener (service as required)
- 5. Tires
- 6. Brake fluid, lines and hoses, linings, discs, brake assemblies and master cylinders
- 7. Parking brake system
- 8. Main gear springs

Cuadros de inspección

- Como se muestra en los cuadros, hay elementos que deben revisarse cada 50 horas, cada 100 horas, cada 200 horas, y también elementos de Inspección especial. **(ANEXO A)**
 - A. Al realizar una inspección a las 50 horas, todos los artículos marcados bajo CADA 50 HORAS serán inspeccionados
 - B. En cada 100 horas, los artículos de 50 horas se lograrán además de los artículos marcados bajo CADA 100 HORAS

Inspección de los Cowling del motor de la aeronave CESSNA 150M

- El capó del motor se compone de un segmento de capucha superior e inferior. Una gran puerta de acceso en la cubierta superior proporciona acceso al drenaje del filtro de combustible, la tapa de llenado de aceite y la varilla de nivel de aceite.

Removal and Installation	11-1
Cleaning and Inspection	11-2
Repair	11-2
ENGINE	11-3
Engine Data	11-3
Trouble Shooting	11-4
Removal	11-8
Cleaning	11-9
Accessories Removal	11-9
Inspection and Repair	11-9
Engine Build-Up	11-9
Installation	11-9
Flexible Fluid Hoses	11-10
Leak Test	11-10
Replacement	11-11
Static Run-Up Procedures	11-11
BAFFLES	11-11
Cleaning and Inspection	11-11
Removal and Installation	11-11
Repair	11-11
ENGINE MOUNT	11-11
Removal and Installation	11-11
Repair	11-11
Shock Mount Pads	11-12
ENGINE OIL SYSTEM	11-11
Trouble Shooting	11-13
Full-Flow Oil Filter	11-14
Filter Element Removal	11-14
and Installation	11-14
Adapter Removal	11-17
Disassembly, Inspection	11-17
and Assembly	11-17
Adapter Installation	11-17
Carburetor Removal and Installation	11-17
Adjustments	11-17
INDUCTION AIR SYSTEM	11-18
Removal and Installation	11-18
IGNITION SYSTEM	11-18
Magneto Removal	11-19
Internal Timing	11-19
Replacement Interval	11-19
Installation and Timing	11-19
Magneto Check	11-21
Maintenance	11-21
Spark Plugs	11-21
ENGINE CONTROLS	11-21
Rigging	11-22
Throttle	11-22
Mixture	11-22
Carburetor Heat	11-22A
STARTING SYSTEM	11-22A
Trouble Shooting	11-23
Removal and Installation	11-23
Primary Maintenance	11-24
EXHAUST SYSTEM	11-24
Removal	11-24
Inspection	11-24
Installation	11-24
EXTREME WEATHER MAINTENANCE	11-24
Cold Weather	11-24
Ground Service Receptacle	11-25
Hot Weather	11-25
Dusty Conditions	11-25
Seacoast and Humid Areas	11-25
Hand Cranking	11-25

11-1. ENGINE COWLING.

11-2. The engine cowling is comprised of an upper and lower cowl segment. A large access door on the upper cowl provides access to the fuel strainer drain, oil filler cap, and oil dipstick. Instead of attaching directly to the fuselage, the cowling attaches to shock mounts which are attached to the fuselage. Quick-release fasteners are used at the cowling-to-shock mount attach points to facilitate detachment of the cowling at the firewall. Screws fasten the upper and lower cowl segments together at the nose cap and quick-release fasteners are used along the side parting surfaces to hold cowling segments together.

11-3. REMOVAL AND INSTALLATION. Removal and installation of the engine cowling is accomplished by removing the attaching screws at the nose cap dividing surfaces and releasing the quick-release fasteners at side parting surfaces and at shock mounts of firewall. Disconnect electrical wiring to landing light in nose cap cowling. Disconnect any air duct and control linkage which interferes with removal of the cowling. When installing the cowling, be sure to connect any items disconnected during removal. Make sure that baffle seals are turned in the correct direction to confine and direct airflow around the engine. The vertically installed seals fold forward and the side seals fold upward.

Remoción e instalación de los carenados del motor de la aeronave CESSNA 150M

- Desconecte cualquier conducto de aire y enlace de control que interfiera con la extracción del carenado.



Figura 24 Carenado del motor inferior removido

Limpieza, inspección Y reparación de los carenados del motor de la aeronave CESSNA 150M

- Limpie las superficies internas de los segmentos del carenado con un paño saturado con solvente de limpieza. Si la superficie interna de la cubierta está cubierta con aceite y suciedad, permita que el solvente se remoje hasta que se elimine material extraño.
- Si los revestimientos del carenado están muy dañados, se deben instalar nuevas secciones completas del carenado. Los parches estándar de tipo inserto pueden utilizarse para la reparación si las piezas de reparación se forman para ajustarse al contorno del carenado.

NOTE

When new shock mounts or brackets are being installed, careful measurements should be made to position these parts correctly on the firewall. The service parts are not pre-drilled. Install shock mounts on brackets so that cowling and shock mount is correctly aligned. Sheet aluminum may be used as shims between bracket halves to provide cowling contour.

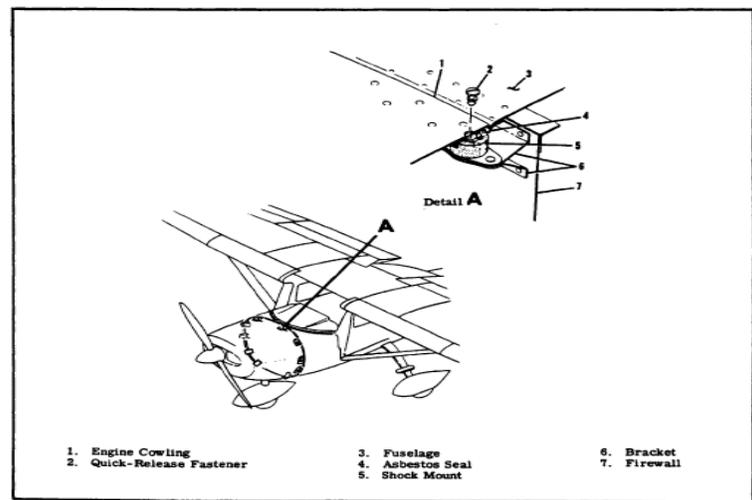
11-4. CLEANING AND INSPECTION. Wipe the inner surfaces of the cowling segments with a cloth saturated with cleaning solvent (Federal Specification PS-661 or equivalent). If the inside surface of the cowling is coated heavily with oil and dirt, allow solvent to soak until foreign material can be removed. Wash painted surfaces of cowling with a solution of

mild soap and water and rinse thoroughly. After washing, a coat of wax applied to painted surfaces is recommended to prolong paint life. After cleaning, inspect cowling for dents, cracks, and loose rivets or spot welds. Repair all defects to prevent spread of damage.

11-5. REPAIR. If cowling skins are extensively damaged, new complete sections of the cowling should be installed. Standard insert-type patches may be used for repair if repair parts are formed to fit contour of cowling. Small cracks may be stop-drilled and small dents straightened if they are reinforced on the inner surface with a doubler of the same material. Damaged reinforcement angles should be replaced with new parts. Due to their small size, new reinforcement angles are easier to install than to repair the damaged part.

Instalación de los carenados del motor de la aeronave CESSNA 150M

- Los sellos instalados verticalmente se pliegan hacia adelante y los sellos laterales se pliegan hacia arriba.



• **Figura 25 Carenados del motor**

Inspección de las aletas de enfriamiento del cilindro del motor del CESSNA 150M

- Las aletas se inspeccionan en cada inspección regular. El área de la aleta es el área total (ambos lados de la aleta) expuesta al aire.



Figura 26 Aletas de refrigeración del cilindro

Daños permisibles de las aletas de refrigeración

- Las grietas pequeñas no son una razón para la extracción del cilindro

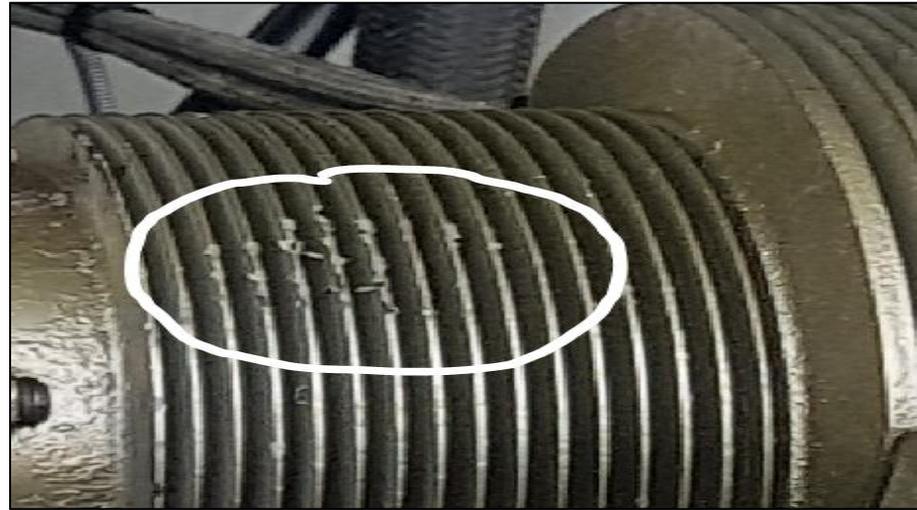


Figura 27 Daños permisibles de las aletas de refrigeración

Daños no permisibles de las aletas de refrigeración (Cambio de cilindros)

- La definición del área de la aleta se vuelve importante en el examen de las aletas para las áreas rotas. Es un factor determinante para la aceptación o eliminación del cilindro.
- En este motor, si más de 12 pulgadas de longitud de cualquier aleta, medida en su base, se rompe por completo, o si las aletas totales rotas en una culata superan las 83 pulgadas cuadradas de área, el cilindro es removido y reemplazado

Deflectores y sellos deflectores de goma

- Los deflectores de chapa instalados en el motor dirigen el flujo de aire de refrigeración alrededor de los cilindros y otros componentes del motor, para proporcionar una refrigeración óptima del motor.

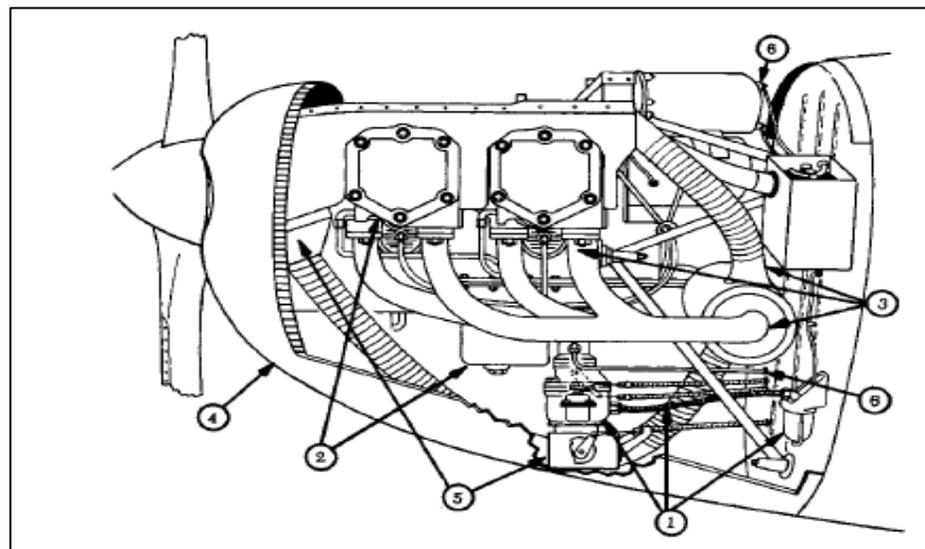


Figura 28 Cuadro de inspección-Motor y bafles

Inspección de los deflectores y sellos deflectores de goma

- Los deflectores y sellos deflectores de goma normalmente se inspeccionan durante la inspección regular del motor, pero se deben revisar cada vez que se retire la cubierta para cualquier propósito.



Figura 29 Deflector deteriorado

Remoción e instalación de los deflectores y sellos deflectores de goma

- Asegúrese de que los baffles y sellos de reemplazo estén instalados correctamente y que se sellen para dirigir el aire de enfriamiento en la dirección correcta.



Figura 30 Remoción de los deflectores deteriorados

Reparación de los deflectores y sellos deflectores de goma

- Los deflectores normalmente deberían reemplazarse si están dañados o agrietados.



Figura 31 Reparación del deflector posterior superior del motor

Procedimientos para la elaboración de los deflectores y baffles

3.6.1 Medidas de seguridad

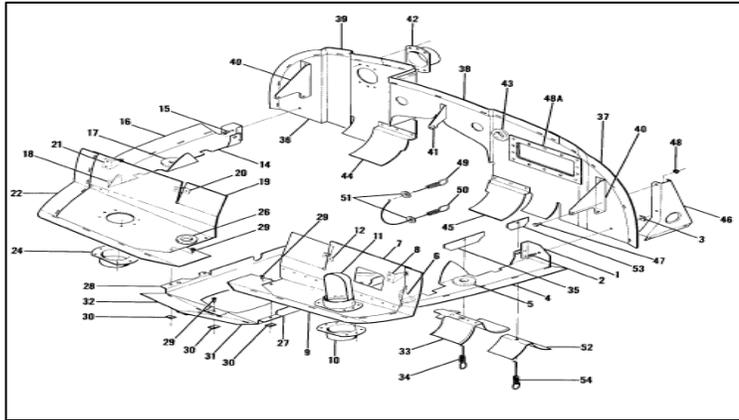
- Utilizar EPP
- Señalética de precaución e identificación
- Equipos y herramientas en buen estado

Herramientas y equipos utilizados para la elaboración de los deflectores y baffles

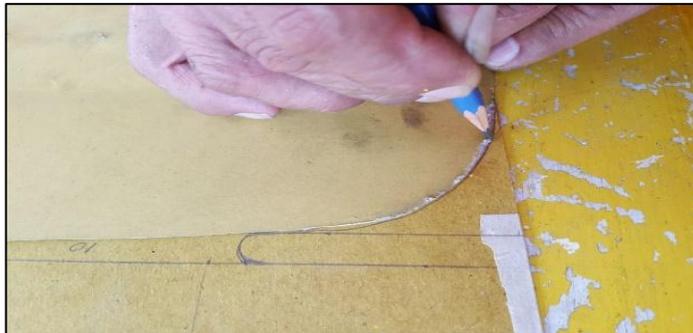
- Lamina de almunia 2024-t3
ALCLAD
- Baffles (sellos deflectores)
- Juego de cortadores de aviación (izquierda, recto y derecho)
- Tijera rotativa
- Cleckos
- Remaches
- Plantilla (molde)
- Limas rotativas
- Taladro neumático
- Brocas
- Prensa
- Escuadra
- Regla metálica
- Punzón
- Martillo de goma

Elaboración de los deflectores

- **Figura 32 Catálogo Ilustrado de Partes, AVIÓN CESSNA 150M-Baffles**



- **Figura 33 Trazado de los deflectores en los moldes**



- **Figura 34 Cortes de las hojas de aluminio**



- **Figura 35 Limado de los bordes del deflector central**



- **Figura 36 Limado del borde del deflector lateral**



- **Figura 37 Deflector de soporte en la prensa**



- **Figura 38 Deflector de soporte en la presa-doblado**



- **Figura 39 Doblado del deflector central**

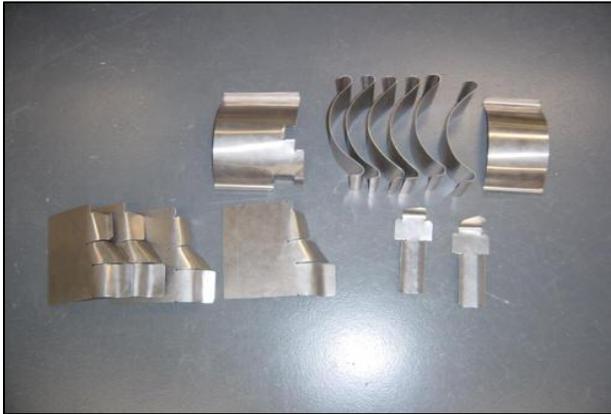


- **Figura 40 Orificios del deflector posterior superior del motor**



Montaje de los deflectores y baffles

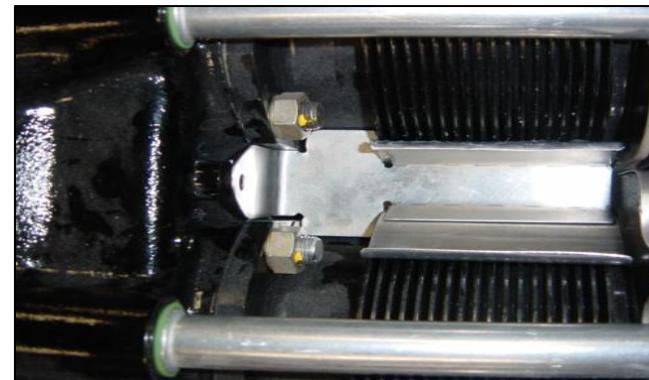
- **Figura 41 Deflectores del cilindro** • **Figura 43 Deflectores laterales interior**



- **Figura 42 Deflectores centrales**



- **Figura 44 Deflectores centrales colocados**



- **Figura 45 Deflectores internos instalados**



- **Figura 46 Deflectores laterales instalados con sus bafles**



- **Figura 47 Deflector posterior superior del motor**



- **Figura 48 Deflector delantero derecho**



- **Figura 49 Deflector delantero izquierdo ahora, pero se remachará permanentemente.**



- **Figura 50 Deflectores de apoyo trasero del deflector posterior superior del motor**



Remachado de los bafles

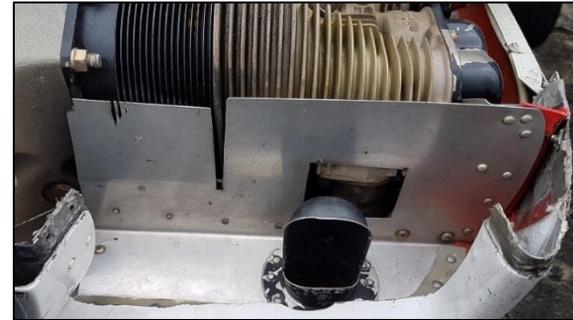
- **Figura 51 Distancia entre remaches**



- **Figura 52 Distancia del deflector al capó**



- **Figura 53 Instalación del capó inferior**



- **Figura 54 Instalación del capó superior**



Conclusiones

- Con la ayuda de información técnica de la aeronave y del conocimiento teórico-práctico adquirido por la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE, se logró con satisfacción la elaboración de unos nuevos deflectores (baffles) del AVIÓN CESSNA 150M.
- Debido a las dimensiones y complejidad de los deflectores, es necesario realizar varios moldes para recortar en la hoja de aluminio lo más preciso posible.
- Es sumamente importante realizar la inspección de los deflectores en los pre-vuelos, debido que estos dispositivos ayudan a mantener las temperaturas de los cilindros estables y aeronavegable

GRACIAS