



Instalación del Motor Continental O-200-A de acuerdo al Service Manual #D971-3-13, sección 11, de la aeronave Cessna 150M con matrícula HC-CHR perteneciente a la Escuela de Aviación Pastaza.

Morales Aponte, Plinio Rafael

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología de Mecánica Aeronáutica Mención Motores

Monografía, Previo a la Obtención del Título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica
Mención Motores

Tlgo. Arellano Reyes, Milton Andrés

Latacunga, 10 de marzo de 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía **“Instalación del Motor Continental O-200-A de acuerdo al Service Manual #D971-3-13, sección 11, de la aeronave Cessna 150M con matrícula HC-CHR perteneciente a la Escuela de Aviación Pastaza.”** Fue realizado por el señor **Morales Aponte, Plinio Rafael** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad, por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustenten públicamente.

Latacunga, 10 de marzo del 2021

Firma:

A handwritten signature in blue ink is written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Andrés Milton Arellano Reyes'.

Tlgo. Arellano Reyes, Andrés Milton

C.C.: 172306451-3

REPORTE DE VERIFICACIÓN



Document Information

Analyzed document	TESIS -MORALES PLINIO.pdf (D97976010)
Submitted	3/11/2021 2:15:00 PM
Submitted by	
Submitter email	pmorales5@espe.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	maarellano3.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS SIN ANEXOS.docx	 2
	Document TESIS SIN ANEXOS.docx (D81695995)	
	Submitted by: yepilatasig@espe.edu.ec	
	Receiver: rcbautista.espe@analysis.arkund.com	

Tlgo. Arellano Reyes, Andrés Milton

C.C.: 172306451-3



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

RESPONSABILIDAD DE AUTORIA

Yo, **Morales Aponte, Plinio Rafael**, con número de ciudadanía N° 1805255989 declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“Instalación del Motor Continental O-200-A de acuerdo al Service Manual #D971-3-13, sección 11, de la aeronave Cessna 150M con matrícula HC-CHR perteneciente a la Escuela de Aviación Pastaza.”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 10 de marzo del 2021

Firma:

Morales Aponte, Plinio Rafael

C.C.: 1805255989



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Morales Aponte, Plinio Rafael**, con cedula de ciudadanía 1805255989 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Instalación del Motor Continental O-200-A de acuerdo al Service Manual #D971-3-13, sección 11, de la aeronave Cessna 150M con matrícula HC-CHR perteneciente a la Escuela de Aviación Pastaza.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 10 de marzo del

2021

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Plinio Morales', is written over a horizontal line.

Morales Aponte, Plinio Rafael

C.C.: 1805255989

DEDICATORIA

Mi tesis va dedicada principalmente a mis padres por haberme ayudado a forjarme como la persona que soy hoy en día, por siempre estar a mi lado, por todas las metas que alcancé como lo es esta carrera se los debo a ustedes, por la paciencia, el cariño y sobre todo el apoyo moral que día a día me motiva a cumplir todos mis sueños y aspiraciones en la vida, A mis hermanos por ser quienes velaban por mí, mostrándome siempre el amor y el cariño que me brindaban. También dedico esta tesis a todos mis maestros por compartir sus conocimientos para que nosotros como sus estudiantes podamos aprender muchas cosas ya que sin su enseñanza no seríamos nada.

Morales Aponte, Plinio Rafael

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. A mi madre porque me apoyo en todo momento, por sus consejos, por la motivación constante, pero más que nada, por su amor. A mi padre por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor, a mis hermanos con su poca edad han depositado su confianza en mí para verme salir adelante cada día a mi familia por ser mi ejemplo a seguir y apoyarme siempre, a mi tutor por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, por su ayuda ofrecida en este trabajo, por haberme transmitidos los conocimientos los cuales me ayudaron en mi tesis.

También quiero agradecer a mis mejores amigos, por la amistad que tuvimos desde el inicio de la carrera hasta el final, por ser quienes me han apoyado en todos los aspectos de mi vida, por los consejos y las muestras de afecto hacia mi persona.

Morales Aponte, Plinio Rafael

Tabla de contenido

Caratula	1
Certificación	2
Reporte de verificación	3
Responsabilidad de autoria	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Tabla de contenido	8
Índice de tablas.....	14
Índice de figuras	15
Resumen	19
Abstract	20
Planteamiento del problema de investigación.....	21
Antecedentes.....	21
Planteamiento del Problema.....	22
Justificación e importancia	23
Objetivos	24
<i>Objetivo General</i>	24
<i>Objetivos Específicos</i>	24

Alcance.....	25
Marco teórico	26
Mantenimiento	26
Mantenimiento en Aviación	26
Tipos de Mantenimiento	27
<i>Mantenimiento Programado.....</i>	<i>27</i>
<i>Mantenimiento No Programado</i>	<i>27</i>
Tipos de Controles de Mantenimiento	28
<i>Revisiones en Transito</i>	<i>28</i>
<i>Controles Diarios</i>	<i>28</i>
<i>Chequeo de 48 Horas</i>	<i>28</i>
<i>Verificaciones de Tiempo Limite.....</i>	<i>29</i>
<i>Revisiones por clasificación de tiempo.....</i>	<i>29</i>
<i>Revisión A.....</i>	<i>29</i>
<i>Revisión B.....</i>	<i>30</i>
<i>Revisión C.....</i>	<i>30</i>
<i>Revisión D.....</i>	<i>31</i>
Motores alternativos	31
Principios de Funcionamiento del Motor Alternativo	33
Ciclo de funcionamiento de un motor alternativo.....	34
<i>Carrera de admisión.</i>	<i>34</i>

	10
<i>Carrera de compresión</i>	35
<i>Carrera de Explosión</i>	35
<i>Carrera de escape</i>	35
Tipos de motores según la distribución de sus cilindros	36
<i>Motor en línea</i>	37
<i>Motor Horizontalmente Opuesto</i>	38
<i>Motor Radial</i>	38
<i>Motor Rotativo</i>	39
Motor Continental O-200	41
<i>Descripción Continental O-200</i>	42
<i>Especificaciones</i>	42
<i>Definición del número de modelo del motor</i>	43
<i>Designaciones de número de cilindro</i>	43
Descripción del Motor	44
<i>Caja del cigüeñal o Block (CRANKCASE)</i>	44
<i>Cigüeñal (Crankshaft)</i>	45
<i>Partes de un cigüeñal</i>	46
<i>Árbol de levas (Camshaft)</i>	47
<i>Bielas (Connecting Rods)</i>	48
<i>Partes de una biela</i>	48

<i>Cabeza de la biela</i>	48
<i>Cuerpo de la biela</i>	49
<i>Pie de la biela</i>	49
Pistones	49
Partes principales de un pistón:	50
<i>Cabeza del pistón:</i>	50
<i>Cinturón de anillos</i>	50
<i>Saliente del pasador</i>	50
<i>Falda del pistón</i>	50
Caja de accesorios (Accessory Case)	52
Cilindros	53
Empujadores de válvulas hidráulicas	54
Sistema de lubricación	55
Bomba de aceite	56
Sumidero de aceite	57
Válvula de alivio de presión de aceite	58
Sistema de encendido	58
Conjunto de arranque	60
Alternador	60
Enfriamiento del motor	61

	12
Sistema de combustible	62
Carburador	62
Funcionamiento del Carburador	63
Sistema de Admisión	64
Desarrollo del tema.....	65
Preliminares.....	65
Consideraciones Generales	66
Elaboración del soporte de motor.....	66
Preparación del área de trabajo	71
Instalación del Motor Continental O-200-A.....	72
<i>Instalación del sistema de escape.....</i>	<i>78</i>
<i>Instalación de la bomba de succión.....</i>	<i>82</i>
<i>Instalación del sistema de admisión.....</i>	<i>84</i>
<i>Instalación de la cañería de combustible.....</i>	<i>85</i>
<i>Instalación de bujías y cables de bujías.....</i>	<i>85</i>
<i>Instalación de deflectores de calor</i>	<i>89</i>
<i>Instalación de filtro de aceite.....</i>	<i>91</i>
<i>Instalación de la Hélice.....</i>	<i>93</i>
Análisis económico del proyecto.....	96
<i>Costos primarios.....</i>	<i>97</i>
<i>Costos secundarios.....</i>	<i>99</i>

	13
<i>Costo total del proyecto</i>	100
Conclusiones y recomendaciones	101
Bibliografía	103
Anexos	107

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Especificaciones Continental O-200</i>	42
Tabla 2 <i>Herramientas, Materiales y Equipos utilizados</i>	67
Tabla 3 <i>Costos Primarios</i>	97
Tabla 4 <i>Costos Secundarios</i>	99
Tabla 5 <i>Costos Totales</i>	100

Índice de figuras

Figura 1 <i>Mantenimiento en Aviación</i>	26
Figura 2 <i>Inspección Visual</i>	27
Figura 3 <i>Estación de Mantenimiento</i>	30
Figura 4 <i>Motor Reciproco</i>	31
Figura 5 <i>Componentes de un motor reciproco</i>	33
Figura 6 <i>Diversos componentes del Motor</i>	34
Figura 7 <i>Los cuatro tiempos de un Motor Reciproco</i>	35
Figura 8 <i>Tipos de motores alternativos según la distribución de sus cilindros</i> ...	36
Figura 9 <i>Motor Daimler D.II</i>	37
Figura 10 <i>Motor horizontalmente opuesto.</i>	38
Figura 11 <i>Motor Pratt & Whitney R-1340 Wasp</i>	39
Figura 12 <i>Le Rhône 9C</i>	40
Figura 13 <i>Motor Continental O-200</i>	41
Figura 14 <i>Designaciones de número de cilindro</i>	44
Figura 15 <i>Caja del cigüeñal o Block</i>	45
Figura 16 <i>Cigüeñal (Crankshaft)</i>	46
Figura 17 <i>Partes de un Cigüeñal</i>	47
Figura 18 <i>Árbol de levas</i>	48
Figura 19 <i>Partes de una biela.</i>	49
Figura 20 <i>Pistón 20</i>	50
Figura 21 <i>Partes de un Pistón 21</i>	51
Figura 22 <i>Caja de accesorios 22</i>	53
Figura 23 <i>Movimiento del pistón dentro de un cilindro. 23</i>	54

Figura 24 Componentes del sistema de lubricación	56
Figura 25 Bomba de Aceite	57
Figura 26 Sumidero de Aceite Motor O-200	58
Figura 27 Ubicación del arnés de encendido.....	59
Figura 28 Alternador.	60
Figura 29 Flujo de aire a través del Motor.	62
Figura 30 Funcionamiento del Carburador.	63
Figura 31 Plano del soporte en AUTOCAD	66
Figura 32 Corte en el tubo.....	68
Figura 33 Proceso de soldadura.	68
Figura 34 Soldadura de la base del soporte	69
Figura 35 Soldadura de Soportes adicionales	69
Figura 36 Colocación de las ruedas	70
Figura 37 Colocación de la base de pintura.	70
Figura 38 Acabado Final de la pintura.....	71
Figura 39 Colocación del Tecele	71
Figura 40 Cessna 150M.....	72
Figura 41 Colocación de tacos.....	72
Figura 42 Desacoplamiento del motor.....	73
Figura 43 Revisión de partes.....	74
Figura 44 Sujeción del Motor.....	74
Figura 45 Izamiento del Motor.....	75
Figura 46 Limpieza del montante del Motor.....	75
Figura 47 Componentes para asegurar el montaje del motor.....	76
Figura 48 Motor instalado.....	76

Figura 49 <i>Colocación del cable de tierra.</i>	77
Figura 50 <i>Aplicación de torque en los pernos del montante.</i>	77
Figura 51 <i>Sistema de escape.</i>	78
Figura 52 <i>Tapones del sistema de escape.</i>	78
Figura 53 <i>Colocación de LPS.</i>	79
Figura 54 <i>Colocación del múltiple de escape.</i>	79
Figura 55 <i>Aplicación de torque en las tuercas del múltiple de escape.</i>	80
Figura 56 <i>Tubos de escape.</i>	80
Figura 57 <i>Colocación de abrazaderas en el tubo de escape.</i>	81
Figura 58 <i>Ajuste de la abrazadera</i>	81
Figura 59 <i>Sistema de escape instalado.</i>	82
Figura 60 <i>Remoción del cobertor de la bomba de succión.</i>	82
Figura 61 <i>Colocación de la junta de aluminio.</i>	83
Figura 62 <i>Instalación de la bomba de succión.</i>	83
Figura 63 <i>Instalación de cañerías para la bomba de succión.</i>	84
Figura 64 <i>Ajuste de abrazaderas en las cañerías.</i>	84
Figura 65 <i>Instalación del colector de admisión.</i>	85
Figura 66 <i>Ajuste de la cañería de combustible.</i>	85
Figura 67 <i>Bujías Tempest.</i>	86
Figura 68 <i>Diagrama de Cableado.</i>	86
Figura 69 <i>Remoción de tapones de los orificios para las bujías.</i>	87
Figura 70 <i>Instalación de las bujías.</i>	87
Figura 71 <i>Aplicación de torque a las bujías.</i>	88
Figura 72 <i>Ajuste de los cables de bujías.</i>	88
Figura 73 <i>Fijación de los cables de bujías.</i>	89

Figura 74 <i>Ubicación de los deflectores de calor.</i>	89
Figura 75 <i>Identificación de los deflectores de calor.</i>	90
Figura 76 <i>Instalación de los deflectores de calor.</i>	90
Figura 77 <i>Fijación de los deflectores de calor.</i>	91
Figura 78 <i>Sellado de los deflectores.</i>	91
Figura 79 <i>Tapón de la base del filtro de aceite.</i>	92
Figura 80 <i>Ajuste de la base del filtro de aceite.</i>	92
Figura 81 <i>Entorchado del filtro de aceite.</i>	93
Figura 82 <i>Ubicación del piston 1 en el Punto Muerto Superior.</i>	93
Figura 83 <i>Espaciador de la Hélice.</i>	94
Figura 84 <i>Identificación de las palas de la Hélice.</i>	94
Figura 85 <i>Instalación de la Hélice.</i>	95
Figura 86 <i>Aplicación de torque en los pernos de sujeción de la Hélice.</i>	95
Figura 87 <i>Entorchado de los pernos de la Hélice.</i>	96
Figura 88 <i>Hélice Instalada.</i>	96

Resumen

Al mirar el compartimiento del motor de cualquier avión, uno puede desconcertarse por la cantidad de componentes, cableado, tubos, mangueras y controles necesarios para operar y hacer funcionar el motor. Los procedimientos para instalar un motor de aeronave generalmente varían ampliamente según el tipo de aeronave y el tipo de motor, por lo tanto el presente trabajo de titulación contiene toda la información requerida y detallada para la adecuada instalación del motor Continental O-200-A en una Aeronave Cessna 150, cuenta además con información acerca de motores recíprocos en aviación, así como también las partes, que posee un motor reciproco, cuál es la función de cada uno de estos componentes, datos técnicos, tipos de sistemas y todo lo referente al motor Continental O-200. La instalación de un motor en una aeronave es una tarea muy importante y compleja, pero si se lleva a cabo paso a paso y subsistema a sistema, con toda la herramienta adecuada, con toda la documentación técnica necesaria, así como lo son los manuales de la aeronave esta se puede realizar en un tiempo razonable sin ninguna dificultad siempre y cuando tengamos el suficiente conocimiento respecto a la tarea de mantenimiento que vamos a realizar en cualquier aeronave.

Palabras clave:

- **Instalación**
- **Motor Reciproco**
- **Sistemas**
- **Aeronave**
- **Herramienta**

Abstract

By looking at the engine compartment of any aircraft, one can be baffled by the number of components, wiring, tubes, hoses and controls needed to operate and operate the engine. The procedures for installing an aircraft engine generally vary widely depending on the type of aircraft and the type of engine, therefore the present degree work contains all the required and detailed information for the proper installation of the Continental O-200-A engine in a Cessna 150 aircraft, also has information about reciprocal engines in aviation, as well as the parts, which has a reciprocal engine, what is the function of each of these components, technical data, types of systems and everything related to the Continental O-200 engine. The installation of an engine in an aircraft is a very important and complex task, but if it is carried out step by step and subsystem by system, with all the appropriate tools, with all the necessary technical documentation, as well as the manuals of The aircraft can be completed in a reasonable time without any difficulty as long as we have sufficient knowledge regarding the maintenance task that we are going to perform on any aircraft.

Keywords:

- **Installation**
- **Reciprocal engine**
- **Systems**
- **Aircraft**
- **Tools**

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1. Antecedentes

La Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” es una Institución de Educación Superior ubicada en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, cuenta con la carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías (UGT) es un centro de aprendizaje relacionado con el campo de la Aeronáutica Civil, brindando de esta manera la oportunidad de formar profesionales aeronáuticos de alta calidad, competitivos y capaces de resolver todo tipo de problemas que se puedan presentar en su vida laboral.

La Escuela de Aviación Pastaza es un centro de formación de futuros pilotos, con un alto sentimiento de excelencia académica, la cual posee muchos valores éticos y morales el cual está siempre al servicio de la nación, en cualquier escenario del territorio ecuatoriano, está ubicado en la Av. Padre Luis Jácome 1-27, Aeropuerto Rio Amazonas, Shell-Mera-Ecuador.

La Escuela de Aviación Pastaza cuenta con un equipo de mantenimiento adecuado para sus aeronaves ya que es importante asegurarse de que los estudiantes para pilotos, así como los instructores de esta escuela de vuelo lleguen a su destino final de manera oportuna. El mantenimiento de los aviones como las reparaciones y las inspecciones anuales se está volviendo muy importante ya que las personas que pilotan estas aeronaves son estudiantes que están siendo preparados para ser pilotos profesionales y por lo tanto aun no pueden controlar muy bien la aeronave.

1.2. Planteamiento del Problema

El mantenimiento del avión es uno de los aspectos más importantes de la propiedad de un avión. La DGAC concede tanta importancia a la seguridad de los aviones que requieren un proceso minucioso de inspección y mantenimiento de la aeronave por cada cierto tiempo medido en horas. Por esta razón, los técnicos de aeronaves e incluso nosotros como futuros técnicos debemos ser altamente capacitados y demostrar una gran atención a los detalles cuando se trata de mantenimiento de aeronaves.

El centro de mantenimiento de la Escuela de aviación Pastaza no cuenta con el equipo de mantenimiento adecuado para la instalación de motores como lo es un soporte de motores, esta empresa al no contar con dicho soporte de motores corre el riesgo de que se produzcan accidentes laborales ya que al momento de instalar el motor sin la herramienta adecuada el motor puede caer y lastimar da uno de sus técnicos de mantenimiento, también corren el riesgo de que se pueda caer el motor produciendo daños y estos a su vez significaría más gastos a la empresa.

Los programas de mantenimiento de aeronaves en la Escuela de aviación Pastaza son inspecciones periódicas que deben realizarse en todas las aeronaves después de un cierto período de tiempo o uso. Las inspecciones visuales son de mucha importancia en la aeronave ya que consisten en un examen visual de un área interior o exterior, instalación o montaje para detectar daños obvios, fallas o irregularidades.

1.3. Justificación e importancia

Al ser una escuela de aviación, esta empresa cuenta con su propio personal de mantenimiento, los cuales son los encargados de velar por el correcto funcionamiento de las aeronaves que tienen a disposición, ya que al ser una escuela de aviación la DGAC son muy rigurosos y estrictos con respecto al mantenimiento de las aeronaves, se puede implementar una herramienta para el soporte de motores, el cual facilitara la instalación de motores a las aeronaves.

La aeronave Cessna 150 M ha cumplido la vida útil de su motor, el cual ya está overholeado, se procederá a instalar el motor Continental O-200-A según el Service Manual #D971-3-13, sección 11 (ENGINE), así como los demás componentes como sus respectivos controles de vuelo, los montantes del motor, sistema de arranque, sistema de instrumentos, sistema de combustible, magnetos, sistema de encendido, sistemas de carga, sistemas de refrigeración y hélice así mismo determinar sus respectivos ajustes o torques que especifica el manual. Para finalmente el encendido y prueba del motor.

Debido a que los aviones son máquinas complejas que deben contar con servicios de mantenimiento confiables para que los estudiantes vuelen de manera segura, los mecánicos deben realizar el mantenimiento programado, completar las reparaciones y realizar inspecciones con las debidas herramientas, antes de que un avión esté listo para volar deben realizar estas operaciones de acuerdo con las regulaciones detalladas establecidas por la DGAC.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Realizar la instalación del Motor Continental O-200-A de acuerdo al Service Manual #D971-3-13, sección 11, de la aeronave Cessna 150M con matrícula HC-CHR perteneciente a la Escuela de Aviación Pastaza.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información técnica referente Al motor Continental O-200-A aplicable en la aeronave Cessna 150M para así proceder a realizar el trabajo de una manera segura y legal.
- Realizar el montaje y puesta en marcha del motor Continental O-200-A mediante el Service Manual, sección 11(ENGINE) para así asegurar y mantener a la aeronave aeronavegable y apta para volar.
- Comprobar el funcionamiento operacional del motor Continental O-200-A y así verificar todos los sistemas que se instalaron funcionen correctamente para realizar pruebas en dicho motor.

1.5. Alcance

El presente proyecto permitirá el montaje y puesta en marcha de la Aeronave Cessna 150M perteneciente a la Escuela de Aviación Pastaza, el cual nos permitirá aplicar los conocimientos adquiridos en las aulas de clases y ponerlos en práctica al momento de realizar dicha inspección, la misma que nos ayudará a involucrarnos en el mundo de la aviación como futuros tecnólogos aeronáuticos.

Este proyecto aportara a la Escuela de Aviación Pastaza una herramienta que ayudara a los técnicos de mantenimiento a realizare trabajos con mayor seguridad al momento de realizar trabajos de mantenimiento, mejorara los procesos de mantenimiento, disminuirá el tiempo de trabajo ya que el avión saldrá de mantenimiento más rápido, generara ganancia a la empresa ya que el avión se mantendrá volando más tiempo en lugar de tardarse en su mantenimiento, también proporcionar a los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas los pasos necesarios para realizar la instalación y puesta en marcha de un motor Continental O-200-A en la Aeronave Cessna 150M, logrando de esta manera proveer a los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica una guía para realizar la debida inspección a la misma Aeronave ya que la Unidad de Gestión de Tecnologías también cuenta con una Aeronave Cessna 150 la cual se encuentre en condiciones de ser utilizada y así aumentar la vida útil de la aeronave cumpliendo los procesos especificados dentro de los documentos técnicos acerca de la inspección realizada a su motor.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1. Mantenimiento

Según la parte 1.1 (DEFINICIONES Y ABREVIATURAS) del Título 14 del Código de Regulaciones Federales (14 CFR) define el mantenimiento como "Inspección, revisión, reparación, conservación y reemplazo de piezas".

El Centro Internacional de Educación y Desarrollo (1995), define al mantenimiento como: "El conjunto de acciones orientadas a conservar o restablecer un sistema o equipo a su estado normal de operación, para cumplir un servicio determinado en condiciones económicamente favorables y de acuerdo a las normas de protección integral".

2.2. Mantenimiento en Aviación

Como sabemos, uno de los procesos de gran importancia en la aviación es el mantenimiento, esta actividad tiene como objetivo mantener la vida útil de los componentes de una aeronave.(MANCUZO, 2021)

Figura 1

Mantenimiento en Aviación



Nota: Mantenimiento rutinario en un Avión Comercial.

2.3. Tipos de Mantenimiento

Los tipos de mantenimiento en aviación se pueden clasificar en:

2.3.1. Mantenimiento Programado

El mantenimiento programado es aquel que cuenta con tareas a seguir ya sean inspecciones, trabajos de mantenimiento, revisiones técnicas y piezas de recambio, cuyo objetivo es mantener la aeronavegabilidad de la aeronave que incluye tareas como:

- Lubricación o tareas de servicio.
- Chequeos operacionales o visuales.
- Inspecciones funcionales.

Figura 2

Inspección Visual



Nota: Inspección visual realizada por un técnico de Mantenimiento Aeronáutico.

2.3.2. Mantenimiento No Programado

Es el Mantenimiento que se realiza cuando la aeronave presenta algún tipo de problema inesperado y necesita una corrección o arreglo de manera rápida que incluyen tareas como:

- Rectificación como resultado del mal funcionamiento o reportes en servicio.
- Daños accidentales.
- Modificación a los programas de mantenimiento.
- Directivas de aeronavegabilidad.

2.4. Tipos de Controles de Mantenimiento

Estos tipos de controles de mantenimiento se clasifican en:

2.4.1. Revisiones en Transito

Se realizan antes de cada vuelo, incluyendo las escalas que se realizan. Consisten en una inspección rápida en la que se comprueban aspectos generales de la aeronave. (AVIACION, 2018)

2.4.2. Controles Diarios

Consisten en una comprobación del nivel de aceite. No obstante, si el nivel de aceite debe comprobarse antes del primer despegue.

2.4.3. Chequeo de 48 Horas

Este tipo de revisión sustituye a la revisión diaria en el caso de muchos modelos de aeronaves, dependiendo de las especificaciones de cada aerolínea. Pueden incluir controles más detallados que los controles diarios y algunos ejemplos de inspecciones que se llevan a cabo como una inspección visual en el fuselaje y el motor, la condición de las ruedas, el chequeo del aceite y liquido hidráulico, entre algunas cosas más.

2.4.4. Verificaciones de Tiempo Limite

Algunas revisiones presentan medidas de mantenimiento relacionadas con el número de horas de cada sistema que operan cuando la aeronave este en uso, como también puede ser el motor y sus componentes o incluso el propio fuselaje.

2.4.5. Revisiones por clasificación de tiempo

Estas revisiones se clasifican en cuatro partes que son A, B, C y D, estas revisiones permiten a la empresa poseer un sistema de mantenimiento optimo y eficiente ya que los trabajos de mantenimientos serán realizados en el momento adecuado sin arriesgar la condición de aeronavegabilidad de la aeronave.

a. Revisión A

Se realizan cada 500 horas. Se requieren entre 50 y 70 horas-hombre y se realizan normalmente en hangares en tierra, con una duración mínima de 10 horas. (AOPA, 2011)

La regularidad de estas revisiones depende del tipo de aeronave, así como del total de ciclos o del número de horas de vuelo desde la revisión anterior. La compañía aérea puede retrasar este tipo de acontecimientos si se cumplen ciertas condiciones predeterminadas.

b. Revisión B

Se realizan aproximadamente cada 6-8 meses. Requieren entre 160 y 180 horas de trabajo, dependiendo del tipo de aeronave, estas revisiones se realizan en los hangares de la propia empresa o de una OMA. (AOPA, 2011)

Figura 3

Estación de Mantenimiento



Nota: Estaciones de mantenimiento para aviones comerciales.

c. Revisión C

Se realizan cada 2 años, cuando la aeronave cumple un determinado número de horas de vuelo (“Horas de vuelo” = FH), aunque la regularidad de este tipo de revisión también puede ser establecida por el fabricante. Son mucho más profundas que las revisiones B, ya que requieren la revisión de un número mucho mayor de partes.

Estas revisiones ponen fuera de servicio la aeronave, que no puede abandonar el lugar de mantenimiento hasta que se haya completado la verificación. Este control también requiere más espacio que las revisiones A y B, por lo que se realiza en un hangar sobre una base de mantenimiento. El

tiempo requerido para completar las revisiones C es de 1 a 2 semanas, suponiendo un esfuerzo estimado de 6000 horas-hombre. (AOPA, 2011)

d. Revisión D

Estos son los controles más completos y exigentes para el avión. Se trata de un tipo de revisión que se realiza aproximadamente cada 6 años, y que consiste en una revisión en la que prácticamente todas las aeronaves son tratadas para su inspección y reparación. En este caso, incluso la pintura debe ser eliminada en su totalidad, con el fin de realizar una inspección más profunda que la realizada en el fuselaje en los casos anteriores.

Este tipo de inspección suele implicar un esfuerzo aproximado de 50000 horas-hombre, y se realiza en unos dos meses, dependiendo de la aeronave y del número de técnicos encargados de realizar el trabajo. (Shipe, 2020)

2.5. Motores alternativos

La mayoría de los aviones pequeños están diseñados con motores alternativos. El nombre se deriva del movimiento de ida y vuelta, o alternativo, de los pistones que produce la energía mecánica necesaria para realizar el trabajo. (pasionporvolar, 2020)

Figura 4

Motor Reciproco



Nota: Cessna 150 con un motor Continental O-200

La parte superior del pistón donde se encuentran las válvulas se llama centro muerto superior, y la parte inferior opuesta hacia abajo del pistón se llama centro muerto inferior

La mezcla de aire o combustible de aire se introduce en el cilindro a través de la válvula de admisión y los productos de combustión se expulsan del cilindro a través de la válvula de escape.

- Los motores de aviación tienen sistemas de encendido doble. Cada cilindro tiene dos bujías y el motor está servido por dos magnetos, una proporciona energía a todas las bujías "pares" de los cilindros y otra a las bujías "impares". Si una bujía o magneto se estropea, la otra bujía o magneto siguen haciendo saltar la chispa que enciende el combustible en el cilindro. Un detalle muy importante es que los magnetos, accionados por el giro del motor, no dependen de la batería para su funcionamiento. (Escudero, 2002)
- La mayoría de los motores aeronáuticos están refrigerados por aire. Esta particularidad evita cargar con el peso de un radiador y del refrigerante.

Figura 5

Componentes de un motor reciproco



Nota: Los componentes principales de un motor reciproco son el pistón, el cigüeñal, la biela, el cilindro, las bujías y las válvulas.

- Como los motores de aviación funcionan a distintas altitudes, el piloto dispone de un control manual de la mezcla, control que utiliza para ajustar la proporción adecuada de combustible y aire que entra a los cilindros. (LYCOMING, 2020)

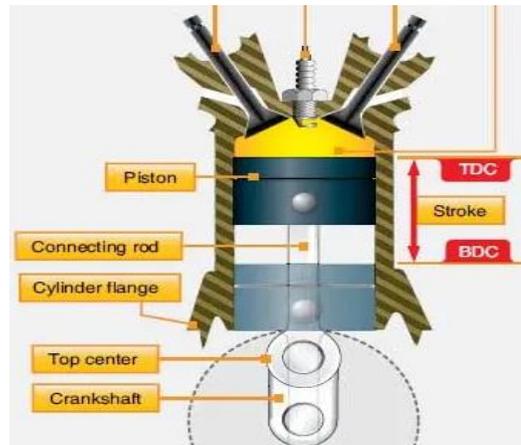
2.6. Principios de Funcionamiento del Motor Alternativo

Las relaciones entre presión, volumen y temperatura de los gases son los principios básicos del funcionamiento del motor. Un motor de combustión interna es un dispositivo para convertir la energía térmica en energía mecánica. (BARDAHLO, 2017)

La gasolina se vaporiza y se mezcla con aire, se fuerza o se introduce en un cilindro, se comprime con un pistón y luego se enciende con una chispa eléctrica. La conversión de la energía térmica resultante en energía mecánica y luego en trabajo se realiza en el cilindro. La Figura 6 ilustra los diversos componentes del motor necesarios para lograr esta función. (pasionporvolar, 2020)

Figura 6

Diversos componentes del Motor



Nota: la posición del pistón en el cilindro puede ser en el Punto Muerto Superior o el Punto Muerto Inferior.

2.7. Ciclo de funcionamiento de un motor alternativo

En este ciclo interviene una serie de eventos necesarios para inducir, comprimir, encender y quemar, provocando la expansión de la carga de combustible / aire en el cilindro y para recoger o agotar los subproductos del proceso de combustión. (MOTORPACION, 2019)

En un motor de cuatro tiempos, la conversión de energía química en energía mecánica se produce durante un ciclo de funcionamiento de cuatro tiempos. Los procesos de admisión, compresión, potencia y escape ocurren en cuatro carreras separadas del pistón en el siguiente orden.

a. Carrera de admisión.

Comienza cuando el pistón comienza su recorrido descendente. Cuando esto sucede, la válvula de admisión se abre y la mezcla de aire y combustible se introduce en el cilindro.

b. Carrera de compresión.

Comienza cuando se cierra la válvula de admisión y el pistón comienza a moverse hacia la parte superior del cilindro. Esta fase del ciclo se utiliza para obtener una potencia de salida mucho mayor de la mezcla de aire y combustible una vez que se enciende.

c. Carrera de Explosión.

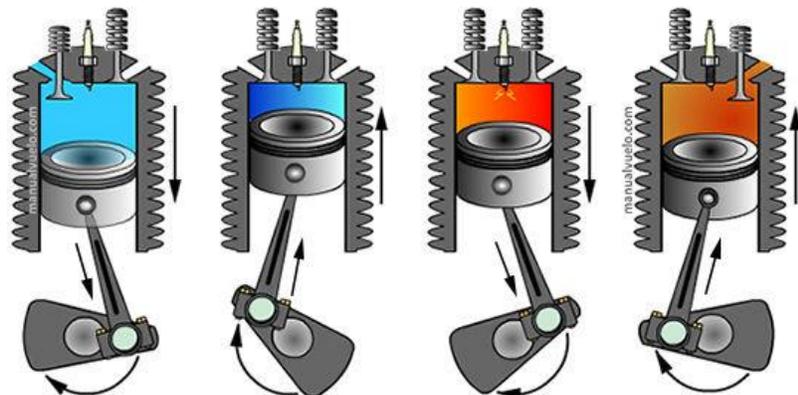
Comienza cuando se enciende la mezcla de aire y combustible. Esto provoca un tremendo aumento de presión en el cilindro y fuerza al pistón hacia abajo, alejándolo de la culata, creando la potencia que hace girar el cigüeñal.

d. Carrera de escape.

Se utiliza para purgar el cilindro de gases quemados. Comienza cuando se abre la válvula de escape y el pistón comienza a moverse hacia la culata una vez más.

Figura 7

Los cuatro tiempos de un Motor Reciproco



Nota: Los cuatro tiempos de un motor son admisión, compresión, explosión y escape.

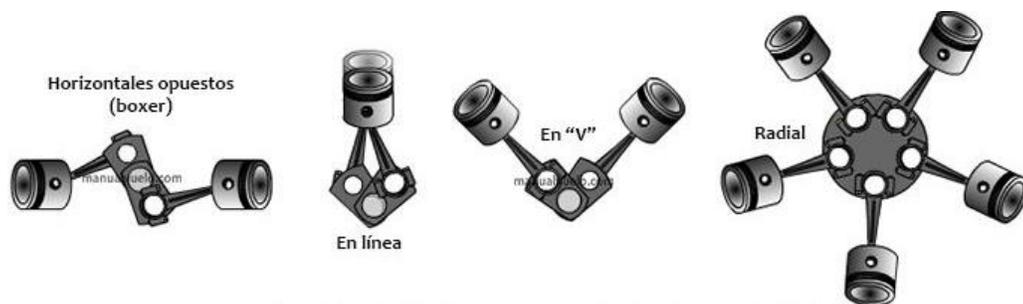
En un motor de cuatro cilindros, cada cilindro opera en una carrera diferente. La rotación continua de un cigüeñal se mantiene mediante la sincronización precisa de las carreras de potencia en cada cilindro. El funcionamiento continuo del motor depende de la función simultánea de los sistemas auxiliares, incluidos los sistemas de inducción, encendido, combustible, aceite, refrigeración y escape. (VOLAR, 2018)

2.8. Tipos de motores alternativos según la distribución de sus cilindros

La configuración del motor describe los principios operativos fundamentales por los que se clasifican los motores de combustión interna . Los motores de pistón a menudo se clasifican por su distribución de cilindros en:

Figura 8

Tipos de motores alternativos según la distribución de sus cilindros



Nota: Según la distribución de los cilindros los motores pueden ser de tipo horizontalmente opuestos, radiales, en línea, etc.

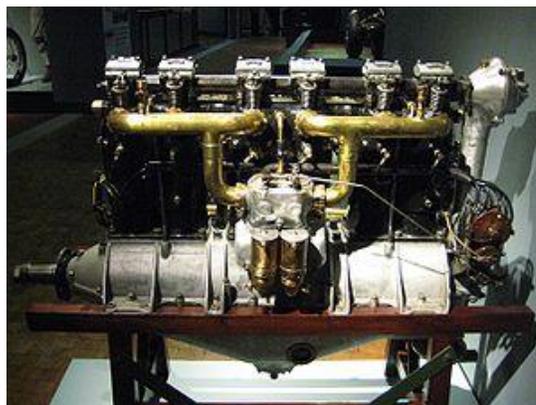
2.8.1. Motor en línea

En la aviación , un motor en línea es un motor alternativo con bancos de cilindros, uno detrás del otro, en lugar de filas de cilindros, y cada banco tiene cualquier número de cilindros, aunque más de seis es poco común. La principal configuración alternativa del motor alternativo es el motor radial , donde los cilindros se colocan en una disposición circular o en "estrella".

El término "en línea" se usa de manera algo diferente para motores de aviones que para motores de automóviles. Para los motores de automoción, el término "en línea" se refiere únicamente a los motores rectos (aquellos con un solo banco de cilindros). Pero para aviones, "en línea" también puede referirse a motores que no son de configuración recta, como v, w, u horizontalmente opuestos.

Figura 9:

Motor Daimler D.II



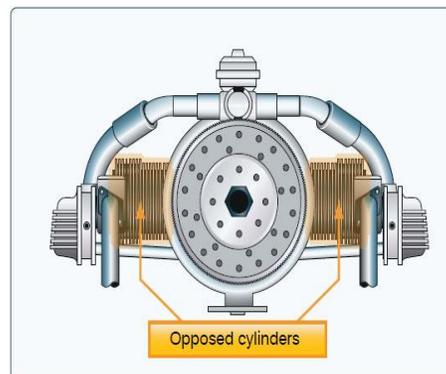
Nota: El Mercedes D.II era un motor de avión en línea refrigerado por líquido de seis cilindros construido por Daimler durante las primeras etapas de la Primera Guerra Mundial

2.8.2. Motor Horizontalmente Opuesto

El motor horizontalmente opuesto, que sigue siendo el motor alternativo más utilizado en aviones más pequeños. Este tipo de motor siempre tiene un número par de cilindros, ya que un cilindro en un lado del cárter "se opone" a un cilindro en el otro lado. (Figura 10) La mayoría de estos motores se enfrían por aire y generalmente se montan en posición horizontal cuando se instalan en aviones de ala fija. Los motores de tipo opuesto tienen una alta relación potencia / peso porque tienen un cárter comparativamente pequeño y liviano. Además, la disposición de cilindros compactos reduce el área frontal del motor y permite una instalación optimizada que minimiza la resistencia aerodinámica. (Technologie, 2015)

Figura 10

Motor horizontalmente opuesto.



Nota: Los motores horizontalmente opuestos son utilizados en la mayoría de aeronaves pequeñas para transporte de pasajeros o escuelas de vuelo.

2.8.3. Motor Radial

En el motor radial los cilindros se ubican de forma radial con respecto al cigüeñal, formando una serie de estrella. (INACAP, 2016)

En el motor radial o de estrella, los pistones se conectan por medio de un mecanismo biela/manivela, diferente a los motores que tienen disposición lineal. Un pistón se conecta a biela maestra que, al mismo tiempo, se une directamente con el cigüeñal.

El resto de los pistones se vinculan a las bielas más pequeñas, unidas a la biela maestra o biela principal. A todo el conjunto de biela principal, secundarias y pistones es lo que se conoce como estrella. Por lo general, la cantidad de pistones en una estrella es impar, pues este orden del encendido disminuye las vibraciones.

Figura 11

Motor Pratt & Whitney R-1340 Wasp



Nota: El R-1340 Wasp es un motor radial de nueve cilindros, diseñado y fabricado por la compañía estadounidense Pratt & Whitney para motorizar aviones, y posteriormente, helicópteros.

2.8.4. Motor Rotativo

Un motor rotativo es en esencia un motor de ciclo Otto, pero en lugar de tener un bloque de cilindros con un cigüeñal rotatorio como en el motor

radial, este permanece fijo y es el bloque de cilindros entero el que gira a su alrededor. En la mayoría de los casos, el cigüeñal está sólidamente fijado a la estructura del avión, y la hélice se encuentra atornillada al frente del cárter. (Durr, 2018)

La rotación de la mayor parte de la masa del motor produce un poderoso volante con efecto giroscópico, que suavizan la entrega de potencia y reduce las vibraciones.

Las vibraciones eran un serio problema en los motores de pistón convencionales, que obligaban a añadir pesadas hélices. Debido a que los cilindros funcionaban en sí mismos como un volante, los motores rotatorios tienen una relación peso-potencia más ventajosa que los motores convencionales. Otra ventaja es una refrigeración mejorada, dado que el bloque de cilindros al girar produce su propio flujo de aire, incluso cuando el avión se encuentra en tierra detenido.

Figura 12

Le Rhône 9C



Nota: un típico motor rotativo de la Primera Guerra Mundial, utilizado en el Sopwith Pup

Al igual que los motores radiales, los rotatorios se construyen con un número de cilindros impar (usualmente 7 o 9), para obtener un orden de encendido coherente, proporcionando un funcionamiento suave. Motores rotatorios con cilindros en número par, son comúnmente del tipo en "doble estrella".

2.9. Motor Continental O-200

El motor modelo O-200 es un motor de cuatro cilindros y cuatro tiempos de aeronaves recíprocas, diseñado para hélices de velocidad constante y paso fijo. Los motores de la serie O-200 están equipados con carburadores y un sistema de inducción de corriente ascendente. (ENGINE C. , 2020)

Figura 13

Motor Continental O-200



Nota: El O-200 es un motor de aeronaves de cuatro cilindros, de transmisión directa, refrigerados por aire, opuestos horizontalmente, de 201 in³ de cilindrada, que producen entre 90 y 100 caballos de fuerza.

2.9.1. Descripción: Continental O-200

Los motores están diseñados con un cárter húmedo, bomba de aceite de desplazamiento positivo instalada en la caja de accesorios. Cuando se mantiene adecuadamente, en condiciones normales de funcionamiento, la presión de aceite deseada se mantiene mediante una válvula de alivio de presión ubicada en la caja de accesorios. El arranque del motor se logra mediante un motor de arranque con engranajes montado en la caja de accesorios. Un alternador accionado por engranajes está instalado en la caja de accesorios. El motor está equipado con dos magnetos accionados por engranajes. El sistema de escape de tiro descendente lo suministra el fabricante. Los motores de la serie O-200 tienen bridas de hélice de seis pernos. (Marcolini, 2017)

2.9.2. Especificaciones

En la siguiente tabla podemos observar las especificaciones del Motor continental O-200 dadas por el fabricante:

Tabla 1

Especificaciones Continental O-200

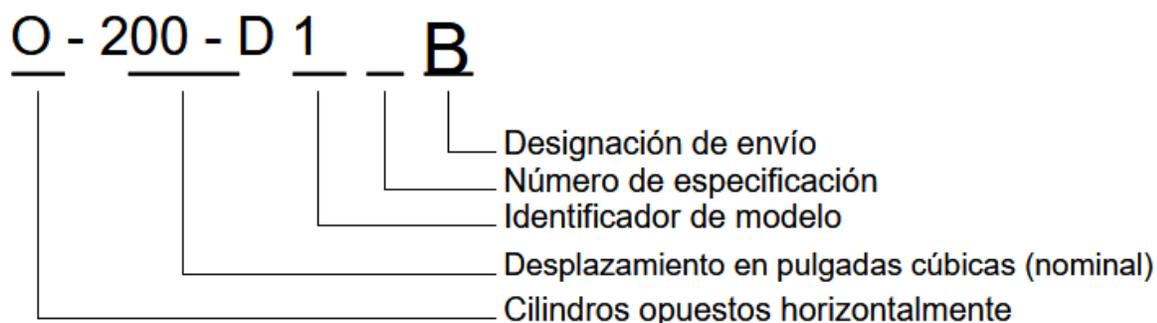
Tipo: Motor de pistón horizontalmente opuesto
Refrigeración: Por aire
Peso: 199 libras
Lubricación: 6 cuartos de sumidero húmedo
Combustibles certificados: 80/87, 100/100LL AvGas

Poder: 100 a 125 HP
RPM máximo: 2750 a 2800 RPM
Relación de compresión: 7.0:1 (200)
Altura: 589 a 667 mm
Ancho: 798 a 802 mm
Longitud: 666 a 739 mm
Tiempo entre revisión (TBO): 2000 a 2200 hrs

NOTA: Tomado de Continental Motors

2.9.3. Definición del número de modelo del motor

La descripción de cada carácter alfanumérico en el número de modelo del motor se da a continuación para el ejemplo del número de modelo del motor O-200.



2.9.4. Designaciones de número de cilindro

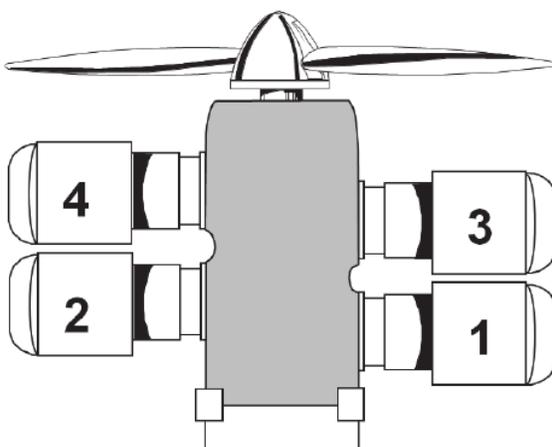
- La parte delantera del motor es el extremo más cercano a la hélice y la parte trasera del motor es el extremo accesorio.
- Visto desde la parte trasera del motor, los cilindros del lado izquierdo están designados por pares números 2-4, siendo el

cilindro 2 el más cercano a la parte trasera. Los cilindros del lado derecho tienen designación secuencial de número impar 1-3, siendo el cilindro 1 el más cercano a la parte trasera.

- El orden de encendido del motor es 1-3- 2-4. (ENGINE C. A., 2011)

Figura 14

Designaciones de número de cilindro



Nota: Ubicación del número de cilindros en los motores Continental

2.10. Descripción del Motor.

En esta parte realizaremos una descripción de los principales componentes del Motor O-200 como lo son:

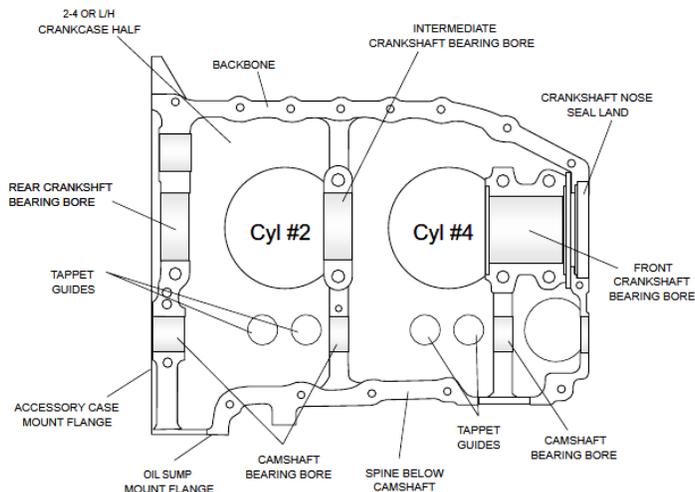
2.10.1. Caja del cigüeñal o Block (CRANKCASE)

Dos piezas de aleación de aluminio se unen a lo largo del plano central vertical para formar la caja de cigüeñal. Las piezas de fundición individuales (con espárragos e inserciones) se denominan "cárter izquierdo" y "cárter derecho". El cárter proporciona un sello hermético, lo

suficientemente rígido para soportar el cigüeñal, el árbol de levas y los cojinetes, con galerías de aceite para la lubricación. (ENGINE C. , 2020)

Figura 15

Caja del cigüeñal o Block



Nota: Parte lateral de un cigüeñal de un motor Continental O-200

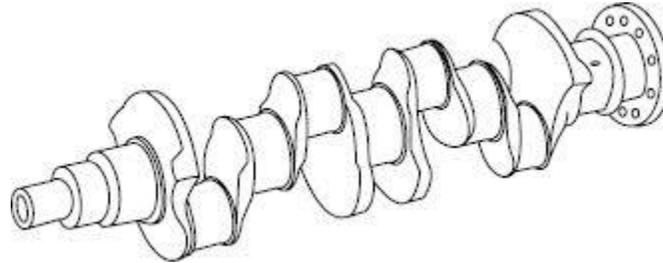
2.10.2. Cigüeñal (Crankshaft)

El cigüeñal es una parte fundamental del motor de combustión, ya que, en él, se transformará la energía liberada por las explosiones de combustible en los pistones y a su vez transmitirá esta energía a la hélice. Esta pieza se localiza dentro del motor ya que es una parte estructural del mismo, y en realidad se trata de un árbol de transmisión que consiste en un conjunto de manivelas, cada una de ellas cuenta con una muñequilla y dos brazos que terminan en un eje giratorio. Las muñequillas se encuentran unidas a las bielas las cuales se unen en el extremo contrario a la muñequilla con un pistón que a su vez harán un movimiento lineal dentro de los cilindros para lograr un movimiento

rotatorio del cigüeñal y lo transmitirá como lo hemos mencionado a la hélice. (Donaire, 2016)

Figura 16

Cigüeñal (Crankshaft)



Nota: Mecanismo biela manivela de un cigüeñal.

En otras palabras, el cigüeñal forma parte del mecanismo biela-manivela que con su movimiento transforman energía desarrollada por la combustión, en energía mecánica. De tal manera que el cigüeñal recoge y transmite al cambio la potencia desarrollada por cada uno de los cilindros. Existen distintos tipos de cigüeñales que regularmente están formados por tantas manivelas como cilindros, pero no siempre es así, ya que su número puede variar y la elección dependerá de razones técnicas o económicas, aunque a menor número de apoyos (lo mínimo son dos, es decir uno a cada extremo) la potencia elevada baja.

2.10.2.1. Partes de un cigüeñal

Entre sus partes constitutivas se puede señalar los **apoyos** que realizan un giro sobre el mismo cárter. Las **muñequillas** que soportan el giro de las bielas. Los **brazos** que unen las muñequillas y los apoyos contando con **contrapesos** para ambos.

Figura 17*Partes de un Cigüeñal*

Nota: Partes de un cigüeñal como el eje, la muñequilla el contrapeso y el brazo.

2.10.3. Árbol de levas (Camshaft)

En motores de combustión interna, eje giratorio con discos adheridos de forma irregular (las levas), que accionan las válvulas de admisión y escape de los cilindros. Las levas y el árbol de levas generalmente se forman como una unidad, con las levas colocadas en ángulos para abrir y cerrar las válvulas en una secuencia prescrita a medida que giran las levas. Un árbol de levas separado para cada fila de cilindros es impulsado por engranajes o cadenas del cigüeñal. (UNLP, 2018)

Debido a que una vuelta del árbol de levas completa la operación de la válvula durante un ciclo completo del motor y el motor de ciclo de cuatro tiempos hace dos revoluciones del cigüeñal para completar un ciclo, el árbol de levas gira la mitad de rápido que el cigüeñal.

Figura 18*Árbol de levas*

Nota: Figura de un árbol de levas de un motor Continental O-200

2.10.4. Bielas (Connecting Rods)

La **biela** es el elemento del motor encargado de transmitir la presión de los gases que actúan sobre el pistón al cigüeñal. O lo que es lo mismo, es un eslabón de la cadena que transforma el desplazamiento alternativo de los pistones en la rotación del cigüeñal.

La biela de un motor de combustión es, en esencia, lo mismo, ya que conecta el cigüeñal con el pistón que forma parte de la combustión en el interior del cilindro. Por tanto, se puede definir la biela como el elemento mecánico que, mediante tracción o compresión, transmite el movimiento a través de la articulación de otras partes de una máquina o motor. (Noxvo, 2020)

2.10.4.1. Partes de una biela

Una biela se divide en tres partes principales:

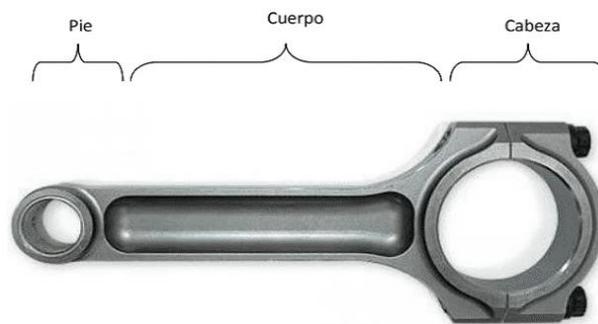
- **Cabeza de la biela:** es la parte con el orificio de mayor tamaño y abraza a la muñequilla del cigüeñal. Actúa como una abrazadera con dos mitades. Una está unida al cuerpo y la otra, llamada sombrero, se une a la otra con tornillos. Dicha abrazadera

sujeta un casquillo metálico o rodamiento que posteriormente abraza la muñequilla del cigüeñal.

- **Cuerpo de la biela:** es la parte central alargada y la que debe soportar las mayores tensiones. La sección puede tener forma de H, de cruz o de I.
- **Pie de la biela:** es la pieza que abraza el eje del pistón y cuenta con un diámetro inferior al de la cabeza. En él se introduce un casquillo a presión, que posteriormente aloja un cilindro metálico que cumple la función de unir la biela al pistón.

Figura 19

Partes de una biela.



Nota: Vista principal de una biela con sus partes como el pie, el cuerpo y la cabeza.

2.10.5. Pistones

El pistón es un componente del motor de combustión interna . (Civil, 2010) La función principal del pistón es transformar en fuerza la presión generada por la combustión de la mezcla aire-combustible, actuando sobre el cigüeñal. Los vehículos de pasajeros

tienen pistones de aleación de aluminio, mientras que los vehículos comerciales también pueden tener pistones de acero y hierro fundido.

Figura 20

Pistón



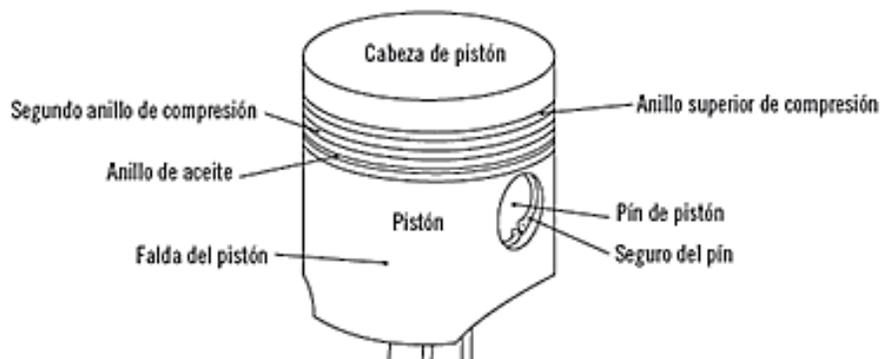
Nota: Vista de un típico pistón, parte importante de un motor reciproco.

a. Partes principales de un pistón:

- **Cabeza del pistón:** También llamada **parte superior** o **corona** es la parte superior del pistón que entra en contacto con la presión del gas dentro de la cámara de combustión.
- **Cinturón de anillos:** Es la parte superior media del pistón cuando se ubican los anillos del pistón
- **Saliente del pasador:** Es la parte media inferior del pistón que contiene el pasador del pistón
- **Falda del pistón:** Es el área debajo de la correa del anillo

Figura 21

Partes de un Pistón



Nota: El pistón es unido a la biela por medio de un pasador.

El pistón está conectado a la biela a través del pasador del pistón. El pasador permite que el pistón gire alrededor del eje del pasador. El pasador se mantiene en su lugar en el pistón mediante el clip de retención del pasador.

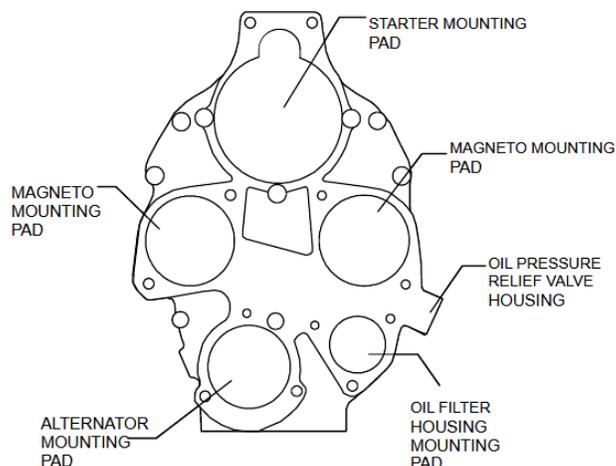
Después, la corona del pistón llega a la correa del anillo (también llamada zona del anillo). La mayoría de los pistones tienen tres ranuras de anillo, en las que se montan los anillos de pistón. El anillo superior se llama anillo de compresión, el medio es el anillo raspador y el inferior es el anillo de control de aceite. El anillo de compresión debe sellar la cámara de combustión para evitar que los gases internos se escapen al bloque del motor. El anillo de control de aceite elimina el aceite de la pared del cilindro, cuando el pistón está en la carrera de potencia o de escape. El anillo central tiene la función combinada de asegurar la compresión en el cilindro y eliminar el exceso de aceite de las paredes del cilindro.

El faldón del pistón mantiene el pistón equilibrado dentro del cilindro. Suele estar cubierto con un material de baja fricción para reducir las pérdidas por fricción. El orificio del pasador del pistón o saliente aloja el pasador del pistón, que conecta el pistón a la biela. (ETSIA, 2012)

2.10.6. Caja de accesorios (Accessory Case)

La caja de accesorios de fundición de aleación de aluminio está unida a la parte trasera del cárter del motor, alineada con las clavijas del cárter. La caja de accesorios está asegurada al cárter mediante pernos del cárter y varios accesorios de fijación. Las almohadillas de montaje de accesorios en la superficie trasera se mecanizan en un plano paralelo a la brida de partición mecanizada que rodea el lado frontal de la pieza fundida. Se proporcionan almohadillas de montaje para los magnetos, la tapa del alternador, el motor de arranque, la transmisión del tacómetro, el adaptador del filtro de aceite, la válvula de alivio de presión de aceite y una rejilla de succión de aceite.

La carcasa de la caja de accesorios tiene dos orificios arriba y tres pernos para sujetar el arrancador. La carcasa del adaptador del filtro de aceite, adyacente a la almohadilla de montaje del alternador, se sujeta a la caja de accesorios y acepta un filtro de aceite desechable tipo rosca. (Administration, Requisitos de instalación para motores de aeronaves, 2018)

Figura 22*Caja de accesorios*

Nota: Caja de accesorios de un motor Continental O-200

2.10.7. Cilindros

El motor tiene cuatro cilindros refrigerados por aire, opuestos horizontalmente, dos en el lado izquierdo y dos en el lado derecho del motor. Un cilindro es la unidad de potencia de un motor; es la cámara donde se quema la gasolina y se convierte en energía. La superficie interior del cilindro está formada por un revestimiento metálico delgado (también llamado "camisa") o un revestimiento de superficie aplicado al bloque del motor. Un pistón está asentado dentro de cada cilindro por varios anillos de pistón de metal, que también proporcionan sellos para la compresión y el aceite lubricante. Los aros del pistón no tocan realmente las paredes del cilindro, sino que se desplazan sobre una fina capa de aceite lubricante.

Figura 23

Movimiento del pistón dentro de un cilindro.



Nota: Proceso de combustión dentro de un cilindro del motor.

El cilindro está hecho de metal y está sellado. Contiene un pistón que se mueve hacia arriba y hacia abajo, comprimiendo el combustible, que se enciende y provoca la combustión. Hay dos válvulas en la parte superior del cilindro; una válvula de entrada y una válvula de salida. La válvula de entrada es donde el combustible y el aire ingresan al cilindro desde el carburador o el inyector de combustible eléctrico, y la válvula de salida es donde escapan los gases de escape.

2.10.8. Empujadores de válvulas hidráulicas

El empujador de la válvula hidráulica (elevador) proporciona una interfaz entre el lóbulo del árbol de levas y el tren de válvulas restante. Los taqués de las válvulas hidráulicas se montan en los lóbulos excéntricos de la leva, abriendo y cerrando las válvulas de admisión y

escape mecánicamente mediante varillas de empuje y balancines, lo que permite la conversión del perfil del lóbulo de la leva en un movimiento lineal para el accionamiento de las válvulas de admisión y escape. El mecanismo hidráulico dentro del empujador mantiene cero holguras entre la válvula y los componentes actuadores.

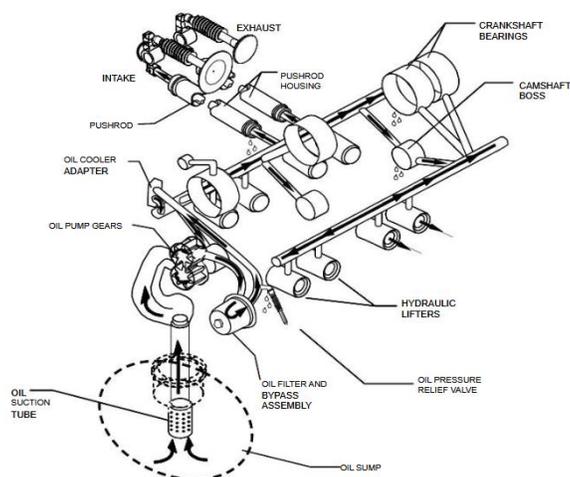
La interfaz entre el lóbulo de la leva y el empujador debe desgastarse hasta cierto punto a medida que funciona el motor. Esto es similar a la interfaz de la pared del cilindro / anillo del pistón que debe asentarse juntos para un funcionamiento y desgaste adecuados con el tiempo.

2.10.9. Sistema de lubricación

El sistema de lubricación del motor suministra aceite lubricante por todo el motor a varios cojinetes, bujes y componentes del motor. El sistema de lubricación por cárter húmedo consta de una bomba de aceite interna impulsada por el motor, una válvula de alivio de presión fija no ajustable, un depósito de aceite y puertos de detección de aceite. Se encuentra disponible un adaptador de enfriador de aceite opcional para conectar un enfriador de aceite de montaje remoto. **(ANEXO C)**

Figura 24

Componentes del sistema de lubricación

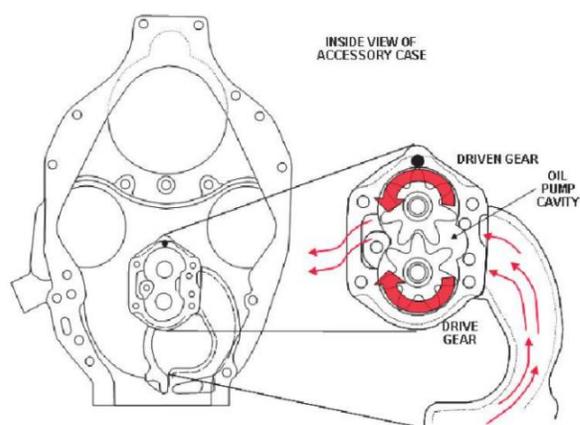


Nota: Diagrama del sistema de lubricación de un motor Continental O-200

2.10.10. Bomba de aceite

La bomba de aceite de tipo engranaje, impulsada por motor, de desplazamiento positivo (Figura 25) consta de dos engranajes de acero mallados que giran dentro de la cavidad de la bomba de aceite maquinada en la caja de accesorios. El árbol de levas acciona el engranaje impulsor de la bomba de aceite, que impulsa el engranaje impulsado por la bomba de aceite.

El engranaje impulsado por la bomba de aceite está soportado por un eje presionado en la caja de accesorios y la placa de cubierta de la bomba de aceite. El eje del engranaje impulsor de la bomba de aceite está soportado por casquillos presionados en la caja de accesorios.

Figura 25*Bomba de Aceite*

Nota: Diagrama de una bomba de aceite dentro de la caja de accesorios.

2.10.11. Sumidero de aceite

El conjunto del sumidero de aceite se fabrica a partir de un cuerpo superior de aluminio fresado soldado a la sección inferior del sumidero de chapa metálica perfilada. La sección superior cuenta con una brida de montaje de la caja de cigüeñal reforzada y un saliente para el conjunto de varilla de medición de aceite prensado y tubo de extensión. El cuerpo del cárter de aceite inferior está equipado con un tapón de drenaje roscado con provisiones para cables de seguridad. La varilla del medidor de aceite está marcada en cuartos hasta la marca completa y cuenta con una palanca de bloqueo con sello de compresión.

Figura 26*Sumidero de Aceite Motor O-200*

Nota: Sumidero de aceite de un motor Continental O-200

2.10.12. Válvula de alivio de presión de aceite

Un saliente roscado maquinado está ubicado en el lado inferior derecho de la caja de accesorios para la instalación de una válvula de alivio de presión de aceite no ajustable. Sus pasajes están conectados al pasaje de salida de la bomba de aceite. Esta válvula se abre cuando la presión de la bomba de aceite excede el límite operativo especificado y dirige el aceite de regreso al cárter de aceite.

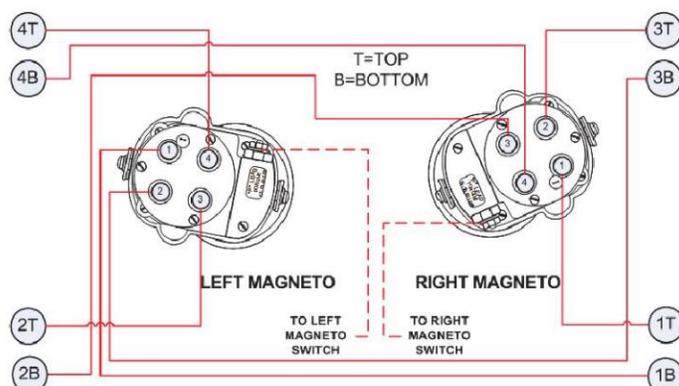
2.10.13. Sistema de encendido

Dos magnetos, instalados en el lado de popa de la caja de accesorios, utilizan adaptadores de transmisión de magneto para interactuar con el engranaje del cigüeñal. Los motores O-200 están equipados con magnetos Champion (anteriormente Slick) o Continental Motors (Bendix), diseñados para proporcionar encendido para motores de aviones de cuatro cilindros.

Los magnetos generan y distribuyen pulsos de encendido de alto voltaje a través de cables de alta tensión a las bujías. Los arneses blindados están disponibles para la mayoría de las configuraciones del sistema de encendido. Para obtener la chispa retardada necesaria para el arranque, los magnetos pueden estar equipados con un vibrador de arranque. Los acoplamientos de impulso hacen girar el magneto entre viajes de impulso más rápido que la velocidad de arranque del motor, generando así una mejor chispa para arrancar el motor. (Oñate, 2019).

Figura 27

Ubicación del arnés de encendido.



Nota: diagrama del orden de encendido y la ubicación de los cables de bujías y magnetos.

Los magnetos del sistema de encendido emplean acoplamientos de impulso para proporcionar una sincronización avanzada durante el arranque del motor. Con la configuración de acoplamiento de impulso simple (izquierda), el magneto derecho debe estar conectado a tierra durante el arranque del motor. Se proporcionan instrucciones de extracción por separado para los magnetos Champion y Continental Motors.

El arnés de cableado del magneto envía chispa a los cilindros como se ilustra en la Figura 27. El magneto izquierdo enciende las bujías 1-3 inferior y 2-4 superior; el magneto derecho enciende las bujías 1-3 superior y 2-4 inferior.

2.10.14. Conjunto de arranque

La serie de motores emplea un motor de arranque eléctrico ligero montado en la parte trasera de la caja de accesorios. La conexión del motor de arranque está controlada por el mazo de cables de la aeronave y el contacto del interruptor de encendido

2.10.15. Alternador

La caja de accesorios del motor incorpora un saliente en la parte trasera del motor para montar un alternador accionado por engranajes de 12 voltios, 50 o 60 amperios. El alternador genera corriente eléctrica para recargar baterías de aviones y alimentar sistemas eléctricos de aviones. Para obtener una descripción del sistema eléctrico y de carga de la aeronave, consulte las Instrucciones de aeronave correspondientes para la aeronavegabilidad continua. Para obtener una descripción detallada de los alternadores de Continental Motors, consulte las Instrucciones de servicio del alternador de Continental Motors. **(ANEXO D)**

Figura 28

Alternador.

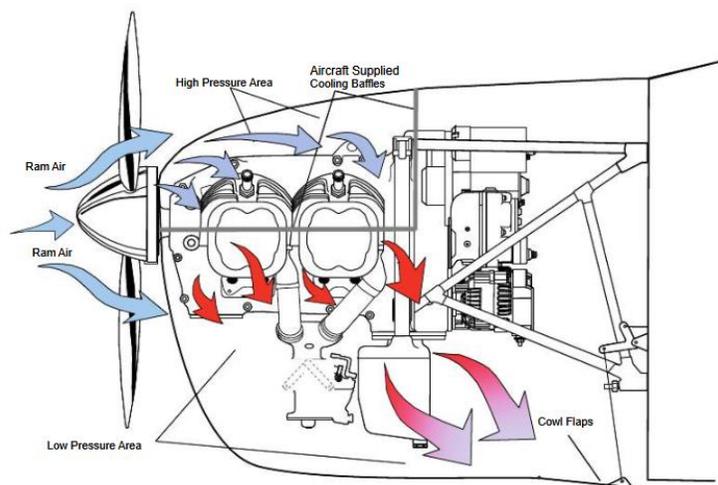


Nota: Vista de un alternador instalado en un motor Continental O-200.

2.10.16. Enfriamiento del motor

Los cilindros del motor se enfrían transfiriendo calor desde el cilindro del cilindro y las aletas de enfriamiento de la culata al flujo de aire circundante. El capó, los deflectores y el deflector del motor de la aeronave sellan el aire de enfriamiento directo (que es inducido por el aire comprimido por la velocidad de avance de la aeronave) de manera uniforme alrededor de los cilindros.

Este flujo de aire está regulado por el tamaño de las entradas y salidas de aire de refrigeración. Aumentar o disminuir el tamaño de la salida con el uso de solapas de capó cambia el flujo de aire y se utiliza como ayuda para controlar las temperaturas de funcionamiento del motor. Los deflectores entre cilindros se proporcionan como equipo estándar. (ENGINE C. , 2020)

Figura 29*Flujo de aire*

Nota: Diagrama del flujo de aire que entra y sale a través del motor.

2.10.17. Sistema de combustible

El elemento principal del sistema de combustible es el carburador. El modelo y las especificaciones del motor determinan la configuración del carburador instalado. El combustible se suministra típicamente al carburador mediante alimentación por gravedad.

2.10.18. Carburador

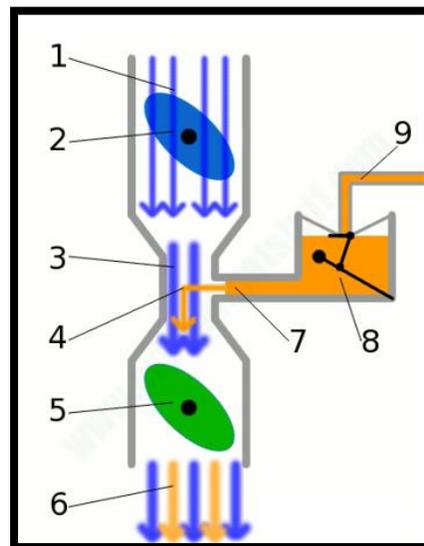
El objetivo último del sistema de combustible consiste en proveer a los cilindros de una mezcla de aire y combustible para su ignición. Para este fin, la mayoría de los motores de pistón utilizados en aviación están equipados con un carburador o con un sistema de inyección de combustible.

a. Funcionamiento del Carburador

- 1- El aire fluye hacia la parte superior del carburador desde la entrada de aire del automóvil, pasando a través de un filtro que lo limpia de escombros.
- 2- Cuando se arranca el motor por primera vez, el estrangulador (azul) se puede configurar para que casi bloquee la parte superior de la tubería para reducir la cantidad de aire que ingresa (aumentando el contenido de combustible de la mezcla que ingresa a los cilindros).
- 3- En el centro del tubo, el aire es forzado a través de una curva estrecha llamada venturi. Esto lo acelera y hace que baje su presión.
- 4- La caída en la presión del aire crea succión en la tubería de combustible (derecha), lo que extrae combustible (naranja).

Figura 30

Funcionamiento del Carburador.



Nota: Descripción del funcionamiento de un carburador

- 5- El acelerador (verde) es una válvula que gira para abrir o cerrar la tubería. Cuando el acelerador está abierto, fluye más aire y combustible a los cilindros para que el motor produzca más potencia y el automóvil vaya más rápido.
- 6- La mezcla de aire y combustible fluye hacia los cilindros.
- 7- El combustible (naranja) se suministra desde un mini tanque de combustible llamado cámara de alimentación por flotación.
- 8- A medida que baja el nivel de combustible, cae un flotador en la cámara y abre una válvula en la parte superior.
- 9- Cuando la válvula se abre, entra más combustible para reponer la cámara desde el tanque de gas principal. Esto hace que el flotador suba y vuelva a cerrar la válvula.

2.10.19. Sistema de Admisión

El colector de admisión está unido a dos espárragos en la brida inferior del cárter. El carburador está unido a la parte inferior del colector de admisión con una junta y cuatro sujetadores. El paso de aire a través del colector se divide en cuatro salidas, a las cuales se conectan los tubos de admisión del cilindro mediante mangueras de goma y abrazaderas. La carcasa de entrada de aire se conecta a la parte inferior de la brida del carburador. El extremo delantero de la entrada de aire se ensancha hacia arriba para coincidir con el contorno del filtro de aire. Un tubo de suministro de aire caliente y un tubo de drenaje de combustible están incorporados en la carcasa de entrada de aire.

CAPÍTULO III

3. Desarrollo del tema

3.1. Preliminares

En el presente capítulo se detalla toda la práctica realizada que se llevó a cabo para la instalación del Motor Continental O-200-A en una aeronave Cessna 150M, con el fin de desarrollar habilidades que nos permitan realizar una correcta instalación de cualquier componente mecánico siempre y cuando se lo realice con toda la documentación técnica y legal, todo este trabajo fue realizado de acuerdo al manual de mantenimiento de la aeronave como lo es el Service Manual #D971-3-13, sección 11,(ENGINE).

El proyecto de titulación tiene como finalidad comprender la complejidad de una tarea de mantenimiento como lo es la instalación de un motor, el cual debe ser manejado con un alto grado de responsabilidad, así como también saber manejar los manuales de mantenimiento, y así poder tener experiencia dentro del campo laboral en la aviación.

Para la realización de la práctica se contó con el Jefe de mantenimiento de la Escuela de Aviación Pastaza al Tlgo. Manuel Tendentza y con el personal Técnico de la Universidad de las Fuerzas Armadas Tlgo. Andrés Arellano.

3.2. Consideraciones Generales

Previo a la realización de la instalación del motor como primer punto nos aseguramos de tener toda la documentación del motor para evitar inconvenientes con la Autoridad Aeronáutica Civil, debemos poseer toda la herramienta y nuestro equipo de protección personal, también debemos realizar una pequeña inspección visual a nuestro soporte para asegurar que se encuentre en perfecto estado. En el flujo grama observaremos la secuencia de pasos a seguir **(ANEXO B)**

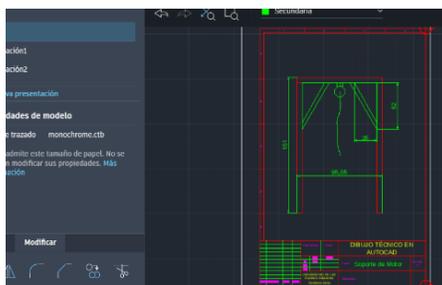
Nota: Todo el proceso de instalación del motor fue supervisado por el Jefe de mantenimiento de la escuela de Aviación Pastaza, así como también se contó con el apoyo técnico del personal de mantenimiento.

3.3. Elaboración del soporte de motor

1. Primero procedemos a diseñar nuestro soporte en Autocad, para establecer todas las medidas y partes necesarias que necesitaremos. **(ANEXO E)**

Figura 31

Plano del soporte en AUTOCAD



Nota: Se realizó un plano en AutoCAD como guía para elaborar el soporte del motor.

2. Los equipos y herramientas utilizados para la elaboración del soporte son descritos en la siguiente tabla.

Tabla 2

Herramientas, Materiales y Equipos utilizados

Herramientas	Materiales	Equipos
Destornillador plano y estrella	Tubo galvanizado redondo	Equipo de Protección personal
Casco de soldar	Tubo galvanizado rectangular	'Suelda
Broca de ½	Ruedas	Amoladora
Pinzas de sujeción	Pintura blanca	Compresor
Lija gruesa	Pintura amarilla	Pistola de pintar
Escalera	Teclé	Taladro
Llave inglesa de 1/2	Pernos de 1/2	
	Tuercas de 1/2	

3. Primero utilizamos dos pedazos de tubo galvanizado redondo y los cortamos a una medida de 2,70m y uno de 1,50m

Figura 32

Corte en el tubo



Nota: Con la ayuda de una amoladora se procedió a cortar las partes necesarias para el soporte.

4. Procedemos a soldar, como primer paso soldamos los parantes de 2,70m con el travesaño de 1,50 tal como lo muestra el plano.

Figura 33

Proceso de soldadura.



Nota: Con una suelda eléctrica procedemos a soldar las partes para nuestro soporte.

5. Luego procedemos a cortar dos partes de tubo rectangular a una distancia de 1 metro, los cuales serán soldados en la parte de abajo del soporte y servirán como bases.

Figura 34*Soldadura de la base del soporte*

Nota: El proceso de soldadura debe ser realizado con mucho cuidado para evitar dañar el tubo a soldar.

6. Colocaremos unos tubos entre la base y la estructura principal para darle más resistencia a nuestro soporte. **(ANEXO F)**

Figura 35*Soldadura de Soportes adicionales*

Nota: Los puntos de apoyo en el soporte mejoran la capacidad de resistencia del mismo.

7. Colocamos un par de ruedas a cada base, las aseguramos con pernos y tuercas de $\frac{1}{2}$ para que se queden firmes y que esta pueda ser trasladada con facilidad.

Figura 36

Colocación de las ruedas



Nota: Al colocar las ruedas verificamos que queden fijas para mayor seguridad.

8. Pintamos nuestro soporte primero con una capa base.

Figura 37

Colocación de la base de pintura.



Nota: Es muy importante colocar la pintura base para evitar la oxidación del material y que se adhiera bien la pintura.

9. Luego de que se secase la base procedemos a pintar con pintura plástica amarilla.

Figura 38

Acabado Final de la pintura.



Nota: Nos aseguramos de pintar todo el soporte uniformemente.

10. Finalmente colocamos el tecele a nuestro soporte, este tecele tiene la capacidad de levantar 1000 kilogramos, lo cual es suficiente para la utilización en nuestro motor Continental O-200-A

Figura 39

Colocación del Tecele



Nota: Al momento de colocar el tecele asegurarse que este bien fijado en el soporte.

3.4. Preparación del área de trabajo

Antes de instalar el motor, deberá verificar cuando la estructura del avión esté lista para aceptar el soporte del motor y el motor en sí. Estos artículos son bastante pesados y cambiarán el peso y el equilibrio. Si el taller no tiene espacio suficiente para colocar el motor, entonces podría ser útil trasladar el proyecto a una ubicación más espaciosa, ya que se necesitará

algo de espacio para poder desplazarnos alrededor de la aeronave sin ningún inconveniente.

Figura 40

Cessna 150M



Nota: Ubicar la aeronave en un lugar adecuado con todas las normas de seguridad.

3.5. Instalación del Motor Continental O-200-A

1. Como primer paso colocamos la aeronave en el hangar con la respectiva señalética de precaución, también la fijamos con un soporte en la cola y la colocación de tacos en las ruedas.

Figura 41

Colocación de tacos.



Nota: Colocar correctamente los tacos para que la aeronave permanezca fija.

2. Retiramos la cubierta en la que viene el motor y procesemos a retirar todos los pernos que sujetan al motor con una llave (9/16 in) para desacoplarlo de la base sobre la que está asegurado.

Figura 42

Desacoplamiento del motor.



Nota: Retirar los pernos que sujetan al motor en la base.

3. Revisamos que todos números de serie de los componentes que contenga el motor coincida con la Hoja de información de componentes del motor tales como:
 - Magneto derecho
 - Magneto izquierdo
 - Cigüeñal
 - Carburador
 - Arranque
 - Alternador
 - Cilindros

Figura 43

Revisión de partes.



Nota: Revisar que todos los números de parte y de serie del motor coincidan con la hoja de componentes del motor.

4. Una vez verificado que todos los números de partes de los componentes del estén correctos procedemos a colocar una base que nos servirá como punto de sujeción que va conectada en la parte trasera del motor y asegurada con los pernos del block.

Figura 44

Sujeción del Motor.



Nota: Al momento de levantar el motor nos aseguramos que este bien sujeto al soporte.

5. Con el punto de sujeción asegurado, procedemos a izar el motor cuidadosamente con la ayuda de un tecele.

Figura 45

Izamiento del Motor.



Nota: Procedemos a levantar el motor lentamente con la ayuda del tecele.

6. Previo a la instalación realizamos una inspección visual del montante del motor y nos aseguramos que no posea ninguna fisura o daño a la estructura, para finalmente limpiarlo.

Figura 46

Limpieza del montante del Motor.



Nota: Realizamos una inspección visual en el montante del motor para descartar fisuras en el material.

7. Con la ayuda del Manual preparamos todos los componentes que son necesarios para sujetar el motor en el montante tales como los pernos, tuercas, espaciadores, arandelas, conectores a tierra y bujes de goma. **(ANEXO G)**

Figura 47

Componentes para asegurar el montaje del motor.



Nota: Colocamos en orden los pernos, cauchos, pasadores y tuercas para que sea más fácil la instalación.

8. Con todos los materiales listos procedemos a colocar el motor en el montante y los aseguramos colocando sobre un lado del buje una copa y sobre el otro el asiento y a través de estos pasa un espaciador. (ver Anexo 1)

Figura 48

Motor instalado

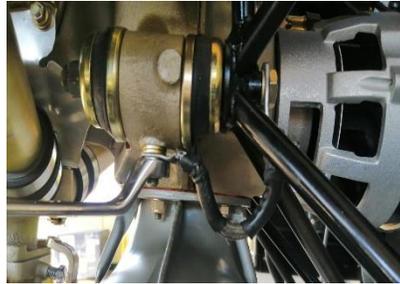


Nota: Cuando el motor este instalado nos aseguramos que las bases de los soportes encajen correctamente en los pasadores.

- Colocado el motor en el montante procedemos a conectar el cable a tierra que va desde el montante inferior izquierdo hacia el motor y el segundo que va desde el montante hacia la estructura de la aeronave.

Figura 49

Colocación del cable de tierra.



Nota: El cable tierra del alternador debe ir conectado al montante inferior.

- Para finalizar con el montaje del motor aseguramos los 4 puntos del montante del motor con un torque de 180 – 190 LB-IN.

Figura 50

Aplicación de torque en los pernos del montante.



Nota: La aplicación de torque debe ser la especificada en el manual de mantenimiento.

Instalación del sistema de escape

Figura 51

Sistema de escape.



Nota: Evitar tocar el escape con manos sucias pues con el calor puede causar oxidación.

1. Retiramos todos los tapones que se encuentran en los orificios de salida del sistema de escape del motor.

Figura 52

Tapones del sistema de escape.



Nota: Retirar los tapones que se encuentras en los conductos de entrada del escape, estos sirven para evitar la entrada de cualquier material dañino.

2. Una vez retirados los tapones procedemos a colocar un poco de LPS en la rosca donde ira la tuerca.

Figura 53*Colocación de LPS*

Nota: La colocación del LPS es muy importante ya que sirve como un lubricante y evita el daño de la rosca por oxidación.

3. Con mucho cuidado colocamos primero la junta que puede ser de asbesto o de cobre y seguido de eso el sistema de escape y lo aseguramos con las tuercas especiales resistentes al calor.

Figura 54*Colocación del múltiple de escape.*

Nota: Siempre al instalar el escape asegurarnos que la junta de sellado este sana.

4. Apretamos las tuercas para asegurar el sistema de escape con un torque de 45 LB-IN.

Figura 55

Aplicación de torque en las tuercas del múltiple de escape.



5. Una vez instalado el sistema de escape procedemos a colocar los tubos de escape, para ello primero colocamos el tubo de escape y nos fijamos que se incruste correctamente y que se coincida el orificio del tubo de escape con el orificio del tubo de salida del sistema de escape.

Figura 56

Tubos de escape.



Nota: Asegurarnos que los orificios para el guía de la abrazadera no contengan fisuras.

6. Procedemos a colocar la abrazadera la cual tiene un pasador o pin que se incrusta en los dos orificios antes mencionados.

Figura 57

Colocación de abrazaderas en el tubo de escape.



Nota: Al colocar las abrazaderas asegurarse que el pin de la abrazadera inserte correctamente en los orificios de los tubos

7. Finalmente aseguramos la abrazadera con un perno y una tuerca y los ajustamos con una llave 7/16 in.

Figura 58

Ajuste de la abrazadera



Nota: Al terminar de ajustar las abrazaderas nos aseguramos que los tubos queden fijos

8. Finalmente, el sistema de escape quedara instalado.

Figura 59

Sistema de escape instalado.



Nota: Al terminar de instalar el sistema de escape, cubrirlo con cualquier tela para evitar ensuciarlo hasta terminar de instalar los componentes restantes.

Instalación de la bomba de succión

1. primero procedemos a retirar el cobertor que se encuentra en la base de la bomba de succión.

Figura 60

Remoción del cobertor de la bomba de succión.



Nota: Retirar con cuidado las 4 tuercas que sujetan el cobertor

2. Una vez retirado el cobertor verificamos que la base donde ira la bomba de succión se encuentre limpia, sin ningún tipo de FOD y procedemos a colocar una junta de aluminio.

Figura 61

Colocación de la junta de aluminio.



Nota: Aseguramos que la junta de aluminio de la bomba de succión se encuentre en perfecto estado.

3. Colocamos la bomba de succión y la aseguramos con una arandela y la tuerca respectivamente para ajustar moderadamente con una llave 9/16 in.

Figura 62

Instalación de la bomba de succión.



Nota: La bomba de succión debe ser asegurada solamente con el torque especificado en el manual de mantenimiento.

4. Colocamos la cañería de la bomba de succión que va desde el puerto superior de la bomba hasta un puerto que se encuentra en la parte superior izquierda de la pared de fuego.

Figura 63

Instalación de cañerías para la bomba de succión.



Nota: Asegurarse que las cañerías de combustible se encuentren en perfecto estado.

5. Finalmente aseguramos la cañería con una abrazadera de tornillo.

Figura 64

Ajuste de abrazaderas en las cañerías.



Nota: El ajuste de las abrazaderas debe ser moderadamente para evitar dañar la cañería.

Instalación del sistema de admisión

1. Colocamos el sistema de admisión justo por debajo del aire de entrada del carburador, y lo aseguramos con sus respectivas tuercas.

Figura 65

Instalación del colector de admisión.



Nota: Asegurarse que el colector de admisión se encuentre limpio antes de colocar el filtro de aire.

Instalación de la cañería de combustible

Como es una aeronave con un sistema de combustible por gravedad, conectamos la cañería del tanque hacia el filtro de combustible y de este al carburador.

Figura 66

Ajuste de la cañería de combustible.



Nota: Al momento de colocar combustible verificar que no existan fugas por las cañerías.

Instalación de bujías y cables de bujías

Figura 67

Bujías Tempest.

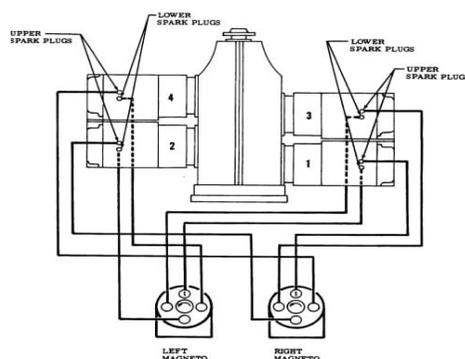


Nota: Tener mucho cuidado al manipular las bujías, ya que se pueden caer y romper.

1. Primeramente, identificamos el orden de los cables de bujías, cada uno de los cables está identificado con las iniciales **T** y **B** (Top y Bottom / arriba abajo) y junto a esas iniciales se encuentra un numero el cual significa el número de cilindro al que corresponde, por ejemplo: **(ANEXO H)**
 - **T3:** Significa que el cable de bujía corresponde al cilindro numero 3 superior.
 - **B2:** Significa que el cable de bujía corresponde al cilindro numero 2 inferior.

Figura 68

Diagrama de Cableado.



Nota: Ubicar correctamente los cables de bujías tal y como lo muestra el manual de mantenimiento.

2. Una vez identificados los cables de bujías y los cilindros procedemos a retirar los tapones de los orificios donde se colocará las bujías.

Figura 69

Remoción de tapones de los orificios para las bujías.



Nota: Retirar los tapones del orificio donde va la bujía.

3. Colocamos las bujías con mucho cuidado y con mucho cuidado primero las enroscamos con la mano para evitar que se enrosquen mal y se dañe la culata.

Figura 70

Instalación de las bujías.



Nota: Las bujías deben ser colocadas cuidadosamente con la mano para evitar dañar la rosca.

4. Ajustamos las bujías con un torque de 330 LB-IN, con la ayuda de una copa (13/16 in).

Figura 71

Aplicación de torque a las bujías.



Nota: Aplicar el torque especificado en el manual de mantenimiento de la aeronave.

5. Colocamos los cables de bujía y los ajustamos con la ayuda de unas llaves (11/32 y 3/8 in).

Figura 72

Ajuste de los cables de bujías.



Nota: El ajuste del cable de bujías se lo debe realizar moderadamente sin aplicar demasiada presión.

6. Finalmente aseguramos los cables con abrazaderas que se ubican encima de la tapa válvulas y se aseguran con el mismo perno que ajusta dicha tapa válvulas para que estos se mantengan en sus posiciones.

Figura 73

Fijación de los cables de bujías

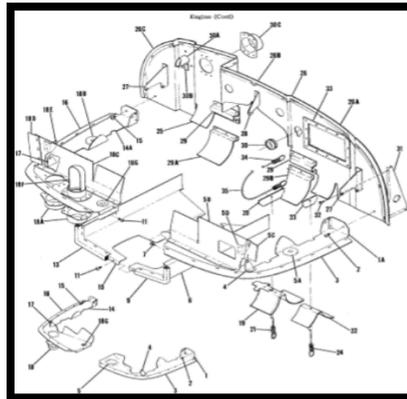


Nota: Para fijar los cables de bujías, utilizamos abrazaderas especiales de goma.

Instalación de deflectores de calor

Figura 74

Ubicación de los deflectores de calor.



Nota: Los deflectores de calor cumplen un papel muy importante en el sistema de enfriamiento del motor.

1. Primero procedemos a identificar la posición de cada uno de los deflectores del motor.

Figura 75

Identificación de los deflectores de calor.



Nota: Realizar una inspección visual a los deflectores de calor para localizar rajaduras o daños al material.

2. Una vez identificados los deflectores del motor procedemos a instalar primero los deflectores delanteros y laterales del motor, estos van sujetos con los pernos que de igual manera sujetan la tapa de válvulas, para lo cual solo necesitaremos un destornillador plano.

Figura 76

Instalación de los deflectores de calor.



Nota: Todos los deflectores de calor deben ser colocados correctamente tal y como lo indica el manual de mantenimiento.

3. Aseguramos los deflectores laterales uniéndolo con el deflector delantero mediante un perno y una tuerca.

Figura 77

Fijación de los deflectores de calor.



Nota: Los deflectores delanteros van unidos a la tapa de válvulas por medio de un perno.

4. Colocamos silicón entre la abertura que hay entre el deflector y el motor para evitar fugas de aire cuando el motor este en operación.

Figura 78

Sellado de los deflectores.



Nota: Colocamos silicón donde exista aberturas entre el block del motor y el deflector.

Instalación de filtro de aceite

1. Retiramos el tapón para poder colocar la base del filtro de aceite.

Figura 79

Tapón de la base del filtro de aceite.



Nota: Retiramos todo el pegamento que queda en la base del filtro de aceite cuando retiramos el tapón.

2. Colocamos la base para el filtro de aceite y ajustamos las tres tuercas con la ayuda de una extensión y un dado de ½ in.

Figura 80

Ajuste de la base del filtro de aceite.



Nota: Asegurarse que la junta de asbesto que tiene la base se encuentre en perfecto estado para evitar fugas.

3. Finalmente colocamos el filtro y lo aseguramos con el respectivo frenado de seguridad.

Figura 81

Entorchado del filtro de aceite.



Nota: El entorchado debe ser revisado por un técnico de mantenimiento.

Instalación de la Hélice (ANEXO I)

1. Ubicamos el Top Center de la hélice, para ubicar el pistón número uno en su carrera de compresión. Alineamos la marca del Top Center que se encuentra en el cigüeñal, con la superficie de división del cárter inferior.

Figura 82

Ubicación del pistón 1 en el Punto Muerto Superior.



Nota: Para la instalación de la hélice es necesario ubicar el Pistón 1 en el Punto Muerto Superior.

2. Colocamos el espaciador de la hélice, los orificios del espaciador y de la hélice deben coincidir entre sí.

Figura 83

Espaciador de la Hélice.



Nota: Colocar un poco de lubricante en los orificios del espaciador.

3. Identificamos la pala número 1 y 2, para instalar la hélice la pala número 1 debe estar en dirección al lado izquierdo del motor.

Figura 84

Identificación de las palas de la Hélice.



Nota: Es muy importante conocer el número de pala de la hélice para instalarla correctamente.

4. Colocamos la hélice junto con el mamparo giratorio delantero y los aseguramos con los 6 pernos de montaje de la hélice.

Figura 85

Instalación de la Hélice.



Nota: Es muy importante contar con la ayuda de un técnico para sostenga la hélice mientras se coloca los pernos de sujeción.

5. Ajustamos los 6 pernos de montaje de la hélice con un torque de 300-320 LB-IN.

Figura 86

Aplicación de torque en los pernos de sujeción de la Hélice.



Nota: Aplicar el torque recomendado en el manual de mantenimiento de la aeronave.

6. Colocamos alambre de seguridad en los 6 pernos del montaje de la hélice, pero los entorchamos de 2 en 2.

Figura 87

Entorchado de los pernos de la Hélice.



Nota: El entorchado debe ser revisado por un técnico de mantenimiento para su aprobación.

7. Finalmente colocamos el cono de la hélice.

Figura 88

Hélice Instalada.



Nota: Al terminar de instalar la hélice cubrir las palas hasta terminar el trabajo para evitar daños accidentales.

3.6. Análisis económico del proyecto

Dentro de la parte práctica tenemos costos los cuales debemos los describiremos en la siguiente tabla los cuales han sido adquiridos para la realización del proyecto de titulación, entre los cuales tenemos los costos primarios, costos secundarios y costos totales.

3.6.1. Costos primarios

Esta tabla detalla los valores de los materiales, equipos y herramientas que se utilizó para la realización del proyecto de titulación.

Tabla 3

Costos Primarios

Nº	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	TOTAL
1	Tubo galvanizado redondo de 3 pulgadas	3	\$ 18	\$ 54
2	Tubo galvanizado rectangular de 2 pulgadas	2	\$ 16	\$ 32
3	Litro de pintura plástica amarilla	3	\$ 8	\$ 24
4	Litro de pintura base	3	\$ 7	\$ 21
5	Litro de tiñer	3	\$ 2	\$ 6
6	Pistola de pintura	1	\$ 15	\$ 15

N°	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	TOTAL
7	Disco de corte para metal	1	\$ 6	\$ 6
8	Lija de agua 600	10	\$ 0,60	\$ 6
9	Lija de metal 40	10	\$ 0,85	\$ 8,50
10	Libra de Electrodos	2	\$ 4	\$ 8
11	Gafas	1	\$ 5	\$ 5
12	Guantes	1	\$ 6	\$ 6
13	Mascarilla con filtros	1	\$ 25	\$ 25
14	Tuercas de 1/2	10	\$ 0,25	\$ 2,50
15	Pernos de 1/2	10	\$ 0,30	\$ 3
16	Rueda Giratoria	4	\$ 14	\$ 56
17	Tecele de 500 kilogramos	1	\$ 330	\$ 330
18	Amoladora 110V	1	\$ 55	\$ 55
19	Alquiler de la sueda	1	\$ 20	\$ 20

Nº	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	TOTAL
20	Transporte	1	\$ 40	\$ 40
21	Hospedaje	1	\$ 40	\$ 40
TOTAL				\$ 263

Nota: En la tabla se muestra todos los costos referenciales del proyecto.

3.6.2. Costos secundarios

En esta tabla se detalla los costos referentes a la elaboración del trabajo de titulación como lo es manuales, papelería, etc.

Tabla 4

Costos Secundarios

Nº	Descripción	Valor
1	Impresión de manual Cessna 150	\$ 10
2	Internet	\$ 5
3	Papelería	\$ 5
4	Asesoría técnica	\$ 15
5	Información referente a Mantenimiento	\$ 10
TOTAL		\$ 45

3.6.3. Costo total del proyecto

Tabla 5

Costos Totales

Nº	Descripción	Valor
1	Costos Primarios	\$ 763
2	Costos Secundarios	\$ 45
	TOTAL	\$ 808

CAPITULO IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- De acuerdo a la información técnica solicitada para realizar el trabajo se hallaron procedimientos designados para realizar la tarea, medidas de seguridad que se deben tomar en cuenta durante todo el tiempo de duración del trabajo.
- El proceso de montaje del motor se realizó respetando las medidas de seguridad presentes en el Service Manual correspondiente, tanto en el montaje como en la instalación, además se analizó la información respectiva de la herramienta utilizada para la tarea.
- La puesta en marcha del motor fue realizada de manera que todos los indicadores de presión, temperatura que corresponden a los valores de funcionamiento óptimo del motor tengan el mismo valor indicado en el Service Manual del motor, garantizando un correcto funcionamiento de sus componentes internos al finalizar el trabajo.

4.2. Recomendaciones

- Identificar que la información solicitada para la tarea sea la que corresponde al motor y leer las notas respectivas presentes en el manual que pueden contener tanta información adicional que puede facilitar el proceso de mantenimiento.
- Comprobar el estado de la herramienta antes de comenzar el proceso de montaje, que no exista daño físico, como alguna fuga de líquido hidráulico, primero lo más recomendable es probar que la herramienta funciona de manera segura.
- Para una correcta puesta en marcha asegurar que los componentes del motor se encuentren correctamente instalados, y no exista alguna fuga de líquido hidráulico, aceite o combustible que afectaría los valores mostrados en los indicadores del motor

Bibliografía

- Administration, F. A. (6 de Septiembre de 2018). *Manual para técnicos de mantenimiento de aviación - Planta motriz Volumen 1*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2020, de Manual para técnicos de mantenimiento de aviación - Planta motriz Volumen 1:
<https://www.faa.gov/search/?omni=MainSearch&q=Crankshaft&startAt=10#content>
- Administration, F. A. (2018). *Requisitos de instalación para motores de aeronaves*. Recuperado el 2 de Octubre de 2020, de
https://www.faa.gov/aircraft/air_cert/design_approvals/engine_prop/engine_approvals/install_req/
- AOPA. (enero de 2011). *Guía de inspección de aeronaves*. Recuperado el 01 de Diciembre de 2020, de <https://www.aopa.org/go-fly/aircraft-and-ownership/maintenance-and-inspections/aircraft-inspections>
- AVIACION, A. N. (10 de Julio de 2018). *Tipos de chequeos en aviación*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2020, de <https://www.naa.edu/types-of-aviation-maintenance-checks/>
- BARDAHLO. (04 de 2017). *Historia de motores en aviación*. Recuperado el 06 de Enero de 2021, de <https://www.bardahlindustria.com/historia-motores-aviacion/>
- Civil, D. G. (05 de 2010). RDAC PARTE 001. *Definiciones y Abreviaturas*, 18. Recuperado el 2 de Noviembre de 2020

- Donaire, I. (2016). *Partes de un cigueñal*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2020, de <https://www.actualidadmotor.com/fabricacion-y-funcionamiento-del-cigueñal/>
- Durr, P. (febrero de 2018). *Revista Evolution*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2020, de <https://evolution.skf.com/es/volando-alto-con-mistral/>
- ENGINE, C. (2020). *O-200engine*. Recuperado el 5 de Febrero de 2021, de <http://www.continental.aero/engines/200.aspx>
- ENGINE, C. A. (2011). *OVERHAUL MANUAL*. En E. REPAIR. Continental Publication X30010. Recuperado el 18 de Diciembre de 2020
- Escudero, J. A. (27 de 05 de 2002). *Motores de aviacion*. Recuperado el 25 de Febrero de 2021, de https://www.todomecanica.com/recursos/motores_aviacion.pdf
- ETSIA. (agosto de 2012). Recuperado el 5 de Marzo de 2021, de Motores alternativos: <https://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/Informe%202007/46Motores.html>
- INACAP. (2016). *SISTEMA DE CARGA DE UN SISTEMA*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2020, de http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Mecanica/Mecanica-Automotriz-MPEA01-Electricidad-Automotriz/01_Unidad-N2-Sistema-de-Carga.pdf
- LYCOMING. (2020). *LYCOMING-MOTORES*. Recuperado el 05 de Febrero de 2021, de <https://www.lycoming.com/engines>
- MANCUZO, G. (2021). *ComparaSoftware SPA*. Recuperado el 2 de Octubre de 2020, de ComparaSoftware SPA: <https://blog.comparasoftware.com/mantenimiento-aeronautico/>

- Marcolini, A. M. (2017). *Sistema Eléctrico de una aeronave*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2020, de Sistema Eléctrico de una aeronave:
http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91273/fichero/Memoria_tfg_M%C2%AA+Victoria+Alba+Prieto.pdf
- MOTORPASION. (2019). *Motor de combustion interna*. Recuperado el 14 de Febrero de 2021, de <https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video>
- Noxvo. (enero de 2020). *Importancia de la biela en el motor*. Recuperado el 01 de Febrero de 2021, de <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/la-biela-del-motor-y-su-importancia/>
- Oñate, A. E. (2019). *Conocimientos del avion, Septima edicion*. Paraninfo. Recuperado el 02 de Diciembre de 2020
- pasionporvolar. (2020). *Uncionamienot de Motores de aviacion*. Recuperado el 02 de Enero de 2021, de <https://mccauley.txtav.com/>
- Shipe, J. (7 de 01 de 2020). *CESSNA FLYER ASSOCIATION*. Recuperado el 05 de Noviembre de 2020, de CESSNA FLYER ASSOCIATION:
<https://www.cessnaflyer.org/maintenance-tech/item/1102-pre-and-post-overhaul-engine-removal-installation.html>
- Technologie, C. (MARZO de 2015). *MOTORES DE COMBUSTION INTERNA*. Recuperado el 8 de Octubre de 2020, de https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/catalog_of_chp_technologies_section_2._technology_characterization_-_reciprocating_internal_combustion_engines.pdf

UNLP. (2018). Recuperado el 5 de Enero de 2021, de Funcionamiento del arbol de levas:

<https://unlp.edu.ar/frontend/media/10/27510/bb196b78ea8ebe4bfc414b8924c07372.pdf>

VOLAR, A. P. (2018). *Carburación en los motores de aviación*. Recuperado el 6 de Febrero de 2021, de Carburación en los motores de aviación:

<https://www.pasionporvolar.com/carburacion-en-los-motores-de-aviacion/>

ANEXOS