



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CÁRTER SECO PARA UN
MOTOR HONDA 600 CC UTILIZADO EN COMPETICIÓN”

ESPINOSA TINAJERO CARLOS GABRIEL
GUILLEN GUERRERO JULIO ANDRÉS

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado
de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

JULIO DEL 2013

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, ESPINOSA TINAJERO CARLOS GABRIEL

GUILLEN GUERRERO JULIO ANDRÉS

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado "**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CÁRTER SECO PARA UN MOTOR HONDA 600 CC UTILIZADO EN COMPETICIÓN** ", ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, julio 2013.

ESPINOSA TINAJERO CARLOS GABRIEL

C.I. 100282590-7

GUILLEN GUERRERO JULIO ANDRÉS

C.I. 171942178-4

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO.

ING. LUIS MENA (DIRECTOR)

ING. GUIDO TORRES (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CÁRTER SECO PARA UN MOTOR HONDA 600 CC UTILIZADO EN COMPETICIÓN ”**, realizado por el señor ESPINOSA TINAJERO CARLOS GABRIEL, GUILLEN GUERRERO JULIO ANDRÉS, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimiento y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de **UN** empastado y **UN** disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan al señor ESPINOSA TINAJERO CARLOS GABRIEL Y GUILLEN GUERRERO JULIO ANDRÉS que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, julio 2013.

Ing. Luis Mena

DIRECTOR

Ing. Guido Torres

CODIRECTOR

CERTIFICACIÓN.

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por ESPINOSA TINAJERO CARLOS GABRIEL Y GUILLEN GUERRERO JULIO ANDRÉS, bajo nuestra supervisión.

ING. LUIS MENA

DIRECTOR DEL
PROYECTO

ING. GUIDO TORRES

CODIRECTOR DEL
PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, ESPINOSA TINAJERO CARLOS GABRIEL
GUILLEN GUERRERO JULIO ANDRÉS

Autorizamos a la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CÁRTER SECO PARA UN MOTOR HONDA 600 CC UTILIZADO EN COMPETICIÓN”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, julio 2013.

ESPINOSA TINAJERO CARLOS GABRIEL GUILLEN GUERRERO JULIO ANDRÉS

C.I. 100282590-7

C.I. 171942178-4

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado principalmente para mis padres que más que padres han sido mis amigos, las personas que más confianza han depositado en mí y que ahora ven reflejado en esta tesis y en la culminación de mi carrera el fruto de todo su esfuerzo y apoyo.

Sus consejos a lo largo de este camino me fueron formando tanto personalmente como profesionalmente, ahora con el feliz término de mi carrera universitaria puedo demostrarle que todo es posible y hacer que cada día se sientan más orgullosos de mí.

Gracias por su apoyo, consejos, por su comprensión y por su paciencia en los momentos más difíciles, este en un camino de superación que todavía sigue, cada día tenemos una oportunidad de aprender y superarnos.

A mi padre Guillermo Espinosa, que con sus consejos me dio la fuerza para seguir adelante por más grande que sea el obstáculo

A mi madre Irma Tinajero que siempre estuvo a mi lado cuando más lo necesitaba, siendo el motor que impulso todo mi éxito.

Esta tesis también va dedicada a mi hermano, familia y amigos, personas que día a día estuvieron a mi lado en todo momento compartiendo esta etapa de mi vida. A mi hijo que está por llegar y a mi esposa, esto me impulso más y me dio más fuerzas para seguir adelante ahora pensando en el mejor bienestar que les pueda brindar.

Carlos Gabriel Espinosa Tinajero

DEDICATORIA

A mis padres, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí. A mi novia Gabriela que estuvo en todo momento apoyándome en la realización de esta tesis a mis hermanos, sobrinas y amigos.

Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles. A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

A mi padre Néstor Guillen que siempre espero este momento y su alegría me daba el optimismo necesario para saber que se podía lograr.

A mi madre Yolanda Guerrero que nunca me abandono y dejo todo en su camino por preparar a su hijo y que sea alguien grande en la vida.

Esto va para ustedes GRACIAS.

Julio Andrés Guillen Guerrero

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios que me dio la fuerza para buscar mi futuro aun fuera de la provincia en que nací, por darme fortaleza para superarme cada día y hacer que mis padres estuviera orgullosos de los logros que se iban presentando a lo largo de la carrera, y por rodearme de personas que me apoyaron durante este periodo.

A mis maestros y compañeros que en todo el tiempo de universidad se convirtieron en mis amigos.

A cada persona que me apoyo cada día tanto en la etapa estudiantil como en el desarrollo de este proyecto, ya que para llegar a este punto fue necesario el soporte de cada uno de ustedes, brindándome su apoyo, tiempo y dedicación para hacer realidad un proyecto que empezó con una idea pero ahora es una realidad.

Carlos Gabriel Espinosa Tinajero

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis maestros quienes me han enseñado ser mejor en la vida y a realizarme profesionalmente.

A mis compañeros de clase quienes me acompañaron en esta trayectoria de aprendizaje y conocimientos.

En general quisiera agradecer a todos y cada uno de las personas que han vivido conmigo la realización de esta tesis, que no necesito nombrar por que tanto ellas como yo sabemos que desde lo más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo pero sobre todo cariño y amistad.

Julio Andrés Guillen Guerrero

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| PORTADA..... | I |
| DECLARACION DE RESPONSABILIDAD | II |
| CERTIFICACIÓN | IV |
| AUTORIZACIÓN..... | VI |
| DEDICATORIA | V |
| AGRADECIMIENTO | VIII |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | X |
| RESUMEN | XIV |
| ABSTRACT..... | XVII |
| PRESENTACIÓN..... | XIX |
| | |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1.- INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1.- INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE LUBRICACIÓN | 1 |
| 1.1.1.- LUBRICACIÓN | 1 |
| 1.1.2.- OBJETIVOS DE LA LUBRICACIÓN..... | 1 |
| 1.1.3.- FINALIDAD DE LA LUBRICACIÓN | 2 |
| 1.1.4.- PARTES DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN | 4 |
| 1.2.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN | 14 |
| 1.3.- TIPOS DE SISTEMA DE LUBRICACIÓN | 16 |

| | |
|--|----|
| 1.3.1.- LUBRICACIÓN POR SALPICADURA: | 16 |
| 1.3.2.- LUBRICACIÓN MIXTA | 17 |
| 1.3.3.- LUBRICACIÓN A PRESIÓN..... | 17 |
| 1.3.4.- LUBRICACIÓN A PRESIÓN TOTAL | 17 |
| 1.4.- INTRODUCCIÓN A LA LUBRICACIÓN POR CÁRTER SECO | 18 |
| 1.4.1.- FUNCIONAMIENTO DE LA LUBRICACIÓN POR CÁRTER SECO.. | 20 |
| 1.5.- LUBRICANTES..... | 22 |
| 1.5.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS LUBRICANTES | 23 |
| 1.5.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS LUBRICANTES | 24 |
| 1.5.3.- REFRIGERACIÓN DEL ACEITE | 27 |
| 1.5.4.- CAUSAS DE LA PÉRDIDA DE PROPIEDADES DEL ACEITE | 28 |
| 1.6.- TORNO CNC | 28 |
| 1.7.- SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO CONSUMIBLE | 30 |
| | |
| CAPÍTULO II | 33 |
| 2.- DISEÑO DEL CÁRTER | 33 |
| 2.1.- INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DEL SISTEMA DE CÁRTER..... | 33 |
| 2.2.- INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS NUMÉRICO PARA EL DISEÑO DEL CÁRTER | 33 |
| 2.2.1.- TENSION DE VON MISES | 33 |
| 2.2.2.- FATIGA DE MATERIALES | 34 |

| | |
|---|----|
| 2.2.3.- DEFORMACIÓN DE MATERIALES | 34 |
| 2.2.4.- DEFLEXIÓN | 36 |
| 2.2.5.- VOLUMEN DE CILINDRO | 36 |
| 2.2.6.- PRESIÓN DENTRO DE UN CILINDRO | 37 |
| 2.2.7.- DISEÑO DE BOMBA | 38 |
| 2.2.8.- ANÁLISIS DEL ENGRANE INTERNO | 39 |
| 2.3.- DESARROLLO DEL ANÁLISIS NUMÉRICO PARA DE DISEÑO DEL CÁRTER | 39 |
| 2.3.1.- DISEÑO DEL DEPOSITO DE ACEITE..... | 39 |
| 2.3.2.- PRESIÓN DENTRO DEL CILINDRO..... | 41 |
| 2.3.3.- DISEÑO DE LA BOMBA..... | 42 |
| 2.3.4.- DESPLAZAMIENTO INTEGRAL | 49 |
| 2.3.5.- CAUDAL TEÓRICO | 49 |
| 2.3.4.- CAUDAL TEÓRICO | 50 |
| 2.4.- SELECCIÓN DE MATERIALES | 50 |
| 2.4.1.- SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE DE DISEÑO | 58 |
| 2.5.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE EL SOFTWARE DE DISEÑO EN EL SISTEMA DE CÁRTER SECO | 60 |
| 2.5.1.- INFORMACIÓN DEL MODELO | 60 |
| 2.5.1.- PROPIEDADES DEL MATERIAL | 61 |
| 2.5.2.- FATIGA..... | 61 |
| 2.5.3.- RESULTADOS DEL ESTUDIO..... | 62 |
| 2.6.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL LÓBULO EXTERNO | 65 |

| | |
|---|----|
| 2.6.1.- INFORMACIÓN DEL MODELO..... | 65 |
| 2.6.2.- PROPIEDADES DEL MATERIAL..... | 66 |
| 2.7.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL EJE DEL ROTOR..... | 69 |
| 2.7.1.- PROPIEDADES DEL MATERIAL..... | 70 |
| 2.7.3.- TENSIONES..... | 71 |
| 2.8.6.- INFORMACIÓN DEL MODELO..... | 74 |
| 2.8.7.- PROPIEDADES DEL MATERIAL..... | 75 |
| 2.8.8.- TENSIONES..... | 76 |
| | |
| CAPÍTULO III..... | 78 |
| 3.- CONSTRUCCIÓN DEL CÁRTER..... | 78 |
| 3.1.- INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DEL CÁRTER..... | 78 |
| 3.2.- MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CÁRTER | 78 |
| 3.2.1.- POLIAMIDA..... | 78 |
| 3.2.2.- ALUMINIO 7075 T6..... | 79 |
| 3.2.3.- ADQUISICIÓN DE MATERIALES..... | 82 |
| 3.3.- CONSTRUCCIÓN DEL CÁRTER..... | 82 |
| 3.4.- CONSTRUCCIÓN BOMBA DE ACEITE..... | 96 |
| 3.5.- CONSTRUCCIÓN DEL RESERVORIO DE ACEITE..... | 91 |
| | |
| CAPÍTULO IV..... | 94 |

| | |
|--|-----|
| 4.- DATOS Y MANUAL DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA..... | 94 |
| 4.1.- DATOS DEL SISTEMA DE CÁRTER SECO | 94 |
| 4.2.- INSTALACIÓN DEL SISTEMA | 98 |
| 4.3.- PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | 112 |
| 4.4.- NORMAS DE SEGURIDAD | 114 |
| 4.5.- SISTEMA DE SEGURIDAD..... | 114 |
| | |
| CAPÍTULO V..... | 117 |
| 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 117 |
| 5.1.- CONCLUSIONES | 117 |
| 5.2.- RECOMENDACIONES..... | 121 |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA | 122 |
| | |
| ANEXOS..... | 123 |

RESUMEN

El presente proyecto de fin de carrera describe el diseño y construcción de un sistema de cárter seco para un motor HONDA 600.

Las principales ventajas que nos llevaron a tomar la decisión de construir un sistema de cárter seco son, el flujo constante del aceite en circunstancia de manejo extrema donde existan movimientos a distintos ángulos y velocidades soportando fuerzas tales como la centrípeta, centrífuga y la conservación del movimiento por parte del fluido a las aceleraciones y desaceleraciones del vehículo. Se ha diseñado el sistema con materiales de última tecnología como la poliamida, siendo esta dos veces más resistente que el acero y cinco veces más liviana, siendo usado este material en la construcción de la tapa del cárter, una bomba de émbolos de doble efecto (succión y dispersión) fabricada en aluminio maquinable 7075 T6, el mismo que presenta fuerte resistencia a temperaturas y a su vez facilidad al ser mecanizado. La bomba permitirá enviar un caudal constante de aceite a una presión de 80PSI, sin mayores pérdidas ya que al ser una bomba de émbolos la fuerza se transmite directo hacia el aceite generándonos un mayor rendimiento y durabilidad de la misma.

Un depósito en aluminio que permitirá un abastecimiento de aceite a la bomba, del mismo que será succionado el fluido de manera continua sin que haya vacíos o intermitencias de aceite que podrían causar graves problemas en el motor, con esta modificación en el sistema de lubricación podremos diseñar un bastidor con menor distancia del suelo al punto o centro de gravedad ya que eliminamos el depósito del cárter húmedo que va debajo del motor, generando una mejor sustentabilidad y adherencia al tomar curvas en distintos peraltes a diversas velocidades.

ABSTRACT

This draft limit describes the design and construction of a dry sump system for a HONDA engine 600.

The main advantages that led us to decide to construct a dry sump system are constant oil flow management in extreme circumstances where there are movements at different angles and speeds supporting forces such as the centripetal and centrifugal motion preservation fluid by the acceleration and deceleration of the vehicle. System is designed with latest technology materials such as polyamide, this being twice as strong as steel and five times more light, this material being used in the construction of the crankcase cover, pump double acting piston (suction and dispersion) machinable made 7075 T6 aluminum, the same which has strong resistance at temperatures as easily turn to be machined. The pump will send a constant oil flow at a pressure of 80PSI, without major losses as being a force piston pump straight airs generating oil increased performance and durability of it. An aluminum deposit will allow for oil supply to the pump, which will be sucked into the fluid continuously without any gaps or flashing oil which could cause serious problems in the engine.

With this modification in the lubrication system can design a frame with lower ground clearance to the point or center of gravity and we eliminate the wet sump tank that goes under the engine, creating a better sustainability and cornering grip in different cambers to different speeds.

PRESENTACIÓN

El presente documento recopila tanto el sustento teórico como el fundamento científico, usados en el diseño e implementación del sistema de lubricación por cárter seco en los motores de competición.

En el capítulo 1 se ha realizado la introducción al sistema de lubricación describiendo cada componente que hace posible su funcionamiento así como los tipos existentes, la clasificación y característica de los aceites según su viscosidad y tipo de fabricación.

En el capítulo 2 se ha realizado el diseño del cárter seco en el mismo se describen todos los cálculos físicos y matemáticos utilizados para su posterior construcción, el análisis de los datos para que el funcionamiento sea el adecuado utilizando herramientas informáticas para probar antes de su construcción.

En el capítulo 3 una vez determinada la geometría de la estructura se procede a la construcción del sistema, en este capítulo describimos cada proceso de fabricación de cada una de las partes se pueden observar las tablas y los pasos de manufactura mecánica.

En el capítulo 4 se describe la operación de instalación del sistema y mantenimiento del mismo.

En el capítulo 5 se describen las observaciones y recomendaciones del sistema las mismas que fueron realizadas utilizando los datos circunstanciales que se generaron en la construcción del mismo.

CAPÍTULO I

1.- INTRODUCCIÓN

Para tener un mayor conocimiento de lo que se va a realizar tenemos que enfocarnos en la definición y conceptos del sistema de lubricación el cual va a ser sustituido en el motor Honda 600 por un sistema alternativo el cual nos brindará un proceso más óptimo de lubricación de acuerdo a las condiciones a las que va a ser expuesto dicho motor.

1.1.- INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

1.1.1.- LUBRICACIÓN

La lubricación es una parte fundamental de las operaciones de mantenimiento preventivo, que se realizarán en el vehículo para evitar que el motor tenga un desgaste prematuro o daños causados por el uso de aceite contaminado o que a su vez ha perdido sus propiedades.

1.1.2.- OBJETIVOS DE LA LUBRICACIÓN

La lubricación tiene varios objetivos, estos pueden incluir los siguientes:

- a. Reducir el arrastre o fricción para optimizar la vida de los componentes.
- b. Reducir el desgaste.

- c. Reducir el calentamiento de los componentes del motor que se mueven uno respecto al otro.

1.1.3.- FINALIDAD DE LA LUBRICACIÓN

Las superficies metálicas, por muy pulimentada que estén, no son completamente lisas, si se frotan una contra otra sometiéndolas, además, a una elevada presión, se producirá un gran desgaste de las mismas debido al rozamiento y a una elevación de la temperatura con la que las moléculas de ambas piezas tienden a soltarse, dando origen al fenómeno denominado comúnmente “agarrotamiento*” o “gripado”.¹

La lubricación del motor tiene por objeto impedir el agarrotamiento y disminuir el trabajo perdido en rozamientos, interponiendo entre las dos piezas metálicas una película de lubricante, las moléculas del aceite se adhieren a ambas superficies, llenando los huecos de las irregularidades, con lo cual en el movimiento de ambas piezas, estas arrastran consigo el aceite adherido a ellas y el rozamiento entre las piezas metálicas es sustituido por un roce de deslizamiento interno del fluido, que es muy inferior y produce menos calor. Si la película de lubricante interpuesta se renueva continuamente, el calor producido con el rozamiento es evacuado con ella.

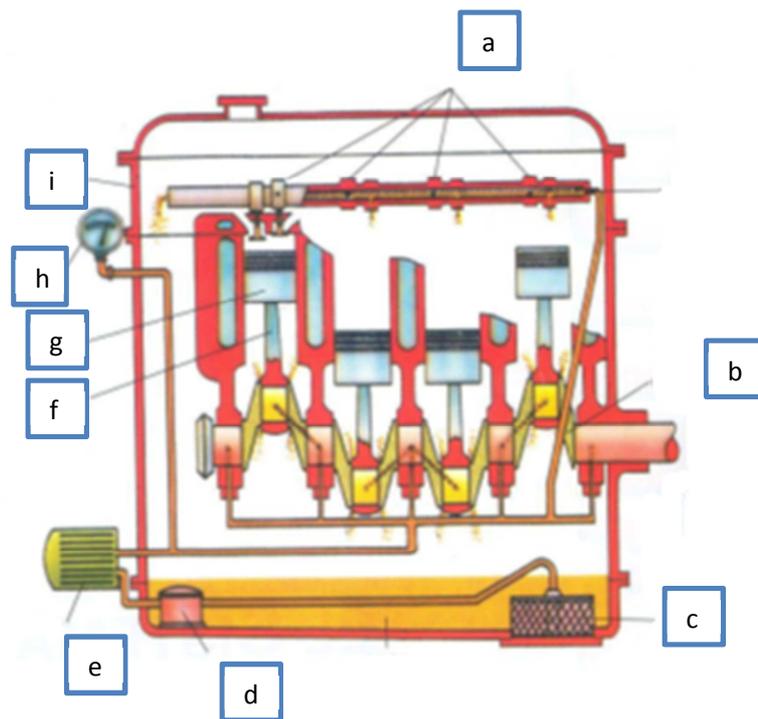
* **Bloqueo o agarrotamiento** de dos cuerpos metálicos en movimiento relativo, a causa de una fusión superficial del material.

¹ <http://industriales.utu.edu.uy/archivos/mecanica-general/CURSO%20DE%20HIDRAULICA/SISTEMA%20DE%20LUBRICACION.pdf>

Así pues la lubricación en los motores se enfoca para:

- a. Lubricar las partes móviles con el fin de atenuar el desgaste, impidiendo el contacto directo de las superficies metálicas
- b. Refrigerar las partes lubricadas evacuando el calor de esta zona
- c. Aumentar la estanqueidad en los acoplamientos mecánicos. Con la película de aceite interpuesta entre el pistón y el cilindro, mejora notablemente el “sellado” entre ambos.
- d. Amortiguar y absorber los choques entre los cojinetes y el cigüeñal.

1.1.4.- PARTES DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN



Fuente: <http://mecanicayautomocion.blogspot.com/2009/02/engrase-indice-introduccion-aceites.html>

Figura 1.1.- Sistema de Lubricación

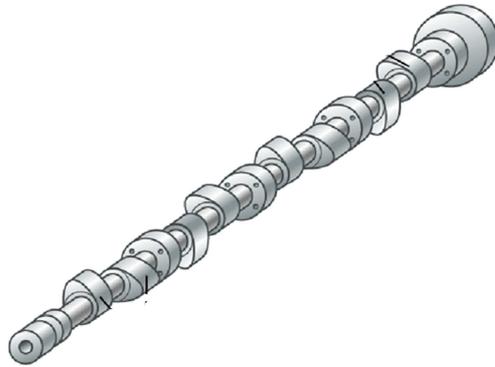
En donde:

- a. Árbol de levas
- b. Cigüeñal
- c. Cárter
- d. Bomba de lóbulos

- e. Filtro de aceite
- f. Biela
- g. Pistón
- h. Manómetro
- i. Culata

a.- ÁRBOL DE LEVAS

Un árbol de levas es un mecanismo formado por un eje en el que se colocan distintas levas, que pueden tener varias formas y tamaños y estar orientadas de diferente manera, como por ejemplo unas válvulas, es decir, constituye un temporizador mecánico cíclico. (Figura 1.2)

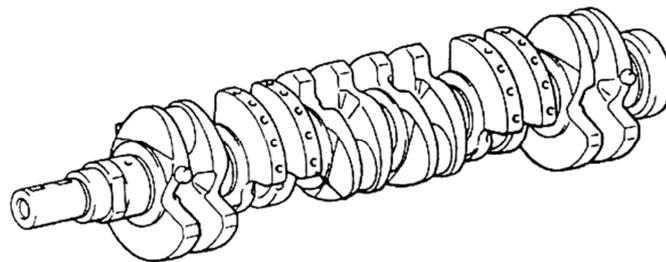


Fuente: <http://www.kalipedia.com/tecnologia/tema/mecanismos-motores-energia/graficos-arbol-levas-motor.html>

Figura 1.2.- Árbol de Levas

b.- CIGÜEÑAL

Un cigüeñal es un eje acodado, con codos y contrapesos presente en ciertas máquinas que, aplicando el principio del mecanismo de biela - manivela, transforma el movimiento rectilíneo alternativo en circular uniforme y viceversa. En los motores de automóviles el extremo de la biela opuesta al bulón del pistón (cabeza de biela) conecta con la muñequilla, la cual junto con la fuerza ejercida por el pistón sobre el otro extremo (pie de biela) genera el par motor instantáneo. (Figura 1.3)



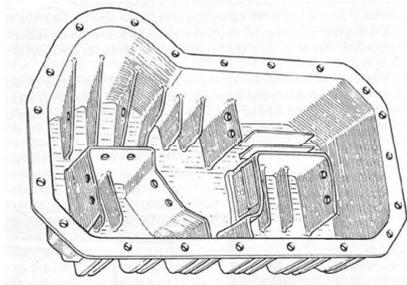
Fuente: <http://latecnologia1002.blogspot.com/2011/01/cuarto-periodo.html>

Figura 1.3.- Cigüeñal

c.- CÁRTER

Técnicamente, el cárter es una caja metálica que aloja los mecanismos operativos del motor. Es el elemento que cierra el bloque, de forma estanca, por la parte inferior, y que cumple adicionalmente con la función de actuar

como depósito para el aceite del motor. Simultáneamente, este aceite se refrigera al ceder el calor exterior. (Figura 1.4)

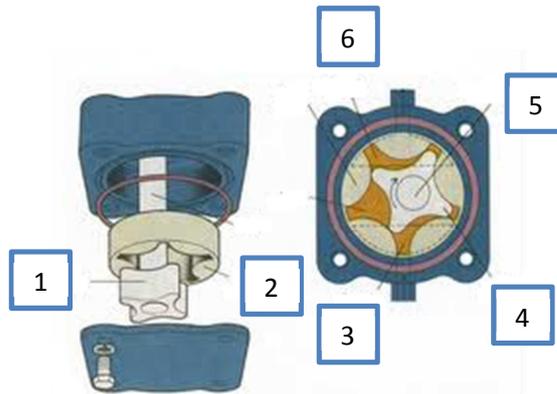


Fuente: <http://www.forocoches.com/foro/showthread.php?t=811650>

Figura 1.4.- Cárter

d.- BOMBA DE LÓBULOS

Bomba de lóbulos: Un piñón (rotor) con cuatro dientes, el cual recibe movimiento del árbol de levas, arrastra un anillo (rodete) de cinco dientes entrantes que gira en el mismo sentido que el piñón en el interior del cuerpo de la bomba, aspira el aceite, lo comprime y lo envía a una gran presión. La holgura que existe entre las partes no debe superar las tres décimas de milímetro. (Figura 1.5)



Fuente: <http://mecanicayautomocion.blogspot.com/2009/02/engrase-indice-introduccion-aceites.html>

Figura 1.5.- Bomba de Lóbulos

En donde:

1. **Rotor interno.-** Gira respecto a un solo eje.
2. **Rotor externo.-** Todos los elemento giran alrededor del mismo.
3. **Aceite entrada.-** Parte del circuito de lubricación por donde ingresa el aceite para empezar el recorrido.
4. **Rotor.-** Recoge el giro del eje para trasladarlo a la boma.
5. **Eje.-** Toma el giro del motor para trasladarlo hacia la bomba
6. **Aceite salida.-** Parte del sistema de lubricación por el cual el aceite regresa al cárter.

e.- FILTRO DE ACEITE

El aceite en su recorrido por el motor va recogiendo partículas como:

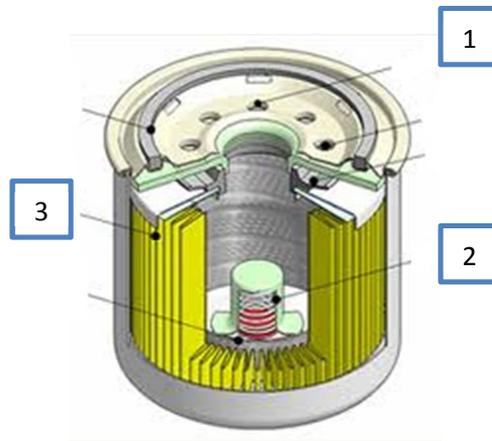
- Partículas metálicas (desgaste de las piezas)
- Carbonilla y hollín (restos de la combustión)

El aceite debe ir limpio de vuelta al circuito y este dispone de dos filtros:

- Un filtro antes de la bomba (rejilla o colador)
- Un filtro después de la bomba (filtro de aceite o principal)

El filtrado puede realizarse de dos maneras:

- En serie (todo el caudal de aceite pasa por el filtro) (Figura 1.6)
- En derivación



Fuente: http://www.purolator.com.pe/filtros_de_aceite.html

Figura 1.6.- Filtro de Aceite en Serie

Dónde:

1. **Válvula.-** Se abre o cierra de acuerdo a la entrada del aceite.

2. **Segunda canalización.-** Parte del filtro de aceite en el cual se realiza un pre filtrado del mismo.

3. **Papel filtro.-** Filtra el aceite de cualquier impureza para que pueda regresar al sistema de lubricación.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS FILTROS DE ACEITE

Funcionabilidad

El filtro debe tener las dimensiones adecuadas para un ensamblaje con sellado hermético, para eliminar problemas de fugas de aceite.

Resistencia

El filtro de aceite debe tener una estructura de acero con cualidades para soportar los cambios bruscos de presión, caudal y temperatura.

Filtración

Los medios filtrantes a base de celulosa y sintéticos permiten capturar partículas de tamaño controlado, de acuerdo con las especificaciones del fabricante del motor para brindar un menor desgaste.

| FILTRO | RESISTENCIA A LA PRESION HIDRAULICA | RESISTENCIA A LA PRESION DIFERENCIAL | PERFORMANCE A LA VALVULA ANTIDRENAJE | CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA Y FUNCIONABILIDAD |
|------------------|--|---|---|---|
| COD LYS LF-1A | 1800 KPA 261 PSI | > 1000 KPA 145 PSI | < 8 ML/HORA | 55 – 75 KPA 8 – 11 PSI |
| OTROS | 1400 KPA | < 400 KPA | > 400 ML/HORA | 40 KPA |

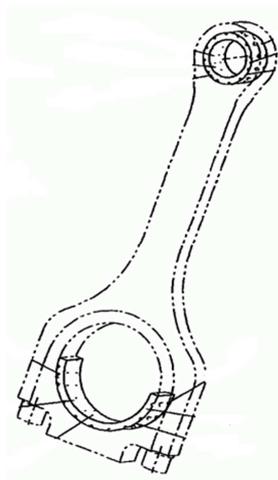
| | | | | |
|--|---------|--------|--|-------|
| | 203 PSI | 58 PSI | | 6 PSI |
|--|---------|--------|--|-------|

Fuente: http://www.emporiodelosfiltros.com/filtros_aceite.pdf

Tabla 1.1.- Características técnicas de filtración

f.- BIELA

Se denomina biela a un elemento mecánico que sometido a esfuerzos de tracción o compresión, transmite el movimiento articulando a otras partes de la máquina. En un motor de combustión interna conectan el pistón al cigüeñal. (Figura 1.7)



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-elementos-moviles.htm>

Figura 1.7.- Biela

g.- PISTÓN

Los pistones de motores de combustión interna tienen que soportar grandes temperaturas y presiones, además de velocidades y aceleraciones muy altas. Debido a estos se escogen aleaciones que tengan un peso específico bajo para disminuir la energía cinética que se genera en los desplazamientos. También tienen que soportar los esfuerzos producidos por las velocidades y dilataciones. El material más elegido para la fabricación de pistones es el aluminio y suelen utilizarse aleantes como: cobre, silicio, magnesio y manganeso entre otros. (Figura 1.8)



Fuente: <http://fuelandwheels.blogspot.com/2012/09/motores-funcionamiento-basico.html>

Figura 1.8.- Pistón

h.- MANÓMETRO

Es el instrumento que se encarga de medir la presión del aceite en el motor en tiempo real. (Figura 1.9)

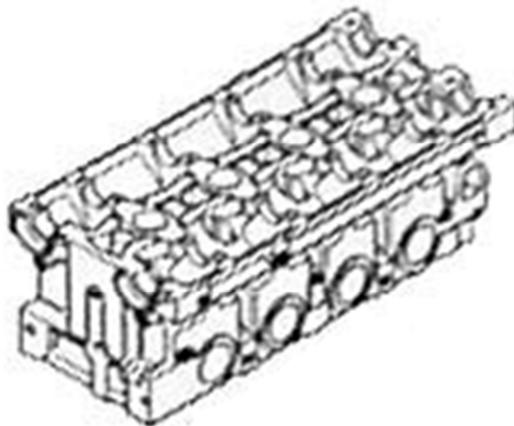


Fuente: <http://www.todomotores.cl/accesorios/instrumentostablero.htm>

Figura 1.9.- Manómetro de Aceite

i.- CULATA O CABEZOTE

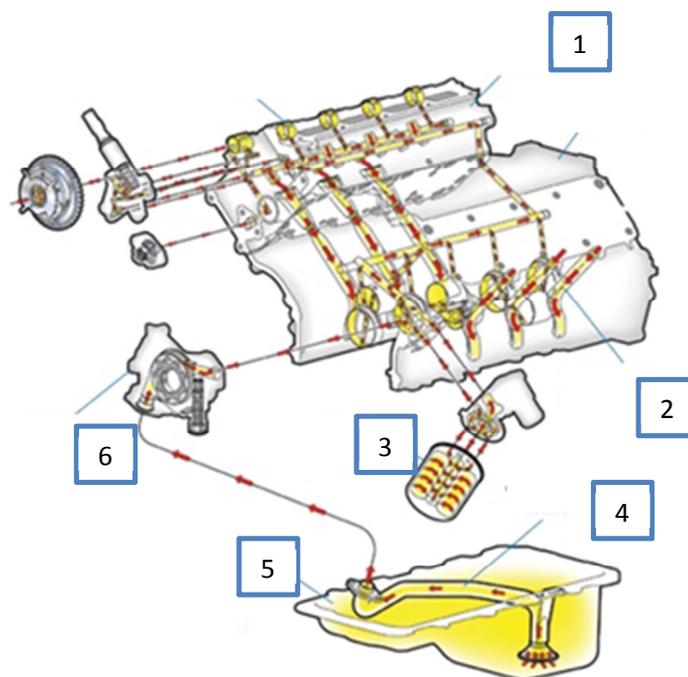
La culata, tapa de cilindros, cabeza del motor o tapa del bloque de cilindros es la parte superior de un motor de combustión interna que permite el cierre de las cámaras de combustión. (Figura 1.10)



Fuente: http://www.arpem.com/tecnica/culata/culata_p.html

Figura 1.10.- Culata o Cabezote

1.2.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN



Fuente: http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=195

Figura 1.11.- Funcionamiento del sistema de Lubricación

Dónde:

1. **Culata.-** Aloja la árbol de levas y es la tapa del motor
2. **Conductos de lubricación.-** Conducen en aceite por todo el circuito de lubricación.
3. **Colador de aceite.-** retiene contaminantes acumulados en el cárter.
4. **Filtro de aceite.-** Retiene los contaminantes del aceite.
5. **Cárter.-** Es el reservorio de aceite para que pueda ser tomado por la bomba y enviado al circuito de lubricación.
6. **Bomba de Aceite.-** Lleva el aceite por todo el circuito de lubricación.

Al dar marcha al motor, suben y bajan los pistones realizando sus ciclos en un orden predeterminado, varias veces por minuto. Lo idóneo es que la mayor parte de la potencia del motor se emplee en mover al cigüeñal y no en desplazar sus propios componentes. Así, para tener mayor eficiencia y evitar el desgaste provocado por la fricción generada entre el pistón y el cilindro, como en el resto de los componentes metálicos del motor, se debe emplear aceite como sustancia lubricante.²

El sistema de lubricación asegura que cada pieza móvil en la máquina obtenga el aceite necesario para que se pueda desplazar con facilidad. (Figura 1.11)

En ese sentido, las dos principales piezas que requieren aceite son los pistones (para que se puedan deslizar con facilidad dentro de los cilindros) y cualquier soporte que le permita al cigüeñal y al árbol de levas girar libremente.

² http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=195

En la mayoría de los automóviles, se succiona aceite del cárter por la bomba de aceite, se pasa por un filtro para remover impurezas y después se riega a alta presión a las uniones y a las paredes de los cilindros. El aceite se escurre de nuevo hacia el cárter, donde se recolecta de nuevo para repetir el ciclo infinitamente.

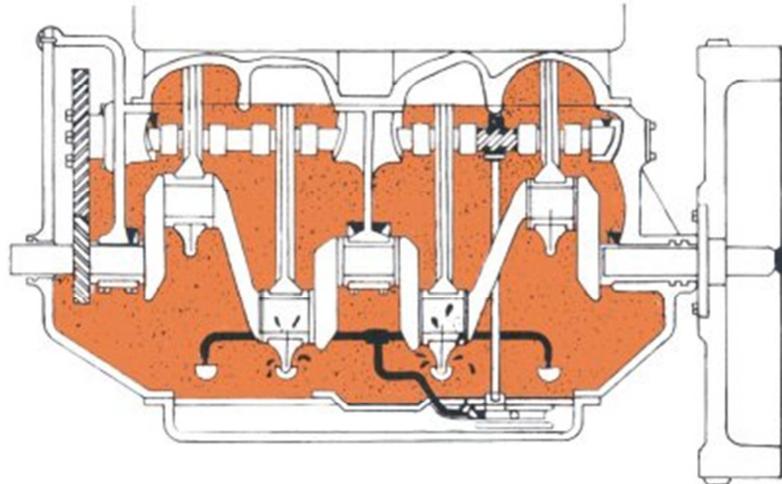
Además, este sistema reduce la fricción entre las partes giratorias y deslizantes del motor, a la vez que ayuda a enfriar y limpiar dichas partes debido a la circulación de aceite. A continuación se presentan las acciones que pueden dañar al motor por el sistema de lubricación.

1.3.- TIPOS DE SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Se denominan sistemas de lubricación a los distintos métodos de distribuir el aceite por las piezas del motor. Se distinguen los siguientes:

1.3.1.- LUBRICACIÓN POR SALPICADURA:

Resulta poco eficiente y casi no se usa en la actualidad (en solitario). Consiste en una bomba que lleva el lubricante del cárter a pequeños "depósitos" o hendiduras, y mantiene cierto nivel, unas cuchillas dispuestas en los codos del cigüeñal "salpican" de aceite las partes a engrasar. (Figura 1.12)



Fuente: <http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/engrase.asp?sw06=1>

Figura 1.12.- Lubricación por Salpicadura

1.3.2.- LUBRICACIÓN MIXTA

En el sistema mixto se emplea el de salpicadura y además la bomba envía el aceite a presión a las bancadas del cigüeñal.

1.3.3.- LUBRICACIÓN A PRESIÓN

Es el sistema de lubricación más usado. El aceite llega impulsado por la bomba a todos los elementos, por medio de unos conductos, excepto al pie de biela, que asegura su engrase por medio de un segmento, que tiene como misión raspar las paredes para que el aceite no pase a la parte superior del pistón y se queme con las explosiones.

1.3.4.- LUBRICACIÓN A PRESIÓN TOTAL

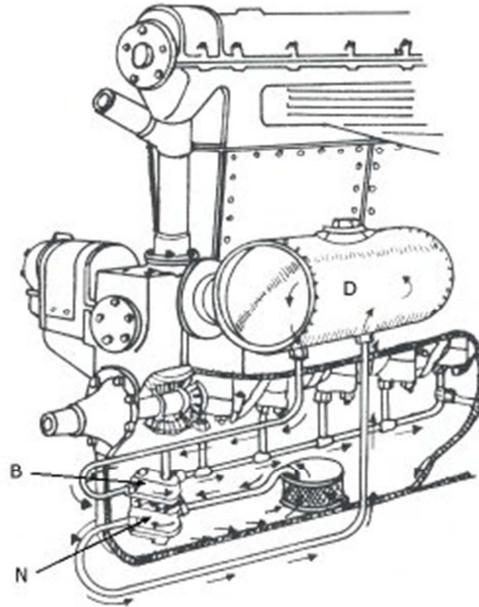
Es el sistema más perfeccionado. En él, el aceite llega a presión a todos los puntos de fricción (bancada, pie de biela, árbol de levas, eje de balancines) y de más trabajo del motor, por unos orificios que conectan con la bomba de aceite.

1.3.5.- LUBRICACIÓN POR CÁRTER SECO

Este sistema se emplea principalmente en motores de competición y aviación, son motores que cambian frecuentemente de posición y por este motivo el aceite no se encuentra siempre en un mismo sitio³.

Consta de un depósito auxiliar (D), donde se encuentra el aceite que envía una bomba (B). Del depósito sale por acción de la bomba (N), que lo envía a presión total a todos los órganos de los que rebosa y, que la bomba B vuelve a llevar a depósito (D). (Figura 1.13)

³ Extraído de : <http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/engrase.asp?sw06=1>



Fuente: <http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/engrase.asp?sw06=1>
Figura 1.13.- Lubricación por Cárter Seco

1.4.- INTRODUCCIÓN A LA LUBRICACIÓN POR CÁRTER SECO

El sistema de lubricación más usado es el tipo de cárter seco, en el cual, el aceite, después de completar el circuito de lubricación y sus funciones de refrigeración, es devuelto por medio de bombas de recuperación a un depósito fuera del propio motor.⁴

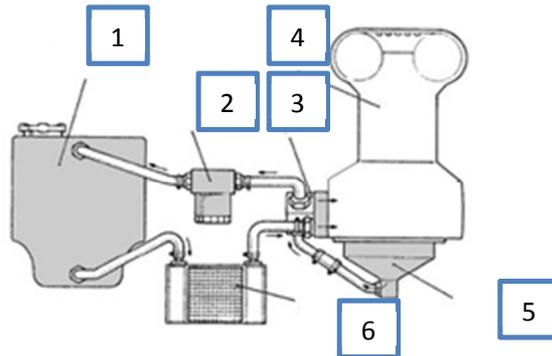
Esta lubricación es un tipo especial de alta presión en circuito cerrado. La particularidad de este sistema reside en que una bomba especial succiona el aceite expulsado del motor y lo impulsa desde el cárter hacia un recipiente

⁴ Extraído de: <http://mecanicayautomocion.blogspot.com/2009/02/engrase-indice-introduccion-aceites.html>

separado para reserva de lubricante.

La bomba elevadora de presión impulsa el aceite del motor desde ese recipiente y lo conduce a los lugares pertinentes. La ventaja de esta construcción es que siempre habrá suficiente alimentación de aceite a pesar de una posición extremadamente inclinada o cuando se produzcan fuerzas centrífugas. Por ese motivo se emplea con frecuencia esa técnica en la construcción de todo terrenos o en autos de carrera.

1.4.1.- FUNCIONAMIENTO DE LA LUBRICACIÓN POR CÁRTER SECO



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/engrase-motor.htm>

Figura 1.14.- Funcionamiento Sistema Cárter Seco

Dónde:

1. Depósito de aceite
2. Radiador de aceite
3. Bomba de presión
4. Cárter seco
5. Filtro de aceite
6. Motor

El cárter es una de las piezas fundamentales de una máquina, especialmente de un [motor](#). Técnicamente, el cárter es una caja metálica que aloja los mecanismos operativos del motor. Es el elemento que cierra el bloque, de forma suspendida por la parte inferior, y que cumple adicionalmente con la

función de actuar como depósito para el aceite del motor. Simultáneamente, este aceite se refrigera al ceder calor al exterior. (Figura 1.14)

Normalmente el cárter se fabrica por estampación a partir de chapa de acero. Su forma cóncava aporta la capacidad de almacenaje de aceite necesaria para cada motor, cuya cantidad se comprueba verificando el nivel mediante una varilla o sonda con sus correspondientes marcas.

El cárter también se fabrica con aleaciones ligeras de aluminio que sin aportar demasiado peso, y debido a su buena conductibilidad térmica, disipan una gran cantidad de calor, a lo que contribuye en muchos casos la presencia de aletas de refrigeración. El empleo de este material presenta la ventaja añadida de que disminuye el nivel acústico del motor.

El cárter está fijado al bloque del motor mediante tornillos con interposición de una junta de estanqueidad, y en la parte inferior del mismo está situado el tapón roscado que permite su drenaje. Las juntas de estanqueidad se fabrican de corcho o materiales sintéticos, pero existe una tendencia a la aplicación de juntas líquidas o masillas sellantes que polimerizan en poco tiempo en contacto con el aire. Este tipo de juntas exigen una adecuada limpieza antes de su aplicación.⁵

En este caso la palabra cárter se usa para diferenciarlo del [bloque del motor](#), que es el elemento esencial del motor. El cárter aloja al tren alternativo constituido por [cigüeñal](#), [pistón](#), y [biela](#), cierra al bloque por la parte del cigüeñal, la opuesta a la [culata](#), y tradicionalmente su función es, además de cerrar el bloque y aislarlo del exterior (aunque teóricamente podría funcionar sin él), cumplir con la importantísima misión de albergar el aceite de lubricación del motor.

⁵ Extraído de: <http://www.aficionadosalamecanica.net/engrase-motor.htm>

En ciertos diseños, con objeto de aumentar la rigidez del motor, evitando vibraciones (diésel potentes o motores con el bloque de aleación de aluminio) y a la vez reducir el peso del mismo, la fabricación del cárter se realiza con aleaciones de aluminio o magnesio. En tal caso los [apoyos del cigüeñal](#) van integrados en él. En este caso el cárter de aceite como lo hemos visto en el párrafo anterior se fija a este "cárter de bancada".

1.5.- LUBRICANTES

Un lubricante es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.

Una segunda definición es que el lubricante es una sustancia (gaseosa, líquida o sólida) que reemplaza una fricción entre dos piezas en movimiento relativo por la fricción interna de sus moléculas, que es mucho menor.

En el caso de lubricantes gaseosos se puede considerar una corriente de aire a presión que separe dos piezas en movimiento. En el caso de los líquidos, los más conocidos son los aceites lubricantes que se emplean, por ejemplo, en los motores. Los lubricantes sólidos son, por ejemplo, el disulfuro de molibdeno (MoS_2), la mica y el grafito.⁶

⁶ Extraído de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Lubricante>

1.5.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS LUBRICANTES

a. LUBRICANTES MINERALES

Los lubricantes minerales proceden de la destilación del petróleo y por tanto, su origen es 100% natural. Los aceites base de tipo mineral están constituidos por tres tipos de compuestos: parafínicos, nafténicos y aromáticos, siendo los primeros los que se encuentran en mayor proporción (60 a 70%), por tener las mejores propiedades lubricantes, pero siempre hay compuestos naftalénicos y aromáticos que aportan propiedades que no tienen las parafinas como el buen comportamiento a bajas temperaturas y el poder disolvente, entre otros.

b. LUBRICANTES SINTÉTICOS

Los aceites sintéticos son capaces de realizar muchos más kilómetros antes de degradarse. Generan menos residuos (lodos y lacas). Son mucho más resistentes a la oxidación y a la hidrólisis y contrariamente a lo que muchos pensábamos, resisten mejor las pérdidas por evaporación. Son más caros, pero llegan a compensar.

En general, los lubricantes sintéticos tienen las siguientes propiedades:

- Mejores propiedades lubricantes
- Mayor índice de viscosidad
- Mayor fluidez a baja temperatura
- Mayor estabilidad térmica y a la oxidación
- Menor volatilidad

Existen dos bases químicas para producir lubricantes sintéticos. Los PAO (Polietilenos-Alfa-Olefinicos) y los Ésteres. Los primeros, tienen su origen en la química de los hidrocarburos. Los segundos, en alcoholes y grasas naturales. Son de mayor calidad y gracias a sus características biodegradables, más compatibles con el medio ambiente.

c. LUBRICANTES SEMI SINTÉTICOS

En el mercado, también encontraremos lubricantes denominados semisintéticos. Formulados sobre la base de un aceite mineral, la gran cantidad de aditivos y componentes químicos añadidos, los dejan a medio camino. Su ventaja competitiva es su precio y su resistencia a la oxidación.

1.5.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS LUBRICANTES

a.- VISCOSIDAD

Es la propiedad más importante que tienen los aceites y se define como la resistencia de un fluido a fluir. Es un factor determinante en la formación de la película lubricante.

Con flujo lineal y siendo constante la presión, la velocidad y la temperatura.

Afecta la generación de calor entre superficies giratorias (cojinetes, cilindros, engranajes). Tiene que ver con el efecto sellante del aceite. Determina la facilidad con que la maquinaria arranca bajo condiciones de baja temperatura ambiente.

b.- EL PUNTO DE FLUIDEZ:

El punto de fluidez de un aceite lubricante es la mínima temperatura a la cual este fluye sin ser perturbado bajo la condición específica de la prueba. Los aceites contienen ceras disueltas que cuando son enfriados se separan y forman cristales que se encadenan formando una estructura rígida atrapando al aceite entre la red. Cuando la estructura de la cera está lo suficientemente completa el aceite no fluye bajo las condiciones de la prueba. La agitación mecánica puede romper la estructura cerosa, y de este modo tener un aceite que fluye a temperaturas menores de su punto de fluidez.

c.- PUNTO DE INFLAMACIÓN

El punto de inflamación es la temperatura a la cual el aceite desprende suficientes vapores que se inflaman cuando una llama abierta es aplicable.

Cuando la concentración de vapores en la superficie es lo suficientemente grande a la exposición de una llama, resultará fuego tan pronto como los vapores se enciendan. Cuando una prueba de este tipo es realizada bajo ciertas condiciones específicas, la temperatura a la cual esto sucede se denomina PUNTO DE INFLAMACIÓN.

d.- EL ÍNDICE DE NEUTRALIZACIÓN DE UN LUBRICANTE

Es la cantidad en miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar el ácido libre contenido en gramo de aceite a la temperatura ambiente.

e.- EL ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN (IS)

Indica la cantidad en miligramos de hidróxido de potasio necesarios para la saturación de los ácidos libres y combinados obtenidos en un gramo de aceite, es decir para la neutralización de los ácidos y la saturación de los ésteres.

f.- ÍNDICE DE ALQUITRÁN

Es la cantidad de sustancias alquitranosas en valores porcentuales de un aceite. El índice de alquitranización se usa en procesos de envejecimiento artificial para establecer la predisposición del aceite a forma sustancias alquitranosas a temperaturas elevadas y en contacto con el aire. En aceites en uso, se comprueba con ello su grado de desgaste o envejecimiento.

g.- EMULSIONABILIDAD DEL ACEITE

Una de las propiedades más importantes de los lubricantes para cilindros y turbinas a vapor, es la de su tendencia a formar emulsiones o mezclas intensas y duraderas con el agua.

h.- UNTUOSIDAD

Es la capacidad del lubricante de llegar a formar una película de adherencia y espesor entre dos superficies deslizantes, quedando suprimido el rozamiento entre ellas.

Esta propiedad se analiza de diferentes maneras; mediante el estudio de la tensión superficial, la capilaridad, los ángulos límites, las mediciones de absorción y de adhesión, etc. Con el estudio de la física molecular de los lubricantes, según la capacidad de establecer el film de lubricante entre dos superficies, cabe distinguir entre rozamiento líquido y semilíquido. El rozamiento líquido es el caso de la lubricación eficiente, en el que no existe rozamiento entre las superficies sino entre las partículas del lubricante. El rozamiento semilíquido (más común en la práctica) es aquel en que las superficies en movimiento se encuentran en diferentes partes.

1.5.3.- REFRIGERACIÓN DEL ACEITE

Debido a las altas temperatura el aceite pierde su viscosidad (se vuelve más líquida) y baja su poder de lubricación. Se emplean dos tipos de refrigeración:

- Refrigeración por cárter
- Refrigeración por radiador de aceite.

El aceite pasa por un radiador controlado por una válvula térmica, la cual cuando el aceite esta demasiado caliente deja pasar agua que procede del

radiador del sistema de refrigeración de agua (mientras esta fría el aceite no deja pasar agua).

1.5.4.- CAUSAS DE LA PÉRDIDA DE PROPIEDADES DEL ACEITE

Un aceite que no cumpla con los requisitos necesarios puede producir los siguientes efectos:

- Desgaste prematuro de piezas
- Daño a los componentes del motor o accesorios
- Aumento de las emisiones contaminantes
- Daños en el catalizador
- Formación de carbón en la cámara de combustión
- Cilindros con fugas por los rines
- Evaporación del lubricante

1.6.- TORNO CNC

Torno de control numérico o torno CNC se refiere a una máquina herramienta del tipo torno que se utiliza para mecanizar piezas de revolución mediante un software de computadora que utiliza datos alfa-numéricos, siguiendo los ejes cartesianos X, Y, Z. Se utiliza para producir en cantidades y con precisión porque la computadora que lleva incorporado controla la ejecución de la pieza

Un torno CNC puede hacer todos los trabajos que normalmente se realizan mediante diferentes tipos de torno como paralelos, copiadores, revólver, automáticos e incluso los verticales.⁷

Los tornos CNC, debido a sus mecanismos de funcionamiento permiten ajustar al máximo las condiciones de mecanizado y por lo tanto conseguir el mejor tiempo de torneado posible.

1.6.1.- FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS DEL TORNEADO

1. Velocidad de corte (V_c). Se define como la velocidad lineal en la periferia de la zona que se está mecanizando. Su elección viene determinada por el material de la herramienta, el tipo de material de la pieza y las características de la máquina. Una velocidad de corte alta permite realizar el mecanizado en menos tiempo pero acelera el desgaste de la herramienta. La velocidad de corte se expresa en metros/minuto.
2. Velocidad de rotación de la pieza (N). Normalmente expresada en revoluciones por minuto. Se calcula a partir de la velocidad de corte y del diámetro mayor de la pasada que se está mecanizando.
3. Avance (F). Definido como la velocidad de penetración de la herramienta en el material. En el torneado suele expresarse en mm/rev. No obstante para poder calcular el tiempo de torneado es necesario calcular el avance en mm/min de cada pasada.
4. Profundidad de pasada. Es la distancia radial que abarca una herramienta en su fase de trabajo. Depende de las características de la pieza y de la potencia del torno.

⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Torno_control_num%C3%A9rico

5. Potencia de la máquina. Está expresada en kW, y es la que limita las condiciones generales del mecanizado, cuando no está limitado por otros factores.
6. Tiempo de torneado (T). Es el tiempo que tardan todas las herramientas en realizar el mecanizado sin tener en cuenta otras cuestiones como posibles paradas de control o el tiempo poner y quitar la pieza del cabezal que puede variar dependiendo de cada pieza y máquina. Se calcula a base de ir sumando los tiempos parciales de cada herramienta.

1.7.- SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO CONSUMIBLE

El proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible, el arco se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y las piezas a unir, quedando este protegido de la atmosfera circundante por un gas inerte (soldadura MIG) o por un gas activo (soldadura MAG).⁸

La soldadura MIG/MAG es intrínsecamente más productiva que la soldadura MMA donde se pierde productividad cada vez que se produce una parada para reponer el electrodo consumido. El uso de hilos sólidos e hilos tubulares han aumentado la eficiencia de este tipo de soldadura hasta el 80%-95%.

La soldadura MIG/MAG es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones, este procedimiento es muy utilizado en espesores pequeños y medios en estructuras de acero y

⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura_MIG/MAG

aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere una gran trabajo manual.

1.7.1.- REGLAS Y SEGURIDAD ANTES DE SOLDAR.

Para asegurar una soldadura de calidad se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

1. Electrodo adecuado.

Según el material a soldar.

2. Limpieza de la superficie a soldar.

Eliminar el óxido, pintura, aceites, grasas y cualquier tipo de impurezas.

3. Longitud de arco correcta.

Arco con demasiada longitud para evitar grandes glóbulos (arco excesivamente largo), o falta de calor de fundición (arco excesivamente corto).

4. Intensidad de corriente adecuada.

Con corriente demasiado alta, funde el material demasiado rápido, en cambio sí es demasiado baja no logra fundirlo.

5. Velocidad de avance conveniente.

Un avance muy rápido el baño no permanece la eliminación de impurezas, un avance muy lento el material se acumula.

6. Buena posición del electrodo.

Se debe tratar de mantener un ángulo de inclinación longitudinal (Entre el electrodo y el cordón de soldadura) de 15° a 30°.

7. En tanto a la seguridad es necesario:

Instalar los equipos según indica el fabricante.

Conocer la ubicación del interruptor de la máquina para cortar la corriente de ser necesario.

No hacer reparaciones en el equipo mientras está conectado.

No utilizar porta electrodos con conexiones flojas o mal aisladas.

No cambiar la polaridad cuando la máquina está bajo carga.

Evitar soldar en lugares húmedos o con ropa y manos mojadas.

No cebar el arco frente a personas sin protección visual.

No coger con las manos piezas recién soldadas.

Utilizar siempre equipo de protección personal.

CAPÍTULO II

2.- DISEÑO DEL CÁRTER

2.1.- INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DEL SISTEMA DE CÁRTER

El diseño estructural del cárter seco se realizó con la ayuda del paquete de simulación de Solid Works garantizando la calidad y el funcionamiento del diseño. Las exhaustivas herramientas de análisis nos permitieron probar digitalmente los modelos para obtener una percepción técnica de gran valor al comienzo del proceso de diseño. Con la información que se obtuvo, se pudo definir fácilmente los métodos para reducir el peso y el coste de los materiales, mejorar la durabilidad y la factibilidad de fabricación, optimizar los márgenes y comparar las opciones de diseño para satisfacer totalmente las necesidades específicas del proyecto.

2.2.- INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS NUMÉRICO PARA EL DISEÑO DEL CÁRTER

2.2.1.- TENSION DE VON MISES

La tensión de Von Mises es una magnitud física proporcional a la energía de distorsión. En ingeniería se usa en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles. Un material dúctil sufría fallo elástico cuando la energía de distorsión elástica rebasaba el valor del límite elástico del material usado para el diseño.

La tensión de Von Mises puede calcularse fácilmente a partir de las tensiones principales del tensor tensión en un punto de un sólido deformable, mediante la expresión:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 + \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Siendo, $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ tensiones principales⁹

2.2.2.- FATIGA DE MATERIALES

La fatiga de materiales se refiere a un fenómeno por el cual la rotura de los materiales bajo cargas dinámicas cíclicas se produce más fácilmente que con cargas estáticas. Los engranes y eje de la bomba de aceite son sometidos a fuertes cargas dinámicas ya que tiene transferencia directa del movimiento del cigüeñal por lo tanto requiere el análisis exhaustivo de cada una.

2.2.3.- DEFORMACIÓN DE MATERIALES

La deformación es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica.

⁹MOTT Robert L. Diseño de Elementos de Máquinas. Segunda Edición

Deformación plástica, irreversible o permanente.-Es el modo de deformación en que el material no regresa a su forma original después de retirar la carga aplicada. Esto sucede porque, en la deformación plástica, el material experimenta cambios termodinámicos irreversibles al adquirir mayor [energía](#) potencial elástica. La deformación plástica es lo contrario a la deformación reversible.

[Deformación elástica](#), reversible o no permanente.-El cuerpo recupera su forma original al retirar la [fuerza](#) que le provoca la deformación. En este tipo de deformación, el sólido, al variar su estado tensional y aumentar su energía interna en forma de energía potencial elástica, solo pasa por cambios termodinámicos reversibles.

Comúnmente se entiende por materiales elásticos, aquellos que sufren grandes elongaciones cuando se les aplica una fuerza, como la goma elástica que puede estirarse sin dificultad recuperando su longitud original una vez que desaparece la carga. Este comportamiento, sin embargo, no es exclusivo de estos materiales, de modo que los [metales](#) y [aleaciones](#) de aplicación técnica, [piedras](#), [hormigones](#) y [maderas](#) empleados en construcción y, en general, cualquier material, presenta este comportamiento hasta un cierto valor de la fuerza aplicada; si bien en los casos apuntados las deformaciones son pequeñas, al retirar la carga desaparecen.

Al valor máximo de la fuerza aplicada sobre un objeto para que su deformación sea elástica se le denomina [límite elástico](#) y es de gran importancia en el diseño mecánico, ya que en la mayoría de aplicaciones es éste y no el de la rotura, el que se adopta como variable de diseño (particularmente en [mecanismos](#)). Una vez superado el límite elástico

aparecen deformaciones plásticas (que son permanentes tras retirar la carga) comprometiendo la funcionalidad de ciertos elementos mecánicos.

2.2.4.- DEFLEXIÓN

Es el cambio de posición del eje neutro desde su condición sin carga, varios elementos de la estructura de eje de la bomba están sometidos a una carga uniforme distribuida ya que no se somete a cargas externas, para el análisis de la deflexión se utiliza la siguiente fórmula.

$$\gamma_{\max} = \frac{5wl^3}{384 EI} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

W = Carga aplicada

L = Longitud del elemento

E = Modulo de elasticidad del material

I = Momento de inercia

2.2.5.- VOLUMEN DE CILINDRO

El volumen de un cuerpo, por definición es la región del espacio delimitada por la superficie del mismo. De aplicar esto al cilindro, se obtiene que su volumen sea el espacio contenido entre sus dos bases y el rectángulo que compone la parte central.

$$v = \pi r^2 h \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

v = Volumen total

r =Radio del elemento

h =Altura del elemento

2.2.6.- PRESIÓN DENTRO DE UN CILINDRO

La presión (símbolo p) es una [magnitud física](#) que mide como la proyección de la fuerza en dirección [perpendicular](#) por [unidad de superficie](#) (esa magnitud es escalar), y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea.

$$P = \gamma h \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

P = Presión dentro del depósito.

γ = Peso específico del fluido.

H = Altura del elemento

2.2.7.- DISEÑO DE BOMBA

Con el fin de calcular el desplazamiento teórico de la bomba de aceite existente, se utilizó la punta diámetro TDi, el diámetro de la raíz RDi y espesor T, del interior en pulgadas. La excentricidad e, del conjunto rotor se puede calcular con la ecuación 1. El diámetro de paso P, del rotor exterior se puede calcular con la ecuación 2. El diámetro de paso es el círculo inscrito que es tangente a los lóbulos.

$$e = \frac{TDi - RDi}{4} \quad \text{Ecuación 5}$$

$$P = \frac{TDi - RDi}{2} \quad \text{Ecuación 6}$$

El desplazamiento incremental D, en centímetros cúbicos por revolución engranaje interior por centímetro del rotor espesor se define por la ecuación3. Por último, el desplazamiento teórico en centímetros cúbicos por revolución, Qt, se define por la ecuación4.

$$D = 2 \pi Pe$$

Ecuación 7

$$Qt = D * T$$

Ecuación 8

$$Qt = nv * Vn * w$$

2.2.8.- ANÁLISIS DEL ENGRANE INTERNO

El engrane interno tiene que soportar cargas de torsión, estas fuerzas variarán dependiendo de la velocidad que se utiliza.

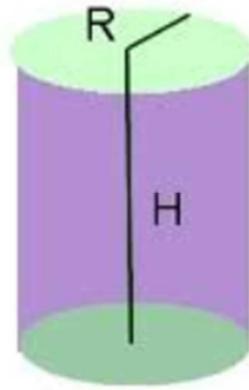
2.3.- DESARROLLO DEL ANÁLISIS NUMÉRICO PARA DE DISEÑO DEL CÁRTER

2.3.1.- DISEÑO DEL DEPOSITO DE ACEITE.

Partiendo de las disposiciones del fabricante que el motor Honda 600 CBR debe tener un colector que almacene 3.5 litros de aceite se procede a diseñar un cilindro que pueda contener esa capacidad de fluido y soportar las presiones del mismo.

El análisis en tanques de almacenamiento de líquidos requiere consideraciones especiales, debido a las fuerzas hidrodinámicas ejercidas por el fluido sobre la pared del tanque.

Como tenemos el volumen de 3.5 litros (3500 cm^3) de aceite según las especificaciones del fabricante y el diámetro el cual vamos a tomar 30 cm debido a que según el diseño del bastidor al cual va a ir anclado este sistema nos ayuda a que no ocupe mucho espacio dentro del mismo, tenemos que calcular la altura para cumplir con todos los requerimientos necesarios para el óptimo funcionamiento del sistema de cárter seco.



$$v = \pi r^2 h$$

$$h = \frac{v}{\pi r^2}$$

$$h = \frac{3500 \text{ cm}^3}{\pi 6.15^2 \text{ cm}^2}$$

$$h = 30.00 \text{ cm}$$

Dónde:

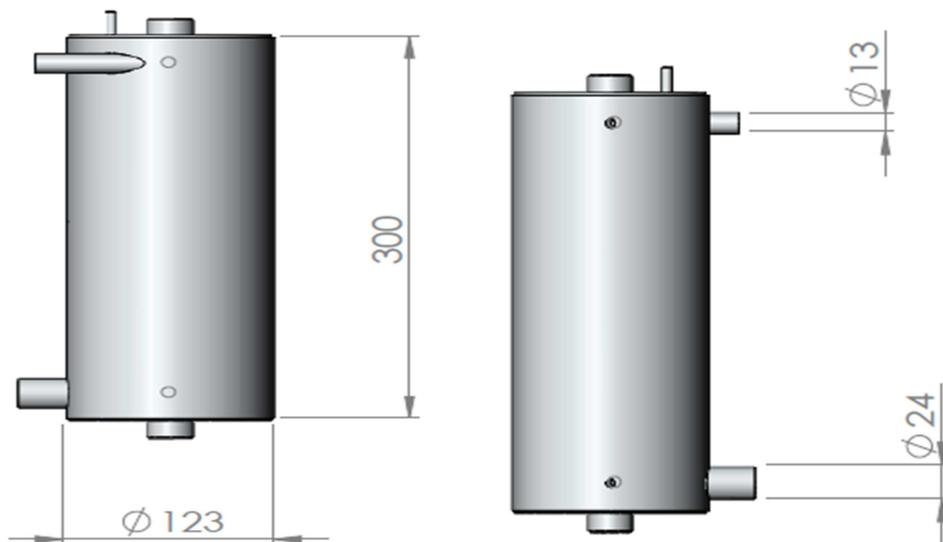
v = Volumen total

r = Radio del elemento

h = Altura del elemento

Con el cálculo de la altura del reservorio tenemos todos los datos para proceder con la construcción conservando las especificaciones que nos pide el fabricante del motor de esta manera podemos administrar al mismo todo el aceite que se necesite, adicional a esto podemos contar con un reservorio el cual va a caber perfectamente en el bastidor lo que hará que el peso disminuya y se encuentre en una parte funcional tanto en el peso total del auto como en la distribución de peso del vehículo.

El depósito de aceite contará con una entrada y una salida de fluido los cuales tendrán un diámetro similar a los ductos internos de circulación de aceite del cárter del sistema convencional, los cuales son el conducto de entrada de 13 mm y el de salida de 24mm hacia el motor, y un agujero para llenado con diámetro de 12mm



2.3.2.- PRESIÓN DENTRO DEL CILINDRO

$$P = \gamma h$$

Dónde:

$$P = 930 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.3 \text{ m}$$

P = Presión dentro del depósito.

γ = Peso específico del aceite.

h = Altura del elemento

$$P = 279 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Se determina que la presión del aceite dentro del cilindro a nivel máximo es de 279 kg/m^2 , con esto podemos realizar la selección del material con el que vamos a construir dicho reservorio de aceite.

2.3.3.- DISEÑO DE LA BOMBA

Procedemos a diseñar el sistema de cárter seco partiendo de las especificaciones propias del fabricante del sistema de aceite, la bomba es de elementos trocoidales y con idéntica dimensiones y lóbulos de la bomba de aceite original y con ello conseguir las mismas presiones y caudales (71psi @6000rpm).

El depósito de aceite debe tener las dimensiones para almacenar 3.3 litros como cantidad mínima sin necesidad de cálculo de diámetro de cañerías ya que se respetaran los del fabricante solamente los transportaremos al exterior.

DETERMINACIÓN DE FORMULAS PARA DISEÑAR ENGRANES HIPOCICLOIDAL

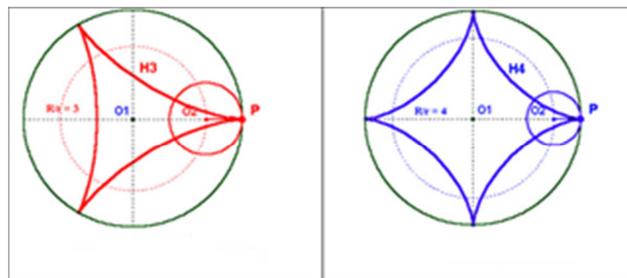
La teoría de la bomba Moineau está basada en el estudio de los engranajes hipocicloidales, **Una hipocicloide es el lugar geométrico que describe un punto fijo P cualquiera de un círculo móvil de radio r, que gira internamente sin resbalar dentro de un círculo fijo de radio R.**

$R/r = 1$ La curva se reduce a un punto (1 lóbulo)

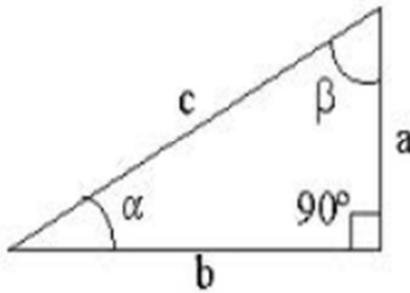
$R/r = 2$ La curva es un segmento de recta (2 lóbulos)

$R/r = 3$ La curva es una estrella de 3 puntas (3 lóbulos)

$R/r = 4$ La curva es una astroide de 4 puntas (4 lóbulos), etc.



DETERMINACIÓN DE ECUACIONES



$$\text{sen}(90 + x) = \text{sen}90\text{cos}x + \text{cos}90\text{sen}x$$

$$\text{sen}(90 + x) = \text{cos}x$$

$$\text{cos}(90 + x) = \text{cos}90\text{cos}x - \text{sen}90\text{sen}x$$

$$\text{cos}(90 + x) = -\text{sen}x$$

$$\text{seno}(90 + x) = \text{seno}90\text{cos}x + \text{cos}90\text{sen}x$$

$$\text{seno}(90 + x) = \text{seno}90\text{cos}x + \text{cos}90\text{sen}x$$

$$\varphi + \psi + 90 - \theta = 180$$

$$(1) \psi = 90 + \theta - \varphi$$

$$x = (a - b)\text{cos}\theta + b\text{sen}\psi$$

$$x = (a - b)\text{cos}\theta + b\text{seno}[90 + (\theta - \varphi)]$$

$$x = (a - b)\text{cos}\theta + b\text{cos}(\theta - \varphi)$$

$$x = (a - b)\cos\theta + b\cos(\theta - \theta\frac{a}{b})$$

$$x = (a - b)\cos\theta + b\cos[\theta(\frac{b - a}{b})]$$

$$y = (a - b)\text{seno}\theta + b\cos\psi$$

$$y = (a - b)\text{seno}\theta - b\cos[90 + (\theta - \varphi)]$$

$$y = (a - b)\text{seno}\theta + b\text{seno}(\theta - \varphi)$$

$$y = (a - b)\text{seno}\theta + b\text{seno}[\theta(\frac{b - a}{b})]$$

Aplicando los datos en las ecuaciones obtenemos la posición geométrica de los lóbulos en el plano

$$x = (a - b)\cos\theta + b\cos[\theta(\frac{b - a}{b})]$$

$$y = (a - b)\text{seno}\theta + b\text{seno}[\theta(\frac{b - a}{b})]$$

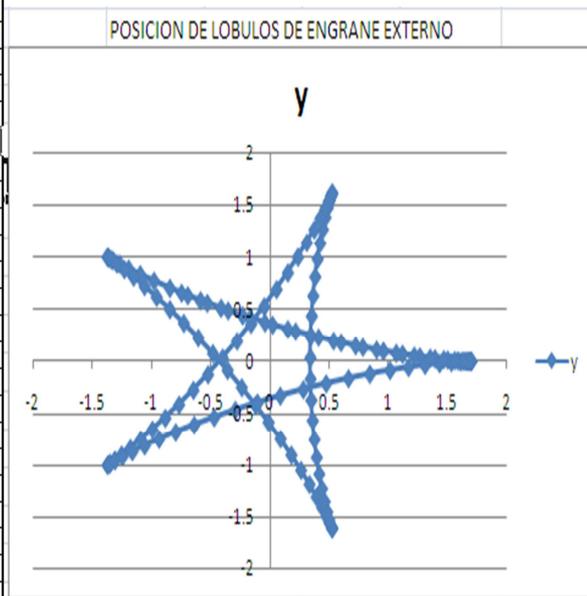
Dado los siguientes datos para la obtención de la hipocicloide de 5 lóbulos

Datos:

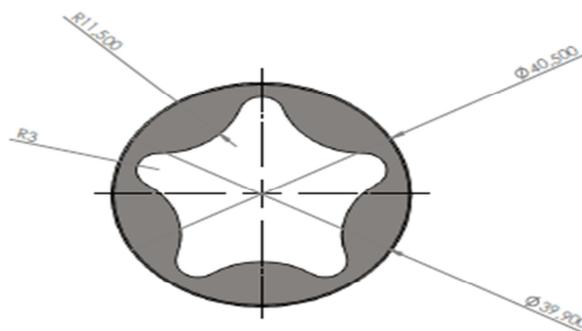
| | |
|-----------|------|
| A | 1,7 |
| B | 0,68 |
| Intervalo | 0,1 |

Cálculo de hipocicloide de 5 lobulos.

| θ | x | y |
|----------|-------------|------------|
| 0 | 1.7 | 0 |
| 0.1 | 1.68726858 | 0.00021215 |
| 0.2 | 1.64929672 | 0.00168898 |
| 0.3 | 1.58674725 | 0.00565405 |
| 0.4 | 1.50071043 | 0.01324983 |
| 0.5 | 1.39268264 | 0.02549969 |
| 0.6 | 1.26453711 | 0.04327302 |
| 0.7 | 1.11848734 | 0.06725425 |
| 0.8 | 0.95704412 | 0.09791663 |
| 0.9 | 0.78296671 | 0.13550156 |
| 1 | 0.59920965 | 0.18000381 |
| 1.1 | 0.40886584 | 0.23116329 |
| 1.2 | 0.21510749 | 0.28846348 |
| 1.3 | 0.02112584 | 0.35113674 |
| 1.4 | -0.16992887 | 0.41817636 |
| 1.5 | -0.35500612 | 0.48835511 |
| 1.6 | -0.53121124 | 0.56025011 |
| 1.7 | -0.69585779 | 0.63227318 |
| 1.8 | -0.84651519 | 0.70270626 |
| 1.9 | -0.98105068 | 0.76974104 |
| 2 | -1.09766467 | 0.83152177 |
| 2.1 | -1.19491899 | 0.88619048 |
| 2.2 | -1.27175738 | 0.9319334 |



| | | |
|-----|-------------|------------|
| 2.3 | -1.32751793 | 0.96702755 |
| 2.4 | -1.36193731 | 0.98988635 |
| 2.5 | -1.37514685 | 0.99910328 |
| 2.6 | -1.3676605 | 0.99349239 |
| 2.7 | -1.3403552 | 0.97212465 |
| 2.8 | -1.29444415 | 0.93435944 |
| 2.9 | -1.23144349 | 0.87987007 |
| 3 | -1.15313349 | 0.80866289 |
| 3.1 | -1.06151484 | 0.72108929 |
| 3.2 | -0.95876136 | 0.61785031 |

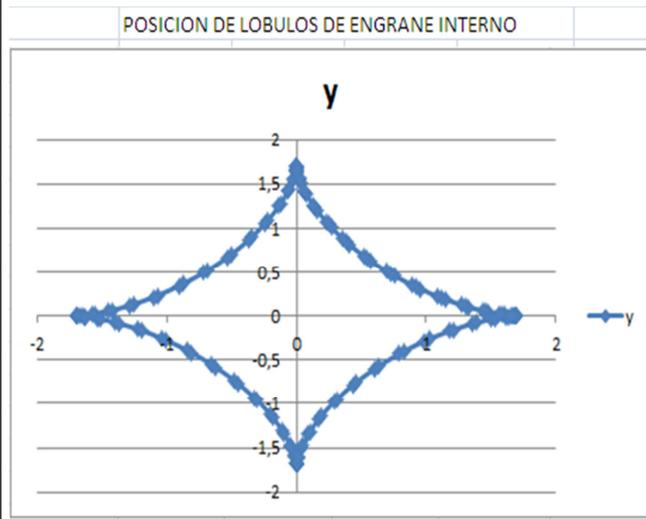


Cálculo de hipocicloide de 4 lobulos.

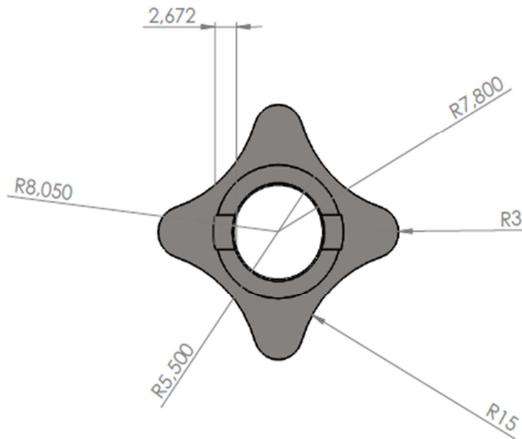
Datos:

| | |
|-----------|-------|
| A | 1,7 |
| B | 0,425 |
| Intervalo | 0,1 |

| E | X | Y |
|-----|-------------|------------|
| 0 | 1.7 | 0 |
| 0.1 | 1.67464832 | 0.00021215 |
| 0.2 | 1.60035252 | 0.00168898 |
| 0.3 | 1.48223826 | 0.00565405 |
| 0.4 | 1.32835481 | 0.01324983 |
| 0.5 | 1.14898108 | 0.02549969 |
| 0.6 | 0.95574202 | 0.04327302 |
| 0.7 | 0.76061419 | 0.06725425 |
| 0.8 | 0.57490873 | 0.09791663 |
| 0.9 | 0.40832205 | 0.13550156 |
| 1 | 0.26813863 | 0.18000381 |
| 1.1 | 0.15865615 | 0.23116329 |
| 1.2 | 0.08088381 | 0.28846348 |
| 1.3 | 0.03253978 | 0.35113674 |
| 1.4 | 0.00834726 | 0.41817636 |
| 1.5 | 0.00060172 | 0.48835511 |
| 1.6 | -4.2323E-05 | 0.56025011 |
| 1.7 | 0.00363619 | 0.63227318 |
| 1.8 | -0.0199382 | 0.70270626 |
| 1.9 | 0.05744126 | 0.76974104 |
| 2 | 0.12251484 | 0.83152177 |
| 2.1 | 0.21873886 | 0.88619048 |



| | | |
|-----|-------------|------------|
| 2.1 | -0.21873886 | 0.88619048 |
| 2.2 | -0.34649007 | 0.9319334 |
| 2.3 | -0.50281876 | 0.96702755 |
| 2.4 | -0.68162768 | 0.98988635 |
| 2.5 | -0.8741381 | 0.99910328 |
| 2.6 | -1.06960211 | 0.99349239 |
| 2.7 | -1.25619825 | 0.97212465 |
| 2.8 | -1.42203116 | 0.93435944 |
| 2.9 | -1.55614648 | 0.87987007 |
| 3 | -1.64947079 | 0.80866289 |
| 3.1 | -1.69559308 | 0.72108929 |
| 3.2 | -1.69131818 | 0.61785031 |



Al conocer las medidas de los rotores podremos determinar el caudal teórico que va a suministrar la bomba de aceite para ello deberemos obtener la excentricidad, paso, el desplazamiento integral y el espesor.

DATOS

TDI = 1.7 cm

RDI = 0.68 cm

T = 2 cm

EXCENTRICIDAD

$$e = \frac{T_{Di} - R_{Di}}{4}$$

$$e = \frac{2.93 \text{ cm} - 1.83 \text{ cm}}{4}$$

$$e = 0.275 \text{ cm}$$

Siendo el parámetro que determina el grado de desviación de una sección con respecto a una [circunferencia](#).

PASO

$$P = \frac{TDi - RDi}{2}$$

$$P = \frac{2.93 \text{ cm} - 1.83 \text{ cm}}{2}$$

$$P = 0.55 \text{ cm}$$

El paso se le llama al espacio que existe en un diente del engranaje al girar hacia el otro engranaje, no se puede poner a girar dos engranajes de distinto paso

2.3.4.- DESPLAZAMIENTO INTEGRAL

$$D = 2 \pi P e$$

$$D = 2\pi(0.55\text{cm})(0.275\text{cm})$$

$$D = 0.950 \text{ cm}^3/\text{rev}$$

Siendo la velocidad del móvil en función del tiempo

2.3.5.- CAUDAL TEÓRICO

$$Q_t = D * T$$

$$Q_t = 0.950 \text{ cm}^3/\text{rev} * 1.93 \text{ cm}$$

$$Q_t = 1.83 \text{ cm}^3 / \text{rev}$$

Determinamos el caudal teórico con un rendimiento volumétrico del 98%

2.3.4.- CAUDAL TEÓRICO

$$Q_t = D * T$$

$$Q_t = 0.950 \text{ cm}^3/\text{rev} * 1.93 \text{ cm}$$

$$Q_t = 1.83 \text{ cm}^3 / \text{rev}$$

Determinamos el caudal teórico con un rendimiento volumétrico del 98%, con este cálculo determinamos y llegamos a la conclusión de que la bomba que vamos a construir es suficiente para que pueda distribuir el aceite por todo el sistema de lubricación enviando 1.83 centímetros cúbicos por cada revolución que nos proporciona el cigüeñal de donde se coge el movimiento para hacer girar la bomba.

2.4.- SELECCIÓN DE MATERIALES

Parte muy importante para la realización de este sistema fue el analizar las aplicaciones del material y si su estructura molecular soportaría las cargas a las cuales van a ser sometidas, tomando en cuenta la disponibilidad del mismo en el mercado nacional y sus costos.

Antes de adquirir los materiales se realizó el análisis de la resistencia a la tracción y elasticidad partiendo del torque que es de 65 N/m a 10500 RPM max (tabla 2.1) el cual es transmitido directamente del cigüeñal del motor al vastago de la bomba de aceite, estos datos procedemos a ingresar al software SolidWork determinándose los valores máximos mediante el cálculo de tracción de Von Mises.

Se aplicó directamente en el estudio el material aluminio 7075 T6 y simplemente se corrobora su durabilidad ya que este es el material que se usa habitualmente en la construcción de engranes de bomba por su durabilidad y peso.

A continuación se presenta la ficha técnica del motor Honda CBR 600, de aquí se tomaran los datos para el análisis de los materiales que vamos a utilizar para la construcción del sistema de lubricación mediante cárter seco.

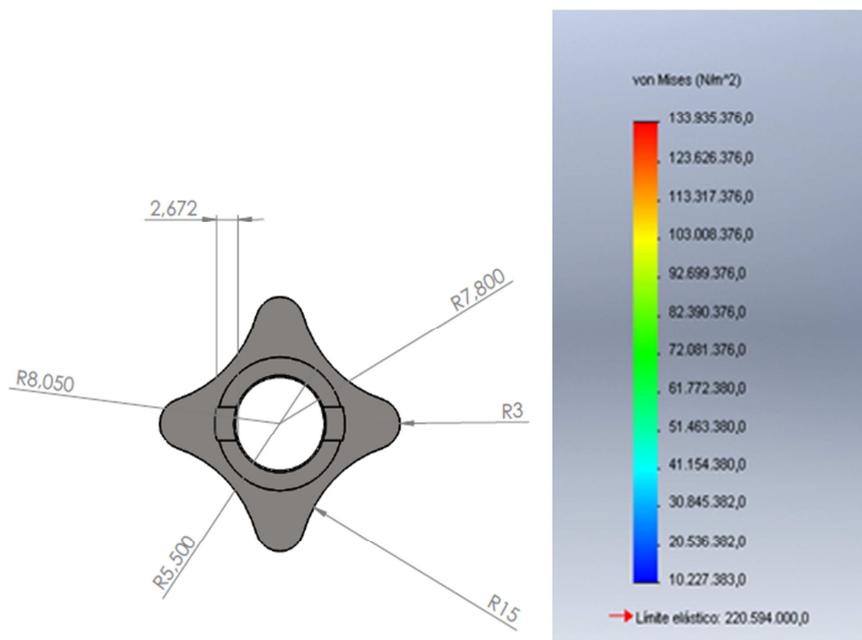
| HONDA CBR 600 F4I | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Motor | 16 VALVULAS DOHC |
| Cilindrada | 599 cm ³ |
| Dimensiones | 2.6 X 1.6 PULGADAS O 66 X 40.6 MM |
| Relación de compresión | 12:1 |
| Caballos de fuerza | 12500 hp |

| | |
|------------------------|------------------------|
| Torque | 65/10500 Nm/RPM |
| Sistema de combustible | inyección |

<http://www.autoevolution.com/mengine/honda-cbr-600-f4i-2001-599.html>

Tabla 2.1.- Ficha Técnica

Para los engranes y deposito tenemos los siguientes valores resultantes análisis SolidWork.

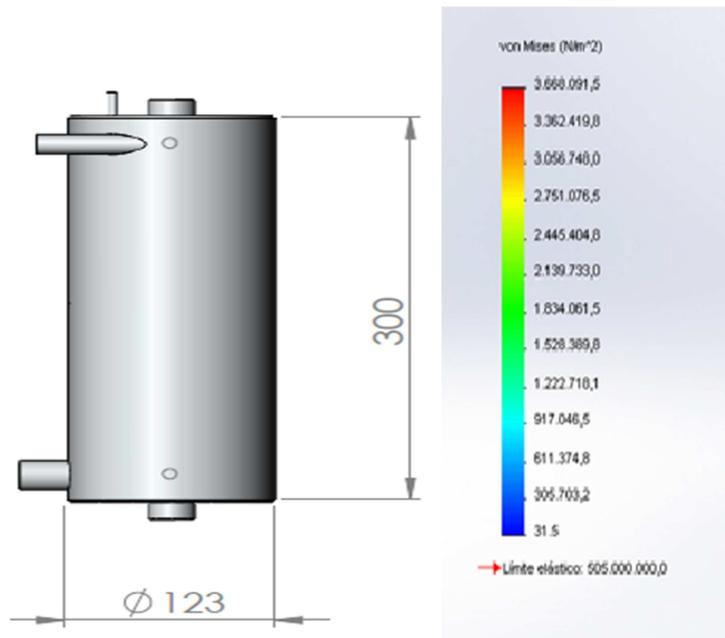


Fuente propia

Figura 2.1.- Escala Esfuerzo Rotor Interno

El material ideal para la construcción del rotor interno de la bomba de lóbulos es el aluminio 7075 T6, ya que cumple con todas la característica físicas necesarias para soportar el trabajo a cuál va a estar sometido, este material

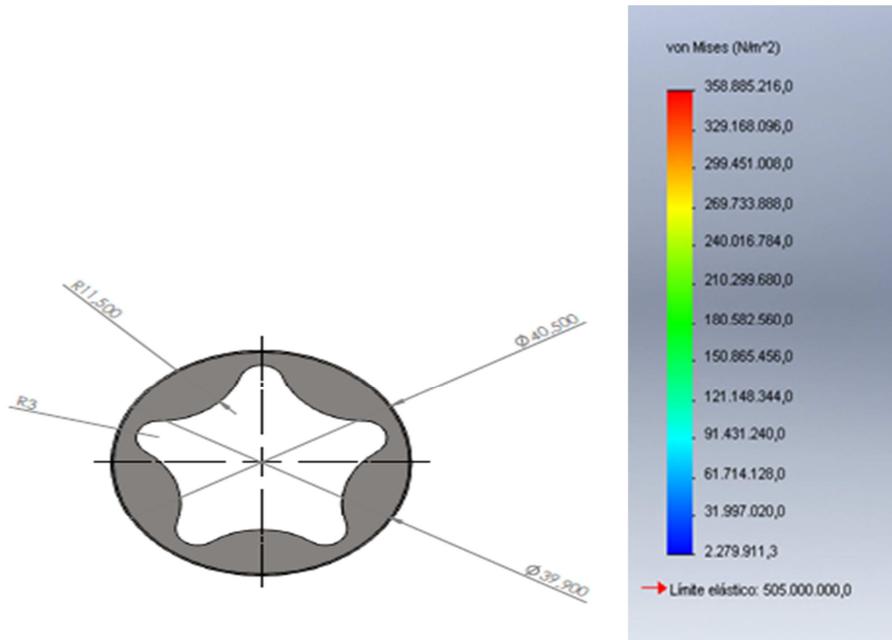
a parte de estar dentro de los parámetros de diseño nos proporciona una fácil maleabilidad para la construcción de la misma, disminuyendo el peso del ensamblaje final de la bomba.



Fuente propia

Figura 2.2.- Escala Esfuerzo Depósito Aceite

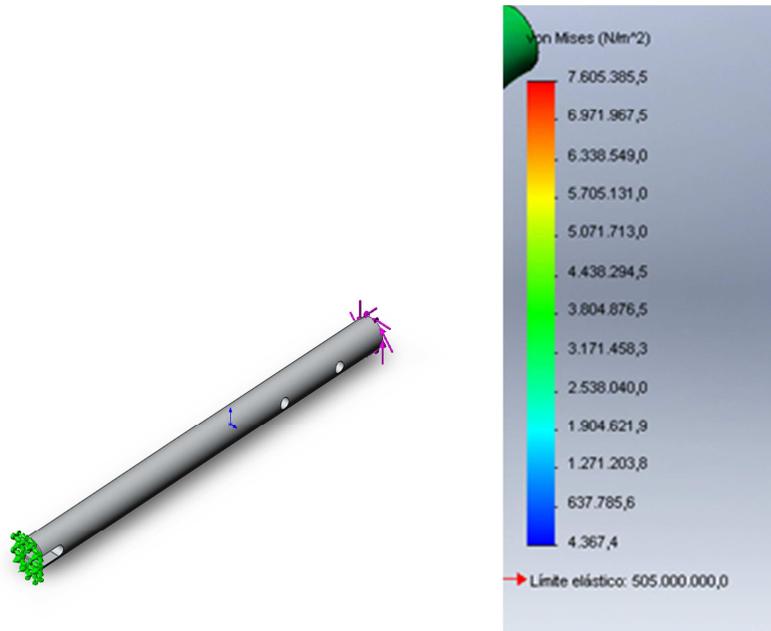
Este depósito va a estar sometido a la presión propia del aceite de 279 kg/m^2 (28.47 N/m^2), la temperatura de 80°C con la cual el aceite trabaja dentro del motor, por este motivo tan solo debemos tener en cuenta que el material sea fácil de manejar, en este caso el aluminio 7075 T6 es ideal para la construcción del mismo.



Fuente propia

Figura 2.3.- Escala Esfuerzo Rotor Externo

El rotor externo tiene las mismas características del rotor interno, por lo que el mismo material de construcción sería ideal para el correcto funcionamiento de la bomba en altas revoluciones en este caso en particular 140000 rpm, aprovechando al máximo el giro del cigüeñal y enviando todo el aceite que el motor necesita para su correcto funcionamiento.



Fuente propia

Figura 2.4.- Escala Esfuerzo Eje De Bomba

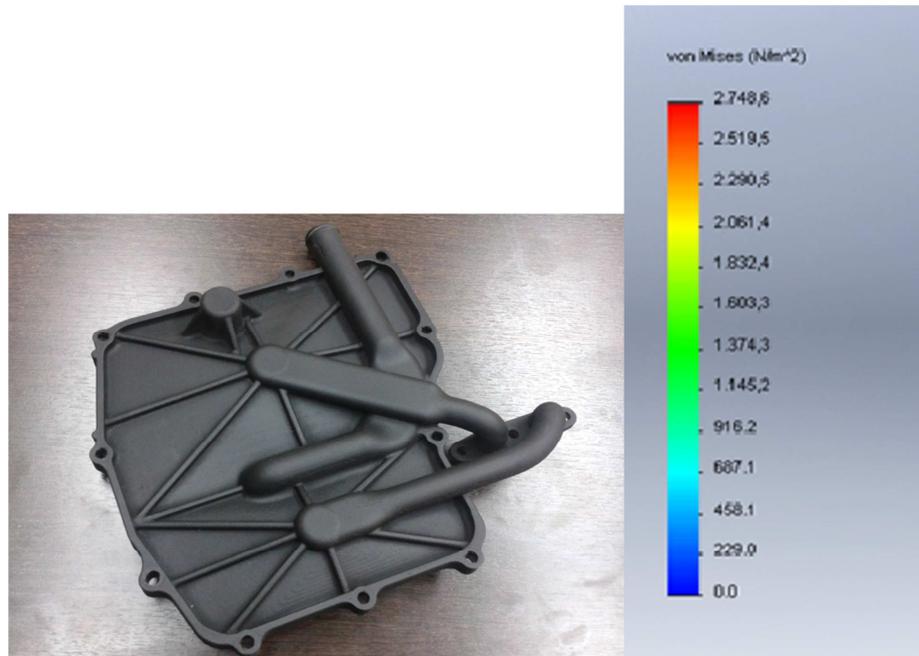
Este eje va a tener contacto directo con el giro del cigüeñal, y va a transmitir un torque de 65 Nm a 10500 rpm (Tabla 2.1) esto a su vez transmitirá todo el giro a la bomba de lóbulos para que esta pueda enviar el aceite de regreso al depósito, el aluminio 7075 T6 es ideal para la construcción del mismo ya que va a tener esfuerzos principalmente en la unión con el cigüeñal, con esto podemos garantizar el correcto funcionamiento y la alargar la vida útil de cada una de las piezas construidas.

| UNE | Composición química, % peso | Tratamiento | Resistencia a tracción MPa | Límite elástico MPa | Alargamiento % | Aplicaciones típicas |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------|----------------|--|
| Aleaciones para forja | | | | | | |
| 1100 | >99Al, 0.12Cu | Recocido (O) Trab. en frío (H14) | 89 124 | 24 97 | 25 4 | Componentes eléctricos, hojas metálicas finas (papel). |
| 3003 | 1.2Mn | Recocido (O) Trab. en frío (H14) | 117 159 | 34 149 | 23 7 | Recipientes a presión, resistencia a corrosión, hojas metálicas finas. |
| 5052 | 2.5Mg, 0.25Cr | Recocido (O) Trab. en frío (H34) | 193 262 | 65 179 | 18 4 | Transportes, metal de relleno en soldadura, recipientes, componentes marinos. |
| 2024 | 4.4Cu, 1.5Mg, 0.6Mn | Recocido (O) Tratamiento T6 | 220 442 | 97 345 | 12 5 | Estructuras aeronáuticas. |
| 6061 | 1.0Mg, 0.6Si, 0.27Cu, 0.2Cr | Recocido (O) Tratamiento T6 | 152 290 | 82 345 | 16 10 | Transportes, estructuras aeronáuticas y marinas y otras de alta resistencia. |
| 7075 | 5.6Zn, 2.5Mg, 1.6Cu, 0.23Cr | Recocido (O) Tratamiento T6 | 276 504 | 145 428 | 10 8 | Estructuras aeronáuticas y aeroespaciales. |
| Aleaciones para fundición | | | | | | |
| 355,0 | 5Si, 1.2Cu | Arena (T6) Molde metálico (T6) | 220 285 | 138 - | 2.0 1.5 | Bombas domésticas, accesorios aeronáutica, cárter aviación. |
| 356,0 | 7Si, 0.3Mg | Arena (T6), Molde metálico (T6) | 207 229 | 138 152 | 3.0 3.0 | Fundiciones de gran complejidad, ejes portadores de las motoras, ruedas de camiones. |
| 332,0 | 9.5Si, 3Cu, 1.0Mg | Molde metálico (T5) | 214 | | | Pistones de automóviles. |
| 413,0 | 12Si, 2Fe | Fundición en coquilla | 297 | 145 | 2.5 | Fundiciones complicadas. |

Fuente: <http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm13/Tabla13-8.jpg>

Tabla 2.2.- Características de los Materiales Aluminio 7075 T6

Después de obtener los valores del rotor interno 133935576 N/m^2 (Figura 2.1), rotor externo 358885216 N/m^2 (Figura 2.3), eje de la bomba 7605385.5 N/m^2 (Figura 2.4), depósito de aceite 3660091.5 N/m^2 (Figura 2.2), podemos revisar en tablas de materiales y el más adecuado es 7075 T6 ya que su límite elástico es de $428000000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. (Tabla 2.1)



Fuente propia

Figura 2.5.- Escala Resistencia Tapa Cáster

Esta tapa del cárter no va a tener ningún tipo de esfuerzo ya que el aceite no va a permanecer dentro de ella, tan solo nos sirve para guiar al aceite hacia la bomba de lóbulos y posteriormente al reservorio por lo que necesitamos que el material sea lo más liviano posible y fácil de manipular, ya que la construcción de la misma es bastante complicada con materiales con el acero o el aluminio, por este motivo la poliamida es el material ideal por todas sus características físicas.

| Propiedad | Unidades | Material | | | | |
|---------------------------|----------|----------|--------|--------|-------|----------|
| | | Nylon | Torlon | Bronce | Acero | Aluminio |
| Densidad | g/cm3 | 1.15 | 1,41 | 8,8 | 7,84 | 2,7 |
| Resistencia a la Tracción | MPa | 83 | 124 | 152 | 248 | 207 |

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos16/materiales-plasticos/materiales-plasticos.shtml>

Tabla 2.3.- Características de los Materiales Poliamida

Después de obtener los valores máximos de 2749.6 N/m (dato tomado de la figura 2.5) podemos revisar en tablas de materiales y el más adecuado es nylon (poliamida) ya que su límite elástico es de $83000000 \frac{N}{m^2}$. (Tabla 2.3) por su facilidad de mecanizar ya que es suave y flexible pero resistente.

Se aplicó directamente en el estudio el material Nylon o plástico ABS y simplemente se corroboró su durabilidad aplicando una fuerza de 1N/m ya que esta parte es un recubrimiento que no va a soportar ninguna fuerza más que de la gravedad además este material nos va a ayudar en la disminución sustancial del peso que es lo que buscamos en este tipo de vehículos con este podemos ganar velocidad final al tener un menor peso total.

2.4.1.- SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE DE DISEÑO

Para seleccionar el material capaz de resistir las cargas que se aplicarán se utilizará el software, se describirá el proceso a seguir: En el diseño del eje se realizará un análisis de tensión de la misma.

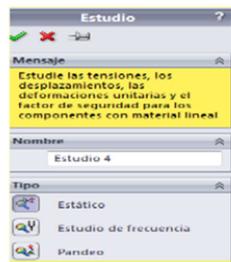
1. Utilizando la herramienta Solid Works simulación se escoge la opción
2. Estudio / estudio nuevo.



Fuente: Solid Works

Figura 2.6.- Asesor de Estudios

En la pantalla aparece a la izquierda, seleccionar estudio estático y aceptar.



Fuente: Solid Works

Figura 2.7.- Estudio Estático

Luego se escoge el material aplicando selección de material



.Fuente: Solid Works

Figura 2.8.- Selección de Material

Para el estudio del material se escogerá el aluminio 7076 T6

2.5.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE EL SOFTWARE DE DISEÑO EN EL SISTEMA DE CÁRTER SECO

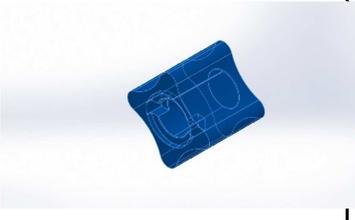
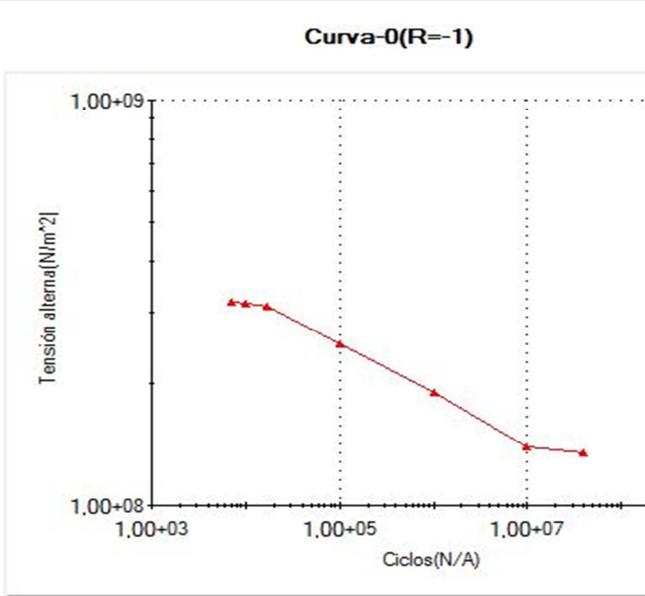
2.5.1.- INFORMACIÓN DEL MODELO

| Sólidos | | | |
|---|--------------|--|--|
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | |
|  | Sólido | Masa:0.0179107 kg Volumen:6.37391e-006 m ³ Densidad:2810 kg/m ³ Peso:0.175525 N | |

Fuente Propia

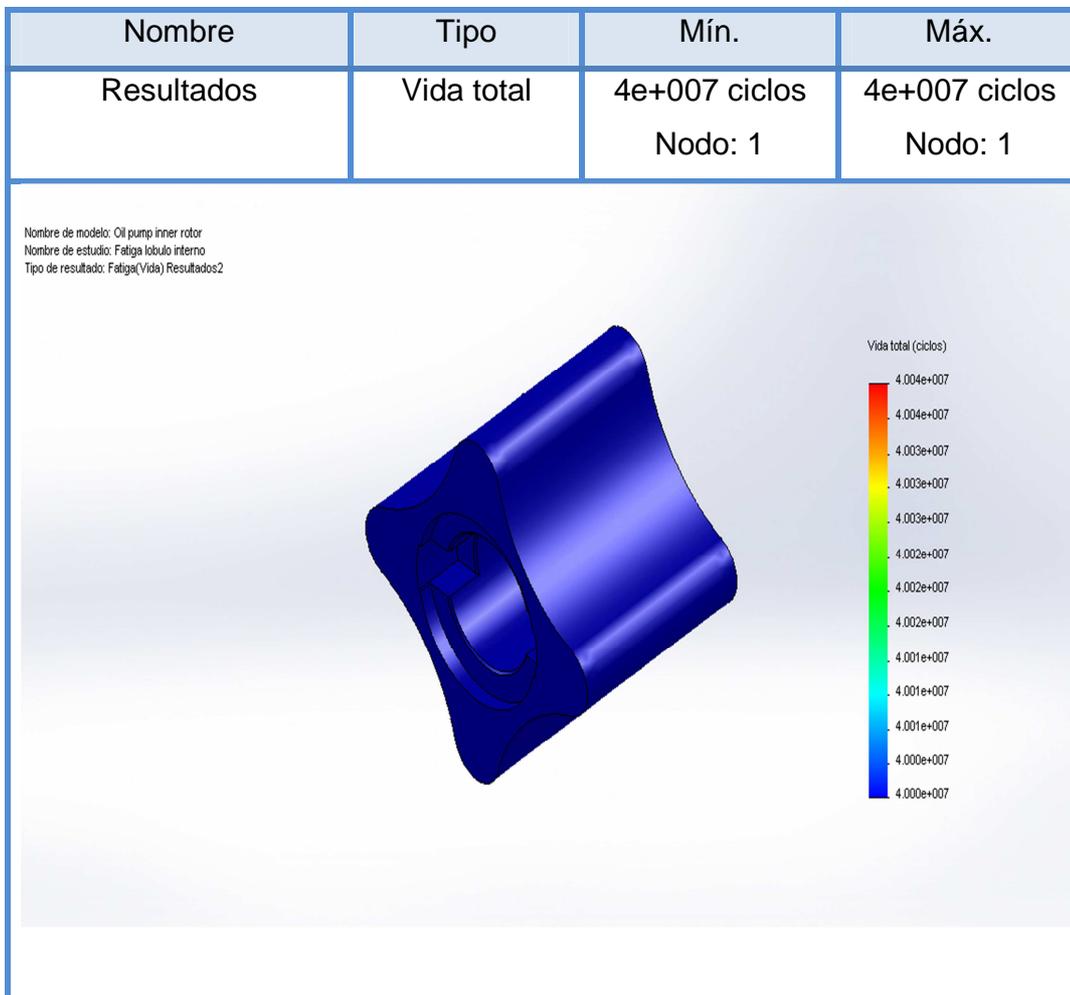
Figura 2.9.- Información del Modelo

2.5.1.- PROPIEDADES DEL MATERIAL

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|--|-----------------|
|  | Nombre: 7075-T6 (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal | Sólido 1 |
| <p>Datos de curva:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Curva-0(R=-1)</p> | | |

Fuente Propia

Tabla 2.6.- Propiedades del Material



Fuente Propia

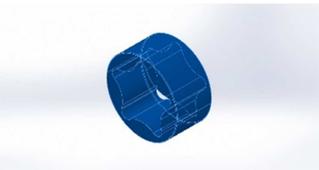
Figura 2.12.- Vida Total

La vida que tiene esta pieza construida con el aluminio 7075 T6, es prácticamente infinita, puede trabajar a las revoluciones que va a estar sometido por el giro del cigüeñal sin ningún problema de ruptura, ya que el nivel máximo de ciclos es de $4.004e^{007}$, y el rotor va a tener un máximo de

ciclos de $4.000e^{007}$, esto nos quiere decir que el material es adecuado para la construcción.

2.6.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL LÓBULO EXTERNO

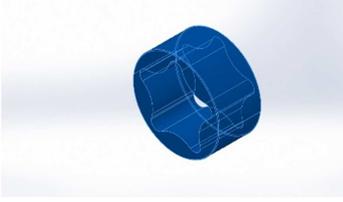
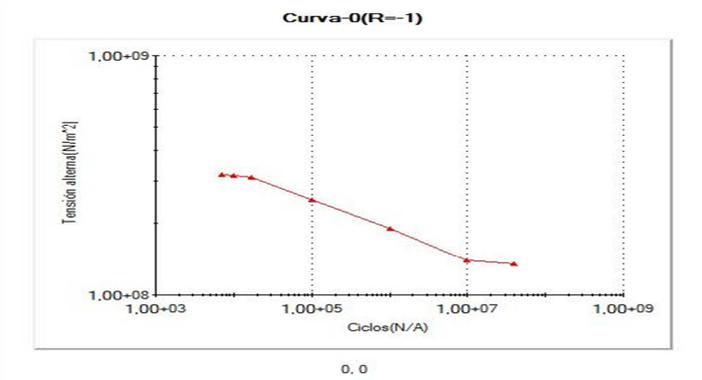
2.6.1.- INFORMACIÓN DEL MODELO

|  | | | |
|---|--------------|--|--|
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | |
|  | Sólido | Masa:0.0360454 kg Volumen:1.28275e-005 m ³ Densidad:2810 kg/m ³ Peso:0.353245 N | |

Fuente Propia

Figura 2.13.- Información del Diseño

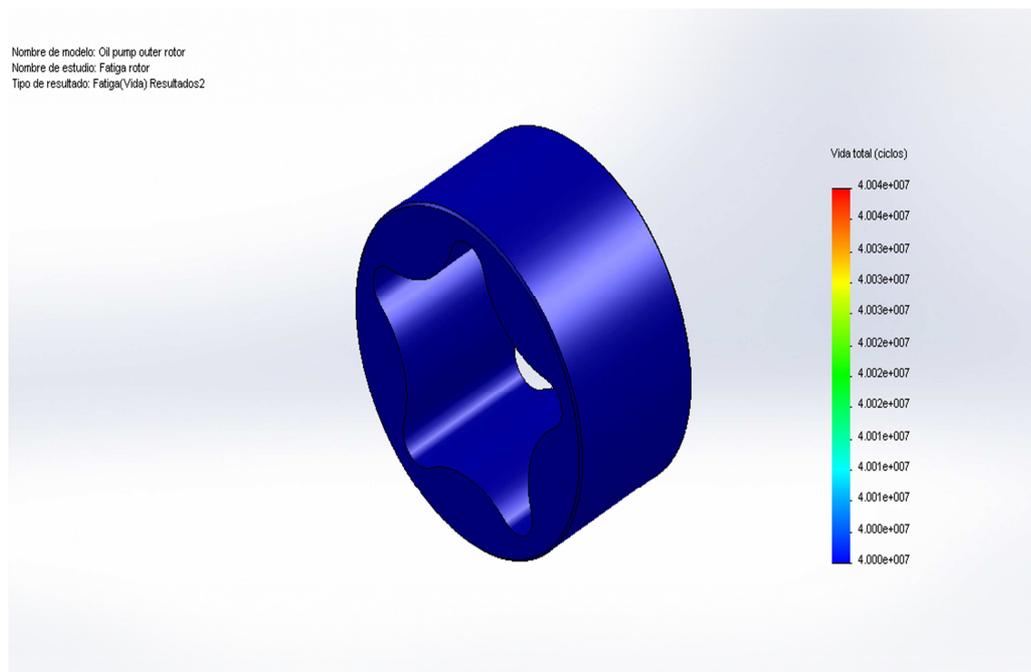
2.6.2.- PROPIEDADES DEL MATERIAL

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|---|----------------------|
|  | <p>Nombre: 7075-T6 (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> | <p>Sólido</p> |
| <p>Datos de curva:</p> <div style="text-align: center;">  <p>Curva-0(R=-1)</p> </div> | | |

Fuente Propia

Figura 2.14.- Propiedades del Material

| Nombre | Tipo | Mín. | Máy. |
|------------|------------|--------------------------|--------------------------|
| Resultados | Vida total | 4e+007 ciclos Nodo: 1 | 4e+007 ciclos Nodo: 1 |



Fuente Propia

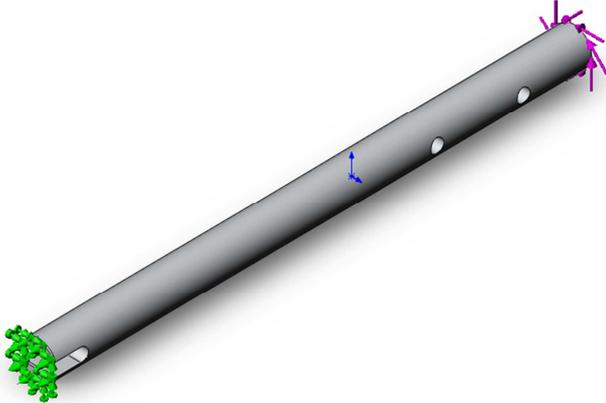
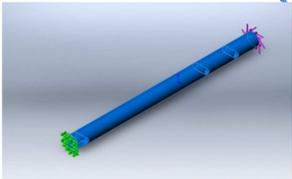
Figura 2.16.- Análisis de Vida Total

Al estar construido con el mismo material del rotor interno de la bomba de lóbulos, este rotor posee las mismas características, por lo que nos garantiza que la bomba puede trabajar bajo extremas condiciones, ya que el nivel máximo de ciclos es de $4.004e^{007}$, y el rotor va a tener un máximo de ciclos

de $4.000e^{007}$, esto nos quiere decir que el material es adecuado para la construcción.

2.7.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL EJE DEL ROTOR

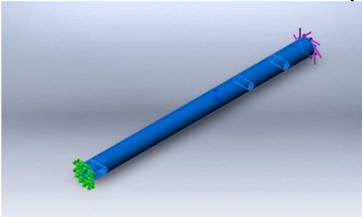
Colocar la fuerza de torsión ejercida por el motor que es de 40 N.m que va a resistir el eje y el lugar en donde van a ser aplicadas.

|  | | | |
|---|--------------|--|--|
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | |
|  | Sólido | Masa:0.0418671 kg Volumen:1.48993e-005 m ³ Densidad:2810 kg/m ³ Peso:0.410298 N | |

Fuente Propia

Figura 2.17.- Información del Modelo

2.7.1.- PROPIEDADES DEL MATERIAL

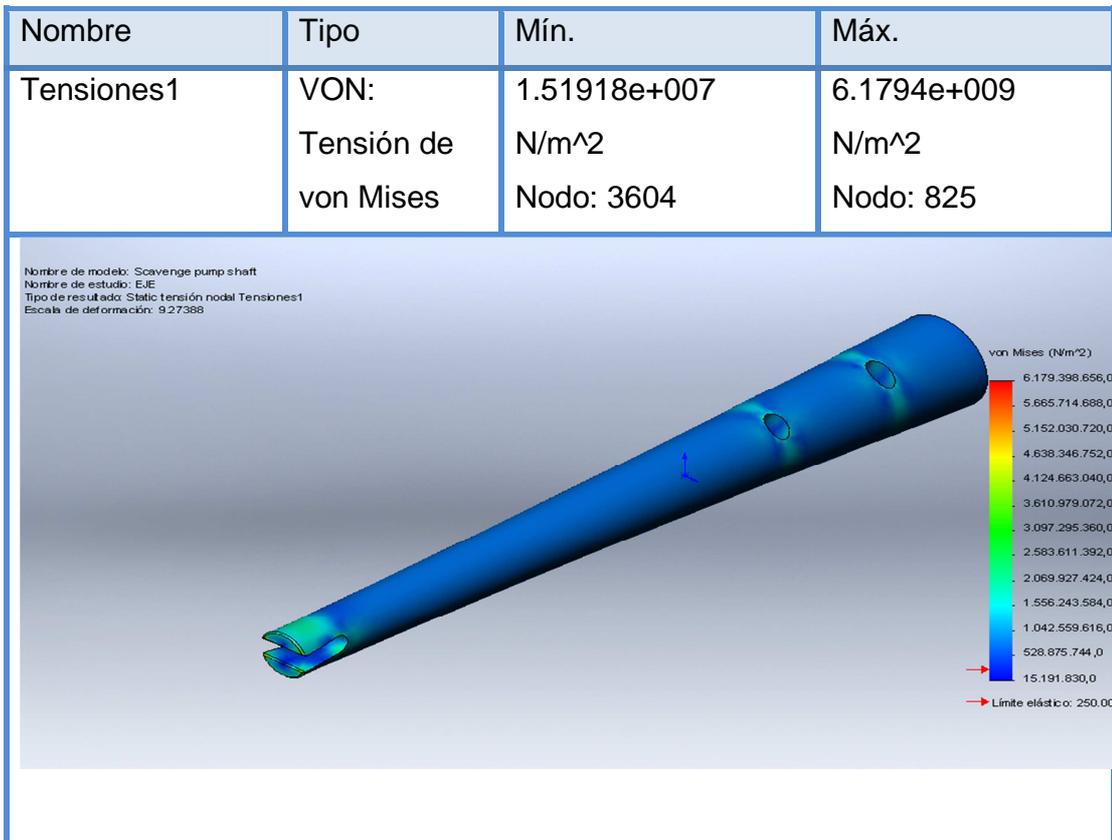
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|--|-----------------|
|  | <p>Nombre: 7075-T6 (SN)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises</p> <p>Límite elástico: 5.05e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 5.7e+008 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 7.2e+010 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.33</p> <p>Densidad: 2810 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 2.69e+010 N/m²</p> <p>Coefficiente de 2.36e-005</p> | Sólido 1 |

Fuente Propia

Figura 2.18.- Propiedades del Material

2.7.3.- TENSIONES

El valor máximo de tensión de von Mises obtenido es de $6.1794e+009$ N/m². La cual se encuentra en pequeños puntos de contacto directo, pero la mayoría del cuerpo se encuentra dentro del límite de elasticidad del material que es de 504000000 N/m² por lo cual se decidió trabajar con aluminio 7075 t6 ya que cumple con estas características de diseño.



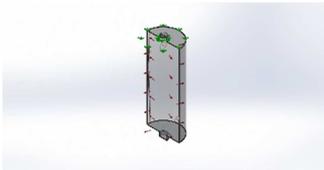
Fuente Propia

Figura 2.19.- Análisis de Tensiones

2.8.6.- INFORMACIÓN DEL MODELO



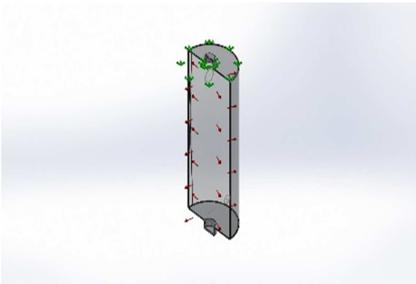
Sólidos

| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas |
|---|---------------|--|
| <p>Chaflán4</p>  | <p>Sólido</p> | <p>Masa:0.761763 kg Volumen:0.00027109 m³ Densidad:2810 kg/m³ Peso:7.46528 N</p> |

Fuente Propia

Figura 2.22.- Información del Modelo

2.8.7.- PROPIEDADES DEL MATERIAL

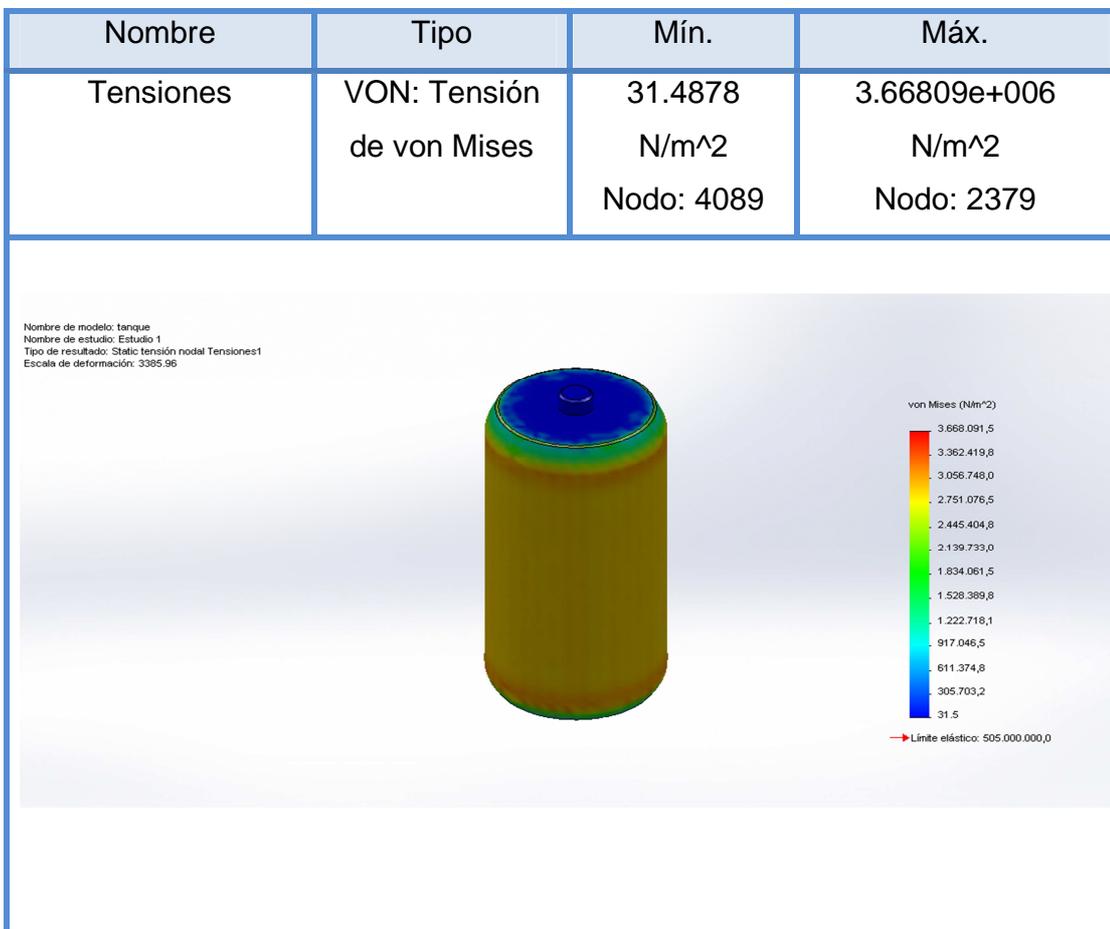
| Referencia de modelo | Propiedades |
|---|---|
|  | <p>Nombre: 7075-T6 (SN)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises</p> <p>Límiteelástico: 5.05e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 5.7e+008 N/m²</p> <p>Móduloelástico: 7.2e+010 N/m²</p> <p>Coeficiente de Poisson: 0.33</p> <p>Densidad: 2810 kg/m³</p> <p>Módulocortante: 2.69e+010 N/m²</p> <p>Coeficiente de dilatación térmica: 2.36e-005 /Kelvin</p> |

Fuente Propia

Figura 2.23.- Propiedades del Material

2.8.8.- TENSIONES

El valor máximo de tensión de von Mises obtenido es de $3.66809e+006$ N/m². cual se encuentra dentro del límite de elasticidad del material que es de 505000000 N/m².



Fuente Propia

Tabla 2.4.- Análisis de Tensiones

CAPÍTULO III

3.- CONSTRUCCIÓN DEL CÁRTER

3.1.- INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DEL CÁRTER

Una vez determinada la geometría de la estructura; el siguiente paso es la construcción de sus diferentes componentes. Para ello se utilizará un taller industrial equipado.

Para realizar la construcción de los diferentes componentes se utilizara el proceso de torno CNC.

3.2.- MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CÁRTER

3.2.1.- POLIAMIDA

La poliamida es un tipo de [polímero](#) que contiene enlaces de tipo [amida](#). Las poliamidas se pueden encontrar en la naturaleza, como la [lana](#) o la [seda](#), y también pueden ser [sintéticas](#), como el [nailon](#) o el [Kevlar](#).¹⁰

Las poliamidas son materiales versátiles que se utilizan en numerosas aplicaciones; automoción, equipos industriales, maquinaria, engranajes, soportes, y en general en piezas que sufran mecánicamente.

¹⁰ <http://es.wikipedia.org/wiki/Poliamida>

CARACTERÍSTICAS

- Rango de temperatura de trabajo -40°C +90°C.
- Alta resistencia mecánica.
- Buena resistencia a la fatiga.
- Alto poder amortiguador.
- Buenas propiedades de deslizamiento.
- Resistencia sobresaliente al desgaste.
- Autoextingible.

3.2.2.- ALUMINIO 7075 T6

El aluminio 7075 es usado frecuentemente en aplicaciones para el transporte, náutica, el automovilismo o la aviación, debido a su alto ratio de resistencia-densidad, en la fabricación de fuselajes para ala delta, en la industria de la bicicleta. En aplicaciones de modelismo. Debido a su dureza, alta densidad, propiedades térmicas y posibilidad de ser pulido el 7075 es ampliamente usado en la fabricación de moldes.

PROPIEDADES TECNOLÓGICAS

| Proceso | Clasificación |
|---------------------|---------------|
| <u>Soldabilidad</u> | . |
| Electrón Beam | B |
| Gas Inerte | D |
| Por resistencia | B |

| | |
|---|-------------|
| Brazing | C |
| <u>Maquinabilidad</u> (T6) Corte de viruta Brillo de Sup. mecanizada | B B |
| <u>Resistencia a la</u> <u>Corrosión</u> Agentes atmosféricos Ambiente marino | C D |
| <u>Anodizado</u> Protección Brillante Duro | B C A |

Clasificación: (A) Muy buena - (B) Buena - (C) Aceptable - (D) Pobre

Tabla 3.1.- Propiedades Tecnológicas del Aluminio 7075¹¹

¹¹ Extraído de: <http://www.aluminiosymetalesunicornio.com.mx/7075.html>

PROPIEDADES FÍSICAS

| | | | |
|--|---------|---|-------------------|
| Densidad [gr/cm ³] ^o | 2.80 | Coef. De dilatacion (0 a 100oC) [oC-1 x 10 ⁶] | 23.5 |
| Rango de fusion [oC] | 475-630 | Conductividad Termica (0 a 100 oC) [W/m oC] | Temple T6: 130 |
| Modulo de elasticidad [MPa] | 72000 | Resistividad a 20 oC [μOcm] | Temple T6: 5.2 |
| Coefficiente de Poisson | 0.33 | Calor especifico (0 a 100 oC) | 915 |

Tabla 3.2.- Propiedades físicas del Aluminio 7075¹²

¹² Extraído de: <http://www.aluminiosymetalesunicornio.com.mx/7075.html>

3.2.3.- ADQUISICIÓN DE MATERIALES

Para la realización de las diferentes partes del cárter seco se necesita adquirir los siguientes materiales.

- 1000 gr de fibra de poliamida en planchas
- 2000 gr de aluminio 7075 T6
- 3 metros manguera plástica

3.3.- CONSTRUCCIÓN DEL CÁRTER

El cárter es la tapa de sellado inferior de motor con ductos de circulación. Encargado de recolectar el aceite que cae por gravedad para su absorción.

La ubicación de los puntos de barrido y la expulsión son muy importantes debido a que la distribución de aceite en el cárter. Más del 75% del aceite viene desde el cigüeñal principal, mientras que menos del 10% proviene de la transmisión.

Los puntos de barrido deben ser colocados estratégicamente en los sitios con mayor caudal. La ubicación de la entrada de la bomba y la salida designa sí o no el aceite se retira y se dirige a los lugares adecuados.

Para la construcción se adoptará el siguiente proceso, para el cual se ha pedido la recomendación técnica:

- Agrupar lamina por lámina la poliamida hasta obtener un rectángulo macizo.
- Colocar en torno CNC las dimensiones y forma del cárter.
- Supervisar que el fresado y el corte de maquina se realice sin desperfectos a lo del plano
- Cepillar y eliminar impurezas
- Pintar el cárter de color negro



Fuente Propia

Figura 3.1.- Cárter Terminado Parte Exterior



Fuente Propia

Figura 3.2.- Cárter Terminado Parte Interior

| CONSTRUCCIÓN DE UN CÁRTER SECO PARA UN MOTOR HONDA 600 CC | | | | | | | |
|---|------------|-----|-------------|------------------|------------|-----|----------|
| METODO ACTUAL | | | | METODO PROPUESTO | | | |
| DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: CARTER | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN: CONSTRUCCION | | | | | | | |
| | ACTUAL | | PRESUPUESTO | | DIFERENCIA | | ANALISIS |
| | TIEMPO | NUM | TIE MP. | NUM | TIEMP. | NUM | |
| ○ | OPERACION | 10 | | | | | |
| ⇒ | TRANSPORTE | 2 | | | | | |
| □ | INSPECCION | 9 | | | | | |
| D | RETRASOS | | | | | | |
| ▽ | ALMACENAM. | 1 | | | | | |
| DISTANCIA RECORRIDA | | | | | | | |

3.4.- CONSTRUCCIÓN BOMBA DE ACEITE

Una bomba se define como un mecanismo que crea un gradiente de presión, y esta es la parte central de nuestro diseño, sin embargo también hay que proporcionar energía y fluido a la bomba.

El diseño de la bomba de recuperación fue un proceso de ritmo muy alta con una cantidad cada vez mayor de restricciones que el proyecto avanzaba.

Restricciones continuaron desarrollándose como análisis fueron realizados, las piezas fueron ordenadas y el diseño ha evolucionado. Todo el diseño no se concluyó a una vez, pero se establecieron ciertos aspectos del diseño.

El primer objetivo de la bomba para que se cumpliera una capacidad reflujo de 2, 5 veces mayor que el flujo de la bomba de alimentación. Las pruebas preliminares de la bomba de suministro, a través de la investigación de los archivos del equipo, hemos sido capaces de encontrar un registro de 7 litros por rpm.

| TABLA | LISTA DE ESPECIFICACIONES DE INGENIERÍA DEL PROYECTO | DEL |
|-------------------|--|---|
| ESPECIFICACIONES | VALOR OBJETIVO | JUSTIFICACION |
| El ritmo de flujo | 25 l/min/KRPM | Factor de seguridad de 2,5 x Tasa de Suministro |

| | | |
|---|---------------------------------------|--|
| Espesor engrane | 1 pulgada | Factor de seguridad de 2,5 x Tasa de Suministro |
| Engrane OD | 2 pulgadas | Lo suficiente como para satisfacer el caudal |
| N de engranajes, numero de ejes giratorios | Engranajes 2 etapas, 3 ejes rotativos | Resueltos, alfa-diseño para satisfacer el caudal |
| Material engrane | Acero | estándar de la Industria |
| Max RPM engrane | <10 rpm | El eje de accionamiento girará a un máximo de 7 rpm |
| Material de alojamiento | 7075 aluminio | Equipo disponibilidad |
| Dimensión de la carcasa | 6.5x3x3 pulgadas | Espacio disponible máximo, sección 5.2 |
| Entrada y salida de las dimensiones del canal | 2 entradas, 1 salida | Determinado por el tamaño de la bomba, lo más grande posible |
| Operación de | <10 CNC | El tiempo y las |

| | | |
|------------------|-------------|--------------------------------|
| mecanizados | | limitaciones de la máquina |
| Número de piezas | <10 partes | Determinado por maquinabilidad |
| Peso total | <3,1 libras | Engrase Sistema de Meta |

Fuente Propia

Tabla 3.4.- Datos de la Bomba de Aceite



Fuente Propia

Figura 3.3.- Bomba de Aceite Terminada Parte Derecha



Fuente Propia

Figura 3.4.- Bomba de Aceite Terminada Parte Izquierda



Fuente Propia

Figura 3.5.- Partes Terminadas de la Bomba de Aceite

| METODO ACTUAL | | METODO PROPUESTO | | | | | |
|---|------------|------------------|-------------|-----|------------|-----|----------|
| DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: BOMBA DE ACEITE | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN: CONSTRUCCION | | | | | | | |
| | ACTUAL | | PRESUPUESTO | | DIFERENCIA | | ANALISIS |
| | TIEMPO | NUM M | TIE MP. | NUM | TIEMP. | NUM | |
| ○ | OPERACION | 10 | | | | | |
| ⇒ | TRANSPORTE | 2 | | | | | |
| □ | INSPECCION | 9 | | | | | |
| D | RETRASOS | 1 | | | | | |
| ▽ | ALMACENAM. | 1 | | | | | |
| DISTANCIA RECORRIDA | | | | | | | |

3.5.- CONSTRUCCIÓN DEL RESERVORIO DE ACEITE

El depósito de forma cilíndrica tiene la función de almacenar el aceite para su utilización, el mismo que consta de dos orificios principales y un secundario de ventilación o expulsión de gases.

El orificio de entrada permite que el aceite barrido del motor por la bomba, pueda ingresar para su la recirculación y por el orificio de salida ser absorbido por la bomba de succión para lubricar los sistemas móviles.



Fuente Propia

Figura 3.6.- Construcción Reservorio Terminado Parte Lateral



Fuente Propia

Figura 3.7.- Reservoirio de Aceite Terminado Parte Superior

| METODO ACTUAL | | METODO PROPUESTO | | | | | |
|---|------------|------------------|-------------|-----|------------|-----|----------|
| DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: RESERVORIO DE ACEITE | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN: CONSTRUCCION | | | | | | | |
| | ACTUAL | | PRESUPUESTO | | DIFERENCIA | | ANALISIS |
| | TIEMPO | NUM M | TIE MP. | NUM | TIEMP. | NUM | |
| ○ | OPERACION | 9 | | | | | |
| ⇒ | TRANSPORTE | 2 | | | | | |
| □ | INSPECCION | 8 | | | | | |
| D | RETRASOS | 1 | | | | | |
| ▽ | ALMACENAM. | 1 | | | | | |
| DISTANCIA | | | | | | | |

CAPÍTULO IV

4.- DATOS Y MANUAL DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA

4.1.- DATOS DEL SISTEMA DE CÁRTER SECO

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

Densidad = 0.00 gramos por milímetro cúbico

Masa = 370.74 gramos

Volumen = 363466.05 milímetros cúbicos

Área de superficie = 201291.98 milímetros cuadrados

Centro de masa: (milímetros)

X = 0.21
Y = -11.68
Z = -63.87

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros cuadrados)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.91, -0.00, 0.42) Px = 1843465.95
Iy = (0.42, 0.01, -0.91) Py = 1955458.27
Iz = (-0.00, 1.00, 0.01) Pz = 3749923.77

Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados)
Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados.

| | | |
|------------------|------------------|------------------|
| Lxx = 1863191.17 | Lxy = 779.79 | Lxz = 42667.74 |
| Lyx = 779.79 | Lyy = 3749823.52 | Lyz = -13442.22 |
| Lzx = 42667.74 | Lzy = -13442.22 | Lzz = 1935833.30 |

Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados)
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

| | | |
|------------------|------------------|------------------|
| Ixx = 3426086.99 | Ixy = -112.86 | Ixz = 37785.32 |
| Iyx = -112.86 | Iyy = 5262183.34 | Iyz = 263056.74 |
| Izx = 37785.32 | Izy = 263056.74 | Izz = 1986400.84 |

Fuente Propia

Figura 4.1.- Datos del Diseño

En el sistema de lubricación convencional del motor Honda CBR 600 F4i, el aceite se encuentra en la tapa inferior del cárter, a continuación a través del recolector entra en la bomba de alimentación. Para evitar daños en las partes, el sistema tiene un regulador de presión que sangra de nuevo el exceso de aceite a la tapa del cárter. La desventaja de este esquema es que cuando existe la posibilidad de aceleración lateral (curvas), el recolector puede quedarse despojado, situación que conduce a la aspiración de aire, por ende como resultado tenemos una lubricación insuficiente de las partes, y por lo tanto su desgaste y posible fallo.

Este problema se resuelve, ya que a diferencia del sistema convencional, en el esquema de Carter Seco, el aceite se guarda en un reservorio externo. El reservorio tiene una forma cilíndrica horizontal, y la recolección de aceite sucede en la parte inferior, lo que minimiza la influencia de las fuerzas externas y laterales. El volumen del reservorio de aceite es prácticamente equivalente al del cárter del sistema original, aproximadamente 3,5 l. En la parte superior e inferior del tanque se proporcionan tapones de llenado y de drenaje respectivamente. Con el fin de de-aireación, la boquilla de entrada se cubica de manera tangencial en relación a las paredes del reservorio, de modo que el aceite durante su goteo hacia el inferior disponga de un área máxima de superficie.

Del sumidero, el aceite entra en el tanque a través de una bomba de descarga de dos partes. La primera sección se compone de un par de engranajes de trabajo (idénticos a los de la bomba de alimentación

estándar), y bombea el aceite del cigüeñal. En la segunda sección, donde se bombea el aceite de la caja de cambios, y el consumo de aceite es inferior, utilizamos engranajes del motor HondaCB400. Son idénticos en diámetro a los del CBR600, pero 2 mm más delgados. Por lo tanto, el rendimiento de la bomba de descarga es 1,9 veces mayor que el de la bomba de alimentación.

La Bomba de descarga (succión) se instala en lugar de la bomba de agua estándar. Se debe utilizar una bomba eléctrica externa de agua.

La tapa del cárter es hecha por el método de prototipo rápido, lo que nos permite darle una forma compleja con canales internos. La tapa está dividida en dos zonas con centros que atraen el aceite. La parte delantera se encuentra debajo del cigüeñal y los pistones, donde el consumo de aceite es mayor. La zona posterior está diseñada para bombear el aceite de la caja de cambios. Estas áreas tienen paredes en pendiente para facilitar el goteo de aceite a los bolsillos de succión, asociados individualmente con sus respectivas secciones de la bomba. Esto garantiza una limpieza eficaz de aceite del cárter en cualquier tipo de explotación del vehículo.

Las características principales del sistema se pueden apreciar en la siguiente tabla:

| Denominación | Motor | Cárter seco |
|----------------------|---|----------------------------------|
| Capacidad de aceite | 3,7 l | 3,7 l |
| Capacidad reservorio | - | 3,5 l |
| Motor de aceite | Viscosidad: SAE 10W-40 | Aral 300V, viscosity: SAE 10W-40 |
| Presión de aceite | 490 kPa (5,0 kgf/cm ² , 71 psi) at 6000 rpm (80°C/176°F) | |
| Bomba de Luz en el | 0,15 mm | |

| | | | |
|------------------------------------|---------------|----------------|--------------|
| aceite | extremo | | |
| | Luz de aceite | 0,15 - 0,22 mm | |
| | Medida | 0,02 - 0,07 mm | |
| Peso motor sin aceite | | 54,8 kg | 54,9 kg |
| Suministro teórico de la bomba | | 0,0085 l/rev | 0,0085 l/rev |
| Desplazamiento teórico de la bomba | | - | 0,0128 l/rev |

Fuente Propia

Tabla 4.1.- Pruebas del Cárter

La principal ventaja de este diseño fácil de instalar. Todo el proceso no debe tomar más de una hora. Basta con retirar la bandeja estándar, el recolector de aceite y la bomba de agua. En su lugar, instalar la nueva tapa del cárter seco, y la bomba.

Como resultado del ensayo del sistema en un coche de competencia en condiciones de carreras reales, se recibieron datos de telemetría, que muestran que la presión de aceite se mantuvo estable durante todo el período de prueba, con un valor máximo similar al prescrito por el fabricante del motor. Esto muestra el rendimiento total del sistema.

4.2.- INSTALACIÓN DEL SISTEMA

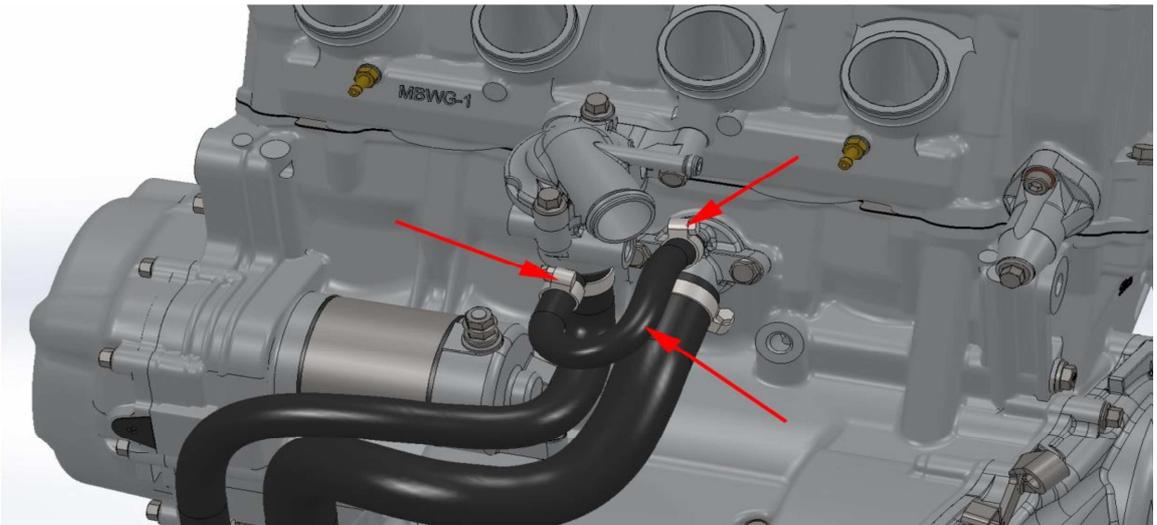


Figura 1.- Manual de Instalación

1. Aflojar las dos abrazaderas y remover las mangueras del termostato.

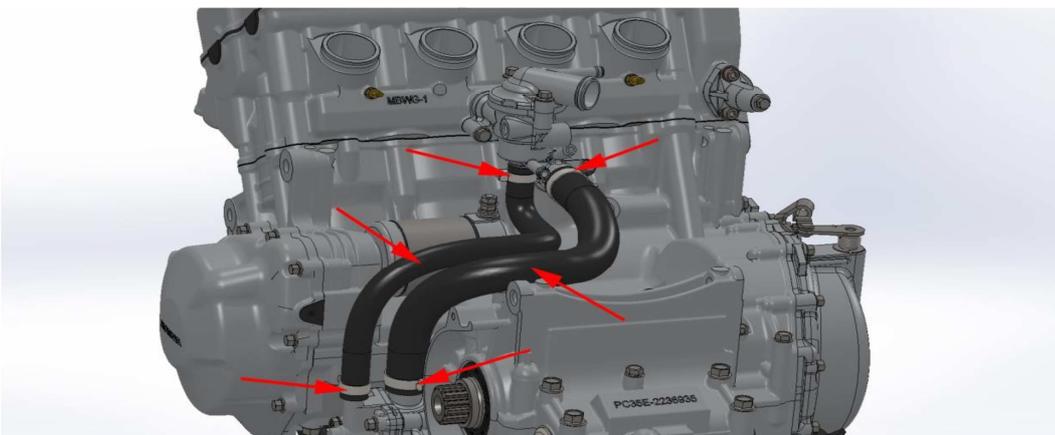


Figura 2.- Manual de Instalación

2. Aflojar las 4 abrazaderas, remover las mangueras que van desde la bomba de agua al termostato

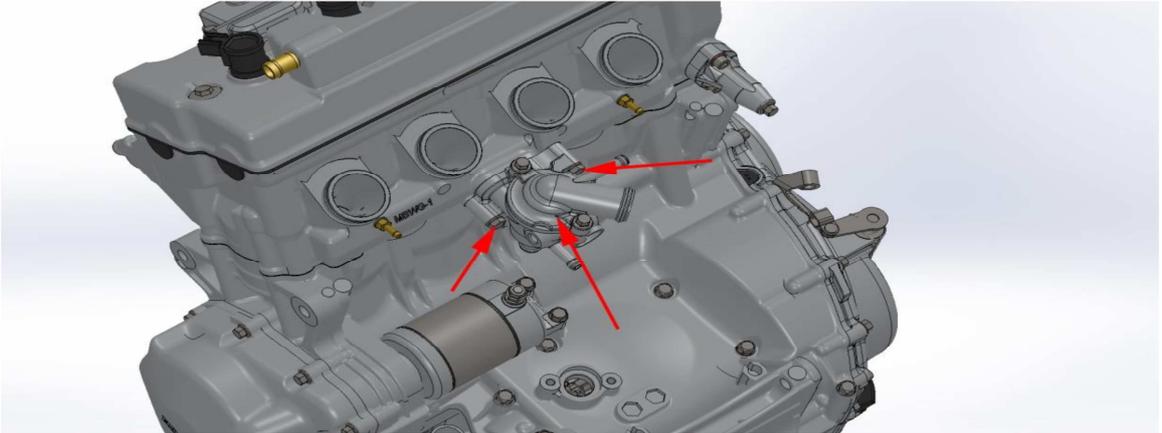


Figura 3.- Manual de Instalación

3. Aflojar los dos pernos, y remover el termostato

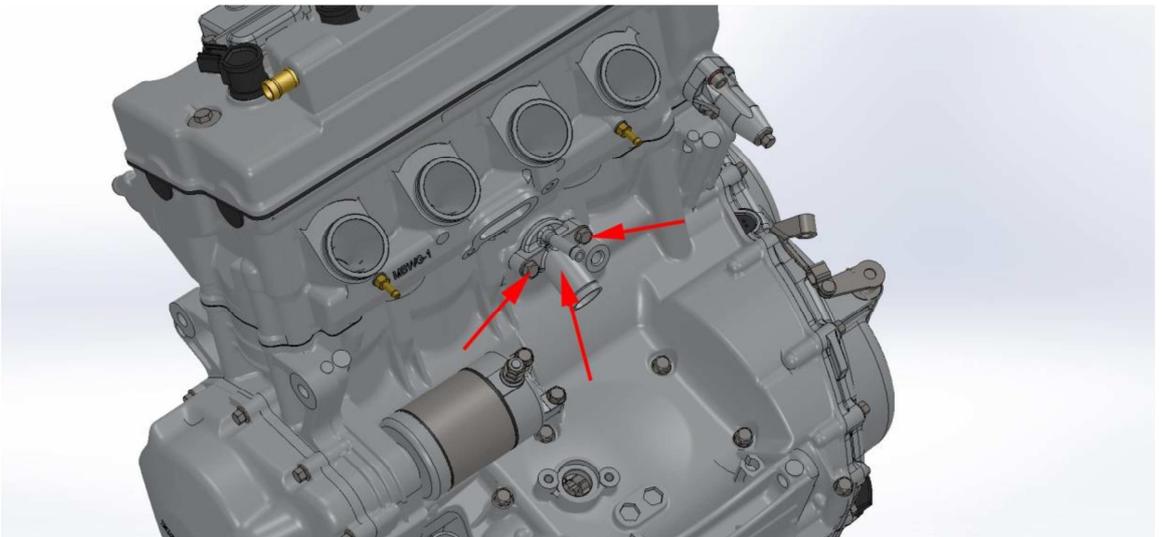


Figura 4.- Manual de Instalación

4. Aflojar los dos pernos, retirar la salida de la camisa de refrigeración

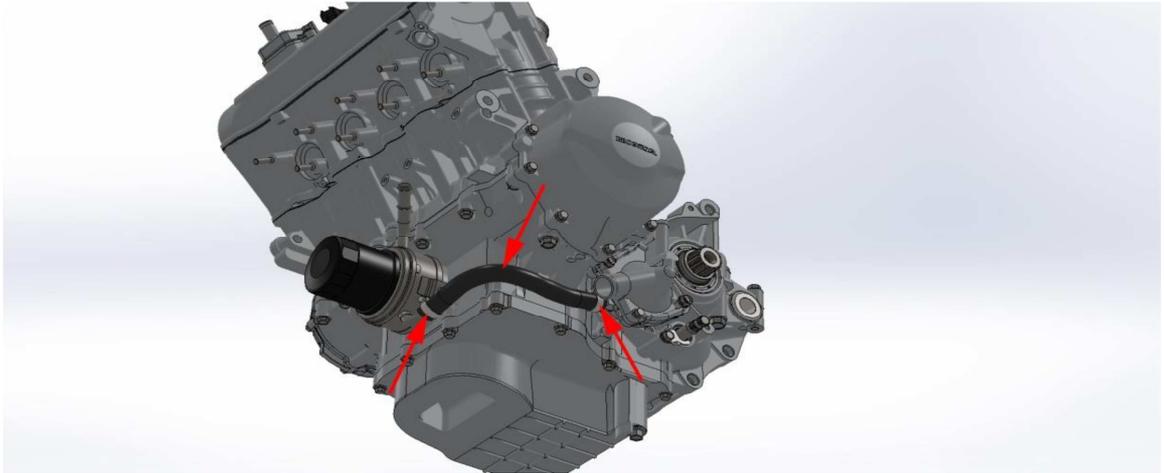


Figura 5.- Manual de Instalación

5. Aflojar las dos abrazaderas, remueva la manguera que va desde la bomba de agua al radiador de aceite de agua

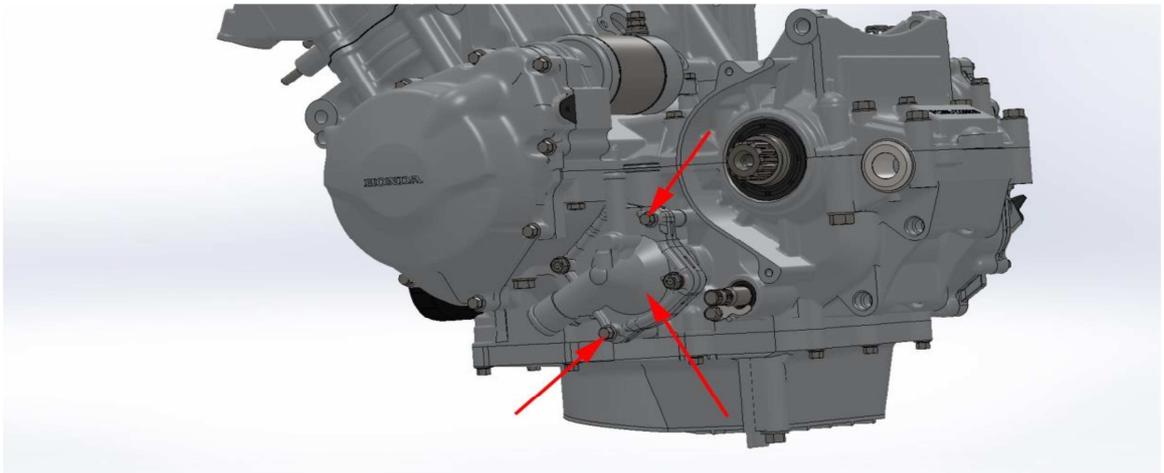


Figura 6.- Manual de Instalación

6. Aflojar cuatro pernos, remueva la bomba de agua

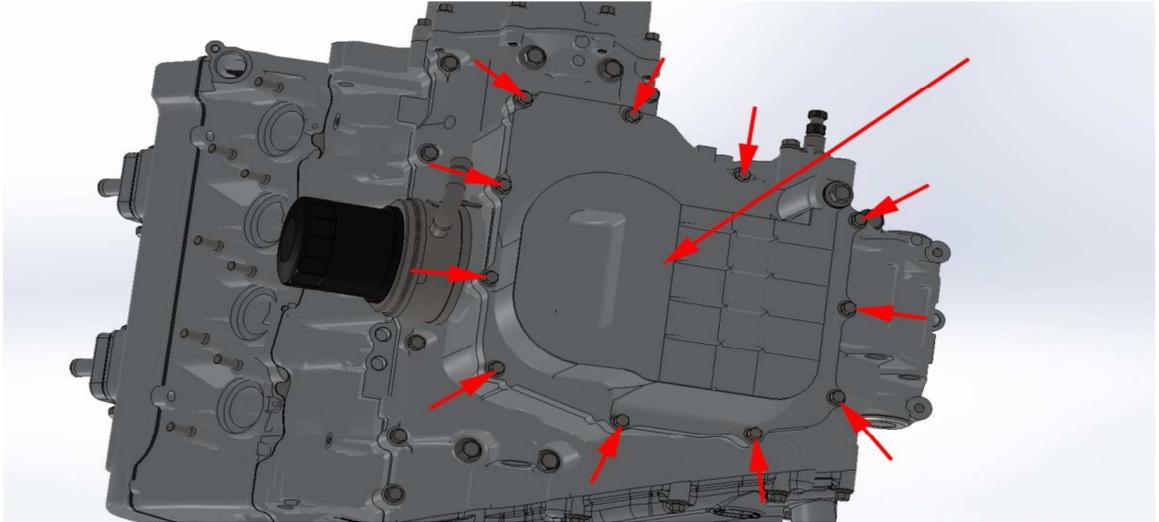


Figura 7.- Manual de Instalación

7. Aflojar los 11 pernos, Retire la base del cárter (el aceite debe ser drenado por adelantado)

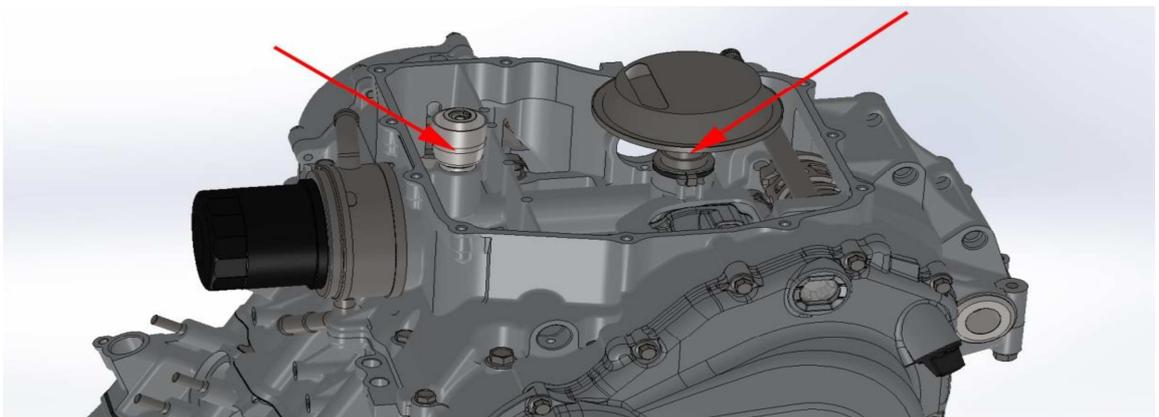


Figura 8.- Manual de Instalación

8. Retire la válvula de alivio de presión y el colector de aceite

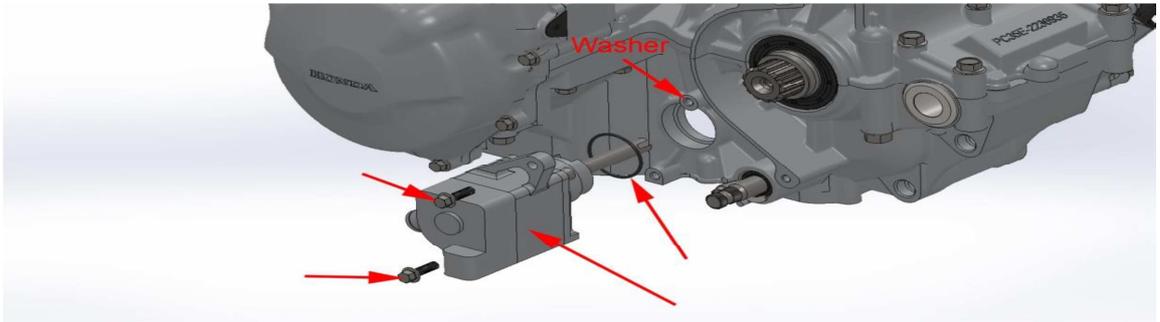


Figura 9.- Manual de Instalación

9. Instalar el anillo de goma (De la bomba retirada del sistema de refrigeración) en la nueva bomba de succión. Instale la bomba de succión, apriete los dos tornillos.

Entre la bomba y el cárter, en el tornillo de la parte superior instalar una arandela M6

Par de apriete 32-45 lb-pie (43-61 N.m)

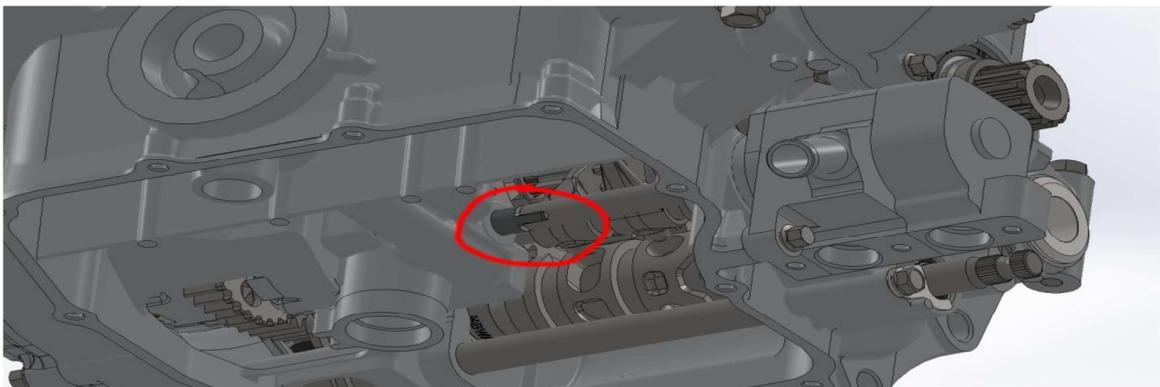


Figura 10.- Manual de Instalación

10. Al instalar la bomba de succión, tenga precaución de que coincidan las la ranura de un eje con la ceja del otro

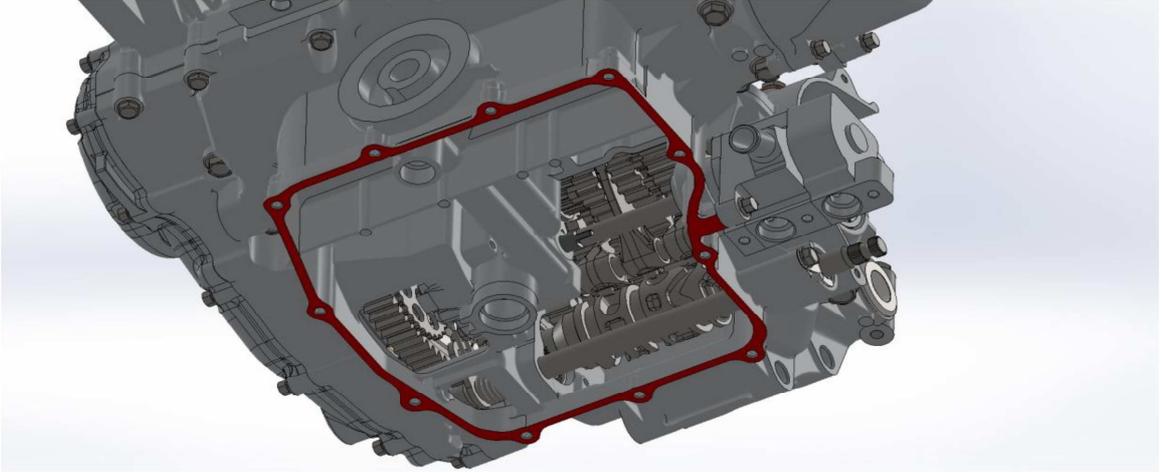


Figura 11.- Manual de Instalación

11. Limpie y desengrase la brida del cárter

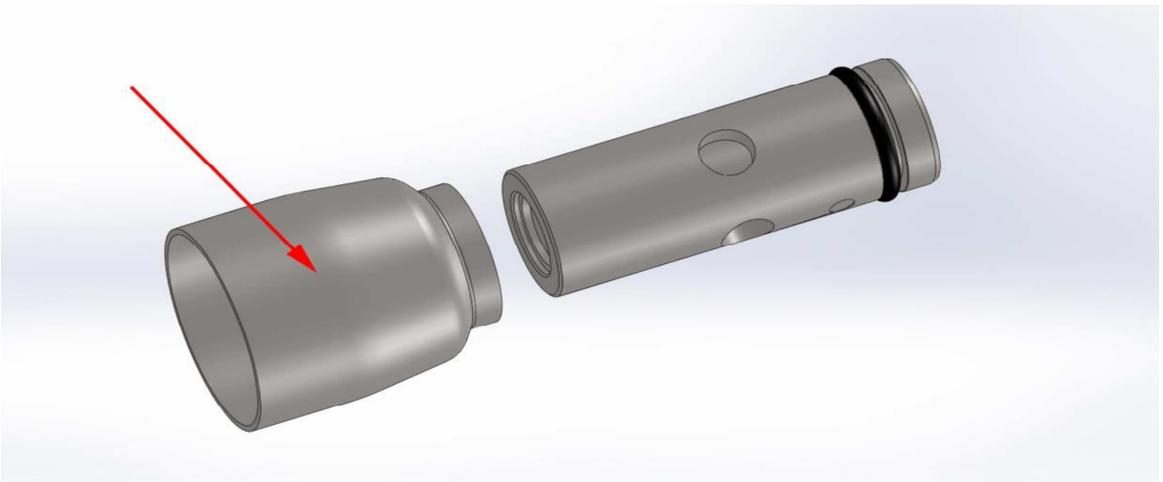


Figura 12.- Manual de Instalación

12. Retire la falda de la válvula reductora

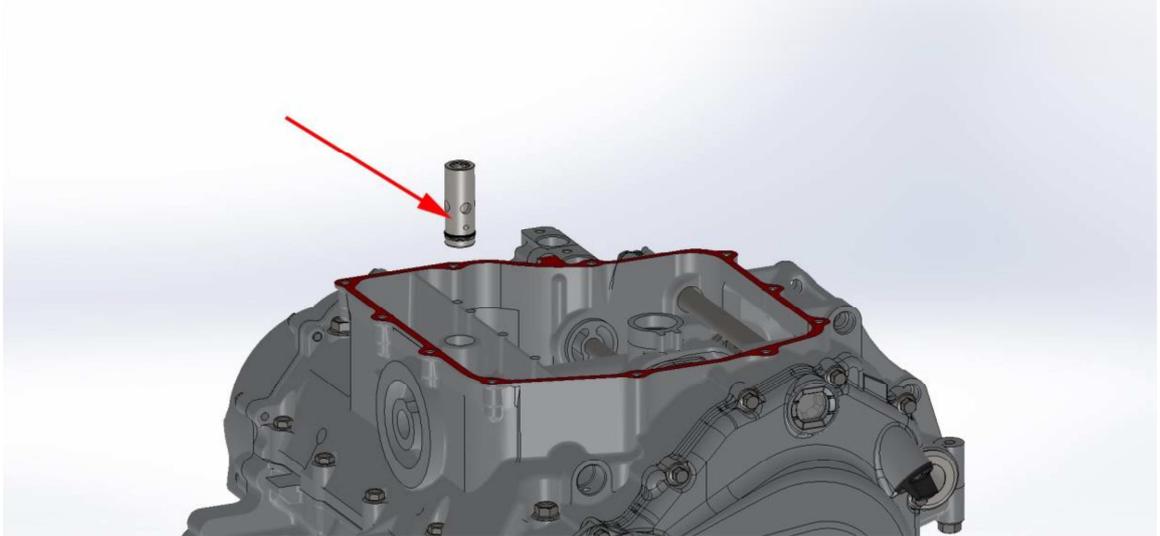


Figura 13.- Manual de Instalación

13. Instale la válvula reductora de presión

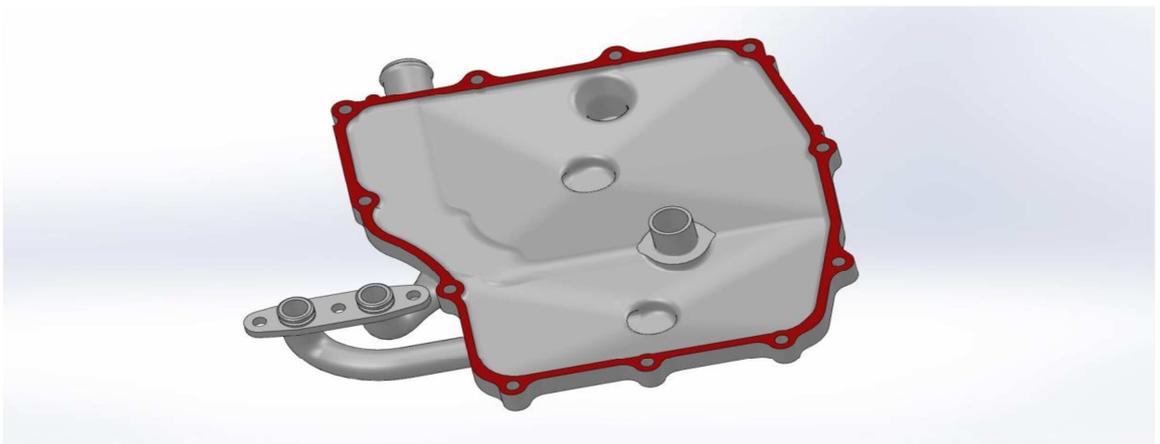


Figura 14.- Manual de Instalación

14. Limpie y desengrase la brida

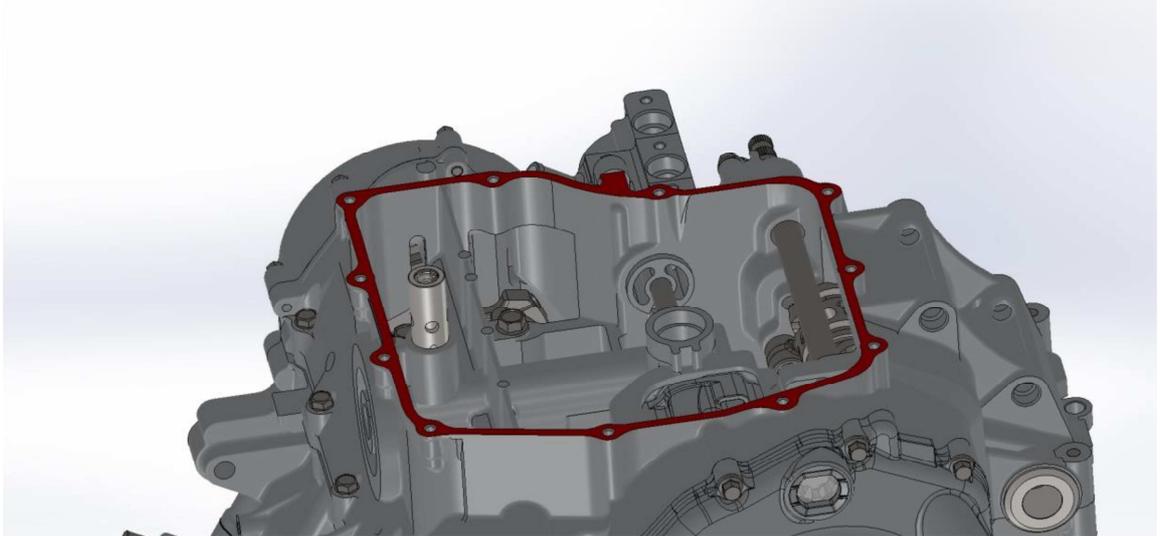


Figura 15.- Manual de Instalación

15. Aplicar sellador en la brida del cárter

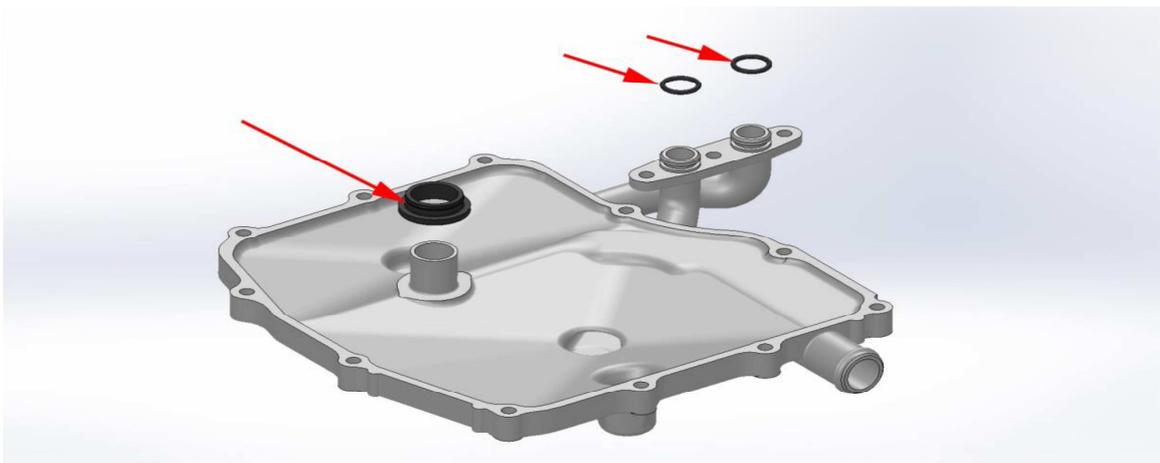


Figura 16.- Manual de Instalación

16. Instale el anillo hermético (del colector de aceite) al puerto de la bandeja de alimentación y dos anillos en los puertos de barrido

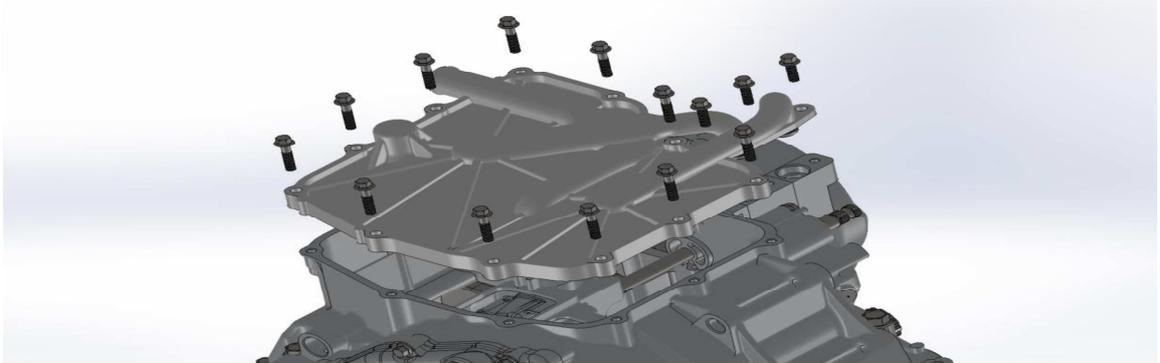


Figura 17.- Manual de Instalación

17. Coloque la nueva tapa. Apriete los tornillos de la misma (en cruz, no hay una indicación exacta del torque de ajuste, no debe ser muy ajustado debido al material de la tapa, no excederse). Apriete los tres tornillos de la bomba de succión (10n).

Tenga cuidado al apretar los tornillos de la tapa, el material es muy suave.

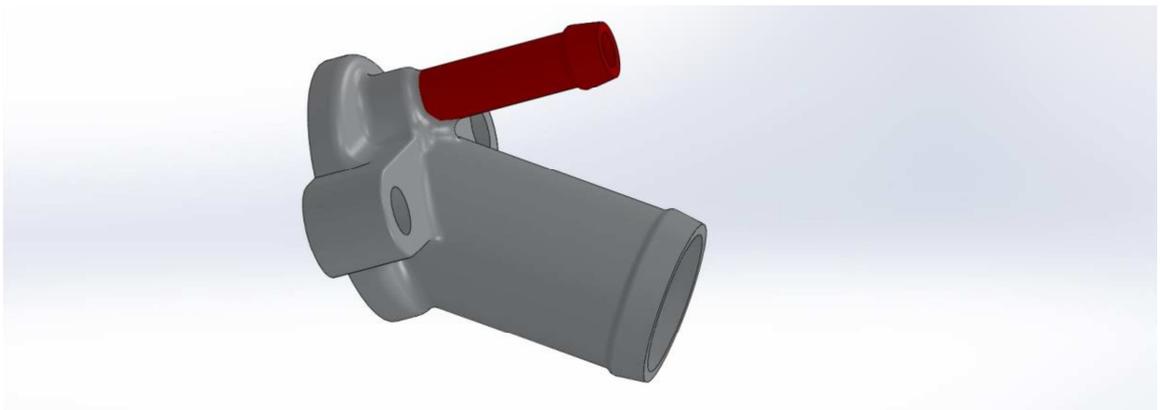


Figura 18.- Manual de Instalación

18. Cortar el canal pequeño, y cerrar el agujero con suelda

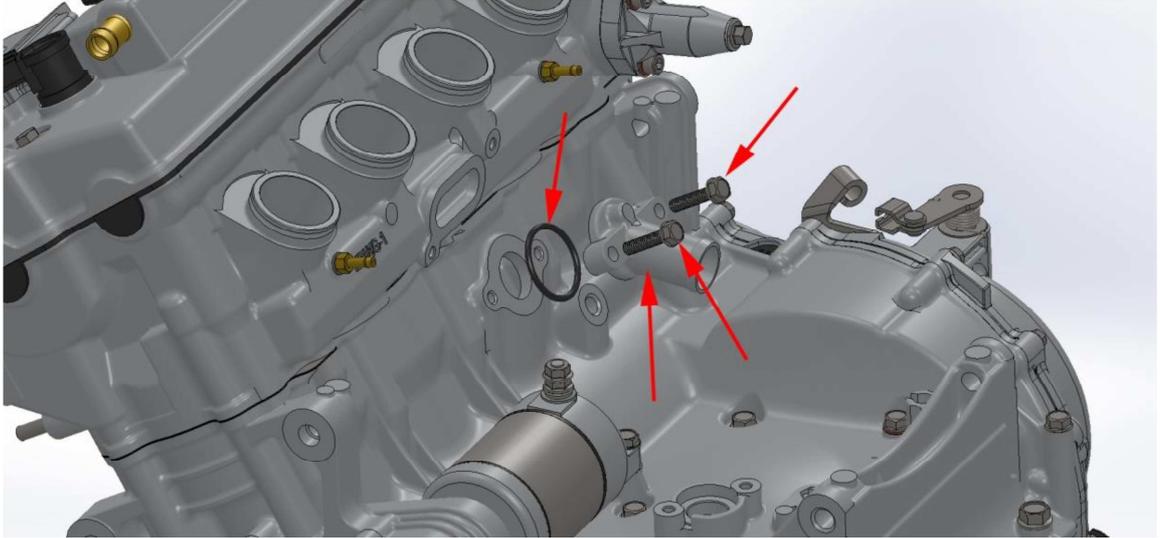


Figura 19.- Manual de Instalación

19. Coloque la camisa de enfriamiento con los anillos de goma, ajuste los dos pernos (torque 10n)

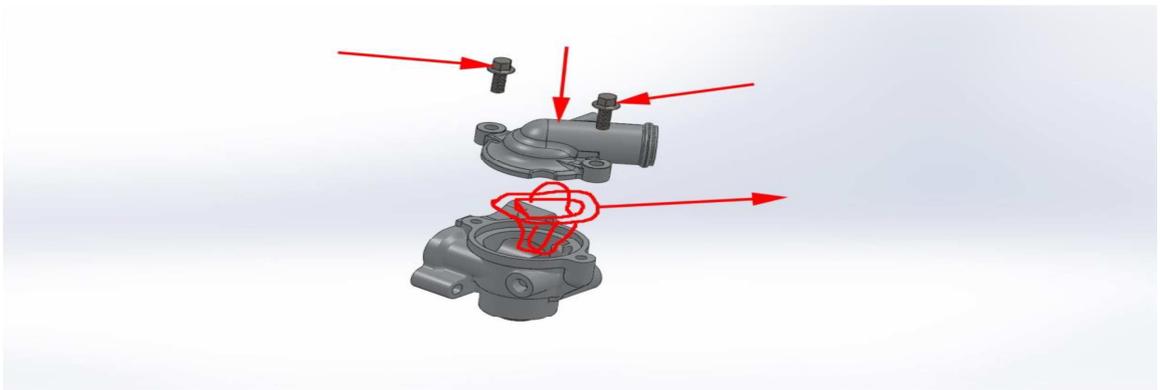


Figura 20.- Manual de Instalación

20. Quite la cubierta del termostato desatornillando los dos tornillos. Retire el elemento interno



Figura 21.- Manual de Instalación

21. Cortar el canal pequeño de la tapa del termostato, y cerrar el agujero con suelda

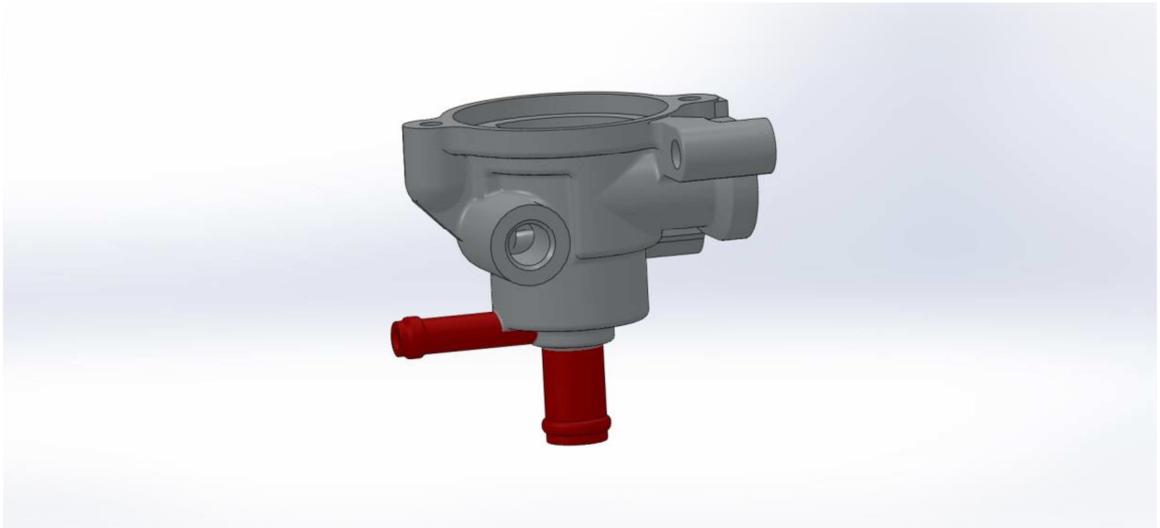


Figura 22.- Manual de Instalación

22. Cortar el canal pequeño y grande del cuerpo inferior del termostato, y cerrar los agujeros con suelda

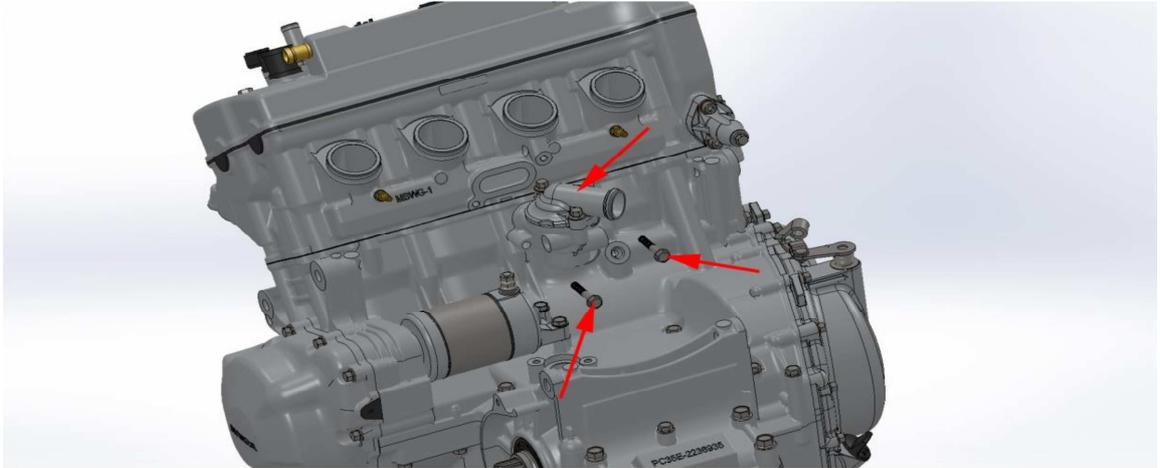


Figura 23.- Manual de Instalación

23. Montar el termostato sin necesidad de instalar el elemento interno (resorte). Ajuste el termostato con el anillo de goma y apriete los dos tornillos (10N)

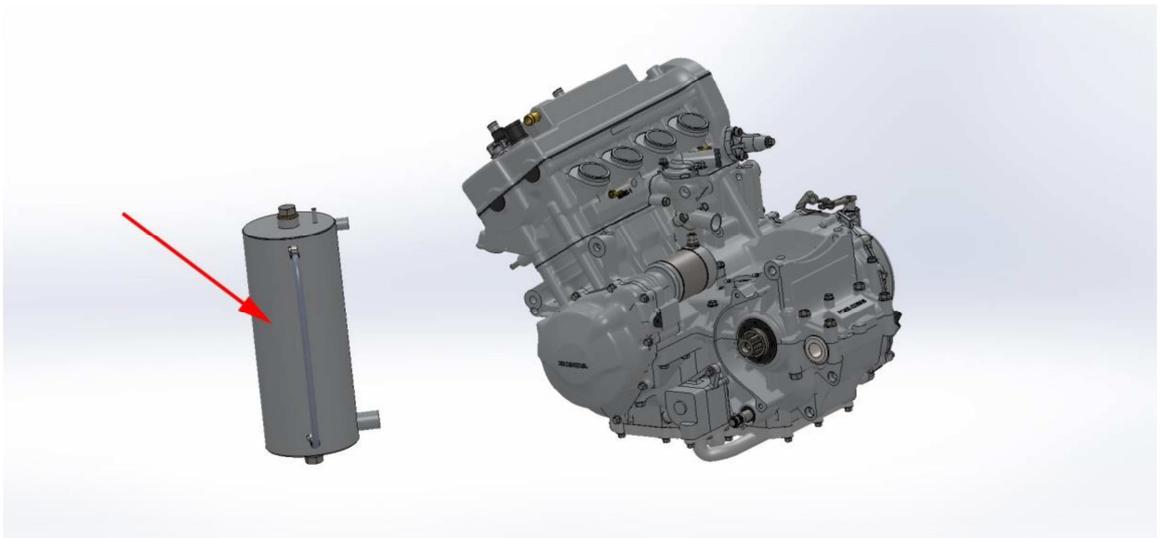


Figura 24.- Manual de Instalación

24. Instale el depósito de aceite

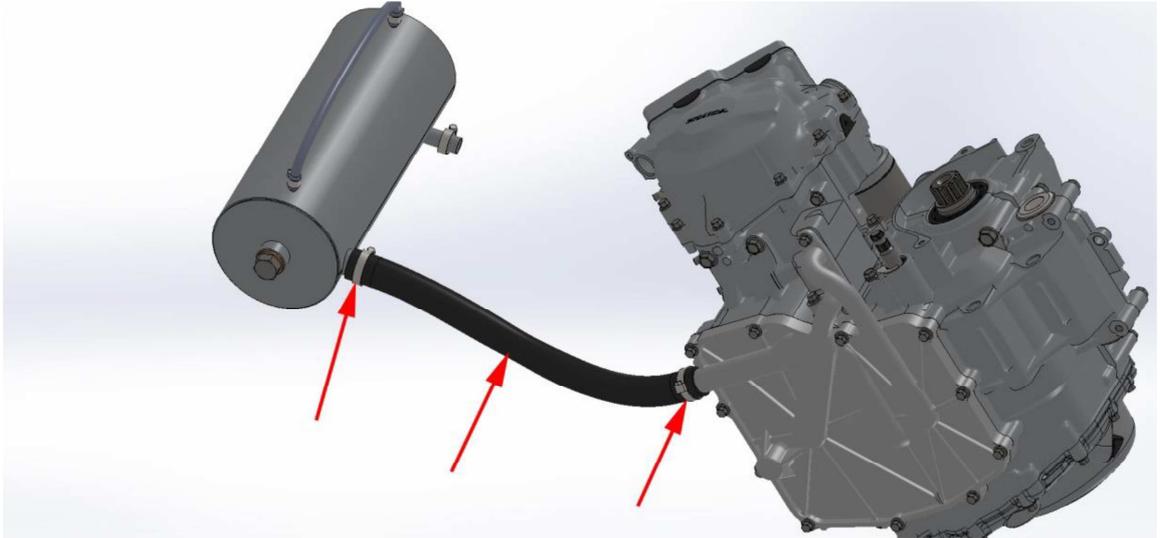


Figura 25.- Manual de Instalación

25. Coloque la manguera de succión del canal principal de aceite, apretar dos abrazaderas

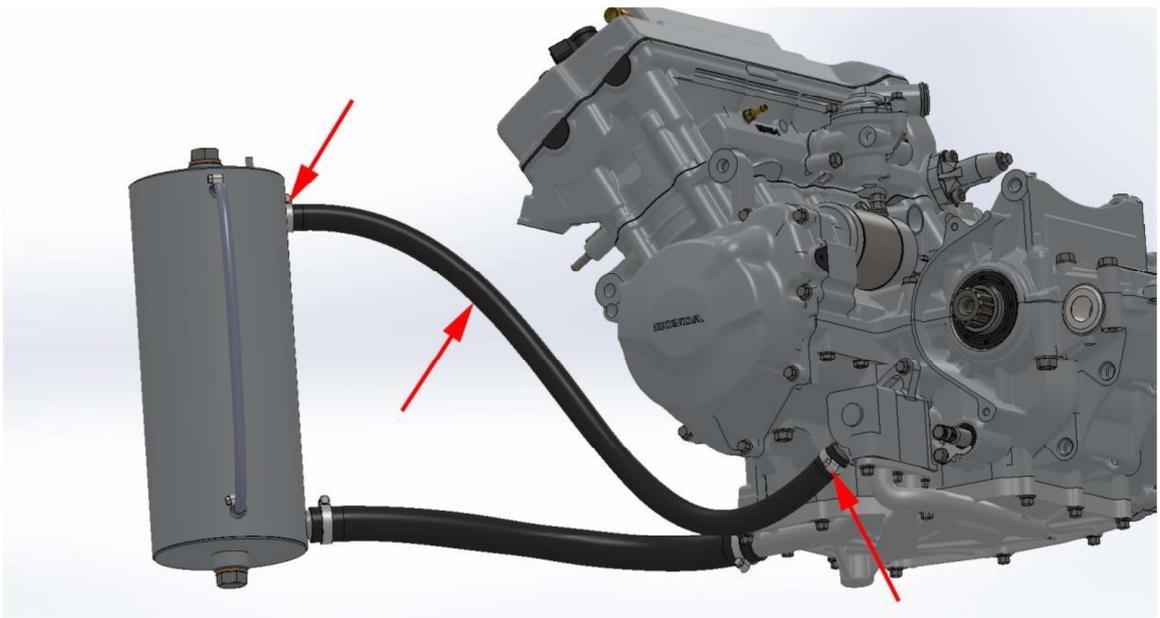


Figura 26.- Manual de Instalación

26. Instale la manguera de retorno y apriete las dos abrazaderas

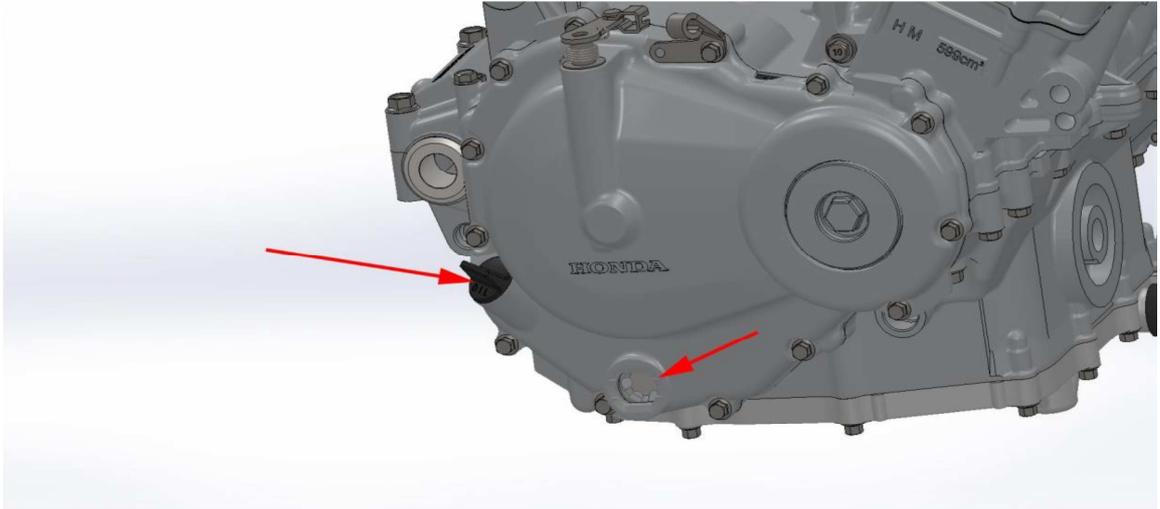


Figura 27.- Manual de Instalación

27. Llene el motor con aceite hasta la marca superior de la ventana de visualización

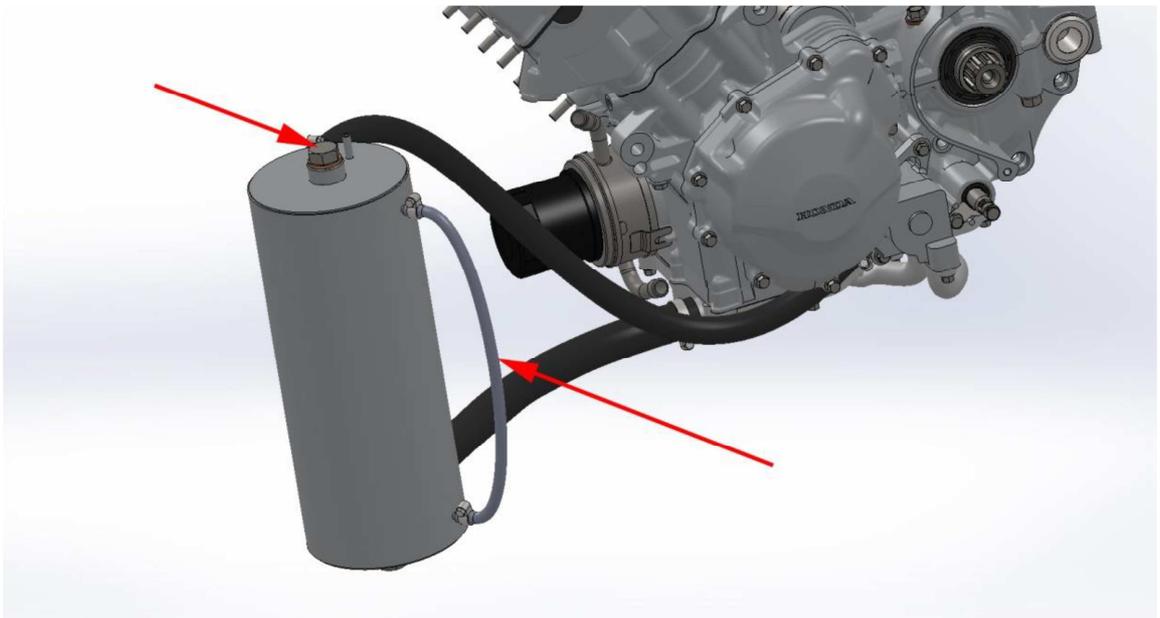


Figura 28.- Manual de Instalación

28. Llène el depósito de aceite hasta la mitad. Durante el trabajo del motor el exceso de aceite puede escapar a través de la manguera de ventilación del depósito de aceite, eso es normal.

Conectar el sistema de refrigeración

Arranque el motor. Revise constantemente el nivel de aceite en el tanque. El nivel siempre debe estar por encima de la salida inferior de la manguera de chequeo. Añada aceite si es necesario.

4.3.- PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de realizar las pruebas para obtener análisis de resultados en el software Solid Works, es primordial realizar pruebas en tiempo real para comprobar el funcionamiento y verificación del propósito para la que fue edificado el cárter seco.

Para realizar el proceso de prueba se lo realiza en los talleres de la FESPE de la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga en presencia de los ingenieros expertos.



Fuente Propia

Figura 4.2.- Instalación del Sistema



Fuente Propia

Figura 4.3.- Instalación

Después de realizar la prueba se pudo comprobar que funcionó según como se definió en el diseño, no presentó ningún daño en el eje de la bomba ni el sistema de lubricación en sí.

El diseño del cárter seco aprobó las pruebas satisfactoriamente ya que permitió la manipulación para la limpieza de un espacio grande.

Se puede apreciar que el cárter seco cumple favorablemente los requerimientos para los cuales fue diseñada, sin presentar ningún problema o acción fuera de lo previsto.

4.4.- NORMAS DE SEGURIDAD

Al colocar este proyecto en un vehículo de competencia hemos creído necesario realizar un continuo monitoreo del sistema de lubricación. Dentro de lo que consideramos el monitoreo del proyecto podemos hablar de procesos de chequeo de niveles de fluidos tanto en el sistema de lubricación como en el sistema de refrigeración del vehículo. Por lo que es necesario que los fluidos sean revisados, tanto en su composición como en el nivel óptimo al cual deben encontrarse para el correcto funcionamiento del vehículo.

4.5.- SISTEMA DE SEGURIDAD

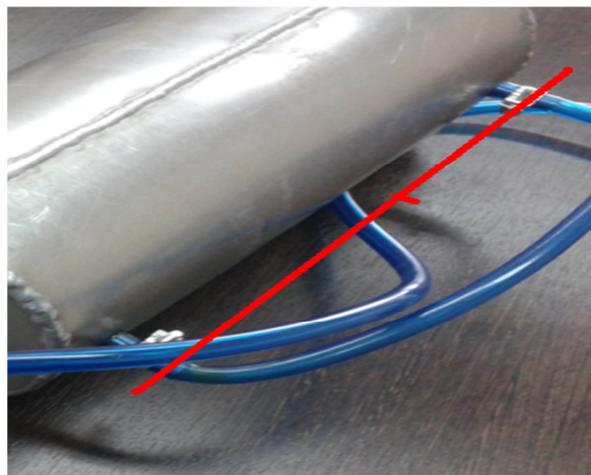
Para la realización de este proyecto se tomara en cuenta la seguridad del motor ya que el aceite es el fluido con de mayor importancia en un motor.

Por lo cual se ha instalado una válvula reductora de presión que indicara la presión de aceite al tablero de control electrónico avisando en este si existiera una disminución en ella.



Figura 4.4.- Tablero Honda

Se instaló un sistema indicador del nivel de aceite el cual no debe sobrepasar de la mitad de su altura nominal.



Fuente Propia

Figura 4.5.- Medida de Aceite

Y un desfogue el cual permite que los gases generados por el aceite puedan salir.



Fuente Propia

Figura 4.6.- Desfogue de Aceite

CAPÍTULO V

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

Del estudio experimental realizado, para la utilización del Carter Seco como sistema de lubricación, luego del análisis y discusión de los resultados, se puede obtener las conclusiones realizadas de manera cuantitativa.

CONCLUSIONES DE CARÁCTER TÉCNICO:

- Considerando el perfil más delgado del sumidero se logró colocar el motor en la parte inferior del bastidor del vehículo con ello reduciendo el centro de gravedad global, ya que el nuevo sistema es 10 cm más corto que el sistema convencional.
- El depósito externo pudo ser trasladado a un lado del bastidor del vehículo para mejorar la distribución del peso generando mejor sustentabilidad en las altas fuerzas generadas al tomar las curvas en diferentes peraltes, además por medio de conductos de aire refrigerar el aceite de una manera más rápida.
- Se logró eliminar la formación de espuma en el aceite generada por la turbulencia del contacto directo con cigüeñal (sistema convencional)

- Si se produjera daño en la bomba de aceite el tener las bombas externas al motor les permite mantenerse o reemplazarse más fácilmente.
- La innovación del uso de la poliamida en la industria automotriz y primicia en Ecuador generó la reducción drástica del peso y aumento de la dureza del Carter a rupturas y deformaciones generadas por golpes de objetos en competencias.

CONCLUSIONES DE CARÁCTER COMPARATIVO

Las conclusiones que podemos obtener realizando un estudio comparativo entre el cárter seco y el húmedo son las siguientes:

En un motor con cárter de aceite húmedo, el aceite se puede salir por el tubo de recolección de la bomba de aceite durante las maniobras altamente dinámicas tales como el manejo en curvas cerradas, frenado y aceleración. Esto ocasiona que el aceite del motor se agote, provocando daño en los cojinetes o una falla catastrófica en el motor.

El sistema de cárter seco almacena el aceite del motor en un depósito alto y angosto. Su forma evita que el aceite se derrame o no cubra el tubo de recolección de aceite incluso cuando se realizan maniobras altamente dinámicas. El sistema de cárter seco optimiza las capacidades dinámicas del vehículo,

Adicionalmente, la aireación del aceite es menor en un sistema con cárter seco debido a que el aceite se expone menos tiempo al viento del cárter del cigüeñal. El aceite distribuido a los cojinetes por lo general es superior al de

un sistema de cárter húmedo Finalmente, al prescindir de un cárter convencional, el motor se puede colocar más abajo en el vehículo, lo cual baja efectivamente el centro de gravedad del vehículo.

CONCLUSIONES DE CARÁCTER ECONÓMICO

El costo que representaría el utilizar un sistema de lubricación de cárter seco, es más costoso comparando con el sistema de lubricación convencional hoy en día, justificando la conveniencia de utilizarlo con otros argumentos como:

- Más aceite de motor, dando más de desplazamiento de calor
- El motor nunca se queda sin aceite por muy fuerte que sea la curva
- Peso de petróleo puede colocarse donde desee
- Masa de motor puede reducirse unos 2 kilos aproximadamente

- Por último el deterioro de las partes como consecuencia de su uso en altas prestaciones, contaminación de varios factores, obligan a la investigar y utilizar nuevos materiales como el kevlar o poliamida para incrementar el tiempo de vida útil que es algo que no se puede cuantificarse en términos económicos si no a su vez cualificar cuando se trata de llegar a logros en competencias.

CONCLUSIONES GENERALES

- En el futuro, la industria automotriz, como muchas otras, estará sujeta a modificaciones importantes impulsadas, principalmente, por las cambiantes necesidades del mercado y por los avances científicos y tecnológicos que se incorporarán para hacerla más eficiente, rentable y segura. Para una institución de investigación, desarrollo y servicios tecnológicos, es esencial contar con una visión panorámica que, a partir de la situación actual, le permita vislumbrar los escenarios, el ambiente en el que se desarrollará la industria, la visión que se tendrá del negocio y, en forma relevante, los retos tecnológicos que deberán enfrentarse en el futuro.
- Como conclusión del estudio realizado se ha determinado que la utilización del cárter seco presenta como ventaja principal eliminar las fundiciones de los motores sometidos a condiciones de conducción extrema en un 100% al tener flujo de aceite constante en cualquier tipo de ángulo de inclinación y fuerza centrípeta o centrífuga sometida.

5.2.- RECOMENDACIONES

- Como primer punto se debe hacer funcionar el motor con el sistema de lubricación normal y corroborar que estén todos los mecanismos mecánicos y electrónicos del motor en correcto funcionamiento ejemplo (presión de aceite, check engine).
- Realice cuidadosamente la instalación del sistema del cárter seco respetando el torque de 10 N establecido para la instalación del mismo en cada sección para conservar la hermeticidad y evitar las posibles fugas de aceite se recomienda utilizar un fluido antifricción por si la situación lo amerita.
- Después de instalado el sistema realice una inspección estática y dinámica detallada revisando posibles fugas o comportamiento anormal del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

MOTT Robert L. Diseño de Elementos de Máquinas. Segunda Edición

CROUSE William H. Motores del Automóvil, Construcción funcionamiento y Mantenimiento. Primera Edición

<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4084/1/lubricacion.pdf>

<http://www.mecanicavirtual.com.ar/search/label/Libros%20y%20Manuales>

<http://mecanicayautomocion.blogspot.com/2009/02/engrase-indice-introduccion-aceites.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/Honda_CBR600RR

<http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/gripado-definicion-significado/gmx-niv15-con194337.htm>

<http://industriales.utu.edu.uy/archivos/mecanica-general/CURSO%20DE%20HIDRAULICA/SISTEMA%20DE%20LUBRICACION.pdf>

http://www.fulltimers.com.ar/aire_autos/lubricacion_refrigeracion_lc.pdf