



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

DIAGNÓSTICO DE UN MOTOR DIESEL CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE Y SU ANÁLISIS DE COSTOS

Juan Carlos Quintanilla Quiñónez

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIAGNÓSTICO DE UN MOTOR DIESEL CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE
Y SU ANÁLISIS DE COSTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JUAN CARLOS QUINTANILLA QUIÑÓNEZ

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Roberto Valle González
EXAMINADOR	Ing. Cesar Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXÁMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DIAGNÓSTICO DE UN MOTOR DIESEL CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE Y SU ANÁLISIS DE COSTOS,

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 31 de octubre de 2006.

Juan Carlos Quintanilla Quiñónez.

Guatemala, 5 de Julio de 2007

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
USAC

Ingeniero Gómez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial Juan Carlos Quintanilla Quiñónez con carné 199910832, titulado: **“DIAGNÓSTICO DE UN MOTOR DIESEL CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE Y SU ANÁLISIS DE COSTOS”**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo según el protocolo, por lo cual como asesor apruebo su contenido.

Sin otro particular, atentamente.



CARLOS H. PÉREZ RODRÍGUEZ
ING. MECÁNICO INDUSTRIAL

Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 3071
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DIAGNÓSTICO DE UN MOTOR DIESEL CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE Y SU ANÁLISIS DE COSTOS**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Quintanilla Quiñónez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO No. 6.182

Ing. Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2007

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DIAGNÓSTICO DE UN MOTOR DIESEL CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE Y SU ANÁLISIS DE COSTOS**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Quintanilla Quiñónez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo

ID Y ENSEÑADA TODOS


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2007.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.341.07

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DIAGNÓSTICO DE UN MOTOR DIESEL CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE Y SU ANÁLISIS DE COSTOS**, presentada por el estudiante universitario **Juan Carlos Quintanilla Quiñonez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Ríos
Decano



Guatemala, Octubre de 2007

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por ser mi fuente de inspiración, fortaleza y sabiduría durante toda mi vida, te quiero mucho.
- MIS PADRES** Por ser ese ejemplo de perseverancia y fortaleza en los momentos difíciles de mi vida, los amo con todo mi corazón.
- MIS HERMANOS** Amparo, Pablo, Osbely Orlando, Cesar Delfino, por ser un ejemplo para mi vida, que todo se puede alcanzar, gracias por sus consejos y su apoyo incondicional y especialmente a Maria de los Ángeles, por darme la oportunidad de acompañarme nueve meses en el vientre de mi madre y porque siempre ha estado conmigo, con cariño muy especial, te quiero mucho.
- MI CUÑADA Y SOBRINOS** A Janeth Sandoval, por ser una mujer con coraje y mucho corazón, a stephanie, por la alegría que le da a mi corazón y cesar orlando, porque en él tengo reflejado el gozo de ser niño, los quiero mucho.
- MIS AMIGOS** De niñez, gracias porque compartimos muchos momentos, a los de bachillerato, Samuel Santos, Hans Palomino, por ser grandes amigos, de Universidad, Armando Regil, Dennis Ariel, José Hernández, Gustavo Zabala y a todos aquellos que compartieron conmigo.

MI GRUPO DE IGLESIA Ven conmigo amigo, Confirmados en la Fe, Odos kalein, por ser mi fortaleza espiritual.

LOS INGENIEROS Danilo González, por su apoyo incondicional, por sus buenos consejos y a Carlos Pérez, por ser asesor de mi trabajo de graduación.

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA Por ser mi segundo hogar.

A MI PAÍS Porque me dio la oportunidad de nacer en esta bella tierra

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES	
1.1 La empresa	1
1.2 Ubicación	1
1.3 Descripción	2
1.4 Actividades que realiza	2
1.5 Misión	3
1.6 Visión	3
1.7 Estructura Organizacional	3
1.7.1 Organigrama	4
1.8 Descripción del Motor	4
1.8.1 Tipos	5
1.8.1.1 Gasolina	5
1.8.1.2 Diesel	7
1.8.2 Motor Diesel	9
1.8.2.1 Sistemas	9
1.8.2.1.1 Sistema de enfriamiento	9
1.8.2.1.2 Sistema de combustible	11

1.8.2.1.3	Sistema de lubricación	26
1.8.2.1.4	Sistema de aire y escape	31
1.8.2.1.4	Sistema electrónico	40
2	SITUACIÓN ACTUAL DEL DIAGNÓSTICO	45
2.1	Situación actual del funcionamiento del departamento de servicios	45
2.1.1	Organigrama del departamento de servicios	46
2.1.1.1	Descripción de obligaciones y atribuciones del organigrama del departamento de servicios	47
2.2	Descripción del diagnóstico actual a un motor	55
2.2.1	Tiempo de diagnóstico actual programado	55
2.2.2	Tiempo muerto o de paro	55
2.3	Diagramas de procesos	55
2.3.1	Flujograma de las solicitudes de mantenimiento	56
2.3.2	Diagrama de recorrido de proceso	59
2.4	Identificación de los problemas actuales	60
2.4.1	Análisis FODA en el departamento de servicios	62
2.4.2	Análisis estadístico de maquinaria y equipo que utiliza motor electrónico	63
2.4.2.1	Gráfica de pastel	65
2.4.3	Dispositivos que se diagnostican	66
3	PROPUESTA ÓPTIMA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS QUE INTERACTUAN EN EL MOTOR	69
3.1	Sistema de enfriamiento	69
3.1.1	Temperaturas durante la operación	69
3.1.2	Características del refrigerante	71
3.1.3	Enfriadores de aceite	74

3.2 Sistema de combustible	74
3.2.1 Valores caloríficos	74
3.2.2 Propiedades físicas	75
3.2.3 Contenido de azufre	75
3.3 Sistema de lubricación	76
3.3.1 Muestra de aceite y su interpretación	76
3.3.2 Grado de alcalinidad del aceite	77
3.4 Sistema de aire y escape	85
3.4.1 Presiones	85
3.4.2 Temperaturas de trabajo	88
3.5 Sistema electrónico	88
3.5.1 Factores que hacen que el sistema funcione adecuadamente	88
4 IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO A LOS SISTEMAS DEL MOTOR	91
4.1 Sistema de enfriamiento	91
4.1.1 Localización de averías	91
4.1.1.1 Recalentamiento	91
4.1.1.2 Pérdida de Refrigerante	96
4.1.1.3 Exceso de enfriamiento	97
4.1.2 Inspección visual del sistema de enfriamiento	98
4.1.3 Pruebas	99
4.1.3.1 Termostato de agua	99
4.1.3.2 Comprobación de la velocidad del aire	100
4.1.3.3 Medición de temperaturas	100
4.1.3.4 Refrigerante	100
4.1.3.5 Fajas	101
4.1.3.6 Bomba de agua	102

4.1.3.7 Tapón de radiador	103
4.2 Sistema de combustible	104
4.2.1 Localización de averías	104
4.2.2 Combustible	105
4.2.2.1 Algunos contaminantes del combustible	106
4.2.2.2 Corrosión ocasionada por azufre	107
4.2.3 Pruebas	107
4.2.3.1 Corte de inyectores	107
4.2.3.2 Presión de líneas	107
4.3 Sistema de lubricación	109
4.3.1 Localización de averías	109
4.3.2 Pruebas	110
4.3.2.1 Presión de aceite	110
4.3.2.2 Válvula de alivio y derivación	112
4.4 Sistema aire y escape	113
4.4.1 Color del humo	113
4.4.2 Medición de flujo de los gases en el carter	114
4.4.3 Prueba al turbocompresor	115
4.5 Sistema electrónico	121
4.5.1 Códigos de diagnóstico	121
4.5.2 Localización de averías con un Código de diagnóstico	123
5 ANÁLISIS DE COSTOS	127
5.1 Tipos de servicio	127
5.2 Costos en personal	128
5.3 Costos en herramienta, equipo y materiales	130
5.4 Costos en capacitación	130
5.5 Costos en rutinas de mantenimiento en un motor	131
5.5.1 Lubricantes	131

5.5.2	Mano de obra	132
5.5.3	Repuestos	132
6	MEJORA CONTINUA	141
6.1	Mantenimiento productivo total	141
6.2	Inducción y capacitación	142
6.2.1	Proyectos de mejoramiento en los sistemas	142
6.3	Índices de evaluación de diagnóstico	143
6.3.1	Sistemas de confiabilidad	143
6.3.2	Costos de averías	143
6.3.3	Reporte de inventario de consumo de repuestos	144
6.3.4	Productividad y eficiencia de mano de obra	144
	CONCLUSIONES	147
	RECOMENDACIONES	149
	BIBLIOGRAFÍA	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama de Gentrac	4
2	Sistema de enfriamiento	10
3	Sistema de combustible (ejemplo típico)	11
4	Mecanismo de inyector unitario	18
5	Partes del inyector unitario	20
6	Etapa de preinyección	21
7	Inicio de inyección	23
8	Fin de inyección	24
9	Etapa de llenado	25
10	Flujo de aceite cuando el motor esta caliente	26
11	Flujo de aceite cuando el motor esta frío	27
12	Diagrama de flujo de aceite del motor	29
13	Diagrama del sistema de admisión aire y escape	31
14	Partes del sistema de admisión aire y escape	32
15	Partes del turbocompresor	34
16	Válvula de derivación de gases de escape	35
17	Válvula y mecanismo de válvulas	37
18	Componentes del tren de engranajes	38
19	Componentes del sistema electrónico	40
20	Organigrama del departamento de servicios	46
21	Partes de un flujograma	56

22	Flujograma del proceso de reparación	58
23	Diagrama de recorrido de orden de trabajo	59
24	Porcentaje de motor mecánico y electrónico	66
25	Motores de inyección directa	78
26	Motores con cámara de precombustión	82
27	Sistema de admisión de aire (ejemplo típico)	85
28	filtro de partículas diesel (ejemplo típico)	87
29	Bomba de presurización	96
30	Probador de refrigerante	101
31	Prueba de faja	101
32	Bomba de agua	102
33	Tapón de radiador	103
34	Filtro de combustible	108
35	Turbocompresor	115
36	Líneas de suministro de aceite al turbocompresor	119
37	Líneas de refrigerante al turbocompresor	120

TABLAS

I	Conexiones al módulo de control electrónico	42
II	Análisis FODA	62
III	Descripción de máquinas	63
IV	Concentraciones de anticongelante y protección	73
V	Valores caloríficos por galón en BTU	74
VI	Viscosidades del aceite del motor para temperatura ambiente DI	81
VII	Viscosidades del aceite del motor para temperatura ambiente PC	84
VII	Resultados que deben quedar dentro de la gama aceptable	111
IX	Identificador de componente para el ECM del motor	124
X	Identificación de modo de falla	125
XI	Hora estándar según horas de servicio	129
XII	Costos en personal	129
XIII	Costos en material	130
XIV	Costos en capacitación	131
XV	Costos en lubricantes	131
XVI	Costos en mano de obra	132
XVII	Costos en repuestos	133
XVIII	Costo de servicio 250 horas	133
XIX	Costo de servicio 500 horas	134
XX	Costo de servicio 1000 horas	135
XXI	Costo de servicio de 2000 horas	136
XXII	Resumen de costos en repuestos	137

XXIII	Resumen de costos en rutinas de mantenimiento preventivo	137
XIV	Resumen de costos en rutinas en servicio CSA dentro del taller	138
XV	Resumen de costos en rutinas de servicio CSA fuera del taller	138
XVI	Resumen de costos totales en rutinas de mantenimiento	139
XVII	Costos de averías	144

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
° C	Grado Centígrado
° F	Grado Farenheit
ECM	Módulo de control electrónico
Kpa	Kilopascals
Lb/pulg2	Libras sobre pulgada cuadrada
r.p.m.	Revoluciones por minuto
F.R.C.	Control de relación de combustible
EUI	Inyección unitaria electrónica
SIS	Sistema de información de servicio
F.O.D.A.	Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas
HEUI	Inyección unitaria electrónica accionada hidráulicamente
MUI	Inyección unitaria mecánica

%	Porcentaje
Psi	Libras por pulgada cuadrada
Ph	Porcentaje de hidrogeno
Btu	Unidades térmicas británicas
TBN	Número de base total
ASTM	American Stándar Testing Material
DI	Inyección directa
API	Instituto americano de petróleo
ECF	Fluidos de control del motor
SAE	Asociación de ingenieros automotrices
PC	Cámara de precombustión
Pulg. H₂O	Pulgadas de agua
N	Newton
Lb	Libra
Mm	Milímetros

Pulg.	Pulgada
FMI	Identificador del modo de falla
CDI	Identificador de módulo de control
MID	Módulo identificador
CSA	Acuerdo de soporte al cliente
TA2	Análisis técnico 2
TA1	Análisis técnico 1
TPM	Mantenimiento productivo total

GLOSARIO

Alta en vacío	Altas revoluciones por minuto de un motor.
Agua destilada	Agua sin minerales
Baja en vacío	Bajas revoluciones por minuto de un motor
Bujías	Dispositivo eléctrico que enciende la mezcla de aire combustible en los motores de combustión interna
Cavitación	Burbujas de aire en un sistema presurizado
Combustión	Se da dentro del motor en la mezcla de aire y combustible, cuando esta se somete a presión en una cámara cerrada
Contrajuego	Espacio libre entre dos piezas
Contrapresion	Sobrecarga en el motor

Colector de aceite	Depósito de aceite del motor
Coquización	Cristalización del aceite
Válvula de derivación	Válvulas que se abren si hay una restricción en la línea de aceite
Flujograma	Cuando se necesita identificar el camino actual e ideal de un producto o servicio
Organigrama	Ilustra funciones, departamentos, divisiones y puestos de una organización
Potencia	Energía almacenada en un cuerpo
Punto de ebullición	Temperatura a la que hierve un fluido
Presión diferencial	Diferencia o resta entre presión de salida y presión de entrada
Presión de refuerzo	Diferencia entre la presión de escape y la presión atmosférica (del ambiente).
Proceso	Conjunto de pasos a seguir en una tarea determinada

Relación de compresión

Las veces que cabe un volumen dentro de otro volumen en un espacio cerrado

Rotaválvula

Parte de la válvula que hace que la misma gire cuando el motor esta funcionando

Sistema presurizado

Recipiente cerrado sometido a presión interna

Tecnico

Mecánico especializado según área de trabajo

Termostato

Dispositivo térmico que abre o cierra el paso de un fluido a una temperatura específica, regulador de temperatura.

RESUMEN

En el proceso de desarrollo de nuestro país, se puede mencionar que Gentrac ha contribuido en gran manera y ha hecho su aportación, ofreciendo al mercado su línea de equipos como los de movimiento de tierras, construcción de carreteras, desarrollos habitacionales, generación y en todos los niveles según la demanda, teniendo dentro de sus actividades hacerse cargo del mantenimiento y reparación de equipos a través de sus talleres, como el de especialidades, tren de rodaje, soldadura, torno y aplicaciones vehiculares.

Una vez que se conoció las actividades que desempeña la empresa, se realizó una descripción de la operación de un motor diesel de cuatro tiempos controlado electrónicamente, describiendo cada uno de los sistemas que intervienen en este, también antes de realizar un diagnóstico en el departamento de servicios, se conoció como esta formado el departamento, según su organigrama, describiendo puestos y cada una de las funciones de sus miembros por los puestos que se ocupan.

También se efectuó una investigación del diagnóstico actual, qué se realiza a un motor, según sus sistemas y se conocieron los diagramas que se utilizan en el proceso de reparación y se llevó a cabo un análisis F.O.D.A. del departamento de servicios, tiene muchos aspectos positivos que son una ventaja en la organización con respecto a la competencia.

Luego de conocer el diagnóstico, se realizó la propuesta óptima sobre el funcionamiento de los sistemas del motor, según lo indica el manual y siguiendo

recomendaciones de catálogos de servicio, revistas y manuales de diagnóstico, después de haber recabado esta información se implementó el mantenimiento a cada sistema, a través de una localización de averías comunes en el sistema de enfriamiento, combustible, lubricación, aire y escape, como el electrónico.

Se hizo una comparación de análisis de costos, según los diferentes tipos de servicio que se prestan, siendo algunas opciones, el mantenimiento preventivo y el acuerdo de soporte al cliente, teniendo mejores resultados el segundo, debido a que el cliente incurre en costos menores y constantes, porque se siguen los parámetros recomendados de servicio por el fabricante y estos costos tienden a ser invariables en un intervalo de tiempo.

En el proceso de mejora continua que se implementara es importante utilizar el mantenimiento productivo total, haciendo que se involucre todo el personal en pequeñas tareas de grupo, mejorando la calidad en los equipos a través del mantenimiento básico y de prevención de averías, desde el mismo lugar de trabajo a través de una formación adecuada, inducción y capacitación utilizando los tiempos de garantía de los motores para hacer las actividades anteriores. Debemos de tener índices de evaluación del diagnóstico que indicaran si el mantenimiento esta cumpliendo con las horas programadas de disponibilidad y manejar adecuados inventarios de repuestos que nos darán resultados esperados en el largo plazo.

OBJETIVOS

- **GENERAL**

Evaluación e implementación de un diagnóstico de un motor diesel controlado electrónicamente, a través de su análisis de costos y estudio técnico.

- **ESPECÍFICOS**

1. Proponer una guía teórica y metodológica, que sirva como instructivo para conocer el funcionamiento de un motor Diesel controlado electrónicamente.
2. Facilitar todos los elementos teóricos concernientes a los diferentes sistemas que interactúan en un motor electrónico.
3. Proporcionar referentes teóricos que deben utilizarse en el proceso de ejecución, principalmente al realizar un diagnóstico a un motor diesel, con el propósito de determinar en que lapso de tiempo corresponde efectuarlo.
4. Considerar los diferentes tipos Diagnósticos que se puede llevar a cabo en cada sistema del motor que se esta analizando.
5. Realizar un estimado de los costos que conlleva realizar un diagnóstico.
6. Comparar costos de mantenimiento con los de una falla y que diferencia obtenemos.
7. Reducir costos a través de la mejora del rendimiento del motor.

INTRODUCCIÓN

En el diagnóstico de un motor diesel que se realiza por parte del personal técnico de servicio, pude observar malos procedimientos de reparación y que se practican comúnmente, en los espacios anteriormente descritos, como también diagnósticos que llevan a cabo algunas empresas, apuntando que en la mayoría de ocasiones se incurre en gastos innecesarios, generando pérdidas de tiempo por parte del personal de servicio, costo en repuestos, costos de remuneración al personal y costos al cliente que crean incomodidad.

Al hacer un análisis de los sistemas que funcionan en un motor diesel y de rendimiento, se determina que a través de un diagnóstico correcto permite tener parámetros que son medibles en función a costos de mano de obra, costos de repuestos, como de tiempos muertos que en gran medida disminuyen el proceso productivo, en el cual está involucrado el equipo, por lo cual considero de vital importancia abordar la temática. Dicha investigación será un aporte valioso para generar un impacto a nivel industrial, comercial y de servicio como propuesta a un mejor desempeño en los motores diesel, ya que esta involucrado en muchos procesos productivos, industriales, viales, generación de energía, maquinaria pesada, como otros lo cual permitirá un funcionamiento óptimo, que conlleva a satisfacer los requerimientos solicitados por la empresa y cumplir con lo estipulado en las jornadas de trabajo, en la cual se requiera disponer de los servicios de los mismos, disminuyendo costos de equipos y aumentando la productividad.

El cambio de prácticas en procesos de diagnóstico ayuda a disminuir costos que se ven muchas veces reflejados en el costo total del servicio o el producto que se ofrece a un mercado. Tomando en consideración que los motores Diesel son importantes en el proceso de desarrollo del país a nivel nacional específicamente,

en la pequeña, mediana y grande empresa, creando conciencia en cuanto al uso adecuado y correcto del proceso productivo.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 La empresa

Dentro del proceso de desarrollo que sufre nuestra nación se puede decir que Gentrac es una de las empresas que a lo largo de los años ha contribuido en gran manera al desarrollo del país, ya que esta se ha dedicado y ha proporcionando maquinaria y equipo pesado en todos los ámbitos, en los cuales se necesitan sus servicios, brindando asesoría y servicios técnicos que ayudan a un mejor desempeño y mayor productividad en la actividad que este involucrada como empresa.

1.2 Ubicación

Gentrac esta ubicada en la Ciudad de Guatemala, al final de la Calzada Aguilar Batres, Zona 12. Además, se cuenta con una sucursal en la ciudad de Quetzaltenango:

Gentrac Guatemala

Corporación General de Tractores, S.A.

Calzada Aguilar Batres 54-41 Zona 12,

Guatemala, Guatemala

PBX: (502) 2328-9000 y 2386-9000

Fax: (502) 2477-3480

E-Mail: gentrac@gentrac.com.gt

Sucursal Quetzaltenango

7a. Av. 1-07 zona 2 Quetzaltenango, Quetzaltenango

TEL: (502) 7761-8258

E-Mail: xela@gentrac.com.gt

1.3 Descripción

Gentrac es el Distribuidor Exclusivo de Caterpillar en Guatemala.

La empresa se dedica a la venta y arrendamiento de maquinaria pesada y liviana para la construcción de carreteras, movimientos de tierra, desarrollos inmobiliarios y toda la industria en general, que solicite sus servicios.

Dentro de otras de las actividades a las que se dedica se puede mencionar la más completa línea de Plantas Eléctricas, Motores Marinos, Motores Industriales, Motores Vehiculares, Montacargas; así como todo el resto de productos Caterpillar que el mercado solicite.

1.4 Actividades que realiza

Dentro de las actividades a las que se dedica Gentrac es hacerse cargo del mantenimiento y la reparación de la maquinaria para que la productividad de la empresa a la que se le está brindando el servicio esté siempre al máximo. Dentro de las gamas o áreas de servicio podemos mencionar los servicios en campo y reparación en el mismo lugar del proyecto y una de las metas es asegurarle al cliente una óptima operación de su equipo sin interrumpir la producción o su actividad.

En el taller se realizan reparaciones de componentes, diagnósticos electrónicos de maquinaria pesada, trabajos de enderezado, pintura, soldadura y mantenimiento preventivo con el mejor control de calidad.

Los Talleres Gentrac están formados por los siguientes talleres:

- Taller central.
- Taller de especialidades.
- Taller de rodaje, soldadura y torno.
- Taller de motores vehiculares.
- Taller de electricidad.

1.5 Misión

Ser la mejor solución en equipos, respaldo al producto y opciones financieras, trabajando en conjunto con nuestros clientes.

1.6 Visión

Ser los mejores en proporcionar soluciones a nuestros clientes y satisfacción a nuestros empleados, con solidez financiera.

1.7 Estructura Organizacional

La estructura organizacional es la representación formal de las relaciones laborales, aquí se van a definir las tareas por puesto de la empresa y señala de cómo deben de coordinarse en muchas tareas. En este organigrama que ilustra gráficamente las relaciones entre funciones, departamentos, divisiones y algunos puestos individuales de la organización de Gentrac.

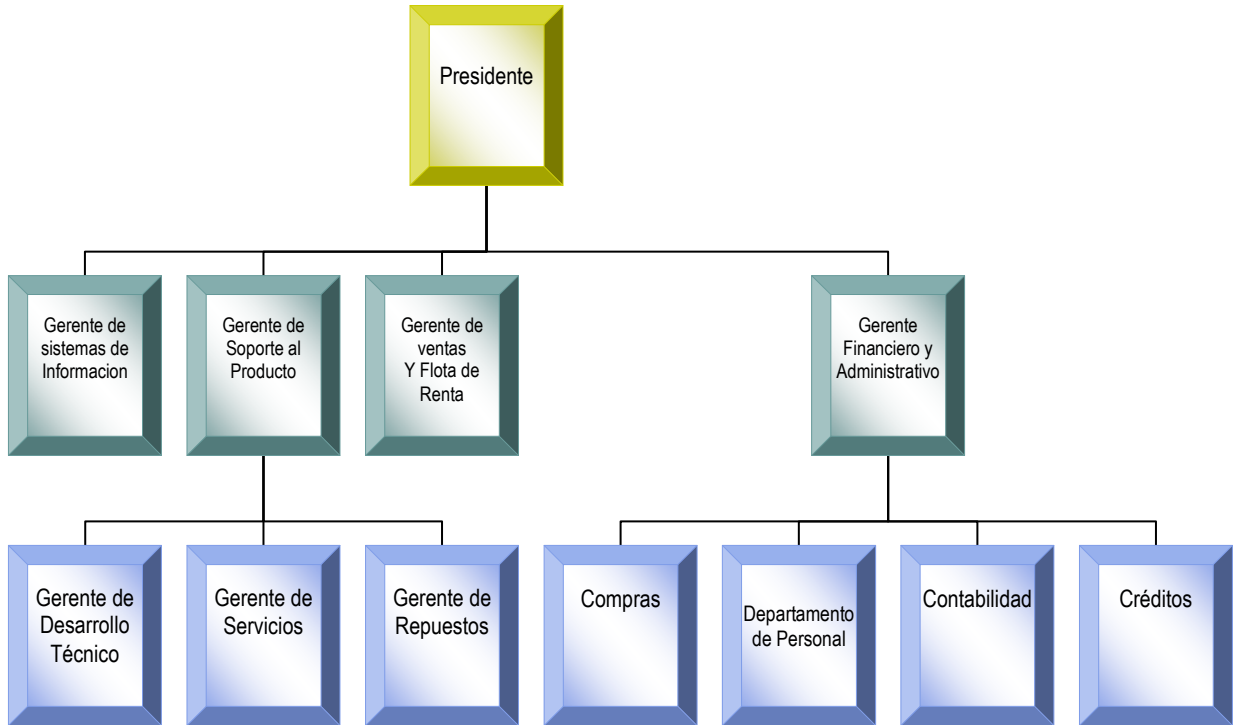
Un organigrama ofrece cuatro aspectos de la estructura de la organización:

- Tareas: este nos dirá la gama de tareas que hay en una organización.
- Unidades: cada recuadrado representa una unidad, sub-unidad o puesto responsable de ciertas tareas especializadas en la organización.
- Niveles de organización: el organigrama nos mostrara la jerarquía desde la alta dirección hasta el empleado de reciente ingreso.
- Líneas de autoridad: las líneas que ligan o unen los recuadros en el organigrama muestran que puestos o unidades tienen autoridad sobre otros.

El organigrama señala la relación que guardan con el conjunto las diversas funciones especializadas que se desempeñan.

1.7.1 Organigrama de Gentrac

Figura 1 Organigrama de Gentrac



1.8 Descripción del motor

Un motor de combustión interna es cualquier tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, la parte principal de un motor. El motor de combustión interna es un dispositivo que convierte el poder calorífico del combustible en energía mecánica.

1.8.1 Tipos

1.8.1.1 Gasolina

Estos motores usan gasolina como combustible, debido a su tamaño pequeño, alta velocidad, gran potencia y peso ligero, se usan ampliamente en carros de pasajeros y camiones pequeños.

Descripción

Los componentes del motor a gasolina son el cilindro, donde una mezcla de aire - combustible sella y quema y el pistón, biela, cigüeñal que actúan juntos para convertir la energía creada por la combustión explosiva de la mezcla de aire-combustible en movimiento giratorio.

La parte superior del cilindro se sella con la cabeza del cilindro y el pistón puede moverse libremente hacia arriba y hacia abajo dentro del cilindro. La biela conecta el pistón al cigüeñal de tal manera que el cigüeñal girara cuando el pistón se mueva hacia arriba y hacia abajo. En el extremo del cigüeñal, se une un volante de inercia al motor para hacer que la rotación sea suave y sincronizada.

En la cabeza del cilindro se localizan la válvula de admisión y escape para introducir, descargar y sellar la mezcla y además la bujía de encendido para encender la mezcla, conforme el pistón desciende, el aire pasa creando una mezcla de aire y gasolina la cual es succionada en el cilindro a través del múltiple de admisión.

Cuando la mezcla de aire-combustible es quemada dentro de la cámara de combustión sellada sobre el pistón, la presión interna incrementa rápidamente, esto forza el pistón hacia abajo y hace girar al cigüeñal a través de la biela. El pistón que ha completado su movimiento descendente, es empujado de retorno nuevamente por la biela debido al movimiento del volante del motor.

Operación de un motor de cuatro tiempos

Para mantener funcionando el motor constantemente, es necesario realizar los pasos que intervienen en el proceso de combustión repetidamente.

Después que la mezcla de aire y combustible es succionada en el cilindro, primero se comprime y explota para generar la fuerza motriz, a continuación el gas que resulta de la combustión es expulsado de la cámara de combustión, estos cuatro pasos: admisión, compresión, combustión y escape forman un ciclo y se repiten una y otra vez.

En el motor de cuatro tiempos, el pistón efectúa cuatro carreras (mientras que el cigüeñal gira dos veces) para completar un ciclo.

Carrera de admisión

La válvula de admisión se abre mientras que el pistón desciende y la mezcla de aire y combustible es succionada en el cilindro.

Carrera de compresión

Conforme el pistón comienza a moverse, la válvula de admisión cierra para sellar la cámara de combustión y la mezcla aire-combustible se comprime. La mezcla aire-combustible se comprime de un sexto a un noveno de su volumen original y su presión y temperatura incrementa.

Carrera de combustión

Exactamente antes de completar la carrera de compresión, la mezcla de aire y combustible se enciende por una chispa eléctrica generada por una bujía, produciendo una combustión rápida. La temperatura y presión de la mezcla de gas dentro del cilindro se eleva rápidamente causando que el gas se expanda y esto empuje el pistón hacia abajo y transfiriendo el movimiento al cigüeñal.

Carrera de escape

Exactamente antes de que el pistón complete su carrera descendente, la válvula de escape se abre para permitir que el gas de la combustión escape por su propia presión, el gas restante es expulsado por el retorno del pistón, el cual continúa su movimiento debido al momento del cigüeñal. Cuando el pistón casi completa su carrera ascendente, comienza la siguiente carrera de admisión.

El punto máximo que el pistón alcanza dentro del cilindro se denomina punto muerto superior y el máximo inferior se denomina punto muerto inferior, la distancia que recorre entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior se denomina carrera, el volumen de espacio creado sobre el pistón cuando se encuentra en el punto muerto superior se denomina cámara de combustión.

1.8.1.2 Diesel

Los motores diesel usan aceite ligero como combustible, puesto que consumen menos combustible que los motores a gasolina y el aceite ligero es más económico que la gasolina, los motores a diesel a menudo se usan en camiones y camionetas grandes donde la economía del combustible es un factor muy importante. Los motores diesel más pequeños se usan en algunos carros de pasajeros pero son inferiores a los motores gasolina en aspectos como velocidad máxima, rendimiento, peso y niveles de vibración y ruido.

Descripción

El motor diesel, cuya característica es su elevada eficiencia térmica, fue inventado en 1892 por Rudolf Diesel y usa combustibles mas pesados que la gasolina. Brinda ventajas tan seguras como el manejo de combustible, consumo bajo de combustible y gran durabilidad.

Operación de un motor a diesel de cuatro tiempos

Comparando con la operación del motor a gasolina, el motor a diesel difiere en la carrera de admisión y carrera de combustión.

Carrera de admisión

El motor a gasolina envía una mezcla de aire y combustible al cilindro, pero en el motor diesel el aire solo entra al cilindro.

Carrera de compresión

En el motor diesel, el combustible se enciende por el calor del aire comprimido, por lo que el aire debe ser comprimido de tal manera que su temperatura alcance la temperatura de encendido del combustible. Generalmente esta temperatura es de 400 a 500 °C (752-932 °F) en el motor diesel, la relación de compresión es dos a tres veces mayor que en el motor a gasolina.

Carrera de combustión

El método de encendido del motor diesel es diferente al del motor a gasolina, el motor a gasolina usa bujías para encender eléctricamente la mezcla aire y combustible. En el motor diesel el combustible inyectado desde la boquilla de inyección al final de la carrera de compresión, el combustible inyectado se enciende espontáneamente por la alta temperatura del aire comprimido.

Carrera de escape

El combustible o gas quemado a continuación son descargados a través de la válvula de escape de la misma manera que el motor a gasolina.

Es muy importante que una cantidad apropiada de combustible sea inyectada en el cilindro en el momento apropiado.

1.8.2 Motor Diesel

1.8.2.1 Sistemas

1.8.2.1.1 Sistema de enfriamiento

Todos los motores de combustión interna se calientan durante el funcionamiento. Este calor se debe a la combustión del combustible. El sistema de enfriamiento debe de eliminar este calor para tener una temperatura de operación adecuada, pero no debe de eliminar tanto calor si no el motor operaría en frío.

En algunas otras aplicaciones el sistema de enfriamiento tiene que eliminar calor de otras fuentes como lo son sistema de lubricación del motor, convertidores de par, posenfriadores etc. Hay muchos sistemas de enfriamiento la mayoría de sistemas esta compuesto de un radiador, un ventilador para eliminar calor del motor.

La ilustración muestra los componentes básicos de los sistemas de enfriamiento: refrigerante, enfriador de aceite del motor, termostatos, ventilador y radiador.

Durante la operación normal de un sistema de enfriamiento la bomba de agua envía refrigerante al bloque del motor a través del enfriador de aceite del motor, el refrigerante fluye después a través del bloque del motor a la culata en donde es enviado a las superficies calientes y después fluye a la caja del termostato.

Cuando el motor esta a temperaturas inferiores o frías los termostatos que están colocados en el motor impiden que fluya el refrigerante hacia el radiador y el refrigerante vuelve directamente a la bomba de agua creando una camisa de agua

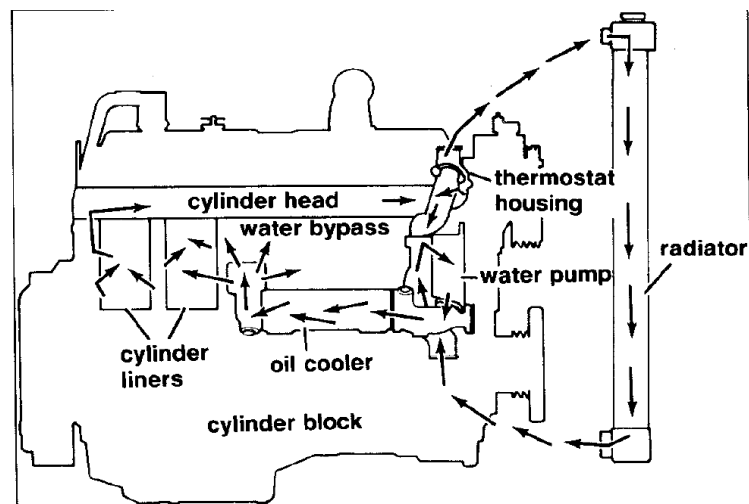
entre la culata y el bloque del motor, al ir aumentando la temperatura del refrigerante a aproximadamente 92°C (198 °F) empieza a abrir el termostato y permiten que parte del refrigerante fluya al radiador.

Una de las características del termostato es que ayuda a mantener la temperatura mínima de operación del motor, para impedir la formación de ácidos, como el ácido sulfúrico que deteriora algunas piezas de los motores diesel, el termostato se abre para mantener la temperatura apropiada del motor.

El ventilador empuja o absorbe el aire a través del radiador y alrededor de los tubos que van desde la parte superior a la inferior del radiador. Cuando el refrigerante caliente pasa por los tubos en el radiador, el flujo de aire disminuye la temperatura del refrigerante, después el refrigerante vuelve a la bomba de agua.

Por lo regular, los sistemas de enfriamiento tienen una tapa de radiador que sella la abertura en el tanque superior y limita la presión en el sistema.

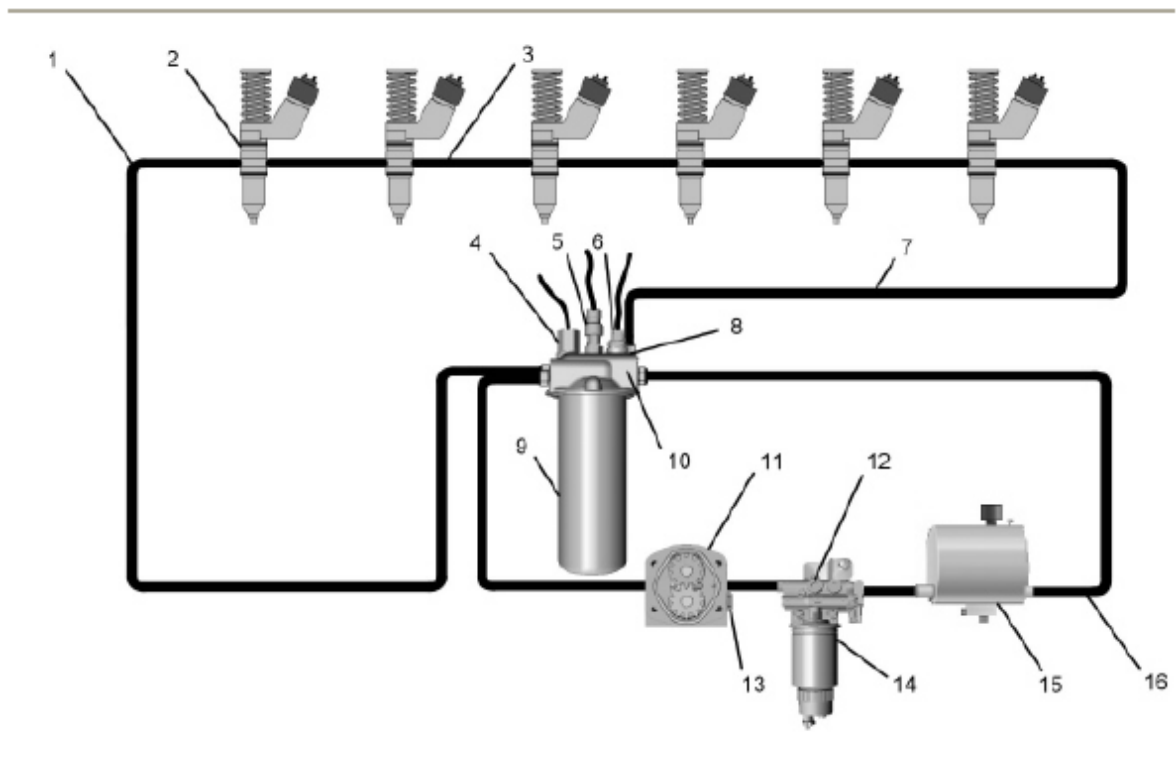
Figura 2 Sistema de enfriamiento



1.8.2.1.2 Sistema de combustible

El sistema de combustible en los motores diesel su función principal es proporcionar combustible a los inyectores para que se lleve a cabo el proceso de quemando del diesel.

Figura 3 Sistema de combustible (ejemplo típico)



- (1) Tubería de suministro de combustible
- (2) Inyectores unitarios
- (3) Conducto de combustible (colector del combustible)
- (4) Interruptor de presión diferencial (combustible)
- (5) Sensor de la presión del combustible
- (6) Sensor de temperatura del combustible
- (7) Tubería de retorno de combustible
- (8) Válvula reguladora de presión
- (9) Filtro secundario de combustible

- (10) Base del filtro de combustible
- (11) Bomba de transferencia de combustible
- (12) Bomba de cebado de combustible eléctrica
- (13) Válvula de alivio de presión
- (14) Filtro primario del combustible
- (15) Tanque de combustible
- (16) Tubería de retorno de combustible a tanque

El circuito de suministro de combustible es un diseño convencional para motores diesel con inyectores unitarios. El sistema consta de los siguientes componentes principales que se utilizan para entregar combustible a baja presión a los inyectores unitarios:

Tanque de combustible: El tanque de combustible se utiliza para almacenar el combustible.

Bomba de cebado de combustible: La bomba de cebado de combustible se utiliza para descargar el aire del sistema de combustible. A medida que se purga el aire, el sistema se llena con combustible.

Filtro de combustible: El filtro de combustible se utiliza para eliminar los materiales abrasivos y las sustancias contaminantes del sistema de combustible.

Tuberías de suministro y tuberías de retorno: Las tuberías de suministro y las tuberías de retorno se utilizan para entregar el combustible a los diferentes componentes.

El propósito del circuito de suministro de combustible de baja presión es suministrar combustible filtrado a los inyectores de combustible en un régimen constante y a una presión constante. El sistema de combustible se utiliza también para enfriar componentes como el ECM (Modulo de Control Electrónico) y los inyectores de combustible.

Una vez que los inyectores reciben el combustible a baja presión, se presuriza otra vez el combustible antes de inyectarlo en el cilindro.

El inyector unitario usa la energía mecánica proporcionada por el árbol de levas para obtener las presiones que pueden ser mayores que 200,000 kPa (30,000 lb/pulg²).

El ECM (Módulo de control electrónico) administra el control de la entrega de combustible. El ECM reúne datos de varios de los sistemas del motor y los procesa para administrar estos aspectos del control de la inyección de combustible:

- Sincronización de la inyección
- Avance de la sincronización de la inyección de combustible
- Duración del ciclo de inyección
- Estado de la modalidad fría del motor

El sistema mecánico y electrónico del combustible depende de una gran cantidad de datos de los otros sistemas del motor. Los datos acumulados por el ECM(modulo de control electrónico) se utilizan para proporcionar el rendimiento óptimo del motor.

CIRCUITO DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DE BAJA PRESIÓN

El flujo de combustible a través del sistema empieza en el tanque de combustible (15). El combustible se extrae del tanque por la bomba de transferencia de combustible (11). El combustible se extrae a través de la bomba eléctrica de cebado de combustible (12). La bomba eléctrica de cebado de combustible se usa para purgar aire del sistema de combustible. Mientras se purga el aire, el sistema se llena con combustible. Este conjunto incorpora el filtro primario del combustible (14) que quita los escombros grandes y el agua del combustible. El filtro primario del combustible es un filtro de diez micrones.

La bomba de transferencia de combustible incorpora una válvula de retención que permite que el combustible fluya alrededor de los engranajes de la bomba durante el

cebado del sistema de combustible. La bomba de transferencia de combustible incorpora también una válvula de alivio de presión (13). Se utiliza la válvula de alivio de presión para proteger el sistema de combustible contra la presión extrema. La bomba de transferencia de combustible está diseñada para producir un flujo de combustible excesivo a través del sistema. El sistema utiliza el flujo de combustible excesivo para enfriar los componentes del sistema. El flujo excesivo de combustible purga también cualquier aire del sistema durante la operación. El aire que pueda quedar atrapado en el sistema de combustible puede ocasionar cavitación que puede dañar los componentes del inyector unitario.

El combustible se desplaza de la bomba de transferencia de combustible a la base del filtro del combustible (10). El sensor de temperatura del combustible (6) está instalado en la base del filtro del combustible. Este sensor detecta la temperatura del combustible para el Módulo de control electrónico (ECM). Una señal eléctrica que representa la temperatura del combustible se envía al ECM para procesar. El sensor de la presión del combustible (5) está también instalado en la base del filtro. Este sensor detecta la presión de combustible para el ECM. Una señal eléctrica que representa la presión de combustible se envía también al ECM para procesar. El interruptor de presión diferencial (4) está también instalado en la base del filtro del combustible. El interruptor de presión diferencial se usa para advertir al operador en caso de que el filtro secundario de combustible (9) se tapone. El filtro secundario de combustible es un filtro de dos micrones que quita material abrasivo del combustible. El combustible fluye a través de un filtro de combustible (6) de dos micrones. El combustible filtrado sale entonces por la base del filtro del combustible.

Nota: Si se instala un ECM enfriado por combustible en el motor, el combustible se bombea dentro del ECM. El combustible se desplaza a través de los conductos perforados de la caja del ECM para enfriar los sistemas electrónicos del módulo de control.

Nota: En algunas aplicaciones, puede existir una bomba de cebado de combustible manual en la base de filtro del combustible.

El combustible se transfiere por las tuberías de suministro de combustible (1) al conducto de combustible (3) en la culata de cilindros. Solamente una porción del combustible que se suministra a los inyectores de combustible se utiliza para la operación del motor.

El combustible que no utiliza el motor se proporciona para propósitos de enfriamiento. Este combustible no utilizado se descarga en los conductos de retorno del combustible. El combustible se devuelve al tanque de combustible por las tuberías de retorno de combustible (7) y (16). Existe un flujo continuo de combustible dentro del sistema de combustible de baja presión.

La válvula reguladora de presión (8) está ubicada en la base del filtro del combustible. La válvula reguladora de presión permite que el sistema de combustible de baja presión mantenga una presión constante. También hay una lumbrera de control de flujo ubicada en el retorno de combustible. La lumbrera de control de flujo mantiene una contrapresión constante del sistema. La lumbrera permite un flujo constante del combustible a través del sistema. Esto evita el calentamiento excesivo del combustible.

Nota: En algunas aplicaciones, el filtro primario del combustible y el filtro secundario de combustible están instalados cerca del tanque de suministro de combustible. Esta ubicación puede estar lejos del motor. La válvula reguladora de presión estará ubicada en un bloque de distribución que está montado en el motor.

Durante la operación del motor, los inyectores de combustible (2) reciben combustible del sistema de combustible de baja presión. El inyector presuriza el combustible a alta presión. El combustible se inyecta entonces en el cilindro. El exceso de combustible vuelve al tanque.

CALENTADORES DEL COMBUSTIBLE

Los calentadores del combustible ayudan a evitar la obstrucción de los filtros de combustible en tiempos fríos. Este taponamiento se debe a la formación de ceras. En condiciones de ambiente frío, el motor frío no disipa suficiente calor en el sistema de combustible para evitar la formación de ceras. Los calentadores sin control termostático pueden calentar el combustible en exceso de los 65°C (149°F). Las temperaturas excesivas en el sistema de combustible reducen drásticamente la eficiencia del motor. Las altas temperaturas del combustible afectan también la fiabilidad del sistema de combustible.

Nota: Nunca utilice calentadores de combustible sin algún tipo de termostato. Asegúrese de que los calentadores del combustible se apaguen durante condiciones de ambiente cálido.

CONTROLES ELECTRÓNICOS

Hay dos componentes principales del sistema de control electrónico que son necesarios para proporcionar control de los inyectores unitarios electromecánicos:

- El ECM(módulo de control electrónico)
- El módulo de personalidad (almacenamiento para el archivo Flash del ECM)

El ECM (modulo de control electrónico) es la computadora que se utiliza para proporcionar control para todos los aspectos de la operación del motor. El módulo de personalidad contiene el software que define las características del control del motor. El módulo de personalidad contiene los mapas de operación. Los mapas de operación definen las siguientes características del motor:

- Potencia de motor
- Curvas de par
- Velocidad del motor (r.p.m.)
- Otras características

El ECM, el módulo de personalidad, los sensores del motor y los inyectores unitarios trabajan juntos para controlar el motor. Ninguno de los cuatro puede controlar el motor por separado.

El ECM mantiene la velocidad deseada del motor detectando la velocidad real del motor. El ECM calcula la cantidad de combustible que es necesario inyectar para obtener la velocidad deseada del motor.

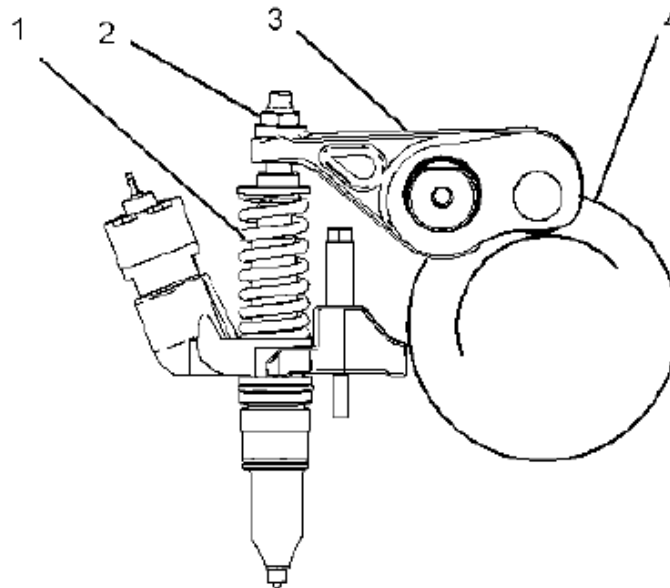
INYECCIÓN DEL COMBUSTIBLE

El ECM (módulo de control electrónico) controla la cantidad de combustible que se inyecta variando la señal a cada uno de los inyectores unitarios. Los inyectores unitarios inyectan el combustible solamente mientras se energiza el solenoide del inyector unitario. El ECM envía una señal de 105 voltios al solenoide para energizar el solenoide del inyector. El ECM controla la sincronización de la inyección mediante el control de la sincronización de la señal de 105 voltios. El ECM controla la cantidad de combustible que se inyecta mediante el control de la duración de la señal de 105 voltios. El ECM establece algunos límites en cuanto a la cantidad de combustible que se puede inyectar. La posición del control de la relación de combustible (FRC) es un límite basado en la presión de refuerzo para controlar la mezcla de combustible y aire para el control de las emisiones. Cuando el ECM detecta un aumento de la presión de refuerzo, aumenta la posición del control de la relación de combustible. La posición nominal del combustible es un límite basado en la clasificación de potencia del motor. La posición nominal del combustible es semejante a los topes de cremallera y el resorte de par en un motor regulado mecánicamente. La posición nominal del combustible proporciona la potencia de motor y las curvas de par para una familia específica de motores. La posición nominal del combustible proporciona la potencia de motor y las curvas de par para una clasificación específica de potencia. La fábrica programa los límites en el módulo de personalidad. Los límites no se pueden programar en el campo.

La sincronización de la inyección depende de los siguientes parámetros del motor: velocidad del motor, carga del motor, y otros datos del motor. El ECM detecta el punto muerto superior del cilindro número uno a partir de la señal proporcionada por los sensores de velocidad/sincronización del motor. El ECM decide cuándo debe ocurrir la inyección con relación a esta posición de punto muerto superior. El ECM proporciona la señal al inyector unitario en el momento deseado.

MECANISMO DE INYECTOR UNITARIO

Figura 4 Mecanismo de inyector unitario



- (1) Inyector unitario
- (2) Tuerca de ajuste
- (3) Conjunto de balancín
- (4) Árbol de levas

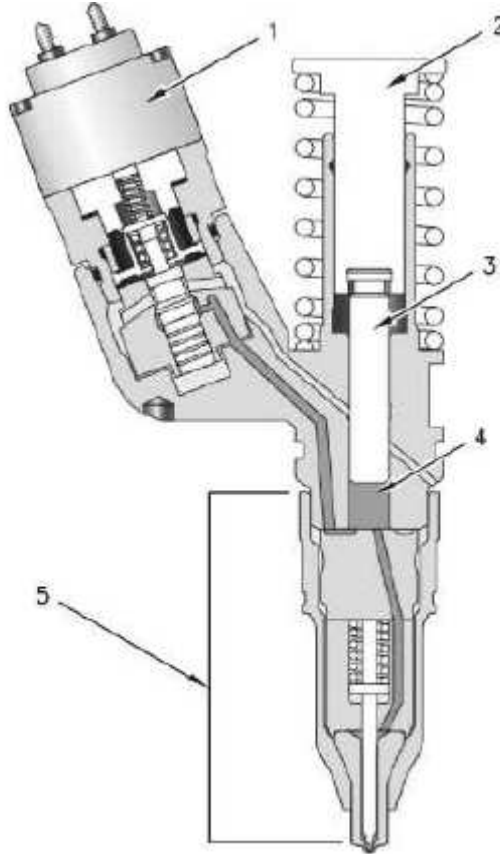
El mecanismo del inyector unitario proporciona la fuerza descendente necesaria para presurizar el combustible en el inyector unitario. Cuando se recibe una señal del ECM, el inyector unitario (1) inyecta el combustible presurizado en la cámara de

combustión. Un engranaje loco, impulsado por el tren delantero del engranaje del cigüeñal, impulsa el engranaje del árbol de levas. Los engranajes del tren delantero que están sincronizados tienen que estar alineados para así proporcionar la relación correcta entre el pistón y el movimiento de la válvula.

Durante el armado del tren de engranajes delanteros, se debe tomar el cuidado de alinear correctamente las marcas de sincronización de los engranajes. El árbol de levas tiene tres lóbulos de leva para cada cilindro. Dos lóbulos operan las válvulas de admisión y de escape y uno opera el mecanismo del inyector unitario. La fuerza se transfiere desde el lóbulo del inyector unitario en el árbol de levas (4) a través del conjunto de balancín (3) hasta la parte superior del inyector unitario. La tuerca de ajuste (2) permite regular el ajuste del inyector unitario.

INYECTOR UNITARIO

Figura 5 Partes del inyector unitario



- (1) Solenoide
- (2) Levantaválvulas
- (3) Émbolo
- (4) Cañón
- (5) Inyector

OPERACIÓN DEL INYECTOR UNITARIO ELECTRÓNICO

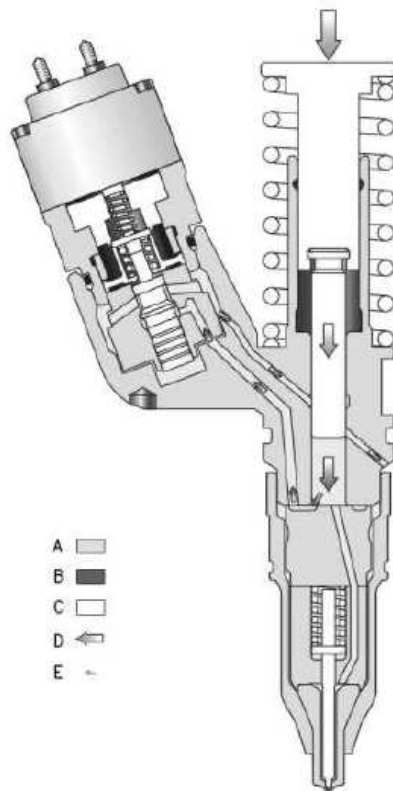
La operación del Inyector unitario electrónico (EUI) consta de las cuatro etapas siguientes: preinyección, inyección, fin de inyección y carga. Los inyectores unitarios usan un émbolo y un barril para bombear combustible a alta presión a la cámara de

combustión. Los componentes del inyector incluyen el levantaválvulas, el émbolo, el cañón y el conjunto de toberas.

Los componentes del conjunto de toberas incluyen el resorte, la válvula de retención de la tobera y la punta de la tobera. La válvula de cartucho consta de los siguientes componentes: solenoide, inducido, válvula de contrapunta y resorte de contrapunta.

El inyector está montado en un orificio de inyector en la culata que tiene un conducto integrado de suministro de combustible. El manguito del inyector separa el inyector del refrigerante del motor en la camisa de agua. Algunos motores usan un manguito de acero inoxidable. La camisa de acero inoxidable se conecta a la culata con un ajuste a presión ligera.

Figura 6 Etapa de preinyección

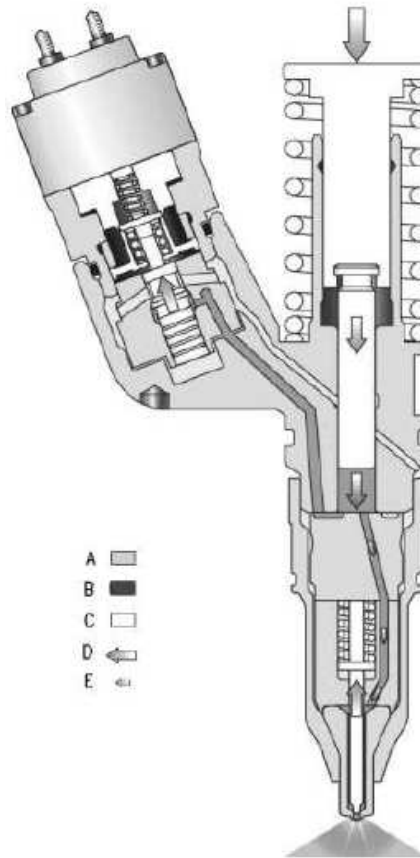


(A) Presión de suministro de combustible

- (B) Presión de inyección
- (C) Piezas movibles
- (D) Movimiento mecánico
- (E) Movimiento del combustible.

La dosificación de preinyección empieza con el émbolo del inyector y el levantaválvulas del inyector en la parte superior de la carrera de inyección de combustible. Cuando la cavidad del émbolo está llena de combustible, la válvula de contrapunta está en la posición abierta y la válvula de retención de la boquilla está en la posición abierta. El combustible sale de la cavidad de émbolo cuando el balancín empuja hacia abajo sobre el levantaválvulas y el émbolo. La válvula de retención que está en la punta de la tobera bloquea el flujo de combustible. El combustible fluye más allá de la válvula de contrapunta abierta, al conducto de suministro de combustible en la culata de cilindros. Si el solenoide está energizado, la válvula de contrapunta permanece abierta y el combustible de la cavidad del émbolo continúa ingresando al conducto de suministro de combustible.

Figura 7 Inicio de inyección



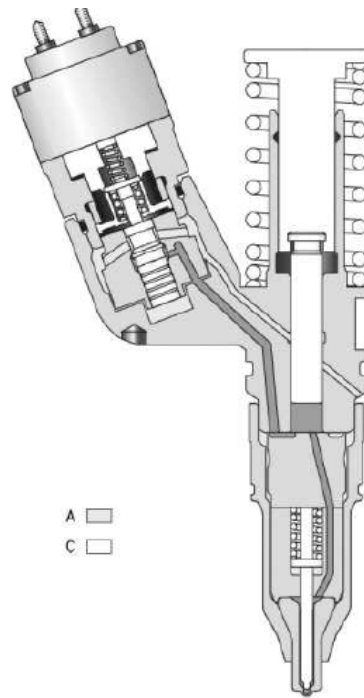
- (A) Presión de suministro de combustible
- (B) Presión de inyección
- (C) Piezas móviles
- (D) Movimiento mecánico
- (E) Movimiento del combustible.

Para iniciar la inyección, el ECM envía una corriente al solenoide en la válvula de cartucho. El solenoide crea un campo magnético que atrae el inducido. Cuando se energiza el solenoide, el conjunto de inducido levanta la válvula de contrapunta de modo que la válvula de contrapunta hace contacto con el asiento de la válvula de contrapunta. Esta es la posición cerrada. Una vez que la válvula de contrapunta se cierra, se bloquea el camino para el combustible que sale de la cavidad del émbolo. El

émbolo continúa empujando combustible de la cavidad del émbolo y la presión de combustible aumenta.

Cuando la presión de combustible alcanza aproximadamente 34,500 kPa (5.000 lb/pulg²), la fuerza del combustible a alta presión supera la fuerza del resorte. Esto retiene la válvula de retención de la boquilla en la posición cerrada. La válvula de retención de la boquilla se mueve del asiento de la boquilla y el combustible fluye, saliendo por la punta del inyector. Éste es el comienzo de la inyección.

Figura 8 Fin de la inyección



(A) Presión de suministro de combustible

La inyección es continua mientras el émbolo del inyector se mueve en un movimiento descendente y el solenoide energizado mantiene cerrada la válvula de contrapunta. Cuando la presión de inyección ya no se requiere, el ECM detiene el flujo de corriente eléctrica al solenoide. Cuando el flujo de corriente al solenoide se detiene, la válvula de contrapunta se abre. El resorte del inyector de combustible y la

suministro de combustible. El combustible fluye desde el conducto de suministro de combustible alrededor de la válvula de contrapunta abierta y a la cavidad del émbolo, a medida que el émbolo se mueve hacia arriba. Cuando el émbolo alcanza la parte superior de la carrera, la cavidad de émbolo está llena de combustible y el flujo de combustible a la cavidad del émbolo se detiene. Éste es el comienzo de la preinyección.

1.8.2.1.3 Sistema de lubricación

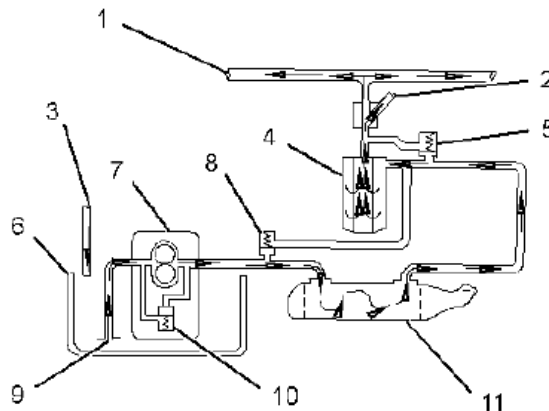
1.8.2.1.3.1 Componentes del sistema de lubricación

El sistema de lubricación tiene los siguientes componentes:

- Colector de aceite
- Bomba de aceite
- Enfriador de aceite
- Filtro del aceite
- Tuberías de aceite del turbocompresor
- Conductos de aceite para el bloque de motor.

Flujo de aceite a través del filtro del aceite y del enfriador del aceite

Figura 10 Flujo de aceite cuando el motor esta caliente.



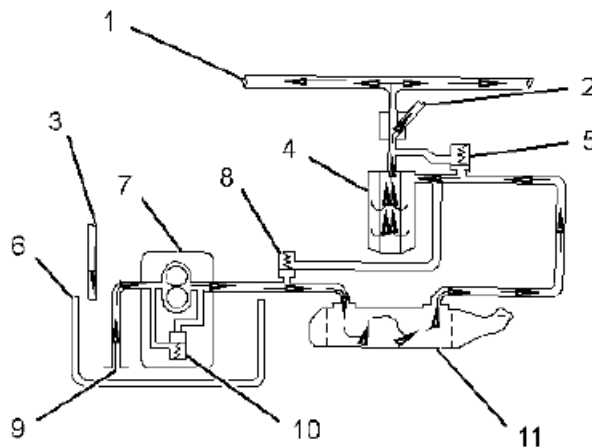
(1) Múltiple de aceite

- (2) Tubería de suministro de aceite
- (3) Tubería de retorno de aceite
- (4) Filtro del aceite
- (5) Válvula de derivación del filtro del aceite
- (6) Colector de aceite
- (7) Bomba de aceite
- (8) Válvula de derivación del enfriador del aceite
- (9) Tuberías de succión
- (10) Válvula de derivación de la bomba de aceite
- (11) Enfriador de aceite

Cuando el motor está caliente, el aceite se extrae del colector de aceite (6), a través de las tuberías de succión (9) a la bomba de aceite (7). La bomba de aceite empuja el aceite caliente a través del enfriador de aceite (11). El aceite se envía después al filtro del aceite (4). El aceite del filtro del aceite se envía al colector de aceite (1) del bloque de motor y a la tubería de suministro de aceite (2) del turbocompresor.

El aceite del turbocompresor regresa a través de la tubería de retorno de aceite (3) al colector de aceite.

Figura 11 Flujo de aceite cuando el motor esta frío



- (1) Múltiple de aceite

- (2) Tubería de suministro de aceite
- (3) Tubería de retorno de aceite
- (4) Filtro del aceite
- (5) Válvula de derivación del filtro del aceite
- (6) Colector de aceite
- (7) Bomba de aceite
- (8) Válvula de derivación del enfriador del aceite
- (9) Tuberías de succión
- (10) Válvula de derivación de la bomba de aceite
- (11) Enfriador de aceite

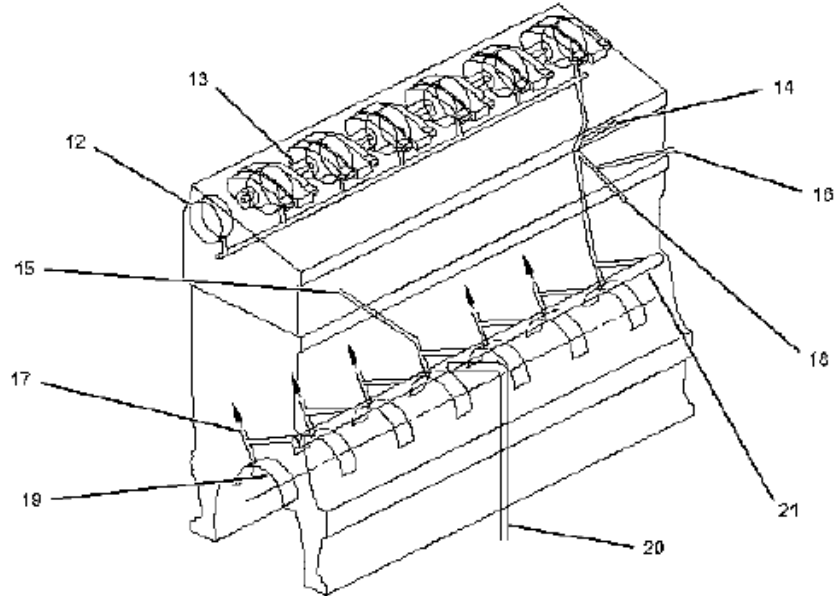
Cuando el motor está frío, el aceite se extrae del colector de aceite (6), a través de las tuberías de succión (9) a la bomba de aceite (7). Cuando el aceite está frío, una presión diferencial del aceite en las válvulas de derivación causa que las válvulas de derivación se abran. Estas válvulas de derivación proporcionan entonces lubricación inmediata a todos los componentes del motor cuando el aceite frío con alta viscosidad causa una restricción del flujo de aceite a través del enfriador de aceite (11) y el filtro del aceite (4). La bomba de aceite empuja entonces el aceite frío a través de la válvula de derivación (8) del enfriador de aceite y a través de la válvula de derivación (5) del filtro del aceite. El aceite pasa después al colector de aceite (1) en el bloque de motor y a la tubería de suministro (2) del turbocompresor. El aceite del turbocompresor regresa a través de la tubería de retorno de aceite (3) al colector de aceite.

Cuando el aceite está caliente, una presión diferencial del aceite en las válvulas de derivación causa también que las válvulas de derivación se cierren. Hay un flujo de aceite normal a través del enfriador del aceite y el filtro del aceite.

Las válvulas de derivación también se abren si hay una restricción en el enfriador del aceite o en el filtro del aceite. Esto impide que la restricción de un filtro o de un enfriador del aceite detenga la lubricación del motor. La válvula de derivación de la bomba de aceite (10) limita la presión del sistema.

FLUJO DE ACEITE DEL MOTOR

Figura 12 Diagrama del flujo de aceite del motor



- (12) Muñones de los cojinetes del árbol de levas
- (13) Eje de balancín
- (14) Conducto de aceite al engranaje loco ajustable
- (15) Conducto de aceite al compresor de aire
- (16) Conducto de aceite al eje corto del engranaje loco fijo
- (17) Boquilla de enfriamiento del pistón
- (18) Conducto de aceite al tren de engranajes locos
- (19) Cojinetes de bancada
- (20) Conducto de aceite desde el filtro
- (21) Múltiple de aceite

El aceite del colector del aceite (21) se envía bajo presión, a través de conductos perforados a los cojinetes de bancada del cigüeñal (19). El aceite circula a través de los agujeros perforados del cigüeñal.

Este aceite lubrica los cojinetes de biela. Una cantidad pequeña de aceite se envía a las boquillas de enfriamiento de pistón (17). Las boquillas de enfriamiento de pistón rocían aceite en el lado inferior de los pistones.

El aceite atraviesa los conductos de la caja del engranaje de sincronización y del engranaje de impulsión del accesorio. Este aceite fluye al compresor de aire a través del conducto de aceite (15). El conducto de aceite (14) proporciona aceite al engranaje loco ajustable. El conducto de aceite (16) proporciona aceite al engranaje loco fijo. El conducto de aceite (18) proporciona aceite al tren de engranaje. El aceite fluye a través de un conducto en los ejes de los engranajes.

Hay una válvula de control de presión de la bomba de aceite. Esta válvula controla la presión del aceite que fluye de la bomba de aceite.

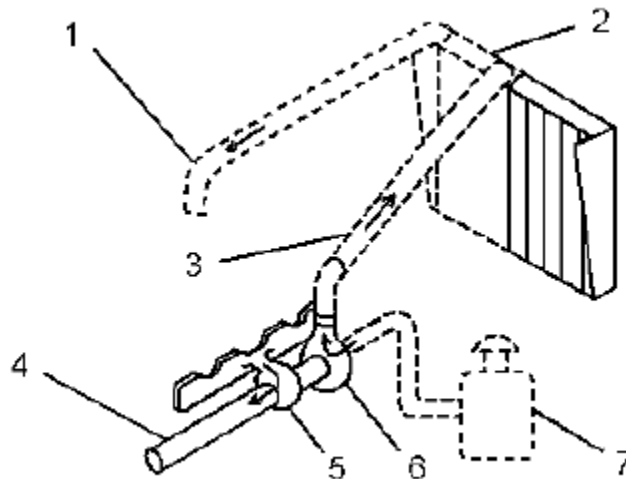
El conducto de aceite (19) proporciona lubricación al sello trasero de cigüeñal. Esto asegura una vida prolongada para el sello de cigüeñal trasero.

El aceite pasa a la culata a través de una espiga guía hueca en la superficie superior del bloque de motor.

El aceite se desplaza a los muñones de cojinete de árbol de levas (12) y a los tres soportes de los ejes centrales del balancín por los conductos perforados en la culata de cilindros. Los soportes lubrican cada eje de balancín. El aceite fluye a los bujes del balancín del inyector de combustible a través de los agujeros en el eje del balancín (13). Este mismo aceite lubrica la válvula y los rodillos. El aceite atraviesa los conductos perforados de los balancines. Este aceite lubrica el rodillo, el puente de las válvulas y las superficies de contacto del accionador del inyector unitario. El aceite que salpica se utiliza para lubricar los otros componentes del sistema de válvulas. El exceso de aceite regresa al colector de aceite del motor.

1.8.2.1.4 Sistema de aire y escape

Figura 13 Diagrama del sistema de admisión de aire y escape



- (1) Entrada al motor
- (2) Núcleo del posenfriador
- (3) Tubería de admisión de aire
- (4) Salida de escape del turbocompresor
- (5) Lado de la turbina del turbocompresor
- (6) Lado del compresor del turbocompresor
- (7) Filtro de aire

Los componentes del sistema de admisión de aire y escape controlan la calidad y la cantidad del aire disponible para la combustión. Los componentes del sistema de admisión de aire y escape son los siguientes:

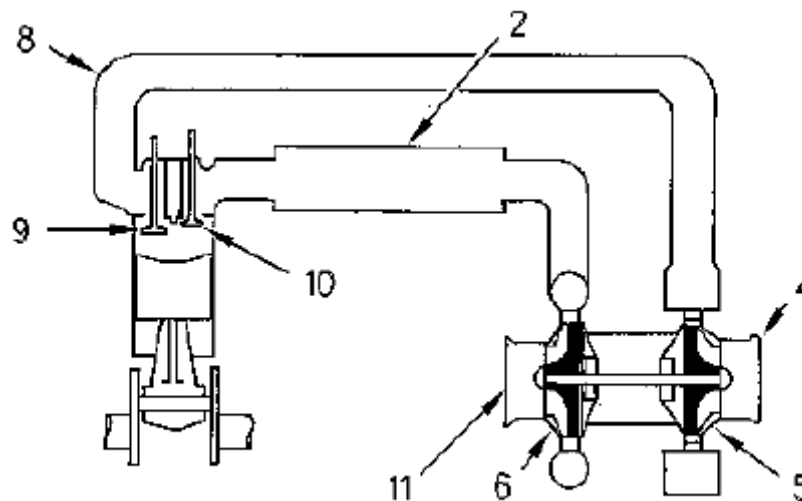
- Filtro de aire
- Turbocompresor
- Posenfriador
- Culata de cilindros
- Válvulas y componentes del sistema de válvulas

- Pistón y cilindro
- Múltiple de escape

La rueda compresora del turbocompresor hace ingresar el aire de admisión a través del filtro de aire a la admisión de aire. Se comprime el aire y esto causa que el aire se caliente. El aire fluye a través del núcleo del posenfriador (2) y la temperatura del aire comprimido baja. Esto ayuda a proporcionar una entrega mayor de potencia. El núcleo del posenfriador (2) es un núcleo de enfriador aparte que está montado a lo largo del lado del radiador del motor. El ventilador del motor causa que el aire ambiente se mueva a través de ambos núcleos. Esto enfría el aire de admisión turbocomprimido y el refrigerante del motor.

Se hace pasar el aire del posenfriador al múltiple de admisión (1). Las válvulas de admisión controlan el flujo de aire desde la lumbrera de entrada a los cilindros.

Figura 14 Partes del sistema de Admisión de aire y escape



- (2) Núcleo del posenfriador
- (4) Salida del escape
- (5) Lado de la turbina del turbocompresor
- (6) Lado del compresor del turbocompresor
- (8) Múltiple de escape

- (9) Válvula de escape
- (10) Válvula de admisión
- (11) Admisión de aire

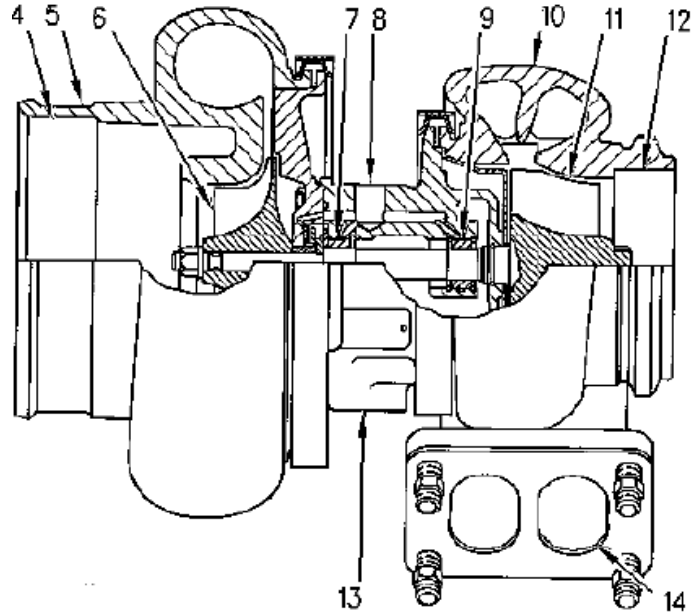
Cada cilindro tiene dos válvulas de admisión (10) y dos válvulas de escape (9) en la culata. Las válvulas de admisión se abren durante la carrera de admisión.

Cuando las válvulas de admisión se abren, el aire comprimido de la lumbrera de admisión dentro del múltiple de admisión se empuja en el cilindro. Las válvulas de admisión se cierran cuando el pistón empieza la carrera de compresión. El aire en el cilindro se comprime y se inyecta el combustible en el cilindro cuando el pistón está cerca de la parte superior de la carrera de compresión. La combustión comienza cuando el combustible se mezcla con el aire. La fuerza de combustión empuja el pistón en la carrera de potencia. Las válvulas de escape se abren y los gases de escape se empujan a través de la lumbrera de escape al múltiple de escape (8). Después de que el pistón termina la carrera de escape, las válvulas de escape se cierran y el ciclo empieza otra vez.

Los gases de escape del múltiple de escape entran en el lado de la turbina del turbocompresor (5). Los gases de escape a altas temperaturas hacen girar la rueda de la turbina del turbocompresor. La rueda de la turbina está conectada al eje que impulsa la rueda del compresor. Los gases de escape del Turbocompresor pasan a través de la salida de escape (4), a través de un silenciador y a través de un tubo de escape vertical.

TURBOCOMPRESOR

Figura 15 Partes del turbocompresor



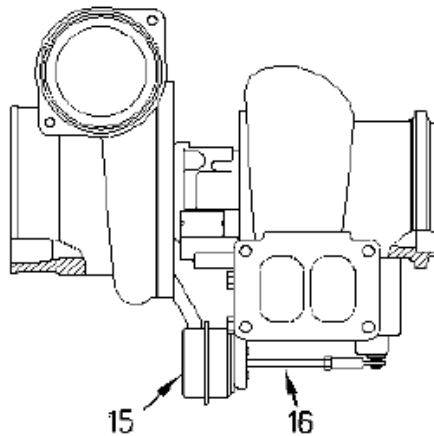
- (4) Admisión de aire
- (5) Caja del compresor
- (6) Rueda del compresor
- (7) Cojinete
- (8) Lumbreira de entrada de aceite
- (9) Cojinete
- (10) Caja de la turbina
- (11) Rueda de la turbina
- (12) Salida del escape
- (13) Lumbreira de salida del aceite
- (14) Entrada del escape

El turbocompresor (3) está montado al múltiple de escape (2) del motor. Todos los gases de escape van desde el múltiple de escape a través del turbocompresor.

Los gases de escape entran en el turbocompresor y hacen girar la rueda de la turbina. Como la rueda de la turbina del turbocompresor está conectada por medio de un eje a la rueda compresora del turbocompresor, la rueda de la turbina y la rueda del compresor giran a velocidades muy altas.

La rotación de la rueda del compresor hace pasar aire limpio a través de la admisión de aire de la caja del compresor. La acción de las aletas de la rueda del compresor comprime el aire de admisión. Esta compresión permite que una mayor cantidad de aire ingrese al motor. Con más aire en el motor, éste puede quemar más combustible. El efecto total es un aumento de potencia.

Figura 16 Válvula de derivación de gases de escape



(15) Recipiente

(16) Palanca de accionamiento

El motor puede funcionar en condiciones de baja presión de refuerzo (sobrecarga). La baja presión de refuerzo es una condición que ocurre cuando el turbocompresor produce una presión de refuerzo menor que la óptima. Hay un resorte dentro del recipiente (15). En condiciones de baja presión de refuerzo, el resorte empuja el diafragma en el recipiente (15). Esto mueve la palanca de accionamiento (16). La palanca de accionamiento cierra la válvula de derivación de los gases de escape, lo cual permite que el turbocompresor opere con rendimiento máximo.

En condiciones de alta presión de refuerzo, la válvula de derivación de los gases de escape se abre. La válvula de derivación de los gases de escape abierta permite que los gases de escape se desvíen del lado de la turbina del turbocompresor. Cuando la presión de refuerzo aumenta contra el diafragma del recipiente (15), la válvula de derivación de los gases de escape se abre. Se limita la velocidad (r.p.m) del turbocompresor mediante el desvío de una parte de los gases de escape alrededor de la rueda de la turbina del turbocompresor.

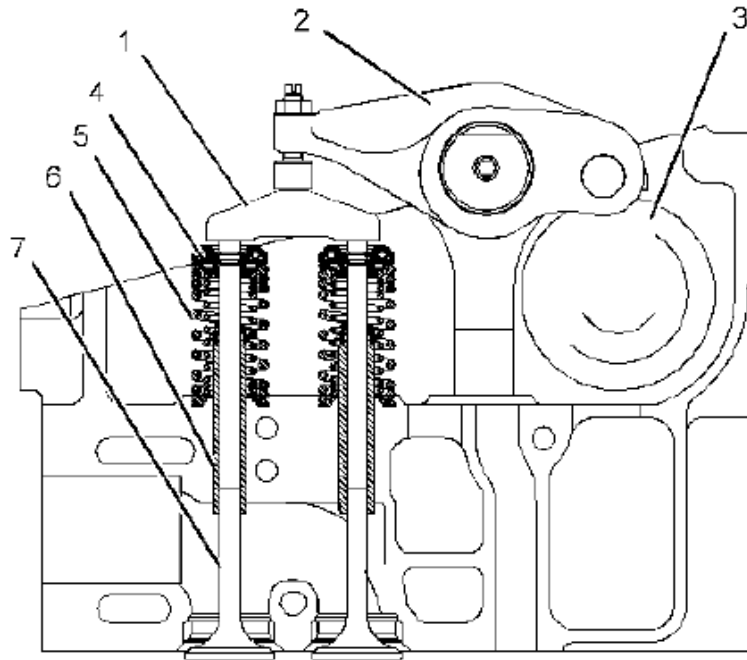
Nota: La calibración de la válvula de derivación de los gases de escape se ajusta en fábrica. No se puede hacer ningún ajuste de la válvula de derivación de los gases de escape.

El cojinete (7) y el cojinete (9) en el turbocompresor utilizan aceite del motor que esté bajo presión para la lubricación. La lubricación para los cojinetes entra a través de la lumbrera de admisión de aceite (8), en la lumbrera de admisión en la sección central del cartucho del turbocompresor. El aceite sale del turbocompresor a través de la lumbrera de salida del aceite (13). El aceite regresa entonces al colector de aceite del motor a través de la tubería de drenaje del aceite del turbocompresor.

El refrigerante del motor enfría la caja central del turbocompresor del turbocompresor. El refrigerante fluye de la caja del termostato a la caja central del turbocompresor. El flujo del refrigerante mantiene fríos los componentes de la caja central del turbocompresor para evitar la coquización del aceite en el área del cojinete.

VÁLVULAS Y MECANISMO DE VÁLVULAS

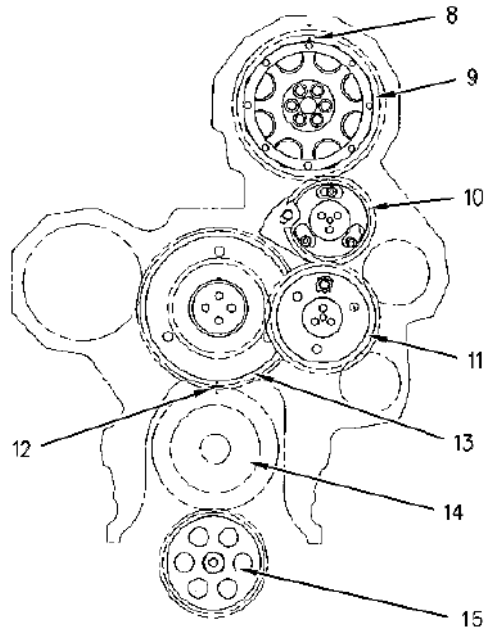
Figura. 17 Válvulas y mecanismo de válvulas



- (1) Puente de válvulas
- (2) Balancín de válvulas
- (3) Árbol de levas
- (4) Rotaválvulas
- (5) Resorte de válvula
- (6) Guía de válvula
- (7) Válvula

Las válvulas y el mecanismo de válvulas controlan el flujo del aire de admisión a los cilindros durante la operación del motor. Las válvulas y el mecanismo de válvulas controlan el flujo de los gases de escape que salen de los cilindros durante la operación del motor.

Figura 18 Componentes del tren de engranajes



- (8) Marca de sincronización
- (9) Engranaje de árbol de levas
- (10) Engranaje loco ajustable
- (11) Engranaje loco
- (12) Marca de sincronización
- (13) Tren de engranaje
- (14) Engranaje del cigüeñal
- (15) Engranaje de la bomba de aceite

El mecanismo de válvulas abre las válvulas de admisión y las válvulas de escape.

El mecanismo de válvulas cierra también las válvulas de admisión y las válvulas de escape. Esto ocurre a medida que la rotación del cigüeñal hace que el árbol de levas (3) gire. Una serie de dos engranajes locos (10) y (11) impulsa el engranaje del árbol de levas (9). El tren de engranajes (13) impulsa el engranaje loco (11). El engranaje del cigüeñal (14) impulsa el tren de engranajes (13). Se alinean la marca de

sincronización (12) y la marca de sincronización (8) para proporcionar la relación correcta entre el movimiento del pistón y la válvula.

El árbol de levas tiene tres lóbulos por cilindro. Un lóbulo opera las válvulas de admisión. Un segundo lóbulo opera las válvulas de escape. El tercer lóbulo opera el mecanismo del inyector unitario. Los lóbulos del árbol de levas giran y los balancines se mueven. El movimiento de los balancines hace que los puentes de la válvula de ingreso y de escape se muevan. Estos puentes permiten que un balancín accione dos válvulas al mismo tiempo. Cada cilindro tiene dos válvulas de admisión y dos válvulas de escape. Cada válvula tiene un resorte de válvula (5). El resorte cierra la válvula.

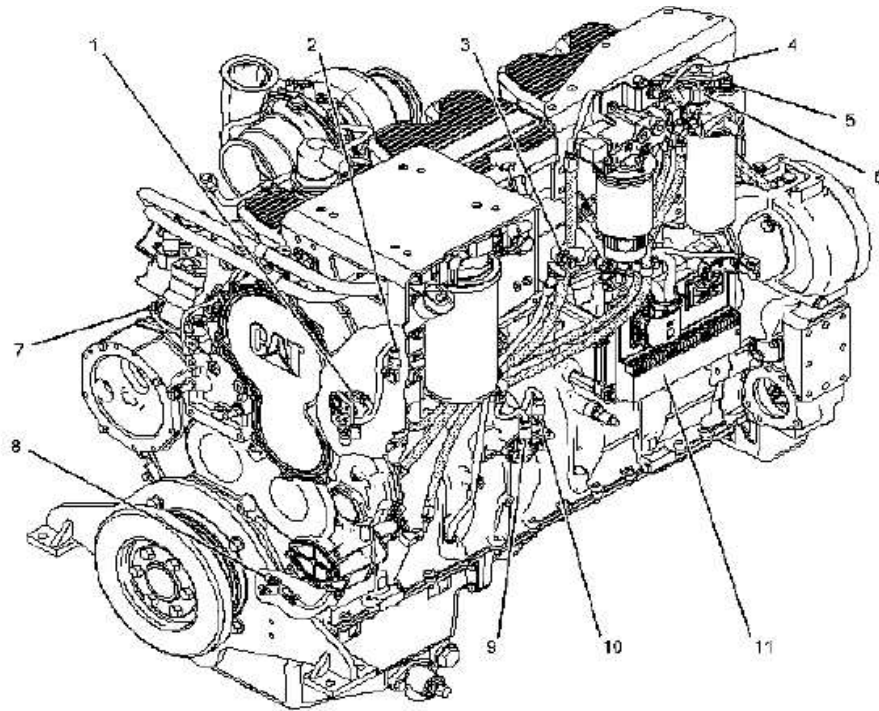
Los rotaválvulas (4) hacen que las válvulas giren cuando el motor está funcionando. La rotación de las válvulas les proporciona una vida útil más larga. La rotación de las válvulas minimiza también los depósitos de carbón en las válvulas.

El engranaje loco ajustable (10) está diseñado para proporcionar el contrajuego necesario de engranajes entre el engranaje loco no ajustable (11) y el engranaje del árbol de levas (9). Si se quita la culata, las tolerancias de los componentes cambian. Los componentes que cambian son la culata y la junta de la culata. Hay que reubicar el engranaje loco ajustable.

El engranaje de mando del árbol de levas tiene péndulos integrados que actúan como amortiguadores de vibración para el grupo de engranajes delanteros. Estos péndulos están diseñados para contrarrestar las fuerzas torsionales de los pulsos del inyector. Esto elimina las vibraciones y el ruido. El motor también funciona con más suavidad en todas las velocidades.

1.8.2.1.5 Sistema electrónico

Figura. 19 Componentes del sistema electrónico



- (1) Sensor secundario de velocidad/sincronización
- (2) Sensor de la presión de refuerzo
- (3) Sensor de la temperatura del aire de admisión
- (4) Sensor de la presión del combustible
- (5) Sensor de la temperatura del combustible
- (6) Interruptor de la presión diferencial (combustible)
- (7) Sensor de la temperatura del refrigerante
- (8) Sensor principal de velocidad/sincronización
- (9) Sensor de la presión atmosférica
- (10) Sensor de la presión del aceite del motor
- (11) Módulo de control electrónico (ECM)

El sistema de control electrónico está íntegramente diseñado en el sistema de combustible del motor y el sistema de admisión de aire y de escape del motor para controlar electrónicamente la entrega de combustible y la sincronización de la inyección. El sistema de control electrónico permite controlar mejor la sincronización y la relación de combustible/aire en comparación con los motores mecánicos convencionales. El sensor principal de velocidad/sincronización es un sensor de posición del cigüeñal, y el sensor secundario de velocidad/sincronización es un sensor de posición del árbol de levas. La sincronización de la inyección se logra por el control preciso del tiempo de disparo, y la velocidad (r.p.m.) del motor se controla ajustando la duración del encendido. El Módulo de control electrónico (ECM) energiza el solenoide que está en el inyector unitario para arrancar la inyección de combustible. El ECM desenergiza los solenoides del inyector unitario para parar la inyección de combustible.

El motor usa los siguientes tipos de componentes electrónicos:

- Entradas
- Controles
- Salidas

Un componente de entrada es uno que envía una señal eléctrica al ECM. La señal que se envía varía en una de las siguientes formas:

- Voltage
- Frecuencia
- Ancho del impulso

La variación de la señal responde a un cambio en algún sistema específico del motor. El módulo de control electrónico ve la señal de sensor de entrada como información sobre la condición, entorno u operación del motor.

Un componente de control (ECM) recibe las señales de entrada. Los circuitos electrónicos dentro del componente de control evalúan las señales de los componentes de entrada. Estos circuitos electrónicos también suministran energía

eléctrica a los componentes de salida del sistema. La energía eléctrica suministrada al componente de salida se basa en combinaciones predeterminadas de los valores de las señales de entrada.

Un componente de salida es uno controlado por un módulo de control. El componente de salida recibe energía eléctrica del componente de control. El componente de salida usa dicha energía eléctrica en una de dos formas. El componente de salida puede usar esa energía eléctrica para realizar trabajo. El componente de salida puede usar también esa energía eléctrica para proporcionar información.

1. Por ejemplo, un émbolo de solenoide móvil realiza trabajo. El componente ha funcionado realizando trabajo para regular el motor.
2. Como ejemplo, una luz de advertencia o una alarma proporciona información al operador.

Tabla I Conexiones al Módulo de control electrónico (ECM)

Conector	Función
J1/P1	Conector ECM (mazo de cables del motor de 70 clavijas)
J2/P2	Conector ECM ("mazo de cables del motor de 120 clavijas")
J62/P62	Conector de herramienta de servicio (conector de 9 clavijas)
J100/P100	Sensor de la temperatura del refrigerante (conector de 2 clavijas)
J103/P103	Sensor de la temperatura del aire del múltiple de admisión (conector de 2 clavijas)
J105/P105	Sensor de la temperatura del combustible (conector de 2 clavijas)
J200/P200	Sensor de presión de refuerzo (conector de 3 clavijas)
J201/P201	Sensor de la presión del aceite del motor (conector de 3 clavijas)
J203/P203	Sensor de la presión atmosférica (conector de 3 clavijas)
J209/P209	Sensor de la presión del combustible (conector de 3 clavijas)
J213/P213	Interruptor de presión diferencial de combustible (conector de 2 clavijas)
J300/P300	Mazo de cables del solenoide del inyector (conector de 12 clavijas)

Continúa	
J400/P400	Sonda de calibración de la sincronización del motor (conector de 2 clavijas)
J401/P401	Sensor principal de velocidad/sincronización del motor (cigüeñal) (conector de 2 clavijas)
J402/P402	Sensor secundario de velocidad/sincronización del motor (árbol de levas) (conector de 2 clavijas)
P508/J508	Solenoide del ventilador
J703/P703	Interruptor de respaldo del acelerador

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL DIAGNÓSTICO

2.1 Situación actual del funcionamiento del departamento de servicios

En los talleres se realizan varias tareas como el de diagnosticar fallas y se efectúan reparaciones de maquinaria, rodos, ruedas, cadenas, etc. Además se tienen servicios de electricidad, re-acondicionamiento de motores, mantenimiento preventivo y control de calidad. Se realizan también, trabajos de enderezado, pintura y soldadura.

Los Talleres están formados por las siguientes áreas de reparación o talleres que son:

- Taller central.
- Taller de especialidades.
- Taller de rodaje, soldadura y torno.
- Taller de motores vehiculares.
- Taller de electricidad.

Taller Central: En dicho taller se hacen reparaciones a maquinaria que ingresa a taller como lo pueden ser enderezado de piezas en mal estado, montaje de accesorios, revisión y reparación de mandos finales en maquinas, diagnósticos a máquinas, también se brindan los servicios de diagnóstico de fallas, mantenimiento y reparaciones.

Taller de especialidades: Aquí se realizan reparaciones, desarmado, armando, y reacondicionamientos de componentes del sistema hidráulico, bombas o motores hidráulicos, transmisiones, tren de potencia, cilindros hidráulicos, bombas de combustible y prueba de dinamómetro.

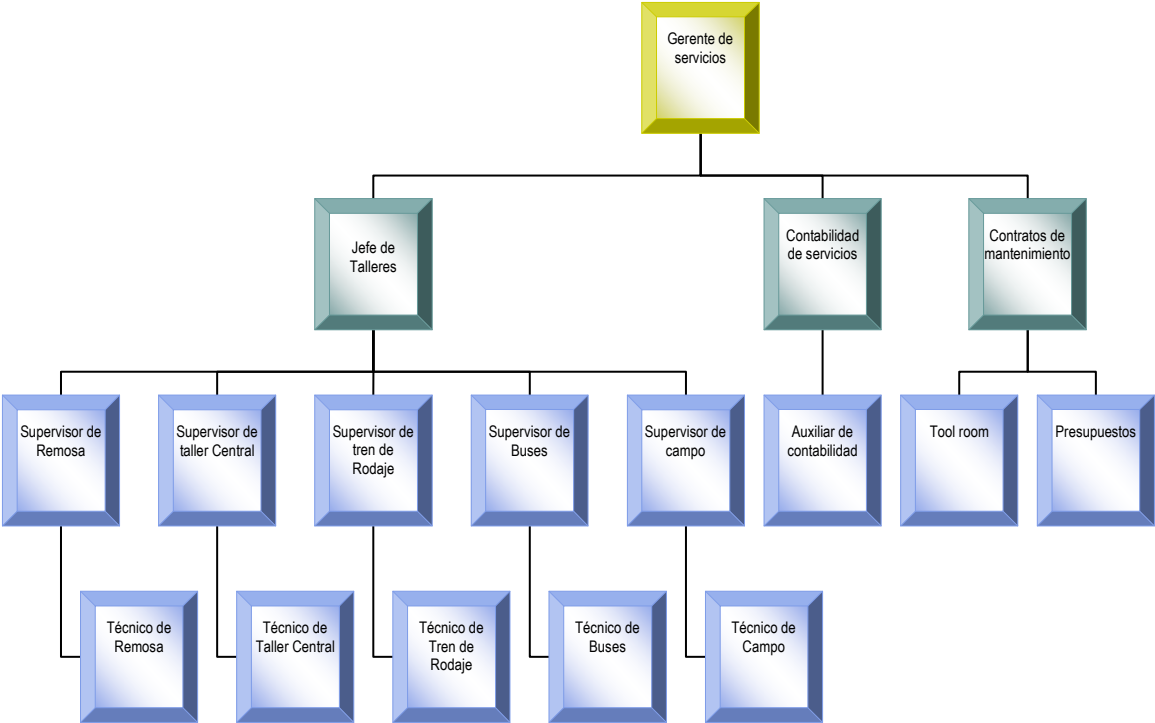
Taller de rodaje, soldadura y torno: en este se llevan a cabo reparaciones de tren de rodaje, armado y desarmado, reacondicionamiento de zapatas, calzado de zapatas y trabajos de torno.

Taller de motores vehiculares: armado y desarmado de motores, además se realizan diagnósticos y reparaciones de motores de camión y buses.

Taller de electricidad: armado, desarmado, reparación y diagnóstico de generadores eléctricos.

2.1.1 Organigrama del departamento de servicios

Figura 20 Organigrama del departamento de servicios



2.1.1.1 Descripción de obligaciones y atribuciones del organigrama del departamento de servicios

Aquí haremos un análisis de las funciones de cada una de las personas que se ven involucradas en el departamento de servicios, desde la persona de más alto rango, hasta los rangos menores para tener un parámetro mas claro de cada una de sus funciones según los puestos que se ocupen:

Gerente de servicios:

Este tiene a su cargo el monitoreo del jefe de talleres, velando porque este lleve a cabo un buen seguimiento a algunas ordenes de trabajo especiales, estar al pendiente de la comunicación con contabilidad de servicios por algunos trabajos que se hicieron al crédito, ya que estas se deben de cancelar y controlar el seguimiento a estas ordenes de trabajo, trabajar algunos contratos de mantenimiento especiales y el manejo de inventario de repuestos.

Jefe de talleres:

Dentro de las atribuciones o responsabilidades que tiene que atender el jefe de Taller podemos mencionar las siguientes que son:

- Atiende llamadas de los clientes referentes a solicitud de servicios y/o reparaciones.
- Solicita al cliente una solicitud por escrito para poder abrir una orden de trabajo
- Informa al cliente el estatus en que se encuentran las máquinas que están en reparación.
- Atiende conjuntamente con el supervisor respectivo, al cliente cuando este necesita ver el estado de componentes dañados, o el estado en que se encuentra una reparación.
- Informa a los clientes acerca de los daños o fallas encontradas en la maquinaria.

- Prepara reporte del análisis de la falla en la maquinaria cuando el cliente lo solicite.
- Cuando un cliente reclama una garantía de taller verifica que esta aplique y solicita la apertura de la respectiva orden de trabajo.
- Coordina con los supervisores de los diferentes talleres la programación de los trabajos.
- Verifica la forma en que los supervisores programan al personal técnico para efectuar los trabajos.
- Le da seguimiento al proceso que llevan las reparaciones en los diferentes talleres.
- Solicita a los supervisores la asignación de técnicos para efectuar ciertos trabajos urgentes.
- Una vez programados los trabajos informa al cliente para cuando se le enviará un presupuesto o se tendrá reparada su máquina.
- Está pendiente del ingreso de repuestos con orden anterior para coordinar con los supervisores su utilización en reparaciones.
- Coordina con los supervisores la forma más rápida para atender las órdenes de más de 90 días.
- Coordina con los supervisores la devolución de los repuestos no utilizados en las reparaciones.
- Coordina con el encargado de control de calidad para que este efectúe la recepción respectiva de cada máquina.
- Mide el desempeño de los supervisores a su cargo en base a tiempos de entrega, eficiencia, cantidad de garantías, seguridad en el trabajo, orden, etc.
- Coordina con el encargado de control de calidad la revisión y prueba de maquinaria que ya ha sido reparada en el taller.
- Coordina con el encargado de control de calidad y el supervisor respectivo la corrección de fallas que aquel haya detectado en máquinas ya reparadas.
- Apoya juntamente con el supervisor al personal técnico para que sea capaz de efectuar determinados trabajos para los cuales no está suficientemente entrenado.

- Solicita el entrenamiento del personal técnico en las áreas que considere necesario.
- Verifica el buen funcionamiento de los equipos de taller utilizados para efectuar reparaciones.
- Coordina con el encargado del tool room (sala de herramienta) la existencia de herramienta necesaria para poder efectuar los trabajos.
- Solicita y coordina la reparación y/o reposición de equipo en mal estado.
- Coordina con los supervisores la limpieza y orden que debe prevalecer en cada taller.
- Supervisa y apoya a los supervisores para en el control de la seguridad en los trabajos.
- Colabora con el departamento de contabilidad en la elaboración de presupuestos estimados.
- Coordina las actividades del encargado de la gasolinera, lavandería y sala de máquinas.

Supervisores:

Los supervisores estarán distribuidos en los diferentes talleres de la empresa, según su desempeño y experiencia, estos llevaran a cabo las mismas funciones, solo que va a variar las áreas donde ellos estén ubicados y serán áreas diferentes dependiendo del trabajo que se realice, siendo los supervisores de remosa, taller central, tren de rodaje, buses, de campo, siendo estas las atribuciones:

- Autorizar pedidos de Repuestos
- Planificar reparaciones
- Asignar trabajo a personal técnico
- Revisión y firma de tarjetas de tiempo
- Control de órdenes de trabajo
- Control y seguimiento de pedidos de repuestos
- Análisis técnico de presupuestos con los clientes
- Inducción a personal nuevo

- Impresión de información del SIS (sistema de información de servicio)
- Evaluar el desempeño de personal técnico
- Velar porque las normas internas de la empresa se cumplan
- Velar por la Seguridad Industrial sea efectiva
- Velar porque el personal bajo su cargo trabaje en un ambiente agradable
- Velar porque los procedimientos de reparación se llevan a cabo como lo especifica fábrica
- Administrar el equipo especial que está asignado a su área y velar porque se mantenga funcional
- Entrega diaria de tarjetas de tiempo

Técnico según especialidad:

Este tipo de técnico va a enfocar directamente en el tipo de técnico que tiene a su cargo el mantenimiento y reparación de motores de combustión interna y estos van a estar clasificados según sus habilidades y destrezas por medio de niveles y años de experiencia.

Especialista en reconstrucción de motor I

Trabajo usualmente realizado:

- Limpiar las piezas.
- Mantener el área de trabajo limpia y ordenada.
- Hacer pedidos de piezas de repuesto.
- Realizar los informes de servicio.
- Desarmar y armar el motor básico con asesoría.
- Con supervisión, hacer mediciones y ajustes a componentes armados.

Especialista en reconstrucción de motor II

Trabajo usualmente realizado:

- Hacer pedidos de piezas de repuesto.
- Realizar los informes de servicio.
- Desarmar y armar motores.
- Operar los motores después de las reparaciones.
- Hacer ajustes críticos al motor.
- Evaluar desgaste de las piezas.

Especialista en reconstrucción de motor III

Trabajo usualmente realizado:

- Hacer pedidos de piezas de repuesto.
- Realizar los informes de servicio.
- Realizar o dirigir reparación a productos de motores.
- Diagnosticar problemas y hacer recomendaciones para reparaciones.
- Hacer ajustes críticos al motor.
- Demostrar habilidad en el análisis de fallas.
- Participar en proyectos técnicos.
- Colaborar en cursos de capacitación de la empresa.
- Participar en las reuniones de mantenimiento con los clientes.

Especialista en Reconstrucción de motor IV

Trabajo usualmente realizado:

- Hacer pedidos de piezas de repuesto.
- Realizar los informes de servicio.
- Realizar o dirigir reparación a los productos de motor.

- Diagnosticar problemas y hacer recomendaciones para reparaciones.
- Hacer ajustes críticos al motor.
- Demostrar habilidad en el análisis de fallas.
- Participar en proyectos técnicos.
- Colaborar en cursos de capacitación de la empresa.

- Participar en las reuniones de mantenimiento con los clientes.

Especialista en Motor de camión I

Trabajo usualmente realizado:

- Limpiar piezas.
- Mantener el área de trabajo limpia y ordenada.
- Hacer pedidos de piezas de repuesto.
- Realizar los informes de servicio.
- Remover e instalar componentes externos.
- Remover e instalar componentes internos.
- Operar y revisar vehículos después de la reparación.
- Usar sin asistencia el Manual de Servicio.
- Llevar a cabo diagnósticos básicos.

Especialista en motor de Camión II

Trabajo usualmente realizado:

- Hacer pedidos de piezas de repuesto.
- Realizar los informes de servicio.
- Remover e instalar algunos componentes.
- Probar y diagnosticar problemas del motor.
- Operar y revisar vehículos después de la reparación.

- Hacer ajustes críticos al motor.

Especialista en camión III

Trabajo usualmente realizado:

- Hacer pedidos de piezas de repuesto.
- Realizar los informes de servicio.
- Remover e instalar algunos componentes.
- Diagnosticar problemas del motor y hacer recomendaciones para su reparación.
- Hacer ajustes críticos al motor.
- Demostrar habilidad en el análisis de fallas.
- Participar en proyectos técnicos.
- Colaborar en cursos de capacitación de la empresa.
- Participar en las reuniones de mantenimiento con los clientes.

Especialista en Camión IV

Trabajo usualmente realizado:

- Hacer pedidos de piezas de repuesto.
- Realizar los informes de servicio.
- Remover e instalar componentes internos.
- Diagnosticar problemas del motor y hacer recomendaciones para su reparación.
- Hacer ajustes críticos a la máquina y al sistema.
- Demostrar habilidad en el análisis de fallas.
- Participar en proyectos técnicos.
- Colaborar en cursos de capacitación de la empresa.
- Participar en las reuniones de mantenimiento con los clientes.

2.2 Descripción del diagnóstico actual a un motor

2.2.1 Tiempo de diagnóstico actual programado

El tiempo de mantenimiento para un motor de combustión interna se planea de acuerdo a algunos parámetros por parte de los clientes, estos pueden ser algunas paradas en los programas de uso de maquinaria, horas de vida de la maquina, mantenimiento correctivo, en algunas situaciones o el mantenimiento también se programa antes de empezar alguna tarea en particular, como lo pueden ser recesos en proyectos, inicio de ejecución de proyecto etc, en el cual se cambian o se hacen algunos servicios según como lo solicite el cliente.

2.2.2 Tiempo muerto o de paro

El tiempo muerto o de paro va a ser entonces el tiempo inactivo o de no funcionamiento de parte de la maquina o componente que se revisa, haciendo nosotros un énfasis en el motor electrónico, en otras palabras este va a ser el tiempo en que dura dicha reparación y va a depender de los síntomas que presento el motor o el tipo de reparación que se solicito.

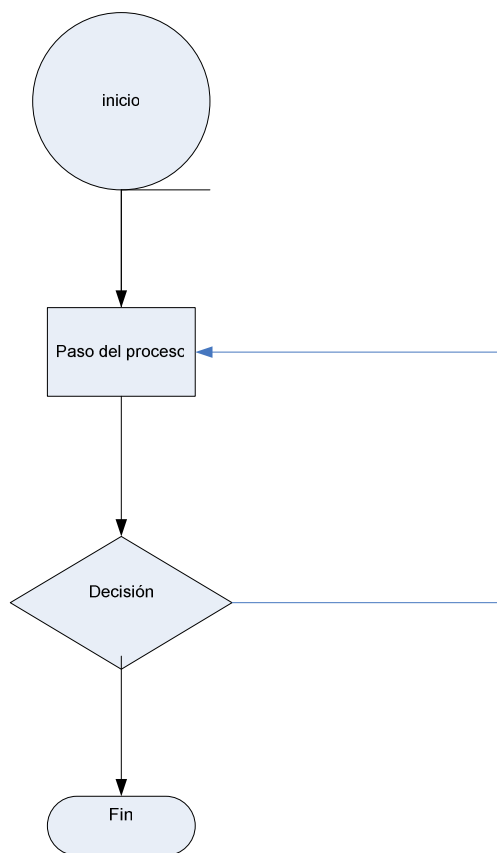
2.3 Diagramas de procesos

El diagrama de procesos es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, inspecciones, demoras y almacenamientos que ocurren durante un proceso, procedimiento o servicio prestado que es en nuestro caso.

2.3.1 Flujograma de las solicitudes de mantenimiento

El flujograma se utiliza cuando se necesita identificar el camino actual y el ideal que cualquier producto/servicio sigue y debe seguir para identificar cualquier desviación posible.

Figura 21 Partes de un flujograma



2.3.1.1 Construcción de un diagrama de flujo de proceso

El flujograma es la representación gráfica y secuencial de todos los pasos que se realizan en un proceso. El flujograma proporciona una documentación detallada de cómo los diferentes pasos de un proceso se relacionan entre sí. Este además va a

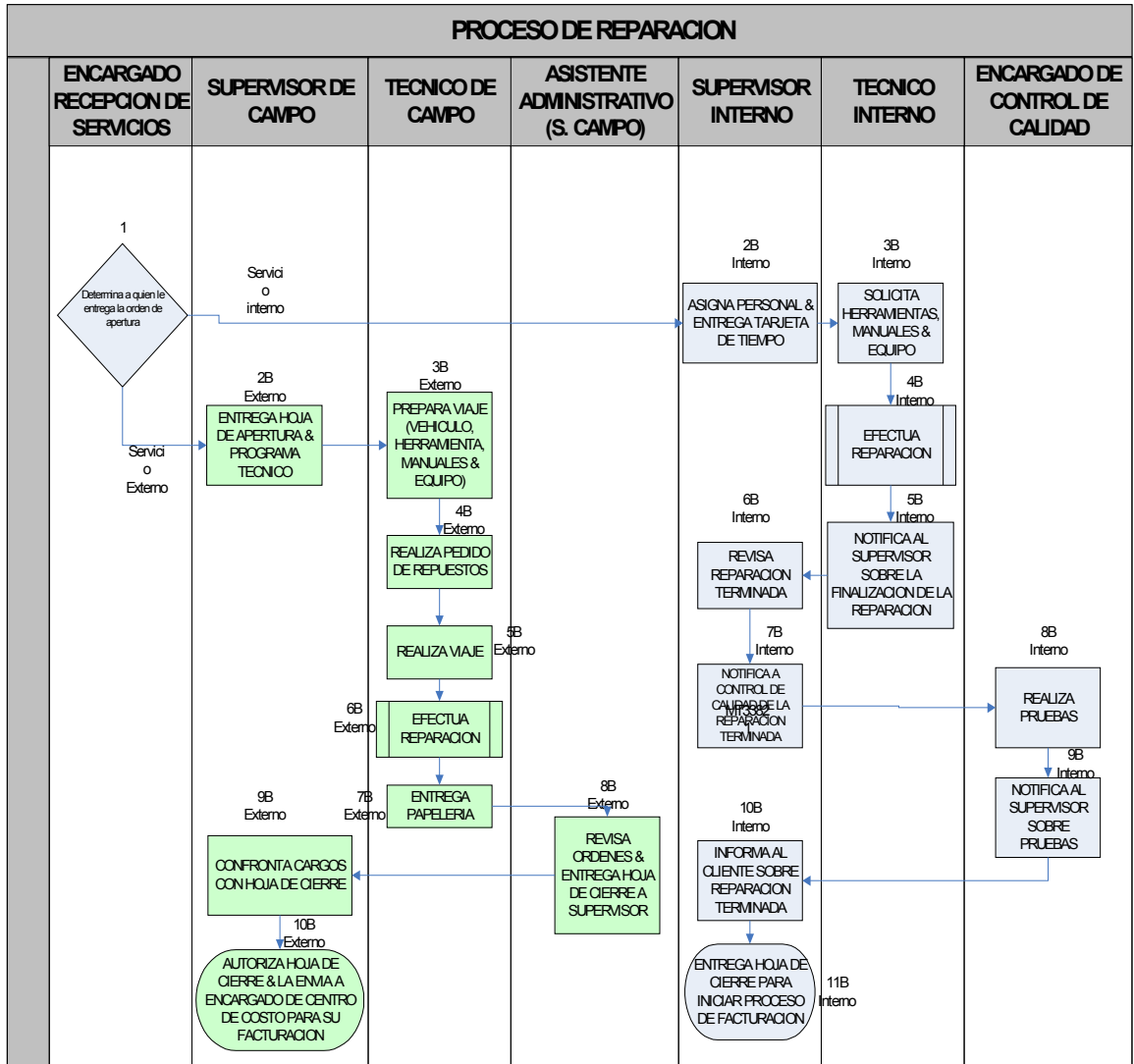
utilizar símbolos fácilmente reconocibles para representar el tipo de actividad ejecutada.

Cuando iniciamos la construcción del programa debemos de definir algunos puntos importantes:

- Definir el punto de inicio y finalización del proceso.
- Indicar secuencialmente los pasos o actividades que se realizan actualmente en orden cronológico.
- Utilizar líneas y flechas para indicar el flujo de trabajo de una actividad a la próxima.
- Utilizar rombos para identificar los puntos de decisión de actividades, por lo regular los rombos siempre tienen mas de una flecha saliendo de ellos las decisiones si fluyen generalmente en forma vertical y las no fluyen en forma horizontal.

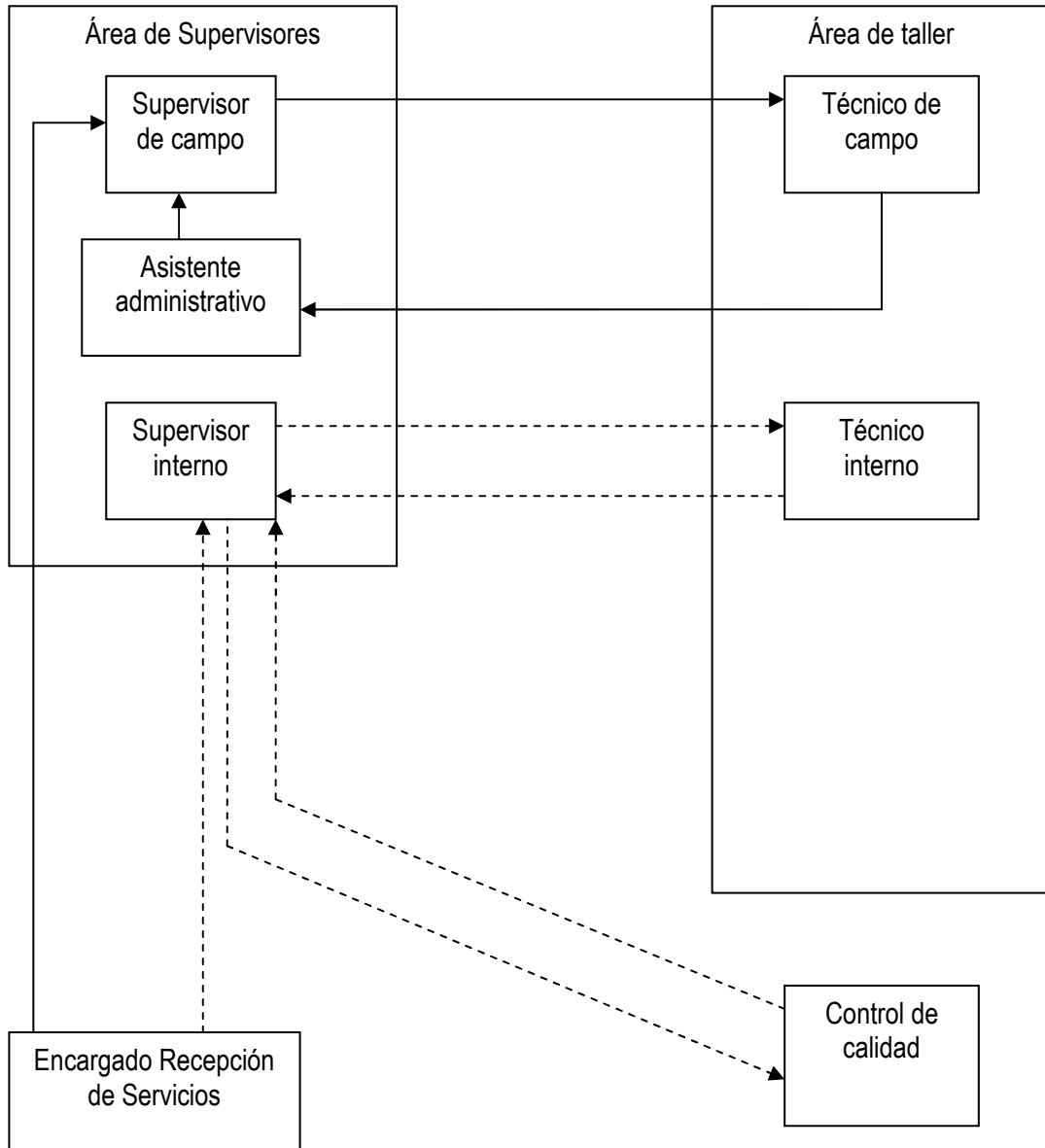
2.3.1.2 Flujograma del proceso de reparación

Figura 22 Flujograma del proceso de reparación



2.3.2 Diagrama de recorrido de proceso

Figura 23 Diagrama de recorrido de orden de trabajo



2.4 Identificación de los problemas actuales

La evaluación de fortalezas y debilidades de los recursos de una empresa, así como de sus oportunidades y amenazas externas, lo que suele conocerse como análisis F.O.D.A. Proporciona una buena perspectiva para saber si la posición de negocios de una empresa es firme.

Una fortaleza es algo en lo cual es competitiva una compañía, una fortaleza puede asumir varias formas:

- Una habilidad importante, como conocimientos tecnológicos, un buen servicio al cliente, buenas habilidades de publicidad y promociones.
- Activos físicos valiosos, plantas y equipo moderno.
- Activos humanos valiosos, fuerza laboral capaz y experimentada, empleados talentosos en áreas clave.
- Activos organizaciones valiosos, sistemas comprobables de control de calidad.

Las fortalezas de la compañía tienen diversos orígenes, en ocasiones se relacionan con habilidades y conocimientos específicos y a veces provienen de diferentes recursos que se agrupan con el fin de crear una capacidad competitiva.

Una debilidad es alguna carencia de la compañía o algún bajo desempeño o una posición que coloca en desventaja, las debilidades internas se pueden relacionar con:

- Deficiencias en habilidades, o capacidad intelectual de uno u otro tipo.
- Una carencia de activos físicos, humanos y organizacionales o intangibles.
- Capacidades competitivas ausentes o débiles en área clave.

Las debilidades internas son deficiencias en la dotación de recursos de una compañía.

La oportunidad de una empresa casi siempre es producto de la experiencia, lo cual representa la acumulación del aprendizaje a lo largo del tiempo y la obtención de una verdadera destreza a lo largo de los años. Las oportunidades deben formarse y desarrollarse en forma consciente, pues estas no se obtienen de manera gratuita.

Algunos ejemplos de oportunidad incluyen la comercialización y exhibición del producto, la capacidad de crear sitios web atractivos, el dominio de una tecnología específica, buenas ubicaciones de tiendas, dominio de entregas administrativas como justo a tiempo.

Dependiendo de las condiciones de la industria, las oportunidades de una compañía pueden ser abundantes o escasas y varían desde muy atractivas hasta marginalmente interesantes. Al evaluar las oportunidades de una compañía los administradores deben tener cuidado de no considerar cada oportunidad como una oportunidad de la compañía. Las oportunidades de mercado más pertinentes para una compañía son aquellas que ofrecen facilidades importantes para un crecimiento rentable, aquellas donde una empresa tiene el mayor potencial de adquirir una ventaja competitiva y las que se ajustan bien a las capacidades de recursos financieros y organizacionales de la compañía.

Las amenazas pueden surgir por la aparición de tecnologías mejores o más económicas, la introducción de productos nuevos o mejores por parte de los rivales, el ingreso de competidores extranjeros de bajo costo en el mercado principal de la empresa, la vulnerabilidad a un incremento en las tasas de interés, el peligro potencial de que la empresa sea adquirida, las variaciones adversas en las tasas de cambio de divisas.

Es posible que las amenazas externas no planteen nada más que un grado moderado de adversidad o que sean tan graves como para hacer que la situación y las perspectivas se conviertan en demasiado riesgosas. La labor de la compañía es identificar las amenazas para el bienestar futuro de la compañía y evaluar acciones estratégicas que se pueden emprender con el fin de neutralizar o disminuir el impacto.

2.4.1 Análisis FODA en el departamento de servicios

Tabla II Análisis FODA

Fortalezas	Debilidades
Conocimientos específicos en las áreas clave de la empresa.	Costos unitarios más elevados en relación con los competidores.
Una condición financiera sólida hay recurso financiero para desarrollar de una manera adecuada el negocio.	Escasez de recursos financieros para lanzar iniciativas estratégicas prometedoras.
Liderazgo reconocido en el mercado.	Mano de obra barata.
Capacidad para aprovechar los efectos de la curva de aprendizaje y experiencia.	No hay incentivos para los técnicos de la empresa.
Tecnologías superiores.	
Publicidad y promociones poderosas.	
Reputación de un buen servicio al cliente.	
Mejor calidad del producto con respecto a los rivales.	
Ampliar cobertura geográfica.	
Hay capacitación constante.	
Oportunidades	Amenazas
Servir a grupos de clientes adicionales o abrirse a segmentos del producto.	Ingreso de competidores potenciales.
Ampliación de la línea de productos de la compañía para satisfacer una gama más amplia de necesidades del cliente.	Perdida de reparaciones debido a talleres sustitutos.
Utilización de las habilidades existentes de la empresa o del conocimiento tecnológico para introducir nuevas líneas de productos.	Mayor intensidad de la competencia.
Oportunidades para ganar a los rivales una mayor participación del mercado.	Demoras en el crecimiento del mercado.
Capacidad para crecer rápidamente debido a una demanda del producto.	Cambio en las necesidades y gustos del consumidor.

2.4.2 Análisis estadístico de maquinaria y equipo que utiliza motor electrónico

Partiremos del análisis estadístico y que además nos servirá para tener un recuento de cuanta es la maquinaria y que es con la que se trabaja en el taller de servicio y tener un dato de cuanto es el porcentaje de maquinaria con motor mecánico/electrónico dependiendo del tipo de maquina según la aplicación de la misma.

Para hacer este estudio nos basaremos en el tipo de maquinaria que se recibe a nivel de empresa haciendo una relación entre el tipo de maquina, el tipo de motor y el tipo de sistema de inyección con el que cuenta.

Tabla III Descripción de máquinas

Máquina	Línea	Motor	Tipo de inyección de combustible.	Motor mecánico o Electrónico
Tractor de cadena	D6R Serie III	C9	EUI	Electrónico
Tractor de cadena	D8T	C15	EUI	Electrónico
Motoniveladora	12H	3306	HEUI	Electrónico
Motoniveladora	120 H	3116	HEUI	Electrónico
Motoniveladora	140 H	3306	EUI	Electrónico
Excavadora Hidráulica	301.5		MUI	Mecánico
Minicargador	226 B	3024	MUI	Mecánico
Minicargador	242 B	3024	MUI	Mecánico
Minicargador	252 B	3044	MUI	Mecánico
Excavadora Hidráulica	301.5	3003	MUI	Mecánico
Excavadora Hidráulica	320 C	3066	MUI	Mecánico
Excavadora Hidráulica	330 C	C9	HEUI	Electrónico
Retroexcavadora	416 D	3054	MUI	Mecánico
Retroexcavadora	420 D	3054	MUI	Mecánico
Camión Minero	769 D	3408	HEUI	Electrónico
Camión Minero	771 D	3408	HEUI	Electrónico
Camión Minero	777 D	3508	EUI	Electrónico

Continúa				
Camión articulado	725	C11	EUI	Electrónico
Cargadores de rueda	924 G	3056	MUI	Mecánico
Cargador de Ruedas	928 G	3056	MUI	Mecánico
Cargador de Ruedas	950 H	C7	HEUI	Electrónico
Recuperador de caminos	Rm 250 C	3406	MUI	Mecánico
Pavimentadoras de Asfalto	AP-1055B	3116	MUI	Mecánico
Compactadores vibratorios	CS 533 E	3054	MUI	Mecánico
Camiones articulados	AD 30	C15	EUI	Electrónico

El tipo de inyección de combustible en cada motor sirve como dato de referencia para saber si es un motor Diesel controlado electrónicamente, debido a que si es un sistema de inyección electrónico este funcionara por medio de un Modulo de Control Electrónico (ECM sus siglas en ingles) que es el encargado de controlar electrónicamente los tiempos de inyección y este también recibe señales de entrada de algunos sensores, para saber en que tiempo es adecuada la operación del sistema de inyección de combustible.

El análisis estadístico lo trabajaremos en función al tipo de motor siendo nuestras opciones motor mecánico o electrónico, sobre una población de maquinaria, trabajando de la siguiente manera:

$$P= n/M$$

P= Porcentaje. n= porción de población M= total de la población.

$$P (\text{Motor mecánico})= 13/25= 0.52*100= 52 \%$$

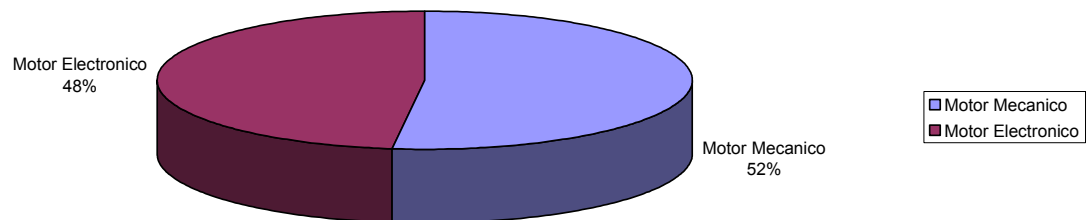
$$P (\text{motor electrónico})= 12/25=0.48*100= 48 \%$$

2.4.2.1 Gráfica de pastel

Los gráficos de pastel son simplemente graficas en las cuales el círculo entero representa el 100 % de los datos que han de ser mostrados. Algunas veces la grafica de pastel representa de una forma mas clara los datos, por ello es muy frecuentemente utilizada.

Figura 24 Porcentajes de motor mecánico y electrónico

Porcentajes de Motor Mecanico y Electronico



2.4.3 Dispositivos que se diagnostican

Dentro del número de dispositivos que se diagnostican en un motor electrónico, nos guiaremos y nos vamos a enfocar en los requerimientos del tipo de servicio que solicita el cliente y lo que nos dice el manual de operación y mantenimiento, el diagnostico que se hace es por sistemas:

En el motor se diagnostican los siguientes patrones que son:

- Presión de aceite del motor en baja en vacío.
- Presión de aceite del motor en alta en vacío.
- Presión de alimentación del múltiple de Admisión.
- Baja en vacío r.p.m
- Alta en vacío r.p.m

En el sistema de enfriamiento se diagnostica lo siguiente:

- Temperatura del refrigerante del motor.
- Presión de alivio del radiador.
- Velocidad del ventilador en r.p.m

En el sistema de combustible se diagnostica:

- Presión del sistema de combustible.

En los motores electrónicos se diagnostica:

- Corte de corriente a los inyectores.

Estos son únicamente algunos dispositivos que se diagnostican en los motores Diesel controlados electrónicamente, que en gran medida nos darán indicios de cual es el comportamiento de nuestro motor.

3. PROPUESTA ÓPTIMA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS QUE INTERACTUAN EN EL MOTOR

3.1 Sistema de enfriamiento

3.1.1 Temperaturas durante la operación

La transferencia de calor del refrigerante al aire en el radiador esta en relación directa con la diferencia de temperatura entre el refrigerante y el aire. Un aumento en la diferencia de temperatura aumentará la disipación del calor. Normalmente, el diseño del sistema de enfriamiento permite que funcione a una temperatura suficientemente alta como para que exista una buena disipación de calor, pero suficientemente baja como para que el refrigerante no hierva.

Si se continua operando la máquina una vez que ha comenzado el recalentamiento, lo cual se evidencia en la perdida de refrigerante, se agravara aun mas el recalentamiento.

Hay tres factores que pueden cambiar la temperatura del punto de ebullición, estos factores son:

- La cantidad y tipo de anticongelante en el refrigerante.
- La presión a la que funciona el sistema de enfriamiento.
- La altitud a la que funciona el sistema de enfriamiento.

Al aumentar la presión a la que funciona el sistema de enfriamiento, se eleva el punto de ebullición del refrigerante. La presión esta controlada por una válvula en la tapa del radiador o por la válvula de alivio del mismo.

Cuanto mayor sea la altitud, tanto menor será el punto de ebullición del refrigerante. Además de la altitud y la presión, el tipo y cantidad de anticongelante agregado al agua también afectan al punto de ebullición del refrigerante.

Algunos parámetros del sistema de enfriamiento son:

- 98.88 °C (210 °F) es normalmente la temperatura del refrigerante permisible máxima para un sistema presurizado, pero algunas aplicaciones podrían tener máximos más altos.
- 93.33 °C (200 °F) es la temperatura de refrigerante permisible máxima para un sistema presurizado.
- Los termostatos normales pueden empezar a abrir en no camiones (motores que no se usan en estas aplicaciones) en 82.22 °C (180 °F) y deben estar completamente abiertos en 91.66 °C (197 °F). En camiones para trabajos pesados 87.77°C (190 °F) y debe estar abierto totalmente en 97.77 °C (208 °F).
- Un p.s.i. incrementa el punto de ebullición del refrigerante -16.6 °C (3 °F).
- El delta T normal en un motor es de -17.22 a 9.44 °C (1-15 °F) y el delta máximo es de -3.88 °C (25 °F).
- La mayoría de los sistemas de enfriamiento son diseñados para permitir que el motor se estabilice en plena carga en 37.77 °C (100 °F) por encima de la ambiental.
- La cantidad de transferencia de calor en el radiador del refrigerante para el aire es directamente relacionada con la diferencia entre la temperatura del refrigerante y aire.
- Un aumento en el diferencial de temperatura incrementara la transferencia de calor.
- Un sistema bien diseñado funcionara a una temperatura alta para la buena transferencia de calor, para prevenir la ebullición de refrigerante.

3.1.2 Características del refrigerante

Por lo general una mezcla de refrigerante consta de agua mezclada con un acondicionador de refrigerante o agua mezclada con acondicionador de refrigerante y anticongelante. El tipo de refrigerante que se selecciona influye directamente en la eficacia y la duración del sistema de enfriamiento y del motor.

Contenido de agua

Se usa agua en la mezcla de refrigerante porque la transferencia de calor es más eficiente y es un líquido que es muy accesible en todas partes del mundo. Cada fuente de agua tiene diferentes niveles de contaminantes, que si los usamos en los motores diesel se forman ácidos que pueden reducir la vida del sistema de enfriamiento.

Se puede usar agua si los niveles de contaminación no son elevados, el agua debe de cumplir con los niveles establecidos en cuanto a:

- Contenido de cloruro.
- Contenido de sulfatos.
- Dureza total.
- Cantidad total de sólidos.
- Nivel de PH.

Se recomienda el uso de agua destilada o desionizada para reducir la severidad de los compuestos químicos en algunas zonas remotas no se tiene acceso a agua siendo algunas recomendaciones importantes:

- Nunca utilice agua salada.
- Use agua dulce de la mejor calidad.
- Nunca utilice solo agua como un refrigerante, porque el agua es corrosiva a las temperaturas de operación del motor.

Contenido de acondicionador de Refrigerante

Hay que usar acondicionador de refrigerante a todas las mezclas de refrigerante. El acondicionador puede mejorar el agua de mala calidad en un porcentaje, pero no proteja contra la corrosión y las picaduras.

El acondicionador de refrigerante impide la formación de herrumbre, escamilla y depósitos de minerales, protege los materiales como el aluminio contra la corrosión. Además de que no afecta las empaquetaduras y las mangueras

Contenido de anticongelante

Una de las características del refrigerante es proteger el refrigerante del motor contra el congelamiento. El agente utilizado con más frecuencia es el glicol etilénico. Las concentraciones de agua y glicol etileno son importantes para determinar la protección de anticongelante adecuada.

Además el anticongelante eleva el punto de ebullición de agua e impide la cavitación de la bomba de agua. Posteriormente debido a un cambio que surgió en los materiales de los componentes del motor, resulto un nuevo anticongelante que resulto en cantidades mucho mayores de sólidos químicos disueltos, al mezclar este nuevo anticongelante con acondicionadores de refrigerante, el resultado fue un exceso de concentración de inhibidores en el sistema de enfriamiento.

Cuando hay una concentración excesiva los inhibidores pueden separarse de la solución este exceso de concentración puede producir algunos problemas en el sistema de enfriamiento:

- Transferencia de calor reducida, resultado de depósitos y precipitados de compuestos químicos y de gel de sílice.
- Fugas prematuras por los sellos de las bombas de agua porque se depositan en la superficie del sello.

A menudo se atribuyen estos problemas a los silicatos y al gel de sílice, pero el problema es el exceso de concentración no solo de silicatos sino también de todos los aditivos químicos utilizados como inhibidores. Para corregir este problema hay que reducir la cantidad de todos los aditivos en el sistema de enfriamiento. Para tener un desempeño aceptable se recomienda hacer lo siguiente:

- Si va a usar anticongelante use uno con bajo contenido de silicatos.
- Siga las recomendaciones del fabricante respecto al empleo de inhibidores suplementarios.
- Si se va a usar acondicionador de refrigerante siga las recomendaciones del fabricante.
- Use solo 60 % de anticongelante en una mezcla.
- Nunca use anticongelante sin diluir para llenar el sistema, mezcle de antemano el anticongelante con agua.
- Use agua que cumple con el nivel mínimo de calidad.

Tabla IV Concentraciones de anticongelante y protección correspondiente

Protección hasta	Concentración
-15 °C (5 °F)	30 % anticongelante, 70 % agua
-21 °C (-12 °F)	40 % anticongelante, 60 % agua
-37 °C (-34 °F)	50 % anticongelante, 50 % agua
-52 °C (-62 °F)	60 % anticongelante, 40 % agua

1 anticongelante a base de glicol etilénico

3.1.3 Enfriadores de aceite

Muchos motores, particularmente los que tienen turbocargadores, tienen también enfriadores del aceite del motor. La mayor parte del calor en el aceite proviene del aceite rociado en la parte inferior de los pistones. El refrigerante debe absorber suficiente calor en el enfriador de aceite para impedir que el aceite se recaliente. La alta temperatura de los pistones se debe a la alta temperatura del aire de admisión, a una sincronización indebida de la inyección, o un ajuste de combustible inapropiado o a poco aumento de la presión de entrada del turbocargador, los cuales aumentan la temperatura del aceite.

3.2 Sistema de combustible

3.2.1 Valores caloríficos

El valor calorífico de un combustible se define como la cantidad de calor producido al quemar un peso específico de combustible. Este es un indicador de cuanta energía disponible existe en una cantidad específica de combustible. El diesel grado 1 es la mezcla para uso de invierno, y el diesel grado 2 es la mezcla para uso en verano. Nótese que ambas mezclas de combustible diesel tienen un valor calorífico mayor que los otros tipos de combustibles que encontramos, esto significa que en una cantidad de combustible diesel hay más energía disponible para ser convertida en trabajo útil y esta es una ventaja del combustible diesel.

Tabla V Valor calorífico por galón en BTU

Diesel grado 1	137,000
Diesel grado 2	141,800
Gasolina	125,000
Butano	103,000
Propano	93,000

3.2.2 Propiedades físicas

Gravedad específica del combustible esta es la proporción de peso, como de un aceite de petróleo, para el peso de un volumen de agua en la misma temperatura.

El punto de fluidez es cuando el combustible diesel se enfría, empieza gradualmente a reducir la parafina y a solidificarse. Al inicio la cristalización de la parafina es apropiada y no afecta la fluidez, pero al descender la temperatura, la solidificación avanza y el combustible diesel pierde su fluidez. La temperatura en este momento se denomina punto de solidez.

También durante el proceso de enfriamiento alcanza un estado en el cual los ingredientes sólidos flotan en el combustible diesel. Los cristales solidificados de parafina se adherirán al filtro de combustible, a los filtros y a la parte curvan de algún tubo y restringirán el flujo y obstruirán el sistema.

El índice de cetano es una medida de la calidad de encendido del combustible diesel y este afecta el arranque y aceleración del motor. Los motores con cámara de precombustión requieren combustibles con un número de cetano de 35 como mínimo. Los motores de inyección directa requieren combustibles con un número de cetano de 40 como mínimo, para permitir buenas características de arranque.

3.2.3 Contenido de azufre

Otro factor crítico en desarrollo del motor y la vida del mismo esta relacionado con la cantidad de azufre en el combustible. El ácido sulfúrico es un subproducto del quemado del combustible diesel y el azufre que no es consumido en la cámara de combustión con vapor de agua.

El número de base total (TBN) es un aditivo que se encuentra en el aceite que contrarresta la formación de ácido sulfúrico formado en el motor. En los estados unidos los combustibles que conocen las especificaciones ASTM 1-D y 2 D contienen no mas que el 0.5 % de azufre por peso.

La cantidad de azufre normalmente encontrado en el combustible varia de acuerdo al lugar donde se procese el combustible y dependiendo de los niveles de azufre que podemos encontrar.

El azufre en el combustible reacciona durante la combustión y entonces combinado con agua disponible para formar ácido sulfúrico. El ácido sulfúrico ataca camisas, anillos de pistón, guías de válvula de escape y otras partes del motor.

El desgaste corrosivo puede causar consumo de aceite acelerado ya que se incrementa la oportunidad de falla del motor tempranamente.

3.3 Sistema de lubricación

3.3.1 Muestra de aceite y su interpretación

El análisis de aceite consiste de una serie de pruebas destinadas a identificar y medir la contaminación y degradación de una muestra de aceite. Son tres las pruebas básicas que se realizan:

- Análisis de desgaste.
- Pruebas químicas y físicas.
- Análisis de las condiciones del aceite.

Análisis de de desgaste

Esta prueba controla la proporción de desgaste de un componente determinado identificando y midiendo la concentración de los elementos de desgaste que se encuentran en el aceite. Basados en datos previos de concentraciones normales, se establecen los límites máximos de los elementos de desgaste.

El análisis de desgaste se limita a detectar el desgaste de los componentes y la contaminación gradual con tierra, las fallas de fatiga del componente.

Pruebas Químicas y físicas

Estas pruebas detectan el agua, el combustible y el anticongelante en el aceite y determinan cuando su concentración excede los límites establecidos.

La presencia y la cantidad aproximada de agua, se detecta mediante la prueba de chisporroteo. Se coloca una gota de aceite en una plancha caliente a una temperatura de 110 °C(230 °F). La aparición de burbujas es una indicación positiva de agua en el aceite.

Para determinar la presencia de combustible mediante el probador de destello, este probador esta calibrado para determinar el porcentaje de combustible diluido. La presencia de anticongelante se determina mediante una prueba química.

Análisis de las condiciones de aceite

Este análisis se hace mediante un análisis infrarrojo, esta prueba mide la cantidad de contaminantes como hollín y azufre y productos de oxidación y nitración. Aunque esta prueba también puede detectar anticongelante en el aceite, pero esta prueba tiene que ir acompañada del análisis de desgaste y las pruebas químicas y físicas, también se utiliza este análisis para prologar los cambios de aceite según sus condiciones de trabajo.

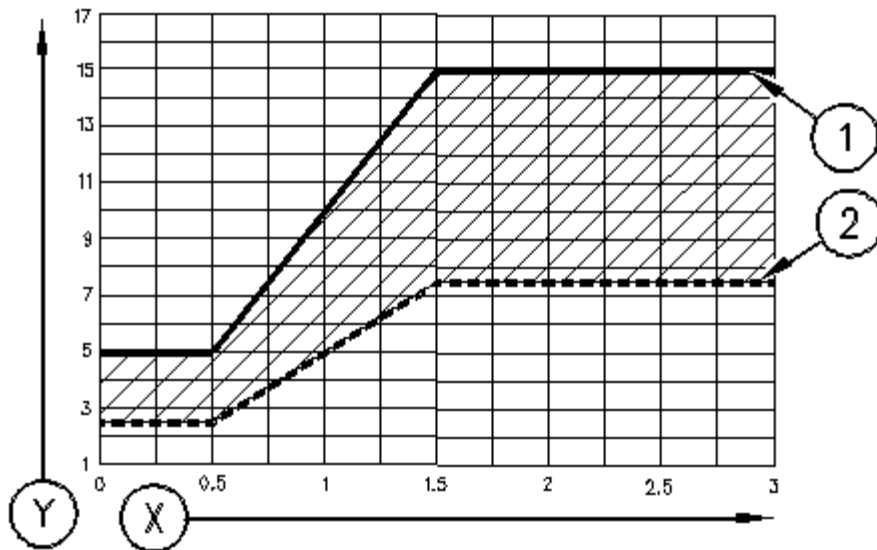
3.3.2 Grado de alcalinidad del aceite

Número de base total (NBT) y niveles de azufre en el combustible para motores diesel de inyección directa (DI)

El número de base total (NBT) de un aceite depende del nivel de azufre en el combustible. En los casos de motores de inyección directa que funcionen con combustible diesel destilado, el NBT mínimo del nuevo aceite debe ser 10 veces mayor que la concentración de azufre en el combustible. El NBT del nuevo aceite viene definido por el procedimiento "ASTM D2896". El NBT mínimo del aceite es 5

independientemente de un nivel bajo de azufre en el combustible. La Ilustración muestra el NBT.

Figura 25 Motores de inyección Directa



(Y) NBT según la norma "ASTM D2896"

(X) Porcentaje de azufre en el combustible por peso

(1) NBT de aceite nuevo

(2) Cambie el aceite usado cuando el NBT alcance este nivel.

Siga las siguientes pautas con combustibles con niveles de azufre que excedan el 1,5%:

1. Escoja un aceite con el NBT más alto posible que cumpla con una de estas clasificaciones:

- API CG-4
- API CH-4
- API CI-4

Nota: Los aceites API CH-4 y API CI-4 son aceptables si satisfacen los requisitos de la especificación ECF-1 (Especificación 1 de fluidos para el cárter del motor) de Caterpillar. Los aceites CH-4 y CI-4 que no cumplen los requisitos de la especificación ECF-1 de Caterpillar pueden causar una reducción de la vida útil del motor.

2. Reduzca el intervalo de cambios de aceite. Decida el intervalo entre cambios de aceite de acuerdo con los resultados del análisis de aceite. Asegúrese de que el análisis de aceite incluya una prueba del estado del aceite y un análisis de desgaste del metal.

Los depósitos excesivos en los pistones pueden ser producidos por un aceite con un NBT alto o con alto contenido de ceniza. Estos depósitos pueden conducir a una pérdida de control del consumo de aceite y a la pulimentación de los orificios de los cilindros.

Si se utilizan combustibles con niveles de azufre superiores al 1,0 por ciento en motores diesel de inyección directa, puede ser necesario reducir los intervalos entre cambios de aceite para mantener una protección adecuada contra el desgaste.

Recomendaciones de viscosidad de lubricantes para motores diesel de inyección directa (DI)

El grado de viscosidad SAE apropiado para el aceite viene determinado por la temperatura ambiente mínima durante el arranque del motor en frío y la temperatura ambiente máxima durante la operación del motor.

Vea la tabla (temperatura mínima) para determinar la viscosidad necesaria del aceite para arrancar un motor frío.

Vea la tabla (temperatura máxima) para seleccionar la viscosidad del aceite para la operación del motor a la temperatura ambiente más alta que se anticipa.

Nota: Generalmente, use la viscosidad más alta del aceite que está disponible para satisfacer el requisito de la temperatura de arranque.

Si las condiciones de temperatura ambiente cuando se arranca el motor requieren el uso del aceite multigrado SAE 0W, es preferible usar el grado de viscosidad SAE 0W-40 en lugar de SAE 0W-20 o SAE 0W-30.

Nota: SAE 10W-30 es el grado de viscosidad preferido para los siguientes motores diesel cuando la temperatura ambiente sea superior a -18°C (0°F) e inferior a 40°C (104°F).

- C7
- C-9
- C9
- 3116
- 3126

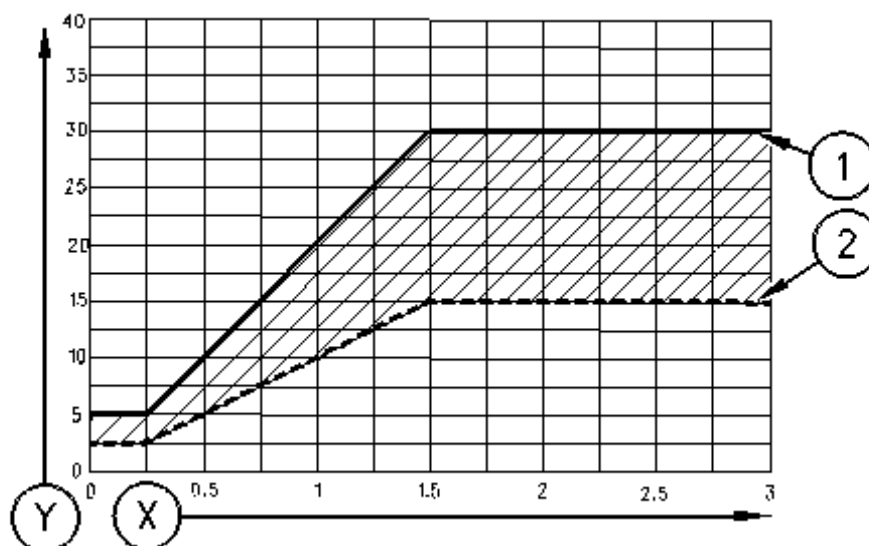
Tabla VI Viscosidades del aceite del motor para temperatura ambiente para motores DI

Viscosidades del aceite del motor para temperaturas ambiente ^(a)		
Viscosidad del Aceite	Temperatura Ambiente	
	Mínima	Máxima
SAE 0W-20	-40°C (-40°F)	10°C (50°F)
SAE 0W-30	-40°C (-40°F)	30°C (86°F)
SAE 0W-40	-40°C (-40°F)	40°C (104°F)
SAE 5W-30	-30°C (-22°F)	30°C (86°F)
SAE 5W-40	-30°C (-22°F)	50°C (122°F)
SAE 10W-30 ^(b)	-18°C (0°F)	40°C (104°F)
SAE 10W-40	-18°C (0°F)	50°C (122°F)
SAE 15W-40	-9,5°C (15°F)	50°C (122°F)

Número de base total (NBT) y niveles de azufre en el combustible para motores diesel con cámara de precombustión (PC)

El número de base total (NBT) de un aceite depende del nivel de azufre en el combustible que se usa. El NBT mínimo del aceite que se usa en motores con cámara de precombustión debe ser 20 veces el nivel de azufre en el combustible. El NBT se define en "ASTM D2896". Cualquiera que sea el nivel de azufre en el combustible, el NBT mínimo del aceite es 5 independientemente de un nivel bajo de azufre en el combustible. La Ilustración muestra el NBT.

Figura 26 Motores con cámara de precombustión



(Y) NBT según la norma "ASTM D2896"

(X) Porcentaje de azufre en el combustible por peso

(1) NBT de aceite nuevo

(2) Reemplace el aceite cuando el NBT deteriore a 50% del NBT original.

Si el azufre en el combustible excede 1,5%, haga lo siguiente.

- Escoja un aceite con el NBT más alto posible que cumpla con una de estas clasificaciones: API CF, API CF-4, API CG-4, API CH-4 y API CI-4.
- Acorte el intervalo de cambio de aceite si el análisis de aceite lo recomienda.

Los depósitos excesivos en los pistones pueden ser producidos por un aceite con un NBT alto o con alto contenido de ceniza. Estos depósitos pueden conducir a una pérdida de control del consumo de aceite y a la pulimentación de los orificios de los cilindros.

La operación de motores de precombustión con combustibles que tienen niveles de azufre superiores al 1 por ciento puede requerir acortar los intervalos de cambio de aceite para mantener la protección adecuada contra el desgaste.

Recomendaciones de viscosidad de lubricantes para motores diesel con cámara de precombustión (PC)

El grado de viscosidad SAE apropiado para el aceite viene determinado por la temperatura ambiente mínima durante el arranque del motor en frío y la temperatura ambiente máxima durante la operación del motor.

Vea la tabla (temperatura mínima) para determinar la viscosidad necesaria del aceite para arrancar un motor frío.

Vea la tabla (temperatura máxima) para seleccionar la viscosidad del aceite para la operación del motor a la temperatura ambiente más alta que se anticipa.

Generalmente, use la viscosidad más alta del aceite que está disponible para satisfacer el requisito de la temperatura de arranque.

Tabla VII Viscosidades del aceite del motor para temperaturas ambiente para motores con PC

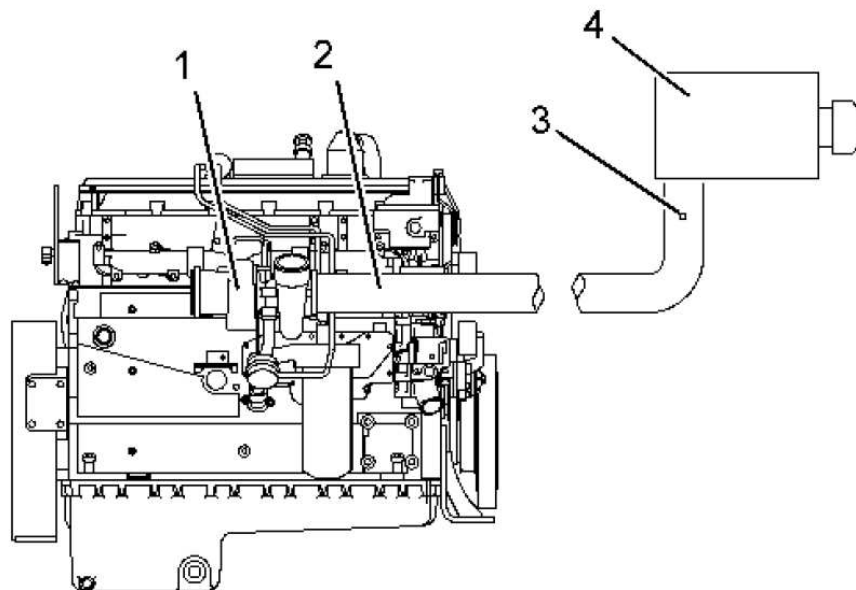
Viscosidades del aceite del motor para temperaturas ambiente ⁽¹⁾		
	Temperatura Ambiente	
Viscosidad del Aceite	Mínima	Máxima
SAE 0W-20	-40°C (-40°F)	10°C (50°F)
SAE 0W-30	-40°C (-40°F)	30°C (86°F)
SAE 0W-40	-40°C (-40°F)	40°C (104°F)
SAE 5W-30	-30°C (-22°F)	30°C (86°F)
SAE 5W-40	-30°C (-22°F)	50°C (122°F)
SAE 10W-30 ⁽²⁾	-18°C (0°F)	40°C (104°F)
SAE 10W-40	-18°C (0°F)	50°C (122°F)
SAE 15W-40	-9,5°C (15°F)	50°C (122°F)
SAE 10W-30 ⁽³⁾	0°C (32°F)	40°C (104°F)
SAE 30 ⁽³⁾	5°C (41°F)	50°C (122°F)

3.4 Sistema de aire y escape

3.4.1 Presiones Sistema de Aire

Habrá una reducci3n en el rendimiento del motor si hay una restricci3n excesiva en el sistema de admisi3n de aire o el sistema de escape.

Figura 27 Sistema de admisi3n de aire (ejemplo típico)



- (1) Turbocompresor
- (2) Tubería de entrada de aire
- (3) Ubicaci3n de la prueba
- (4) Filtro de aire

El flujo de aire a través de un elemento nuevo de filtro de aire del motor no debe exhibir restricci3n del sistema de más que la cantidad siguiente:

Restricci3n máxima 3,7 kPa (15 pulg. de H₂O)

El flujo de aire a través de un filtro usado de aire del motor puede exhibir una restricción adicional. El flujo de aire a través de un filtro taponado de aire del motor estará restringido en cierto valor. En cualquiera de los dos casos, la restricción no debe superar el valor siguiente:

Restricción máxima 6,2 kPa (25 pulg. de H₂O)

Sistema de escape

El funcionamiento excesivo en vacío puede causar que el silenciador, el convertidor catalítico/silenciador o el filtro de partículas diesel se taponen. Un silenciador taponado, un convertidor catalítico/silenciador taponado o un filtro de partículas diesel taponado lleva a un aumento de presión de escape. Si se opera el motor en condiciones extremadamente frías, se puede causar que el silenciador, el convertidor catalítico/silenciador o el filtro de partículas diesel se taponen. Una indicación de un silenciador, convertidor catalítico o filtro de partículas diesel taponado es la respuesta deficiente del motor.

La contrapresión es la diferencia entre la presión de escape y la del aire atmosférico. La contrapresión del escape no debe ser mayor que la siguiente cantidad y esta es una prueba que se realiza en velocidad alta en vacío teniendo los valores siguientes:

Contrapresión máxima para motores con un silenciador estándar. 10,0 kPa (40 pulg. de H₂O)

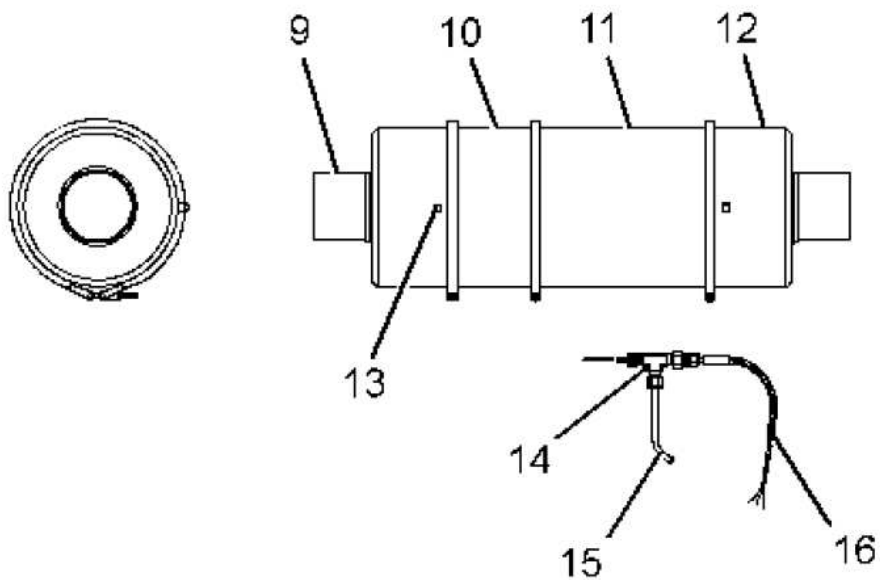
Contrapresión máxima para motores con un convertidor catalítico/silenciador. 12,4 kPa (50 pulg. de H₂O)

Si la contrapresión excede 12,4 kPa (50 pulg. de H₂O), reemplace el silenciador.

Para algunos sistemas que tienen contrapresión de escape para filtros de partículas diesel la presión y la condición de trabajo en la que se debe de realizar es en velocidad alta en vacío debe ser de:

**Contrapresión máxima para motores con un filtro de partículas diesel, 25 kPa
(100 pulg. de H₂O)**

Figura 28 Filtro de partículas diesel (ejemplo típico)



Filtro de particulados diesel (ejemplo típico)

- (9) Sección de entrada
- (10) Sección del catalizador
- (11) Sección del filtro
- (12) Sección de salida
- (13) Ubicación de la prueba
- (14) Conexión en T
- (15) Tubería de cobre
- (16) Termopar

3.4.2 Temperaturas de trabajo

Cuando el motor funciona a velocidad baja en vacío, la temperatura de un orificio del múltiple de escape puede indicar el estado de un inyector unitario.

Una baja temperatura indica que no pasa combustible al cilindro. Un inyector unitario inoperante o un problema con el sistema de combustible pueden ser la causa de esta temperatura baja.

Una temperatura muy alta puede indicar que pasa demasiado combustible al cilindro. La causa de esta temperatura muy alta puede ser la presencia de un inyector defectuoso.

Temperatura de combustible de admisión 25-35 °C(77-95 °F)

Temperatura de aire de admisión 10-50 °C (50-122 °F)

3.5 Sistema electrónico

3.5.1 Factores que hacen que el sistema funcione adecuadamente

El motor es controlado electrónicamente. Cada cilindro tiene un inyector unitario electrónico. El modulo de control electrónico (ECM) envía una señal a cada solenoide del inyector para controlar la operación del sistema de inyección de combustible.

3.5.1.1 Controles electrónicos

El sistema electrónico consiste de los siguientes componentes: el modulo de control electrónico (ECM) los inyectores unitarios controlados electrónicamente y actuados mecánicamente, el grupo de alambres, los interruptores y los sensores. El modulo de control electrónico (ECM) es la computadora. El flash file es el software de la computadora. El flash file contiene los mapas de operación. Los mapas de operación definen las siguientes características en el motor:

- Potencia.
- Curvas de torque.

El modulo de control electrónico (ECM) determina el tiempo y la cantidad de combustible que es suministrado a los cilindros. Estas decisiones son basadas sobre las condiciones actuales o sobre las condiciones deseadas en algún tiempo dado.

El módulo de control electrónico (ECM) compara la velocidad del motor deseada a la velocidad del motor actual. La velocidad del motor actual es determinada a través sensor de tiempo/velocidad. La velocidad del motor deseada es determinada con los siguientes factores:

- Señal de aceleración.
- Otros señales de entrada de los sensores.
- Ciertos códigos de diagnostico.

Si la velocidad del motor deseada es mas grande que la velocidad del motor actual, el modulo de control electrónico (ECM) inyecta mas combustible para incrementar la velocidad del motor actual.

3.5.1.2. Inyección de combustible

El modulo de control electrónico (ECM) controla la cantidad de combustible que es inyectado por variación de las señales a los inyectores. El inyector bombeara combustible solo si el solenoide del inyector es energizado. El módulo de control electrónico (ECM) envía una señal de alto voltaje a el solenoide. Esta señal de alto voltaje energiza el solenoide. Por la controlacion del tiempo y la duración de la señal de alto voltaje, el módulo de control electrónico (ECM) puede controlar el tiempo de inyección y la cantidad de combustible que es inyectado.

El módulo de control electrónico (ECM) limita la potencia de motor durante la operación en modo frío y el modifica el tiempo de inyección durante la operación de motor frío. La operación en modo frío proporciona los siguientes beneficios:

- Incrementa la capacidad de encendido en tiempo frío.
- Reduce el tiempo tibio.
- Reduce el humo blanco.

El flash file dentro del módulo de control electrónico (ECM) limita ciertos juegos sobre la cantidad de combustible que es inyectado. El límite de combustible FRC es usado para controlar la proporción aire/combustible y es un límite que esta basado sobre la presión de salida del turbocargador.

Una alta presión de salida del turbocargador indica que hay más aire en el cilindro. Cuando el módulo de control electrónico (ECM) sensa una alta presión de salida del turbocargador, el módulo de control electrónico incrementa el limite de combustible FRC, cuando sucede esto el modulo de control electrónico (ECM) permite mas combustible dentro del cilindro. El limite de combustible FRC es programado dentro del modulo de control electrónico (ECM) y esto es hecho en la fabrica y no puede ser cambiado.

El límite de combustible proporcional es un límite que es basado sobre la proporción de potencia del motor y sobre las r.p.m del motor. El modulo de control electrónico (ECM) determina el tiempo de la inyección de combustible. Y también el modulo de control electrónico calcula la posición central máxima de cada cilindro por medio de la señal del sensor tiempo/velocidad del motor y este decide cuando el tiempo de inyección de combustible ocurrirá, este proporciona la señal a los inyectores en el tiempo deseado. El modulo de control electrónico (ECM) ajusta el tiempo de ajuste para desarrollo óptimo del motor, para economía óptima de combustible y para óptimo control del humo blanco.

4. IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO A LOS SISTEMAS DEL MOTOR

4.1 Sistema de enfriamiento

4.1.1 Localización de averías

Los tres problemas básicos que se encuentran a menudo en los sistemas de enfriamiento son:

- Recalentamiento.
- Perdida de refrigerante.
- Exceso de enfriamiento.

Primero se debe efectuar una inspección visual para determinar la causa de un problema en el sistema de enfriamiento. Si no se puede diagnosticar el problema, se deben utilizar herramientas especiales para encontrar la causa.

4.1.1.1 Recalentamiento

Hay muchas condiciones que pueden causar recalentamiento y temperaturas por encima de la normal entre las que podemos enumerar:

1. Compruebe el nivel de refrigerante en el sistema de enfriamiento. Si el nivel del refrigerante es demasiado bajo, entra aire en el sistema de enfriamiento. El aire en el sistema de enfriamiento causa una reducción de flujo y burbujas en el refrigerante. Las burbujas de aire mantienen alejado el refrigerante de las piezas del motor, lo cual evita la transmisión de calor al refrigerante. Las fugas o el llenado incorrecto del sistema de enfriamiento con refrigerante causan el nivel bajo del refrigerante.

2. Compruebe la mezcla de anticongelante y agua. La mezcla debe ser de aproximadamente un 50% de agua y un 50% de anticongelante, con un 3-6% de acondicionador de refrigerante. Si la mezcla de refrigerante es incorrecta, drene el sistema. Ponga la mezcla correcta de agua, anticongelante y acondicionador de refrigerante en el sistema de enfriamiento.
3. Compruebe para determinar si hay aire en el sistema de enfriamiento. El aire puede entrar en el sistema de enfriamiento de diferentes formas. Las causas más comunes de aire en el sistema de enfriamiento son el llenado incorrecto del sistema de enfriamiento, y los escapes de gases de combustión al sistema de enfriamiento. El gas de combustión puede ingresar en el sistema a través de grietas interiores, una culata de cilindros averiada o una junta dañada de la culata. El aire en el sistema de enfriamiento ocasiona una reducción en el flujo de refrigerante y la formación de burbujas en el refrigerante. Las burbujas de aire mantienen alejado al refrigerante de las piezas del motor, lo cual evita la transmisión de calor al refrigerante.
4. Compruebe la operación del ventilador hidráulicamente impulsado. Asegúrese de que el Módulo de control electrónico (ECM) esté controlando correctamente el ventilador. Un ventilador que no gira a la velocidad correcta puede causar una velocidad incorrecta de aire a través del núcleo de radiador. La circulación incorrecta de aire a través del núcleo del radiador puede causar que el refrigerante no enfríe al diferencial de temperatura apropiado.
5. Compruebe el termómetro de agua. Un termómetro que no funciona correctamente no indica la temperatura correcta.
6. Compruebe la unidad emisora. Bajo algunas condiciones, el sensor de la temperatura del motor envía señales a una unidad emisora. La unidad emisora convierte estas señales en impulsos eléctricos utilizados por un medidor montado. Si la unidad emisora tiene un desperfecto, el medidor puede indicar una lectura incorrecta. El medidor también puede indicar una lectura incorrecta si se rompe o hay cortocircuito del cable.

7. Compruebe el radiador.
 - a. Compruebe el radiador para determinar si hay una restricción en el flujo del refrigerante. Compruebe el radiador para determinar si hay suciedad o depósitos en el interior del núcleo del radiador. La suciedad o los depósitos restringen el flujo del refrigerante a través del radiador.
 - b. Compruebe para determinar si hay lodos entre las aletas del núcleo de radiador, o si las aletas están dañadas. Los lodos entre las aletas del núcleo del radiador restringen el flujo de aire a través del mismo.
 - c. Asegúrese de que el tamaño de radiador sea adecuado para la aplicación. Un radiador de tamaño más pequeño de lo necesario no tiene suficiente superficie para una disipación eficaz de calor. Esto puede causar que el motor opere a una temperatura más alta que la normal. La temperatura normal depende de la temperatura ambiente.
8. Revise la tapa del tubo de llenado. Una caída de presión en el radiador puede reducir el punto de ebullición del agua que se utiliza. Esto puede causar que el sistema de enfriamiento hierva.
9. Compruebe el ventilador y/o la cubierta del ventilador.
 - a. El ventilador tiene que ser suficientemente grande para enviar el aire a través de la mayor parte del área del núcleo del radiador. Asegúrese de que el tamaño del ventilador y la posición del ventilador sean adecuados para la aplicación.
 - b. La cubierta del ventilador tiene que ser del tamaño apropiado y tiene que estar ubicada correctamente. Asegúrese de que el tamaño de la cubierta del ventilador y la posición de la cubierta del ventilador sean adecuados para la aplicación.
10. Compruebe las mangueras y las abrazaderas del sistema de enfriamiento. Por lo general, las mangueras dañadas con fugas se pueden detectar a simple

vista. Las mangueras que no tienen fugas evidentes se pueden ablandar durante la operación.

Las áreas blandas de la manguera se pueden retorcer o romper durante la operación. Estas áreas de la manguera pueden causar una restricción en el flujo del refrigerante. Las mangueras se ablandan y/o se agrietan después de cierto tiempo. La parte interior de una manguera puede deteriorarse y las partículas sueltas de la manguera pueden causar una restricción en el flujo del refrigerante.

11. Compruebe si hay alguna restricción en el sistema de admisión de aire. Una restricción del aire que entra en el motor puede causar altas temperaturas en los cilindros. Las temperaturas altas del cilindro causan temperaturas más altas que las normales en el sistema de enfriamiento.
 - a. Si la restricción medida es más alta que la restricción máxima permisible, quite los materiales extraños del elemento de filtro, o instale un elemento nuevo en el filtro de aire del motor.
 - b. Compruebe otra vez para determinar si hay restricciones en el sistema de admisión de aire.
 - c. Si la restricción medida sigue siendo más alta que la restricción máxima permisible, compruebe para determinar si hay alguna restricción en la tubería de admisión de aire.
12. Compruebe para determinar si hay restricciones en el sistema de escape. Una restricción del aire que sale del motor puede causar altas temperaturas en los cilindros.
 - a. Haga una inspección visual del sistema de escape. Compruebe para determinar si hay daños en la tubería de escape o si hay un silenciador dañado. Si no se encuentra ningún daño, determine si hay restricciones en el sistema de escape.

- b. Si la restricción medida es más alta que la máxima permisible, hay una restricción en el sistema de escape. Repare el sistema de escape, según se requiera.
13. Comprueba la tubería de derivación que se utiliza en el sistema de enfriamiento. La tubería de derivación tiene que estar sumergida en el tanque de expansión. Una restricción en la tubería de derivación del tanque de derivación a la entrada de la bomba del agua de las camisas causa una reducción en la eficiencia de la bomba de agua. Una reducción en la eficiencia de la bomba de agua produce flujo bajo de refrigerante y recalentamiento del motor.
 14. Compruebe el termostato del agua. Un termostato del agua que no se abre o que sólo se abre parcialmente puede causar el recalentamiento.
 15. Compruebe la bomba de agua. Una bomba de agua con un rodete dañado no bombea suficiente refrigerante para el enfriamiento correcto del motor. Quite la bomba de agua y determine si hay daños en el rodete.
 16. Compruebe el flujo de aire a través del compartimiento del motor. El flujo de aire a través del radiador se extrae del compartimiento del motor. Asegúrese de que los filtros, el acondicionador de aire y artículos similares no se instalen de una forma que impida el flujo libre del aire a través del compartimiento del motor.
 17. Compruebe el flujo de aire a través del núcleo del enfriador del aceite hidráulico. Una restricción del flujo de aire a través del núcleo del enfriador del aceite hidráulico puede causar el recalentamiento. Compruebe para determinar si hay lodos o depósitos que impidan el flujo libre de aire a través del núcleo del enfriador del aceite hidráulico.
 18. Compruebe el posenfriador. Una restricción de flujo de aire a través del posenfriador de aire a aire puede causar el recalentamiento. Compruebe para

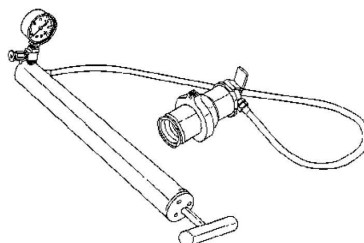
determinar si hay escombros o depósitos que impidan el flujo libre del aire a través del posenfriador.

19. Tome en consideración las altas temperaturas ambiente. Cuando las temperaturas ambientes son demasiado altas para la capacidad nominal del sistema de enfriamiento, no hay suficiente diferencia de temperatura entre el aire exterior y el refrigerante.
 20. Tome en consideración la operación a altas altitudes. La capacidad de enfriamiento del sistema de enfriamiento disminuye a medida que se hace funcionar el motor a mayor altitud. Hay que utilizar un sistema de enfriamiento presurizado que sea suficientemente grande para evitar que se produzca la ebullición del refrigerante.
- 3 El motor puede estar funcionando en condiciones de sobrecarga. Cuando la carga que se aplica al motor es demasiado grande, éste funciona en condiciones de sobrecarga. Cuando el motor funciona en condiciones de sobrecarga, las r.p.m del motor no aumentan con el aumento del combustible. Esta velocidad (r.p.m) más baja del motor causa una reducción en el flujo del refrigerante a través del sistema. Este flujo más bajo del refrigerante durante el suministro de altas cantidades de combustible causa un calentamiento por encima de lo normal.

4.1.1.2 Pérdida de Refrigerante

Para saber si hay perdida de refrigerante utilizamos una Bomba de presurización esta se utiliza para probar las tapas del tubo de llenado. Esta bomba de presurización también se utiliza para someter el sistema de enfriamiento a prueba de presión para detectar si hay fugas.

Figura 29 Bomba de presurización



Para hacer una inspección del radiador y del sistema de enfriamiento para detectar si hay fugas vamos a utilizar el siguiente procedimiento para detectar si hay fugas en el sistema de enfriamiento:

1. Cuando el motor esté frío, afloje lentamente la tapa del tubo de llenado y deje que escape la presión del sistema de enfriamiento. A continuación, quite la tapa del tubo de llenado del radiador.
2. Asegúrese de que el nivel del refrigerante esté por encima de la parte superior del núcleo del radiador.
3. Instale la Bomba de presurización en el radiador.
4. Haga que la presión en el manómetro sea de 20 kPa (3 lb/pulg²) más que la presión en la tapa del tubo de llenado.
5. Compruebe el radiador para ver si hay fugas en su parte exterior.
6. Compruebe todos los puntos de conexión y las mangueras para ver si hay fugas.

El sistema de enfriamiento no tiene fugas sólo si se dan las siguientes condiciones:

- No observa ninguna fuga externa.
- La lectura permanece constante después de cinco minutos.

El interior del sistema de enfriamiento tiene fugas sólo si se dan las siguientes condiciones:

- Disminuye la lectura del manómetro.
- No se observa ninguna fuga externa

4.1.1.3 Exceso de enfriamiento

El exceso de enfriamiento también puede dañar un motor de la misma forma que el recalentamiento. Se produce el exceso de enfriamiento cuando no se puede alcanzar la temperatura normal de operación del motor. El exceso de enfriamiento se produce

cuando el refrigerante fluye directamente al radiador en vez de pasar primero por los termostatos.

Algunas de las causas de exceso de enfriamiento es la baja temperatura del aire ambiente y las aplicaciones con cargas ligeras causan el exceso de enfriamiento aunque el refrigerante no fluya por el radiador bajo estas condiciones.

Un termómetro o indicador defectuoso puede indicar un exceso de enfriamiento, hay que comprobar los termostatos de la misma forma en que se controla el recalentamiento, hay que revisar los termostatos para estar seguros que cierran adecuadamente y no haya desviación de refrigerante.

Algunas bases de termostatos tienen un orificio de purga para dejar pasar el refrigerante por los termostatos y purgar el aire del sistema de enfriamiento cuando se llena con refrigerante. Hay asegurarse que estos orificios estén abiertos, no hay que agrandar los orificios porque se puede producir un exceso de enfriamiento.

4.1.2 Inspección visual del sistema de enfriamiento

Si se sospecha de algún problema de recalentamiento hay que determinar si realmente el problema existe, hay que comprobar si el radiador esta obstruido, si el nivel de refrigerante es bajo y si las RPM del motor son bajas. Un bajo nivel de refrigerante no puede crear recalentamiento en el sistema, si el refrigerante empieza a hervir la válvula de alivio del tanque superior del radiador se abrirá. Esto mantiene una presión constante en el sistema de enfriamiento pero permite la perdida de refrigerante.

Compruebe si hay fugas de refrigerante o vapor en el tubo de rebalse del radiador cuando el motor esta parado.

Verifique el nivel de refrigerante en el radiador, primero asegúrese que el sistema esta frío, observe si hay restricciones que puedan detener el flujo de aire por el radiador, inspeccione para ver si hay suciedad en los núcleos, particularmente en la

zona donde sopla el radiador, observe si hay aletas del radiador dobladas dañadas o que muestren indicios de fugas del radiador.

Verifique la velocidad alta en vacío del motor y si no es la correcta ajústela conforme a los parámetros que nos dice el manual, hay que verificar las fajas del ventilador y las ranuras de las poleas. Asegúrese que no haya aceite ni grasa en las fajas o poleas, ya que la presencia de estos hace que las fajas patinen en la polea.

Vea que las aletas del ventilador no estén dañadas, compruebe el estado de las cubiertas protectoras y asegúrese que estén instaladas correctamente, vea el estado de todas las mangueras, para ver si hay alguna que esta aplastada o tenga fuga.

Observe si hay fugas alrededor de la bomba de agua, busque indicios de fugas de refrigerante o de aceite en el empaque de culata del motor, compruebe el estado de la empaquetadura en la tapa del radiador, verifique que el empaque del radiador no este cortada.

4.1.3 Pruebas

4.1.3.1 Termostato de agua

1. Quite el termostato de agua del motor.
2. Caliente agua en un recipiente hasta que la temperatura esté a 98°C (208°F).
3. Cuelgue el termostato en el recipiente de agua. El termostato debe estar bajo la superficie del agua y apartado de los lados y la parte inferior del recipiente.
4. Mantenga el agua a la temperatura correcta durante diez minutos.
5. Después de diez minutos, saque el termostato. Asegúrese de que el termostato esté abierto.

Reemplace el termostato si el termostato no está abierto a la temperatura especificada.

4.1.3.2 Comprobación de la velocidad del aire

Para comprobar la velocidad del aire con un indicador de escape de gases del carter/ flujo de aire, hay que tomar varias lecturas y calcular el promedio de los resultados. Hay que tener cuidado cuando se esta tratando de localizar problemas en el núcleo del radiador. La velocidad es hasta cinco veces mayor en la zona de las paletas que en el centro del ventilador y en los bordes del radiador.

Este indicador no solo mide la velocidad del aire sino que también ayuda a localizar precisamente cualquier obstrucción en el núcleo que puede causar recalentamiento.

4.1.3.3 Medición de temperaturas

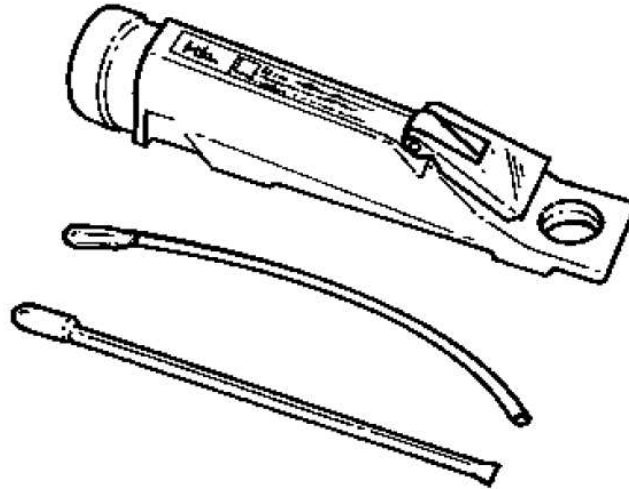
La temperatura del motor es un factor importante en la formación de ácido sulfúrico. Los óxidos de azufre combinados con agua forman ácidos sulfúricos. Hay tres puntos de medición de temperatura en los motores salida de la culata, salida de la bomba de agua, entrada de la bomba de agua.

4.1.3.4 Refrigerante

El probador de refrigerante da una indicación rápida y precisa de la temperatura de congelamiento del refrigerante. Para hacer la prueba se necesitan solo unas gotas, además el refrigerante se puede probar caliente o frío, ya que el probador automáticamente hace la corrección correspondiente de la temperatura del refrigerante.

Durante tiempos fríos, compruebe el refrigerante frecuentemente para ver si tiene la concentración de glicol apropiada. Use el Grupo de prueba del refrigerante/batería para asegurar la protección adecuada contra la congelación. Este probador da lecturas inmediatas y precisas.

Figura 30 Probador de refrigerante



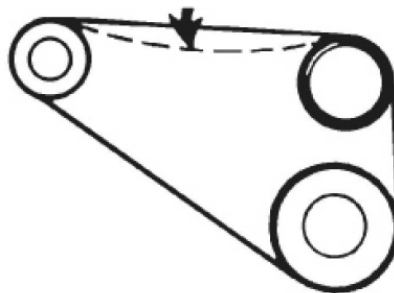
4.1.3.5 Fajas

Para verificar la tensión de la correa, aplique 110 N (25 lb.) de fuerza a media distancia entre las poleas.

Las correas apretadas correctamente tendrán una comba de 17 ± 3 mm ($0,67 \pm 0,12$ pulg).

Si se instala una correa nueva, compruebe otra vez el ajuste de la correa después de 30 minutos de operación.

Figura 31 Prueba de faja

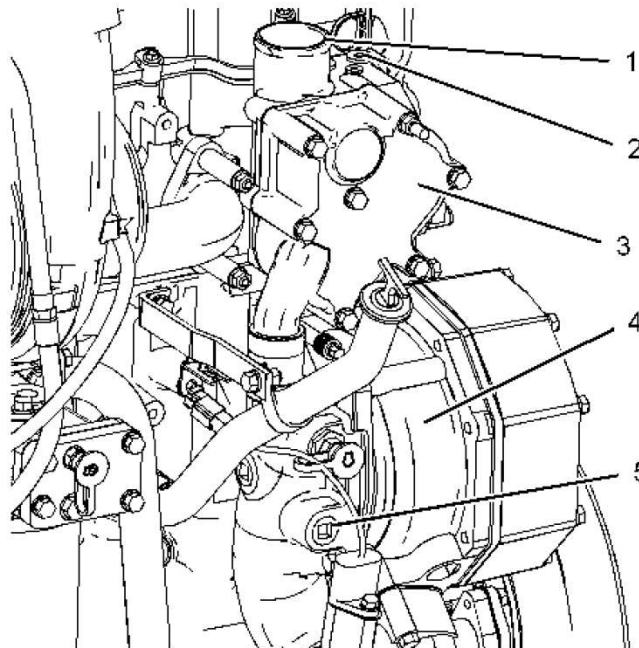


4.1.3.6 Bomba de agua

Para hacer la prueba a la bomba de agua necesitaremos un manómetro de aire y realizar el siguiente procedimiento para ver si la bomba esta operando correctamente:

1. Saque el tapón del orificio (2).
2. Instale el Manómetro de aire en el orificio (2).
3. Arranque el motor. Opere el motor hasta que el refrigerante esté a la temperatura de operación.
4. Observe la presión de la bomba de agua. La presión de la bomba de agua debe ser de 100 a 125 kPa (15 a 18 lb/pulg²).

Figura 32 Bomba de agua

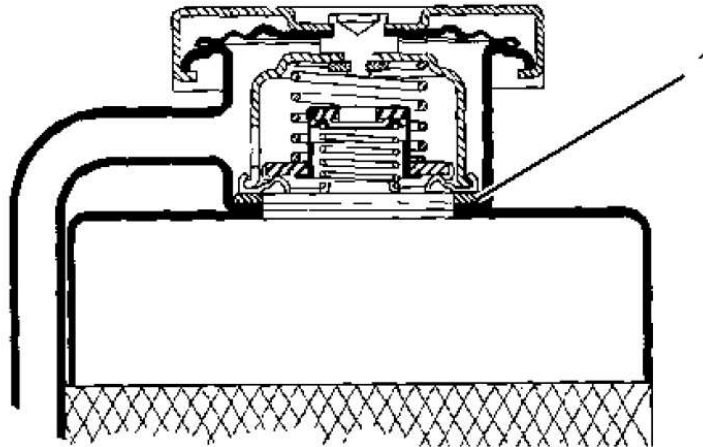


- (1) Salida del agua
- (2) Orificio
- (3) Caja del termostato
- (4) Bomba de agua
- (5) Orificio

4.1.3.7 Tapón de Radiador

Una causa de la pérdida de presión en el sistema de enfriamiento puede ser un sello dañado en la tapa del tubo de llenado del radiador.

Figura 33 Tapón del radiador



(1) Superficie de sellado de la tapa del tubo de llenado y del radiador

Utilice el siguiente procedimiento para comprobar la presión de apertura de la tapa del tubo de llenado:

1. Después de que el motor se enfríe, afloje cuidadosamente la tapa del tubo de llenado. Alivie lentamente la presión del sistema de enfriamiento. Entonces, quite la tapa de llenado.

Inspeccione con cuidado la tapa del tubo de llenado. Observe para ver si hay daños en los sellos y en la superficie de sellado. Inspeccione los siguientes componentes para determinar si hay sustancias extrañas:

- Tapa de llenado
- Sello
- Superficie para sello

Elimine los depósitos y los materiales que se encuentren en estos componentes.

2. Instale la tapa del tubo de llenado en la Bomba de presurización.
3. Observe en el manómetro la presión exacta que abre la tapa del tubo de llenado.
4. Compare la lectura del medidor con la presión de apertura que se indica en la tapa de llenado.
5. Si la tapa del tubo de llenado está dañada, reemplácela.

4.2 Sistema de combustible

4.2.1 Localización de averías

El motor no alcanza r.p.m altas del motor, siendo las posibles causas:

- Códigos de diagnóstico y evento.
- Operación en modo frío.
- Interruptor de aceleración.
- Sensor de presión de alimentación.
- Suministro de combustible.
- Sistema de aire y escape.

Consumo de combustible excesivo

- Operación de motor.
- Fugas de combustible.
- Calidad de combustible.
- Tiempo y velocidad del motor.
- Inyectores unitarios.
- Sistema de admisión de aire y escape.

Combustible en el sistema de enfriamiento

- La causa raíz probable es un sello de anillo dañado para un inyector de combustible.

Disolución de combustible de aceite de motor

- Fugas en los sellos sobre las camisas del inyector unitario.
- Excesivas fugas de la punta del inyector unitario o punta del inyector quebrada.
- Cabeza de cilindros quebrada o fuga en la empaquetadura de la cabeza de cilindros.
- Fuga del sello del eje de mando en la bomba de transferencia de combustible.

Potencia baja o sin potencia:

- Códigos de diagnóstico.
- Códigos de evento.
- Señal de aceleración.
- Suministro de potencia al modulo de control electrónico (ECM).
- Suministro de combustible

Potencia baja/pobre o no respuesta a la aceleración:

- Derrateo del motor o códigos activos.
- Modo frío.
- Señal de aceleración.
- Conectores eléctricos.
- Inyectores unitarios.
- Sensor de presión del múltiple de admisión.
- Sistema de escape y admisión de aire.
- Suministro de combustible.

4.2.2 Combustible

4.2.2.1 Algunos contaminantes del combustible

Si se presentan algunos contaminantes en el sistema de combustible estos pueden repercutir en el funcionamiento apropiado del motor y también afectaran los componentes del motor, aquí damos algunas recomendaciones que son buenas seguirlas:

1. Determine si hay agua o contaminantes en el combustible. Inspeccione el separador de agua (si tiene). Si no hay separador de agua, siga con el Paso 2. Drene el separador de agua, si es necesario. Un tanque de combustible lleno reduce la posibilidad de condensación durante la noche.

Nota: Un separador de agua puede parecer que está lleno de combustible cuando en realidad está lleno de agua.

2. Determine si hay contaminantes en el combustible. Saque una muestra de combustible de la parte inferior del tanque de combustible. Inspeccione visualmente si hay contaminantes en la muestra de combustible. El color del combustible no es necesariamente una indicación de la calidad del combustible. Sin embargo, el combustible de color negro o pardo, y/o si se asemeja al lodo, puede ser una indicación del crecimiento de bacterias o de la contaminación del aceite. En temperaturas frías, el combustible turbio indica que puede ser inadecuado para las condiciones de operación. Se pueden usar los métodos siguientes para evitar que la cera obstruya el filtro de combustible:

- Calentadores del combustible
- La mezcla del combustible con aditivos
- El uso de un combustible con un punto bajo de turbieza como el keroseno.

4.2.2.2 Corrosión ocasionada por azufre

El azufre que contiene el combustible diesel en su estado natural que no es consumido en la cámara de combustión y este mezclado con la humedad que podemos encontrar en el ambiente o vapor de agua forma lo que es el ácido sulfúrico, este lo que hace es ocasionar corrosión en algunas partes del motor que son:

- Guías de válvulas.
- Asientos de válvulas
- Camisas.
- Anillos de pistón.

4.2.3 Pruebas

4.2.3.1 Corte de Inyectores

La prueba de corte de inyectores es una prueba que consiste en regular el flujo de corriente a las bobinas de cada inyector y tener una prueba de que el cilindro no tiene problemas de descarga de combustible, esta es una prueba que nos ayuda a verificar que nuestro sistema de inyección funcione de una manera correcta.

Esta prueba se realiza con una computadora y su software respectivo y este se conecta al ECM (modulo de control electrónico del motor) y controla el voltaje que llega a cada inyector en un tiempo dado por el mismo software.

4.2.3.2 Presión de líneas

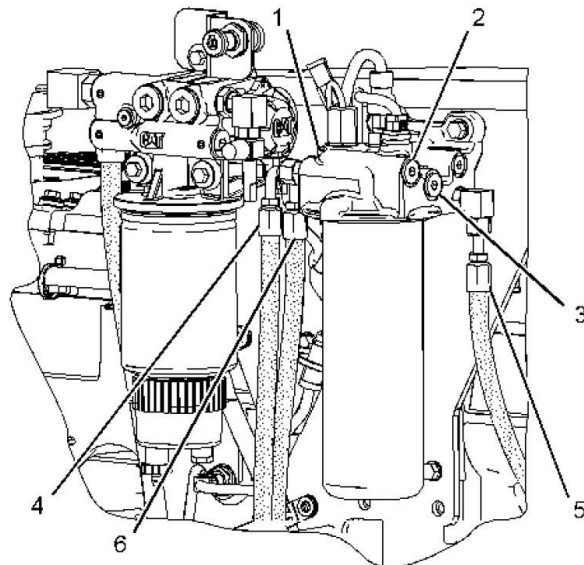
La presión típica del combustible del motor a la temperatura de operación puede variar. La presión del combustible puede ser de 538 kPa (78 lb/pulg²) a velocidad baja en vacío. La presión del combustible puede ser de 641 kPa (93 lb/pulg²) en altas r.p.m.

A medida que las partículas abrasivas se acumulan en el filtro de combustible, el diferencial de presión en el filtro aumenta. El rendimiento de los inyectores unitarios deteriora cuando la presión del combustible cae por debajo de 241 kPa (35 lb/pulg²). En esta situación, pueden ocurrir quejas debido a potencia reducida y funcionamiento desigual. La baja presión de combustible causa la cavitación y el daño interno a los inyectores unitarios. El diferencial de presión en el filtro de combustible no debe exceder 69 kPa (10 lb/pulg²).

Para comprobar la presión de la bomba de transferencia de combustible, saque el tapón (2) de la base del filtro del combustible (1). Instale un Conector con un Sello anular. Instale un manómetro y arranque el motor.

Para comprobar la presión de combustible filtrado, saque el tapón (3) de la base del filtro del combustible (1). Instale un Conector con un Sello anular. Instale un manómetro y arranque el motor.

Figura 34 Filtro de combustible



- (1) Base del filtro de combustible
- (2) Toma para presión del combustible no filtrado
- (3) Toma para presión de combustible filtrado
- (4) Tubería de suministro de combustible para presión del combustible no filtrado

(5) Tubería de retorno de combustible

(6) Tubería de suministro de combustible para presión de combustible filtrado

4.3 Sistema de lubricación

4.3.1 Localización de averías

El motor tiene desgaste prematuro, las posibles causas pueden ser:

- Aceite del motor incorrecto.
- Aceite de motor contaminado.
- Aire contaminado.
- Combustible contaminado.
- Presión de aceite baja.

Refrigerante en el aceite del motor:

- Panal del enfriador de aceite del motor.
- Empaque de la culata.
- Cabeza de cilindros.
- Línea de cilindros.
- Bloque de cilindros.

Excesivo consumo de aceite en el motor:

- Sellos de aceite.
- Nivel de aceite.
- Sello del turbocargador.
- Desgaste del motor interno.

Excesivo ajuste de válvulas

- Lubricación.
- Ajuste de válvulas.
- Balancines en mal estado.

Aceite del motor en el sistema de enfriamiento:

- Panal del enfriador de aceite del motor.
- Empaquetadura de cabeza de cilindros.
- Bomba de agua.

Temperatura de aceite es muy alta:

- Nivel de aceite del motor.
- Válvula de derivación del enfriador de aceite del motor.
- Panal del enfriador de aceite del motor.
- Temperatura del refrigerante del motor.

Presión de aceite del motor es baja:

- Nivel de aceite del motor.
- Válvula de derivación del filtro de aceite y filtros de aceite del motor.
- Bomba de aceite del motor.
- Enfriador de aceite del motor.
- Combustible diluido.
- Desgaste del motor.

4.3.2 Pruebas

4.3.2.1 Presión de aceite

1. Instale un indicador de presión del motor en el tapón del conducto de aceite (1).

Nota: Se debe comprobar la presión del aceite del motor al árbol de levas y a los cojinetes de bancada a cada lado del bloque del motor en el tapón del conducto de aceite (1).

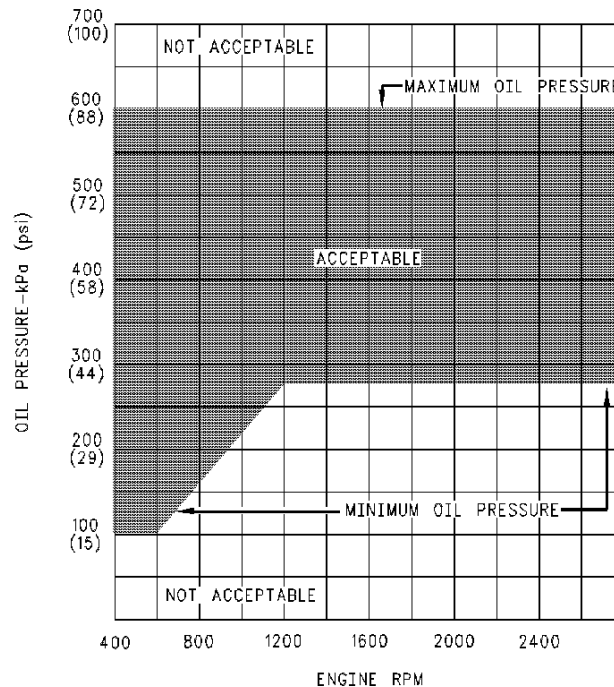
2. Arranque el motor. Opere el motor con aceite SAE 10W30 o SAE 15W40. La información en el gráfico de presión de aceite del motor no es válida para otras viscosidades del aceite.

Nota: Deje que el motor alcance la temperatura de operación antes de efectuar la prueba de presión.

3. Registre el valor de la presión de aceite del motor del orificio de pruebas de presión cuando el motor haya alcanzado la temperatura de operación.

4. Localice el punto que corta las líneas para las r.p.m del motor y para la presión de aceite en el gráfico de presión de aceite del motor.

Tabla VIII Resultados deben quedar dentro de la gama "ACCEPTABLE"



Existe un problema cuando los resultados quedan dentro de la gama "NO ACEPTABLE" en la tabla. Este lo que nos indica es que este problema necesita resolverse. Se puede producir la falla del motor o una reducción en la vida útil del mismo si se sigue operando el motor con la presión del múltiple de aceite fuera de esta zona.

Nota: Se puede utilizar la presión de aceite del motor como una indicación de posibles problemas o daños del motor. Es posible que exista un posible problema si la presión del aceite aumenta o disminuye repentinamente en 70 kPa (10 lb/pulg²) y la presión del aceite está en la gama "ACEPTABLE". Se debe inspeccionar el motor y corregir el problema.

4.3.2.2 Válvula de alivio y derivación

Si la válvula de alivio de la bomba de aceite del motor se mantiene en la posición abierta, el sistema de lubricación no puede obtener la presión máxima. Si los engranajes de la bomba de aceite se desgastan excesivamente, se producirá una reducción de la presión del aceite.

Si cualquier pieza de la bomba de aceite del motor está suficientemente desgastada como para afectar el rendimiento de la bomba de aceite del motor, hay que reemplazar la bomba de aceite del motor.

Si las válvulas de derivación del aceite del motor se mantienen en la posición abierta, el resultado puede ser una reducción de la presión del aceite. Es posible que esto se deba a suciedad en el aceite del motor. Si las válvulas de derivación del aceite del motor se atascan en la posición abierta, hay que quitar cada una de las válvulas de derivación del aceite del motor y limpiarlas para resolver este problema. También tiene que limpiar los orificios de las válvulas. Lo que se recomienda es instalar filtros de aceite de motor nuevos.

La presión del aceite del motor es alta si las válvulas de derivación del aceite del motor se atascan en la posición cerrada y se restringe el flujo de aceite del motor. Los

materiales extraños en el sistema de aceite del motor pueden ser la causa de la restricción del flujo de aceite y del movimiento de las válvulas de derivación del aceite del motor. Si las válvulas de derivación del aceite del motor se atascan en la posición cerrada, hay que quitar y limpiar cada válvula de derivación para resolver este problema. También hay que limpiar los orificios de las válvulas y Instalar filtros de aceite de motor nuevos.

Las válvulas de derivación del filtro y derivación del enfriador de aceite abrirán con las siguientes diferencias de presión 255 ± 21 kPa (37 ± 3 psi)

4.4 Sistema aire y escape

4.4.1 Color del humo

El color de humo en el sistema de aire y escape nos delimitara varios comportamientos que están ocurriendo en la cámara de combustión, los tipos diferentes de color de humo son los siguientes:

- Excesivo humo negro.
- Excesivo humo blanco.

Las posibles causas que dan origen al humo negro pueden ser las siguientes:

- Sistema de escape o admisión de aire.
- Sensor de tiempo /velocidad del motor.
- Sensor de Presión atmosférica.
- Sensor de Presión de alimentación de aire.
- Flash file
- Calidad del combustible.
- Ajustes de valvulas.

Las causas que dan origen a la formación de humo blanco son las siguientes:

- Encendidos auxiliares (Por ejemplo encendido con Éter).

- Sensor de temperatura de refrigerante.
- Tiempo/ velocidad del motor.
- Inyectores unitarios.
- Flash file
- Suministro de combustible.
- Desgaste de componentes.
- Sistema de enfriamiento.

4.4.2 Medición de flujo de los gases en el carter

Los pistones o los anillos dañados pueden causar demasiada presión en el carter. Esto hará que el motor no funcione con suavidad. Surgirán del respiradero del carter más vapores (escape) que la cantidad normal. El respiradero se puede restringir entonces en un tiempo muy corto, causando fugas de aceite en las empaquetaduras y sellos que normalmente no tendrían fugas. El escape también puede ser causado por guías de válvulas desgastadas o por un sello de turbocompresor averiado.

Los datos obtenidos del indicador del escape de los gases al carter se deben usar sólo para obtener información adicional. No hay que usar los datos para determinar si se debe hacer un reacondicionamiento general del motor. Hay que considerar otros indicios, tales como consumo de aceite elevado, baja potencia, arranques difíciles y consumo de combustible excesivo.

Observe el régimen de los gases de escape al carter a r.p.m. Máximas del motor, con carga o sin ella. El régimen sin carga puede variar hasta un 100% comparado con el régimen a carga plena. Use la lectura más alta como el valor verdadero del escape de gases.

Después de que un motor nuevo se use por un corto período de tiempo, los gases que escapan al carter pueden disminuir una vez que se asientan los anillos. Un motor recién reacondicionado puede tener un alto régimen de gases que escapan al carter debido a varios factores: anillos incorrectamente asentados, piezas desgastadas que no se reemplazaron y guías de válvula desgastadas.

Aumentará gradualmente el volumen de los gases de escape al carter a medida que se desgastan los anillos de pistón y las paredes de cilindro. El volumen de gases de un motor desgastado puede ser el doble del de un motor nuevo y puede indicar la necesidad de efectuar un reacondicionamiento general del motor.

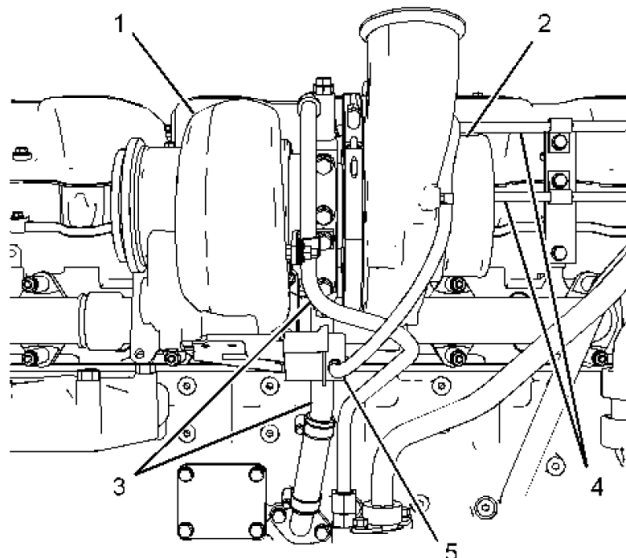
Si mantiene un registro de los resultados, notará un aumento gradual en el volumen de gases hasta que llegue al punto en que es excesivo.

4.4.3 Prueba al turbocompresor

El estado del turbocompresor tiene efectos definidos sobre el rendimiento del motor. Hay que utilizar las siguientes inspecciones y procedimientos para determinar el estado del turbocompresor.

- Inspeccionar la rueda de turbina y la caja de la rueda de turbina (1).
- Inspeccionar la rueda de compresor y la caja de la rueda de compresor (2).
- Inspeccionar para ver si hay la obstrucción en las tuberías de aceite. (3)
- Inspeccionar el estado de las tuberías de refrigerante (4).
- Inspeccionar la válvula de derivación (5) del turbocompresor.

Figura 35 Turbocompresor



Inspección de la rueda de turbina y la caja de la rueda de turbina

Lo primero que tenemos que realizar es Quitar la tubería de aire de la caja de la turbina.

1. Tenemos que Inspeccionar para determinar si hay daños en la rueda de turbina causados por material extraño. Si hay daños, tenemos que encontrar la fuente de los daños. Hay que Reemplazar el turbocompresor. Si no hay ningún daño, seguiremos con el paso 3.

2. Inspeccionar para determinar si hay acumulación de carbono y material extraño en la rueda de turbina, para determinar si hay acumulación de carbono y material extraño en la caja de la rueda de turbina hay que limpiar la rueda y la caja de la turbina si encuentra acumulación de carbono o material extraño, si no encontramos acumulación de carbono o material extraño, sigamos con el paso 3.

3. Hay que girar el conjunto giratorio manualmente, mientras se hace girar el conjunto, empuje el conjunto hasta los límites del juego axial de lado a lado, el conjunto debe girar libremente. La rueda no debe frotar contra la caja de la rueda de turbina y podemos Reemplazar el turbocompresor si la rueda de turbina frota contra la caja de la turbina. Si no frota o raspa, sigamos con el paso 4.

4. Inspeccionar para determinar si hay fuga de aceite en la rueda de turbina y la caja de la rueda de turbina para determinar si hay acumulación de aceite en la rueda de turbina y la caja de la rueda de turbina, es posible limpiar cierta cantidad de acumulación de aceite. La acumulación de aceite puede requerir el reemplazo del turbocompresor. Si no se encuentra aceite en la caja de la rueda de turbina, hay que seguir con la "Inspección de las tuberías de aceite".

Inspección de la rueda de compresor y la caja de la rueda del compresor

Tenemos que quitar la tubería de aire de admisión del compresor.

1. Inspeccionemos para determinar si hay daños causados por material extraño en la rueda de compresor.

Si hay daños, tendremos que determinar la causa de los daños, hagamos una limpieza del sistema de admisión y hay que reparar los componentes del sistema de admisión, según lo amerite, reemplacemos el turbocompresor si no encontramos daño, hay que seguir con el paso 3.

2. Limpie la rueda de compresor y la caja de la rueda de compresor. Si encuentra acumulación de material extraño, determine la fuente del material. Limpie el sistema de admisión y repare los componentes del sistema de admisión, según se requiera. Si no hay ninguna acumulación de material extraño, sigamos con el paso tres.

3. hay que girar el conjunto manualmente, Mientras se hace girar el conjunto, empuje el conjunto hasta los límites del juego axial de lado a lado. El conjunto debe girar libremente. La rueda de compresor no debe frotar contra la caja de la rueda de compresor. Si la rueda frota contra la caja de la rueda de compresor, hay que reemplazar el compresor, si no hay nada que frote o raspe, sigamos con el paso 4.

4. Inspeccione para determinar si hay fugas de aceite en el compresor y la caja de la rueda de compresor. Alguna fuga de aceite del compresor puede depositar aceite en el posenfriador y entonces se debe limpiar el posenfriador. Si encontramos aceite en la caja de la rueda de compresor, sigamos con la "Inspección de las tuberías de aceite".

Inspección de las tuberías de aceite

1. Como en los chequeos anteriores tenemos que asegurarnos de que el turbocompresor esté recibiendo un suministro adecuado de aceite del sistema de lubricación del motor.

a. Quite la tubería de suministro de aceite (6) y la tubería de drenaje de aceite (7) del turbocompresor.

b. Inspeccionar el orificio de suministro y el orificio de drenaje del turbocompresor.

Inspeccionar el área entre los cojinetes del eje del conjunto giratorio y además hay que buscar para determinar si hay sedimentos de aceite.

c. Inspeccionar el agujero de drenaje del aceite para determinar si hay sedimentos de aceite.

d. Si es necesario, hay que limpiar el eje del conjunto giratorio.

e. Si es necesario, hay que limpiar el orificio de suministro y el orificio de drenaje.

f. Si es necesario, limpiar la tubería de drenaje.

2. La presión en la caja central puede ser mayor que la presión en caja de la rueda de turbina si la presión del carter es alta, o si se restringe el drenaje de aceite. Es posible que se fuerce el aceite en sentido incorrecto, y es posible que el aceite no drene, hay que comprobar la presión del carter y resolver cualquier problema.

a. Inspeccionar para ver si hay restricción en el elemento de filtro de aire. Si se encuentra la restricción, limpie el elemento o reemplace el elemento.

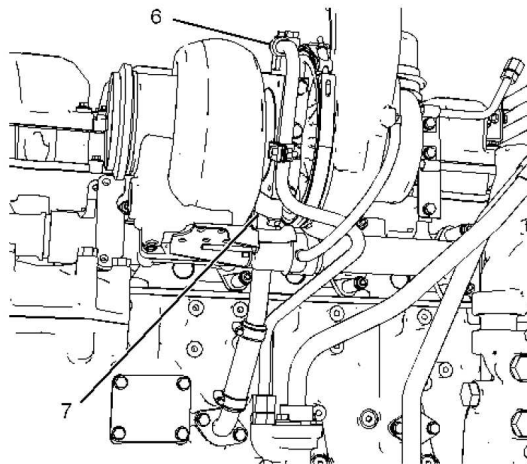
b. Inspeccionar para ver si el respiradero del carter del motor está taponado y Limpiar el respiradero del carter del motor o reemplazar el respiradero del carter del motor, si es necesario.

3. Reemplazar la tubería de drenaje del aceite si está dañada.

4. Comprobar las líneas o las tuberías de aceite y eliminar las dobleces pronunciados que puedan restringir el flujo y asegurarnos de que las tuberías de aceite no estén demasiado cercanas al múltiple de escape del motor.

Si nuestra fuente de la fuga de aceite no es evidente, el turbocompresor puede tener daño interno y por consiguiente tenemos que reemplazar el turbocompresor.

Figura 36 líneas de suministro de aceite del turbocompresor



(6) Tubería de suministro de aceite

(7) Tubería de drenaje de aceite

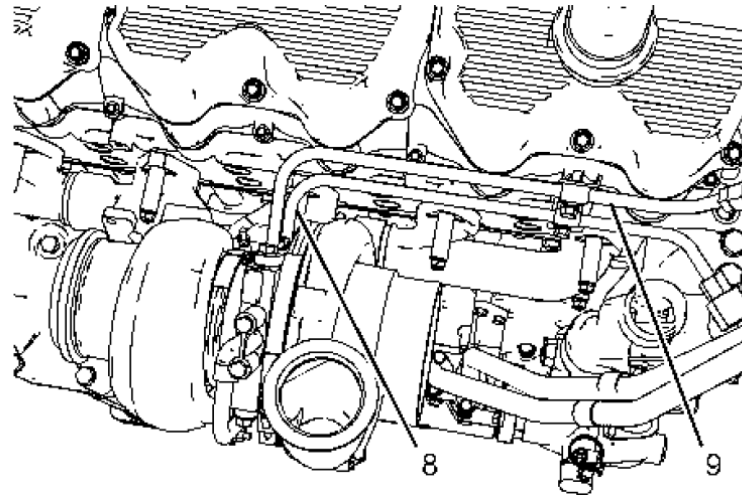
Inspección de las tuberías de refrigerante

Siempre debemos de asegurarnos de que el turbocompresor esté recibiendo un flujo adecuado del refrigerante del sistema de enfriamiento del motor, hay que comprobar para determinar si hay algún taponamiento o restricción en el suministro de refrigerante y las tuberías de retorno de refrigerante.

1. Quitar la manguera de suministro de refrigerante (8) y la tubería de retorno de refrigerante (9) del turbocompresor, inspeccionar para determinar si hay una acumulación de contaminación en las tuberías y si encontramos contaminación en las tuberías, tenemos que determinar la causa de la contaminación y si es necesario, reparar el sistema de enfriamiento.

2. Inspeccionar los conductos de enfriamiento del turbocompresor, inspeccionar para ver si hay acumulación de contaminación en los conductos y si se encuentra contaminación en los conductos de enfriamiento del turbocompresor, determinar la fuente de la contaminación y si es necesario, reparar el sistema de enfriamiento.

Figura 37 Líneas de refrigerante en turbocompresor



(8) Tubería de suministro de refrigerante

(9) Tubería de drenaje de refrigerante

Inspección de la válvula de derivación de los gases de escape

La válvula de derivación de los gases de escape controla la cantidad de gas de escape que se permite desviar del lado de la turbina del turbocompresor. Esta válvula controla después las r.p.m del turbocompresor.

Cuando el motor funciona en condiciones de refuerzo bajo (sobrecarga), un resorte ejerce presión contra un diafragma en el contenedor. El émbolo de accionamiento se mueve y la válvula de derivación de los gases de escape se cierra. Después, el turbocompresor puede operar en rendimiento máximo.

Cuando la presión de refuerzo aumenta contra el diafragma del recipiente, la válvula de derivación de los gases de escape se abre. Las r.p.m del turbocompresor quedan limitadas. Esta limitación ocurre porque una porción de los gases de escape se dirige alrededor de la rueda de turbina del turbocompresor.

Los siguientes niveles de presión de refuerzo indican un problema con la válvula de derivación de los gases de escape:

- La presión de refuerzo es demasiado alta en estados de carga plena.
- La presión de refuerzo es demasiado baja en todas las condiciones de sobrecarga.

El conjunto de caja de la válvula de derivación de los gases de escape se fija en fábrica y no se puede hacer ajustes.

La presión de refuerzo controla las r.p.m. máximas del turbocompresor, porque la presión de refuerzo controla la posición de la válvula de derivación de los gases de escape. Los siguientes factores también afectan las r.p.m máximas del turbocompresor.

- Capacidad nominal del motor
- Demanda de potencia sobre el motor
- Velocidad alta en vacío
- Altitud de operación del motor
- Restricción del aire de admisión
- Restricción del sistema de escape

4.5 Sistema electrónico

4.5.1 Codigos de diagnóstico

El módulo de control electrónico (ECM) tiene la habilidad para detectar problemas con el sistema electrónico y con la operación del motor. Cuando un problema es detectado un código de diagnóstico es generado y una alarma también puede ser generada. Hay dos tipos de códigos:

- Diagnóstico.
- Evento.

Un código de diagnóstico ocurre cuando un problema con el sistema electrónico es detectado, el módulo de control electrónico (ECM) genera un código de diagnóstico y este indica el problema específico con el circuito.

Los códigos de diagnóstico pueden tener dos diferentes estados:

- Activos.
- Grabados.

Un código de diagnóstico activo indica que un problema activo tiene que ser detectado los códigos de diagnóstico activo requieren de atención inmediata y siempre los códigos activos tiene prioridad sobre los códigos grabados.

El código generado siempre es grabado en la memoria permanente del módulo de control electrónico (ECM) y estos códigos son los grabados.

Los códigos de evento es generado por la detección de una condición de operación del motor anormal, un evento podrá ser generado si la presión de aceite es demasiado baja, en este caso el código de evento indica el síntoma o problema.

Los códigos grabados no indican que una reparación es necesaria y que el problema puede ser temporal.

El módulo de control electrónico (ECM) grabara la siguiente información cuando un código es generado:

- La hora de la primera ocurrencia del código.
- La hora de la última ocurrencia del código.
- El número de veces que ocurrió el código.

Un código es borrado de la memoria cuando uno de las siguientes condiciones ocurre:

- Cuando un técnico manualmente borra el código.
- Cuando el código no ocurre por 100 horas.
- Cuando un código nuevo es grabado y hay 10 códigos en memoria en este caso el código antiguo es borrado.

4.5.2 Localización de averías con un Código de diagnóstico

Los códigos de diagnóstico alertan al operador que un problema en el sistema electrónico tiene que ser detectado, los códigos de diagnóstico también indican que la naturaleza del problema al técnico. Los códigos de diagnóstico pueden ser vistos con una computadora personal que tiene el software para poder hacer esta aplicación. El código de diagnóstico consiste del componente identificador (CID) y el identificador del modo de falla (FMI).

El identificador de componente (CID) es un número con tres o cuatro dígitos. El identificador de componentes (CID) indica el componente que ha generado el código.

El identificador de modo de falla (FMI) es un código que indica el tipo de falla.

Tabla IX Identificador de componentes para el ECM del motor

COMPONENT IDENTIFIERS (CID) ¹ FOR THE ENGINE ECM (MID 036) ²	
CID	COMPONENT
1	INJECTOR CYLINDER 1
2	INJECTOR CYLINDER 2
3	INJECTOR CYLINDER 3
4	INJECTOR CYLINDER 4
5	INJECTOR CYLINDER 5
6	INJECTOR CYLINDER 6
41	8 VOLT DC SUPPLY
91	THROTTLE POSITION SIGNAL
94	FUEL PRESS.
96	FUEL LEVEL SENDER
100	ENGINE OIL PRESS. SENSOR
102	BOOST PRESS. SENSOR
110	COOLANT TEMP. SENSOR
168	BATTERY VOLTAGE
172	INLET AIR TEMP. SENSOR
174	FUEL TEMP. SENSOR
190	ENGINE SPEED SENSOR
261	ENGINE TIMING CALIBRATION
262	+5 VOLT SENSOR SUPPLY
267	ENGINE SHUTDOWN SW.
268	PROGRAMMABLE PARAMETERS
274	ATMOSPHERIC PRESS. SENSOR
275	TURBO INLET PRESS. SENSOR
296	POWER TRAIN/CHASSIS ECM COMMUNICATION
342	SECONDARY ENGINE SPEED TIMING SIGNAL
457	BRAKE OIL TEMP. SENSOR
826	TORQUE CONVERTER OIL TEMP. SENSOR

¹THE CID IS A DIAGNOSTIC CODE THAT INDICATES WHICH COMPONENT IS FAULTY.

²THE MID IS A DIAGNOSTIC CODE THAT INDICATES WHICH ELECTRONIC CONTROL MODULE DIAGNOSED THE FAULT.

Tabla X Identificador del modo de falla

FAILURE MODE IDENTIFIERS (FMI) ¹	
FMI NO.	FAILURE DESCRIPTION
0	DATA VALID BUT ABOVE NORMAL OPERATIONAL RANGE
1	DATA VALID BUT BELOW NORMAL OPERATIONAL RANGE
2	DATA ERRATIC, INTERMITTENT, OR INCORRECT
3	VOLTAGE ABOVE NORMAL OR SHORTED BATTERY
4	VOLTAGE BELOW NORMAL OR SHORTED GROUND
5	CURRENT BELOW NORMAL OR OPEN CIRCUIT
6	CURRENT ABOVE NORMAL OR GROUNDED CIRCUIT
7	MECHANICAL SYSTEM NOT RESPONDING PROPERLY
8	ABNORMAL FREQUENCY, PULSE WIDTH, OR PERIOD
9	ABNORMAL UPDATE
10	ABNORMAL RATE OF CHANGE
11	FAILURE MODE NOT IDENTIFIABLE
12	BAD DEVICE OR COMPONENT
13	OUT OF CALIBRATION
14	PARAMETER FAILURES
15	PARAMETER FAILURES
16	PARAMETER NOT AVAILABLE
17	MODULE NOT RESPONDING
18	SENSOR SUPPLY FAULT
19	CONDITION NOT MET
20	PARAMETER FAILURES

¹THE FMI IS A DIAGNOSTIC CODE THAT INDICATES WHAT TYPE OF FAILURE HAS OCCURRED.

5. ANÁLISIS DE COSTOS

5.1 Tipos de servicio

Dentro de la gama de servicios que presta la empresa, se puede decir que cuenta con varias opciones que aseguran el rendimiento de un motor y previenen futuros inconvenientes que pueden acarrear problemas de costos, entre los cuales podemos mencionar algunos que son:

- Mantenimiento preventivo.
- CSA(acuerdo de soporte al cliente)

Estos tipos de servicios incluyen otros sistemas que podemos encontrar en algunas máquinas que utilizan un motor electrónico, como lo puede ser tren de potencia, sistema hidráulico, frenos y otros.

5.1.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es un sistema para programar, grabar y además planear el mantenimiento para algún producto, este proporciona la oportunidad de asegurar que el mantenimiento es hecho antes de la falla, este mantiene un contacto regular con el cliente, identifica las partes potenciales y proporciona cuotas para reparaciones adicionales y análisis de muestra de refrigerante o aceite periódico programado. El mantenimiento preventivo lo solicita el cliente y sus costos estarán en función del estado de motor, equipo o maquina, además estos se realizan en intervalos de 250 horas o cuando el cliente lo requiera.

5.1.2 CSA (Acuerdo de soporte al cliente)

El acuerdo de soporte al cliente asegura al cliente tener bajos costos de operación a través de la vida de la máquina. A través de rigurosa atención y programas de mantenimiento planeado. El CSA (Acuerdo de soporte al cliente) es un acuerdo entre

el distribuidor del servicio y el cliente para soporte de la operación del cliente. Los tipos comunes de acuerdos incluyen acuerdos de inspección, acuerdos de mantenimiento preventivo planeado, servicio hidráulico al cliente, los acuerdos a los que se puede llegar es un reparación de mantenimiento total a las 2000 horas/ 2 años con 8 servicios que incluyen servicios a las 250 horas, 500 horas, 1000 horas y 2000 horas de servicio en acuerdo con el manual de operación y mantenimiento de la maquina.

Los acuerdos de mantenimiento preventivo incluyen partes y labores para completar cada servicio como lo dice el manual de operación y mantenimiento y además incluyen análisis de fluidos.

Los acuerdos de inspección de la maquina incluyen un TA2 (análisis técnico 2) o reporte de condición de la maquina o una inspección TA1 (Análisis técnico 1) que es únicamente una inspección visual. El acuerdo de reparación y mantenimiento total incluyen todos los mantenimientos y reparaciones sobre una maquina y decimos que el CSA es un contrato que se le vende al cliente.

5.2 Costos en personal

Los costos en personal van a depender del tipo de servicio que se realice o que solicite el cliente, siendo los posibles servicios que se le presten al cliente como el de mantenimiento preventivo y CSA.

Por ejemplo en el mantenimiento preventivo la cuota que se le cobra al cliente por técnico solicitado va a depender de dos situaciones si el servicio se realiza en el área de reparación de gentrac o en el área de campo/proyecto, donde además el costo será en Quetzales/ hora.

Taller de Gentrac Q160.00/hora

Área de campo Q172.00/hora

Si el servicio que se realiza es un Servicio CSA los costos de personal serán en función de horas de servicio, como se explica a continuación.

Tabla XI Hora estándar según horas de Servicio

Horas de servicio	Hora estándar para realizar dicho trabajo
250	4
500	6
1000	8
2000	12

El técnico cuando se le asigna un servicio necesita de horas efectivas de trabajo (horas estándar) este se debe ya que en el intervalo de estos servicios se realizan tareas específicas como lo son cambio de sello del filtro de combustible, cambio de aceite, cambio de filtro de aceite, cambio del elemento separador del sistema de combustible, filtro de combustible primario y secundario etc.

Por lo regular estos son los costos en los que se incurre en este tipo de servicio y son los siguientes:

Tabla XII Costos en personal

Servicio	Horas efectivas de trabajo	Costo del técnico dentro del taller/ hora	Costo del técnico Fuera del taller/ hora	Costo total dentro del taller	Costo total fuera del taller
250 horas	4	Q160.00/hora	Q172.00/hora	Q640.00	Q688.00
500 horas	6	Q160.00/hora	Q172.00/hora	Q960.00	Q1032.00
1000 horas	8	Q160.00/hora	Q172.00/hora	Q1280.00	Q1376.00
2000 horas	12	Q160.00/hora	Q172.00/hora	Q1920.00	Q2064.00

5.3 Costos en herramienta, equipo y materiales

Los costos de herramienta y equipo ya están incluidos en el costo/ hora del técnico considerando si esta dentro o fuera del taller, teniendo únicamente que hacer un análisis de cuales son los costos de materiales en los que se incurre, según el tipo de servicio que se realiza y estos son los siguientes:

Tabla XIII Costos en material

Material	Precio
Fijador de Rosca	Q370.00
Silicón de alta temperatura	Q157.00
Aceite de lubricación y penetrante	Q42.50
Lubricante de rosca	Q82.30
Toallas absorbentes de aceite paquete de 50 unidades	Q586.05
Toallas Limpiadoras 12 unidades	Q57.99
Costo total	Q1,295.84

5.4 Costos en capacitación

Los costos en capacitación estarán en función de las horas de disponibilidad de cada técnico y del número de los mismos en la capacitación, por lo regular las capacitaciones tienen una duración de 5 días efectivos en jornadas de 8 horas al día, por lo cual necesitaremos 40 horas efectivas por técnico, los técnicos que hay disponibles para la capacitación son un máximo 5 técnicos y los costos serán los siguientes:

Tabla XIV Costos en capacitación

Número de Técnicos	Horas a disponer	Costo hora	Costo en horas de técnicos	Costo en material	Costo Total
1	40	Q160.00/hora	Q6,400.00	Q50.00	Q6,450.00
2	80	Q160.00/hora	Q12,960.00	Q100.00	Q13,060.00
3	120	Q160.00/hora	Q19,200.00	Q150.00	Q19,350.00
4	160	Q160.00/hora	Q25,600.00	Q200.00	Q25,800.00
5	200	Q160.00/hora	Q32,000.00	Q 250.00	Q32,250.00

Los costos totales en los que se incurre representan una inversión a largo plazo que se verá reflejada en el rendimiento del técnico a futuro y que servirá de ayuda para su mejor desempeño y beneficio de la empresa, para prestar un mejor servicio y satisfacción del cliente.

5.5 Costos en rutinas de mantenimiento en un motor

5.5.1 Lubricantes

Los gastos en los cuales en que se incurrirán en los servicios son los siguientes:

Tabla XV Costos en lubricantes

Tiempo en horas	Cantidad de galones	Mantenimiento preventivo	Servicio CSA
250	5	Q459.70	Q459.70
500	5	Q459.70	Q459.70
1000	5	Q459.70	Q459.70
2000	5	Q459.70	Q459.70

5.5.2 Mano de obra

Los costos de mano de obra se verán en función del tipo de trabajo que se realice, dependiendo si es un trabajo en el taller de gentrac o en el área de campo y también si es un servicio de mantenimiento preventivo y CSA.

Ejemplo de Mano de obra a una motoniveladora 120 H

Tabla XVI Costo en mano de obra

Tiempo en horas de servicio	Costo de mano de obra en M. Preventivo	Costo de mano de obra en un CSA dentro del taller	Costo de mano de obra en un CSA fuera del taller
250	Q441.58	Q640.00	Q688.00
500	Q1,043.64	Q960.00	Q1,032.00
1000	Q1,037.49	Q1,280.00	Q1,376.00
2000	Q1,558.47	Q1,920.00	Q2,064.00

5.5.3 Repuestos

Los costos en repuestos lo trabajaremos en base a datos que han sido recabados anteriormente (mantenimiento preventivo) debido a que estos costos pueden variar dependiendo del estado del motor y frecuencia en que se realice el mantenimiento, los costos en repuestos para un servicio CSA siempre serán los mismos, debido a que este especifica que tipo de componente se debe de cambiar, según el tipo de servicio que se realice 250, 500. 1000 horas etc.

Tabla de costos en repuestos para un Servicio de Mantenimiento preventivo

Tabla XVII Costos en Repuestos

Tiempo en horas	Costo de partes en M. Preventivo	Costo de misceláneos en M. Preventivo	Costo total de repuestos
250	Q1,645.05	Q3,242.54	Q4,887.59
500	Q2,727.44	Q1,796.39	Q4,523.83
1000	Q4,130.23	Q3,833.9	Q7,964.13
2000	Q9,018.90	Q3,374.3	Q12,393.2

Tabla de costos en repuestos para un Servicio CSA, según intervalo de servicio

Tabla XVIII Costo de servicio de 250 horas

Cantidad	Identificación de parte	Costo Unitario
1	Elementos separador de agua de combustible	Q202.90
1	Juego de sellos del separador de agua combustible	Q793.87
1	Juego de sellos del separador de agua combustible del tazón	Q57.99
1	Filtro de aceite del motor	Q145.66
1	Filtro de combustible secundario	Q338.72
5 Galones	Aceite de motor	Q495.70
1	Muestra de aceite del motor	Q135.00
	Costo total	Q2,169.84

Tabla XIX Costo de servicio de 500 horas

Cantidad	Identificación de parte	Costo Unitario
1	Elemento separador de agua de combustible	Q202.90
1	Juego de sellos del separador de agua de combustible	Q793.87
1	Juego de sellos del separador de agua combustible del tazón	Q57.99
1	Filtro del combustible del motor	Q145.66
1	Filtro de combustible secundario de dos micrones	Q202.61
1	Filtro de combustible secundario	Q338.72
1	Filtro de aire del motor primario	Q671.47
1	Sello del respiradero de la aceitera del motor	Q46.82
1	Juego de filtros del tapón de llenado del tanque de combustible	Q285.05
1	Sello de la tapa de llenado del tanque de combustible	Q51.43
5 Galones	Aceite de motor	Q459.70
1	Muestra de aceite del motor	Q135.00
1	Muestra de refrigerante del motor	Q135.00
	Costo total	Q3,526.22

Tabla XX Costo de servicio de 1000 horas

Cantidad	Identificación de parte	Costo Unitario
1	Elemento separador de agua de combustible	Q202.90
1	Juego de sellos del separador de agua de combustible	Q793.87
1	Juego de sellos del separador de agua combustible del tazón	Q57.99
1	Filtro de aceite del motor	Q145.66
1	Filtro del combustible del motor	Q145.66
1	Filtro de combustible secundario de dos micrones	Q202.61
1	Filtro de combustible secundario	Q338.72
1	Filtro de aire del motor primario	Q671.47
1	Filtro de aire del motor secundario	Q615.42
1	Sello del respiradero de la aceitera del motor	Q46.82
1	Juego de filtros del tapón de llenado del tanque de combustible	Q285.05
1	Sello de la tapa de llenado del tanque de combustible	Q51.43
5 Galones	Aceite de motor	Q459.70
1	Muestra de aceite del motor	Q135.00
1	Muestra de refrigerante del motor	Q135.00
	Costo total	Q4,287.3

Tabla XXI costo de servicio de 2000 horas

Cantidad	Identificación de parte	Costo Unitario
1	Elemento separador de agua de combustible	Q202.90
1	Empaque del mecanismo del valvulas del motor	Q444.42
1	Juego de sellos del separador de agua de combustible	Q793.87
1	Juego de sellos del separador de agua combustible del tazón	Q57.99
1	Filtro del combustible del motor	Q145.66
1	Filtro de combustible secundario de dos micrones	Q202.61
1	Filtro de combustible secundario	Q338.72
1	Filtro de aire del motor primario	Q671.47
1	Sello del respiradero de la aceitera del motor	Q46.82
1	Juego de filtros del tapón de llenado del tanque de combustible	Q285.05
1	Sello de la tapa de llenado del tanque de combustible	Q51.43
5 Galones	Aceite de motor	Q459.70
1	Muestra de aceite del motor	Q135.00
1	Muestra de refrigerante del motor	Q135.00
	Costo total	Q3,970.64

Resumen de los costos de repuestos según los intervalos de servicio que se realicen al motor.

Tabla XII Resumen de costos en repuestos

Tiempo en horas	Costo en Repuestos
250	Q2,169.84
500	Q3,526.22
1000	Q4,287.3
2000	Q3,970.64

Tabla XXIII Resumen de costos en rutinas de mantenimiento preventivo

Rutina en Mantenimiento preventivo	Lubricantes	Mano de obra	Repuestos de M. preventivo	
Tiempo en horas	Mantenimiento preventivo	Costo de mano de obra en M. Preventivo	Costo total de repuestos	Costo total
250	Q459.70	Q441.58	Q4,887.59	Q5,788.87
500	Q459.70	Q1,043.64	Q4,523.83	Q6,027.17
1000	Q459.70	Q1,037.49	Q7,964.13	Q9,461.32
2000	Q459.70	Q1,558.47	Q12,393.2	Q14,411.37

Tabla XXIV Resumen de costos en Rutinas en servicio CSA dentro del taller

	Lubricantes	Mano de obra	Repuestos en CSA	
Tiempo en horas	Servicio CSA	Costo de mano de obra en un CSA dentro del taller	Costo en Repuestos	Costo total dentro del taller
250	Q459.70	Q640.00	Q2,169.84	Q3,269.54
500	Q459.70	Q960.00	Q3,526.22	Q4,945.92
1000	Q459.70	Q1,280.00	Q4,287.3	Q6,027.00
2000	Q459.70	Q1,920.00	Q3,970.64	Q6,350.34

Tabla XXV Resumen de costos en Rutinas en servicio CSA fuera del taller

	Lubricantes	Mano de obra	Repuestos en CSA	
Tiempo en horas	Servicio CSA	Costo de mano de obra en un CSA fuera del taller	Costo en Repuestos	Costo total fuera del taller
250	Q459.70	Q688.00	Q2,169.84	Q3,317.54
500	Q459.70	Q1,032.00	Q3,526.22	Q5,017.92
1000	Q459.70	Q1,376.00	Q4,287.3	Q6,123.00
2000	Q459.70	Q2,064.00	Q3,970.64	Q6,494.34

Tabla XXVI Resumen de costos totales en rutinas de mantenimiento

	Mantenimiento Preventivo	Servicio CSA	
Tiempo en horas	Costo total	Costo total dentro del taller	Costo total fuera del taller
250	Q5,788.87	Q3,269.54	Q3,317.54
500	Q6,027.17	Q4,945.92	Q5,017.92
1000	Q9,461.32	Q6,027.00	Q6,123.00
2000	Q14,411.37	Q6,350.34	Q6,494.34

En conclusión se puede decir que cuando nosotros realizamos un rutina de mantenimiento, nuestra mejor opción será utilizar un servicio CSA, debido a que nuestros costos en mantenimiento se verán disminuidos en gran medida y se tendrá más confianza y seguridad en el desempeño de nuestro motor electrónico.

La rutina de mantenimiento tendrá un impacto en el rendimiento de nuestros equipos creando un ambiente seguro y de una mejor disponibilidad.

6. MEJORA CONTINUA

6.1 Mantenimiento productivo total

La primera función del mantenimiento habitual se separa en dos grupos el primero que opera los equipos y el segundo que los repara, algunas empresas japonesas modifican esta filosofía involucrando al personal de operación en pequeñas tareas de mantenimiento de los equipos que ellos operan.

El mantenimiento productivo total (TPM por sus siglas en ingles) que implica una total participación de los empleados o es el mantenimiento llevado por todos los trabajadores a través de actividades de pequeños grupos, se concentra básicamente en el mejoramiento de la calidad de los equipos a los cuales se les realiza servicio. Estos son algunos de los aspectos importantes a tomar en cuenta con este tipo de mantenimiento:

- Mantenimiento básico y de prevención de averías realizado desde el propio puesto de trabajo y este es hecho por el operario.
- Formación adecuada al personal de mantenimiento acerca de los diferentes tipos de motor su funcionamiento y mantenimiento.

El mantenimiento productivo total es un nuevo concepto de mantenimiento que especifica que este mantenimiento se lleve a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos.

El mantenimiento productivo total parte del concepto que el mejoramiento del equipo depende de involucrar a todo el personal desde el gerente general hasta el operador de los equipos, pasando por todo el área de ingeniería y planificación. Este tipo es el mantenimiento y mejoramiento de los equipos por todo el personal que los opera.

Con lo anterior se persiguen cinco metas siguientes:

- Maximizar la efectividad del equipo.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento para la vida del equipo.
- Involucrar a todos los que comparten el funcionamiento de los equipos para participar en el mantenimiento productivo total.
- Involucrar a todo el personal en el desarrollo de los planes del mantenimiento productivo total desde la gerencia hasta el trabajador de la planta.
- Promover y mantener el mantenimiento productivo total a través de la dirección motivacional, la capacitación y las actividades de pequeños grupos.

6.2 Inducción y capacitación

6.2.1 Proyectos de mejoramiento en los sistemas

Para el buen desarrollo del mantenimiento productivo total, la empresa deberá estar dispuesta a invertir en capacitación para sus empleados, sobre como operar sus equipos. Algunos equipos cuando son nuevos no deberán de requerir mantenimiento, en este tiempo es de vital importancia capacitar al operador en las tareas de limpieza, ajuste y engrase, y conforme transcurra el tiempo el equipo necesitara de un mayor control sobre sus mantenimiento requiriendo que el operador conozca mas sobre algunas actividades mecánicas en los equipos para el buen desempeño de los mismos.

Al iniciarse el mantenimiento productivo total es de suma importancia que se complementen algunas inquietudes para el operador como las puede ser:

- Capacitación: darle entrenamiento a los operadores para entender el procedimiento de funcionamiento de los equipos o sistemas, así como algunos procedimientos de mantenimiento básico.
- Participación: Lograr que el personal comprenda la importancia de realizar actividades en pequeños grupos.

- Autonomía: Prepararlos para que ellos puedan realizar actividades de mantenimiento.
- Involucrarse: Establecer algunos estándares y su ritmo de trabajo.
- Confianza: Lograr que ellos mismos se evalúen y toman seguridad sobre su manera de actuar o trabajar.
- Seguridad: Vender la idea y mantenerla sobre cero accidentes.

6.3 Índices de evaluación de diagnóstico

6.3.1 Sistemas de confiabilidad

La confiabilidad es la que nos permite asegurar algunos factores claves como la calidad, productividad, seguridad y medio ambiente a lo largo del tiempo y por lo tanto asegura el ser competitivos. Para obtener la confiabilidad solo lo vamos a lograr teniendo un mantenimiento adecuado.

El desempeño de la confiabilidad se expresa mediante el tiempo medio entre fallas. La confiabilidad es la probabilidad de estar funcionando sin fallas durante un determinado tiempo en algunas condiciones de operación establecidas previamente, algo que tenemos que tener presente es que ningún mantenimiento nos dará confiabilidad en un 100 % porque tendremos algunos factores externos que pueden hacer variar la misma.

6.3.2 Costos de averías

El costo de avería lo vamos a definir como aquel tipo de costo en el que van estar involucradas fallas, reparaciones y repuestos que no tenemos en bodega, porque habrán algunos momentos en que los repuestos no los tendremos disponibles y por lo cual se incurrirá en un costo mayor.

El costo nos servirá para establecer un patrón estándar y medir algunos de los resultados de mantenimiento y compararlos con algunos periodos previos, algunos indicadores de costo de avería lo podrían ser:

Tabla XVII Costos de averías

Indicador	Unidades
Horas averías	Horas
Horas averías	Quetzales o Dólares
Material empleado en averías	Quetzales o Dólares
Costo total de avería	Quetzales o Dólares

6.3.3 Reporte de inventario de consumo de repuestos

Un reporte nos permite controlar el ciclo de las operaciones de nuestros equipos, además de ingresos y egresos de la empresa. Cuando obtenemos reportes y comparando el gasto con otros periodos, nos proporciona datos importantes para el manejo adecuado de la información en beneficio de mi mantenimiento.

Con la información que se genera en los reportes tenemos un mayor control del gasto total de repuestos consumidos por nuestro taller en determinados ciclos de tiempo.

6.3.4 Productividad y eficiencia de mano de obra

La productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. La productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento, decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de insumos o recursos en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos.

$$\text{Productividad} = \text{Salidas} / \text{Entradas}$$

La Productividad enfocada en el rendimiento humano lo vamos a definir de la siguiente manera:

$$\text{Productividad humana} = \text{Producción} / \text{Insumo humano}$$

La eficiencia es la capacidad de una organización, institución o negocio de producir resultados deseados con un mínimo gasto de energía, tiempo, dinero, recursos humanos y recursos materiales. En otras palabras optimización de recursos.

CONCLUSIONES

1. El presente trabajo de graduación sirve de guía para conocer y entender cómo interactúan y funcionan los sistemas de un motor Diesel controlado electrónicamente, para que se tenga el conocimiento de cómo estos se interrelacionan y hacen que el motor funcione de una manera eficiente para tener un rendimiento óptimo.
2. Dentro de los sistemas que intervienen en un motor Diesel controlado electrónicamente, se puede mencionar al sistema de enfriamiento, que hace que el motor funcione a una temperatura adecuada, el sistema de lubricación que tiene la función de lubricar todas las partes internas del motor y piezas móviles, el de combustible que será el encargado de abastecer de combustible al motor para un rendimiento adecuado, el de aire y escape que dará aire al motor y sacará los gases de escape y el electrónico que tendrá una interacción con los diferentes sistemas, para medir tendencias en estos y hacer que la potencia sea la adecuada, según los comportamientos registrados.
3. Se debe de tomar en cuenta que cada motor viene diseñado, para diferentes condiciones de trabajo, formas de uso y operación; por consiguiente influye el tipo de mantenimiento que se le realice y el diagnóstico a realizar, para la satisfacción de nuestras necesidades, ambientes de trabajo y recursos con los que cuenta la empresa, por ende es de vital importancia que el usuario, siga las instrucciones y recomendaciones que brinda el fabricante a través del manual de servicio, para que la vida del mismo se prolongue.

4. Los servicios propuestos que se deben realizar a un motor Diesel controlado electrónicamente, se basa en dos opciones que influirán de una manera positiva en el rendimiento de los sistemas del motor, por ejemplo, uno de ellos puede realizarse a través de un servicio de mantenimiento preventivo programado por horas de trabajo, que tendrá un cronograma de actividades regulares y un acuerdo de soporte al cliente(CSA), o bien un programa de servicio que brinda un rendimiento óptimo porque este incluye componentes y mantenimiento para que el diagnóstico sea más fácil.
5. Los gastos en que incurriremos en el momento de realizar un diagnóstico serán en función del estado de nuestro motor, porque si no se tiene un programa de mantenimiento adecuado, estos se verán reflejados en el incremento del costo total.
6. Las empresas cuando incurren en gastos de mantenimiento, no lo justifican como una inversión a largo plazo, lo ven como un costo, debido a que los gastos de un mantenimiento siempre serán menores, a los de una posible falla y serán constantes, es por eso que los costos de una falla siempre se verán involucrados en algunos costos indirectos como paro de entrega de pedidos, tiempo en producción inactivo, pérdida de tiempo, pagos en alquiler de equipos etc, por lo cual será una carga para la empresa y elevará los costos, por eso decimos que el mantenimiento programado es la mejor opción, para disminuir costos.
7. Definitivamente siempre que se tenga una opción de servicio, diagnóstico o mantenimiento programado adecuado, nuestros costos de reparación se verán disminuidos y llevando un cronograma de mantenimiento programado, tendremos una mejora en el funcionamiento del motor Diesel controlado electrónicamente, reduciendo así los costos de posibles fallas futuras.

RECOMENDACIONES

1. Se deben conocer los sistemas que funcionan en un motor, para entender la relación que hay entre estos y comprender de una manera apropiada como funciona el motor diesel controlado electrónicamente.
2. Cada sistema del motor es independiente, pero se interrelaciona con los otros sistemas, para que este funcione adecuadamente.
3. Es aconsejable conocer cada una de las características de diseño del motor por parte del fabricante, específicamente para un motor diesel controlado electrónicamente, para no cometer el error de darle un uso diferente al de diseño y además conocer el tipo de mantenimiento y diagnóstico recomendado, según el manual servicio.
4. Se debe de contar con un programa de mantenimiento regular programado y llevar un registro por escrito de este, para tener un mejor control del mismo y anticiparnos a fallas futuras.
5. Se deben de tener siempre registros de los costos estimados de un diagnóstico o mantenimiento, según los intervalos de servicio de nuestro motor diesel controlado electrónicamente.
6. Siempre se debe de tener un programa de mantenimiento preventivo, para reducir costos de fallas.

7. Con la creación de un programa de servicio de diagnóstico o mantenimiento se tienen que realizar evaluaciones periódicas del programa, evaluando costos, rendimiento del motor y medir periódicamente resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 CLIVE T. Jones. **Diesel Plant Operations Handbook**. Estados unidos: Mcgraw hill, 1976.
- 2 ANGEL Madrid, Juan Carlos. Análisis y control de costos para un taller de Mecánica Automotriz a Nivel de Microempresa. Tesis de Ingeniería Mecánica Industrial. Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1992. 102 pp.
- 3 RODAS García, Jorge Mario. Guía de pruebas Para Diagnosticar las Condiciones de operación del motor Diesel. Tesis de Ingeniería Mecánica. Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1992. 142pp.
- 4 PRADO, Raúl, **Manual de Gestión de Mantenimiento a la medida**. Madrid: Paraninfo,1994.
- 5 WASDYKE Raymond y SNYDER Gerald, **Motor Diesel**. México: Limusa 1988.
- 6 CATERPILLAR®, **El Refrigerante y su motor**. Estados Unidos: 1989
- 7 CATERPILLAR®, **Conozca el sistema de enfriamiento**. Estados Unidos: 1993.
- 8 CATERPILLAR ® **Troubleshooting C27 engine for Caterpillar ® Built machines**. Estados unidos: 2005.
- 9 CROUSE H. Willian, **Motores de Automovil**. México: Alfaomega marcombo 1988.

10 PERKINS, **Manual de usuario Motores Diesel de 4 y 6 cilindros para aplicaciones agrícolas y Industriales**. Inglaterra: technical Publications 2000.