



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO
AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE UN MOTOR
HONDA CIVIC CON DIFERENTES GRADOS DE VISCOSIDAD DE
ACEITE A DETERMINADOS REGÍMENES DE FUNCIONAMIENTO**

AUTORES:

**QUINTANA COLLAGUAZO CRISTIAN ALEXIS
SILVA RUIZ LUIS MATEO**

DIRECTOR:

ING. IGNACIO BENAVIDES MSC.

Ibarra, marzo de 2021

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

Certifico:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es “Análisis comparativo del comportamiento de un motor HONDA CIVIC con diferentes grados de viscosidad de aceite a determinados regímenes de funcionamiento” presentado por los señores: Silva Ruiz Luis Mateo con el número de cédula 172201895-7 y Quintana Collaguazo Cristian Alexis con el número de cédula 100382773-8, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 22 días del mes de Marzo del 2021

Atentamente:

Ing. Ignacio Bayardo Benavides Cevallos Msc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100382773-8		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Quintana Collaguazo Cristian Alexis		
DIRECCIÓN:	Ibarra, San Antonio barrio Sto Domingo		
EMAIL:	caquinatanac@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(06)2551391	TELÉFONO MÓVIL:	0969168144

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172201895-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Silva Ruiz Luis Mateo		
DIRECCIÓN:	Ibarra, San Antonio calle 27 de noviembre Nro. De casa 13-26		
EMAIL:	lmsilvar@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(06)2932727	TELÉFONO MÓVIL:	0961131147

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE UN MOTOR HONDA CIVIC CON DIFERENTES GRADOS DE VISCOSIDAD DE ACEITE A DETERMINADOS REGÍMENES DE FUNCIONAMIENTO
AUTOR (ES):	Silva Ruiz Luis Mateo y Quintana Collaguazo Cristian Alexis
FECHA: DD/MM/AAAA	22/03/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Ignacio Bayardo Benavides Cevallos Msc.

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de marzo de 2021

AUTORES:



Silva Ruiz Luis Mateo
172201895-7



Quintana Collaguazo Cristian Alexis
100382773-8

DEDICATORIA

A mis padres Hugo y Marina por ser el apoyo total a lo largo de mi vida con su amor, cariño, paciencia y gran ejemplo de esfuerzo.

A mi hija Camila que es el pilar de vida y es el motivo de seguir adelante a lo largo de mi vida y lograr ser un ejemplo de si se quiere se puede.

Luis Mateo Silva Ruiz

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado es dedicado a mis queridos padres Humberto Quintana y Gloria Collaguazo, quienes desde el principio de mi educación siempre estuvieron apoyándome y dándome fuerzas para poder lograr todos mis objetivos, en especial a mi madre que es el ser que más amo y el ser que medio la vida, que gracias a su esfuerzo y apoyo me ayudo a cumplir un objetivo más en mi vida, así también mi padre que puso su granito de arena en mi formación tanto personal como profesional, a mis hermanos Bryan, Grace y Sammyr que fueron una motivación para que nunca me rinda y siempre siga adelante, brindándome su afecto en el transcurso de nuestras vidas.

A mi abuelita querida Angelita Tuquerres, la cual siempre estuvo conmigo, aconsejándome de cuál es el camino que debo seguir para ser una persona de bien.

A mis tíos, primos y amigos, por haberme enseñado aportes invaluable para afrontar las circunstancias de la vida.

Cristian Alexis Quintana Collaguazo

AGRADECIMIENTO

He culminado una de las etapas de mi vida y quiero agradecer:

Gracias totales a mis padres Hugo y Marina por el apoyo a lo largo de mis estudios y de realizar este trabajo de titulación.

A mis hermanos, ya que ellos han sido un gran ejemplo de esfuerzo y perseverancia por cumplir metas propuestas.

A mi novia de igual manera por toda la ayuda y apoyo para lograr cumplir mis metas.

A mi asesor Ing. Ignacio Benavides un gran amigo y docente que me ha brindado su predisposición, apoyo constante y sus conocimientos para lograr realizar este trabajo de titulación.

A mis amigos por alentarme en todo este proceso para cumplir esta meta.

Luis Mateo Silva Ruiz

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por todo lo bueno y lo malo que se me presento en mi vida, por brindarme conocimiento necesario para poder culminar una etapa más en mi vida y agradezco por darme una hermosa familia.

Deseo expresar mi más sentido agradecimiento a mi madre, que fue la persona que siempre confió en mí y que gracias a todo lo que ella hizo por mí, pude ser una persona de bien tanto en lo sentimental como lo profesional.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, establecimiento que me ha brindado conocimientos para que pueda desempeñarme en el campo profesional. Agradezco a todos los docentes que me inculcaron valores y así mismo conocimientos, en especial agradezco a mi director de trabajo de grado el ing. Ignacio Benavides Msc, que muy cortésmente compartió su sabiduría y experiencia para culminar este trabajo de titulación.

Para culminar quiero agradecer a mis primos, tíos, amigos y compañeros, que con su granito de arena, me apoyaron en la formación de mi vida universitaria. Así mismo, quiero agradecer a mi novia que gracias a su apoyo y motivación pude culminar una etapa más en mi vida.

Cristian Alexis Quintana Collaguazo

INDICE DE CONTENIDOS

	PAGINA
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPITULO I	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	1
1.1 Objetivos	1
1.1.1 Objetivo General	1
1.1.2 Objetivos Específicos	1
1.2 Justificación	1
1.3 Alcance	2
1.4 Antecedentes	3
1.5 Motor de combustión interna alternativo (mca)	4
1.6 Sistemas del motor	4
1.6.1 Sistema de lubricación del motor	4
1.7 Tribología	6
1.7.1 Fricción	7
1.7.2 Desgaste	7
1.8 Lubricantes	8
1.8.1 Tipos de lubricación	9
1.8.2 Sistemas de lubricación	13
1.8.3 Propiedades químicas de los aceites lubricantes	16
1.8.4 Propiedades físicas de los aceites lubricantes	17
1.8.5 Aditivos en los lubricantes	18
1.9 Clasificación sae y api	20
1.9.1 SAE	20
1.9.2 API	22
1.10. Emisiones contaminantes	24
1.10.1 Fuentes de emisión en mca	24
1.10.2 Contaminantes emitidos por el motor mca	24
1.10.3 Normativa ecuatoriana de gases de escape.	25
CAPITULO II	27
2. MATERIALES Y METODOS	27
2.1 Intención metodológica.	27
2.2 Inspección visual	28
2.3 Inspección técnica	29
2.3.1 Revisión de niveles de fluidos	29
2.3.2 Manómetro de presión	29
2.3.3 Detección de fugas	30
2.4 Proceso de afinado de motores	30
2.4.1 Sistema de lubricación	31
2.4.2 Sistema de refrigeración	31
2.4.3 Comprobación de inyectores	32
2.4.4 Revisión de bandas del motor	33
2.4.5 Revisión de bujías	33

2.4.6	Sistema eléctrico	33
2.5	Instalación del manómetro de presión	34
2.6	Consumo específico de aceite	35
2.7	Presiones del aceite	36
2.8	Metodología para obtención de medidas de presión y cantidad de aceite	38
	Prueba # 1	43
	Prueba # 2	44
	Prueba # 3	45
2.9	Método estático	45
2.9.1.	Protocolo de pruebas estáticas	46
2.9.2.	Obtención de medidas de emisiones de gases contaminantes.	46
2.10	Reparación del motor	48
2.10.1	Procedimiento de desmontaje	48
2.10.2	Reparación del banco	50
2.10.3	Proceso de armado del motor	51
2.10.4	Reparación del circuito eléctrico.	51
2.11	Segunda prueba de aceite.	51
	Prueba # 4	53
	Prueba # 5	54
	Prueba # 6	55
CAPITULO III		59
3.	RESULTADOS Y DISCUSION.	59
3.1	Análisis de los datos para la verificación del consumo específico de aceite tanto del 10w30, 15w40 y 20w50.	59
3.2	Análisis de datos de las presiones obtenidos a las diferentes revoluciones de 1000, 2000 y 3000.	60
3.2.1	Análisis de la presión utilizando los diferentes aceites lubricantes 10w30,15w40 y 20w50 a 1000 revoluciones	60
3.2.2	Análisis de la presión utilizando los diferentes aceites lubricantes 10w30,15w40 y 20w50 a 2000 revoluciones	61
3.2.3	Análisis de la presión utilizando los diferentes aceites lubricantes 10w30,15w40 y 20w50 a 3000 revoluciones	62
3.3	Análisis de los datos obtenidos de acuerdo a los tipos de aceites usados en referencia a las emisiones contaminantes.	63
3.3.1	Análisis de monóxido de carbono (co) utilizando los aceites lubricantes 10w30, 20w50 y 15w40 a 1000 y 2500 rpm.	63
3.3.2	Análisis de dióxido de carbono (co ₂) utilizando los aceites lubricantes 10w30, 20w50 y 15w40 a 1000 y 2500 rpm.	65
3.3.3	Análisis de hidrocarburos (hc) utilizando los aceites lubricantes 10w30, 20w50 y 15w40 a 1000 y 2500 rpm.	66
3.3.4	Análisis de oxígeno (o ₂) utilizando los aceites lubricantes 10w30, 20w50 y 15w40 a 1000 y 2500 rpm.	67
3.3.5	Análisis del monóxido de carbono (c) utilizando los aceites lubricantes 10w30, 20w50 y 15w40 a 3000 y 4000 rpm	68
3.3.6	Análisis del dióxido de carbono (co ₂) utilizando los aceites lubricantes 10w30, 20w50 y 15w40 a 3000 y 4000 rpm	69

3.3.7	Análisis del hidrocarburos (hc) utilizando los aceites lubricantes 10w30, 20w50 y 15w40 a 3000 y 4000 rpm	70
3.3.8	Análisis del oxígeno (o ₂) utilizando los aceites lubricantes 10w30, 20w50 y 15w40 a 3000 y 4000 rpm	71
CAPITULO IV		72
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		72
4.1	Conclusiones	72
4.2	Recomendaciones	73
Referencias Bibliográficas		75

INDICE DE TABLAS

TABLA NUM.		PÁGINA
1.1	Clasificación de los aceites monogrados	21
1.2	Clasificación de aceites multigrados	22
1.3	Clasificación de los aceites de acuerdo con la norma API (motores a gasolina)	23
1.4	Contaminantes emitidos.	25
1.5	Límites máximos de emisiones.	26
2.1	Especificaciones del motor	28
2.2	Resultados de la compresión en los cilindros	30
2.3	Resistencia de inyectores	32
2.4	Efectos de baja presión de aceite	36
2.5	Efectos de alta presión de aceite	38
2.6	Características del aceite 10w30	39
2.7	Propiedades Fisicoquímicas del aceite 10w30	39
2.8	Características del aceite 15w40	40
2.9	Propiedades Fisicoquímicas del aceite 15w40	40
2.10	Características del aceite 20w50	40
2.11	Propiedades Fisicoquímicas del aceite 20w50	41
2.12	Gasolina Extra (87 octanos)	41
2.13	Condiciones climáticas de investigación	42
2.14	Horario de pruebas	42
2.15	Resultados de presión y consumo de aceite 10w-30	43
2.16	Resultados de presión y consumo de aceite 15w-40	44
2.17	Resultados de presión y consumo de aceite 20w-50	45
2.18	Emisiones contaminantes prueba # 1	47
2.19	Emisiones contaminantes prueba # 2	47
2.20	Emisiones contaminantes prueba # 3	48
2.21	Diagnóstico del bloque motor	49
2.22	Diagnóstico de cigüeñal	49
2.23	Diagnóstico de culata	50
2.24	Medidas de rectificación de piezas del motor	50
2.25	Condiciones climáticas de investigación	52
2.26	Horario de pruebas	52
2.27	Resultados de presión y consumo de aceite 10w-30	53
2.28	Resultados de presión y consumo de aceite 15w-40	54
2.29	Resultados de presión y consumo de aceite 20w-50	55
2.30	Tabla Emisiones contaminantes prueba # 4	56
2.31	Emisiones contaminantes prueba # 5	56
2.32	Emisiones contaminantes prueba # 6	57
2.33	Emisiones contaminantes prueba # 7	57
2.34	Emisiones contaminantes prueba # 8	58
2.35	Emisiones contaminantes prueba # 9	58

INDICE DE FIGURAS

FIGURA NÚM.		PÁGINA
1.1	Sistema de Lubricación.	5
1.2	Lubricación por Salpicadura.	9
1.3	Lubricación por Presión.	10
1.4	Lubricación hidrodinámica.	11
1.5	Lubricación marginal. Fuente.	11
1.6	Lubricación mixta.	12
1.7	Lubricación elasto-hidrodinámica.	13
1.8	Sistema de lubricación a presión.	14
1.9	Sistema de lubricación por cárter seco.	14
1.10	Sistema de lubricación por cárter húmedo.	15
1.11	Sistema de lubricación a presión total.	16
2.1	Procesos de desarrollo	27
2.2	Prueba de inyectores	32
2.3	Instalación de tubería “T” en el motor	35
2.4	Colocación del aceite 10W30	43
2.5	Colocación del aceite 15W40	44
2.6	Colocación del aceite 20W-50	45
2.7	Colocación del aceite 10W30	53
2.8	Colocación del aceite 15W-40	54
2.9	Colocación del aceite 20W-50	55
3.1	Consumo específico de aceite	59
3.2	Valores de presión con aceite a 1000 rpm	60
3.3	Valores de presión con aceite a 2000 rpm	61
3.4	Valores de presión con aceite a 3000 rpm	62
3.5	Valores promedio de (CO), motor dañado y motor reparado a 1000 y 2500 rpm.	63
3.6	Valores promedio de (CO ₂), motor dañado y motor reparado a 1000 y 2500 rpm	65
3.7	Valores promedio de (HC), motor dañado y motor reparado a 1000 y 2500 rpm.	66
3.8	Valores promedio de (O ₂), motor dañado y motor reparado a 1000 y 2500 rpm.	67
3.9	Valores promedio de (CO) motor reparado a 3000 y 4000 rpm.	68
3.10	Valores promedio de (CO ₂) motor reparado a 3000 y 4000 rpm.	69
3.11	Valores promedio de (HC) motor reparado a 3000 y 4000 rpm.	70
3.12	Valores promedio de (O ₂) motor reparado a 3000 y 4000 rpm.	71

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO NUM.		PÁGINA
AI.1	Sin tapa de gasolina	80
AI.2	Rueda de la maqueta dañada	80
AII.1	Instalación de la “T”	81
AIII.1	Selección de lubricantes	82
AIII.2	Revisión del régimen de funcionamiento	82
AIII.3	Revisión del régimen de funcionamiento	83
AIV.1	Desmontaje del colector de admisión	83
AIV.2	Puesta a punto de la distribución	84
AIV.3	Desmontaje de la culata del motor	84
AV.1	Medición de desgaste de los codos del cigüeñal	85
AV.2	Medición interna de los cilindros	85
AV.3	Midiendo planicidad en la culata	86
AV.4	Culata realizada su rectificación	86
AVI.1	Repuestos del motor, rines de los pistones	87
AVI.2	Bomba de agua	87
AVI.3	Pistones nuevos y cojinetes de biela y bancada	88
AVII.1	Culata y empaque	88
AVII.2	Armado completo del motor	89
AVII.3	Instalación de ruedas nuevas	89
AVII.4	Pintado de la maqueta	90
AVII.5	Instalación completa del motor reparado	90
AVIII.1	Colocación de aceite lubricante	91
AVIII.2	Datos obtenidos del analizador de gases	91

RESUMEN

En la actualidad, la primera fuente de contaminación provienen de las emisiones de gases contaminantes producidos por los motores de combustión interna tanto, sean motores de gasolina o motores diésel, lo cual en este trabajo se ayudó analizar cuál de los diferentes tipos de aceites lubricantes actúa mejor en un motor de combustión interna a gasolina. De acuerdo a la normativa impuesta por el plan del buen vivir, la cual dice que la tecnología es importante pero siempre teniendo en cuenta el medio ambiente, mediante esto se planteó utilizar un lubricante el cual controle el desgaste y controle las emisiones contaminantes para cumplir con dicha normativa. Para la presente investigación fue necesario la utilización de un banco motor Honda Civic, con la finalidad de obtener buenos resultados a la hora de tomar las medidas necesarias. Para la realización de las pruebas se utilizó gasolina extra de 87 octanos, se usó diferente filtro de aceite para cada prueba y los aceites de la marca Valvoline 10w30, 20w50 y 15w40 esto se realizó a diferentes revoluciones 1000, 2500, 3000 y 4000, con lo cual se logró obtener los datos para poder conocer el consumo específico, presiones y las emisiones contaminantes de cada uno de los diferentes lubricantes. Las pruebas se las realizo con el motor sin reparar y con el motor reparado, para la prueba de las emisiones se tomó en cuenta el lugar, la altura y la temperatura ambiente, aparte se utilizó un analizador de gases Brain Bee; para la toma de medidas de las primeras pruebas, las cuales fueron realizadas en el sector de Natabuela, la cual se encuentra a una altura de 2420 m.s.n.m y a una temperatura de 15 grados centígrados esto con el motor no reparado y para la toma de medidas de la segunda prueba se realizó en los talleres del colegio universitario el cual se encuentra a una altura de 2225 m.s.n.m a una temperatura de 22 grados centígrados, esto con el motor reparado. Los resultados obtenidos en referencia al consumo específico, el cual obtuvo un menor consumo fue el lubricante SAE 20w50 API SN, en comparación con los otros lubricantes SAE 10w30 y SAE 15w40; esto fue debido a la diferencia en su viscosidad cinemática es de 18 cSt y 11 cSt respectivamente, además se obtuvo los resultados de emisiones, lo cual el lubricante SAE 20w50 API SN emite menor cantidad en relación a los otros lubricantes con valores de hidrocarburos HC de 332 ppm a ralentí y 302 ppm a 2500 rpm, de monóxido de carbono CO de 1,57 % a ralentí y 1,64 % a 2500 rpm, de dióxido de carbono CO₂ de 12,56 % a ralentí y 12,73 % a 2500 rpm, de oxígeno O₂ de 2,13 % a ralentí y 2,04 % a 2500 rpm. Esto se debe a que tiene una viscosidad ideal, lo cual logra una buena combustión sin que el lubricante se queme y lo que tiene que ver con los resultados de presiones se considera que son valores buenos ya que están en consideración a los valores tomados por el fabricante del motor.

ABSTRACT

At present, the first source of pollution comes from the emissions of polluting gases produced by internal combustion engines, whether they are gasoline engines or diesel engines, which in this work was helped to analyze which of the different types of lubricating oils acts best on a gasoline internal combustion engine. According to the regulations imposed by the plan of good living, which says that technology is important but always taking into account the environment, through this it was proposed to use a lubricant which controls wear and tear and controls pollutant emissions to make power comply with said regulations. For the present investigation, it was necessary to use a Honda Civic motor bench, in order to obtain good results when taking the necessary measures. To carry out the tests, extra 87 octane gasoline was used, a different oil filter was used for each test and Valvoline brand oils 10w30, 20w50 and 15w40 this was carried out at different revolutions 1000, 2500, 3000 and 4000, with which it was possible to obtain the data to be able to know the specific consumption, pressures and the polluting emissions of each one of the different lubricants. The tests were carried out with the engine unrepaired and with the engine repaired. For the emissions test, the place, height and ambient temperature were taken into account, apart from a Brain Bee gas analyzer; for taking measurements of the first tests, which were carried out in the Natabuela sector, which is at a height of 2420 meters above sea level and at a temperature of 15 degrees Celsius, this with the engine not repaired and for taking measurements of The second test was carried out in the workshops of the university college which is located at a height of 2225 meters above sea level at a temperature of 22 degrees Celsius, this with the engine repaired. The results obtained in reference to the specific consumption, which obtained a lower consumption was the lubricant SAE 20w50 API SN, in comparison with the other lubricants SAE 10w30 and SAE 15w40; This was due to the difference in its kinematic viscosity is 18 cSt and 11 cSt respectively, in addition, the emission results were obtained, which the SAE 20w50 API SN lubricant emits less than the other lubricants with HC hydrocarbon values of 332 ppm at idle and 302 ppm at 2500 rpm, carbon monoxide CO 1.57% at idle and 1.64% at 2500 rpm, carbon dioxide CO₂ 12.56% at idle and 12.73% at 2500 rpm, 2.13% O₂ oxygen at idle and 2.04% at 2500 rpm. This is because it has an ideal viscosity, which achieves good combustion without burning the lubricant and what has to do with the pressure results are considered good values since they are in consideration of the values taken by the engine manufacturer.

CAPITULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Determinar el comportamiento de un motor HONDA CIVIC con diferentes grados de viscosidad de aceite a determinados regímenes de funcionamiento.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar y reacondicionar el motor HONDA CIVIC ubicado en los talleres de la Carrera de ingeniería automotriz.
- Analizar el comportamiento del motor HONDA CIVIC con diferentes grados de viscosidad del aceite, para conocer el nivel de consumo específico según datos obtenidos.
- Evaluar el funcionamiento del motor HONDA CIVIC reparado para determinar, con qué tipo de viscosidad del aceite emite menos emisiones contaminantes.

1.2. JUSTIFICACION

El plan nacional del desarrollo 2017-2021 decreta como un objetivo garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones tiene como una meta “incrementar la utilidad de las maquinarias, equipos y tecnologías productivas considerando criterios de obsolescencia programática” (Semplades, 2017).

Con el uso adecuado de un lubricante se puede obtener una duración prolongada del motor evitando desgastes prematuros de las piezas móviles del motor y reduciendo contaminación atmosférica, garantizando los derechos de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

El eje de transporte del plan nacional de eficiencia energética tiene como objetivo específico “reemplazar tecnologías de transporte, implementar el etiquetado energético y realizar capacitación en técnicas de conducción eficiente”. Tiene como una línea de acción proporcionar información real sobre el rendimiento de los combustibles y las emisiones de CO_2 asociadas, la

cual constituirá una herramienta para que los usuarios privilegien el uso de vehículos eficientes (PLANEE, BID, & Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2017).

La tecnología del lubricante ha evolucionado y esto ayuda al motor dependiendo el estado en el que se encuentre, ya que con el aumento de propiedades y aditivos a un determinado grado de viscosidad podemos reducir la fricción entre las piezas móviles y fijas del motor y a su vez prolongar la vida útil del mismo.

La determinación de un lubricante adecuado para el motor también reduce el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 haciendo que el vehículo tenga un mejor rendimiento y una mayor eficiencia.

El motor honda CIVIC que se encuentra en la Universidad Técnica del Norte fue construido por una empresa japonesa de gran renombre, hoy en la actualidad es un material didáctico que se encuentra sin funcionamiento. Con el reacondicionamiento sirve para reforzar el conocimiento tanto teórico como práctico de los estudiantes en las carreras de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz e Ingeniería Automotriz.

1.3. ALCANCE

Se realiza el reacondicionamiento del motor HONDA CIVIC con el fin de comprobar qué grado de viscosidad del aceite cumple los requerimientos del motor y así alargar su autonomía, reducir emisiones contaminantes y que tenga un correcto funcionamiento.

El consumo de aceite en un motor conlleva a gastos económicos periódicos y para beneficiar a los propietarios de diferentes vehículos es factible alargar la vida útil del lubricante como es el caso en países desarrollados como Estados Unidos y Alemania los cuales realizan los cambios periódicos del lubricante del motor entre 12.000 km a 15.000 km, beneficiando recursos económicos y naturales.

Brindar un breve diagnóstico del estado que se encuentra el motor del vehículo tanto los de segunda mano como nuevos con el consumo de aceite, ya que es un tema que más causa controversia entre los usuarios y los centros de mantenimiento por la diferentes propiedades que existe en el aceite y en el grado la viscosidad de los distintos tipos.

De acuerdo con el estado del motor y la diferencia existente en los lubricantes, se puede establecer cuál de los aceites es el más conveniente para generar menos gastos periódicos e

imprevistos a largo plazo, mayor durabilidad y reducir las emisiones contaminantes rigiéndose a las normativas emitidas por el país.

Presentar el motor Honda CIVIC como un material didáctico que sirva tanto para el docente en su enseñanza como para el estudiante en su aprendizaje

1.4. ANTECEDENTES

La cantidad o la masa de partículas metálicas en suspensión (concentración) en el aceite lubricante determinará si el desgaste en el motor es normal, progresivo o acelerado. (Viteri & Jaramillo, 2011) Sin embargo, la técnica del análisis de los diferentes tipos de aceite debe respaldar la autonomía del motor, con lo cual se puede establecer la tendencia del desgaste y controlar estadísticamente los desgastes normales, progresivos o acelerados.

La mayoría de las averías relacionadas con el aceite son causadas por el aceite contaminado o degradado que fluye por el motor o por la falta de lubricación de un componente determinado. (Padilla Silva, 2013).

La función principal del lubricante del motor como combinación de aceite base y aditivos químicos es proporcionar lubricación en las partes móviles para reducir la fricción y el desgaste, evitando la corrosión, control de contaminación, limpieza interna del motor y reducir el impacto ambiental en condiciones de funcionamiento tales como, carga del motor, arranques en frío, hábitos de conducción, etc. (Bordatchev, Yang, & Aghayan, 2010)

El análisis de aceite lubricante es considerado como un método de mantenimiento preventivo y predictivo en los motores de combustión interna es una técnica que permite saber qué está ocurriendo en el interior del motor, ayudando a detectar rápidamente problemas de desgaste de los componentes del motor, así como la contaminación y degradación del aceite lubricante (Viteri & Jaramillo, 2011).

El lubricante cumple variadas funciones dentro de una máquina o motor, entre ellas disuelve las partículas que se producen en la combustión y las transporta al filtro para reducir el desgaste, distribuye la temperatura desde la parte inferior a la superior actuando como un refrigerante, evita la corrosión por óxido en las partes del motor o máquina, evita la condensación de vapor de agua y sella; actuando como una junta en determinados componentes (Tenazoa & Mallqui, 2017).

1.5. MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVO (MCIA)

El motor es una maquina térmica que aprovecha la energía química producida en su interior en un ciclo de trabajo y la transforma en energía mecánica por medio de las fuerzas que se producen en las piezas móviles (González, 2015). Existen varios tipos de MCIA y los más usados para vehículos son:

- Motor de Encendido Provocado (MEP)
- Motor de Encendido por Compresión (MEC)

1.6. SISTEMAS DEL MOTOR

De forma general, el motor en su ciclo de trabajo introduce una cantidad establecida de aire y combustible, la cual se inflama y debido a ello se eleva la presión para suministrar un empuje al pistón en el cilindro, lo cual genera fricción y aumento de temperatura entre las piezas móviles y fijas. Además, se puede mencionar que para que el motor trabaje correctamente en el transcurso del ciclo de trabajo necesita incorporar distintos sistemas. Entre los más principales se encuentran: (Aparicio, Vera, & Díaz, 2016)

- Sistema de lubricación
- Sistema de distribución
- Sistema de refrigeración
- Sistema de alimentación
- Sistemas de admisión y escape

1.6.1. SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR

Para el correcto funcionamiento de un MCIA, las partes móviles y fijas deben ser lubricadas y los objetivos del sistema de lubricación es suministrar aceite creando una película en medio de ellas para reducir la fricción, temperatura y proteger de la corrosión, ya que todas las partes funcionan juntas y de forma continua pueden disminuir la vida útil del motor, debido al desgaste

excesivo y prematuro por consecuencia de la fricción y rozamiento. (Hutchings & Shipway, Tribología, 2017)

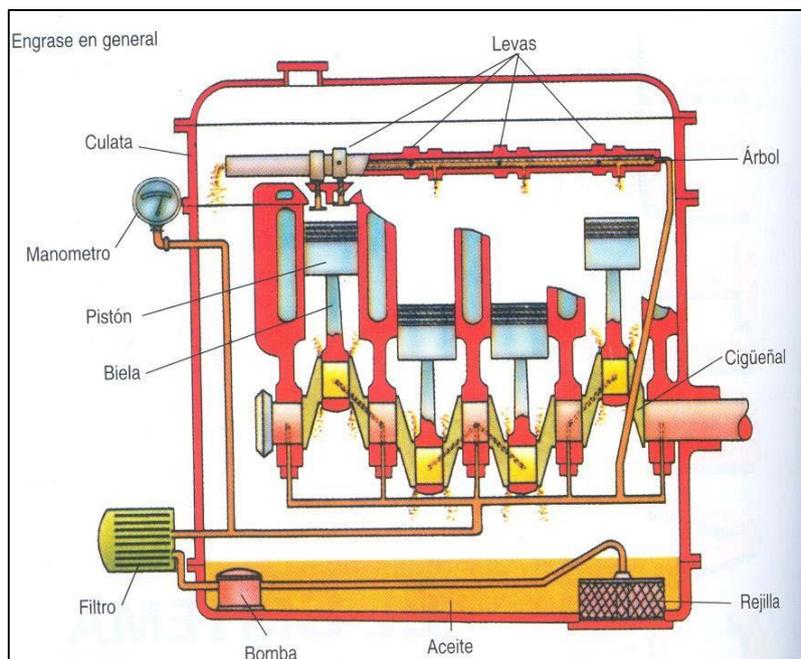


Figura 1.1 Sistema de Lubricación. Fuente: (Ibarra, 2011)

➤ **Mantenimiento.**

El mantenimiento en el sistema de lubricación se basa en la inspección del nivel y el cambio periódico del aceite. La revisión del lubricante puede ser en el panel de instrumentos al encenderse la luz de testigo o directamente en el motor mediante la varilla, pero se debe considerar unos requerimientos (González Calleja, Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo, 2016).

- Colocar al vehículo en una superficie horizontal.
- Detener el motor y esperar un lapso hasta que el motor se enfríe.
- Extraer la varilla limpiar e introducir nuevamente
- Extraer y revisar el nivel de aceite

Para el control y sustitución del fluido lubricante se debe regir al manual del fabricante el cual sugiere del tiempo adecuado.

➤ **Averías**

Se puede analizar el estado y nivel del aceite para diagnosticar averías en el motor causadas por el sistema de lubricación u otros sistemas.

El consumo excesivo de aceite a una corta cantidad de kilómetros recorridos puede indicar que el aceite tiene una baja viscosidad y no es el correcto para el motor. Por otra parte, un sistema de refrigeración defectuoso puede aumentar la temperatura al motor y así evaporar el lubricante. Y, por último, cuando existe un desgaste en las guías de válvulas puede haber mayor consumo de aceite lubricante. (Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, 2016)

La degradación rápida de aceite lubricante causa varias averías, ya que pierde propiedades y aditivos. A causa de esta degradación el aceite se oxida produciendo partículas metálicas y carbonosas debido a la mala combustión.

La baja presión del sistema de lubricación también resulta ser causante de averías en el motor. Esto puede ser causado en un filtro en mal estado, que tapona los conductos del aceite. Una válvula de alivio defectuosa puede reducir la presión del sistema, mientras que una bomba con desgaste en los engranes igual puede causar una baja presión de aceite.

1.7. TRIBOLOGÍA

Se define tribología como la ciencia y tecnología que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que se presentan entre la interacción de superficies en movimiento relativo.

Antes de que se estableciera la tribología como ciencia, estos estudios se categorizaban bajo la “ingeniería de lubricación”. Con la tribología conformada como ciencia, se plantea el estudio de la fricción y del desgaste. (Vásquez Briseño, 2015)

Tiene en cuenta para el estudio, lo siguiente:

- Tipo de maquinaria
- Diseño
- Materiales de las superficies en contacto
- Sistema de aplicación del lubricante
- Medio circundante
- Condiciones de operación

1.7.1. FRICCIÓN

La fricción se define como la resistencia al movimiento que ofrecen dos cuerpos en contacto en movimiento relativo. En los diferentes procesos de la industria, los efectos que la fricción pueden ser positivos o negativos dependiendo de lo que se desee, pero en el caso de la tribología, las consecuencias son perjudiciales.

Este fenómeno genera una pérdida de energía mecánica desde que se inicia el movimiento relativo entre las zonas de los materiales que entran en contacto, hasta que finaliza el proceso, experimentan fricción externa e interna, la primera hace referencia a la presente con un cuerpo diferente y la segunda hacia las partículas del mismo cuerpo.

1.7.2. DESGASTE

El desgaste se define como una pérdida de material de la interface de dos cuerpos y este se manifiesta por el desprendimiento de partículas en la superficie de un cuerpo y/o el desplazamiento de material de las zonas que se encuentran en contacto. El desgaste es afectado por diversos factores como: (Sánchez González, 2012)

- Cargas aplicadas
- Temperaturas de trabajo
- Medio ambiente en general
- Forma y geometría de los cuerpos
- Tipo de movimiento que se presenta

El desgaste se puede presentar de las siguientes maneras:

- **Desgaste adhesivo:** Este desgaste se presenta por contacto entre metal – metal y se da cuando las superficies no están completamente separadas por el lubricante, comúnmente cuando hay paradas y arrancadas con escases de lubricante.
- **Desgaste abrasivo:** Este desgaste es ocasionado por la presencia de materiales extraños (suciedad) en el lubricante, o por el desprendimiento de partículas duras. Se le llama abrasión al desgaste producido por partículas duras que penetran la superficie, ocasionando deformación plástica y arrancando virutas.

- **Desgaste corrosivo:** Este desgaste puede presentarse en equipos industriales por dejar aceite más tiempo del previsto, aumentando el ataque de las superficies por ácidos y generando así, cráteres.
- **Desgaste erosivo:** Este desgaste es ocasionado por fluido a alta presión y partículas sólidas en suspensión, que al impactar sobre la superficie arrancan material y se pueden presentar roturas por fatiga. En otros casos se puede presentar con usar mayor viscosidad de la que se necesita. (Ordoñez Ramírez, 2012)
- **Desgaste por fatiga superficial:** Se presenta por esfuerzos cíclicos de tensión, compresión y esfuerzos cortantes sobre la superficie, los cuales agrietan la superficie y producen picaduras y escamas. Este se presenta con frecuencia en superficies con movimiento de rodadura y es algo inevitable con el paso del tiempo.
- **Desgaste por cavitación:** Este desgaste se presenta cuando se da la formación de burbujas por el cambio de presión del lubricante, entre cambios de una zona u otra. Este desgaste presenta picaduras en las superficies y se da al mismo tiempo con ruidos y vibraciones.
- **Desgaste por corrientes eléctricas:** Este desgaste se da por el paso de corriente por las superficies, en varios casos cuando la toma a tierra es mala. Además, se puede presentar por corrientes parasitas en equipos rotatorios. Este puede ser el caso de los rodamientos de los motores eléctricos y de los cojinetes lisos de turbinas de vapor, gas, hidráulicas, generadores y compresores centrífugos.

1.8. LUBRICANTES

La función principal del lubricante del motor es proporcionar lubricación en las partes móviles para reducir la fricción y el desgaste, evitar la corrosión, control de contaminación, limpieza interna del motor y reducir el impacto ambiental; a su vez ayuda en el funcionamiento como es: carga del motor, arranques en frío, hábitos de conducción, etc. significativamente (Bordatchev, Yang, & Aghayan, 2010).

Un lubricante se introduce entre las superficies deslizantes, crea una capa de material con menor resistencia al corte entre algunas superficies; es posible que el lubricante no evite por completo el contacto de aspereza, aunque lo reduce y también puede reducir las fuerzas adhesivas entre las superficies. El uso de un lubricante siempre reducirá la tasa de desgaste por deslizamiento,

y esto es otro beneficio sustancial de la lubricación (Hutchings & Shipway, lubricants and lubrication, 2017).

La función de un lubricante es controlar la fricción y el desgaste de un sistema dado. Por lo tanto, los requisitos básicos se relacionan con el rendimiento del lubricante, es decir, su influencia sobre fricción y características de desgaste de un sistema mecánico en movimiento. (Gwidon, Stachowiak, Batchelor, & Andrew, 2014).

Los aceites lubricantes a base de petróleo, que se componen de 80 a 90 % de destilados de hidrocarburos de petróleo y 10 a 20 % de aditivos; se utilizan para la lubricación de motores de combustión interna, por lo que las personas están expuestas a este compuesto principalmente por inhalación y contacto dérmico, lo cual puede causar enfermedades de carácter carcinógeno (Mangas, Sogorb, & Vilanova, 2014).

1.8.1. TIPOS DE LUBRICACIÓN

Los conocimientos básicos acerca de los efectos que produce el lubricante en el motor, se enfocan en cuatro tipos:

- **Lubricación por salpicadura:** También llamada lubricación por barboteo, fue utilizado en vehículos antiguos que se está quedando atrás debido a un excesivo consumo de aceite y no lograr distribuirse en todas las partes del motor, por lo cual brinda una poca eficiencia en el motor; además el contenido de óleo en el cárter hace que la cabeza de biela salpique lubricante hacia las paredes del cárter y el cilindro e ingresen a las partes donde existe fricción y rozamiento (Rostek, Babiak, & Wróblewski, 2017).

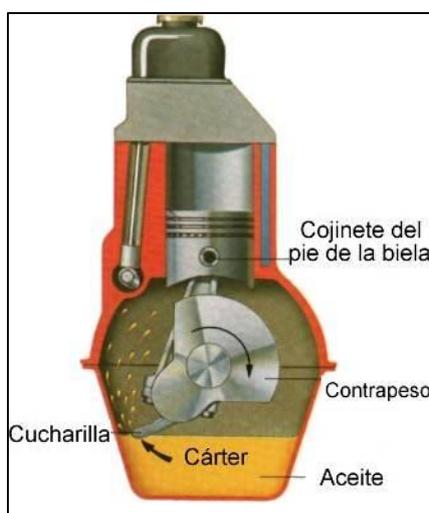


Figura 1.2 Lubricación por Salpicadura Fuente: (Garcia, 2018)

- **Lubricación a presión:** Los sistemas de lubricación a presión o llamado también lubricación forzada distribuye el aceite hacia todas las partes del motor por medio de conductos y el lubricante es impulsado por medio de una bomba desde el cárter hacia todos los puntos de lubricación (Gómez Morales, Navarro, Águeda Casado, & García Jiménez, 2016).

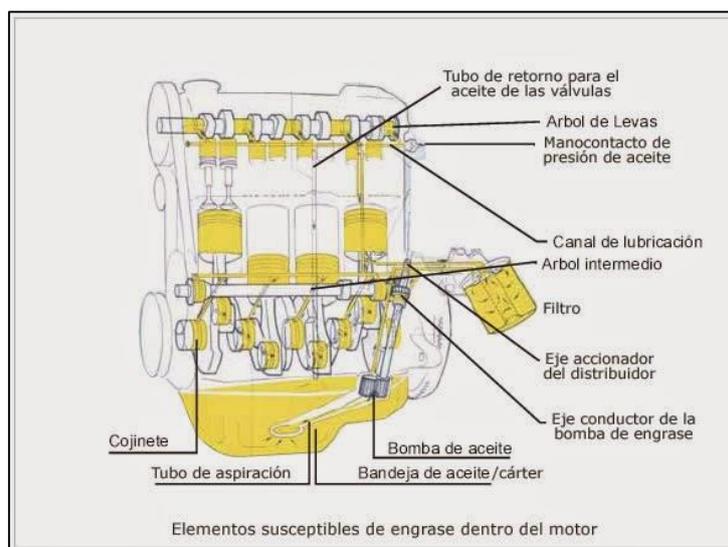


Figura 1.3 Lubricación por Presión. Fuente: (Jimenez M, 2015)

- **Lubricación hidrodinámica:** Para evitar el contacto entre sus superficies, se crea una película de aceite la cual forma un colchón de óleo, esta a su vez tiene la capacidad de mantener una separación entre piezas de mayor grosor. Este referente nos dice que la viscosidad del lubricante es la más importante (Jaramillo, Redrován, & Urgilés, 2013). La presión que se genera en el lubricante es producida por el movimiento existente de la zona que lo arrastra hasta un mollete, lo cual origina una presión necesaria para separar las superficies actuando contra la carga que interactúan los cojinetes; además soporta los esfuerzos mecánicos producidos entre cojinete y flecha, con lo cual evita que se produzca el contacto metal contra metal; sin embargo la lubricación hidrodinámica no depende introducir aceite a presión (CONAE, 2014).

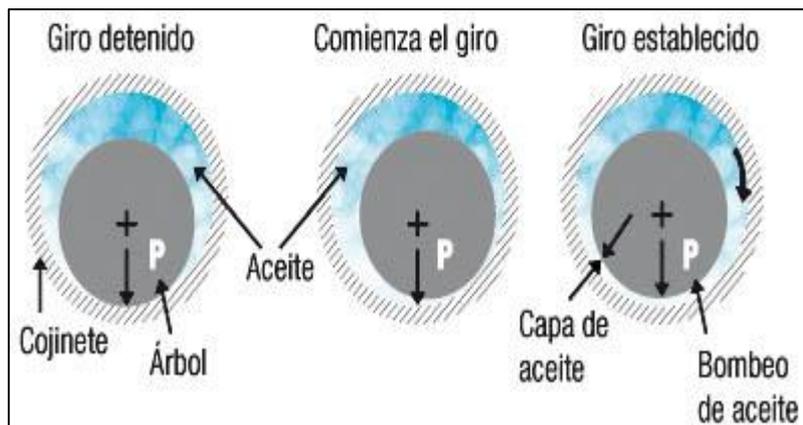
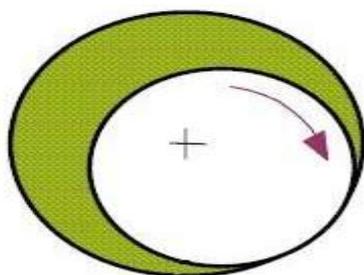


Figura 1.4 Lubricación hidrodinámica. Fuente: (Muñoz Alonso, 2018)

- **Lubricación Marginal (o Límite):** El lubricante es desplazado en las superficies en contacto tanto que las partes desabridas de toda el área pueden hacer un contacto directo, por lo que se necesita alguna sustancia extra para que se logre reducir el desgaste severo que es provocado por la fricción. En este punto se necesita de algún aditivo químico para que forme una barrera y esto evite el daño en las piezas (Jaramillo, Redrován, & Urgilés, 2013).

Las superficies de las distintas piezas no están absolutamente separadas por el lubricante y empieza a existir contacto entre los fragmentos metálicos, a su vez empieza a jugar un papel importante las propiedades moleculares del lubricante, el cual mantiene la película fluida con un espesor que varía entre 1nm y 10 mm. (Piovan, 2014).



Lubricación límite. La capa de lubricante es muy pequeña. Se produce durante el arranque o parada

Figura 1.5 Lubricación marginal. Fuente: (Martinez Agamez, 2015)

- **Lubricación Mixta:** Se basa en el trabajo en conjunto entre la lubricación hidrodinámica y la lubricación marginal, esto se debe a la falta de viscosidad o de bastante velocidad para mantener su colchón de aceite completo (Jaramillo, Redrován, & Urgilés, 2013). Una selección inadecuada del lubricante, al igual que una disminución de la viscosidad, puede presentar errores al momento de su funcionamiento, por lo que las partes ásperas de las superficies de las piezas se intercala de la forma que una sola parte es accionada por la lubricación hidrodinámica y la otra por la que se conoce lubricación marginal o película de limite, las cuales recubren las irregularidades de ambas superficies (Jaramillo, Redrován, & Urgilés, 2013).



Figura 1.6 Lubricación mixta. Fuente: (*lubricante*, 2015)

- **Lubricación Elasto-hidrodinámica:** Las superficies que se encuentran en contacto se deforman en forma elástica, lo que provee que la película de engrase que se encuentra atrapada en las superficies sea producida mediante una lubricación hidrodinámica microscópica; además el espesor de la película del lubricante puede estar entre los valores menores a 1 mm (Jaramillo, Redrován, & Urgilés, 2013). Se puede explicar que la elasto-hidrodinámica hace referencia a la cresta de la irregularidad en el instante que interactúan las superficies de las piezas de una manera elástica sin llegar al punto de fluencia del material; hidrodinámica ya que una vez que queda atrapada la película del lubricante en las rugosidades, forma una película hidrodinámica de una manera microscópica. Elasto-hidrodinámica es, entonces, la lubricación producida por elementos que se encuentran considerablemente cargados, por lo que la presión es tal que la deformación de la superficie de las piezas influye en la formación de la película del lubricante (Morales & Felix, 2013).

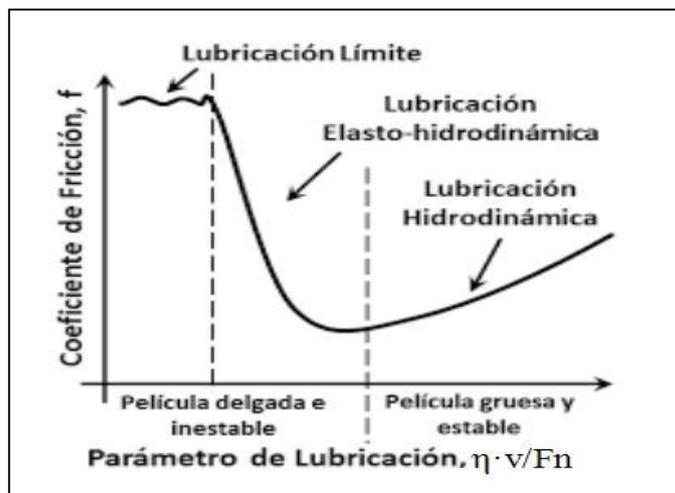


Figura 1.7 Lubricación elasto-hidrodinámica. Fuente: (Suotullo, 2018)

1.8.2. SISTEMAS DE LUBRICACIÓN

El motor de combustión interna utiliza un sistema de lubricación, el cual mediante un fluido mitiga el desgaste de las piezas del motor, así como también el aumento de temperatura en el mismo (Buestán Ramírez & Jarama Herrera, 2016).

El sistema de lubricación se divide de acuerdo a los distintos métodos de distribuir el aceite por las piezas del motor a combustión interna:

- **Sistema de lubricación a presión:** con el paso del tiempo, los fabricantes han creado diferentes medios para lubricar los elementos internos del motor. En la actualidad, la gran mayoría de vehículos utiliza un sistema de lubricación a presión (Buestán Ramírez & Jarama Herrera, 2016).

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; con lo que consigue un engrase más directo, pero tampoco engrasa a presión las paredes del cilindro y pistón, esto se hace mediante engrasada por salpicadura (Alarcon Palacios, 2019).

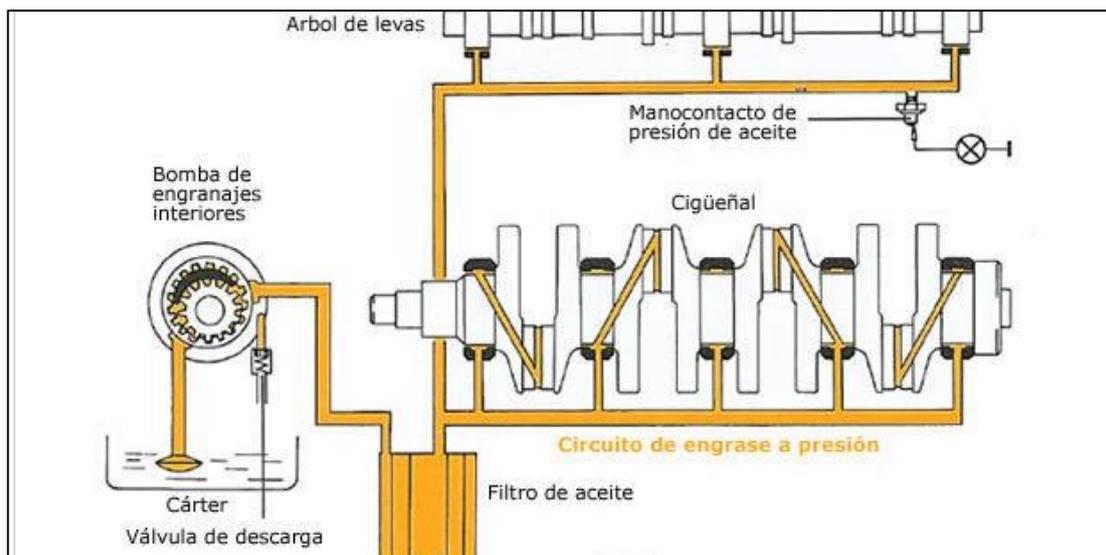


Figura 1.8 Sistema de lubricación a presión. Fuente: (*mecanicabasica*, 2014)

- **Sistema de cárter seco:** Se dice que un motor tiene cárter seco cuando el aceite proviene de los elementos móviles, y a los cuales ha lubricado, es enviado a un depósito separado. Este diseño requiere de una bomba adicional que es la encargada de bombear el fluido del cárter al depósito contiguo, mientras que, de este depósito adicional es tranquilamente bombeado por la bomba de aceite hacia los elementos móviles a lubricar (Maldonado Díaz, 2010).

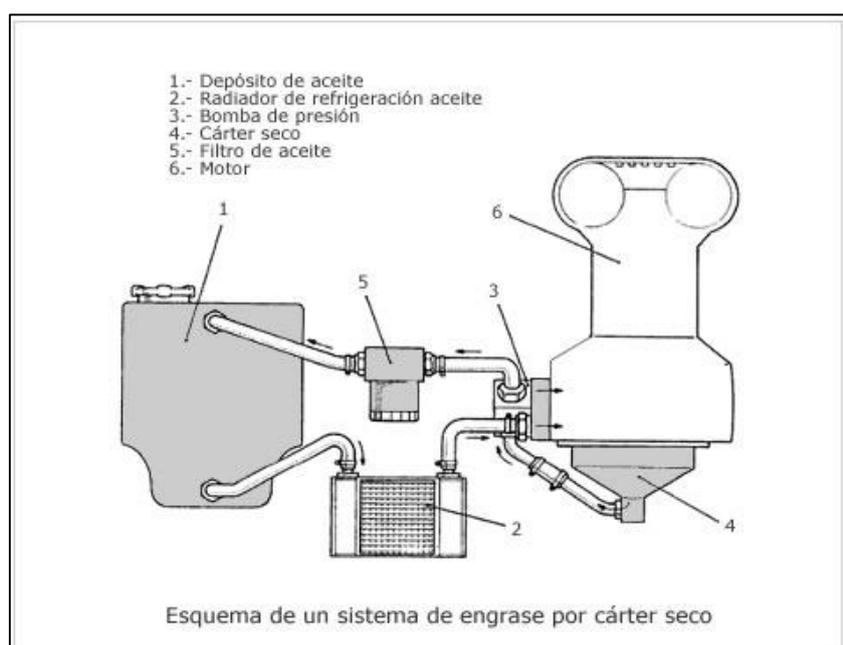


Figura 1.9 Sistema de lubricación por cárter seco. Fuente: (*motorpedia*, 2014)

- **Sistema de cárter húmedo:** En este diseño, se sabe que todo el aceite proveniente de los elementos lubricados se depositarán en el cárter, el mismo que se encuentra en la parte baja del motor. Este sistema tiene como función, luego de recoger el aceite y almacenarlo, el aceite pasa por la bomba, la misma que es la encargada de absorber el aceite; se encarga de llevar lubricante a los elementos a engrasar (Maldonado Díaz, 2010).

Este tipo de cárter tiene una dimensión adecuada para contener todo el aceite de lubricación; en su superficie inferior posee una tapa de rosca a través de la cual es posible vaciar todo su contenido (Maldonado Díaz, 2010).

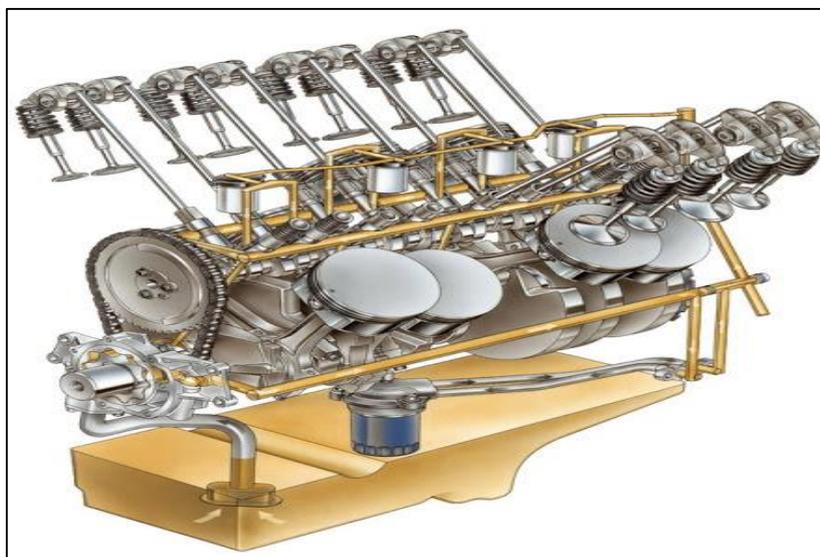


Figura 1.10 Sistema de lubricación por cárter húmedo. Fuente: (*manualvuelo, 2015*)

- **Sistema a presión total:** Es el sistema más perfeccionado, donde 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, esto se debe a unos orificios los cuales conectan con la bomba de aceite (Alarcon Palacios, 2019).

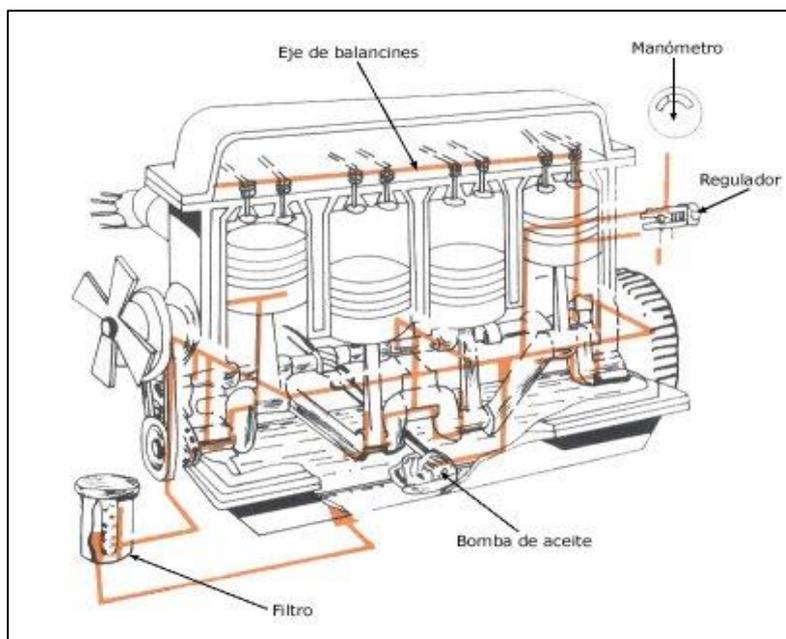


Figura 1.11 Sistema de lubricación a presión total. Fuente: (*Calle Bermejo, 2016*)

1.8.3. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS ACEITES LUBRICANTES

- **Viscosidad cinemática**

El aspecto más importante a la hora de elegir correctamente un lubricante es su viscosidad (característica fundamental del lubricante). Se mide en centistokes (cSt), a una determinada temperatura que suelen ser 100 y 40 °C. Esta propiedad indica como de pesada es la base lubricante (Ascensión Sanz , 2015).

- **Índice de Viscosidad**

Este índice indica la capacidad de un lubricante de mantener constante su viscosidad en un amplio rango de temperaturas. Se determina a partir de los valores de viscosidad a 40 y 100 °C (es una medida arbitraria de la forma en que la viscosidad varía con la T y se determina por comparación con un patrón). Un IV alto indica que el cambio de viscosidad con la T es pequeño, mientras que un IV bajo indica que el aceite cambia mucho su viscosidad con la variación de temperatura (Ascensión Sanz , 2015).

- **Punto de congelación**

Es la temperatura a la cual el producto se congela e indica la temperatura mínima de uso. Las bases convencionales tienen un punto de congelación en torno a -9 °C, pero el de las sintéticas es considerablemente inferior (-20 a -60 °C) (Ascensión Sanz , 2015).

- **Volatilidad**

Es el porcentaje de producto que, bajo determinadas condiciones de temperatura, se evapora. Este ensayo es particularmente importante para bases que deben trabajar a elevada temperatura, como los aceites del motor. Una volatilidad demasiado alta implica una alta evaporación y con ello una variación de las propiedades físicas a lo largo de la vida del aceite, lo que es indeseable (Ascensión Sanz , 2015).

- **Azufre**

El contenido en azufre mide el grado de refinado de base lubricante, cuanto menor es el contenido de azufre mayor es el refinado. La tendencia actual es una disminución progresiva de azufre hasta su práctica ausencia (Ascensión Sanz , 2015).

- **Composición hidrocarbonada (sólo para bases convencionales)**

La composición hidrocarbonada marca las propiedades de la base. Lo deseable es un alto contenido en hidrocarburos saturados (lineales y ramificados) que proporcionan un alto IV. Los aromáticos presentan bajos IV y su volatilidad es mayor que la de los saturados (Ascensión Sanz , 2015).

1.8.4. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS ACEITES LUBRICANTES

- **Color y fluorescencia**

Actualmente estas características carecen de valor como criterio de evaluación de los aceites terminados, ya que pueden ser modificados o enmascarados por los aditivos. Sin embargo hace unos años los usuarios daban una gran importancia al color de los aceites, como indicativo de un mejor o peor grado de refinado, y por otro lado la fluorescencia se tomaba como indicativa del origen del crudo (Tesina, 2014).

- **Rigidez dieléctrica**

Esta propiedad viene determinada por la tensión en la que se produce un arco eléctrico permanente entre dos electrodos sumergidos en el aceite, en las condiciones normalizadas del ensayo y utilizando un aparato llamado puntero metro. Se expresa en KV/cm (Tesina, 2014).

- **Viscosidad**

La propiedad física más importante de un lubricante líquido es su viscosidad. En términos sencillos, la viscosidad de un líquido puede definirse como su resistencia a fluir y como una medida del rozamiento entre sus moléculas. Como la resistencia a fluir depende de las fuerzas intermoleculares que se desarrollan en el interior del líquido, es de éstas de quien dependerá finalmente la resistencia mecánica observada cuando se hace deslizar una capa de líquido sobre otra capa adyacente de este mismo líquido (Tesina, 2014).

1.8.5. ADITIVOS EN LOS LUBRICANTES

La base del lubricante no ofrece la protección al desgaste que necesita el motor o componente industrial, por lo que en la fabricación se le añade un compuesto mediante el cual ayuda a las necesidades del fabricante del motor o al uso al cual va a hacer empleado el lubricante (Tenazoa & Mallqui, 2017).

Los aditivos son compuestos químicos que ayudan a fortalecer un lubricante, con el fin de mejorar las propiedades y obtener cualidades específicas para ciertas aplicaciones. En la fabricación del lubricante se le añade un agregado llamado aditivo, el cual va a compensar las necesidades del fabricante (Brandy, 2016).

La mayoría de aceites contienen aditivos químicos que confieren propiedades especiales a los compuestos base, con lo que ayuda a reforzar las características de inicio para su degradación. Por este motivo se ha logrado un gran equilibrio en los aditivos para aceites los cuales brindan mayor confort a la hora del desgaste (Barrera & Velecela, 2015).

- **Aditivos Anti-desgaste**

Como su nombre lo especifica, estos aditivos previenen el desgaste que es producido por el rozamiento de las piezas, presencia de abrasivos y ataque de ácidos corrosivos. Estos aditivos contienen compuestos de azufre, fósforo, aditivos alcalinos como sulfonatos, fenatos básicos y fosfato de zinc (Moran, 2015).

Forman una fina película en las superficies que son expuestas a rozamientos, se emplean mucho para cajas de cambio y diferenciales (Brandy, 2016).

- **Aditivos Antiespumantes**

Estos aditivos son los encargados de evitar la cavitación, que se refiere a la oxigenación del lubricante; ayuda a reducir la tensión superficial impidiendo que se formen burbujas que llevarían aire en la lubricación (Tenazoa & Mallqui, 2017).

- **Aditivos Detergentes**

La función principal de estos aditivos es la dispersión de la materia particulada, su propósito es de mantener limpio el área de operación (Moran, 2015).

Se encargan de erradicar los depósitos de suciedad que se encuentran en la combustión, para tener un funcionamiento adecuado del motor (Brandy, 2016).

- **Aditivos Dispersantes**

La función principal de estos aditivos es transportar la suciedad extirpada por los mismos aditivos detergentes hasta el filtro o cárter del motor (Tenazoa & Mallqui, 2017).

En la actualidad existen diferentes tipos de dispersantes los cuales son un tipo de aditivo que dispersa los productos insolubles en aceite, agua y otros contaminantes a bajas temperaturas (Barrera & Velecela, 2015).

- **Aditivos Espesantes**

La función principal de este aditivo es proporcionar una presión constante en la lubricación por medio de un compuesto de polímeros que por acción de la temperatura aumentan la viscosidad del lubricante (Tenazoa & Mallqui, 2017).

- **Aditivos Inhibidores de corrosión**

Son aditivos encargados de la protección de componentes de metal, los cuales están sometidos a contaminantes ácidos. Los más comunes son: el ditiocaramato de zinc, el ditiofosfato de zinc y otros compuestos fosfosulfurosos, los mismo que crean una película compacta en el metal (Barrera & Velecela, 2015).

La principal función es evitar la formación de óxido en las paredes metálicas internas del motor y la condensación de agua (Brandy, 2016).

- **Aditivos que incrementan el índice de viscosidad**

Este aditivo se forma de 3 tipos: los copolímeros del olefín, el poli metacrilato y los poliisobutenos; estos son los encargados de la lubricación para los cigüeñales, para las cajas automáticas y los lubricantes para los elementos hidráulicos (Barrera & Velecela, 2015). Es un compuesto de polímeros que por acción de la temperatura aumenta su viscosidad proporcionando una presión constante de lubricación (Brandy, 2016).

- **Aditivos Diluyentes**

La principal función es reducir los micro cristales de cera para que fluya el lubricante a bajas temperaturas; una de sus aplicaciones es diluir el color del aceite (Tenazoa & Mallqui, 2017).

1.9. Clasificación SAE y API

1.9.1. SAE

La SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS (SAE), clasifican a los aceites de acuerdo con su función de su viscosidad, donde el aceite más fluido hace referencia al aceite con menor densidad. Cada grado SAE tiene un índice de viscosidad cinemática; la cual representa la medida de la tenacidad de un fluido a manar bajo fuerzas gravitacionales (Cedillo & Jaramillo, 2014).

Según (Bonet, 2010)“La clasificación SAE de los aceites están representados por dos grandes grupos con son: monogrados y multigrados”.

Los monogrados a su vez se divide de acuerdo a la variación de temperatura; los de invierno que se encuentran a temperatura de $-17,78\text{ }^{\circ}\text{C}$ y de verano que se encuentran a temperatura de $98,89\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Bonet, 2010).

Los multigrados son aceites que son competentes para todas las estaciones tanto invierno como verano, lo que nos afirma que un aceite multigrado es ligero para trabajar en una mañana fría y suficiente grueso para lubricar un motor caliente en un día caluroso (Bonet, 2010).

La clasificación según la viscosidad que tienen los aceites fue desarrollada por SAE (Society of Automotive Engineers) y se conoce mundialmente como la norma SAE J300. Esta clasificación define dos grupos de viscosidades: los de 6 grados de viscosidad que se encuentran a bajas temperaturas y que están seguidos por la letra W (Winter por invierno en inglés) y 5 grados de viscosidad de alta temperatura que se identifican con un número y representando cada número SAE a un rango de viscosidad en cSt (centi-Stokes) a 100°C (Viteri & Jaramillo, 2011).

La siguiente tabla muestra la clasificación de los aceites monogrados de acuerdo con las normas SAE.

Tabla 1.1 Clasificación de los aceites monogrados

GRADOS SAE	Viscosidad cinemática (cSt a 100°C)	Temperatura límite de bombeo a °C
0W	3.8	-35
5W	3.8	-30
10W	4.1	-25
15W	5.6	-20
20W	5.6	-15
25W	9.3	-10
20	5.6	
30	9.3	
40	12.5	
50	16.3	
60	21.9	

Fuente: (Cedillo & Jaramillo, 2014).

Se establece dos grupos como se muestra en la tabla 1, donde los primeros se refieren a la película para arranque en frío, dentro de los cuales están: SAE0W, SAE5W, SAE10W, SAE15W, SAE20W, SAE25W. Para aplicaciones donde las cargas son muy elevadas como transmisiones automáticas, existen aceites que tienen un alto grado de viscosidad cuyo grado SAE son: SAE70W, SAE75W, SAE80W, SAE85W (Cedillo & Jaramillo, 2014).

En el segundo grupo se mide la película a una temperatura de 100 °C, a esta temperatura, los aceites se ven afectados por la fluidez, que esto representa que, a mayor temperatura mayor fluido, dentro de este grupo están: SAE20, SAE30, SAE40, SAE50, SAE60. Además, existen otros aceites con una alta viscosidad que sirve para aplicaciones especiales donde a mayor carga mayor temperatura, estos son: SAE90, SAE110, SAE140, SAE190, SAE250 (Cedillo & Jaramillo, 2014).

La siguiente tabla muestra la clasificación de los aceites multigrados de acuerdo con las normas SAE.

Tabla 1.2 Clasificación de aceites multigrados

GRADOS SAE	LIMITE		DE		VISCOSIDAD	
	cSt a 40°C		cSt a 40°C		cSt a 100°C	
	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO
5W40	100	120			16,3	19,7
10W30	60	70			9,3	13
15W40	90	110			13,7	16,3
15W50	120	130			16,3	19,7
20W20	61	69			5,6	9,3
20W30	90	110			9,3	13,7
20W40	120	130			13,7	16,3

Fuente: (Cedillo & Jaramillo, 2014)

1.9.2. API

La clasificación API es una clasificación abierta. Esto significa que se ha implementado mejores lubricantes para los nuevos diseños de motores los cuales miden el desempeño y el funcionamiento que estos presentan en el vehículo. En general, cuando sale un nuevo nivel API, el anterior nivel queda obsoleto (Viteri & Jaramillo, 2011).

El Instituto Americano del Petróleo (API) clasifica al lubricante por su grado de tecnología y va de la mano con el modelo de motor. Su código suele ser identificado por dos letras: para aceites de motor de gasolina, se utiliza el término S, mientras que el término C identifica a los

motores diésel. La segunda letra designa el nivel de especificación o tecnología según la letra del alfabeto. La especificación más actual es la API SN para motores a gasolina y la API CK-4 para motores a diésel (America, 2018).

La siguiente tabla muestra la clasificación de los aceites con la normativa API para motores a gasolina.

Tabla 1.3 Clasificación de los aceites de acuerdo con la norma API (motores a gasolina)

CATEGORIA	DESCRIPCION	VIGENCIA
SA	1900 motores antiguos, úsese bajo recomendación expuesta por el fabricante	30 años
SB	1930 motores antiguos, úsese bajo recomendación expuesta por el fabricante	34 años
SC	Para motores 1967 y anteriores	4 años
SD	Para motores 1971 y anteriores	4 años
SE	Para motores 1979 y anteriores	8 años
SF	Para motores 1986 y anteriores	9 años
SG	Para motores 1993 y anteriores	6 años
SH	Para motores 1995 y anteriores	4 años
SI	Para motores 2001 y anteriores	4 años
SL	Para motores 2004 y anteriores	5 años
SM	Posteriores a 2004	6 años
SN	Octubre 2016	

Fuente: (America, 2018).

1.10. Emisiones contaminantes

La combustión generada en el motor produce gases contaminantes los cuales salen expulsados por el sistema de escape a el aire produciendo una contaminación ambiental (Bordatchev, Yang, & Aghayan, 2010)

La combustión es producida por tres elementos, los cuales ayudan a que se realice esta reacción química:

- **Energía de activación:** cantidad pequeña de energía para producir una reacción.
- **Combustible:** sustancia que al ser oxidada genera una cierta cantidad de energía
- **Comburente:** sustancia necesaria para que reaccione el combustible.

1.10.1. FUENTES DE EMISIÓN EN MCIA

- **Emisiones por el bloque motor:** estos gases de la combustión cuando las holguras de los segmentos del pistón están defectuosas, los gases de la combustión pasan hacia la parte baja del cárter y producen un desgaste prematuro en las juntas y retenes.
- **Emisiones por Evaporación:** se refieren al combustible volátil que cuando no se logra combustionar por completo, sale el combustible en vapor hacia el ambiente.
- **Emisiones de escape:** generadas por la combustión en el motor y comprenden en una serie de contaminantes tales como: el monóxido, el dióxido de carbono, los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno.

1.10.2. CONTAMINANTES EMITIDOS POR EL MOTOR MCIA

Un listado de los contaminantes que tienen una gran importancia con respecto hacia la salud y el ambiente.

Tabla 1.4 Contaminantes emitidos.

CONTAMINANTE	DESCRIPCION
Hidrocarburos (HC)	Alta toxicidad para las personas y al ambiente precursores del ozono por sus compuestos orgánicos volátiles.
Monóxido de Carbono (CO)	Resultado de una mala combustión cuando el carbono se oxida por sí solo. Produce hemoglobina de la sangre y bajo flujo de oxígeno
Óxidos de Nitroso	Contribuye al efecto invernadero y su potencia de calentamiento en la atmósfera es 310 veces mayor que el dióxido de carbono.
Partículas PM (material particulado)	Producto de combustión deficiente y es uno de los contaminantes que tiene más impacto hacia la salud.
Dióxido de Carbono	Es un gas de efecto invernadero y contribuye al calentamiento global. No tiene peligro contra la salud humana.
Dióxido de azufre	Producido por la presencia de azufre en el combustible. Tiene un fuerte olor y es irritante para la nariz, ojos y garganta. Reduce el funcionamiento pulmonar y causa enfermedades respiratorias.

Fuente: (Moran, 2015)

1.10.3. NORMATIVA ECUATORIANA DE GASES DE ESCAPE.

La norma NTE INEN 2202, establece los límites permitidos para producir emisiones contaminantes para que las fuentes móviles puedan circular en el país y así ayudar al medio ambiente. La tabla 2 muestra los valores máximos permisibles en ralentí (INEN, 2016).

Tabla 1.5 Límites máximos de emisiones.

Año modelo	% CO		Ppm HC	
	0 – 1500	1500 - 3000	0 - 1500	1500 - 3000
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

Volumen

Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm)

Fuete: (INEN, 2016)

CAPITULO II

2. MATERIALES Y METODOS

En este capítulo se realizó una metodología experimental la cual es un tipo de método de investigación en el que el investigador controla deliberadamente las variables para delimitar relaciones entre ellas, está basado en la metodología científica. En este método se recopilan datos para comparar las mediciones de comportamiento de un grupo control, con las mediciones de un grupo experimental.

Las variables que se utilizan pueden ser variables dependientes (las que queremos medir o el objeto de estudio del investigador) y las variables independientes (las que el investigador manipula para ver la relación con la dependiente).

El propósito de la investigación es analizar qué tipo de lubricante es adecuado para un motor con determinado tiempo de uso, que mantenga su funcionamiento correctamente, alargar su vida útil, reducir el desgaste entre sus elementos fijos y móviles y las emisiones contaminantes a la atmosfera.

2.1. INTENCIÓN METODOLÓGICA.

En una investigación es primordial realizar un esquema de los procesos tomando en cuenta las fases de este.

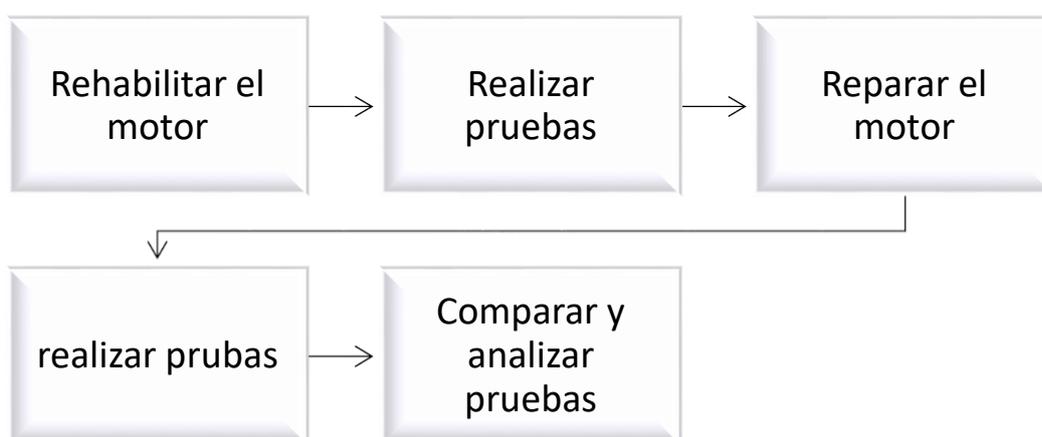


Figura 2.1 Procesos de desarrollo

Como primer punto se realizó una solicitud hacia las entidades pertinentes, detallando el tiempo de préstamo para extraer el motor de los talleres de la Universidad y ser llevado a un taller externo para realizar el diagnóstico, reacondicionamiento y las pruebas en el motor.

Por medio de una plataforma auto cargable de vehículos se trasladó el motor al taller externo llamado Mecánica “Continental” ubicado en la parroquia de Natabuela.

2.2. INSPECCIÓN VISUAL

Con el motor en el taller externo se procedió a realizar una inspección visual del motor Honda CIVIC por medio de una ficha técnica y se encontró lo siguiente:

Tabla 2.1 Especificaciones del motor

Ficha técnica visual	
Marca:	Honda
Modelo:	CIVIC
Serie:	D15B VTEC
Cilindraje:	1,493 cc
Numero de cilindros:	4
Posición de cilindros:	Lineal (L)
Potencia:	130 CV (96 kilovatios) a 7,000 rpm
Torque:	139 Nm (14.2 kgm; 103 lb-ft) a 5,300 rpm
Tren de válvulas:	SOHC, cuatro válvulas por cilindro
Sistema de combustible:	Inyección multipunto
Combustible:	Gasolina
Clase de Vehículo:	Maqueta didáctica

Estado de los componentes del motor

Componentes		
Nombre:	Estado:	Observaciones:
Tablero	Mal estado	Roto
Tapa de combustible		No tiene
Tapa de aceite		No tiene

Depurador		No tiene
válvula IAC	Mal estado	No tiene sóquet
Caja de fusibles y relés	Mal estado	No tiene
Batería		No tiene
Ruedas del banco	Mal estado	Rotas
bomba de combustible	Mal estado	No tiene
Bayoneta de aceite		No tiene
Bornes de batería	Mal estado	
Switch de arranque	Mal estado	No tiene llaves
Pintura del banco	Mal estado	Pintura quemada

2.3. INSPECCIÓN TÉCNICA

Luego se realizó una inspección técnica del motor y proceder a encenderlo y realizar las primeras pruebas comparativas, tomando en cuenta lo más importante de la inspección visual para que el motor tenga un correcto funcionamiento durante las pruebas.

Un motor afinado correctamente presentará un óptimo rendimiento durante su funcionamiento, ello nos garantiza el poder optimizar sus diferentes insumos como el consumo de aceite y el desgaste de los mecanismos internos del motor, la revisión para el motor Honda CIVIC se realizó por etapas:

2.3.1. REVISIÓN DE NIVELES DE FLUIDOS

Se revisó los niveles de fluidos del motor ya que es importante mantener su nivel máximo, pues cuando lleguen al mínimo ya es un estado crítico que pueden afectar a los sistemas en los que trabajan.

2.3.2. MANÓMETRO DE PRESIÓN

El Kit Tester Compression OTC se usa para verificar la presión en los cilindros y en este instrumento se destaca una escala graduada 0-100 psi y 0-700 kPa, una válvula de descarga, un elemento flexible, y un acople roscado.

Con ello se verificó la presión de funcionamiento en cada cilindro del motor, este dato ayudara a diagnosticar el estado interno del motor en cuanto a desgaste se refiere. El proceso para realizar la medición fue el siguiente:

1. Llevar el pedal del acelerador a fondo y no lo suelte durante la prueba.
2. Active el switch de arranque, de tal manera que gire el motor térmico durante unos seis 6 segundos como máximo.
3. Lea el valor de la presión en el manómetro y anótelo.
4. Realizando la misma secuencia, continúe con los demás cilindros.

Tabla 2.2 Resultados de la compresión en los cilindros

Cilindro	Presión
Cilindro 1	110 psi
Cilindro 2	110 psi
Cilindro 3	110 psi
Cilindro 4	110 psi

En la tabla 2.2 se puede observar, que los cilindros tiene una baja compresión dándonos que existe una deficiencia en el motor para su correcto funcionamiento.

2.3.3. DETECCIÓN DE FUGAS

En caso de que haya fugas, para localizarla se detectó indicios de fugas en el ducto de admisión, en el tubo de escape, en los ductos de la varilla y tapa de llenado del aceite, en la tapa de llenado del radiador.

En el motor se pudo observar que existe una fuga mínima entre el motor y la caja de cambios de velocidad, por lo que se puede asimilar que la falla se encuentra en el retén del cigüeñal.

2.4. PROCESO DE AFINADO DE MOTORES

El afinado de motores se basa en un proceso técnico, por tal razón se consultó los datos del fabricante para obtener la información necesaria y garantizar el estado del motor este en las mejores condiciones, para ponerlo en funcionamiento de forma correcta y adquirir un diagnóstico de este dependiendo del tiempo de parada que se encuentre.

La revisión se dividió por sistemas como son:

- Sistema de lubricación

- Sistema de refrigeración
- Sistema de distribución
- Sistema de encendido
- Sistema eléctrico

2.4.1. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

En el motor Honda CIVIC se realizó el cambio de aceite y filtro para que la información a recopilar de las pruebas sea correcta, ya que el estado del aceite es importante conocer el kilometraje de uso, ya que es difícil determinar el estado de este visualmente, salvo que este muy contaminado. El aceite lubricante del motor se lo debe cambiar según especificaciones del fabricante, pero también se debe tener en cuenta las condiciones de funcionamiento, de la calidad del aceite y de la calidad del combustible utilizado.

Pasos para realizar un cambio de aceite:

1. Se colocó el motor en una superficie plana.
2. Con un dado # 19 y una palanca de fuerza se aflojó el perno del cárter del motor
3. Se colocó un recipiente drenar el aceite.
4. Con una llave específica se extrajo el filtro de aceite.
5. Se esperó un tiempo de 10 minutos y se colocó el filtro nuevo y el perno del cárter.
6. Por medio de un embudo se colocó el aceite.

Bajo las especificaciones del fabricante se colocó la cantidad de 1 galón estadounidense (3785.4 ml)

2.4.2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Este control se realizó cuando el motor estuvo frío y se determinó que el refrigerante era agua potable, además, es importante conocer el kilometraje de funcionamiento ya que el refrigerante se debería sustituir cada 25000 km dependiendo de las condiciones de funcionamiento y de la calidad del refrigerante.

2.4.3. COMPROBACIÓN DE INYECTORES

Se realizó una prueba en el Limpiador de Inyectores FY-6B y dio como resultado que los inyectores se encuentran en buen estado.

Los inyectores son dispositivos controlados eléctricamente por el calculador que inyectan combustible más o menos pulverizado en algún punto de la admisión. Del pulverizado depende la homogenización de la mezcla aire combustible para que al momento de la combustión no se produzcan gases contaminantes.

Como se puede observar en la gráfica se realizó una prueba de inyectores, la cual dio como resultado que los 4 inyectores inyectaban la misma cantidad de combustible.

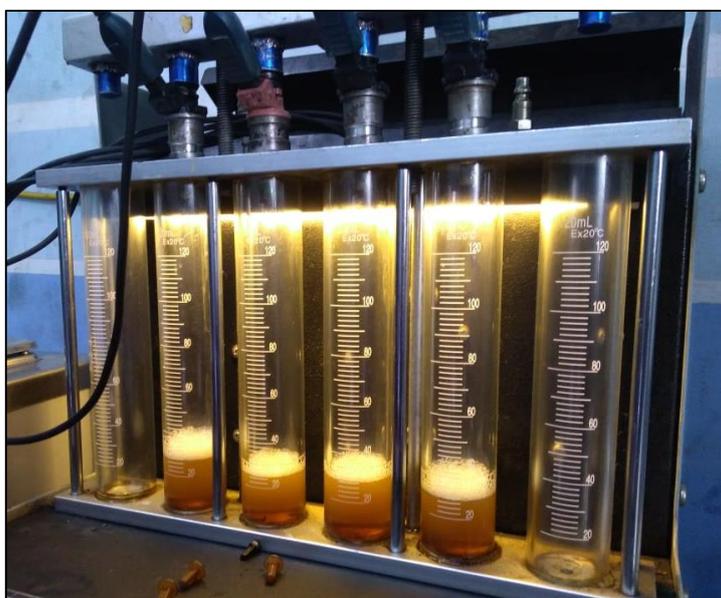


Figura 2.2 Prueba de inyectores

Resistencia de inyectores

Tabla 2.3 Resistencia de inyectores

Resistencia (ohmios)	Resistor (ohmios)	Alimentación (voltaje)
1-3	5-8	12 volt
12-17	No necesita	12 volt

2.4.4. REVISIÓN DE BANDAS DEL MOTOR

Se revisó la tensión de la banda, así como el estado de esta y hay que tener en cuenta que en el motor se pueden encontrar diversas bandas, para los diversos elementos, por ejemplo: el motor Honda CIVIC tiene solo la Banda del alternador.

Como regla general se puede decir que una banda está tensada cuando presenta una flexión de 10 mm a 15 mm, con una carga de 10 kg.

2.4.5. REVISIÓN DE BUJÍAS

Se desmontó las bujías del motor y es recomendable observar el orden ya que en base al estado que estas muestran se puede tener idea de la forma en que ha estado trabajando el cilindro. Se observó el estado de desgaste de los electrodos, fisuras en el aislante cerámico, presencia de carbonilla, presencia de aceite.

Para la limpieza se utilizó un cepillo de alambre y para calibración del espacio entre electrodos un calibrador de láminas, para mayor exactitud al momento de calibrar una bujía o de sustituirla se debe consultar al fabricante para conservar el repuesto original y así obtener óptimos rendimientos del motor aprovechando la mezcla en un 100 %.

Una bujía convencional dura aproximadamente 20000 km.

2.4.6. SISTEMA ELÉCTRICO

En las conexiones eléctricas se encontró que algunos cables estaban rotos y se procedió al arreglo, soldando los cables con cautín tipo pistola de 230 watts y estaño, ya que estos pueden ser causantes de que los sensores no brinden la información a la ECU y exista un mal funcionamiento del motor.

También se realizó la conexión de los cables en la válvula IAC, la cual tiene como un objetivo regular la entrada de aire al motor y al estar desconectada la, el ralentí va a ser irregular y no lograra un funcionamiento correcto.

Se realizó una revisión visual de los cables de alta tensión, observando el deterioro en el aislante ya que si lo hay la tensión se puede derivar a masa y así provocar disminución de esta en la bujía y afectar a la combustión de la mezcla, así mismo se revisó los sulfatos en los extremos

del cable ya que al haber presencia de estos agentes son los principales causantes de malos contactos y por ende pérdidas de tensión.

Se revisó la señal y alimentación de los sensores y actuadores entre la unidad de control para garantizar su correcto funcionamiento.

Se cambió los bornes de batería para garantizar que la batería brinde la energía necesaria para hacia los elementos eléctricos del motor y al momento de arranque en frío.

2.5. INSTALACIÓN DEL MANÓMETRO DE PRESIÓN

Un manómetro de presión es un indicador analógico utilizado para medir la presión de un gas o líquido, como agua, aceite o aire.

Si el manómetro indica la presión (o caída de presión) en el proceso, esa información es valiosa sólo si se puede hacer algo al respecto al funcionamiento del sistema de lubricación en el motor, de lo contrario es inútil.

La información que nos brinda el manómetro de presión de aceite con respecto al consumo específico con diferente grado de viscosidad del aceite en el motor, la podemos analizar con la presión máxima establecida por el fabricante.

Al colocar en el motor varios tipos aceite con diferente viscosidad desde la más baja a la más alta, el manómetro de presión brindara diferentes medidas y se puede establecer un consumo específico de aceite y que tipo es el recomendable usar para el correcto funcionamiento del motor.

La adquisición del medidor de presión de fue de aceite fue de la marca Alpha con un diseño de 52 mm. de diámetro, conexión eléctrica compatible con 12 voltios y rangos de medición de 0 a 10 Bares (kp/cm^2) y de 0 150 psi.

Pasos para la instalación de un manómetro de presión de aceite.

1. Para empezar, se identificó el lugar en donde se encuentra el sensor de presión de aceite del motor. Debemos intervenir ahí, de forma tal que el aceite se transmita a través de la manguerita de presión, hasta llegar al manómetro.

2. La manera como lograr aumentar otra salida de aceite es añadir una tubería “T” con las medidas correctas para instalar la manguera hacia el manómetro y al sensor de presión de aceite.
3. La instalación de la “T” y la manguera del manómetro deben ser con teflón para que no exista fugas.



Figura 2.3 Instalación de tubería “T” en el motor

2.6. CONSUMO ESPECIFICO DE ACEITE

Para el Motor Honda CIVIC se realizó una comparación de tres tipos de lubricantes en el estado que se encontró el motor por tiempos estimados de funcionamiento y de igual forma después que se realizó una reparación al motor.

El consumo de aceite de motor es uno de los temas mecánicos que más controversia genera entre los usuarios de vehículos, tanto nuevos como de segunda mano.

Muchas de las personas que acostumbran a revisar periódicamente el nivel de aceite del motor suelen preocuparse cuando aparece por debajo del indicador de máximo en la varilla medidora.

La intranquilidad es mayor cuando, a medida que el recorrido del vehículo se incrementa respecto del último cambio de aceite, el nivel continúa descendiendo.

Para empezar, es necesario saber que todos los motores de combustión interna consumen aceite en mayor o menor medida, incluso los de los autos nuevos o con poco kilometraje.

En el proceso de lubricación de las piezas internas de un motor, parte del aceite ingresa a la cámara de combustión, donde se quema al entrar en contacto con la explosión que genera la bujía ante la mezcla de aire y gasolina.

2.7. PRESIONES DEL ACEITE

La presión de aceite influye en varios elementos principales como es la bomba del aceite, el propio lubricante y el camino que éste recorre hacia las distintas piezas para mantener en un nivel correcto para que el vehículo funcione a la perfección.

De hecho, la presión del aceite marca la resistencia que opone un lubricante a ser movido por la bomba del aceite, así como las distancias a las que debe ser movido, es decir, los metros de tubería, codos o filtros por los que pasa, entre otros elementos, que rebajan dicha resistencia. Así, si medimos la presión en la bomba, obtendremos un resultado mayor al que extraeríamos en otro punto del recorrido.

Al arrancar el motor nos encontraremos con una presión alta, ya que el aceite está frío y la bomba necesitará más potencia para moverlo. Una vez en marcha, el lubricante eleva su temperatura y resulta más sencillo moverlo, por lo que se reduce la presión en el manómetro de la bomba.

Esta es una de las razones por las que existen los aceites multigrados, que son más fluidos en el arranque que los monogrados y por eso evitan desgastes en esa fase, ya que permiten desde el principio que llegue la cantidad de aceite suficiente para separar las piezas metálicas y evitar que se rocen entre ellas.

Distintas acciones y síntomas de un vehículo responden a diferentes causas y tienen también diversas soluciones.

Baja presión de aceite

Tabla 2.4 Efectos de baja presión de aceite

	Efecto	Acción
Cambio de aceite o de marca de aceite	Si es el mismo tipo de aceite (SAE y normas), no debería observarse algún efecto	Si la presión varía, se debe revisar el manómetro y ver si no existen taponamientos en el sistema. Una limpieza del motor se puede estar produciendo
	Si no tiene las mismas características, puede	Un aceite más sintético o detergente, o con SAE diferente puede producir

	darse consumo de aceite y desgastes	el aumento o la bajada de presión en función de sus características
Bajo nivel de aceite en el cárter	La bomba puede succionar poco aceite	Agregar aceite, ver por qué ha bajado (fugas en el cárter, rotura de este...)
Aceite que no fluye a bajas temperaturas	La bomba no puede mover el aceite en el arranque	Usar un aceite más fluido en el arranque, normalmente sintético
Bomba de aceite con desgastes	Problemas de lubricación, pérdida de potencia en la bomba	Revisión de la bomba o sustitución; ver engranajes de la bomba
Cojinetes con desgaste	Problemas de lubricación, pérdida de potencia en la bomba	Cambio de cojinetes
Contaminación por combustible	Bajada de la viscosidad, desgastes	Cambio del aceite y revisión del sistema de inyección
Cambio de un aceite mineral por un aceite sintético	Aumento del consumo de aceite	El sintético limpia la suciedad acumulada en un motor viejo, lo que hace que aumente el paso del aceite, disminuya la presión y se aumente la cantidad de aceite que llega a la cámara de combustión, aumentando el consumo de lubricante
Recalentamiento del motor	Fallo en la refrigeración del motor	Bajada de la viscosidad del aceite por efecto de la temperatura; al enfriarse el motor, se vuelve a la presión inicial

Alta presión de aceite

Tabla 2.5 Efectos de alta presión de aceite

	Consecuencias	Acción
La presión se mantiene alta desde el momento del arranque	Fallo de lubricación	La viscosidad puede ser excesivamente alta por alto contenido en carbonillas; cambio del aceite y limpieza del motor; verificar filtro del turbo
La presión se mantiene alta	Fallo de lubricación	Posibilidad de que el aceite esté oxidado y se produzca un aumento de la viscosidad; cambiar el aceite
Filtro obturado	Pasa aceite sucio al sistema	Cambio del filtro y del aceite
Depósitos en los conductos de lubricación	Fallo de lubricación por falta de aceite	Cambiar aceite y filtro; limpieza del motor; verificar filtro del turbo
Lubricante de viscosidad inadecuada	Falta de aceite en el sistema	Verificar en el libro de mantenimiento la SAE adecuada

2.8. METODOLOGÍA PARA OBTENCIÓN DE MEDIDAS DE PRESIÓN Y CANTIDAD DE ACEITE

Como requisitos principales para el proceso de obtención de medidas es necesario que el motor se encuentre reacondicionado y tenga un funcionamiento correcto y la instalación del manómetro de presión sin fugas.

Estado del motor

Se realizó un diagnóstico del motor en los cuales se obtuvo los siguientes resultados

- La compresión de los cilindros del motor se presentó en un rango de 80 a 90 psi.
- Los inyectores de combustible fueron puestos en un banco de pruebas de inyección y se obtuvo la cantidad de 24 mL, por los cuatro inyectores

- Las bujías de encendido se encontraron en buen estado, se realizó una limpieza y se regulo la holgura entre electrodo centra y el de masa.
- Se realizó la compra de una batería para el motor honda CIVIC

Después de realizar la comprobaciones y diagnostico al motor se presume que tiene una kilometraje de 400000 km.

Análisis de presión y consumo con aceite

Se colocó la cantidad de aceite en el motor de acuerdo con las especificaciones de fabricante y se plantío los tipos de lubricante a diferentes grados de viscosidad, marca y fueron los siguientes:

➤ **Valvoline SAE 10W30 API SN**

Tabla 2.6 Características del aceite 10w30

<ul style="list-style-type: none"> • Se usa para motores de alta calidad y resistencia.
<ul style="list-style-type: none"> • Motores de servicio pesado como camiones, autobuses y vehículos industriales
<ul style="list-style-type: none"> • Se puede usar en motores sin filtro de partículas diésel (DPF), para la mayoría de los motores con recirculación de gases de escape (EGR) y reducción catalítica selectiva (SCR).

Propiedades Fisicoquímicas:

Tabla 2.7 Propiedades Fisicoquímicas del aceite 10w30

Viscosidad @ 100°C, cSt	11
Viscosidad @ 40°C, cSt	70
Índice de Viscosidad	148
TBN mg KOH/g	7,5
Punto de Inflamación, °C	222
Punto de Ecurrimiento, °C	-24
Gravedad API	32

➤ **Valvoline SAE 15W40 API CH-4**

Tabla 2.8 Características del aceite 15w40

<ul style="list-style-type: none"> • Motor convencional de alta potencia que ofrece un alto rendimiento (SHPD).
<ul style="list-style-type: none"> • Uso en motores industriales y de camiones de turbocompresores de servicio pesado.
<ul style="list-style-type: none"> • Aceite diseñado para cumplir con los requisitos de drenaje medio o largo plazo de los diferentes camiones en el mundo.
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema especial de aditivos que proporcionan limpieza efectiva del pistón y control del desgaste.
<ul style="list-style-type: none"> • Se puede usar en motores sin filtro de partículas diésel (DPF), para la mayoría de los motores con recirculación de gases de escape (EGR) y reducción catalítica selectiva (SCR).

Propiedades Físicoquímicas:

Tabla 2.9 Propiedades Físicoquímicas del aceite 15w40

Viscosidad @ 100°C, cSt	15,5
Viscosidad @ 40°C, cSt	125
Índice de Viscosidad	130
TBN mg KOH/g	10
Punto de Inflamación, °C	222
Punto de Ecurrimiento, °C	-24
Gravedad API	28

➤ **Valvoline SAE 20W50 API SN**

Tabla 2.10 Características del aceite 20w50

<ul style="list-style-type: none"> • Motor mineral para turismos, probado en competiciones.
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor rendimiento en motores a gasolina con o sin turbo.
<ul style="list-style-type: none"> • Homologación: ACEA A3/B4, API SL, Ford M2C-153E, GM 6094M.

- Reserva adicional necesaria para resistir condiciones extremas de funcionamiento durante las carreras.

Propiedades Fisicoquímicas:

Tabla 2.11 Propiedades Fisicoquímicas del aceite 20w50

Viscosidad @ 100°C, cSt	20
Viscosidad @ 40°C, cSt	180
Índice de Viscosidad	129
TBN mg KOH/g	7,5
Punto de Inflamación, °C	240
Punto de Ecurrimiento, °C	-21
Gravedad API	29,5

Para realizar la investigación se usó gasolina extra de 87 octanos, cumpliendo la normativa NTE INEN 935:2016

Tabla 2.12 Gasolina Extra (87 octanos)

Propiedades del combustible	Normativa NTE INEN: 935:2016
Números de octanos	87 min.
T10 – 10 % evap., °C	70 máx.
T50 – 50 % evap., °C	77-121
T90 – 90 % evap., °C	189 máx.
Residuos de destilación %	98 min.
Presión de vapor de Reid, kPa	60 máx.
Corrosión a la lámina de cobre (3h at 50 °C)	1
Contenido de azufre	650 máx.
Contenido de gomas (mg/cm ³)	3 máx.

Fuente: (Ecuatoriana, 2016)

El grado térmico de las bujías es de 5, un valor alto con respecto la tabla de codificación de las bujías NGK y se interpreta como bujías calientes.

Las pruebas se realizaron en la Natabuela una parroquia donde presenta una altura de 2420 m.s.n.m. Sus condiciones climáticas representanta a un clima templado con temperatura promedio a 15 °C a una presión atmosférica de 78.5 kPa.

Tabla 2.13 Condiciones climáticas de investigación

Ciudad:	Natabuela
Altura:	2420 m.s.n.m.
Temperatura:	18 °C
Presión Atmosférica:	95.2 kPa

Horario establecido para las pruebas y recopilación de datos.

Tabla 2.14 Horario de pruebas

Horario	Día 1		
SAE 10w-30 API SN (VALVOLINE)			
08h00 – 11h00	Datos 2 horas en ralentí	Datos 30 minutos en 2000 rpm.	Datos 30 minutos en 3000 rpm.
SAE 15w-40 API CH-4 (VALVOLINE)			
12h00 – 15h00	Datos 2 horas en ralentí	Datos 30 minutos en 2000 rpm.	Datos 30 minutos en 3000 rpm.
Horario	Día 3		
SAE 20w-50 API SN (VALVOLINE)			
16h00 - 19h00	Datos 2 horas en ralentí	Datos 30 minutos en 2000 rpm.	Datos 30 minutos en 3000 rpm.

Para el proceso de pruebas se utilizó el contador de revoluciones **MGT-300 BRAIN BEE**, el cual funciona conectando directamente a la batería de 12 voltios y el sensor magnético de detonación en una superficie del motor

Prueba # 1



Figura 2.4 Colocación del aceite 10W30

Tabla 2.15 Resultados de presión y consumo de aceite 10w-30

Tipo aceite	SAE 10w-30 API SN (VALVOLINE)	
Cantidad de aceite	3.78 L	
Temperatura del motor	90°C	
RPM	TIEMPO	PRESION DE ACEITE
RALENTI	2 horas	15 psi
2000 rpm	30 minutos	35 psi
3000 rpm	30 minutos	65psi
Consumo específico de aceite	3,54 L	

Prueba # 2



Figura 2.5 Colocación del aceite 15W40

Tabla 2.16 Resultados de presión y consumo de aceite 15w-40

Tipo aceite	SAE 15W-40 API SN (VALVOLINE)	
Cantidad de aceite	3.78 L	
Temperatura del motor	90°C	
RPM	TIEMPO	PRESION DE ACEITE
RALENTI	2 horas	20 psi
2000 Rpm	30 minutos	45 psi
3000 Rpm	30 minutos	70 psi
Consumo especifico de aceite	3.59 L	

Prueba # 3



Figura 2.6 Colocación del aceite 20W-50

Tabla 2.17 Resultados de presión y consumo de aceite 20w-50

Tipo aceite	SAE 20w-50 API SN (VALVOLINE)	
Cantidad de aceite	3.78 L	
Temperatura del motor	90°C	
RPM	TIEMPO	PRESION DE ACEITE
RALENTI	2 horas	30 psi
2000 Rpm	30 minutos	60 psi
3000 Rpm	30 minutos	80 psi
Consumo específico de aceite	3.60 L	

La contaminación del aceite se ocasiona por la presencia de agentes extraños en él, que pueden provenir tanto del exterior como del interior del motor, dentro de los contaminantes que podemos encontrar en el aceite tenemos: partículas y óxidos metálicos, polvo atmosférico, combustible, agua, materia carbonosa y ácidos de la combustión y la propia oxidación del combustible.

2.9. MÉTODO ESTÁTICO

Este método mide los gases (HC, CO, CO₂ y O₂) en el escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motores que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos estando el vehículo estacionado.

Este método se debe utilizar para los vehículos que sean definidos por su fabricante como inoperables en el dinamómetro. Consiste en tres etapas:

- Revisión visual de humo
- Prueba de marcha crucero
- Prueba de marcha lenta en vacío

2.9.1. PROTOCOLO DE PRUEBAS ESTÁTICAS

Primero se ubica el vehículo en el dinamómetro, como el vehículo no posee tacómetro con la ayuda de una pistola estroboscópica se instala al vehículo para que el operador pueda identificar las revoluciones del motor para las dos condiciones de prueba, que es en ralentí y a 2500 rpm. Enchufar el tacómetro al sistema de encendido del motor e identificar la realidad de la marcha mínima o “ralentí”.

Con el motor a temperatura normal de operación y una temperatura del aceite del motor constante de 94°C, además en estado de marcha mínima o “ralentí” enclavar la sonda de ensayo en el sitio de salida del sistema de escape del automóvil.

Asegurase de que la sonda permanezca fija adentro del sistema de escape mientras dure el ensayo. El analizador de gases utilizado para las pruebas estáticas. Es un analizador de gases de corriente parcial para analizar monóxido de carbón (CO), Dióxido de carbono (CO₂), Oxígeno (O₂), hidrocarburos (HC), calculador del valor lambda, con certificado de calibración vigente a la fecha de los ensayos.

Permanecer la duración de respuesta del equipo de medición dado por cada fabricante; Se toman muestras en ralentí, y en aceleraciones de 2500 rpm, se repite el proceso durante tres veces para tomar el valor promedio de los datos obtenidos. Se registra el valor de los datos por el equipo de medición para su posterior análisis.

2.9.2. OBTENCIÓN DE MEDIDAS DE EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES.

Se utilizó el analizador de gases Brain Bee modelo Ags-688 que analiza 5 tipos de gases. Y la prueba fue estática con las especificaciones de la Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2204-

2002 Gestión ambiental. Límites permitidos de emisiones producidas por automotores a gasolina.

Tabla 2.18 Emisiones contaminantes prueba # 1

Tipo de aceite	SAE 10w-30 API SN (VALVOLINE)	
Temperatura:	90°C	
Tipo de prueba	Estática 1000 RPM	Estática 2500 RPM
Tiempo	30 segundos	30 segundos
CO	8.98 % vol.	9.87 % vol.
CO ₂	7.2 % vol.	5 % vol.
HC	1256 ppm.	4490 ppm.
O ²	3.17 % vol.	5.03 % vol.

Tabla 2.19 Emisiones contaminantes prueba # 2

Tipo de aceite	SAE 20w-50 API SN (VALVOLINE)	
Temperatura:	90°C	
Tipo de prueba	Estática 1000 RPM	Estática 2500 RPM
Tiempo	30 segundos	30 segundos
CO	7.93 % vol.	8.87 % vol.
CO ₂	5.1 % vol.	4.3 % vol.
HC	1194 ppm.	4790 ppm.
O ²	6.39 % vol.	6.52 % vol.

Tabla 2.20 Emisiones contaminantes prueba # 3

Tipo de aceite	SAE 40 API SL (VALVOLINE)	
Temperatura:	90°C	
Tipo de prueba	Estática 1000 RPM	Estática 2500 RPM
Tiempo	30 segundos	30 segundos
CO	5.76 % vol.	0.84 % vol.
CO ₂	4.4 % vol.	0.7 % vol.
HC	674 ppm.	148 ppm.
O ₂	9.75 % vol.	20.11 % vol.

2.10. REPARACIÓN DEL MOTOR

La reparación se la realiza cuando el cuándo el motor ya ha cumplido su tiempo de uso, este puede ser determinado por kilómetros de recorrido. También se realiza una reparación por algún tipo de falla transcurrido en su funcionamiento.

El motor Honda CIVIC como fue en su diagnóstico se determinó que necesita una reparación ya que tiene un recorrido estimado de 400000 km y la compresión en los cilindros de 80 a 90psi.

Se realizó un desmontaje total del motor utilizando como herramientas:

- Caja de herramientas TOPTUL mando $1/2$ " y $1/4$ "
- Pistola neumática TOPTUL mando $1/2$ "
- Prensa rines CROSSMAN
- Palanca de fuerza TOPTUL

2.10.1. PROCEDIMIENTO DE DESMONTAJE

1. Como inicio del desmontaje se hizo drenar el aceite del motor y se dirigió hacia el circuito eléctrico para extraer sus elementos como son: cableado completo, arranque, alternador.

2. Se procedió por el circuito de combustible, aflojando las mangueras de entrada de combustible y retorno por medio de la válvula y se extrajo el riel con los inyectores y el tanque como se observa en la figura.
3. Luego se dirigió al sistema de refrigeración aflojando las mangueras y drenado el líquido refrigerante y se extrajo los elementos como son: el radiador y el reservorio.
4. Una vez libre la parte superior del colector de admisión se desmontó y a su vez el colector de escape.
5. Continuando con el desmontaje se procedió a extraer la polea del cigüeñal y desmontar las tapas de la distribución con el fin de colocar la distribución en el punto de referencia y luego se desmontó la banda y los engranes.
6. Se extrajo el motor del banco, se colocó en una mesa y se procedió a desmontar la culata.
7. Se giró el motor para extraer el Carter y luego los pistones y cigüeñal.

Seguido del desmontaje del motor se hizo una limpieza de los elementos: culata, bloque del motor, pistones con bielas, cigüeñal, esto con el fin de ser llevados hacia la rectificadora, la cual dará un diagnóstico del estado que se encuentran.

Se realizó las medidas de los cilindros y cigüeñal y válvulas de admisión y compresión.

Para los cilindros se utilizó un Medidor De Ovalización De Cilindros- Alesometro Starrett serie 452B-9, con el cual se puede analizar la ovalización de cada cilindro desde la parte inferior, media y superior.

Tabla 2.21 Diagnóstico del bloque motor

Desgaste de cilindros	
inferior	0.30 mm; 0.118 in.
medio	0.40 mm; 0,0157 in.
superior	0.525 mm; 0.020 in.

En el caso del cigüeñal se utilizó un micrómetro de exteriores marca Mitutoyo de 50 a 75 mm

Tabla 2.22 Diagnostico de cigüeñal

Desgaste Cigüeñal	
Biela	0.225 mm; 0,00885 in.

Bancada	0.20 mm; 0,00787 in.
---------	----------------------

En la culata se realizó las medidas de las válvulas en el diámetro de cola con una calibrador pie de rey marca Mitutoyo 530-114

Tabla 2.23 Diagnostico de culata

Desgaste de culata	
Válvulas de admisión y compresión	0.035 mm; 0.00137 in.

Se analizó el desgaste de todas las piezas mecánicas del motor y se procedió al pedido de rectificación del motor que quedo de tal manera

Tabla 2.24 Medidas de rectificación de piezas del motor

Pieza	Rectificación
Cilindros del bloque motor	+ 30 in; +0,75 mm.
Codos de biela y bancada del cigüeñal	+ 10 in; + 0.25 mm
Culata	Cambio de válvulas y guías

Para empezar el armado del motor se adquirió los siguientes elementos:

- Pistones + 30; +0,75 mm.
- Anillos de pistón + 30; +0,75 mm.
- Cojinetes de biela y bancada + 10; + 0.25 mm
- Medias luna de cigüeñal
- Válvulas y guías
- Bomba de aceite
- Kit de empaques para reparación

2.10.2. REPARACIÓN DEL BANCO

La reparación del banco se dividió en instalación de ruedas y pintura. Se inició extrayendo las ruedas que se encontraban en mal estado con una moladora DeWalt de 15000w de potencia. Luego se realizó un proceso de soldadura con platinas hacia la estructura del banco para fijar las ruedas con pernos y tuercas.

En el proceso de pintura se lijo la estructura para eliminar bordes y huecos en las superficies. Se realizó una limpieza de toda la estructura y se pintó de color rojo.

2.10.3. PROCESO DE ARMADO DEL MOTOR

Realizada la reparación de los elementos del motor se comenzó al armado de este iniciando con una limpieza total.

Como inicio se armó el mecanismo biela-manivela en motor, con la instalación del cigüeñal, pistones con biela al bloque del motor, cabe recalcar que antes se realizó la prueba de plastigauge, la cual tiene como objetivo medir distancias entre superficies de piezas acopladas.

El resultado de la medición fue 0,0015 pulgadas o 0.038mm. la cual indica que se encuentra en un rango de tolerancia aceptable y se armó el motor en la fase $\frac{3}{4}$ ".

Siguiendo con el montaje de los elementos de motor se realizó con todas las medidas pertinentes y bajo el Manual del fabricante a lo que se refiere fuerza de apriete de los pernos.

Se realizó el montaje del motor al banco y se instaló todos los elementos del sistema de alimentación de combustible y el de refrigeración.

2.10.4. REPARACIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO.

En este sistema se encontró un mal estado en los fusibles ya que estaban conectado por medio de cables y sin cinta aislante. Por lo cual se realizó una instalación de una caja de fusibles.

El switch de arranque no constaba de llaves por lo cual se reemplazó por un nuevo.

Se revisó la señal de continuidad en todo el cableado y se observó que el electro ventilador se encontraba conectado directamente hacia la batería por lo cual se instaló un switch para que su funcionamiento sea en relación con el sensor de temperatura del refrigerante.

Se realizó la adquisición de una batería para su funcionamiento.

Se realizó la compra cables y bujías nuevas con propiedades mayores para que brinde una mejor combustión en el motor

2.11. SEGUNDA PRUEBA DE ACEITE.

Con el motor reparado y realizado el reacondicionamiento de todos sus sistemas se procedió a realizar las pruebas en el motor bajo las siguientes especificaciones:

Se realizó la entrega del motor al taller de ingeniería automotriz ubicado en la ciudad de Ibarra en el colegio universitario UTN, en el cual se realizó las pruebas comparativas con el motor reparado, aceite nuevo con las mismas especificación de las anteriores pruebas.

Tabla 2.25 Condiciones climáticas de investigación

Ciudad:	Ibarra
Altura:	2225 m s. n. m.
Temperatura:	22 °C
Presión Atmosférica:	87.14 kPa

Horario establecido para las pruebas y recopilación de datos.

Este horario se estableció bajo los permisos de ingreso al taller y el horario de trabajo del mismo y con el fin de comparar los datos obtenidos en dos localidades de la provincia.

Tabla 2.26 Horario de pruebas

Horario	Día 1		
	SAE 10w-30 API SN (VALVOLINE)		
10h00 – 13h00	Datos 2 horas en ralentí	Datos 30 minutos en 2000 rpm.	Datos 30 minutos en 3000 rpm.
Horario	Día 2		
	SAE 15w-40 API CH-4 (VALVOLINE)		
10h00 – 13h00	Datos 2 horas en ralentí	Datos 30 minutos en 2000 rpm.	Datos 30 minutos en 3000 rpm.
Horario	Día 3		
	SAE 20w-50 API SN (VALVOLINE)		
10h00 - 13h00	Datos 2 horas en ralentí	Datos 30 minutos en 2000 rpm.	Datos 30 minutos en 3000 rpm.

Prueba # 4



Figura 2. 7 Colocación del aceite 10W30

En la tabla se observa la variación de la presión con el aceite 10w30 en función al régimen de funcionamiento del motor a una temperatura óptima.

Tabla 2.27 Resultados de presión y consumo de aceite 10w-30

Tipo aceite	SAE 10w-30 API SN (VALVOLINE)	
Cantidad de aceite	3.78 L	
Temperatura del motor	90°C	
RPM	TIEMPO	PRESION DE ACEITE
RALENTI	2 horas	20 psi
2000 rpm	30 minutos	40 psi
3000 rpm	30 minutos	70 psi
Consumo específico de aceite	3,65 L	

Prueba # 5



Figura 2.8 Colocación del aceite 15W-40

En la tabla se observa la variación de la presión con el aceite 15w40 en función al régimen de funcionamiento del motor a una temperatura óptima.

Tabla 2.28 Resultados de presión y consumo de aceite 15w-40

Tipo aceite	SAE 15W-40 API SN (VALVOLINE)	
Cantidad de aceite	3.78 L	
Temperatura del motor	90°C	
RPM	TIEMPO	PRESION DE ACEITE
RALENTI	2 horas	25 psi
2000 Rpm	30 minutos	55 psi
3000 Rpm	30 minutos	75 psi
Consumo especifico de aceite	3.65 L	

Prueba # 6



Figura 2.9 Colocación del aceite 20W-50

En la tabla se observa la variación de la presión con el aceite 10w30 en función al régimen de funcionamiento del motor a una temperatura óptima.

Tabla 2.29 Resultados de presión y consumo de aceite 20w-50

Tipo aceite	SAE 20w-50 API SN (VALVOLINE)	
Cantidad de aceite	3.78 L	
Temperatura del motor	90°C	
RPM	TIEMPO	PRESION DE ACEITE
RALENTI	2 horas	30 psi
2000 Rpm	30 minutos	65 psi
3000 Rpm	30 minutos	85 psi
Consumo específico de aceite	3.66 L	

En la tabla se observa los datos que se obtuvo en la prueba estática de emisiones contaminantes con el aceite 10w30 bajo regímenes de funcionamiento y a una temperatura óptima.

Tabla 2.30 Tabla Emisiones contaminantes prueba # 4

Tipo de aceite	SAE 10w-30 API SN (VALVOLINE)	
Temperatura:	90°C	
Tipo de prueba	Estática 1000 RPM	Estática 2500 RPM
Tiempo	30 segundos	30 segundos
CO	1.51 % vol.	1.7 % vol.
CO ₂	12.7 % vol.	12.2 % vol.
HC	438 ppm.	409.6 ppm.
O ²	1.96 % vol.	2.58 % vol.

En la tabla se observa los datos que se obtuvo en la prueba estática de emisiones contaminantes con el aceite 15w40 bajo regímenes de funcionamiento y a una temperatura óptima.

Tabla 2.31 Emisiones contaminantes prueba # 5

Tipo de aceite	SAE 15w-40 API SL (VALVOLINE)	
Temperatura:	90°C	
Tipo de prueba	Estática 1000 RPM	Estática 2500 RPM
Tiempo	30 segundos	30 segundos
CO	1.3 % vol.	1.29 % vol.
CO ₂	12.5 % vol.	12.8 % vol.
HC	441.6 ppm.	388 ppm.
O ²	2.51 % vol.	1.99 % vol.

En la tabla se observa los datos que se obtuvo en la prueba estática de emisiones contaminantes con el aceite 20w50 bajo regímenes de funcionamiento y a una temperatura óptima.

Tabla 2.32 Emisiones contaminantes prueba # 6

Tipo de aceite	SAE 20w-50 API SN (VALVOLINE)	
Temperatura:	90°C	
Tipo de prueba	Estática 1000 RPM	Estática 2500 RPM
Tiempo	30 segundos	30 segundos
CO	1.57 % vol.	1.64 % vol.
CO ₂	12.56 % vol.	12.73 % vol.
HC	332 ppm.	302 ppm.
O ²	2.13 % vol.	2.04 % vol.

Como información adicional e importe para el análisis de la investigación se realizaron pruebas de emisiones contaminantes con el motor reparado a regímenes de funcionamiento de 3000 rpm y 4000 rpm

En la tabla se observar los datos obtenidos con el aceite 10w30 y a diferentes regímenes de funcionamiento y temperatura óptima.

Tabla 2.33 Emisiones contaminantes prueba # 7

Tipo de aceite	SAE 10w-30 API SN (VALVOLINE)	
Temperatura:	90°C	
Tipo de prueba	Estática 3000 RPM	Estática 4000 RPM
Tiempo	30 segundos	30 segundos
CO	1.49 % vol.	1.3 % vol.
CO ₂	13 % vol.	13.26 % vol.
HC	270 ppm.	191 ppm.
O ²	1.64 % vol.	1.45 % vol.

En la tabla se observar los datos obtenidos con el aceite 15w40 y a diferentes regímenes de funcionamiento y temperatura óptima.

Tabla 2.34 Emisiones contaminantes prueba # 8

Tipo de aceite	SAE 20w-50 API SN (VALVOLINE)	
Temperatura:	90°C	
Tipo de prueba	Estática 3000 RPM	Estática 4000 RPM
Tiempo	30 segundos	30 segundos
CO	1.67 % vol.	1.19 % vol.
CO ₂	12.86 % vol.	13.4 % vol.
HC	252 ppm.	164 ppm.
O ²	1.75 % vol.	1.56 % vol.

En la tabla se observan los datos obtenidos con el aceite 20w50 y a diferentes regímenes de funcionamiento y temperatura óptima.

Tabla 2.35 Emisiones contaminantes prueba # 9

Tipo de aceite	SAE 15w-40 API SL (VALVOLINE)	
Temperatura:	90°C	
Tipo de prueba	Estática 3000 RPM	Estática 4000 RPM
Tiempo	30 segundos	30 segundos
CO	1.57 % vol.	1.15 % vol.
CO ₂	12.56 % vol.	13.13 % vol.
HC	332 ppm.	249.6 ppm.
O ²	2.13 % vol.	1.75 % vol.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSION.

3.1. ANALISIS DE LOS DATOS PARA LA VERIFICACION DEL CONSUMO ESPECIFICO DE ACEITE TANTO DEL 10W30, 15W40 Y 20W50.

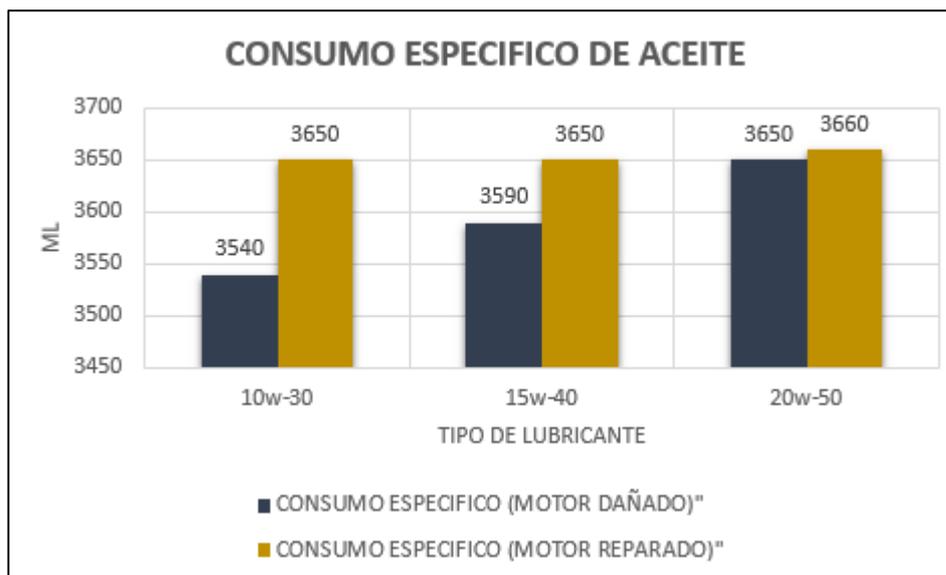


Figura 3.1 Consumo especifico de aceite

A lo largo de la medición de presión de aceite, las pruebas se realizaron con el motor en mal estado y después reparado. Se estableció la cantidad de 3785 ml y un tipo de lubricante en el siguiente orden: SAE10w30 API SN, SAE15w40 API CH-4 y SAE20W50 API SN, el tiempo de funcionamiento y a regímenes de funcionamiento de 2 horas a 1000 rpm, 30 minutos a 2000 rpm y 30 minutos a 3000 rpm y la temperatura en el motor entre 85 y 95 °C.

Al finalizar las pruebas se realizó el drenado de cada aceite por el tapón que se encuentra ubicado en el Carter del motor por un tiempo de 30 minutos y con las mediciones expuestas en el galón expuestas en litros y un vaso de precipitación de 500 ml se logró medir cada lubricante dando como resultado, para el aceite SAE 10w30 API SN de 3540 y 3650 ml con el motor en mal estado y luego reparado respectivamente, para el SAE 15w40 API CH-4 de 3590 y 3650 ml y para el SAE 20w50 API SN de 3650 y 3660 ml.

De igual manera se extrajo el filtro de aceite en cada prueba que se realizó para lograr que las medidas se aproximen a las reales del consumo específico sin embargo una pequeña cantidad de aceite se queda en el filtro.

Existe un consumo de los aceites con el motor en mal estado entre 50 y 100 ml en comparación al motor reparado con los distintos lubricantes y se deduce que en relación al grado de viscosidad y la holgura entre los mecanismos del motor existe una fuga ya sea en los pistones y los cilindros o también en la válvulas y guías, hacia la cámara de combustión y en el momento que la bujía provoca la chispa para encender la mezcla aire y combustible y se origine la expansión, se queme una pequeña cantidad de aceite.

3.2. ANÁLISIS DE DATOS DE LAS PRESIONES OBTENIDOS A LAS DIFERENTES REVOLUCIONES DE 1000, 2000 Y 3000.

3.2.1. ANÁLISIS DE LA PRESION UTILIZANDO LOS DIFERENTES ACEITES LUBRICANTES 10W30,15W40 Y 20W50 A 1000 REVOLUCIONES

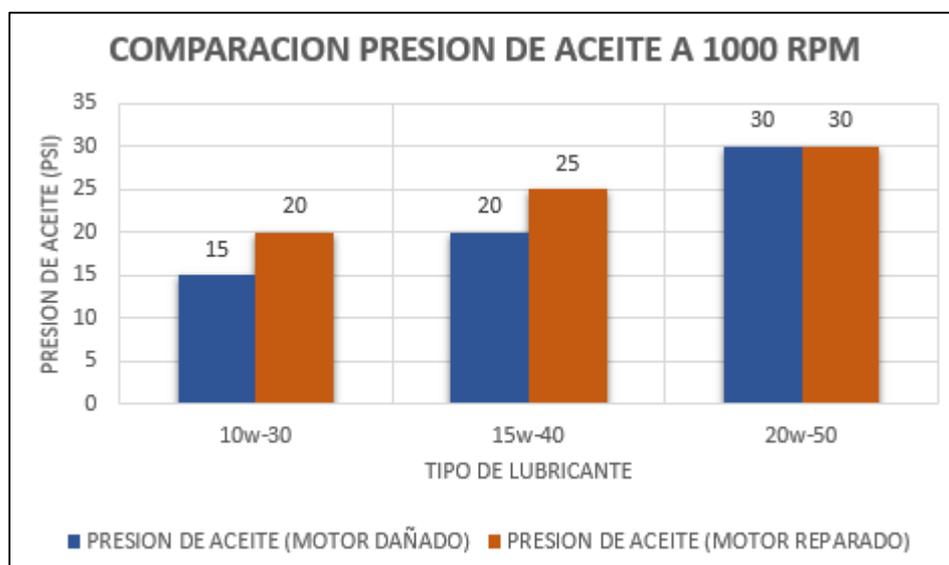


Figura 3.2 Valores de presión con aceite a 1000 rpm

A lo largo de la medición de presión de aceite, las pruebas se realizaron con el motor en mal estado y después reparado. Se estableció un tipo de lubricante entre SAE10w30 API SN, SAE15w40 API CH-4 y SAE20W50 API SN, el tiempo de funcionamiento regímenes de

funcionamiento de 2 horas a 1000 rpm, 30 minutos a 2000 rpm y 30 minutos a 3000 rpm y la temperatura en el motor entre 85 y 95 °C.

Como se observa en la figura, en el caso de lubricante SAE 10w30 API SN, el valor de presión a ralentí (1000 rpm) existe una variación de 20 psi con el motor reparado y 15 psi con el mismo en mal estado, para el lubricante SAE 15w40 API CH-4 de eleva con una variación de 25 y 20 psi respectivamente y con el SAE 20w50 se mantiene igual a 30 psi en los dos estados del motor,

Esta variación de presión se da por el tipo de viscosidad entre cada uno de los lubricantes ya que desde el lubricante SAE 10w30 tiene una viscosidad cinemática en de 11 cSt, el SAE 15w40 API CH-4 (15,5 cSt) y SAE20w50 API SN (18 cSt) todos a 100 °C y en relación a los datos propuestos por el fabricante (HONDA MOTOR CO., 1992) en motor puede alcanzar hasta una presión de aceite de 10 psi a una temperatura de 95 °C para un correcto funcionamiento.

3.2.2. ANÁLISIS DE LA PRESION UTILIZANDO LOS DIFERENTES ACEITES LUBRICANTES 10W30,15W40 Y 20W50 A 2000 REVOLUCIONES

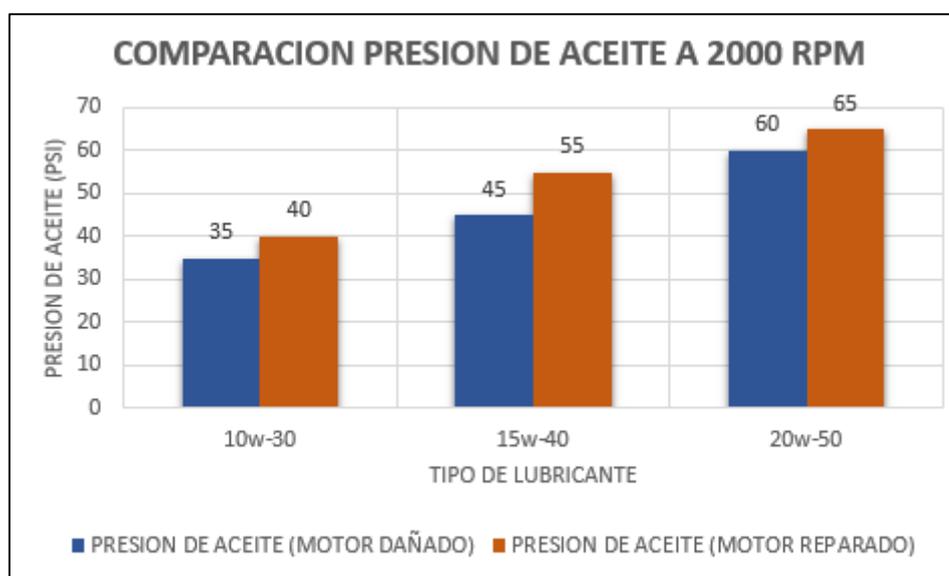


Figura 3.3 Valores de presión con aceite a 2000 rpm

La figura presenta el valor de la presión de los lubricantes SAE 10w30 API SN, SAE 15w40 API CH-4 y SAE 20w50 API SN a un régimen de funcionamiento de 2000 rpm, temperatura del motor entre 85 y 95 °C y en las dos condiciones de estado del motor.

Como resultado existe una elevación de los lubricantes, para el lubricante SAE 10w30 API SN se eleva entre 40 y 35 psi con el motor reparado y en mal estado respectivamente, con el lubricante SAE 15w40 API CH-4 se eleva entre 55 y 45 psi y con el lubricante SAE 20w50 API SN se eleva entre 65 y 60 psi respectivamente.

La variación de presión que existe entre cada aceite se debe a que el motor está en condiciones de reparación, la bomba de aceite tiene un funcionamiento medio y al realizar la reparación se reemplazó por una nueva, la cual mejora el funcionamiento y eleva la presión, ya que la holgura que existe en sus mecanismos es mínimo.

3.2.3. ANÁLISIS DE LA PRESION UTILIZANDO LOS DIFERENTES ACEITES LUBRICANTES 10W30,15W40 Y 20W50 A 3000 REVOLUCIONES

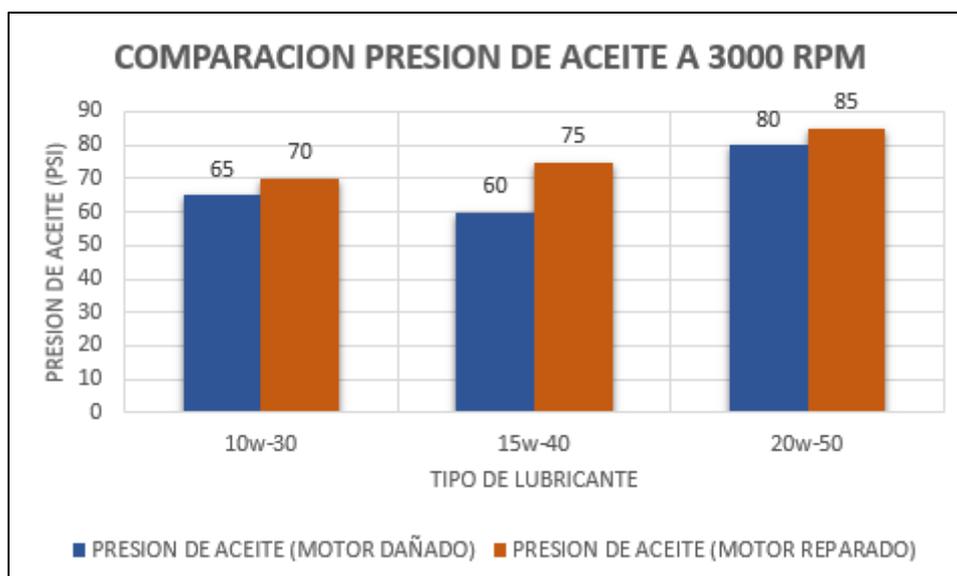


Figura 3.4 Valores de presión con aceite a 3000 rpm

La figura presenta el valor de la presión de los lubricantes SAE 10w30 API SN, SAE 15w40 API CH-4 y SAE 20w50 API SN a un régimen de funcionamiento de 3000 rpm, temperatura del motor entre 85 y 95 °C y en las dos condiciones de estado del motor.

A lo largo de la medición a 3000 rpm dio como resultado que existe una elevación de presión en los lubricantes, para el lubricante SAE 10w30 API SN se eleva entre 70 y 65 psi con el motor reparado y en mal estado respectivamente, con el lubricante SAE 15w40 API CH-4 se eleva entre 75 y 60 psi y con el lubricante SAE 20w50 API SN se eleva entre 85 y 80 psi respectivamente.

Como expresa el manual de mantenimiento y reparación del motor HONDA CIVIC (HONDA MOTOR CO., 1992), la presión del aceite a 3000 rpm puede ser mínimo 50 psi, en los lubricantes realizado la prueba se mantienen en los rangos propuestos por el fabricante y de acuerdo a la curva de Stribeck la capa de lubricante que puede ser simple, mixta o hidrodinámica entre los mecanismos aumenta en relación a la viscosidad y el régimen del motor, por lo cual se deduce que con el lubricante SAE 20w50 API SN la presión aumenta ya que contiene una viscosidad cinemática de 20 cSt a 100 °C a diferencia de los otros lubricantes que es menor.

3.3. ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS DE ACUERDO A LOS TIPOS DE ACEITES USADOS EN REFERENCIA A LAS EMISIONES CONTAMINANTES.

Realizadas las pruebas de emisiones de gases contaminantes con gasolina extra a 1000, 2500, 3000 y 4000 revoluciones, utilizando los aceites lubricantes 10w30, 20w50, y 15w40 se obtuvo los datos necesarios para conseguir resultados de la presente investigación.

3.3.1. ANÁLISIS DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) UTILIZANDO LOS ACEITES LUBRICANTES 10w30, 20W50 Y 15w40 A 1000 Y 2500 RPM.

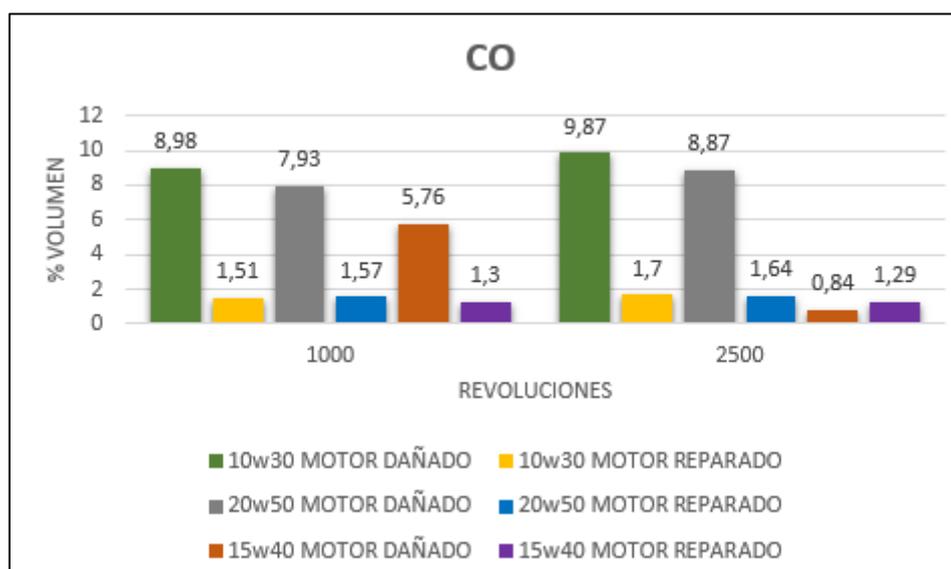
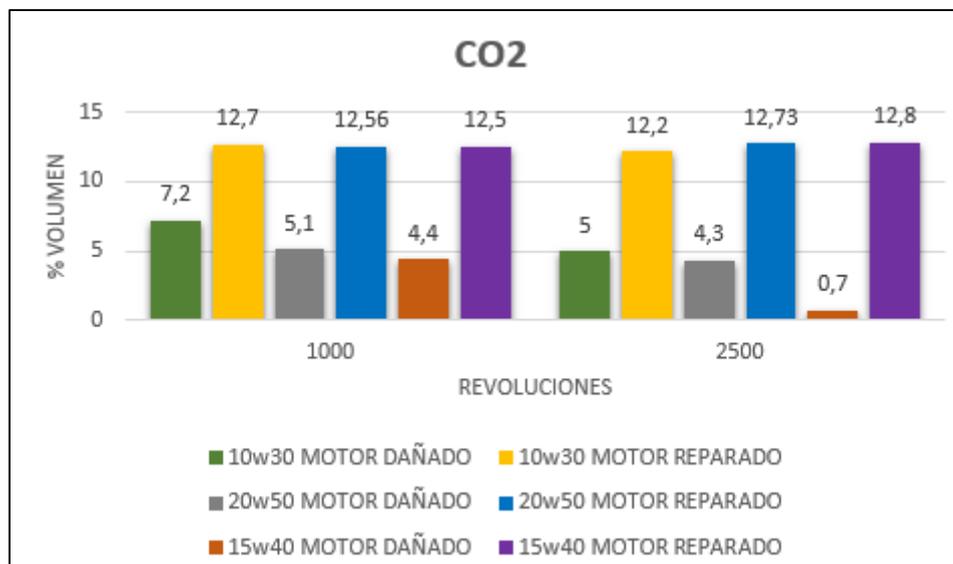


Figura 3.5 Valores promedio de (CO) tanto de motor dañado y motor reparado a 1000 y 2500 rpm.

Durante la medición de gases de escape se obtuvo el valor promedio del monóxido de carbono, teniendo en cuenta que se realizó una prueba por día de cada tipo de aceite lubricante. Se tomó en cuenta los factores más principales a la hora de la combustión los cuales son: la temperatura ambiente, la prueba se realizó en la ciudad de Ibarra, dándonos como valor promedio de temperatura 18 grados centígrados, también la altura y presión atmosférica con valores que son a 2225 m.s.n.m con una presión de 0.78 atmosferas. Teniendo en cuenta estos factores se puede decir que el motor no va tener su rendimiento máximo ya que la altura y la presión afectan y hace que el motor tenga perdida de potencia; aclarando este punto se pasó a realizar la prueba, se utilizó 3 distintos tipos de aceite como son: 10w30, 20w50, 15w40, esto se realizó a diferentes revoluciones que fueron a 1000 y 2500, además fueron realizadas antes y después del motor reparado como se observa en la figura 3.5; mediante esto se obtuvieron los siguientes datos en relación al monóxido de carbono los cuales fueron: a 1000 rpm y antes del motor reparado se obtuvo (10w30 = 9,8), (20w50 = 7,93) y (15w40 = 5,76) y a 2500 rpm se obtuvo (10w30 = 9,87), (20w50 = 8,87) y (15w40 = 0,84); así mismo se realizó las pruebas después del motor reparado, lo cual se obtuvieron los siguientes datos: a 1000 rpm, (10w30 = 1,51), (20w50 = 1,57) y (15w40 = 1,3) y a 2500 rpm (10w30 = 1,7), (20w50 = 1,64) y (15w40 = 1,29), aclarando que todos los datos son en % de volumen.

Obtenido todos los datos se puede afirmar mediante la normativa E-OBD, la cual establece que el monóxido de carbono a 1000 rpm este en el rango de (1% - 2%) y a 2000 rpm sea el 1%; que los datos obtenidos antes del motor reparado no cumplen con el rango establecido tanto a 1000 y 2500 rpm, sin embargo después del motor reparado a 1000 rpm los 3 tipos de lubricantes cumplen con la normativa y a 2500 rpm están cerca del valor establecido por la norma, pero el que más se acerca al valor es el lubricante 15w40.

3.3.2. ANÁLISIS DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) UTILIZANDO LOS ACEITES LUBRICANTES 10w30, 20W50 Y 15w40 A 1000 Y 2500 RPM.



D: **Figura 3.6** Valores promedio de (CO₂) tanto de motor dañado y motor reparado a 1000 y a 2500 rpm

no se muestra en la figura 3.6; se realizó la prueba respectiva en la cual se utilizó 3 distintos tipos de aceite como son: 10w30, 20w50, 15w40, esto se realizó a diferentes revoluciones que fueron a 1000 y 2500, además fueron realizadas antes y después del motor reparado; mediante esto se obtuvieron los siguientes datos en relación al dióxido de carbono los cuales fueron: a 1000 rpm y antes del motor reparado se obtuvo (10w30 = 7,2), (20w50 = 5,1) y (15w40 = 4,4) y a 2500 rpm se obtuvo (10w30 = 5), (20w50 = 4,3) y (15w40 = 0,7); así mismo se realizó las pruebas después del motor reparado, lo cual se obtuvieron los siguientes datos: a 1000 rpm, (10w30 = 12,7), (20w50 = 12,56) y (15w40 = 12,5) y a 2500 rpm (10w30 = 12,2), (20w50 = 12,73) y (15w40 = 12,8), aclarando que todos los datos son en % de volumen.

Obtenido todos los datos se puede afirmar mediante la normativa E-OBD, la cual establece que el dióxido de carbono a 1000 rpm este en el rango de (12% - 12,5%) y a 2000 rpm el 13%; que los datos obtenidos antes del motor reparado no cumplen con el rango establecido ya que tienen un % volumen muy bajo, tanto a 1000 y 2500 rpm; sin embargo después del motor reparado a 1000 y 2500 rpm los 3 tipos de lubricantes cumplen con la normativa referente al dióxido de carbono.

3.3.3. ANÁLISIS DE HIDROCARBUROS (HC) UTILIZANDO LOS ACEITES LUBRICANTES 10w30, 20W50 Y 15w40 A 1000 Y 2500 RPM.

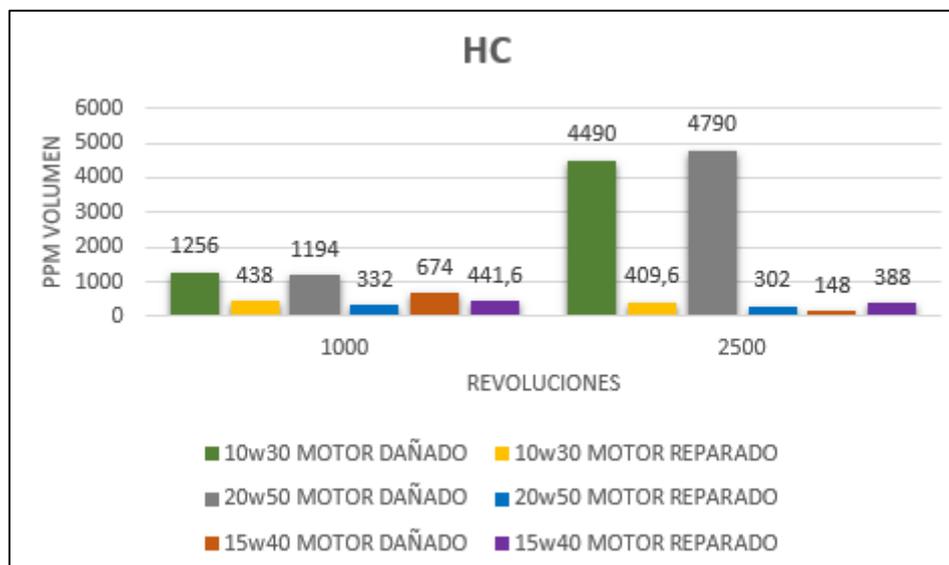


Figura 3.7 Valores promedio de (HC) tanto de motor dañado y motor reparado a 1000 y 2500 rpm.

La figura 3.7 representa el valor promedio de hidrocarburos (HC) con los diferentes tipos de lubricantes como son el 10w30, 20w50 y el 15w40 a 1000 y 2500 revoluciones con el motor reparado; teniendo en cuenta que la prueba se realizó en el taller del colegio universitario y los diferentes factores como son: temperatura ambiente 18-24 grados centígrados, altura 2225 m.s.n.m y a una presión atmosférica de 0.78 atmosferas, lo cual mediante un análisis se llegó al concluir que mediante la altura y la presión que existe en Ibarra va a existir perdidas de potencia.

mediante esto se obtuvieron los siguientes datos en relación a los hidrocarburos (HC) los cuales fueron: a 1000 rpm y antes del motor reparado se obtuvo (10w30 = 1256), (20w50 = 1194) y (15w40 = 674) y a 2500 rpm se obtuvo (10w30 = 4490),(20w50 = 4790) y (15w40 = 148); así mismo se realizó las pruebas después del motor reparado, lo cual se obtuvieron los siguientes datos: a 1000 rpm, (10w30 = 438), (20w50 = 332) y (15w40 = 441,6) y a 2500 rpm (10w30 = 409,6), (20w50 = 302) y (15w40 = 388), aclarando que todos los datos son en ppm (partículas por millón) volumen.

Con los datos obtenidos mediante la normativa E-OBD, la cual establece que a 1000 rpm los valores de HC deben ser menores de 300 ppm para un buen funcionamiento y que a 2000 rpm deben tener un valor aproximado de 150 ppm, ya que a mayores revoluciones los HC

descienden. Se llegó a la conclusión que los datos obtenidos a 1000 rpm y antes del motor estar reparado no cumplen con la normativa y 2500 revoluciones antes del motor estar reparado, e lubricante 15w40 cumple con las expectativas de la norma; con el motor reparado a 1000 rpm, el lubricante 20w50 está en el rango de la normativa y a 2500 rpm con motor reparado no cumplen con la normativa.

3.3.4. ANÁLISIS DE OXIGENO (O₂) UTILIZANDO LOS ACEITES LUBRICANTES 10w30, 20W50 Y 15w40 A 1000 Y 2500 RPM.

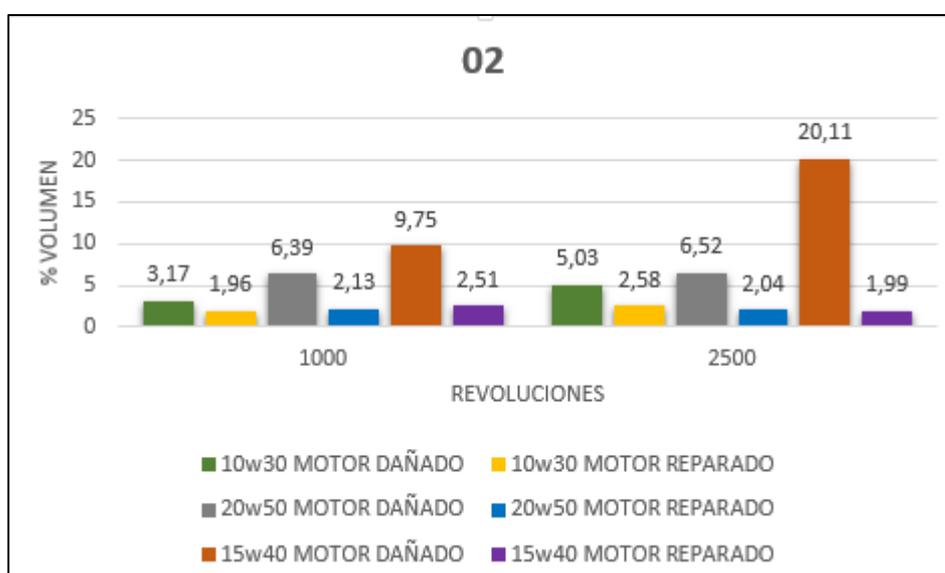


Figura 3.8 Valores promedio de (O₂) tanto de motor dañado y motor reparado a 1000 y 2500 rpm.

La figura 3.8 representa el valor promedio del oxígeno, con los diferentes tipos de lubricantes como son el 10w30, 20w50 y el 15w40 a 3000 y 4000 revoluciones con el motor reparado; teniendo en cuenta que la prueba se realizó en el taller del colegio universitario y los diferentes factores como son: temperatura ambiente 18-24 grados centígrados, altura 2225 m.s.n.m y a una presión atmosférica de 0.78 atmosferas, lo cual mediante un análisis se llegó al concluir que mediante la altura y la presión que existe en Ibarra va a existir perdidas de potencia, esto es debido a una perdida no tan alta de aire en la ciudad.

mediante esto se obtuvieron los siguientes datos en relación al oxígeno, los cuales fueron: a 1000 rpm y antes del motor reparado se obtuvo (10w30 = 3,17), (20w50 = 6,36) y (15w40 = 9,75) y a 2500 rpm se obtuvo (10w30 = 5,03), (20w50 = 6,52) y (15w40 = 20,11); así mismo se realizó las pruebas después del motor reparado, lo cual se obtuvieron los siguientes datos: a

1000 rpm, (10w30 = 1,96), (20w50 = 2,13) y (15w40 = 2,51) y a 2500 rpm (10w30 = 2,58), (20w50 = 2,04) y (15w40 = 1,99), aclarando que todos los datos son en % de volumen.

Con los datos obtenidos mediante la normativa E-OBD, la cual establece que a 1000 rpm los valores estén entre (1,2% - 2,5%) y para 2000 rpm los valores de oxígeno sean de 0,8%. Mediante esto se puede afirmar que los datos obtenidos de 1000 y 2500 rpm, antes del motor reparado no cumplen con la normativa y los valores a 1000 rpm y con el motor reparado si cumplen con la normativa y a 2500 rpm con motor reparado no están en el rango que se otorgó mediante la normativa pero también se puede decir que hay un des incremento en los datos que se obtuvieron con el motor reparado a 1000 y 2500 revoluciones.

3.3.5. ANÁLISIS DEL MONOXIDO DE CARBONO (C) UTILIZANDO LOS ACEITES LUBRICANTES 10w30, 20W50 Y 15w40 A 3000 Y 4000 RPM

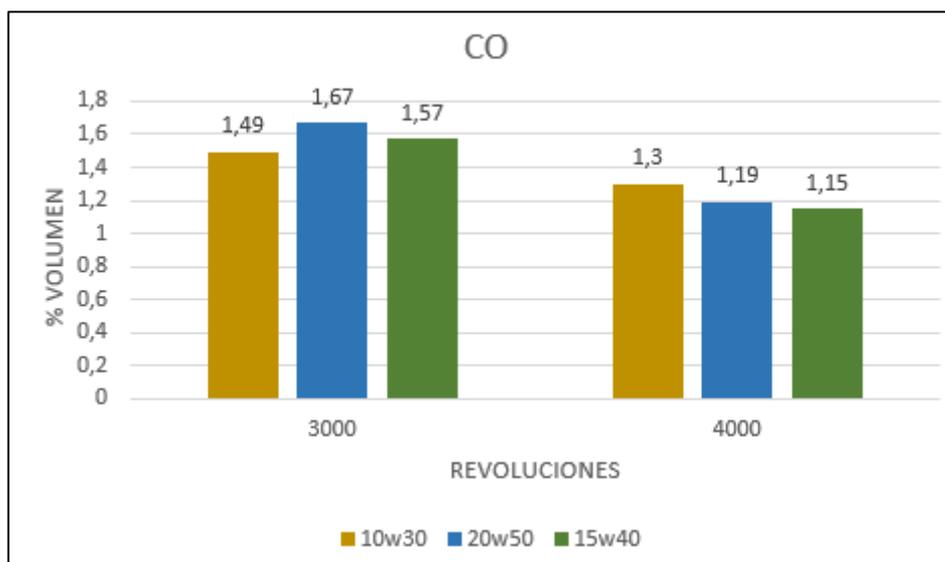


Figura 3.9 Valores promedio de (CO) motor reparado a 3000 y 4000 rpm.

La figura 3.9 representa el valor promedio del monóxido de carbono con los diferentes tipos de lubricantes como son el 10w30, 20w50 y el 15w40 a 3000 y 4000 revoluciones con el motor reparado; teniendo en cuenta que la prueba se realizó en el taller del colegio universitario y los diferentes factores como son: temperatura ambiente 18-24 grados centígrados, altura 2225 m.s.n.m y a una presión atmosférica de 0.78 atmosferas, lo cual mediante un análisis se llegó al concluir que mediante la altura y la presión que existe en Ibarra va a existir perdidas de potencia.

Los datos obtenidos a 3000 rpm y después del motor reparado se obtuvo (10w30 = 1,49), (20w50 = 1,67) y (15w40 = 1,57) y a 4000 rpm se obtuvo (10w30 = 1,3), (20w50 = 1,19) y

(15w40 = 1,15), todos los datos obtenidos son en % volumen. Mediante estos datos se llegó a concluir que a medida de que se sube las revoluciones los valores de monóxido de carbono bajan, esto es porque el sistema de alimentación economiza correctamente, además se puede decir que el lubricante 10w30 a 3000 rpm es más eficaz, así mismo el 15w40 a 4000 rpm es más eficaz.

3.3.6. ANÁLISIS DEL DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) UTILIZANDO LOS ACEITES LUBRICANTES 10w30, 20W50 Y 15w40 A 3000 Y 4000 RPM

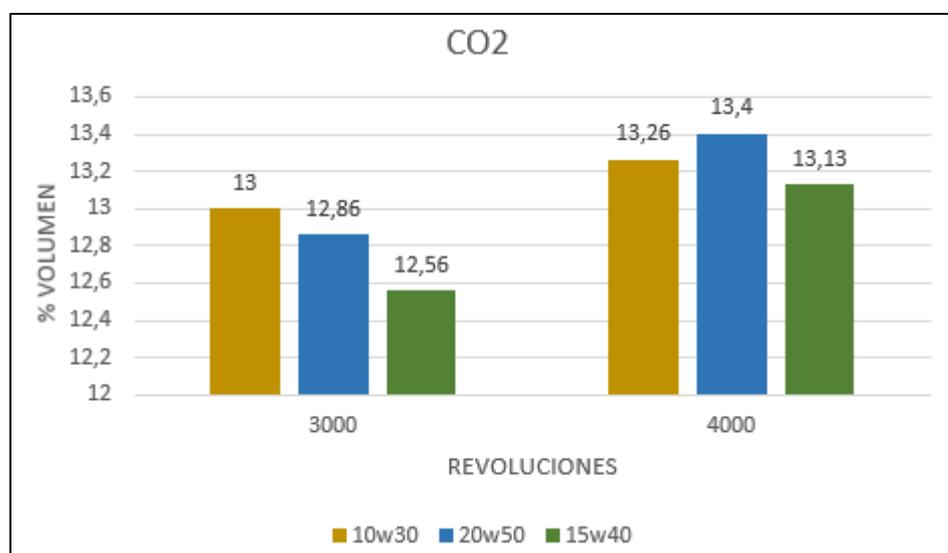


Figura 3.10 Valores promedio de (CO₂) motor reparado a 3000 y 4000 rpm.

La figura 3.10 representa el valor promedio del dióxido de carbono con los diferentes tipos de lubricantes como son el 10w30, 20w50 y el 15w40 a 3000 y 4000 revoluciones con el motor reparado; teniendo en cuenta que la prueba se realizó en el taller del colegio universitario y los diferentes factores como son: temperatura ambiente 18-24 grados centígrados, altura 2225 m.s.n.m y a una presión atmosférica de 0.78 atmosferas, lo cual mediante un análisis se llegó al concluir que mediante la altura y la presión que existe en Ibarra va a existir perdidas de potencia.

Los datos obtenidos a 3000 rpm y después del motor reparado se obtuvo (10w30 = 13), (20w50 = 12,86) y (15w40 = 12,56) y a 4000 rpm se obtuvo (10w30 = 13,26), (20w50 = 13,4) y (15w40 = 13,13), todos los datos obtenidos son en % volumen. Mediante estos datos se llegó a concluir que el dióxido de carbono va subiendo un poco conforme se va subiendo las revoluciones,

además se puede decir que el lubricante 10w30 a 3000 rpm es más eficaz, así mismo el 20w50 a 4000 rpm es más eficaz.

3.3.7. ANÁLISIS DEL HIDROCARBUROS (HC) UTILIZANDO LOS ACEITES LUBRICANTES 10w30, 20W50 Y 15w40 A 3000 Y 4000 RPM

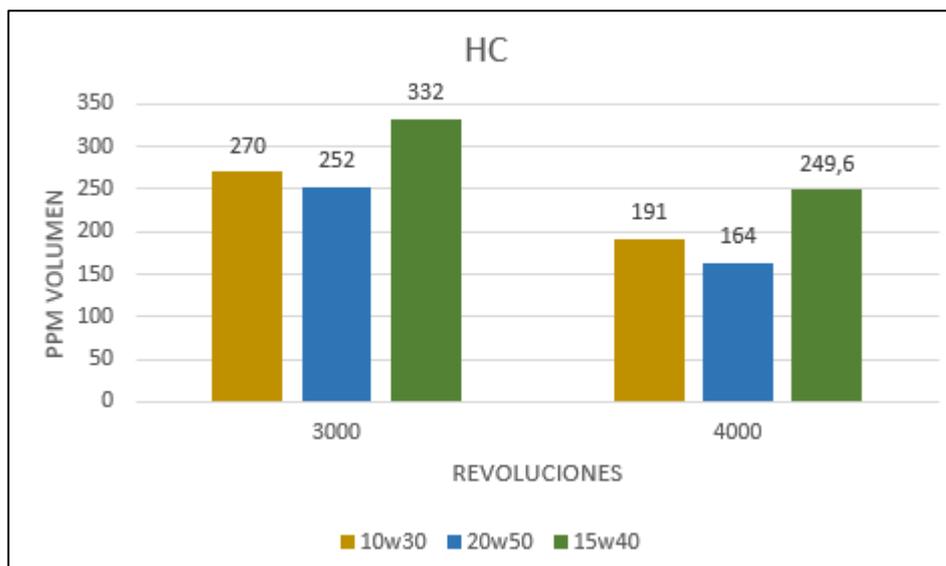


Figura 3.11 Valores promedio de (HC) motor reparado a 3000 y 4000 rpm.

La figura 3.11 representa el valor promedio hidrocarburos (HC) con los diferentes tipos de lubricantes como son el 10w30, 20w50 y el 15w40 a 3000 y 4000 revoluciones con el motor reparado; teniendo en cuenta que la prueba se realizó en el taller del colegio universitario y los diferentes factores como son: temperatura ambiente 18-24 grados centígrados, altura 2225 m.s.n.m y a una presión atmosférica de 0.78 atmosferas, lo cual mediante un análisis se llegó al concluir que mediante la altura y la presión que existe en Ibarra va a existir perdidas de potencia.

Los datos obtenidos a 3000 rpm y después del motor reparado se obtuvo (10w30 = 270), (20w50 = 252) y (15w40 = 332) y a 4000 rpm se obtuvo (10w30 = 191), (20w50 = 164) y (15w40 = 249), todos los datos obtenidos son en ppm (partículas por millón) volumen. Mediante estos datos se llegó a concluir que a medida de que se sube las revoluciones los valores de HC disminuyen igual que el monóxido de carbono, esto es porque el sistema de alimentación economiza correctamente, además se puede decir que el lubricante 20w50 es un poco más eficaz que los demás lubricantes con respectos a los HC.

3.3.8. ANÁLISIS DEL OXIGENO (O₂) UTILIZANDO LOS ACEITES LUBRICANTES 10w30, 20W50 Y 15w40 A 3000 Y 4000 RPM

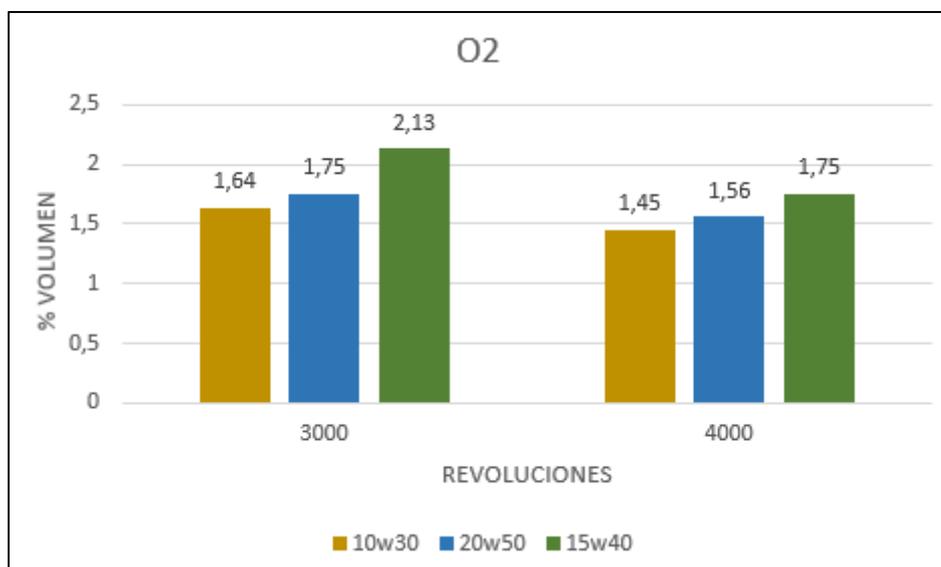


Figura 3.12 Valores promedio de (O₂) motor reparado a 3000 y 4000 rpm.

La figura 3.12 representa el valor promedio del oxígeno con los diferentes tipos de lubricantes como son el 10w30, 20w50 y el 15w40 a 3000 y 4000 revoluciones con el motor reparado; teniendo en cuenta que la prueba se realizó en el taller del colegio universitario y los diferentes factores como son: temperatura ambiente 18-24 grados centígrados, altura 2225 m.s.n.m y a una presión atmosférica de 0.78 atmosferas, lo cual mediante un análisis se llegó al concluir que mediante la altura y la presión que existe en Ibarra va a existir perdidas de potencia, esto es debido a que existe una pérdida de oxígeno en el aire.

Los datos obtenidos a 3000 rpm y después del motor reparado se obtuvo (10w30 = 1,64), (20w50 = 1,75) y (15w40 = 2,13) y a 4000 rpm se obtuvo (10w30 = 1,45), (20w50 = 1,56) y (15w40 = 1,75), todos los datos obtenidos son en % volumen. Mediante estos datos se llegó a concluir que a medida de que se sube las revoluciones los valores de oxígeno bajan, esto es porque a mayor número de vueltas quema mejor, además se puede decir que el lubricante 10w30 es un poco más eficaz que los demás lubricantes con respecto al oxígeno.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- El diagnóstico del motor honda dio como resultado un desgaste en los cilindros de 0.30 mm en el inferior, 0.40 mm en la parte media y 0.525 mm en la parte superior; la culata tuvo un desgaste en la válvulas de admisión y compresión de 0.035 mm y en cigüeñal un desgaste en el codo de biela de 0.225 mm y en el codo de bancada de 0.20 mm. por lo cual se procedió a realizar la rectificación del motor con medidas en los cilindros de + 0,75 mm, en los codos de biela y bancada + 0,25 mm, el cambio de válvulas y sus guías en la culata, kit de reparación, bomba de aceite y a su vez la restauración del sistema eléctrico en el banco.
- En relación al motor en mal estado y después realizada la reparación del mismo, el consumo específico de aceite dio un valor de 110 ml para el lubricante SAE 10w30 API SN, 60 ml con el SAE 15w40 API CH-4 y 10 ml con el SAE 20w50 API SN. Dando como resultado que el lubricante SAE 20w50 API SN tiene un menor consumo en relación a los dos estados del motor y el que dio un mayor consumo fue el SAE 10w30 API SN, esto debido a que su diferencia de viscosidad cinemática es de 18 cSt y 11 cSt respectivamente.
- La curva de Stribeck relaciona el grado de viscosidad con el régimen del motor, por lo que se concluye que el lubricante SAE 20w50 API SN al tener una viscosidad cinemática de 20cSt logra una lubricación hidrodinámica, es decir logra hacer una capa gruesa de lubricante entre los mecanismo móviles del motor a comparación de los otros lubricantes con menor grado de viscosidad.
- De acuerdo al manual del fabricante los tres lubricantes se mantienen en el rango adecuado de presión para un buen funcionamiento del motor y dependiendo del grado de viscosidad del lubricante varía la presión en el sistema, el SAE 10w30 API SN al tener 11 cSt la presión es baja, con el SAE 15w40 API CH-4 al tener 15 cSt se eleva

entre 5 a 14 psi dependiendo el régimen de funcionamiento al igual que el SAE 20w50 se eleva ya que tiene 20 cSt de viscosidad cinemática a 100°C.

- El resultado de las pruebas de emisiones contaminantes dio que el lubricante SAE 20w50 API SN emite menor cantidad en relación a los otros lubricantes con valores de hidrocarburos HC de 332 ppm a ralentí y 302 ppm a 2500 rpm, de monóxido de carbono CO de 1,57 % a ralentí y 1,64 % a 2500 rpm, de dióxido de carbono CO₂ de 12,56 % a ralentí y 12,73 % a 2500 rpm, de oxígeno O₂ de 2,13 % a ralentí y 2,04 % a 2500 rpm. Esto se debe a que tiene una viscosidad ideal para el motor creando una película entre los mecanismos móviles y logrando una buena combustión del mismo sin que se quemara el lubricante, también se considera que los TBN (mg KOH/g) producidos en el aceite 15w40 son de 10 y del aceite 20w50 y 10w30 es de 7,5, los tres valores ayudan al lubricante y no hay un mejor lubricante, ya que dependen del mayor contenido de azufre que se proporcione en la combustión para ver cuál es el ideal, ya que los TBN (mg KOH/g), demuestran la capacidad que tiene el lubricante de neutralizar los ácidos generados en la combustión, por tal motivo a mayor contenido de azufre mayor será la reserva alcalina.

4.2. RECOMENDACIONES

- En comparación de los resultados obtenidos se recomienda tener en cuenta el manual del fabricante, tiempo de uso de trabajo del motor con el fin de seleccionar el lubricante adecuado para el motor y alargar la vida útil del mismo sin daños prematuros y menor cantidad de emisiones contaminantes.
- Para el cálculo de consumo específico se realizó las pruebas con gasolina Extra y a una altura de 2420 y 2225 m.s.n.m. donde la cantidad de oxígeno varía en función de la presión atmosférica y de igual manera en la combustión, por lo cual se recomienda para futuras investigaciones realizar pruebas en la región costa del Ecuador que se puede encontrar a una altura 0 m.s.n.m. y de igual manera el tipo de combustible se puede realizar con gasolina Súper y Ecopais.

- Para esta investigación se realizaron pruebas con lubricantes multigrados de base mineral producto del petróleo y para futuras investigaciones se recomienda realizar pruebas con aceites sintéticos ya que son una tecnología que avanza para mejorar el tipo de lubricante idóneo para el motor.
- Las pruebas se realizaron en un motor HONDA CIVIC a gasolina que se encuentra en una maqueta, lo cual se hace referencia que es un motor estacionario el cual no está sometido a una carga, se recomienda realizar pruebas en automóviles de diferentes marcas que estén sometidos a una carga y motores de diferente tipo de combustible como diésel o gas GLP.
- Para esta investigación se realizaron pruebas estáticas de emisiones contaminantes con tres tipos lubricantes de diferente grado de viscosidad. En investigaciones futuras se recomienda realizar pruebas dinámicas con lubricantes de diferente viscosidad y realizar un análisis físico-químicas para lograr analizar los niveles de contaminación, degradación, desgaste y vida útil.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alarcon Palacios, C. (2019). *ECURED*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Sistemas_de_lubricaci%C3%B3n_\(Motores_de_combusti%C3%B3n_interna\)](https://www.ecured.cu/Sistemas_de_lubricaci%C3%B3n_(Motores_de_combusti%C3%B3n_interna))
- America, L. L. (Marzo de 2018). *LUBRAL*. Obtenido de Entendiendo la clasificación de viscosidad SAE y de desempeño API: <https://www.lubral.com/entendiendo-la-clasificacion-de-viscosidad-sae-y-de-desempeno-api/>
- Aparicio, F., Vera, C., & Díaz, V. (2016). *Teoría del los Vehículos Automóviles*. Madrid: Dextra S.L.
- Ascensión Sanz . (2015). *quimica organica industrial*. Obtenido de <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-13.php>
- Barrera, L. A., & Velecela, F. A. (2015). diagnostico de la contaminacion ambiental causada por aceites usados provenientes del sector automotor y planteamiento de soluciones viables para el gobierno autonomo descentralizado del canton azogues. (*tesis de ingenieria*). universidad politecnica salesiana sede cuenca, Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7691/1/UPS-CT004551.pdf>
- Bonet, C. M. (2010). combustible y lubricante en el transporte. (*maestria en ingenieria de mantenimiento*). Instituto superior politecnico Jose Antonio Echeverria CEIM, cuba. Obtenido de http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/public/descargas/Combustible_Lubricantes_Transporte
- Bordatchev, E., Yang, J., & Aghayan, H. (2010). object shape-based methodology for optical anaysis of contaminated engine lubricants. *ieeexplore*, 1-3. doi:10.1109/ISOT.2010.5687383
- Brandy, J. A. (2016). aditivos de aceites lubricantes basados en grafeno decorado con MoS2. (*tesis en maestría*). Instituto Politecnico Nacional centro de investigacion en ciencia aplicada y tecnologia avanzada unidad altamira, altamira, Tamaulipas, Mexico. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18563/aditivo%20para%20aceites%20lubricantes%20basado%20en%20grafeno%20decorado%20con%20MoS2.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Buestán Ramírez, C., & Jarama Herrera, C. (2016). Ingeniro mecanico automotriz. *diagnóstico de fallas en el sistema de lubricación de un motor de combustion interna a gasolina hyundai accent dohc 1.5 L mediante analisis de vibraciones*. Universidad politécnica salesiana sede matriz de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12036/1/UPS-CT005844.pdf>
- Calle Bermejo, V. (2016). *almuro*. Obtenido de <http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/bibliografia.asp?sw03=1>
- Cedillo, A. R., & Jaramillo, D. F. (2014). estudio de la incidencia del uso de filtros de aceites alternos en el envejecimiento prematuro del aceite del motor de combustion interna. (*tesis de ingenieria mecanica automotriz*). Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6974/1/UPS-CT003633.pdf>

- CONAE. (2014). *CEDUC UCN*. Obtenido de CEDUC UCN:
<http://www.ceduc.cl/aula/cqbo/materiales/MP/MP-120/A/LUBRICACION%20DE%20UN%20MOTOR%204%20TIEMPOS.pdf>
- Ecuatoriana, N. T. (2016). *NTE INEN 935*. Quito. Obtenido de
<https://www.controlhidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/06/nte-inen-935-9.pdf>
- García, R. (25 de Enero de 2018). *Ingeniero Marino*. Obtenido de Teoria de Lubricantes:
<https://www.wuolah.com/apuntes-de-Motores-de-Combustion-Interna/Teoria-de-Lubricantes-Teor%C3%ADa-de-Lubricantes.pdf-748077>
- Gómez Morales, T., Navarro, J. M., Águeda Casado, E., & García Jiménez, J. L. (2016). *Estructuras del Vehículo*. Madrid: Paraninfo SA.
- González Calleja, D. (2015). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*. Madrid: Paraninfo SA.
- González Calleja, D. (2016). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Madrid: Paraninfo SA.
- Gwidon, Stachowiak, Batchelor, & Andrew. (20 de septiembre de 2014). Physical Properties Of Lubricants. *Engineering Tribology (Fourth Edition)*, 11-50. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397047-3.00002-3>
- HONDA MOTOR CO. (1992). *The 92 CIVIC Shop Manual (Maintenance, Repair and Construction)*. Japon.
- Hutchings, I., & Shipway, P. (2017). lubricants and lubrication. *tribology (second edition)*, 79-125. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100910.00004-0>
- Hutchings, I., & Shipway, P. (2017). *Tribología*. (Elsevier, Ed.) Reino Unido: Butterworth-Heinemann.
- Ibarra, L. (19 de junio de 2011). *Luis Ibarra*. Obtenido de Sistemas de Lubricacion del Motor (Otto):
<http://luis-luisibarra.blogspot.com/2011/06/sistemas-de-lubricacion-del-motor-otto.html>
- INEN. (2016). *Límites permitidos de Emisiones Producidas por fuentes móviles terrestres que utilizan gasolina*. Quito: INEN.
- Jaramillo, d. I., Redrován, D., & Urgilés, D. (2013). Analisis tecnico de la vida util de un lubricante de aceite mineral, para motores de combustion interna a gasolina de los vehiculos de servicios de taxis en la ciudad de Cuenca. (*tesis de ingeniería*). universidad politecnica saleciana sede cuenca, Cuenca. Obtenido de
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1500/14/UPS-CT002022.pdf>
- Jimenez M, J. (27 de Mayo de 2015). *Javier Jimenez Medina*. Obtenido de Tipos de Lubricación:
<http://javierjimenezmedima.blogspot.com/2015/05/motores-tipos-de-lubricacion.html>
- lubricante, c. (2015). *championchile*. Obtenido de <http://championchile.cl/wp-content/uploads/2015/04/Curso-de-Lubricacion.pdf>
- Maldonado Díaz, C. (2010). Ingeniero Mecanico. *diseño de un plan de mantenimiento preventivo de motores diesel basado en el analisis de aceite*. Escuela politécnica nacional, Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2454/1/CD-3158.pdf>
- Mangas, Sogorb, & Vilanova. (14 de abril de 2014). Lubricating Oils. *Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)*, 670-676. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00525-X>

- manualvuelo*. (2015). Obtenido de https://www.manualvuelo.es/3sifn/38_lubri.html
- Martinez Agamez, A. (2015). *docplayer*. Obtenido de <https://docplayer.es/79017915-Tribologia-andres-alfonso-martinez-agamez-cod-joseph-alfredo-motta-sanchez-cod-resistencia-de-materiales-ii.html>
- Mazanarez Jimenez , L. A. (2016). *Manejo de aceite lubricante usado en motores de combustion interna en el municipio de ahome, Sinaloa*. Mexico: Instituto Politécnico Nacional. Obtenido de <http://148.204.210.201/tesis/1471976301332TESISLUCIAARAC.pdf>
- mecanicabasica*. (2014). Obtenido de <https://mecanicabasicacr.com/uncategorized/la-presion-de-aceite-de-motor.html/>
- Morales, G., & Felix, A. (2013). *en la investigacion*. Obtenido de <http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferecia/Transferencia50/eli-01.htm>
- Moran, K. D. (2015). refinacion de aceites lubricantes usados mediante procesos fisico-quimicos. (*tesis de ingenieria*). Escuela Superior Politecnica del Litoral, Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/98485/D-CD102093.pdf>
- motorpedia*. (2014). Obtenido de <https://lamotorpedia.wordpress.com/carter/>
- Muñoz Alonso, M. (2018). *mundohvacr*. Obtenido de <https://www.mundohvacr.com.mx/2010/09/desafios-de-la-lubricacion-en-instalaciones-frigorificas-actuales/>
- Ordoñez Ramírez, M. Á. (2012). *Mantenimiento de sistemas de refrigeración y lubricación de los motores térmicos*. España: IC Editorial.
- Padilla Silva, N. A. (2013). *Analisis de aceite para detecccion temprana de falla en motores caterpillar*. Guatemala: universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0770_M.pdf
- Piovan, M. (2014). *universidad tecnologica nacional*. Obtenido de facultad regional de bahia blanca: <https://www.frbb.utn.edu.ar/frbb/images/carreras/elementosdemaquinas/cap07-02.pdf>
- PLANEE, BID, & Ministerio de Electricidad y Energia Renovable. (2017). *Plan Nacional de Eficiencia Energetica 2016-2035*. Quito: Manthra Comunicación.
- Rostek, E., Babiak, M., & Wróblewski, E. (2017). The Influence of Oil Pressure in the Engine Lubrication System on Friction Losses. *Procedia Engineering*, 771-776.
- Sánchez González, J. C. (2012). Magister en Ingeniería de Materiales y Procesos. *Comportamiento a la Fricción de un par Rodante-Deslizante bajo condiciones de Sistemas Ferroviarios*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Semplades. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*. Quito: Secretaria Nacional de Planificacion y Desarrollo.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional del Buen Vivir*. Quito.
- Suotullo, R. (2018). *ingeniero marino*. Obtenido de <https://ingenieromarino.com/lubricantes-tribologia/>
- Tenazoa, G., & Mallqui, J. (2017). Caracterizacion de productos (diesel,turbo) derivados del tratamiento quimico (destilacion) de aceites lubricantes usados en iquitos. (*tesis en*

ingeniería química). Universidad nacional de la amazonia peruana, Iquitos, Peru. Obtenido de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5011/Geiner_Tesis_Titulo_2_017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tesina. (2014). *lubricantes*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4483/1/TESINA%20152.pdf>

Vásquez Briseño, L. (2015). *Formado de metales*. México: Pearson.

Viteri, L., & Jaramillo, J. (2011). analisis de la degradacion de aceites lubricantes y propuesta de plane de mejora para el mantenimiento del equipo pesado del ilustre municipio del canton archidona. 21-23. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/947/1/65T00018.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1
INSPECCION VISUAL DE LA MAQUETA DEL MOTOR



Figura AI.1 Sin tapa de gasolina

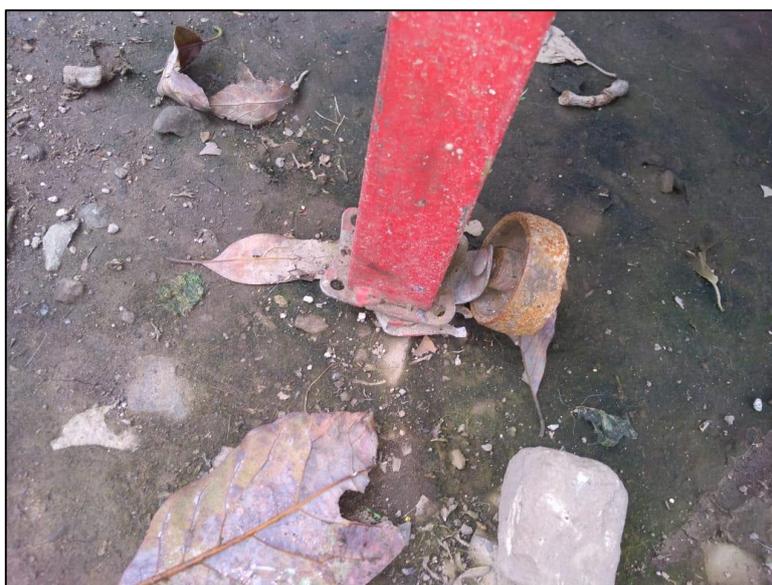


Figura AI.2 Rueda de la maqueta dañada

ANEXO II

INSTALACION DE LA "T" PARA EL MANOMETRO DE PRESION



Figura AII.1 Instalación de la "T"

ANEXO III

SELECCIÓN DE ACEITES LUBRICANTES PARA REALIZAR LAS PRUEBAS



Figura AIII.1 Selección de lubricantes

PRIMERAS PRUEBAS DE PRESIÓN Y EMISIONES CONTAMINANTES



Figura AIII.2 Revisión del régimen de funcionamiento



Figura AIII.3 Revisión del régimen de funcionamiento

ANEXO IV

DESARMADO DEL MOTOR DESPUES DE REALIZAR LAS PRIMERAS PRUEBAS



Figura AIV.1 Desmontaje del colector de admisión



Figura AIV.2 Puesta a punto de la distribución



Figura AIV.3 Desmontaje de la culata del motor

ANEXO V

DIAGNOSTICO DEL DESGASTE DE LAS PARTES MOVILES DEL MOTOR



Figura AV.1 Medición de desgaste de los codos del cigüeñal

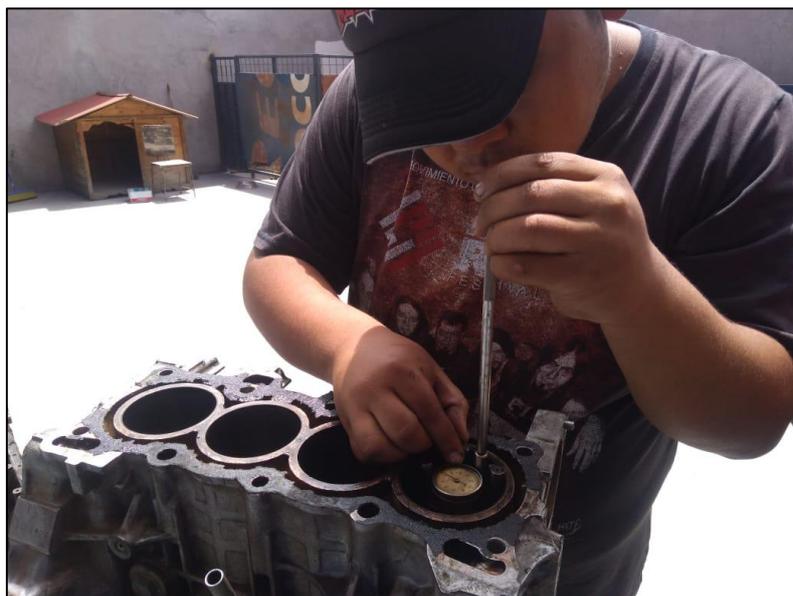


Figura AV.2 Medición interna de los cilindros



Figura AV.3 Midiendo planicidad en la culata



Figura AV.4 Culata realizada su rectificación

ANEXO VI

OBTENCIÓN DE REPUESTOS PARA EL ARMADO DEL MOTOR



Figura AVI.1 Repuestos del motor, rines de los pistones



Figura AVI.2 Bomba de agua



Figura AVI.3 Pistones nuevos y cojinetes de biela y bancada

ANEXO VII

ARMADO DEL MOTOR REPARADO CON SUS REPUESTOS NUEVOS



Figura AVII.1 Culata y empaque



Figura AVII.2 Armado completo del motor

INSTALACIÓN DE RUEDAS NUEVAS A LA MAQUETA



Figura AVII.3 Instalación de ruedas nuevas



Figura AVII.4 Pintado de la maqueta



Figura AVII.5 Instalación completa del motor reparado

ANEXO VIII

SEGUNDAS PRUEBAS DE ACEITE DE PRESION, CONSUMO Y EMISIONES CONTAMINANTES



Figura AVIII.1 Colocación de aceite lubricante



Figura AVIII.2 Datos obtenidos del analizador de gases