 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

DESARROLLO DE UN BANCO EXPERIMENTAL DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL

Jonathan Arley Rengifo Castro

Orlando Alberto López Arias

Rubén Darío Uribe Cano

Ingeniería Electromecánica

Director del Proyecto
Carlos Alberto Acevedo Álvarez, IM

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
MEDELLÍN
2017**

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Con el propósito de legar a las futuras generaciones en el campo de la ingeniería electromecánica, una herramienta en donde puedan consolidar el aprendizaje de esta disciplina, se gestiona a través, de la donación de un motor de combustión interna diésel, el cual, este acondicionado para realizar los procedimientos correspondientes a la evaluación de componentes, sistemas, mantenimiento correctivo, puesta a punto, encendido y monitoreo en operación; todo esto debidamente documentado, con fines de complementación formativa con base en prácticas experimentales dirigidas a la población estudiantil de dicho pregrado. Con este proceso pretendemos, además, brindar alternativas de aprendizaje mediante el reconocimiento físico de la obtención de trabajo a través de una máquina térmica en funcionamiento.

Finalmente, consideramos importante, que a partir de este proyecto, la comunidad de la facultad de ingenierías, desarrollen habilidades que les permitan profundizar en el campo de la investigación y la innovación, debido a las opciones que a partir de este banco puedan derivarse en pro del perfeccionamiento del mismo.

Palabras clave: banco experimental, motor diesel, sistemas del motor, componentes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Queremos manifestar por medio de este escrito, nuestros sinceros agradecimientos a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron posible que el objetivo se haya cumplido, es por esta razón, que presentamos excusas, si en este aparte no son citados.

Agradecemos a Dios por brindarnos la vida, facultades, oportunidades y perseverancia, para culminar de forma satisfactoria nuestra carrera.

Gracias a nuestras madres, padres y hermanos, que fueron soporte cuando las adversidades se cruzaban en el camino, gracias por siempre creer en nosotros, en este proyecto y acompañarnos incondicionalmente, sin importar las diversas situaciones que se estuviesen enfrentando.

Gracias a nuestras parejas, por su paciencia, acompañamiento y motivación en todos los momentos de esta carrera.

Agradecemos a nuestros familiares, amigos, compañeros de estudio y de trabajo, quienes nos brindaron su comprensión, conocimientos y apoyo.

El más sincero agradecimiento a nuestra Universidad, sus directivas, funcionarios y docentes, quienes, con su actitud de servicio, nos brindaron las herramientas y conocimientos para culminar nuestras actividades académicas.

Especial agradecimiento a nuestro docente y asesor Carlos Alberto Acevedo, por creer en nuestra iniciativa y brindarnos sus conocimientos y acompañamiento durante el desarrollo de las actividades de este trabajo de grado.

Para terminar, queremos agradecer a todas las entidades y profesionales que aportaron en este proyecto, tanto en la infraestructura como en los conocimientos, en especial a (Taller TYJ, KIA MOTORS, METRO KIA, Técnico Eléctrico Henry Gómez), además de dar una mención especial a un excelente equipo de trabajo, el cual lo conforman los autores de este proyecto, los cuales no solo apoyamos en la elaboración de este trabajo, sino también en el desarrollo de la carrera, buenos compañeros y amigos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

ACC: accesorios

Amp: Amperios

CC: Centímetros Cúbicos

CO: Monóxido de carbono

°C: Grado celsius

GIEMA: Grupo de Investigación en Energía y Medio Ambiente

GIMEL: Grupo de Manejo Eficiente de la Energía

hp: Horse Power-Caballos de Potencia

h: horas

IEXS: Grupo de Investigación en Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad

MTTO: Mantenimiento

PMS: Punto Muerto Superior

PMI: Punto Muerto Inferior

EPP: Equipo de protección personal

Psi: Pounds-Force per Square Inch - Libra-Fuerza por Pulgada Cuadrada

ON: Encendido

OFF: Apagado

RPM Revoluciones por Minuto

T: Temperatura

V: Voltios

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. CONTEXTO DEL PROYECTO	11
1.1. INTRODUCCIÓN	11
1.2. ANTECEDENTES.....	12
1.3. OBJETIVOS.....	13
1.3.1. GENERAL	13
1.3.2. ESPECÍFICOS.....	13
1.4. DESARROLLO DEL TRABAJO	13
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1. GENERALIDADES MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL	15
2.2. CICLOS DE FUNCIONAMIENTO.....	16
2.2.1. CICLO DE CUATRO TIEMPOS	16
2.2.2. PRIMER TIEMPO O ADMISIÓN	16
2.2.3. SEGUNDO TIEMPO O COMPRESIÓN	16
2.2.4. TERCER TIEMPO O EXPLOSIÓN	16
2.2.5. CUARTO TIEMPO O ESCAPE	17
2.3. COMPONENTES PRINCIPALES DEL MOTOR DIESEL	18
2.3.1. BLOQUE.....	18
2.3.2. CIGÜEÑAL.....	18
2.3.3. CULATA	19
2.3.4. VÁLVULAS	20
2.3.5. ÁRBOL DE LEVAS	20
2.3.6. PISTÓN	21
2.3.7. BIELA	21
2.3.8. CILINDRO O CAMISA	22
2.4. SISTEMAS DE MOTOR DIESEL	22
2.4.1. SISTEMA DE COMBUSTIBLE	22
2.4.2. SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE	23
2.4.3. SISTEMA DE ESCAPE.....	24
2.4.4. SISTEMA DE LUBRICACIÓN	24
2.4.5. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	25
2.4.6. SISTEMA ELÉCTRICO.....	26

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.5.	APLICACIONES DEL MOTOR DIESEL	27
2.6.	TIPOS DE MANTENIMIENTO PARA UN MOTOR DIESEL	28
2.6.1.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	28
2.6.2.	VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	28
2.6.3.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	28
3.	METODOLOGÍA	29
3.1.	ADQUISICIÓN DEL MOTOR	29
3.2.	ACONDIONAMIENTO DEL BANCO	34
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	54
5.1.	CONCLUSIONES.....	54
5.2.	RECOMENDACIONES.....	55
5.3.	TRABAJO FUTURO	56
	REFERENCIAS	57
	APÉNDICE A	60
	RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UN MOTOR DIESEL	60
	FALLAS EN LOS MOTORES DIESEL.....	63
	APÉNDICE B	65
	SEGURIDAD	65
	AMBIENTE DE TRABAJO	65
	MEJORES PRÁCTICAS	65
	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE)	66
	SUSTANCIAS PELIGROSAS	67
	RIESGOS COMUNES	71
	APÉNDICE C	74
	GUÍA PRÁCTICA PARA RECONOCIMIENTOS DE LOS SISTEMAS Y COMPONENTES DEL MOTOR Y SU PUESTA EN MARCHA.....	74
1.	IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA	74
2.	FUNDAMENTO TEÓRICO.....	75
	SISTEMA DE COMBUSTIBLE	76
	SISTEMA DE ADMISIÓN.....	77
	SISTEMA DE ESCAPE.....	78
	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	78

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	79
SISTEMA ELÉCTRICO	80
3. OBJETIVO	81
4. RECURSOS REQUERIDOS.....	81
5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO	82
CON EL BANCO SIN OPERAR.	82
PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME.....	83
APÉNDICE D	87
APÉNDICE E	88
MANUAL DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DEL MOTOR DIESEL	88

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CICLO DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DIÉSEL DE CUATRO TIEMPOS	17
FIGURA 2. BLOQUE MOTOR DE CUATRO CILINDROS	18
FIGURA 3. CIGÜEÑAL DE MOTOR CUATRO CILINDROS	19
FIGURA 4. CULATA DE MOTOR CUATRO CILINDROS	19
FIGURA 5. VÁLVULAS DE MOTOR DIESEL	20
FIGURA 6. VÁLVULAS DE MOTOR DIESEL	20
FIGURA 7. PISTONES DE MOTOR DIESEL	21
FIGURA 8. PISTONES DE MOTOR DIESEL	21
FIGURA 9. PISTONES DE MOTOR DIESEL	22
FIGURA 10. SISTEMA DE COMBUSTIBLE	23
FIGURA 11. SISTEMA DE ADMISIÓN	23
FIGURA 12. SISTEMA DE ESCAPE	24

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIGURA 13. SISTEMA DE LUBRICACIÓN	25
FIGURA 14. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	26
FIGURA 15. SISTEMA DE ARRANQUE.....	26
FIGURA 16. SISTEMA DE ARRANQUE.....	27
FIGURA 17. COMPONENTES EXTERNOS DEL MOTOR DIESEL	30
FIGURA 18. RECIBIMIENTO DEL MOTOR Y SUS COMPONENTES EXTERNOS, POR PARTE DE UNO DE LOS AUTORES.....	31
FIGURA 19. VISTA DEL MOTOR Y SUS COMPONENTES EXTERNOS	32
FIGURA 20. VISTA SUPERIOR DEL MOTOR DIESEL.....	33
FIGURA 21. VISTA DEL RADIADOR	34
FIGURA 22. BASE DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE	35
FIGURA 23. PROCESO DE REPARACIÓN CARTER.	38
FIGURA 24. PROCESO DE REPARACIÓN CARTER	39
FIGURA 25. PROCESO DE REPARACIÓN CAMBIO DE MANGUERAS	39
FIGURA 26. PROCESO DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR.....	40
FIGURA 27. PROCESO DE ENSAMBLE DEL VENTILADOR DEL MOTOR.....	40
FIGURA 28. PROCESO DE AJUSTE DE HOLGURA DE VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE DE MOTOR.....	41
FIGURA 29. PROCESO DE ENSAMBLE TERMINADO	41
FIGURA 30. PROCESO PINTURA DEL BANCO MOTOR DIESEL	42
FIGURA 31. VISTA FRONTAL PROCESO DE PINTURA.	43
FIGURA 32. INSTALACIÓN DE MISCELÁNEOS DESPUÉS DE PROCESO DE PINTURA	43
FIGURA 33. RUTEO DE CONDUCTOS.	44
FIGURA 34. RUTEO DE CONDUCTOS	45
FIGURA 35. VERIFICACIÓN DE TABLERO DE INSTRUMENTOS	45
FIGURA 36. VISTA FRONTAL TABLERO DE INSTRUMENTOS.....	46
FIGURA 37. POSICIONES ESTÁNDAR DE CONTACTOR DE ARRANQUE 2001.....	47

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIGURA 38. GRUPO DE INVESTIGACIÓN UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA..... 51

FIGURA 39. GRUPO DE INVESTIGACIÓN UNIVERSIDAD DE SANTANDER..... 51

FIGURA 40. PULSADOR PARO DE EMERGENCIA..... 53

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DESCRIPCIÓN TERMODINÁMICA DE LOS TIEMPOS DEL MOTOR	
DIESEL.....	17
TABLA 2. EVALUACIÓN DE COMPONENTES MISCELÁNEOS DEL MOTOR	
DIESEL.....	34
TABLA 3. EVALUACIÓN DURANTE EL MOMENTO DE ARRANQUE DEL MOTOR	
DIESEL.....	36
TABLA 4. EVALUACIÓN DURANTE EL MOMENTO DE OPERACIÓN DEL MOTOR	
DIESEL.....	37
TABLA 5. VARIABLES DE MONITOREO.....	
	46

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. CONTEXTO DEL PROYECTO

1.1. INTRODUCCIÓN

En la preparación académica de cualquier disciplina, es un factor esencial tener una formación teórica bien fundamentada para lograr analizar, comprender y proponer opciones que deriven, en la optimización de procesos o la solución a una situación en particular y evitar reincidir en la misma; todo esto, integrado a unas bases sólidas de reconocimiento experiencial, que articule de forma armónica y desarrollen integralmente las capacidades del profesional en formación, lo cual permitirá que este sea más acertado en la toma de decisiones.

Basados en nuestra experiencia académica, consideramos la necesidad de ver de manera experimental los conceptos adquiridos durante las clases magistrales. Es por esto que la intención de realizar este proyecto de grado, se basa en la implementación, a través, de una donación a la Institución de un banco experimental con un motor de combustión interna diesel, el cual, estará dotado con las adecuaciones pertinentes, que den la posibilidad al estudiante de reconocer y afianzar los conocimientos a través de prácticas dirigidas y documentación teórica específica desarrollada por los autores.

Consideramos que esta práctica es aplicable en nuestro campo de ingeniería Electromecánica, debido a que los conceptos son técnicos y requieren de un alto grado de entendimiento en la parte mecánica, térmica y de potencia, además se afianza el desarrollo académico, al elaborar las memorias para consulta general de la comunidad académica, esto es garante de realizar un proceso de formación integral entorno al estudio de los motores de combustión interna, lo cual fortalecerá al estudiante, permitiendo desarrollarse plenamente en el campo laboral.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.2. ANTECEDENTES

Para fundamentar nuestro objetivo con el trabajo de grado, en generar una alternativa didáctica basada en un banco experimental de una máquina térmica de combustión interna diesel, referenciamos algunas universidades, las cuales cuentan con un laboratorio de máquinas térmicas o laboratorio de motores, donde han surgido procesos y proyectos que los conlleva a aumentar de forma sostenida el número de publicaciones en revistas internacionales indexadas, continuar con la formación de investigadores en programas de pregrado y posgrado, orientar un número importante de trabajos de grado, entre otras alternativas que de estos puedan surgir, estas son:

- Universidad de Antioquia: Grupo de Manejo Eficiente de la Energía, GIMEL.
- Universidad de Santander: Grupo de Investigación en Energía y Medio Ambiente, GIEMA.
- Universidad Nacional de Colombia: Grupo de Investigación en Combustibles Alternativos, Energía y Protección del Medio Ambiente.
- Universidad Eafit: Grupo de Investigación en Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad, IEXS.

Los impactos que han surgido de estas iniciativas son importantes en el tema de investigación y cualificación de los estudiantes de pregrado y también de posgrado; además de resaltar las posibles alianzas con los sectores público y privado, para desarrollar proyectos que impacten positivamente a la sociedad.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERAL

Generar una alternativa didáctica de aprendizaje mediante la implementación de un banco experimental, para el reconocimiento físico de una máquina térmica de combustión interna diesel, a través de trabajos experimentales dirigidos, los cuales, posibilitarán al estudiante potenciar los conocimientos teóricos adquiridos, además de permitirle identificar y desarrollar opciones de mejoramiento que optimicen el desempeño de la máquina.

1.3.2. ESPECÍFICOS

- Gestionar con entidades privadas la adquisición de un motor de combustión interna diesel en calidad de donación, que cumpla con las especificaciones requeridas por los autores del proyecto, para dar inicio con la implementación del banco experimental.
- Realizar valoración diagnóstica de los componentes del motor, para tramitar la consecución de los elementos a reemplazar, permitiendo realizar el mantenimiento correctivo necesario que conlleve a la puesta en marcha del motor.
- Monitorear el funcionamiento del banco experimental, para garantizar su confiabilidad en operación y seguridad de quien lo manipule.
- Elaborar guía para desarrollar práctica experimental, haciendo énfasis en el reconocimiento de los componentes e inspecciones iniciales para puesta en marcha.
- Proponer ideas de investigación que permitan generar un banco de proyectos.

1.4. DESARROLLO DEL TRABAJO

Inicialmente, el marco teórico desarrolla los conceptos que el lector necesita ilustrar y que hacen parte de la ejecución de este proyecto, es por esto, que en este capítulo se encontrarán temas relacionados a la historia del motor de combustión interna diesel, sus principios y parámetros de funcionamiento, análisis del ciclo termodinámico con el cual funcionan este tipo de motores, también se presentan los componentes y sistemas principales que lo conforman, los mantenimientos y cuidados aplicables, los tipos de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

agentes químicos que intervienen en el funcionamiento del motor y las condiciones mínimas de seguridad a tener en cuenta para la manipulación del banco al momento de realizar cualquier tipo de intervención en este.

Dando continuidad con el informe final, la metodología agrupa los diferentes momentos que hacen parte integral en el desarrollo de las actividades para la consecución del objetivo de este proyecto, iniciando con la gestión por parte de los autores para obtener por medio de una donación un motor de combustión interna diesel y su correspondiente banco con las especificaciones propias para dar cumplimiento con el objetivo principal de este trabajo, seguido de esto, se describe la experiencia correspondiente a los procesos de acondicionamiento del banco, tales como, la recopilación de información técnica específica del motor, la evaluación de los componentes que permitan que la operación en funcionamiento sea óptima, los procedimientos correctivos y la puesta a punto del banco, para continuar con la elaboración de una guía de práctica para los estudiantes y finalizando con la correspondiente entrega a la universidad del banco con los anexos pertinentes para garantizar la sostenibilidad en el tiempo del mismo.

En los resultados y discusión se describen las medidas de funcionamiento del banco en operación, con el ánimo de brindarles a los futuros operadores de este, parámetros bases que le permitan dar un manejo y monitoreo adecuado, además de citar las dificultades que se detectaron tanto en la realización de los objetivos propuestos.

Finalmente, exponemos nuestras conclusiones, experiencias significativas y posteriormente las sugerencias que proponemos como oportunidades, para realizar futuros trabajos de mejoramiento e investigación que potencien la estadía de esta nueva herramienta que hace parte de nuestra querida institución universitaria.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL

El motor diesel es un motor térmico de combustión interna, en el cual el encendido se logra por la temperatura elevada producto de la compresión del aire en el interior del cilindro.

Fue inventado y patentado por Rudolf Diesel en 1892, por lo que a veces se denomina también motor diesel, utilizando su motor originalmente un biocombustible: aceite de Palma, coco... (Pero incluso diesel reivindicó en su patente el uso de polvo de carbón como combustible, pero no se utiliza por lo abrasivo que es).

Un motor diesel funciona mediante la ignición de la mezcla aire-gas sin chispa. La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en el segundo tiempo motor, la compresión. El combustible diesel se inyecta en la parte superior de la cámara de compresión en un rango entre 14000 y 29000 psi, de forma que se atomiza y se mezcla con el aire a temperaturas entre 1200 y 1800°C y presión aproximada de 711 psi (SENA, 2016). Como resultado, la mezcla se inflama muy rápidamente. Esta combustión ocasiona que el gas contenido en la cámara se expanda, impulsando el pistón hacia abajo. La biela transmite este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, transformando el movimiento lineal del pistón en un movimiento de rotación.

Para que se produzca la auto inflamación es necesario emplear combustibles de mayor densidad que los empleados en el motor de gasolina, empleándose la fracción de destilación del petróleo comprendida entre 220 y 350°C, que recibe la denominación de gasóleo (SENA, 2016).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.2. CICLOS DE FUNCIONAMIENTO

2.2.1. CICLO DE CUATRO TIEMPOS

EL motor diesel de cuatro tiempos funciona con cuatro carreras de los pistones: admisión de aire, compresión de aire, potencia y escape, Las válvulas de admisión y de escape abren y cierran en momentos exactos en relación con el pistón. El árbol de levas, impulsado desde el cigüeñal abre y cierra las válvulas.

Por razón de sencillez, en los siguientes párrafos se considerará que las válvulas abren o cierran en punto muerto superior (PMS) o en punto muerto inferior (PMI). En realidad, no están sincronizadas a abrir y cerrar en estos puntos exactos, sino, que abren antes o después de PMS o PMI, para permitir la entrada de aire del exterior al cilindro y para el mayor barrido de los gases de escape de la cámara de combustión, (ver figura y tabla 1) (SENA, 2016).

2.2.2. PRIMER TIEMPO O ADMISIÓN

En esta fase el descenso del pistón aspira el aire. La válvula de escape permanece cerrada, mientras que la de admisión está abierta. En el primer tiempo el cigüeñal gira 180° y el árbol de levas gira 90° y la válvula de admisión se encuentra abierta y su carrera es descendente.

2.2.3. SEGUNDO TIEMPO O COMPRESIÓN

Al llegar al final de carrera inferior, la válvula de admisión se cierra, comprimiéndose el gas contenido en la cámara por el ascenso del pistón. En el 2° tiempo el cigüeñal gira 360° y el árbol de levas gira 180°, y además ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es ascendente.

2.2.4. TERCER TIEMPO O EXPLOSIÓN

Antes de llegar al PMS, el gas ha alcanzado la presión máxima. En los motores diesel, se inyecta el combustible que se auto inflama por la presión y la temperatura existentes en el interior del cilindro, las cuales son generalmente 711 psi y 1600°C. Una vez iniciada la combustión, esta progresa rápidamente incrementando la temperatura en el interior del

cilindro y expandiendo los gases que empujan el pistón. Esta es la única fase en la que se obtiene trabajo. En este tiempo el cigüeñal gira 170° mientras que el árbol de levas gira 240° , ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es descendente (SENA, 2016).

2.2.5. CUARTO TIEMPO O ESCAPE

En esta fase el pistón empuja cuidadosamente, en su movimiento ascendente, los gases de la combustión que salen a través de la válvula de escape que permanece abierta. Al llegar al final de carrera superior, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión, reiniciándose el ciclo. En este tiempo el cigüeñal gira 360° y el árbol de levas gira 180° y su carrera es ascendente (SENA, 2016).

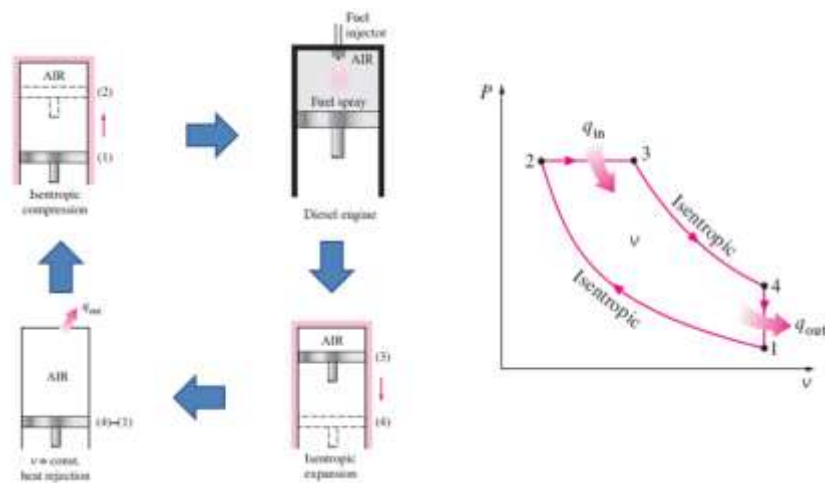


Figura 1. Ciclo de funcionamiento de un motor de combustión interna diésel de cuatro tiempos (Cengel and Boles, 2008).

Tabla 1. Descripción termodinámica de los tiempos del motor diésel.

TIEMPO	RECORRIDO	PROCESO
Admisión	0-1	Presión constante.
Compresión	1-2	Compresión isentrópica.
Explosión	2-3	Presión constante y adición de calor.
	3-4	Expansión isentrópica.
Escape	4-1	Volumen constante y salida de calor.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.3. COMPONENTES PRINCIPALES DEL MOTOR DIESEL

Para el funcionamiento del motor de combustión interna diesel, son necesarios componentes mecánicos, de los cuales, se mencionan y describen los principales.

2.3.1. BLOQUE

Es la estructura básica del motor, en el mismo van alojados los cilindros, cigüeñal, árbol de levas, etc. Todas las demás partes del motor se montan en él.



Figura 2. Bloque motor de cuatro cilindros (meganeboy, 2014)

2.3.2. CIGÜEÑAL

Es el componente mecánico que cambia el movimiento alternativo de las bielas en movimiento rotativo.

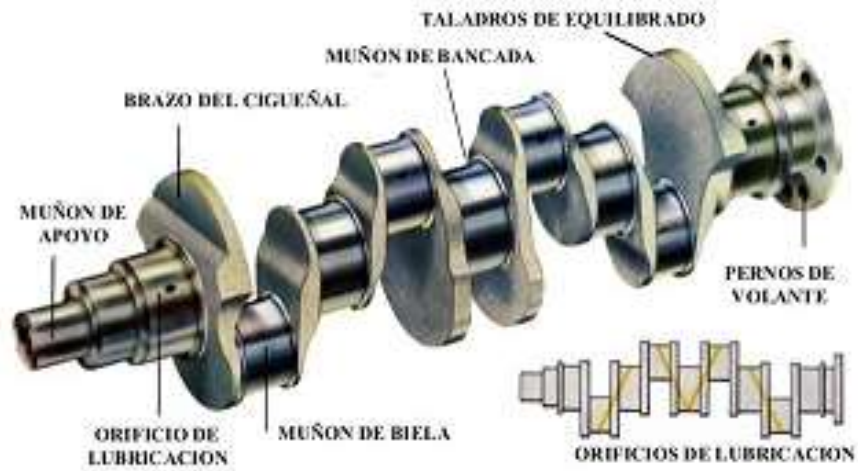


Figura 3. Cigüeñal de motor cuatro cilindros (Neiro, 2015, pág. 42)

2.3.3. CULATA

Es el elemento del motor que cierra los cilindros por la parte superior. Pueden ser de fundición de hierro o aluminio.



Figura 4. Culata de motor cuatro cilindros (Holdem, 2015)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.3.4. VÁLVULAS

Las válvulas abren y cierran las lumbreras de admisión y escape en el momento oportuno de cada ciclo. La de admisión suele ser de mayor tamaño que la de escape.



Figura 5. Válvulas de motor diesel (Obando, 2008)

2.3.5. ÁRBOL DE LEVAS

Este elemento es utilizado para abrir las válvulas que va sincronizado con la distribución del motor y cuya velocidad de giro es la mitad que la del cigüeñal; por tanto, el diámetro de su engranaje será de un diámetro doble que el del cigüeñal.



Figura 6. Válvulas de motor diesel (Obando, 2008)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.3.6. PISTÓN

Se trata de un émbolo que se ajusta al interior de las paredes del cilindro mediante aros flexibles llamados segmentos o anillos. Efectúa un movimiento alternativo, obligando al fluido que ocupa el cilindro a modificar su presión y volumen o transformando en movimiento el cambio de presión y volumen del fluido.



Figura 7. Pistones de motor diesel (Obando, 2008)

2.3.7. BIELA

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



Figura 8. Pistones de motor diesel (Obando, 2008)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.3.8. CILINDRO O CAMISA

El cilindro de un motor es el recinto por donde se desplaza un pistón. Su nombre proviene de su forma, aproximadamente un cilindro geométrico.



Figura 9. Pistones de motor diesel (Obando, 2008)

2.4. SISTEMAS DE MOTOR DIESEL

El motor de combustión interna diésel, requiere de sistemas, que le permiten proteger y optimizar el funcionamiento, de manera que pueda suministrar la mayor cantidad posible de potencia. Los principales sistemas del motor diésel son:

2.4.1. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Es el sistema responsable de suministrar el combustible al motor para su funcionamiento, encargándose de dosificar la mezcla y procurar la mayor limpieza posible del combustible al cilindro, sus principales componentes son; Tanque o depósito, filtro de combustible, Líneas de combustible, Bomba de inyección y el inyector, (ver figura 9).

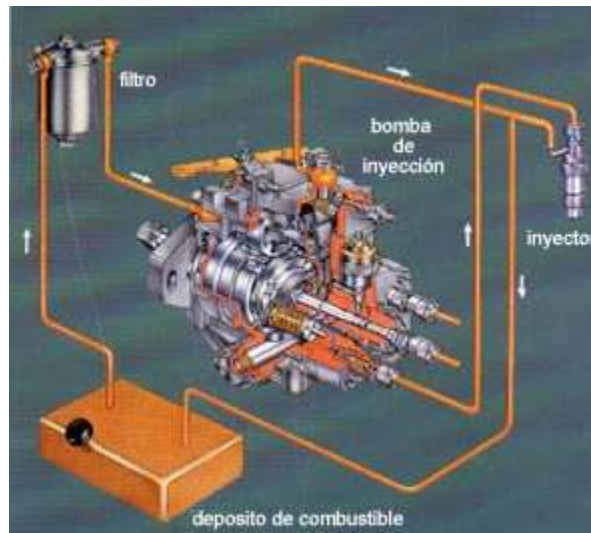


Figura 10. Sistema de combustible (meganeboy, 2014)

2.4.2. SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE

Este sistema, se encarga de suministrar el aire puro y en las cantidades necesarias al motor, para garantizar la mezcla correcta y una combustión completa, sus principales componentes son; Carcaza del purificador, purificador de aire, Turbo cargador, Pos enfriador, múltiple de admisión y tuberías.

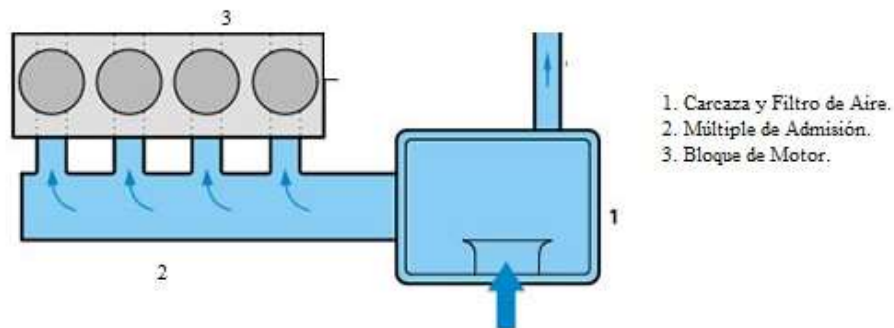


Figura 11. Sistema de admisión (meganeboy, 2014)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.4.3. SISTEMA DE ESCAPE

El sistema de escape, se encarga de la evacuación completa de los gases de la combustión y permitir el ingreso de aire fresco a los cilindros, así mismo, es el responsable de disipar el calor, las chispas, el ruido de las explosiones en el cilindro e impulsar al turbo cargador. Está conformado por; múltiple de escape, tubo de escape y silenciador.



Figura 12. Sistema de escape (Ochoa, 2015)

2.4.4. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

El sistema de lubricación es el encargado de suministrar el suficiente aceite lubricante y en óptimas condiciones de viscosidad, presión y limpieza a todas las piezas del motor que lo requieran, especialmente a los cilindros, pistones, anillos, cojinetes de bancada, articulaciones de las bielas, árbol de levas, mecanismos de las válvulas y engranajes de distribución, en fin, todas las piezas rotativas, que generan fricción.

La lubricación cumple la función de crear una película de aceite entre las piezas de metal en movimiento, aliviando el desgaste y el calor, e impidiendo que los pistones y anillos no pierdan la expansión cuando el motor se calienta. La lubricación también procura el sellado de la tolerancia pistón-cilindro, dando una mayor hermeticidad en la cámara de compresión, extrae suciedades y limaduras metálicas que se producen por el funcionamiento del motor y amortigua el ruido. Sus componentes principales son; cárter,

bomba de aceite, válvula limitadora de presión, manómetro, filtro de aceite, radiador del aceite, conductos de aceite y respiradores del cárter (UNAD, 2016).

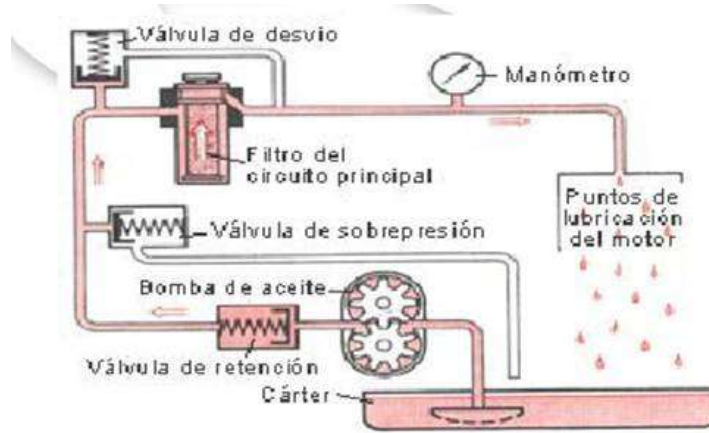


Figura 13. Sistema de lubricación (QUISPE, 2013)

2.4.5. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Este sistema se encarga de evitar el sobrecalentamiento del motor, debido al exceso de calor generado durante su funcionamiento, manteniendo constante el régimen de temperatura. El mal funcionamiento de este sistema puede ocasionar graves problemas en el motor, bien sea por exceso de calor, como por temperaturas muy bajas.

El exceso de calor puede originar; dilatación en las piezas, pérdida de viscosidad del lubricante por lo tanto lubricación deficiente, pérdida de potencia entre otras. Las temperaturas por debajo del régimen de temperatura, ocasionan; aumento de viscosidad del lubricante, lo cual causa desgaste en las piezas, consumo excesivo de combustible, depósitos de humos por combustión incompleta, contaminación del aceite, pérdida de potencia y eficiencia del motor. Los componentes de este sistema son básicamente; radiador, tapa del radiador, bomba de agua, ventilador, termostato, mangueras, cámaras o camisas de agua del motor e indicador de temperatura, (ver figura 13) (Salgado, 2010).

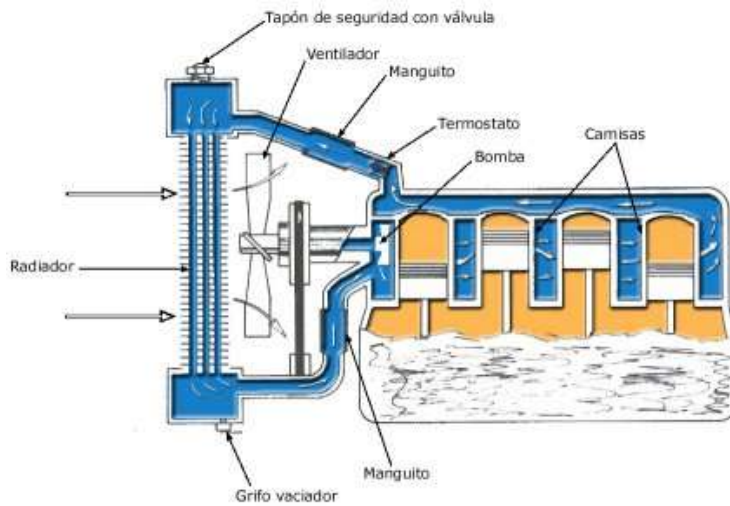


Figura 14. Sistema de refrigeración (Mecánica del Automóvil, 2017)

2.4.6. SISTEMA ELÉCTRICO

La función principal del sistema eléctrico de un motor diésel es arrancar el motor.

Los componentes del sistema eléctrico incluyen; la batería, el alternador, y el motor de arranque (Blog, 2012).

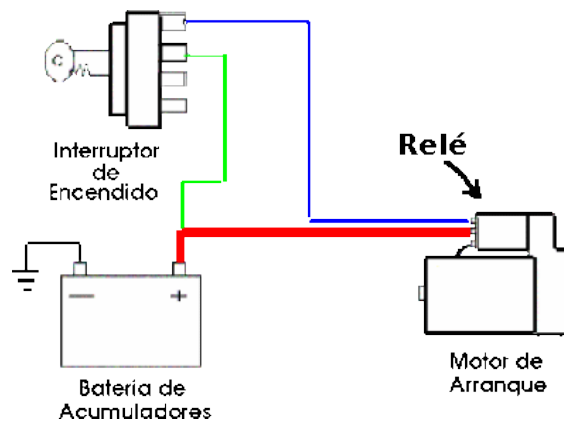


Figura 15. Sistema de arranque (Sabelotodo, 2017)

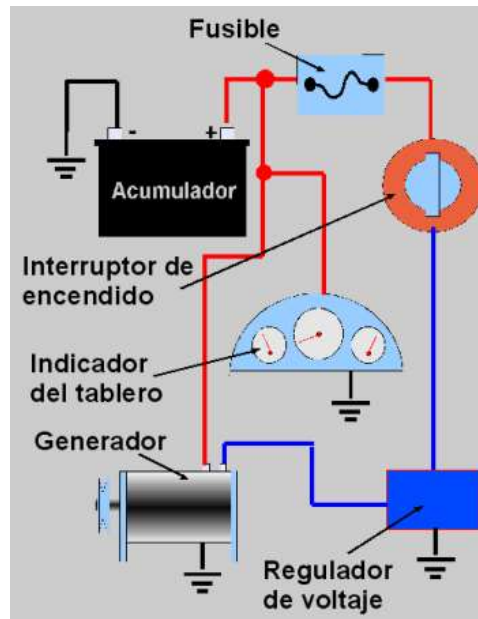


Figura 16. Sistema de arranque (Cerrato, 2008)

2.5. APLICACIONES DEL MOTOR DIESEL

Según SENA, (2016), algunas aplicaciones de los motores diesel son:

- Maquinaria agrícola (tractores, cosechadoras)
- Propulsión ferroviaria
- Propulsión marina
- Automóvil y camiones
- Grupos generadores de energía eléctrica (centrales eléctricas y de emergencia)
- Accionamiento industrial (bombas, compresores, entre otros, especialmente de emergencia)
- Propulsión aérea.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.6. TIPOS DE MANTENIMIENTO PARA UN MOTOR DIESEL

2.6.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es una técnica científica, que en especial está dirigida a realizar de manera anticipada soporte de las actividades con el fin de prevenir el surgimiento de averías en componentes y sistemas del motor en general.

El mantenimiento preventivo es, además, aquel que incluye algunas acciones como, inspección periódica de los componentes y sistemas del motor, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos, o depreciación perjudicial, ajustes, limpiezas, lubricación, calibración, reparación, cambios de componentes, entre otros.

2.6.2. VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Disminución en paros imprevistos.
- Ahorro de costos, por concepto de pagos en tiempo extra en el personal de mantenimiento para reparaciones imprevistas.
- Disminución de los costos de reparaciones de los defectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos.
- Cumplimiento en la disponibilidad de la máquina.
- Conocer con anticipación el presupuesto del mantenimiento.

2.6.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

En este tipo de mantenimiento, se llevan a cabo una serie de acciones, cuyo objetivo es corregir las fallas detectadas en la máquina, es la forma más elemental de los mantenimientos, debido a que consiste en localizar y reparar las condiciones o elementos que interfieren en el funcionamiento óptimo de la máquina.

Las actividades de corrección en este mantenimiento comienzan una vez ocurra la falla, por lo cual no es posible realizar una planificación en el tiempo. En los anexos se registran los programas de mantenimiento para un motor diesel.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

En este capítulo, exponemos los momentos que dieron lugar en este proceso, iniciando desde la gestación de la idea del proyecto y cuáles fueron las motivaciones que nos llevaron a decidimos por este emprender, hasta la entrega del producto terminado, el cual, esperamos sinceramente, sea aprovechado al máximo por la comunidad académica en general y aporte de gran manera a potenciar aún más los excelentes profesionales egresados de nuestra Institución Universitaria, para contribuir en el mundo laboral.

3.1. ADQUISICIÓN DEL MOTOR

La idea surge a raíz del interés por parte de los autores de este proyecto en fortalecer los conocimientos adquiridos por los estudiantes de pregrado en ingeniería electromecánica, a través, del reconocimiento experiencial de una máquina de combustión interna en funcionamiento, esto permite que el egresado amplíe sus competencias y el campo de acción en el mercado laboral, también, queremos aportar desde nuestro conocimiento adquirido en el campo automotriz en la fundamentación de conceptos de esta rama de la ingeniería.

Una vez trazados los objetivos de la idea, se procede con la búsqueda de la orientación por parte del que finalmente sería nuestro director de proyecto y principal soporte en el desarrollo de las actividades convexas, y que, además, compartiera los objetivos por los cuales se fundamentó el proyecto. Al mismo tiempo, el equipo de trabajo inicia con la tarea de buscar por medio de una donación, un motor de combustión interna diesel, el cual se elige por las amplias prestaciones que puede brindar en el campo de la investigación, de generación, combustibles alternativos, tratamiento de emisión, eficiencias, entre otras, pero que sus especificaciones técnicas como peso, potencia y dimensiones, estuviesen acordes con las necesidades de los laboratorios de la Institución.

Se debe reconocer ante el lector, las dificultades que surgen a partir de la búsqueda de la donación, (estas serán expuestas en otro capítulo); finalmente y luego de realizar unos

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

acuerdos con una entidad privada, se logra obtener por medio de una donación, el motor diesel, el cual nos da el punto de partida para desarrollar las actividades que se planificaron en el proyecto, el cumplir con uno de los objetivos que se consideraba de vital importancia, nos brinda la propiedad suficiente para proseguir en aras del cumplimiento total de los objetivos trazados.

A continuación, se exponen los registros fotográficos relacionados con la recepción del motor.



Figura 17. Componentes externos del motor diesel (Autores, 2017).



Figura 18. Recibimiento del motor y sus componentes externos, por parte de uno de los autores (Autores, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El motor que sirve como apoyo didáctico, es un KIA CERES 2.2 o también conocido en el mercado como J2, cuenta con cuatro cilindros en línea, ocho válvulas y cilindrada de 2200 cc, su alimentación de aire se da por aspiración natural, sistema de combustible convencional con bomba rotativa de combustible y sistema de distribución piñon-piñon, (ver figuras 4 y 5).



Figura 19. Vista del motor y sus componentes externos (Autores, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 20. Vista superior del motor diesel (Autores, 2017).

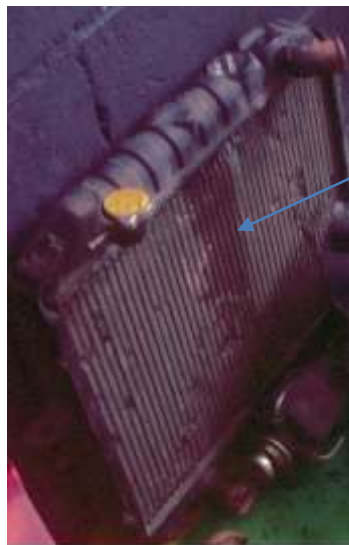
Una vez entregado el motor a los autores del proyecto, se busca donde almacenar el motor, teniendo presente, el garantizar un ambiente libre de agentes nocivos para cualquiera de los sistemas o componentes, y que, además, permitiera una óptima intervención al momento de proceder con los procesos siguientes.

3.2. ACONDIONAMIENTO DEL BANCO

Luego de almacenar el motor, se procede con la verificación y evaluación de los componentes externos o también llamados misceláneos, con el objetivo de garantizar su buen desempeño cuando se opere el banco, esta evaluación, nos arroja como resultados las siguientes conclusiones, (ver tabla 2).

Tabla 2. Evaluación de componentes misceláneos del motor diesel.

COMPONENTE	VALORACIÓN
Radiador	Se verifica estado de radiador, detectando fuga externa del refrigerante, para corregir esta condición, se debe reparar este componente, (ver figura 20).
Carcaza del filtro de aire	Se encontró en buen estado.
Silenciador	Se encontró en buen estado.
Base filtro de combustible y bombín	Se encontró en buen estado, se debe cambiar filtro de combustible.



Fuga externa de refrigerante

Figura 21. Vista del radiador (Autores, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 22. Base del filtro de combustible (Autores, 2017).

Dando cumplimiento a las observaciones, el radiador se remite a un taller de mantenimiento y reparación de radiadores, en donde se realiza la corrección de la porosidad, y además, se le da mantenimiento preventivo a los conductos internos y panales externos de este componente, logrando así, tener todos los misceláneos dispuestos para el montaje en el chasis del banco.

Al mismo tiempo se dispone la puesta en marcha del motor, para posteriormente evaluar el comportamiento de los sistemas y los elementos críticos de cada uno, este paso es muy importante, debido a que nos permite verificar si existen daños internos o externos, que obliguen a proceder con una verificación más detenida, lo cual implica desensamblar uno o varios componentes, realizar un mantenimiento preventivo o en definitiva, intervenir con un mantenimiento correctivo en cualquiera de las secciones del motor. El procedimiento mencionado se hizo en dos momentos que expondremos a continuación, (ver tablas 3 y 4).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 3. Evaluación durante el momento de arranque del motor diesel. Fuente: Autores

DURANTE EL ARRANQUE DEL MOTOR		
SISTEMA	COMPONENTE A EVALUAR	VALORACIÓN
Eléctrico	Motor de arranque	Se encuentra en buen estado
	Bujías de precalentamiento	Se encuentran en buen estado
	Válvula solenoide de apagado	Se encuentran en buen estado
	Rodamientos del alternador	Se encuentran en buen estado
Admisión	Correcto asentamiento de las válvulas de admisión	Se encuentran en buen estado
	Fuga de aire por el múltiple de admisión	Se localiza fuga de aire por las juntas del múltiple de admisión, se debe corregir esta condición reemplazando las juntas
	Ruidos irregulares	No se detectan
	Estado de componentes	Se debe reemplazar filtro de aire
Escape	Correcto asentamiento de las válvulas de escape	Se encuentran en buen estado
	Fuga de gases por el múltiple de escape	Se localiza fuga de gases por las juntas del múltiple de escape, se debe corregir esta condición reemplazando las juntas
	Detonaciones irregulares	Se encuentran en buen estado
	Ruidos irregulares	No se detectan
Lubricación	Nivel de aceite lubricante (antes de iniciar el arranque)	Nivel de aceite full, se debe cambiar el aceite lubricante
	Fuga externa excesiva de aceite	Se detecta fuga de aceite en: . Retén delantero del cigüeñal. . Cáster de aceite. . Tapa válvulas. Se debe cambiar juntas de estos componentes
	Estado de componentes	Se debe reemplazar filtro de aceite
Combustible	Estado de las mangueras	Se deben reemplazar, debido a que las revisadas están cristalizadas
	Fuga externa excesiva de combustible	No se detecta
	Funcionamiento del bombín	Se encuentra en buen estado
	Ruidos irregulares	No se detectan

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	Detonaciones irregulares	No se detectan
	Vibraciones en conductos	No se detectan
Refrigeración	Ruidos irregulares	No se detectan
	Bomba de agua	Falta de polea de arrastre de bomba de agua

Tabla 4. Evaluación durante el momento de operación del motor diesel. Fuente: Autores

DURANTE LA OPERACIÓN DEL MOTOR		
SISTEMA	COMPONENTE A EVALUAR	VALORACIÓN
Eléctrico	Carga del alternador	Funcionamiento normal
	Desempeño de la válvula solenoide de apagado	Se encuentran en buen estado
	Desempeño del automático del motor de arranque	Se encuentran en buen estado
Admisión	Ruidos irregulares	No se detectan
	Entradas parásitas de aire	No se detectan
Escape	Ruidos irregulares	No se detectan
	Fuga de gases	Se detecta fuga de gases de escape en juntas del múltiple de escape, se deben reemplazar
Lubricación	Presión de aceite	Se encuentran en buen estado
	Fuga externa excesiva de aceite	Se detecta fuga de aceite en: . Retén delantero del cigüeñal. . Cáster de aceite. . Tapa válvulas. Se debe cambiar juntas de estos componentes
Combustible	Fuga externa excesiva de combustible	No se detecta
	Funcionamiento de los componentes de inyección, (Bomba de combustible e inyectores).	Se encuentran en buen estado
	Ruidos irregulares	No se detectan
	Detonaciones irregulares	No se detectan
Refrigeración	Fugas externas de refrigerante	No se detectan
	Fugas internas de refrigerante	No se detectan
	Comportamiento de temperatura del motor	Se encuentra en buen estado

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Después de realizar las verificaciones en los sistemas y componentes del motor, se procede a realizar la gestión de adquisición de repuestos necesarios para cumplir con los mantenimientos preventivos y correctivos requeridos para el óptimo desempeño en el funcionamiento, paralelo a esto, se le da limpieza a todos los componentes y elementos tanto del motor como del banco para garantizar unas buenas prácticas de mantenimiento. Una vez disponibles los repuestos solicitados, se inicia con los procesos de desensamble y ensamble de los componentes diagnosticados con fallas, posterior a esto, se verifican los parámetros de fábrica que garanticen su correcta operación, (ver figuras 21 a 27).



Figura 23. Proceso de reparación carter (Autores, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 24. Proceso de reparación carter (Autores, 2017).



Figura 25. Proceso de reparación cambio de mangueras (Autores, 2017).



Figura 26. Proceso de lubricación del motor (Autores, 2017).



Figura 27. Proceso de ensamble del ventilador del motor (Autores, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 28. Proceso de ajuste de holgura de válvulas de admisión y escape de motor (Autores, 2017).



Figura 29. Proceso de ensamble terminado (Autores, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Durante la ejecución de cada reparación se verifica el correcto ensamble y buen funcionamiento de los elementos instalados y sus periferias, posterior a esto, se realiza las pruebas de operación y luego de constatar el éxito de las intervenciones realizadas en los sistemas y componentes del motor, se da paso a brindar las mejoras estéticas como son la limpieza y pintura del motor y el chasis, (ver figuras 28 a 30).



Figura 30. Proceso pintura del banco motor diesel (Autores, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 31. Vista frontal proceso de pintura (Autores, 2017).



Figura 32. Instalación de misceláneos después de proceso de pintura (Autores, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Cuando se comprueba la fiabilidad en operación del motor, se da continuidad ultimando detalles de los componentes ubicados en la periferia del banco como son, conexiones eléctricas, enrutamiento de cableado y conductos transportadores de flujo, tales como, mangueras y tuberías, posteriormente se revisa nuevamente los niveles de aceite, refrigerante y combustible, se hace ajuste final a los misceláneos que lo requieran; luego de estos procesos, se procede con la revisión en funcionamiento de la instrumentación del banco, con el objetivo de validar la confiabilidad del monitoreo de las variables críticas en el funcionamiento de los sistemas del motor, para las cuales se consideran relevantes los siguientes parámetros de medición, (ver tabla 5).



Figura 33. Ruteo de conductos (Autores, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 34. Ruteo de conductos (Autores, 2017).



Figura 35. Verificación de tablero de instrumentos (Autores, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 36. Vista frontal tablero de instrumentos (Autores, 2017).

Tabla 5. Variables de monitoreo. Fuente: Autores

SISTEMA	VARIABLE A MONITOREAR	PARÁMETRO DE REFERENCIA
Lubricación	Presión de aceite en frío	60 PSI (entre 30° a 60°C)
	Presión de aceite en caliente	20 PSI (entre 60° y 97°C)
Refrigeración	Rango de temperatura operacional	Temperatura ambiente a 100°C máximo
Eléctrico	RPM mínimos del motor o ralentí	600 RPM
	RPM máximas del motor	1500 RPM
	Voltaje con motor apagado	12, 1 volt
	Voltaje con motor operando	14,1 volt
	Consumo sistema eléctrico (amperímetro)	0,1 amp
	Hodómetro	Registra el tiempo, mientras la llave de encendido este en posición de contacto o el motor se encuentre en funcionamiento.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Los valores de operación registrados en este informe, se consideran normales y son acordes al manual del fabricante de este motor, es importante que las personas que manipulen este banco, tengan muy presente estos rangos de medición, con el propósito de prevenir fallas internas o externas en los sistemas y componentes del motor, además de no comprometer la seguridad de quienes intervienen en las actividades académicas relacionadas con el banco.

Otro aspecto para tener en cuenta, tiene que ver con la correcta manipulación del contactor de encendido, una vez, este sea ubicado en la posición de marcha, solo debe girarse a la posición de apagado, el ubicar la llave de encendido en la posición de marcha cuando el motor se encuentra funcionando, puede ocasionar daños en el motor de arranque y sistema eléctrico del mismo, para dar una mejor ilustración, (ver figura 33).

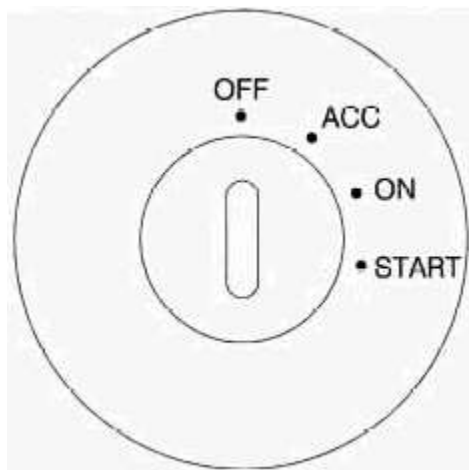


Figura 37. Posiciones estándar de contactor de arranque (Safepic, 2001).

En esta fase del proyecto, se considera que el banco experimental es funcional y cumple con los requerimientos necesarios para desempeñar el propósito pedagógico para el cual fue pensado, esto da pie al traslado y entrega de esta herramienta académica a la Institución para iniciar las actividades formativas que se incluyan dentro de los programas del departamento de ingenierías.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Luego de cumplir con las actividades propias de la adecuación y verificación del buen funcionamiento del banco, se da continuidad al cumplimiento de los objetivos restantes, los cuales, consideramos, darán un punto de partida a la comunidad de nuestra Institución, en aras del fortalecimiento académico y además del potenciamiento desde la investigación e innovación a partir del banco experimental con motor diesel.

La guía para laboratorio que se desarrolló como complemento de este proyecto, tiene el objetivo de brindar información básica y fundamental al estudiante en el momento de realizar una puesta en marcha de cualquier tipo de motor de combustión interna, puesto que esta tiene algunas consideraciones para el cuidado de estas máquinas, que, aunque pueden desarrollar potencias y prestaciones altas, se deben tener cuidados para prevenir fallas, debido a las tolerancias que tienen los componentes en fricción; también esta guía contiene información acerca del funcionamiento básico de un motor de combustión interna diesel, que le brinda al estudiante criterios que le apropiarán más acerca del tema, esto también, le da propiedad de afrontar el mundo laboral, desde los campos que utilicen este tipo de máquinas como eje de funcionamiento, la guía realizada por los autores de este proyecto está asentada en otro capítulo de este informe, (ver apéndices).

Para finalizar este capítulo, los autores, consideran relevante advertir sobre los cuidados y disposiciones que deben tener en cuenta las personas que manipularán este equipo, con el fin de garantizar la sostenibilidad de este y así prevenir fallas prematuras que implique reparaciones tempranas o la inoperatividad, dejando como consecuencia, que la comunidad a la que está dirigida esta iniciativa no se impacte, esta condición, desvirtúa el principal objetivo por el cual los autores y actores que contribuyeron en este proyecto le apostaron, estas consideraciones serán advertidas en otro capítulo, (ver apéndices).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de este trabajo se entrega a la Universidad el banco experimental con un motor de combustión interna diesel Kia Ceres de 2200 cc, el cual es una herramienta funcional y con las adecuaciones pertinentes para desarrollar actividades dirigidas, que estamos seguros, brindará un plus a los estudiantes de ingeniería, no solo porque potenciará el aprendizaje, a través del reconocimiento de los componentes y sistemas de un motor de combustión interna diesel de una manera experiencial, sino también, que les permitirá explorar sus facultades de investigación.

Es de resaltar que un banco de prueba con estas características no es común en los grupos de investigación, de las diferentes universidades del país, el cual sirve como instrumento de experimentación de sus proyectos.

También es importante comentar que todos los procedimientos involucrados en el acondicionamiento del motor, como medidas de torque exactas para el ajuste de los tornillos de sujeción, diagnóstico de componentes, medidas, holguras, entre otras, tuvieron como guía los parámetros y buenas prácticas de mantenimiento sugeridas, no solo por el fabricante de este motor en específico, sino también, por otros fabricantes, esto con el objetivo de dar un complemento a la experiencia adquirida en el campo de los motores de combustión interna diesel por los autores de este proyecto y así brindar un trabajo integral, que tenga como producto un instrumento confiable y con la disponibilidad para ser utilizada en el marco de los objetivos propuestos para este fin.

Desde el diagnóstico, la gestión de repuestos, el desensamble y posterior ensamble de los componentes intervenidos y finalmente la puesta en marcha del motor, siempre se utilizó como guía los estándares sugeridos por el fabricante a través de su manual de servicio y reparación, obtenido gracias a la contribución de la empresa distribuidora de esta marca en Colombia (Metrokia), por medio de uno de los concesionarios ubicados en la ciudad de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Medellín (Kia motors), quienes amablemente suministraron el manual para esta línea de motores y así permiten que las prácticas realizadas en el motor sean garantizables.

El proceso de consecución del manual, fue de mucha búsqueda, debido a que el motor que se empleó para este banco es de los primeros en su línea, lo que significa que para esa época los manuales eran físicos y esto ocasiona que no permanezcan en el tiempo, sin embargo, el manual es consecuente a los requerimientos de evaluación, desensamble y ensamble de los componentes y sistemas.

Además, el banco experimental cuenta con un tablero de instrumentación, en el cual se pueden medir variables del motor y realizar análisis de comportamientos, lo cual afianza los conocimientos teóricos adquiridos, brindando criterios a la hora de tomar decisiones y lo más importante, va a permitir abrir una ventana con posibilidades amplias en los campos de la investigación e innovación, lo cual se ha desarrollado en otras universidades con este tipo de apoyos.

Se proyecta con esta iniciativa, que nuestra Institución gaste una unidad de investigación en el campo de las maquinas térmicas y que de esta se obtengan importantes avances en las disciplinas que involucran a este tipo de máquinas, logrando generar impactos positivos en la sociedad, brindando progresos relevantes a trabajos realizados por pares que trabajan en la búsqueda de potenciar las prestaciones que estas máquinas brindan en el día a día.

Para afianzar nuestro argumento, aclaramos que son pocos los grupos de investigación del país, que cuentan con un banco, con un motor de combustión interna diésel, que les permite explorar el uso de diversos combustibles, sin afectar los componentes del motor prematuramente.

A continuación, presentamos los grupos de investigación que se gestaron a partir de un laboratorio de máquinas térmicas, (ver figuras 36 y 37).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Grupo de Manejo Eficiente de la Energía, GIMEL

Datos básicos	
Año y mes de formación	1996 - 9
Departamento - Ciudad	ANTIOQUIA - MEDELLÍN
Líder	NICOLAS MUÑOZ GALEANO
¿La información de este grupo se ha certificado?	Sí el día 2015-03-12 00:00:00.0
Página web	www.udea.edu.co/gimel
E-mail	grupogimel@udea.edu.co
Clasificación	A1
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingenierías Eléctrica, Electrónica e Informática
Programa nacional de ciencia y tecnología	Investigaciones en Energía y Minería
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Biología

Figura 38. Grupo de investigación Universidad de Antioquia (Colciencias, 2017).

Grupo de Investigación en Energía y Medio Ambiente-GIEMA

Datos básicos	
Año y mes de formación	2002 - 4
Departamento - Ciudad	SANTANDER - BUCARAMANGA
Líder	OCTAVIO ANDRES GONZALEZ ESTRADA
¿La información de este grupo se ha certificado?	Sí el día 2015-02-17 00:00:00.0
Página web	http://giema.uis.edu.co
E-mail	agonzale@uis.edu.co
Clasificación	A
Área de conocimiento	Ingeniería y Tecnología -- Ingeniería Mecánica
Programa nacional de ciencia y tecnología	Investigaciones en Energía y Minería
Programa nacional de ciencia y tecnología (secundario)	Ciencia, Tecnología e Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Figura 39. Grupo de investigación Universidad de Santander (Colciencias, 2017).

Sabemos que este es un punto de partida, teniendo en cuenta la ambición que parte desde la implementación de este proyecto y que además, el camino por recorrer es extenso en comparación con nuestros pares, pero también conocemos el potencial de toda la comunidad académica encabezada por los directivos y docentes, que van a aportar de gran manera en la evolución de este proceso, las oportunidades son amplias, y la base para la gestación y desarrollo de estas ya se encuentra a la mano de toda nuestra comunidad ITM.

Queremos advertir que las actividades relacionadas con la búsqueda en el mercado de entidades interesadas en realizar procesos de donación de motores de combustión interna diesel, fueron extenuantes y dificultosas, a razón de que actualmente en los medios del campo automotriz y de generación, es difícil encontrar motores de combustión de este tipo, en estado óptimo de funcionamiento y dotado con todos los componentes que fueron

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

destinados por el fabricante, para la operación. Esta dificultad radica en la cultura de este medio, ya que no se considera como estrategia de sostenibilidad, realizar mantenimientos preventivos en la maquinaria, esto por el desconocimiento de los beneficios de realizar estas prácticas, además de reducir costos por concepto de mantenimiento.

En el medio la realización de actividades propias del mantenimiento correctivo, se cree son las más indicadas a la hora de administrar la vida útil de estas máquinas, pero no se tienen en cuenta los costos elevados de los repuestos.

En este proyecto se enfrentan retos que en ocasiones, invitaban a la evaluación de la viabilidad de continuar con las actividades, considerando además, la poca disponibilidad de tiempo con la que se contaba y que también se convierte en una oportunidad de medir las capacidades de afrontar dichos retos, los cuales se sabe, son los mismo que afrontarán aquellos que decidan, igual que los autores, desarrollar proyectos de similar escala, que busquen generar un impacto satisfactorio y aportar a los estudiantes en formación, un complemento que potencie los conocimientos teóricos adquiridos en el aula. También deseamos compartir que, el esfuerzo, trabajo en equipo, rodearse de colaboradores idóneos, con las mismas perspectivas y la motivación de cumplir con los objetivos, materializan el producto que desde la gestación de la idea fue visionado.

Somos conscientes, que a este banco experimental, con un motor de combustión interna diésel, para efectuar actividades dirigidas, es posible realizarle adiciones que indudablemente optimizarán las prestaciones actuales, además las oportunidades de perfeccionamiento en cuanto a temas de seguridad, control y sostenibilidad, son considerables (se citarán algunas en el próximo capítulo de este informe con el fin de que estas sean tenidas en cuenta por futuros proyectos), pero también queremos aprovechar este espacio para sensibilizar acerca de que muchas de estas mejoras fueron pensadas en su momento para ser realizadas, pero que estas demandaban realizar inversiones económicas y de tiempo que se salían de la realidad en ese momento, tanto de los autores,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

como de la entidad facilitadora y que en todo caso, brindan oportunidades a todos aquellos que deseen contribuir posteriormente en las mejoras que dieran lugar para este bien.

Las variables que se pueden monitorear por medio de la instrumentación del banco y que fueron relacionadas en la tabla 5, fueron verificadas y comparadas con las especificaciones del fabricante por parte de los autores, con el objetivo de garantizar la fiabilidad y sostenibilidad del mismo, por este motivo, solicitamos a todas las personas que manipularán este equipo, tengan presentes estos parámetros de operación con el ánimo de prevenir fallas prematuras de los componentes de los diferentes sistemas, que impliquen realizar tareas de corrección en los mismos, restando capacidad de operación del banco experimental, por estas razones, en caso de cualquier acontecimiento que exceda los rangos establecidos y expuestos en la tabla 5, informe inmediatamente al personal a cargo del equipo.

De igual manera se sugiere no comprometa su seguridad o la seguridad de otros realizando maniobras de corrección mientras el equipo esté funcionando.

Pensando en un evento que pueda comprometer la seguridad de las personas que manipulan el equipo y la del equipo mismo, se instaló un botón de paro de emergencia, el cual solo deberá ser utilizado en caso de ocurrir las situaciones mencionadas, (ver figura 38).



Figura 40. Pulsador Paro de Emergencia (Autores, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1. CONCLUSIONES

- Se cumple con el objetivo general, el cual era “Generar una alternativa didáctica de aprendizaje mediante la implementación de un banco experimental, para el reconocimiento físico de una máquina térmica de combustión interna diesel, a través de trabajos experimentales dirigidos, los cuales, posibilitarán al estudiante potenciar los conocimientos teóricos adquiridos, además de permitirle identificar y desarrollar opciones de mejoramiento que optimicen el desempeño de la máquina”.
- Se consigue el banco experimental, en calidad de donación, cumpliéndose con el objetivo específico “Gestionar con entidades privadas la adquisición de un motor de combustión interna diesel en calidad de donación, que cumpla con las especificaciones requeridas por los autores del proyecto, para dar inicio con la implementación del banco experimental”.
- Se realiza el diagnóstico de los componentes del motor y se reemplazan los elementos que no cumplen con las especificaciones del fabricante para el correcto funcionamiento, cumpliéndose con el objetivo específico “Realizar valoración diagnóstica de los componentes del motor, para tramitar la consecución de los elementos a reemplazar, permitiendo realizar el mantenimiento correctivo necesario que conlleve a la puesta en marcha del motor”.
- Se verifica la fiabilidad del banco experimental, a través del monitoreo de los sistemas y componentes en funcionamiento, dando cumplimiento al objetivo específico “Monitorear el funcionamiento del banco experimental, para garantizar su confiabilidad en operación y seguridad de quien lo manipule”.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Se elabora guía práctica de laboratorio, para el reconocimiento de los componentes y sistemas de un motor de combustión interna diesel y las verificaciones iniciales para la puesta en marcha del banco experimental, cumpliéndose con el objetivo específico “Elaborar guía para desarrollar práctica experimental, haciendo énfasis en el reconocimiento de los componentes e inspecciones iniciales para puesta en marcha”.
- Se entrega un banco de ideas enfocadas en la innovación e investigación a partir del banco experimental con un motor de combustión interna diesel, permitiendo dar cumplimiento al objetivo específico “Proponer ideas de investigación que permitan generar un banco de proyectos”.

5.2. RECOMENDACIONES

Con el desarrollo y avance en las actividades propuestas para la materialización del banco experimental, se fueron generando oportunidades que apuntaban al mejoramiento de los procesos que tenían que ver con las adecuaciones planificadas, lo anterior, nos invita a socializarlas ante la comunidad, con el objetivo de compartir nuestra experiencia, permitiendo optimizar la metodología en los trabajos futuros, además de tener presente las implicaciones de emprender un proyecto de similar ejecución.

En la actualidad, los procesos de donaciones con las entidades privadas son complejos y también prorrogados, es por esto, que consideramos prudente para un evento similar, explorar convenios entre las entidades y la universidad, agilizando así, las decisiones y entregas de los requerimientos necesarios para continuar con el desarrollo del proyecto.

La disponibilidad es un factor relevante para cumplir con los objetivos, debido a que en el desarrollo de la metodología surgen dificultades, imprevistos, requerimientos adicionales y gestión, que deben ser subsanadas para lograr avanzar a la siguiente actividad.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Se debe contar con un espacio adecuado, herramientas y asesoría idónea, para intervenir y realizar buenas prácticas de mantenimiento, garantizando la entrega de una máquina funcional, también es importante estimar las especificaciones del motor, como son, las dimensiones, peso y potencia que pueda tener, debido a que un equipo robusto implica, más dificultades en los traslados, aumento en la contaminación auditiva, mayor costo de mantenimiento y una demanda más alta de espacio para el estacionamiento del equipo.

Siempre se debe tener en cuenta que como consecuencia del funcionamiento del motor diesel, se genera contaminación, no solo de emisión de gases, también auditiva, por estos motivos, recomendamos a la universidad, generar un proyecto que apunte a la insonorización del banco, que disminuya los decibeles generados y la circulación de gases de escape hacia el ambiente, para prevenir el asentamiento de estos dentro del laboratorio en el cual se aloja el banco experimental.

5.3. TRABAJO FUTURO

Con la entrega de esta herramienta a la universidad, se tienen una visión ambiciosa, la cual, en primera instancia apunta a potenciar las aptitudes de los estudiantes de la facultad de ingenierías, ampliando el espectro de acción, complementando los conocimientos adquiridos en los campos de la electricidad, electrónica, herramientas, producción de frío entre otros, que lo convierten en un profesional integral, capaz de adaptarse a cualquiera de las vertientes que derivan en el campo laboral.

En segunda instancia, proyectamos un grupo de investigación que permita abrir un abanico de posibilidades tanto en el mejoramiento del banco, su motor y sistemas, que orienten a brindar prestaciones adicionales en beneficio de la comunidad y también el de la investigación, esta con el fin de aportar significativamente en la reducción de impactos al ambiente y la sociedad por parte de estas máquinas, que han acompañado a la humanidad en el camino de la evolución de esta.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- Alzate, O. (s.f.). *bdigital*. (U. N. Colombia, Ed.) Recuperado el 06 de 06 de 2017, de http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163_-_2_Capi_1.pdf
- Blog. (17 de 09 de 2012). *MANUALES Y DATOS*. Obtenido de SISTEMA ELÉCTRICO EN MOTORES: <http://datoscaterpillar.blogspot.com.co/2012/11/sistema-electrico-en-motores.html>
- Calle, A. C. (2014). *bibing*. (U. d. Sevilla, Ed.) Recuperado el 29 de 09 de 2016, de Sistemas de Inyección en Motores Diesel: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90174/fichero/TFG.+Alejandro+Castillejo+Calle.pdf>
- Cerrato (Ed.). (2008). *Mecánica*. Recuperado el 04 de 04 de 2017, de <http://mecanicayautomocion.blogspot.com.co/>
- Colciencias. (20 de 09 de 2016). Obtenido de Grupos de investigación e investigadores reconocidos: http://www.colciencias.gov.co/portafolio/fomento_investigacion/capacidades/grupos
- Colciencias. (29 de 07 de 2017). *Grupos de Investigación*. Recuperado el 29 de 07 de 2017, de <http://scienti.colciencias.gov.co:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000001429>
- Cruz, E. A. (marzo de 2013). (U. Veracruzana, Ed.) Recuperado el 30 de 06 de 2017, de <https://core.ac.uk/download/pdf/33661979.pdf>
- Daglas Alexis Monje Soto, C. S. (29 de 11 de 2012). *Proyecto Motor Pro Earth*. Recuperado el 29 de 09 de 2016, de Ciclo Práctico y teórico del Motor diesel de 4 tiempos: <https://sites.google.com/site/proyectomotorproearthbiodiesel/ciclo-practico-y-teorico-del-motor-diesel-de-4-tiempos>
- DEERE, JOHN. (s.f.). *biodieselbulnes*. (J. DEERE, Ed.) Recuperado el 06 de 06 de 2017, de <http://files.biodieselbulnes.webnode.cl/200000294-dc385dd348/GUIA%20DE%20MANT.%20PARA%20MOTORES%20DIESEL%20J.%20DEERE.pdf>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Holdem, N. (2015). *ELECTROTECNIA Y MECANICA*. Recuperado el 14 de 07 de 2017, de <http://laspalmastecnologica.blogspot.com.co/2015/02/tema-1-estructura-motor.html>

Mecánica del Automóvil. (2017). Recuperado el 04 de 04 de 2017, de <http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/refrigeracion.asp?sw07=1>

meganeboy, D. (2014). *Aficionados a la mecánica*. Recuperado el 14 de 07 de 2017, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-estructura.htm>

Meganeboy, D. (Ed.). (2014). *Aficionados a la mecánica*. Recuperado el 04 de 04 de 2017, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/bomba-ve.htm>

Motor Diesel. (17 de 09 de 2016). Obtenido de Partes principales : <http://contenido-del-blog.blogspot.com.co/2010/07/partes-principales.html>

Neiro, C. f. (8 de Julio de 2015). *Sistemas y tecnologías de motores diesel*. (E. V. Medina, Ed.) Recuperado el 14 de 07 de 2017, de <https://es.slideshare.net/EdgarVargasMedina/exposicion-motores-diesel>

NGK. (26 de 06 de 2017). *NGK/NTK*. Recuperado el 26 de 06 de 2017, de <https://www.ngk.de/es/tecnologia-en-detalle/sondas-lambda/aspectos-basicos-de-los-gases-de-escape/gases-de-escape-y-gases-contaminantes/>

Obando, G. B. (8 de 12 de 2008). *Motor Diesel*. Recuperado el 14 de 07 de 2017, de <http://maquinariasagricolas.blogspot.com.co/2008/12/bloque-es-la-estructura-basica-del-motor.html>

Ochoa, I. (Ed.). (27 de 07 de 2015). *Actualidad Motor*. Recuperado el 04 de 04 de 2017, de <https://www.actualidadmotor.com/valvula-egr-que-es-funcionamiento-averias/>

QUISPE, D. G. (Ed.). (2013). *monografías*. Recuperado el 04 de 04 de 2017, de <http://www.monografias.com/trabajos95/motor-tipo-otto/motor-tipo-otto.shtml>

Sabelotodo. (2017). Recuperado el 04 de 04 de 2017, de <http://www.sabelotodo.org/automovil/arranque.html>

Safepic. (2001). *Corvette Intelligent Owner's Manual*. Recuperado el 20 de 07 de 2017, de <http://safepic.com/corvette/#Manual>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Salgado, J.J. (20 de 09 de 2010). Obtenido de SISTEMA ADMISIÓN Y ESCAPE:

<http://jhonjairo-mecanico.blogspot.com.co/2010/05/sistema-admision-y-escape.html>

SENA. (20 de 09 de 2016). Obtenido de Aprendiendo Mecanica Diesel:

<https://sites.google.com/a/misena.edu.co/aprendiendo-mecanica-diesel/principios-de-funcionamiento-de-motores-diesel>.

UNAD. (19 de 09 de 2016). Obtenido de Lección 20 Sistemas accesorios del motor de combustión interna:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201619/Maquinaria%20y%20Mecanizacion/leccin_20__sistemas_accesorios_del_motor_de_combustin_interna.html

Universidad Nacional Abierta a Distancia UNAD. (19 de 09 de 2016). Obtenido de Lección 20 Sistemas accesorios del motor de combustión interna:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201619/Maquinaria%20y%20Mecanizacion/leccin_20__sistemas_accesorios_del_motor_de_combustin_interna.html

Yunus A. Cengel, M. A. (2008). *Thermodynamics: An Engineering Approach*, (Vol. 6th Edition). McGraw-Hill.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

APÉNDICE A

RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UN MOTOR DIESEL

A continuación, citaremos algunas recomendaciones a la hora de realizar un mantenimiento preventivo en un motor de combustión interna diésel, cabe resaltar, que estas varían según la aplicación para la cual sea utilizada el motor y sus condiciones de operación. En caso de requerir especificaciones técnicas consulte el manual de mantenimiento y reparación del fabricante.

LUBRICACIÓN

Una adecuada lubricación es crítica para mantener un desempeño óptimo y prolongar la vida útil del motor. Es fundamental utilizar el aceite y los filtros diseñados para el motor en específico. Si no se realizan los cambios regularmente de aceite y filtros, el aceite se satura de impurezas y partículas contaminantes, y no puede realizar su función apropiadamente. Asegúrese de cambiar aceite y filtros según las especificaciones del manual del fabricante.

- Verifique el nivel de aceite diariamente, o cada vez que vaya a operar el motor.
- Realice el análisis del aceite para prevenir fallas potenciales, ya que este método, detecta desgaste de piezas claves y el estado del aceite.
- No todos los aceites y filtros son iguales, utilice el que recomienda el fabricante del motor.
- Reemplace el aceite del motor y el filtro cada 250 horas de uso, la capacidad del Carter es de 6 cuartos con especificación 15W40.
- Inspeccione periódicamente el motor en búsqueda de fugas externas de aceite lubricante.
- Evite que se filtren cuerpos extraños por tapa de llenado, mientras esté realizando el cambio de aceite.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFRIGERACIÓN

Los refrigerantes, al igual que el aceite lubricante, sufren de desgaste y pérdida de sus propiedades, por este motivo, es importante mantener la concentración recomendada y así, evitar consecuencias como, cavitación, corrosión, depósitos, gelatinización y congelamiento.

- Verifique el nivel de refrigerante diariamente, o cada vez que vaya a operar el motor.
- Haga análisis de composición del refrigerante cada 600 horas de uso o una vez al año.
- Mantenga la concentración de refrigerante recomendada por el fabricante del motor.
- Inspeccione la bomba de agua y sus cojinetes, si hay presencia de fuga repare o reemplace la bomba.
- Mantenga el panel exterior del radiador limpio y libre de obstrucciones, puede ser necesario que esta limpieza sea diaria según el ambiente en el que se opere la máquina.
- Mida la temperatura de apertura del termostato cada 1,200 horas o 24 meses de operación.
- Realice una Inspección regularmente a las aspas del ventilador. Si están dobladas o rotas, reemplace el ventilador.
- Inspeccione periódicamente el motor en búsqueda de fugas externas de refrigerante.
- Inspeccione periódicamente el estado de las mangueras del sistema.
- No obstruya el flujo de aire en el panel externo del radiador.

COMBUSTIBLE

- Revisar comportamiento de los inyectores y la bomba de inyección en un banco de pruebas según lo especifique el fabricante del motor.
- Inspeccionar el tiempo de la bomba de inyección cada 700 horas o 24 meses de operación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Cambie el filtro de combustible cada 250 h de operación del motor, tenga en cuenta que sea el filtro indicado para el motor.
- Drene diariamente o antes de operar el motor el filtro separador de combustible.
- No utilice combustible en estado de reposo superior a un mes, si este estado supera el especificado, drene el depósito completamente y suministre el combustible nuevo.
- Extraiga el aire del sistema de alimentación de combustible antes de prender el motor, por medio del accionamiento repetido del bombín ubicado en el cabezal del filtro de combustible.
- No utilice agua para lavar el depósito de combustible, puede generar daños en los componentes del sistema de inyección.
- Inspeccione periódicamente el motor en búsqueda de fugas externas de combustible.

ADMISIÓN Y ESCAPE DEL MOTOR

Es importante en el sistema de admisión, evitar la entrada de partículas del exterior como, polvo, sílice, componentes sólidos, entre otros, debido a que estos pueden causar daños internos en el motor.

- Revise diariamente o cada que se va a operar el motor, el estado del filtro o filtros de admisión.
- Verifique visualmente el estado de las mangueras y conexiones del sistema de admisión.
- Cambie el filtro de aire cada 500 h de operación del motor.
- Inspeccione que el sistema de escape no tenga fugas.
- Inspeccione que el sistema de escape no tenga obstrucciones.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

COMPONENTES ELÉCTRICOS DEL BANCO.

- Inspeccione visualmente montaje de la batería.
- Revise que todos los bornes y terminales eléctricos se encuentren ajustados y libres de sulfatación.
- Verifique la carga de la batería.
- Inspeccione operación de la instrumentación del banco.
- Inspeccione operación del alternador, revise la especificación técnica del fabricante del motor.

FALLAS EN LOS MOTORES DIESEL

Los motivos por los cuales un motor de combustión interna diesel falle en su operación normal, se deben a diversas condiciones tanto en componentes internos y externos, como también en sus sistemas o misceláneos, los cuales interfieren directamente en el funcionamiento de la máquina.

A continuación, citaremos algunas de las fallas que ocurren en los motores.

FALLA EN EL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Este sistema, es uno de los más críticos, debido a que se encarga de lubricar y refrigerar aquellos componentes del motor que están en constante fricción con otros elementos, como por ejemplo el pistón y la camisa (cilindro) o el cigüeñal con su cojinete, un fallo en este sistema puede producir fundición entre dos componentes, produciendo bloqueo del motor y posteriormente, cambio de los componentes afectados.

La condición de falla más frecuente en este sistema es la baja presión, la cual se puede presentar por una falla en la bomba de aceite lubricante, válvulas reguladoras deficientes, obstrucción en los conductos del sistema, filtración obstruida y amplias tolerancias entre componentes debido al desgaste.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FALLA EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Como se explicó anteriormente, este sistema mantiene al motor en un rango de temperatura el cual permite que los componentes no sufran daños por calentamiento excesivo y además la entrega de potencia y emisiones sea la especificada por los estándares internacionales y del fabricante, una falla en este sistema, puede también, causar bloqueo de motor por dilatación excesiva entre los componentes móviles, además de cambiar las propiedades físicas y químicas de los mecanismos, lo cual disminuye su confiabilidad de operación.

Las condiciones de falla más frecuentes en este sistema son, alta y baja temperatura, pueden darse por un mal funcionamiento de la bomba del refrigerante, termostato, radiador, tapón de radiador, obstrucción en el sistema y fuga interna o externa del sistema.

FALLA EN EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Las fallas en este sistema, se dan en gran medida por falta de mantenimiento preventivo, debido a que los componentes de este sistema requieren de tolerancias muy bajas y cualquier partícula de suciedad puede afectar el funcionamiento de estos elementos. Los síntomas más comunes de este sistema son, baja potencia de entrega, emisiones excesivas, operación irregular y explosiones.

FALLA EN SISTEMAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE

Es importante mantener los componentes de estos sistemas operando bajo condiciones recomendadas por el fabricante y caso de estar en ambientes pesados, mantener una rutina de mantenimiento preventivo óptima, los daños ocasionadas por este sistema pueden generar síntomas como baja potencia, ruido excesivo, emisiones excesivas, consumo de aceite lubricante y desgaste de componentes internos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

APÉNDICE B

SEGURIDAD

Es importante tener en cuenta las precauciones de seguridad, antes de realizar cualquier tipo reparación, mantenimiento u operación en el banco. A continuación, mencionaremos condiciones generales de seguridad que deben seguirse para proporcionar seguridad personal.

AMBIENTE DE TRABAJO

Es recomendable seguir estas prácticas en el momento de usar el banco.

- Tenga en cuenta siempre los requerimientos de seguridad que hay en el laboratorio.
- No realice trabajos en el banco, a menos que se haya completado capacitación apropiada para permitir la realización segura del trabajo. No opere el banco a menos que se haya completado la orientación apropiada para permitir su operación segura.
- Haga uso del banco en un área bien ventilada, lejos de fuentes de ignición.
- Verifique siempre las condiciones peligrosas que puedan existir en el ambiente de trabajo.

MEJORES PRÁCTICAS

Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones, son para su protección personal y la de sus compañeros.

- Utilice gafas y zapatos protectores.
- Remueva siempre los anillos, relojes de pulso, joyas largas, o artículos metálicos.
- No use ropa suelta, joyas, cabello largo, etc. Estos elementos aumentan el riesgo para una lesión personal.
- No realice ninguna operación en el banco, cuando esté fatigado o alterado debido a fármacos o alcohol.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Si va a realizar algún trabajo mientras el interruptor de llave está conectado o el banco está funcionando, tenga cuidado alrededor de componentes calientes, móviles, etc.
- Las partes calientes del banco pueden causar quemaduras o encender o derretir materiales comunes.
- Tenga cuidado con los componentes giratorios. Estos pueden causar heridas, mutilación, o estrangulación.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE)

Con el objetivo de reducir los riesgos de lesión personal, es recomendable utilizar equipo de protección personal (PPE). A continuación, mencionaremos algunos tipos de PPE.

Es importante tener presente las recomendaciones de seguridad del laboratorio, con el objetivo de establecer cuáles tipos de PPE se requieren para una determinada acción.

PROTECCIÓN OCULAR

Use protección apropiada para los ojos teniendo en cuenta la actividad que va a realizar en el banco. Se mencionan los tipos de protección para los ojos.

- Gafas de seguridad, para exposición a partículas o desechos, químicos o líquidos cáusticos, gases o vapores.
- Gafas de seguridad polarizadas, para trabajos en ambientes al aire libre o con iluminación brillante.
- Gafas de seguridad sobre las gafas prescritas, estas agregan protección a las gafas prescritas.
- Gafas sombreadas o especificadas para arco, son utilizadas cuando hay exposición a la soldadura.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

PROTECCIÓN PARA LAS MANOS

Use la protección apropiada de guantes, teniendo en cuenta la actividad que va a realizar en el banco. Se listan los guantes protectores a considerar.

- Resistentes al calor o aislantes, para la exposición a componentes calientes.
- Resistentes a la flama, para la exposición a la soldadura o arco eléctrico.
- Resistentes al impacto, para realizar trabajos con impacto repetitivo y vibración.
- Impermeable, para exposición a fluidos a alta presión.
- Resistente a los químicos, para exposición a los químicos, fluidos, o baterías.

PROTECCIÓN AUDITIVA

Cuando se realiza una actividad alrededor del banco en operación, se recomienda usar protección auditiva especificada apropiadamente, esto debido a que un motor de combustión interna diesel encendido, puede generar entre 80 a 100 decibeles aproximadamente en el ambiente y este tipo de contaminación es perjudicial para la audición del estudiante. A continuación, se lista la protección auditiva a considerar.

- Tapones para los oídos de uso sencillo.
- Tapones pre-formados para los oídos.
- Orejeras.

SUSTANCIAS PELIGROSAS

El motor de combustión interna diesel, emplea dentro de sus sistemas unas sustancias, las cuales, pueden ser perjudiciales para la salud, es por esta razón, que vemos conveniente mencionar este tipo de sustancias, y algunas recomendaciones para el adecuado uso o en caso de exposición a una de estas.

COMBUSTIBLE DIESEL

Este combustible se obtiene a través de la destilación del petróleo crudo, se caracteriza por ser poco volátil, en comparación con la gasolina, y además lo ligeramente aceitoso que es, también es conocido como gasóleo o gasoil, es usado en el sistema de combustible y

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

además de aportar en la detonación en el ciclo o tiempo de explosión, esta sustancia se encarga de lubricar y refrigerar los componentes que intervienen en el sistema de combustible, tenga en cuenta las siguientes recomendaciones cuando esté realizando una actividad con esta sustancia o algún componente que la contenga.

- Proteja sus ojos.
- Proteja su piel.
- No diluya.
- Evite tener cerca interruptores y equipo de arco eléctrico, cigarrillos, lámparas, flamas, y otras fuentes de ignición.
- Verifique que el ambiente este provisto de ventilación.
- Si ocurre derrame de esta sustancia, evite el contacto y la dispersión por escurrimiento, al suelo, drenajes y alcantarillas. Absorba con arena o aserrín.
- Los adaptadores y conexiones deben estar ajustados según las especificaciones requeridas, apretar en exceso puede dañar las roscas y crear fugas.

REFRIGERANTE

En el caso específico de este banco, el motor opera con agua, puesto a que el año de fabricación y el tiempo de uso es extenso, por esto, no se recomienda utilizar refrigerantes con compuestos aditivos, debido a que el uso de este puede generar fallas internas o externas en el motor, es por esto que recomendamos no utilizar ningún tipo de refrigerante o aditivo en este sistema, además mencionaremos unas recomendaciones para el uso seguro de esta sustancia.

- En caso de contacto con los ojos, enjuáguelos con agua por un mínimo de 15 minutos.
- No lo beba.
- No lo manipule cuando este con alta temperatura.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

GASES DE ESCAPE

Se denominan gases de escape al material de residuo en forma de gas que ya no tiene utilidad y que se genera como consecuencia de un proceso de combustión. En el caso de los motores de combustión se ha acuñado el término "gas de escape".

Los gases de escape del motor contienen, además de sustancias inocuas como vapor de agua, dióxido de carbono y nitrógeno, también otras sustancias nocivas para las personas y/o el medio ambiente como monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxido de nitrógeno (NOx) (NGK, 2017).

Estas son algunas consideraciones a tener presentes en el momento de entrar en contacto con esta sustancia.

- Siempre opere el banco en un área debidamente ventilada.
- En caso de encontrarse en un área cerrada, verifique que los gases de escape ventilen al exterior.
- En caso de contacto con los ojos, enjuáguelos con agua por un mínimo de 15 minutos.
- En caso de contacto con la piel, lávese con jabón y agua.
- Evite la inhalación.

ACEITE LUBRICANTE

Es una sustancia de origen animal, vegetal, mineral o sintético, es utilizada para reducir el rozamiento de los componentes en movimiento, también, tiene varias propiedades, las cuales dan la posibilidad de optimizar su funcionalidad, algunas de estas propiedades son la de ser refrigerante, eliminar impurezas, anticorrosivo, antidesgaste, sellante, transmisor de energía, entre otras, todas estas importantes para lograr que el motor de combustión interna diesel opere dentro de los parámetros especificados por el fabricante. Es importante seguir las sugerencias en el manejo de esta sustancia que mencionaremos a continuación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- En caso de contacto con los ojos, enjuáguelos con agua por un mínimo de 15 minutos.
- En caso de contacto con la piel, lávese con jabón y agua.
- No lo ingiera.
- Deseche de acuerdo con las regulaciones ambientales.
- evite mezclar con otras sustancias, sobre todo cuando el aceite este a alta temperatura, esto puede generar una reacción violenta.

COMPONENTES ELÉCTRICOS

Siga estas prácticas recomendadas cuando interactúe con componentes eléctricos.

- En caso de contacto del ácido de la batería con los ojos, enjuáguelos con agua por un mínimo de 15 minutos. Remítase inmediatamente atención médica.
- En caso de contacto del ácido de la batería con la piel o con la ropa, enjuáguese con agua por varios minutos.
- No manipule los componentes eléctricos con anillos, relojes, joyas largas, o artículos metálicos.
- Evite chispas, interruptores y equipo de arco eléctrico, cigarrillos, lámparas piloto, flamas, y otras fuentes de ignición.
- Neutralice la acumulación estática contactando la superficie de tierra más cercana antes de interactuar con algún componente eléctrico.
- No levante la batería por los bornes.
- No toque ambas terminales de la batería con sus manos desnudas al mismo tiempo.
- Desconecte primero el cable negativo (-) de la batería.
- Conecte el cable negativo (-) de la batería al último.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RIESGOS COMUNES

Es importante realizar un reconocimiento acerca de los riesgos generados por el funcionamiento y ambiente del banco, con el objetivo de tomar las precauciones necesarias para realizar prácticas seguras y aprovechar al máximo el reconocimiento mediante la práctica dirigida en el laboratorio.

Realice siempre un análisis de seguridad antes de comenzar a operar el banco, si los riesgos no se pueden mitigar, consulte a un recurso experto para encontrar una solución práctica segura.

ÁREAS CON ALTA TEMPERATURA

Tome las precauciones necesarias al momento de acercarse o manipular componentes que se encuentren en los puntos calientes críticos del motor, lo cuales pueden causar quemaduras graves.

Esta condición se puede presentar en las siguientes situaciones:

- En todos los componentes del motor, cuando el banco este recién apagado.
- Alrededores del múltiple de escape.
- En rutas de flujo del gas del escape.
- Al entrar en contacto con tuberías o mangueras.

ÁREAS PRESURIZADAS

Esta alerta con las áreas presurizadas, estas están localizadas en:

- Sistemas de aire, aceite, combustible y enfriamiento.
- Al desconectar o remover, líneas conexiones o elementos relacionados.
- Cuando remueva o afloje tapas en los depósitos de los sistemas presurizados.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECOMENDACIONES

- Antes de manipular cualquier componente, verifique que esté a temperatura ambiente.
- Proteja sus ojos.
- Proteja su piel.
- Verifique siempre que los alrededores del sistema de escape no tengan contacto con otros componentes que puedan derretirlos, incinerarlos.
- Cuando esté realizando las prácticas en el banco con otras personas, asegurarse de entender lo que hacen entre el grupo para realizar las actividades con seguridad.
- Verifique si puede mantener la vista de sus manos en todo momento mientras realiza alguna actividad en el banco.
- Identifique las rutas de evacuación para evitar riesgos como tropiezos o caídas al momento de una emergencia.
- No realice acciones sobre el banco que eleven el riesgo de atrapamiento o pellizcamiento.
- Mantenga una separación entre las fuentes de ignición y las sustancias inflamables.
- Asegúrese de que las ruedas estén bloqueadas, antes de iniciar cualquier actividad en el banco.

En caso de un incendio accidental, es recomendable reconocer las categorías de los materiales inflamables causantes del fuego.

- Clase A: madera, tela, papel, basura.
- Clase B: gasolina, aceite, grasa, pintura.
- Clase C: equipo eléctrico.

Los incendios de clase A son los menos peligrosos y destructivos y generalmente pueden apagarse con un extinguidor de agua o ácido que enfría el material ardiente, para reducir su temperatura por debajo del punto de inflamación. El extinguidor simplemente se coloca de cabeza y el chorro se dirige hacia atrás y hacia adelante en la parte inferior del fuego.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Los incendios de clase B producen mucho más calor y requieren una extinción más severa que la proporcionada por el extinguidor para clase A. un incendio de clase b debe ser sofocado cortando el abasto de oxígeno que alimenta el fuego. El extinguidor de dióxido de carbono es muy eficaz para combatir incendios de clase B. el dióxido de carbono no ayuda a la combustión y cuando reemplaza al oxígeno en el aire que rodea el fuego sofocara efectivamente las llamas. Este extinguidor debe aplicarse con un movimiento lento y de barrido, dirigiéndolo de lado a lado, comenzando desde el frente y avanzando hacia la parte posterior del área en llamas.

Deben observarse dos reglas de seguridad cuando se utiliza un extinguidor de CO₂:

- La boquilla de descarga se pone extremadamente fría y no se debe tocar.
- En áreas pequeñas y limitadas, el uso del extinguidor puede hacer que cause el oxígeno, lo cual representara un serio peligro para quienes combaten el incendio. Ventilar perfectamente áreas tan pronto el fuego este dominando.

Los extinguidores que producen espuma también son efectivos para atacar incendios de clase B. una capa de espuma con base agua depositada sobre el material ardiente elimina el oxígeno y sofoca las llamas.

Los incendios de clase C se producen en aparatos eléctricos, por lo cual sería peligroso extinguirlos con agua, pues se podría sufrir un choque eléctrico. Si el equipo esta energizado, el fuego debe atascarse con extinguidores de CO₂, productos químicos en polvo o bien con líquido vaporizante.

Si todo el equipo puede desconectarse de la línea de potencia, entonces y solo entonces, se puede proceder con confianza a combatir el incendio con la substancia que sea adecuada para el tipo de material en llamas. (Cruz, 2013)

 ITM Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

APÉNDICE C

GUÍA PRÁCTICA PARA RECONOCIMIENTOS DE LOS SISTEMAS Y COMPONENTES DEL MOTOR Y SU PUESTA EN MARCHA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA

Nombre de la guía:	Inspección y reconocimiento inicial del banco experimental con motor diesel.
Código de la guía (No.):	001
Taller(es) o Laboratorio(s) aplicable(s):	Laboratorio Máquinas Térmicas
Tiempo de trabajo práctico estimado:	60 min
Asignatura(s) aplicable(s):	Máquinas Térmicas. Termodinámica.
Programa(s) Académico(s) / Facultad(es):	Ingeniería Electromecánica

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
<p>Identificar los sistemas y componentes críticos que intervienen directamente en el encendido del motor.</p> <p>Realizar lista de chequeo previa al encendido de un motor, que garantice una operación óptima de funcionamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Principios de funcionamiento de un motor de combustión interna diesel. Sistemas principales del motor diesel (Lubricación, Enfriamiento, Eléctrico, Combustible, admisión y Escape). 	<p>Realiza correctamente la inspección y reconocimiento de los componentes de un motor de combustión interna diesel.</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconoce los componentes principales de un motor de combustión interna diesel. Verifica correctamente los parámetros iniciales previos al encendido.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

El motor diesel es un motor térmico de combustión interna, en el cual el encendido se logra por la elevación de la temperatura producto de la compresión del aire en el interior del cilindro.

Un motor diesel funciona mediante la ignición de la mezcla aire-diesel sin chispa. La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en el segundo tiempo motor, la compresión. El combustible diesel se inyecta en la parte superior de la cámara de compresión en un rango entre 14000 y 29000 psi, de forma que se atomiza y se mezcla con el aire a temperaturas entre 1200 y 1800°C y presión aproximada de 711 psi (SENA, 2016).

Como resultado, la mezcla se quema muy rápidamente. Esta combustión ocasiona que el gas contenido en la cámara se expanda, impulsando el pistón hacia abajo. La biela transmite este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, transformando el movimiento lineal del pistón en un movimiento de rotación.

EL motor diesel de cuatro tiempos funciona con cuatro carreras o tiempos de los pistones: admisión de aire, compresión de aire, potencia y escape, Las válvulas de admisión y de escape abren y cierran en momentos exactos en relación con el pistón. El árbol de levas, impulsado desde el cigüeñal abre y cierra las válvulas.

PRIMER TIEMPO O ADMISIÓN: En esta fase el descenso del pistón aspira el aire. La válvula de escape permanece cerrada, mientras que la de admisión está abierta. En el primer tiempo el cigüeñal gira 180° y el árbol de levas gira 90° y la válvula de admisión se encuentra abierta y su carrera es descendente.

SEGUNDO TIEMPO O COMPRESIÓN: Al llegar al final de carrera inferior, la válvula de admisión se cierra, comprimiéndose el gas contenido en la cámara por el ascenso del pistón.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En el 2º tiempo el cigüeñal gira 360º y el árbol de levas gira 180º, y además ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es ascendente.

TERCER TIEMPO O EXPLOSIÓN: Antes de llegar al PMS, el aire ha alcanzado la presión máxima. En los motores diesel, se inyecta el combustible que se auto inflama por la presión y la temperatura existentes en el interior del cilindro, las cuales son generalmente 711 psi de presión y 1.600°C de temperatura. Una vez iniciada la combustión, esta progresa rápidamente incrementando la temperatura en el interior del cilindro y expandiendo los gases que empujan el pistón. Esta es la única fase en la que se obtiene trabajo. En este tiempo el cigüeñal gira 170º mientras que el árbol de levas gira 240º, ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es descendente.

CUARTO TIEMPO O ESCAPE: En esta fase el pistón empuja cuidadosamente, en su movimiento ascendente, los gases de la combustión que salen a través de la válvula de escape que permanece abierta. Al llegar al final de carrera superior, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión, reiniciándose el ciclo. En este tiempo el cigüeñal gira 360º y el árbol de levas gira 180º y su carrera es ascendente.

El motor de combustión interna diesel, requiere de sistemas, que le permiten proteger y optimizar el funcionamiento, de manera que pueda suministrar la mayor cantidad posible de potencia. Los principales sistemas del motor diesel son:

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Es el sistema responsable de suministrar el combustible al motor para su funcionamiento, encargándose de dosificar la mezcla y procurar la mayor limpieza posible del combustible al cilindro, sus principales componentes son; Tanque o depósito, filtro de combustible, Líneas de combustible, Bomba de inyección y el inyector.

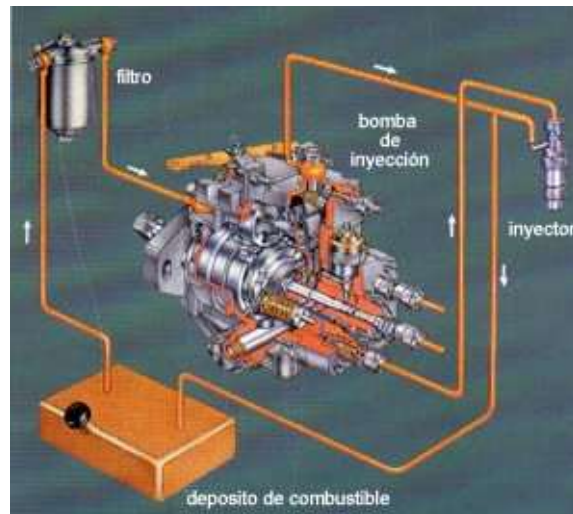


Figura 1. Sistema de combustible. (Meganeboy, 2014)

SISTEMA DE ADMISIÓN

Este sistema, se encarga de suministrar el aire puro y en las cantidades necesarias al motor, para garantizar la mezcla correcta y una combustión completa, sus principales componentes son; Carcaza del purificador, purificador de aire, Turbo cargador, Pos enfriador, múltiple de admisión y tuberías.

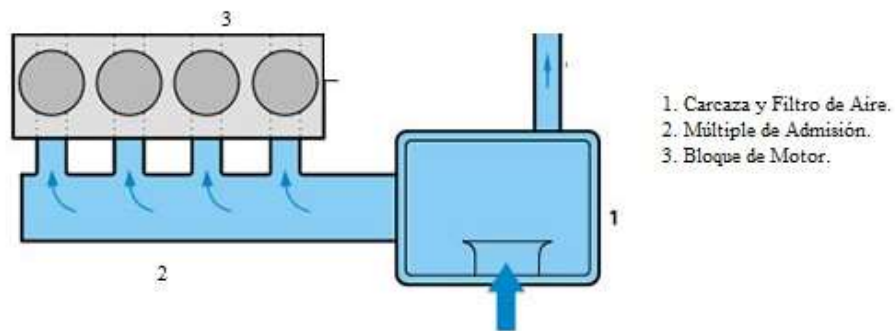


Figura 2. Sistema de admisión. (Meganeboy, 2014)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

SISTEMA DE ESCAPE

El sistema de escape, se encarga de la evacuación completa de los gases de la combustión y permitir el ingreso de aire fresco a los cilindros, así mismo, es el responsable de disipar el calor, las chispas, el ruido de las explosiones en el cilindro e impulsar al turbo cargador. Está conformado por; múltiple de escape, tubo de escape y silenciador.



Figura 3. Sistema de escape.(Ochoa, 2015)

SISTEMA DE LUBRICACIÓN

El sistema de lubricación es el encargado de suministrar el suficiente aceite lubricante y en óptimas condiciones de viscosidad, presión y limpieza a todas las piezas del motor que lo requieran, especialmente a los cilindros, pistones, anillos, cojinetes de bancada, articulaciones de las bielas, árbol de levas, mecanismos de las válvulas y engranajes de distribución, en fin todas las piezas rotativas, que generan fricción.

La lubricación cumple la función de crear una película de aceite entre las piezas de metal en movimiento, aliviando el desgaste y el calor, e impidiendo que los pistones y anillos no pierdan la expansión cuando el motor se calienta. La lubricación también procura el sellado de la tolerancia pistón-cilindro, dando una mayor hermeticidad en la cámara de compresión, extrae suciedades y limaduras metálicas que se producen por el funcionamiento del motor y amortigua el ruido. Sus componentes principales son; cárter,

bomba de aceite, válvula limitadora de presión, manómetro, filtro de aceite, radiador del aceite, conductos de aceite y respiradores del cárter.

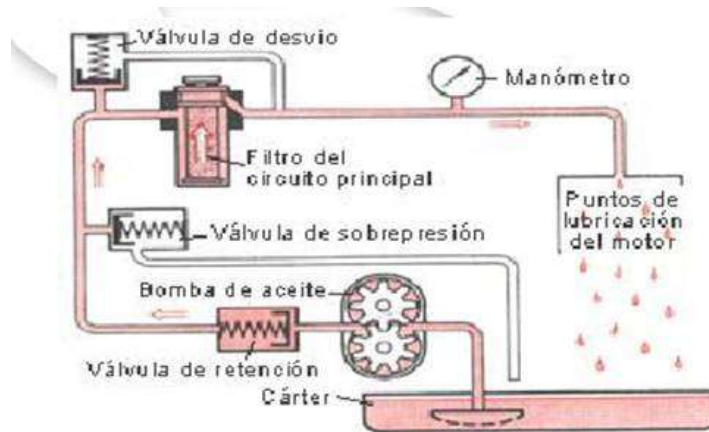


Figura 4. Sistema de lubricación. (QUISPE, 2013)

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Este sistema se encarga de evitar el sobrecalentamiento del motor, debido al exceso de calor generado durante su funcionamiento, manteniendo constante el régimen de temperatura. El mal funcionamiento de este sistema puede ocasionar graves problemas en el motor, bien sea por exceso de calor, como por temperaturas muy bajas.

El exceso de calor puede originar; dilatación en las piezas, pérdida de viscosidad del lubricante por lo tanto lubricación deficiente, pérdida de potencia entre otras. Las temperaturas por debajo del régimen de temperatura, ocasionan; aumento de viscosidad del lubricante, lo cual causa desgaste en las piezas, consumo excesivo de combustible, depósitos de humos por combustión incompleta, contaminación del aceite, pérdida de potencia y eficiencia del motor. Los componentes de este sistema son básicamente; radiador, tapa del radiador, bomba de agua, ventilador, termostato, mangueras, cámaras o camisas de agua del motor e indicador de temperatura.

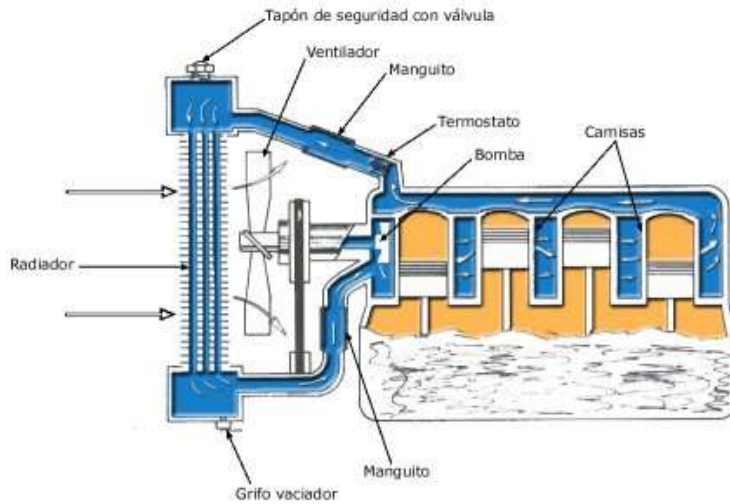


Figura 5. Sistema de refrigeración.(Mecánica del Automóvil, 2017)

SISTEMA ELÉCTRICO

La función principal del sistema eléctrico de un motor diesel es arrancar el motor. Los componentes del sistema eléctrico incluyen; la batería, el alternador, y el motor de arranque.

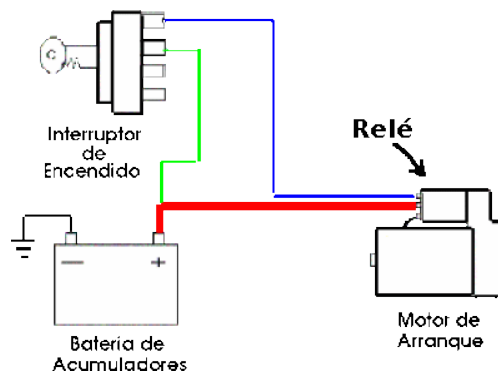


Figura 6. Sistema de arranque (Sabelotodo, 2017)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

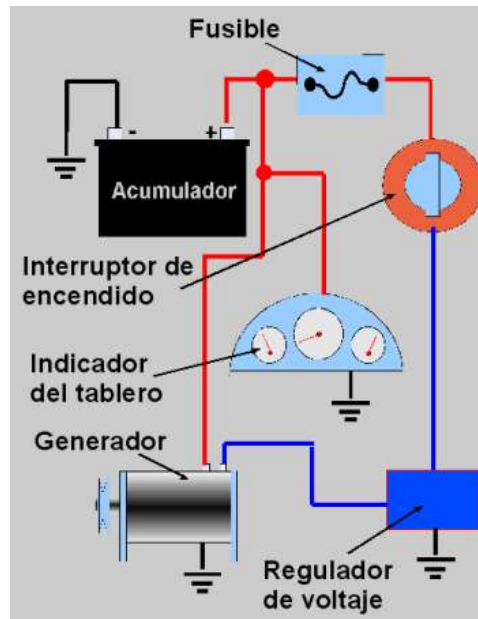


Figura 7. Sistema de arranque.(Cerrato, 2008)

3. OBJETIVO

Estudiar los componentes y sistemas principales de un motor de combustión interna diesel, con las correspondientes verificaciones iniciales para su óptima puesta en marcha.

4. RECURSOS REQUERIDOS

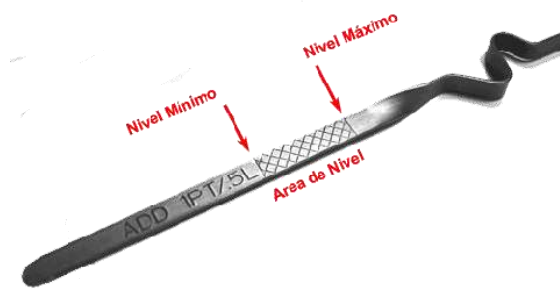
- Laboratorio de máquinas térmicas.
- Banco de prueba con motor diesel.
- Docentes y estudiantes
- Guía de laboratorio.
- Manual del fabricante.
- Elementos de protección personal.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

CON EL BANCO SIN OPERAR.

1. Verificar posicionamiento seguro y ventilado del banco (realizar posturas adecuadas al momento de desplazar el banco, si es necesario, utilizar guantes para evitar cortes en la piel o atrapamiento).
2. Verificar conexiones y posición de la batería.
3. Ubicar visualmente los componentes del sistema de arranque y carga.
4. Verificar visualmente el motor en busca de posibles fugas de alguno de los fluidos.
5. Verificar niveles del motor.
 - 5.1. Full de aceite del motor. (Extraer la varilla medidora de aceite, limpiarla, insertarla y volverla a extraer, luego tome la medida, confirmando que el nivel de aceite se encuentra entre el mínimo y máximo como se ilustra en la imagen y cerciorarse que la varilla quede bien posicionada). (Utilice guantes para evitar contaminación en la piel, no se debe utilizar material abrasivo para limpiar la varilla evitando daños internos en el motor).



- 5.2. Full de refrigerante en el radiador. (Extraer la tapa del radiador y visualmente verificar la presencia de agua en la boquilla del radiador). (No haga este procedimiento con el motor encendido o en caliente).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- 5.3. Revisar depósito de combustible. (Extraer la tapa del depósito de combustible y visualmente verificar la presencia de combustible para motores diesel). (Utilice guantes para evitar contaminación en la piel, si va a adicionar combustible para motores diesel, utilice lentes de protección).
- 5.4. Inspeccionar estado y posición de la correa del alternador.
- 5.5. Inspeccionar estado y montaje del ventilador. (si el ventilador no está correctamente ajustado, informe inmediatamente al docente o encargado del laboratorio y por ningún motivo encienda el motor). (Utilice guantes si va a tocar el ventilador, **No tocar el ventilador con el motor encendido**).
- 5.6. Ubique la llave en el interruptor de encendido y posicónela en accesorios. (No llevar la llave hasta la posición de start, sin que lo autorice el docente).
- 5.7. Verifique voltaje en la batería. (Revisar el voltímetro ubicado en el tablero de instrumentos y verificar que la medida sea de 12.0 v).

PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME

LISTA DE INSPECCIÓN Y RECONOCIMIENTO INICIAL DEL BANCO EXPERIMENTAL CON MOTOR DIESEL		
	Si	No
Montaje correcto de la batería y conexiones.		
Identifica el sistema de arranque y carga		
¿El motor presenta fugas de aceite?		
¿El motor presenta fugas de refrigerante?		
¿El motor presenta fugas de combustible?		
¿El nivel de aceite es el recomendado?		
¿El nivel de refrigerante es el recomendado?		
¿hay presencia de combustible para motores diesel en el depósito?		
La correa del alternador está en buen estado y montaje		
El montaje del ventilador es el correcto		

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El ventilador cuenta con todas sus aspas		
El voltaje de la batería es de 12.0 V		

Responda las siguientes preguntas:

1. ¿Qué propiedades requiere un motor diesel para su ignición?

2. Cite los tiempos de funcionamiento del motor.

3. Explique brevemente la función del sistema de lubricación.

4. El ventilador a que sistema del motor corresponde.

5. Si se remueve el múltiple de admisión del motor, ¿este enciende? Sí ___ No___
 ¿Porque?

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6. Cite según su criterio, cuales son los componentes principales que se requieren para encender el motor.

7. Enumere tres componentes del sistema de alimentación de combustible.

6. BIBLIOGRAFÍA

Blog. (17 de 09 de 2012). *MANUALES Y DATOS*. Obtenido de SISTEMA ELÉCTRICO EN MOTORES: <http://dat>

oscaterpillar.blogspot.com.co/2012/11/sistema-electrico-en-motores.html

Calle, A. C. (2014). *bibing*. (U. d. Sevilla, Ed.) Recuperado el 29 de 09 de 2016, de Sistemas de Inyección en Motores Diesel:

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90174/fichero/TFG.+Alejandro+Castillejo+Calle.pdf>

Cerrato (Ed.). (2008). *Mecánica*. Recuperado el 04 de 04 de 2017, de

<http://mecanicayautomocion.blogspot.com.co/>

Colciencias. (20 de 09 de 2016). Obtenido de Grupos de investigación e investigadores reconocidos:

http://www.colciencias.gov.co/portafolio/fomento_investigacion/capacidades/grupos

Daglas Alexis Monje Soto, C. S. (29 de 11 de 2012). *Proyecto Motor Pro Earth*. Recuperado el 29 de 09 de 2016, de Ciclo Práctico y teórico del Motor diesel de 4 tiempos:

<https://sites.google.com/site/proyectomotorproearthbiodiesel/ciclo-practico-y-teorico-del-motor-diesel-de-4-tiempos>

Mecánica del Automóvil. (2017). Recuperado el 04 de 04 de 2017, de

<http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/refrigeracion.asp?sw07=1>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Meganeboy, D. (Ed.). (2014). *Aficionados a la mecánica*. Recuperado el 04 de 04 de 2017, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/bomba-ve.htm>

Motor Diesel. (17 de 09 de 2016). Obtenido de Partes principales : <http://contenido-del-blog.blogspot.com.co/2010/07/partes-principales.html>

Ochoa, I. (Ed.). (27 de 07 de 2015). *Actualidad Motor*. Recuperado el 04 de 04 de 2017, de <https://www.actualidadmotor.com/valvula-egr-que-es-funcionamiento-averias/>

QUISPE, D. G. (Ed.). (2013). *monografías*. Recuperado el 04 de 04 de 2017, de <http://www.monografias.com/trabajos95/motor-tipo-otto/motor-tipo-otto.shtml>

Sabelotodo. (2017). Recuperado el 04 de 04 de 2017, de <http://www.sabelotodo.org/automovil/arranque.html>

Salgado, J.J. (20 de 09 de 2010). Obtenido de SISTEMA ADMISIÓN Y ESCAPE: <http://jhonjairo-mecanico.blogspot.com.co/2010/05/sistema-admision-y-escape.html>

SENA. (20 de 09 de 2016). Obtenido de Aprendiendo Mecanica Diesel: <https://sites.google.com/a/misena.edu.co/aprendiendo-mecanica-diesel/principios-de-funcionamiento-de-motores-diesel>.

Universidad Nacional Abierta a Distancia UNAD. (19 de 09 de 2016). Obtenido de Lección 20 Sistemas accesorios del motor de combustión interna: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201619/Maquinaria%20y%20Mecanizacion/leccin_20__sistemas_accesorios_del_motor_de_combustin_interna.html

Yunus A. Cengel, M. A. (2008). *Thermodynamics: An Engineering Approach*, (Vol. 6th Edition). McGraw-Hill.

Elaborado por: *Orlando Alberto López Arias-Rubén Darío Uribe Cano-
Jonathan Arley Rengifo Castro*

Revisado por: _____

Versión: _____

Fecha: _____

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

APÉNDICE D

Con la entrega del banco experimental con un motor de combustión interna diesel, se busca que los estudiantes de pregrado y posgrado de la facultad de ingeniería de nuestra Universidad amplíen su conocimiento en el campo de las máquinas térmicas de combustión interna, no solo por el reconocimiento experiencial a través de los diferentes laboratorios dirigidos que puedan derivarse de este, sino también de la gestación de grupos de investigación que busque el mejoramiento y la innovación a partir de esta herramienta.

Es por esto, que se sugiere a la comunidad educativa un banco de ideas que se consideran viables ejecutar en futuros proyectos, entre ellas están.

- Control de variables de los sistemas principales del motor (PLC).
- Utilización de combustibles alternativos.
- Generación de corriente alterna.
- Tri-generación.
- Aumento de prestaciones de los diferentes sistemas del motor.
- Aumento de la eficiencia volumétrica en el sistema de admisión.
- Insonorización del banco experimental.
- Tratamiento de los gases de escape.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

APÉNDICE E

MANUAL DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DEL MOTOR DIESEL

TABLA DE CONTENIDO

AVISO IMPORTANTE DE SEGURIDAD.....	92
AMBIENTE DE TRABAJO	92
MEJORES PRÁCTICAS	92
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE).....	93
SUSTANCIAS PELIGROSAS	96
COMPONENTES ELÉCTRICOS	98
RIESGOS COMUNES	98
EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO	100
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE).....	102
PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO	103
VOLANTE Y ENGRANAJE ÁRBOL DE LEVAS	105
COMPONENTES.....	105
VOLANTE Y CÁRTER DE ACEITE	105
CAJA DEL ENGRANAJE DE DISTRIBUCIÓN	106
DESMONTAJE.....	107
VOLANTE	107
ENGRANAJE DEL ÁRBOL DE LEVAS	108
VOLANTE	108
ENGRANAJE DE DISTRIBUCIÓN	109
CABEZA DE CILINDROS	110
COMPONENTES.....	110
DESMONTAJE.....	111
MONTAJE	112
BLOCK DE CILINDROS	114
DESMONTAJE.....	115
MONTAJE	115
SEGMENTO DEL PISTÓN.....	115
HOLGURA DE ACEITE Y JUEGO FINAL DEL OJINETE DEL MUÑÓN DE BANCADA	115
ANCHO DEL RODAMIENTO DE EMPUJE.....	118
HOLGURA DE ACEITE EN EL PASADOR DEL CIGÜEÑAL / HOLGURA EN EL LADO DE LA BIELA	118

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	121
GENERALIDADES.....	121
NIVEL Y ESTADO DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE.....	121
SUSTITUCIÓN DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR.....	121
INSPECCIÓN.....	122
VÁLVULA DE LA TAPA DEL RADIADOR.....	122
VÁLVULA DE PRESIÓN DEL RADIADOR.....	123
TERMOSTATO.....	123
SISTEMA DE LUBRICACIÓN.....	124
GENERALIDADES.....	124
INSPECCIÓN DEL ACEITE DEL MOTOR.....	124
INSPECCIÓN DE LA PRESIÓN DEL ACEITE.....	124
CAMBIAR EL ACEITE DEL MOTOR.....	125
COMPONENTES.....	127
CÁRTER DE ACEITE.....	127
BOMBA DE ACEITE.....	128
OIL COOLER.....	129
INSPECCIÓN.....	130
PRESOSTATO DE ACEITE.....	130
INYECTOR DE ACEITE.....	130
BOMBA DE ACEITE.....	131
REFRIGERADOR DE ACEITE.....	132
EXTRACCIÓN.....	133
CÁRTER DE ACEITE.....	133
FILTRO DE ACEITE.....	134
CÁRTER DE ACEITE.....	135
EQUIPO ELÉCTRICO.....	136
GUÍA DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS.....	136
SISTEMA DE CARGA.....	136
SISTEMA DE ARRANQUE.....	137
ESPECIFICACIONES.....	138
SISTEMA DE CARGA.....	138
SISTEMA DE ARRANQUE.....	138
COMPROBACIÓN EN EL VEHÍCULO.....	138
CORREA DE TRANSMISIÓN.....	138
BATERÍA.....	139
CONEXIÓN.....	139
NÍVEL DE ELECTRÓLITOS.....	139
DENSIDAD.....	140

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

CARGA	140
SISTEMA DE CARGA.....	141
COMPONENTES.....	143
DESMONTAJE.....	145
INSPECCIÓN.....	148
EXTRACCIÓN	152
INSTALACIÓN	152
COMPROBACIÓN EN EL VEHÍCULO	153
VOLTAJE DE TRACCIÓN.....	153
EMBRAGUE Y TRANSMISIÓN	154
PRUEBA SIN CARGA	155
COMPONENTES.....	156
DESMONTAJE.....	158
INSPECCIÓN.....	162
ARMADURA.....	162
DESVIACIÓN DEL CONMUTADOR	162
SEGMENTO SOCAVADO	163
CABLEADO DE LA BOBINA DE CAMPO DAÑADO	164
CEPILLO DESCENTRADO	164
MONTURA DEL CEPILLO.....	165
SUSTITUCIÓN DEL RODAMIENTO	165
INTERRUPTOR MAGNÉTICO.....	165
MONTAJE	167
COMPONENTES.....	168
INSPECCIÓN.....	169
RELÉ DEL CALENTADOR	169
CALENTADOR.....	169
TERMOSTATO DEL AGUA	170
EXTRACCIÓN	170
HERRAMIENTAS ESPECIALES	171
LOCALIZACIÓN BÁSICA DE AVERÍAS	171
GUÍA BÁSICA DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS.....	171
PROCEDIMIENTO BÁSICO DE REVISIÓN.....	174
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	183
TABLA DE GUÍA DE LOCALIZACIÓN DE SÍNTOMAS DE PROBLEMAS	183
ESPECIFICACIONES	185
COMPROBACIÓN DE LA VELOCIDAD DE RALENTÍ	187
AJUSTE DE LA VELOCIDAD DE RALENTÍ	187
COMPONENTES.....	189

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

DESMONTAJE	190
INSPECCIÓN.....	192
VELOCIDAD RALENTÍ.....	192
PUNTO DE INYECCIÓN.....	192
ALZADO DE LEVA.....	194
VÁLVULA DE CORTE DE COMBUSTIBLE.....	194
BOBINA DE ENGANCHE.....	195
AVANCE DE LA INYECCIÓN.....	196
DESMONTAJE.....	197
PRESIÓN DE INICIO DE LA INYECCIÓN.....	208
ASIENTO DE LA VÁLVULA.....	209
ESTADO DE ATOMIZACIÓN (PATRÓN DE PULVERIZACIÓN).....	209
CUERPO DE BOQUILLA Y AGUJA (VÁLVULA).....	210
ARMADO.....	210
COMPONENTES.....	211
INSPECCIÓN.....	212
PURGA DE AIRE.....	212
DRENAJE DE AGUA.....	212

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

D 1. AVISO IMPORTANTE DE SEGURIDAD

Lea y entienda la información y precauciones de seguridad antes de realizar cualquier reparación o de operar el equipo. Este procedimiento contiene precauciones generales de seguridad que deben seguirse para proporcionar seguridad personal. Siga siempre los procedimientos para mitigar los asuntos de seguridad.

D 2. AMBIENTE DE TRABAJO

Siga estas prácticas recomendadas cuando le dé servicio a los productos.

- Siga siempre los requerimientos de seguridad que hay en el sitio.
- Siga siempre los requerimientos locales de capacitación, certificación, autorización y específicos del cliente. No trabaje en los productos a menos que se haya completado capacitación apropiada para permitir la realización segura de la reparación. No opere el equipo a menos que se haya completado capacitación apropiada para permitir operación segura.
- Trabaje en un área bien ventilada, lejos de fuentes de ignición.
- Si están presentes condiciones climáticas adversas, tome precauciones apropiadas de seguridad cuando haga el trabajo.
- Tenga siempre en cuenta las condiciones peligrosas que puedan existir en el ambiente de trabajo.

D 3. MEJORES PRÁCTICAS

Siga estas prácticas recomendadas cuando está en servicio u opere el equipo.

- Use **siempre** gafas protectoras y zapatos protectores.
- Qútese los anillos, relojes de pulso, joyas largas, o artículos metálicos.
- **No** use ropa suelta o rasgada, joyas, pelo largo, etc. Esto aumenta el riesgo para una lesión personal.
- **No** realice ninguna reparación, ni opere equipo, cuando esté fatigado o alterado debido a fármacos o alcohol.
- Use **siempre** herramientas que estén en buenas condiciones.
- **No** trabaje en equipo con el interruptor de llave conectado, a menos que los procedimientos de diagnóstico de fallas se lo indiquen de otra manera.
- Si se debe realizar algún trabajo mientras el interruptor de llave está conectado o la unidad está funcionando, tenga mucha precaución alrededor de componentes calientes, partes en movimiento, etc.
- Tenga precaución cuando trabaje en productos que recién se han apagado. Las partes calientes pueden causar quemaduras o encender o derretir materiales comunes.
- **No** purgue el sistema de combustible de un motor caliente. El contacto con múltiples u otros componentes calientes puede causar un incendio.
- **No** intente girar el cigüeñal jalando o haciendo palanca sobre el ventilador. Use sólo las técnicas correctas de giro del motor.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **No** levante componentes que pesen 23 kg [50 lb] o más. Utilice ayuda mecánica o busque asistencia.
- Tenga precaución cuando trabaje alrededor de partes giratorias. Las partes giratorias pueden causar heridas, mutilación, o estrangulación.
- Tenga precaución cuando trabaje en componentes eléctricos. Los voltajes altos pueden causar graves lesiones o la muerte.
- Libere la presión del sistema como se le indica, antes de quitar o desconectar líneas, conexiones, o artículos relacionados.
- Pruebe **siempre** por fugas de presión como se indica.
- Apriete **siempre** los adaptadores y conexiones a las especificaciones requeridas. El apriete excesivo o insuficiente puede dañar las roscas y crear fugas.
- Use **siempre** el mismo número de parte de tornillo, o equivalente, cuando reemplace tornillos.

Haga lo siguiente antes de empezar a trabajar en cualquier producto.

- Pare el equipo a menos que los procedimientos de diagnóstico de fallas se lo indiquen de otra manera.
- Permita **siempre** que el producto se enfríe.
- Asegúrese **siempre** de que el producto quede correctamente soportado por bloques o bancos. No trabaje en un producto soportado **solamente** por gatos de elevación o polipastos.
- Desconecte la batería a menos que los procedimientos de diagnóstico de fallas se lo indiquen de otra manera.
- Desconecte el motor de arranque, si está equipado, a menos que los procedimientos de diagnóstico de fallas se lo indiquen de otra manera.
- Coloque una etiqueta de “NO Operar” en el área del operador o cerca de los controles del producto.
- Familiarícese con las herramientas que se requieren para realizar la tarea a la mano y de cómo usar correctamente esas herramientas.

D 4. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE)

Para reducir la posibilidad de lesión personal, se deberá utilizar equipo de protección personal (PPE). Enseguida se listan diversos tipos de PPE. Utilice un juicio adecuado para determinar cuáles tipos de PPE se requieren para una tarea dada. Cumpla **siempre** con las regulaciones de seguridad del sitio para el PPE requerido. Se **debe** practicar mantenimiento apropiado del equipo de seguridad. Se **debe** revisar la integridad del equipo de seguridad para asegurar que se mantenga la funcionalidad del equipo.

Protección para los Ojos

Siempre debe utilizarse protección para los ojos. Use protección apropiada para los ojos basándose en la tarea que se realiza. A continuación se listan los tipos a considerar de protección para los ojos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Gafas de seguridad. Exposición a partículas o desechos volando, químicos o líquidos cáusticos, gases o vapores.
- Gafas de seguridad polarizadas. Trabajando en ambientes al aire libre o con iluminación brillante.
- Gafas de seguridad sobre las gafas. Agrega protección a las gafas prescritas.
- Gafas protectoras de seguridad. Manipulación de líquidos cáusticos o de químicos.
- Gafas sombreadas o especificadas para arco. Exposición a la soldadura. Use clasificaciones de filtro apropiadas.

Protección para los Pies

Siempre debe utilizarse calzado de seguridad. Use protección apropiada para los pies basándose en la tarea que se realiza. A continuación se listan los tipos a considerar de zapatos protectores.

- Zapatos con casquillo de acero. Exposición a objetos que caen o que ruedan. Trabajando con o alrededor de partes, herramientas y equipo.
- Resistente a los químicos. Exposición a los químicos y otros fluidos.
- Cubre zapatos y cubre botas. Agrega protección a los zapatos de trabajo cotidianos.
- Guardas para el pie, dedos del pie y metatarso. Agrega protección a los zapatos de trabajo cotidianos.
- Zapatos de seguridad para riesgos eléctricos. Exposición a riesgos eléctricos.
- Calzado de cuero o protectores para calzado. Exposición a la soldadura o arco eléctrico.
- Protección contra el frío. Exposición a clima frío.

Protección para Cabeza y Cara

Use protección apropiada para la cara basándose en la tarea que se realiza. A continuación, se lista la protección a considerar para la cabeza y la cara.

- Cascos. La exposición varía. Considere especificados para soldadura, calor, o arco.
- Visores. La exposición varía. Considere especificados para soldadura, calor, o arco.
- Pasamontañas. Exposición a clima frío.
- Caretas. Exposición a salpicadura de líquidos. Manipulación de líquidos cáusticos o de químicos.

Protección para las Manos

Use el tipo y ajuste apropiado de guantes basándose en la tarea que se realiza. A continuación, se listan los guantes protectores a considerar.

- Resistentes al calor o aislantes. Exposición a artículos calientes.
- Resistentes a la flama. Exposición a la soldadura o arco eléctrico.
- Resistentes al impacto. Realizando trabajo con impacto repetitivo y vibración. Usando herramientas neumáticas.
- Impermeable. Exposición a fluidos a alta presión.
- Resistente a los químicos. Exposición a los químicos, fluidos, o baterías.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Resistente a los cortes. Manipulando objetos o herramientas afiladas.
- Clima frío. Exposición a clima frío.

Protección Auditiva

Cuando se trabaja alrededor de equipo en operación, se deberá usar protección auditiva especificada apropiadamente. A continuación, se lista la protección auditiva a considerar.

- Tapones para los oídos de uso sencillo.
- Tapones pre-formados para los oídos.
- Orejeras.

Ropa Protectora

Use ropa protectora apropiada basándose en la tarea que se realiza. A continuación, se listan los tipos de ropa protectora a considerar.

- Resistentes a la flama. Exposición a riesgos eléctricos. Exposición al petróleo y gas o aplicaciones de generador. Realizando soldadura.
- Resistente a los químicos. Exposición a los químicos.
- Visibilidad alta. Exposición a ambientes de trabajo con visibilidad reducida. Trabajando en la minería, petróleo y gas, o en sitios con equipo grande.

Protección Respiratoria

Use protección respiratoria apropiada basándose en la tarea que se realiza. A continuación, se lista la protección respiratoria a considerar.

- Respiradores desechables. Exposición a polvo y partículas, gases de la soldadura, olores molestos, gas ácido a nivel de molestia.
- Respiradores reutilizables. Exposición a limpieza, maquinado, soldadura, lijado, esmerilado, etc.

Protección contra Caídas

Utilice protección contra caídas si se está realizando una tarea a más de 1.2 m [4 ft] por encima de una superficie sólida. A continuación, se lista la protección contra caídas a considerar.

- Combinaciones de arnés contra caídas y cuerda de seguridad.
- Redes de seguridad.
- Barandillas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

D 5. SUSTANCIAS PELIGROSAS

Siga estas prácticas recomendadas cuando interactúe con las siguientes sustancias.

Combustible Diésel

- Proteja sus ojos.
- Proteja su piel.
- Pruebe siempre por fugas de combustible como se indica.
- No diluya.
- Evite chispas, interruptores y equipo de arco eléctrico, cigarrillos, lámparas piloto, flamas, y otras fuentes de ignición.
- Provea ventilación extra al área de trabajo
- No diagnostique ni repare fugas de combustible mientras el motor esté funcionando.
- Si se derrama material, evite el contacto y la dispersión por escurrimiento, al suelo, vías fluviales, drenajes y alcantarillas. Absorba con arena, arcilla, o absorbente comercial. Transfiera a contenedores y neutralice el material. Lave el área del derrame con jabón y agua en exceso.
- Reporte inmediatamente a las autoridades locales los derrames que contaminen la fuente del agua.
- Se requiere eliminación apropiada. Deseche de conformidad con las regulaciones locales y ambientales.
- Apriete siempre los adaptadores y conexiones a las especificaciones requeridas, apretar en exceso o de forma insuficiente puede dañar las roscas y crear fugas.

Refrigerante

- El refrigerante también es referido como anticongelante.
- Proteja sus ojos. En caso de contacto con los ojos, enjuáguelos con agua por un mínimo de 15 minutos. Reciba inmediatamente atención médica.
- Proteja su piel. En caso de contacto con la piel, lávese con jabón y agua. Quítese la ropa contaminada. Si ocurre infección, es una emergencia médica. Reciba inmediatamente atención médica.
- No lo ingiera. Si lo ingirió, beba agua en exceso para dilución y busque atención médica.
- No vierta anticongelante usado en contenedores que se hayan usado para almacenar otros químicos o productos, tales como aceite o gasolina, a menos que ellos se hayan limpiado minuciosamente.
- Si se derrama material, evite el contacto y la dispersión por escurrimiento, al suelo, vías fluviales, drenajes y alcantarillas. Provea ventilación adecuada al área. Absorba con arena, arcilla, o absorbente comercial. Transfiera a contenedores y neutralice el material. Lave el área del derrame con jabón y agua en exceso.
- Reporte inmediatamente a las autoridades locales los derrames que contaminen la fuente del agua.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Se requiere eliminación apropiada. Deseche de conformidad con las regulaciones locales y ambientales.

Solventes

- Siga las instrucciones del fabricante para prácticas seguras de manipulación.
- Siga las recomendaciones del fabricante para el uso.
- Algunos solventes son inflamables y tóxicos.
- Proteja sus ojos. En caso de contacto con los ojos, siga las recomendaciones del fabricante.
- Proteja su piel. En caso de contacto con la piel, siga las recomendaciones del fabricante.
- Deséchelo de conformidad con las recomendaciones del fabricante.

Escape del Motor Diésel

- Proteja sus ojos. En caso de contacto con los ojos, enjuáguelos con agua por un mínimo de 15 minutos.
- Proteja su piel. En caso de contacto con la piel, lávese con jabón y agua.
- Evite la inhalación.

Aceite Lubricante

- Proteja sus ojos. En caso de contacto con los ojos, enjuáguelos con agua por un mínimo de 15 minutos.
- Proteja su piel. En caso de contacto con la piel, lávese con jabón y agua.
- No lo ingiera. Si lo ingirió, contacte inmediatamente a un médico.
- Se requiere eliminación apropiada. Deseche de conformidad con las regulaciones locales y ambientales.
- No permita que gotitas de agua entren a un recipiente con aceite caliente. Puede resultar una reacción violenta.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

D 6. COMPONENTES ELÉCTRICOS

Siga estas prácticas recomendadas cuando interactúe con componentes eléctricos.

Baterías

- Proteja sus ojos. Use gafas de seguridad o gafas protectoras. En caso de contacto del ácido de la batería con los ojos, enjuáguelos con agua por un mínimo de 15 minutos. Reciba inmediatamente atención médica.
- Proteja su piel. Use guantes de hule y un peto químico. En caso de contacto del ácido de la batería con la piel o con la ropa, enjuáguese con agua por varios minutos. Evite esparcir el ácido. Reciba inmediatamente atención médica.
- No abra los tapones de la batería con su cara sobre o cerca de la batería.
- Quítese los anillos, relojes, joyas largas, o artículos metálicos cuando trabaje con o cerca de las baterías.
- Ventile el compartimiento de la batería antes de darle servicio a la batería.
- Trabaje en un área bien ventilada.
- Evite chispas, interruptores y equipo de arco eléctrico, cigarrillos, lámparas piloto, flamas, y otras fuentes de ignición.
- Use herramientas aisladas o no conductoras.
- Neutralice la acumulación estática contactando la superficie de tierra más cercana antes de trabajar en una batería.
- No levante las baterías por los bornes.
- No toque ambas terminales de la batería con sus manos desnudas al mismo tiempo.
- Desconecte primero el cable negativo (-) de la batería.
- Conecte el cable negativo (-) de la batería al último.

D 7. RIESGOS COMUNES

Siga estas prácticas recomendadas cuando interactúe con equipo ya que pueden existir los siguientes riesgos.

Área de Alta Temperatura

Esté alerta por áreas de alta temperatura que puedan causar quemaduras graves. Las áreas de alta temperatura se pueden encontrar en las siguientes situaciones.

- En productos que recién se han apagado.
- En o alrededor de componentes relacionados (turbocargador, sistemas de postratamiento, etc.).
- En rutas de flujo del gas del escape.
- Al contactar líneas, tubos, o compartimientos de fluido caliente.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Prácticas Recomendadas:

- Permita que los componentes se enfríen antes de darles servicio. Verifique la temperatura del componente. Utilice una pistola infrarroja, sensor de temperatura, indicador de temperatura, u otro método confiable para determinar la temperatura del componente. Tome precauciones apropiadas antes de iniciar el trabajo.
- Proteja sus ojos.
- Proteja su piel. Use guantes aislados.
- Asegúrese de que los artículos circundantes no entren en contacto con los componentes calientes ni con el escape. El contacto puede encender o derretir esos materiales.

Objetos Pesados

Esté alerta cuando trabaje con objetos pesados.

- No levante componentes que pesen 23 kg [50 lb] o más. Utilice ayuda mecánica o busque asistencia.
- Cuando sea posible use ayuda mecánica para mover los artículos. Asegúrese de que la carga esté sujeta firmemente al equipo.
- Asegúrese de que los dispositivos de elevación, como cadenas, ganchos, eslingas, etc., estén en buenas condiciones y que estén especificados para la capacidad correcta antes de usarlos.
- Asegúrese de que los dispositivos de elevación estén correctamente posicionados antes de usarlos.
- Use una barra separadora cuando sea necesario.
- Si el artículo se puede levantar manualmente, siéntese para levantar y bajar el artículo. No doble la cintura.
- Mantenga el equilibrio cuando levante artículos manteniendo los pies separados o alternados si es posible.
- Si el artículo debe transportarse, asegúrese de que la ruta esté despejada cuando lleve el artículo hacia, y coloque el artículo en, el lugar deseado.

Áreas Presurizadas

Esté alerta por áreas presurizadas. Las áreas presurizadas se pueden encontrar en las siguientes situaciones.

- Sistemas de Aire, Aceite, Combustible y Enfriamiento.
- Cuando desconecte o quite líneas, conexiones, o elementos relacionados.
- Cuando desconecte un dispositivo de un sistema presurizado.
- Cuando quite o afloje tapas en tanques o en sistemas presurizados.

A continuación, se listan las lesiones que pueden resultar cuando se interactúa con áreas presurizadas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- El chorro a alta presión puede penetrar la piel. Puede resultar grave lesión o la muerte.
- El chorro de fluido caliente puede causar quemaduras. Vea "Área de Alta Temperatura".

Prácticas Recomendadas:

- Proteja su piel. Use guantes impermeables. Si ocurre penetración de la piel por el chorro a alta presión, es una emergencia médica. Reciba inmediatamente atención médica.
- Revise por fugas de presión como se indica. Nunca revise por fugas de presión con sus manos.
- Permita que el producto se enfríe antes de tener acceso a áreas presurizadas.
- Libere la presión del sistema como se indica.
- Afloje lentamente las tapas de llenado para liberar la presión antes de dar servicio.

D 8. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Realizar una Evaluación de la Seguridad en el Trabajo (JSA) antes de realizar el trabajo ayuda a identificar riesgos de seguridad y a prevenir incidentes. Use las normas siguientes para evaluar si una situación está segura o en riesgo antes de realizar el trabajo designado. Si se determina que está en riesgo, tome precauciones apropiadas para prepararse para, o eliminar, el riesgo. Si los riesgos son incontrolables, consulte a un recurso experto para encontrar una solución práctica segura.

Prácticas de Trabajo

Análisis de la Seguridad en el Trabajo.

- Evalúe el trabajo para identificar riesgos de seguridad que puedan ocurrir durante el evento de reparación.

Ascendiendo o Descendiendo

- Mantenga 3 puntos de contacto cuando use escalones, escaleras, o entre y salga de una unidad.

Comunicación

- Cuando trabaje con otros, asegúrese de entender lo que hacen entre sí para realizar la tarea con seguridad.

Ojos Sobre las Manos y el Trabajo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Confirme si usted podrá mantener una vista sin obstrucciones de sus manos en todo momento mientras realiza la tarea.

Ojos Sobre la Ruta

- Observe por riesgos en su ruta para evitar riesgos de tropezón o de resbalón. Ejemplos son fosos, bordes de plataformas, etc.

Línea de Fuego

- Posiciónese usted mismo de modo que pueda evitar golpear contra, o ser golpeado por, cualquier cosa que pueda mecerse, caer, o rodar.

Punto de Pellizca miento

- Impida la exposición de todas las partes de su cuerpo a un riesgo de pellizco o punto de pellizca miento.

Apresuramiento

- Tómese el tiempo adecuado para realizar el trabajo con seguridad. No se apresure ni tome atajos.

Ergonomía

Espalda - Doblando y Girando

- Evite doblar su cintura hacia delante más de 45.
- Evite trabajar con su espalda girada con cargas de más de 23 kg [50 lb].

Rodilla

- Evite doblar sus rodillas más de 90.
- Evite arrodillarse por más de 4 horas al día.

Levantando y Bajando

- Siéntese para levantar partes.
- Mantenga las cargas cerca del cuerpo cuando levante o transporte.
- Use un ascensor o un dispositivo de elevación si el objeto es de más de 23 kg [50 lb].

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Jalando o Empujando

- Jale con sus brazos.
- Empuje con sus piernas.
- Evite ejercer más fuerza de la necesaria.
- Evite mover carga(s) pesada muy rápidamente.

Herramientas y Equipo

Selección

- Seleccione la herramienta o equipo correctos para realizar la tarea.

Condición

- Confirme que la herramienta o equipo no tengan defectos antes de usarlos.
- Confirme que los dispositivos de seguridad estén en su lugar antes de usarlos.

Uso

- Use la herramienta o equipo como se indica.
- Siga las instrucciones del fabricante.

9. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE)

Protección para Ojos, Cara y Cabeza

- Confirme que la protección para ojos, cara, o cabeza que usted planea usar son adecuadas para realizar la tarea a la mano.

Protección para los Pies

- Confirme que la protección para los pies que usted planea usar es adecuada para realizar la tarea a la mano en el ambiente actual.

Protección contra Caídas

- Se deberá usar protección contra caídas si usted trabaja a más de 1.2 m [4 ft] por encima del piso.
- Use protección contra caídas si usted ha sido capacitado apropiadamente para hacerlo así. Si usted no está capacitado para usar protección contra caídas, permita que alguien que haya recibido la capacitación apropiada realice la tarea.

Protección para las Manos

- Evite exponer las manos a cortadas o quemaduras mientras realiza la tarea.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Confirme que se estén usando los guantes apropiados para la tarea a la mano. Los ejemplos son resistentes al corte, resistentes a químicos, resistentes a choque eléctrico, arco eléctrico, soldadura, etc.

Protección Auditiva

- Se deberá usar protección auditiva cuando se requiera o se recomiende.

Protección Corporal

- Las partes del cuerpo se deberán proteger de riesgos de trabajo.
- Evite el contacto con bordes afilados, superficies calientes, etc.

10. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

Capacitación

- Confirme si usted ha recibido capacitación para la tarea y de seguridad para el trabajo que se realiza.

Trabajando Solo

- Evite trabajar solo.
- Evite trabajar donde usted no pueda ser visto o escuchado por otra persona.
- Si usted debe trabajar solo, notifíquelo a otros de su ubicación y programe tiempos para registrarse.

Bloqueo y Etiquetado

- Bloquee o etiquete fuentes de energía antes de trabajar. Los ejemplos son componentes eléctricos, mecánicos, hidráulicos y neumáticos.

Barricadas y Advertencias

- Marque las áreas de trabajo elevadas con cinta o símbolos de barricada.
- Marque los riesgos de piso abierto con cinta, símbolos, o conos de barricada.

Espacio Confinado

- Confirme si se requiere permiso para ingreso a un espacio confinado.
- Si se requiere, confirme que el permiso esté al corriente, firmado y fechado correctamente.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Trabajo en Caliente

- Confirme que un extintor de incendios funcional esté disponible fácilmente.
- Mantenga una separación entre las fuentes de ignición y las fuentes de combustible.

Coloque Cuñas para Rueda

- Coloque cuñas para rueda en la llanta delantera o en la trasera de la unidad, antes de iniciar la tarea.

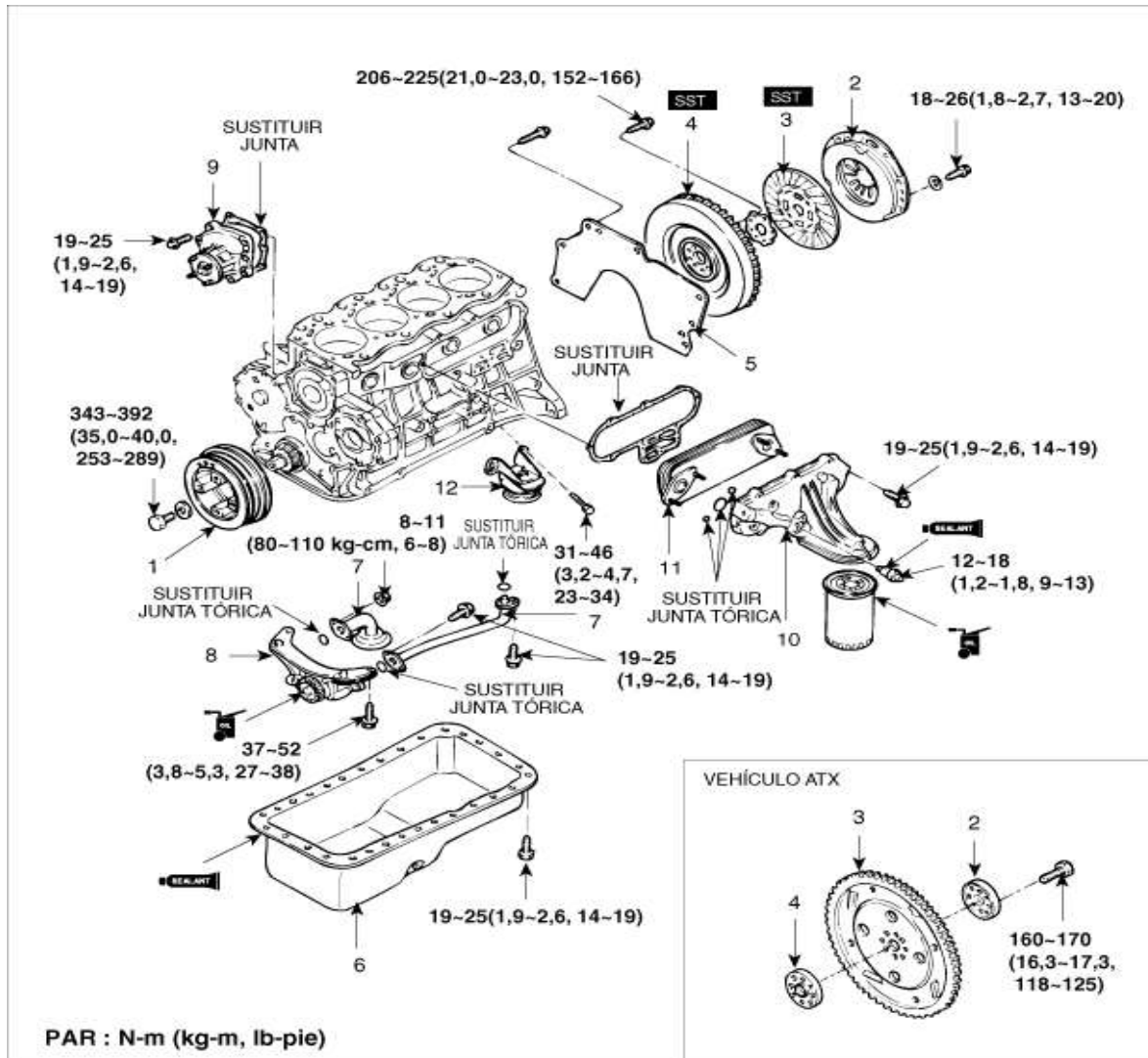
Limpeza (Las 5 S - Desechar o Segregar, Poner en Orden, Impecable, Estandarizar y Sustentar)

- Retire partes, extensiones eléctricas, mangueras para aire y líquidos del área de trabajo que puedan causar riesgos de tropezones, resbalones, o de caídas.

11. VOLANTE Y ENGRANAJE ÁRBOL DE LEVAS

12. COMPONENTES

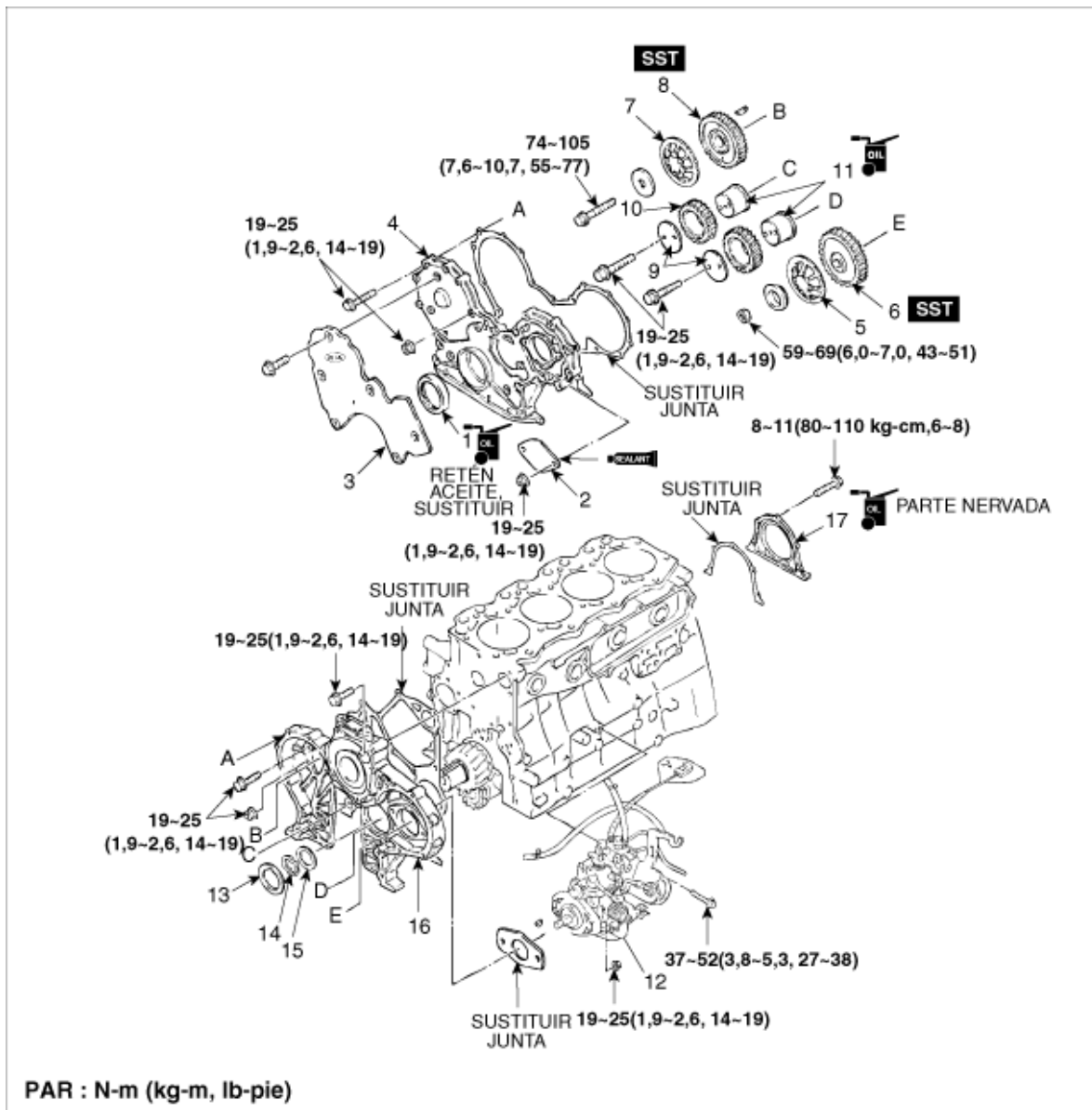
13. VOLANTE Y CÁRTER DE ACEITE



1. Polea del cigüeñal
2. Cubierta del embrague (sólo MTX), placa de apoyo (sólo ATX)
3. Disco del embrague (sólo MTX), plato impulsor (sólo ATX)
4. Volante (sólo MTX), adaptador (sólo ATX)
5. Plato del extremo
6. Cártter de aceite

7. Filtro aceite y tubería
8. Bomba de aceite
9. Bomba de agua y junta
10. Filtro de aceite y junta
11. Refrigerador de aceite
12. Soportes del motor

14. CAJA DEL ENGRANAJE DE DISTRIBUCIÓN



- | | |
|--|--|
| 1. Retén de aceite delantero | 10. Engranaje intermedio |
| 2. Cubierta del engranaje de la bomba de inyección | 11. Eje ahusado |
| 3. Placa de la junta | 12. Bomba de inyección de combustible |
| 4. Tapa del engranaje de avance | 13. Deflector aceite |
| 5. Engranaje de fricción | 14. Muelle del engranaje de fricción |
| 6. Engranaje de la bomba de inyección | 15. Engranaje de fricción |
| 7. Engranaje de fricción | 16. Caja del engranaje de distribución |
| 8. Engranaje del árbol de levas | 17. Retén de aceite trasero |
| 9. Placa empuje | |

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

15. DESMONTAJE

16. VOLANTE

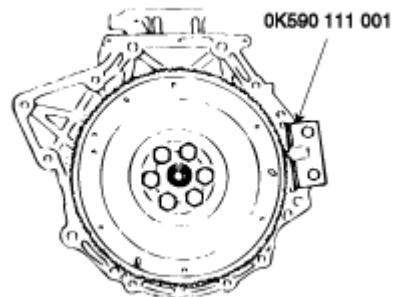
1. Polea del cigüeñal, cubierta del embrague

- (1) Sostenga el volante con el SST.
- (2) Quitar la polea del cigüeñal.
- (3) Quite la cubierta del embrague aflojando los tornillos en dos o tres pasos.



2. Volante

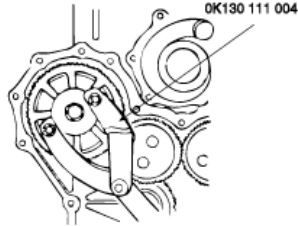
- (1) Instale el SST al volante de la transmisión por corredera para que no pueda girar. Sostenga el volante con el SST.
- (2) Afloje el tornillo de sujeción del volante en dos o tres pasos.



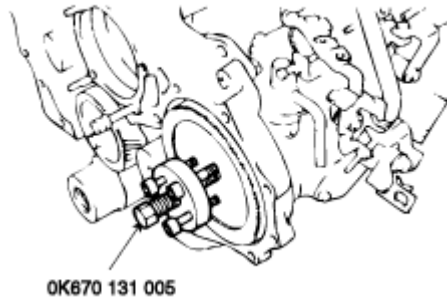
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

17. ENGRANAJE DEL ÁRBOL DE LEVAS

1. Sostenga el engranaje del árbol de levas con el SST.



2. Desmonte la tuerca de fijación del engranaje de la bomba de inyección.
3. Quite el engranaje de la bomba de inyección usando el SST como se muestra en la figura.

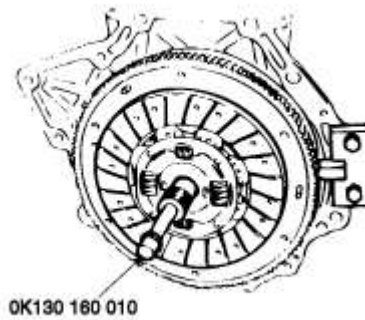


4. Quite el engranaje del árbol de levas y el engranaje intermedio.

. MONTAJE

18. VOLANTE

1. Disco del embrague, cubierta del embrague.
Alinee el centro del disco del embrague usando el SST.

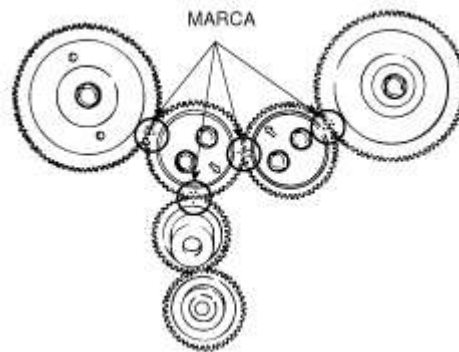


19. ENGRANAJE DE DISTRIBUCIÓN

AVISO

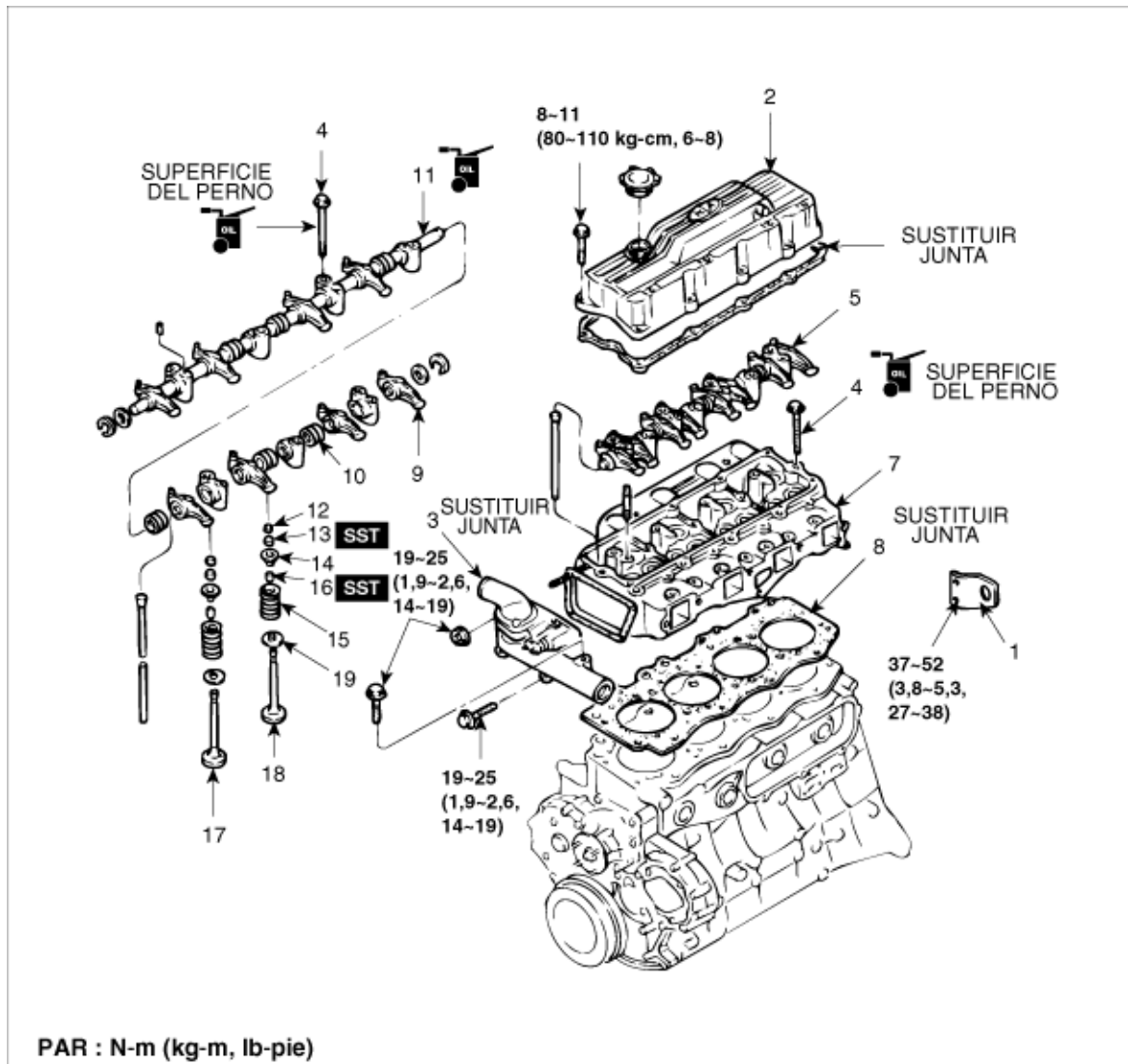
Instale el engranaje de distribución para que su marca pueda alinearse con BTDC 30°.

1. Instale todos los engranajes alineando las marcas de correspondencia de los engranajes como se muestra en la figura.



20. CABEZA DE CILINDROS

21. COMPONENTES

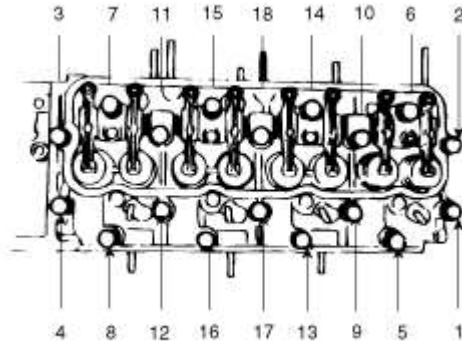


- | | |
|---|---|
| 1. Soporte motor | 11. Eje del balancín |
| 2. Tapa culata | 12. Tapón de la válvula |
| 3. Caja térmica y junta | 13. Pasador de la válvula |
| 4. Perno de la culata | 14. Asiento superior del muelle de la válvula |
| 5. Conjunto de balancines y eje de balancines | 15. Muelle de válvula |
| 6. Varilla impulsora | 16. Junta de la válvula |
| 7. Culata | 17. Válvula de admisión |
| 8. Junta de la culata | 18. Válvula de escape |
| 9. Balancín | 19. Asiento inferior del muelle de la válvula |
| 10. Muelle del balancín | |

22. DESMONTAJE

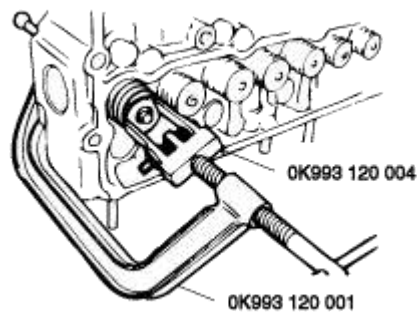
1. Perno de la culata

Afloje los pernos de la culata dos o tres pasos en el orden numerado que se muestra en la figura.



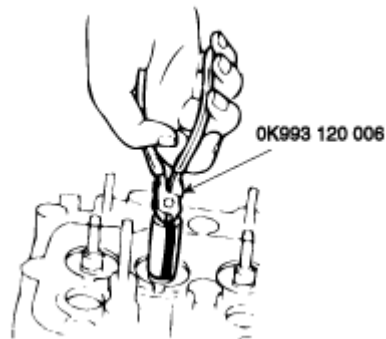
2. Pasador de la válvula

Quite el pasador de la válvula usando el SST como se muestra en la figura.



3. Junta de la válvula

Extraiga la junta de la válvula con el SST.



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

MONTAJE

1. Junta de la válvula

Presione la junta de la válvula usando el SST como se muestra en la figura.



2. Perno de la culata

AVISO

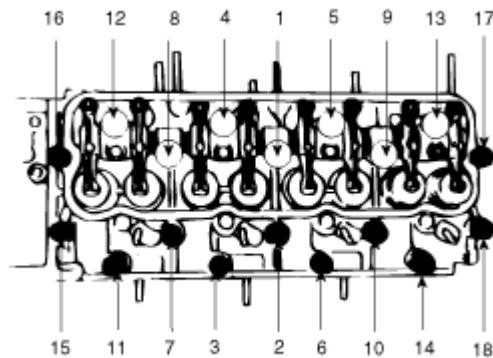
"●" La señal "O1" en la figura quiere decir perno corto, la señal "O", perno largo.

PRECAUCIÓN

Mida la longitud del perno de la culata, cámbielo si es necesario

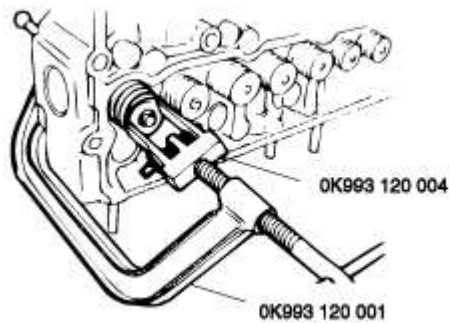
Perno largo: 158mm (6,22 pulg.)

Perno corto: 123mm (4,84 pulg.)



- (1) Aplique aceite del motor a la superficie y la rosca del perno de la culata, colóquelo en la culata.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



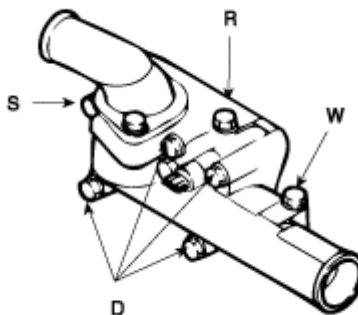
- (2) Apriete los pernos de la culata con 45~60N·m (4,5~6,0kg-m, 33~43lb-pie) del par de apriete, en el orden que muestra la figura (primer apriete temporal).
- (3) Apriete mientras gira 90° (2 apriete).
- (4) Apriete mientras gira 90° (3 apriete).

3. Pasador de la válvula

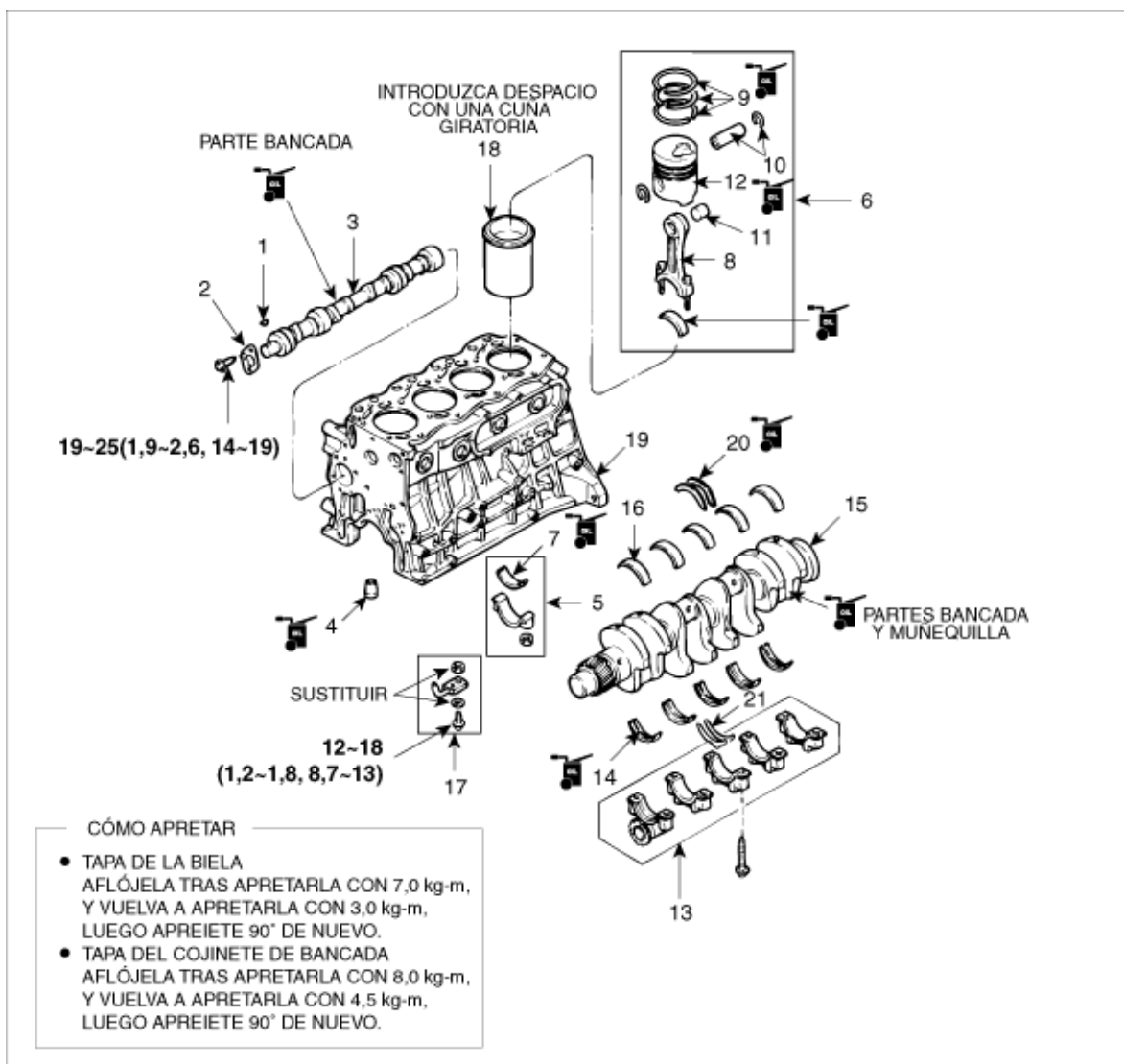
- (1) Comprima el muelle usando el SST para instalar el pasador de la válvula.
- (2) Compruebe si el pasador está bien alojando golpeando el extremo del vástago de la válvula con un martillo de plástico.

4. Alojamiento de salida de agua

Tras apretar temporalmente la caja térmica a la culata usando el perno "D" y la tuerca "S", apretar completamente "R" y "W", y luego "D" y "S". Par de apriete :
D, R, S, W : 19~25N·m, (1,9~2,6kg-m, 14~19lb-pie)



24. BLOCK DE CILINDROS



- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Chaveta Woodruff | 12. Pistón |
| 2. Placa de empuje del árbol de levas | 13. Tapa del cojinete principal |
| 3. Árbol de levas | 14. Bancada inferior (sin orificio) |
| 4. Botador | 15. Cigüeñal |
| 5. Tapa de biela | 16. Bancada superior (con orificio) |
| 6. Conjunto de biela y pistón | 17. Inyector de refrigeración del pistón |
| 7. Rodamiento de la biela | 18. Camisa del cilindro |
| 8. Biela | 19. Bloque |
| 9. Segmento | 20. Metal de empuje superior |
| 10. Aro elástico y bulón del pistón | 21. Arandela inferior metálica |
| 11. Casquillo de la biela | |

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

25. DESMONTAJE

1. Conectar la biela y la tapa

Antes de desmontar la biela, limpie el cojinete, la biela el pasador y compruebe lo siguiente.

- La holgura de la conexión en el lado de la biela.
- La holgura de la muletilla de aceite

2. La tapa del cojinete principal

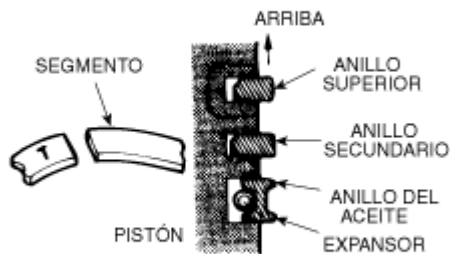
Antes de desmontar la tapa del cojinete principal, limpie el cojinete y la tapa de bancada y compruebe lo siguiente.

- Juego axial del cigüeñal.
- Holgura de aceite de la bancada.

26. MONTAJE

SEGMENTO DEL PISTÓN

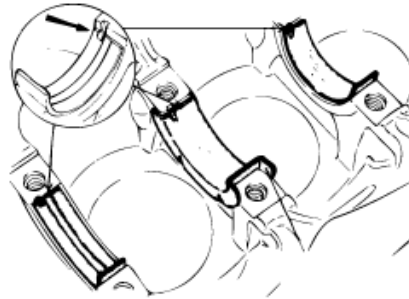
1. Monte en orden el expansor del segmento de aceite, el segmento de aceite, el segundo segmento y el segmento superior.



28. HOLGURA DE ACEITE Y JUEGO FINAL DEL COJINETE DEL MUÑÓN DE BANCADA

1. Limpie de cuerpos extraños o aceite la bancada y el cojinete.
2. Montar el cojinete de bancada superior en el bloque e cilindros

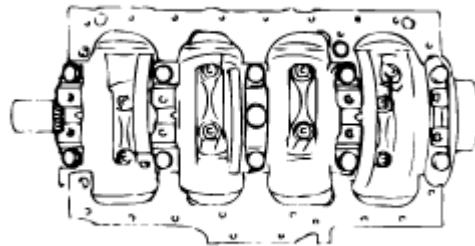
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



3. Alinee el cigüeñal y el bloque de cilindros.
4. Instale el medidor de plástico en la parte superior de la bancada en la dirección axial.
5. Afloje después de apretar con 78N·m (8,0kg-m, 58lbpie) y vuelva a apretar con 44N·m (4,5kg-m, 33lb-pie) luego apriete 90°~105° de nuevo.

⚠ PRECAUCIÓN

No haga girar el cigüeñal mientras mide la holgura del aceite.



6. Quite la tapa de la bancada y mida con el medidor de plástico cada muñón.
Si la holgura del aceite excede el valor máximo, rectifique el cigüeñal y use labancada rebajada.

Holgura de aceite

N 1, 2, 4, 5: 0,038~0,071mm (0,0015~0,0028 pulg.)

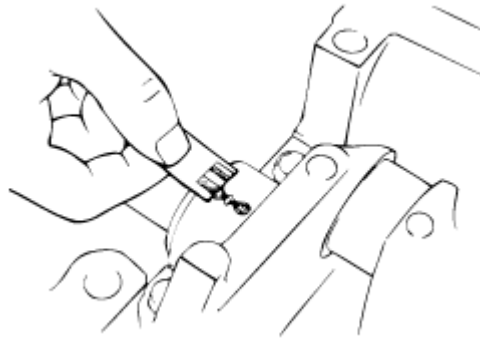
N 3: 0,060~0,093mm (0,0024~0,0037 pulg.)

Límite :

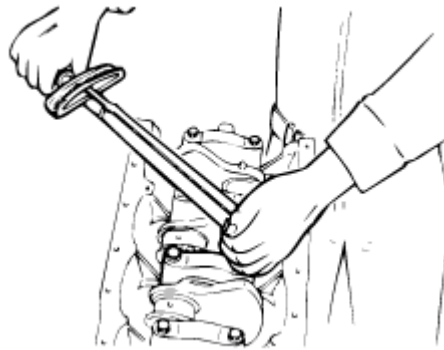
N 1, 2, 4, 5: 0,11mm (0,0043 pulg.)

N 3: 0,15mm (0,0059 pulg.)

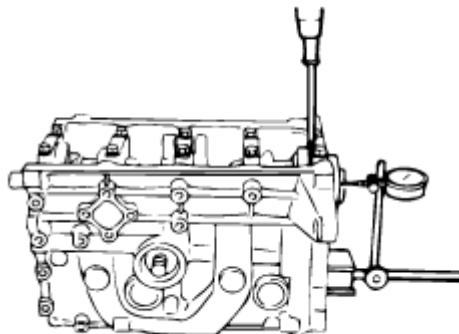
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



7. Aplique una cantidad libre de aceite a la bancada, al rodamiento de empuje y al muñón de bancada.
8. Afloje después de apretar con $78\text{N}\cdot\text{m}$ (8,0kg-m, 58lbpie) y vuelva a apretar con $44\text{N}\cdot\text{m}$ (4,5kg-m, 33lb-pie) luego apriete 90 de nuevo.



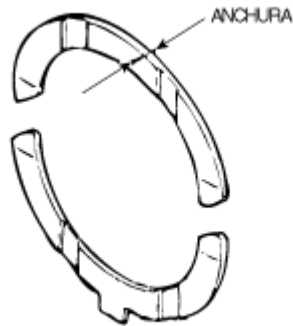
9. Verifique el juego axial del cigüeñal.
 Juego axial: $0,14\sim 0,30\text{mm}$ (0,0055~0,0118 pulg.)
 Máximo: $0,32\text{mm}$ (0,0125 pulg.)



10. Si el juego final excede el valor máximo, rectifique el cigüeñal y use un rodamiento de empuje sobredimensionado, o sustituya el cigüeñal y el rodamiento de empuje.

29. ANCHO DEL RODAMIENTO DE EMPUJE

SOBREDIMENSIONADO	ESPECIFICACIÓN MM (PULG.)
Estándar	2,320~2,325 (0,0913~0,0915)
0,25	2,445~2,450 (0,0962~0,0964)
0,50	2,570~2,575 (0,1012~0,1014)
0,75	2,695~2,700 (0,1061~0,1063)

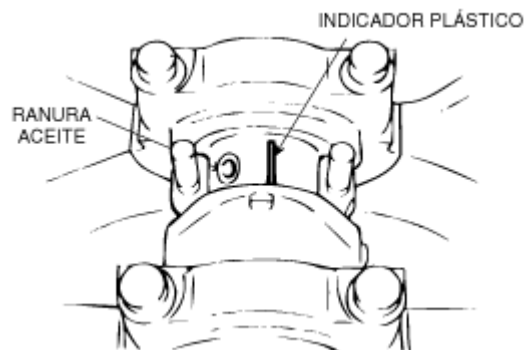


30. HOLGURA DE ACEITE EN EL PASADOR DEL CIGÜEÑAL / HOLGURA EN EL LADO DE LA BIELA

1. Ponga un trozo de plastigage en el cigüeñal, en el muñón de la biela

⚠ PRECAUCIÓN

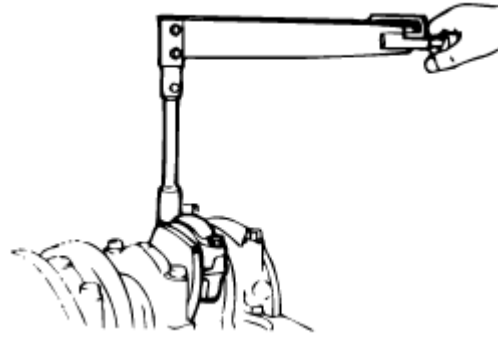
No haga girar el cigüeñal mientras mide la holgura del aceite.



2. Limpie de suciedad o cuerpos extraños la superficie de contacto del cojinete de la biela y de la tapa de ésta.
3. Instale el cojinete y la tapa de la biela, alineando las marcas de correspondencia de la biela con las de la tapa.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. Apretar la tuerca de la tapa de la biela como sigue.
- (1) Aplique aceite del motor a la rosca de la biela y a la superficie de la tuerca de fijación, y apriete a 69N·m (7,0kg-m, 51lb-pie), luego aflójela.
 - (2) Vuelva a apretar con 44N·m (4,5kg-m, 33lb-pie) luego apriete 90 ~105 de nuevo.

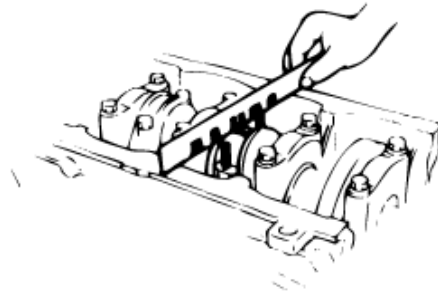


5. Mida la holgura del aceite con el medidor de plástico tras montar la tapa de la biela.

Estándar: 0,036~0,067mm (0,0014~0,0026 pulg.)

Límite: 0,10mm (0,0039 pulg.)

Si sobrepasa el valor límite, sustituya el cojinete o use un cojinete reducido tras rectificar la muletilla del cigüeñal.

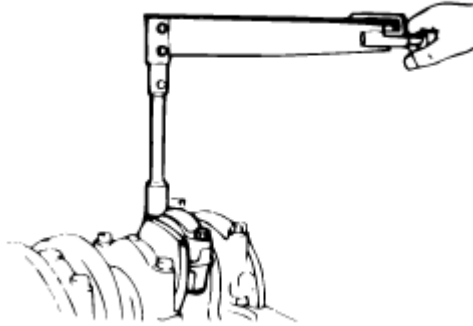


TAMAÑO DEL COJINETE	LÍMITE DE RECTIFICACIÓN DE LA MUÑEQUILLA DEL CIGÜEÑAL MM (PULG.)
Estándar	57,106~57,124 (2,2483~2,2490)
0,25 de reducción	56,856~56,874 (2,2384~2,2391)
0,50 de reducción	56,606~56,624 (2,2286~2,2293)
0,75 de reducción	56,356~56,374 (2,2187~2,2194)

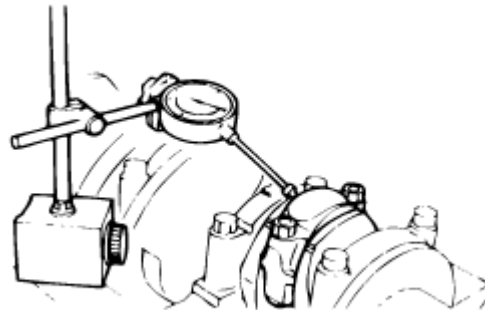
6. Apretar los soportes de la tapa de la biela.
- (1) Aplique aceite del motor a la superficie lubricada de la muletilla del cigüeñal y el cojinete de la biela
 - (2) Instale la tapa de la biela, alineando las marcas de correspondencia de la tapa y la biela.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- (3) Orden de apriete de las tuercas de la tapa de la biela.
 Aplique aceite del motor a la rosca de la biela apretando el perno y la tuerca, y apriete a $69\text{N}\cdot\text{m}$ (7,0kg-m, 51lb-pie), luego aflójela. Vuelva a apretar con $29\text{N}\cdot\text{m}$ (3,0kg-m, 22lb-pie) luego apriete $90^\circ\sim 105^\circ$ de nuevo.



7. Instale un medidor.
 8. Mida la holgura del lado mientras mueve la biela atrás y adelante.
 Estándar: $0,239\sim 0,390\text{mm}$ (0,0094~0,0153 pulg.)
 Límite: $0,35\text{mm}$ (0,0138 pulg.)
 Si excede el valor límite, sustituya la biela y la tapa.



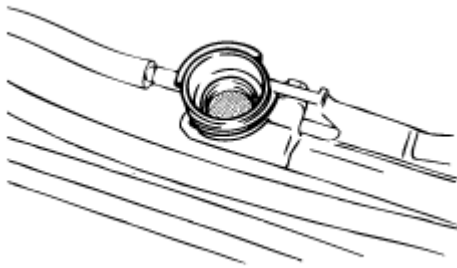
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

31. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

32. GENERALIDADES

33. NIVEL Y ESTADO DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE

1. Compruebe si el nivel de refrigerante está cerca del cuello de llenado del radiador.
2. Compruebe si el nivel se encuentra entre FULL (lleno) y LOW (bajo) del depósito de reserva. Añada refrigerante si es necesario.
3. Compruebe si hay corrosión o capas de óxido en el tapón del radiador y en el cuello de llenado del radiador.
4. Inspeccione si hay aceite en el depósito de reserva o en el cuello de llenado del radiador. Si encuentra aceite en alguno de estos sitios, posiblemente hay una fuga en la junta de culata.
5. Inspeccione si hay fugas de refrigerante en el radiador, si fuera necesario, repare o sustituya el radiador.



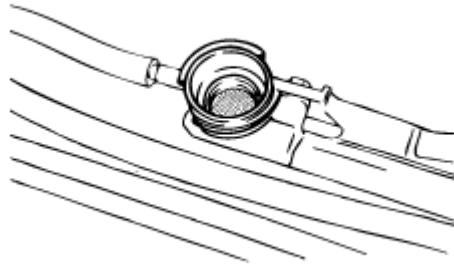
34. SUSTITUCIÓN DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR

⚠ ADVERTENCIA

- No abra la tapa del radiador con el motor aún caliente.
- Al abrir el tapón del radiador, envuélvalo con un paño de tela gruesa.
- Vacíe el refrigerante caliente con cuidado.

1. Quitar el tapón del radiador y aflojar el tapón de vaciado.
2. Vacíe el líquido en un contenedor apropiado.
3. Apriete el tapón de vaciado.
4. Añada una cantidad suficiente de solución anticongelante (glicol-etileno) y refrigerante.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



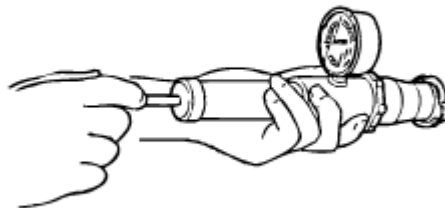
Capacidad de refrigerante :
Sin calentador:8,5 L (8,98qt)
Con calentador:9,5 L (10,04qt)

5. Añada refrigerante hasta el cuello de llenado del radiador mientras el motor funciona al ralentí.
6. Quitar la tapa del radiador.

. INSPECCIÓN

. VÁLVULA DE LA TAPA DEL RADIADOR

1. Limpie de cuerpos extraños el espacio entre la válvula de la tapa del radiador y el asiento de la válvula.



2. Acople el probador de la tapa del radiador a ésta, y aplique una presión gradual de 74~103kpa(0,75~1,05kg/cm², 11~15psi)
3. Espere unos 10 segundos. Compruebe que la presión indicada no ha descendido. Sustituya la tapa del radiador si deja de haber presión.

37. VÁLVULA DE PRESIÓN DEL RADIADOR

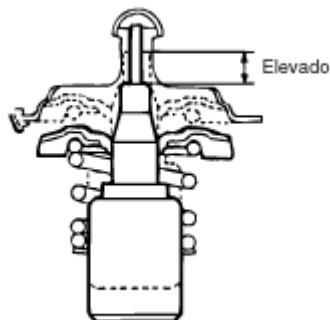
1. Empuje la válvula de presión negativa para abrirla, y compruebe si se cierra del todo cuando la suelta.
2. Compruebe si hay daños en las superficies de contacto y si hay grietas o deformación en el precinto.
3. Sustituya la tapa si es necesario.



38. TERMOSTATO

1. Compruebe visualmente la hermeticidad de la válvula del termostato
2. Ponga en agua el termostato y un termómetro.
3. Caliente gradualmente el agua y compruebe lo siguiente.

ELEMENTO	ESPECIFICACIONES
Temperatura de abertura inicial	80,5~83,5°C (176,9~182,3°F)
Temperatura de abertura total	95°C (203°F)
Elevación de abertura total	Por encima de 8,5mm (0,33 pulg.)



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

39. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

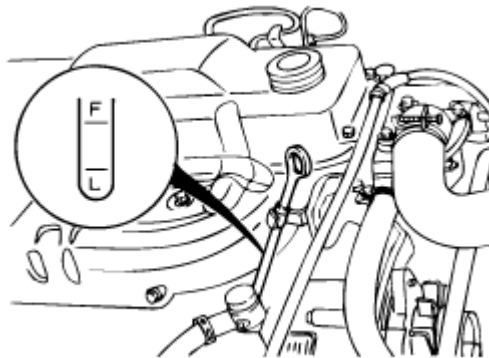
40. GENERALIDADES

41. INSPECCIÓN DEL ACEITE DEL MOTOR

1. Asegúrese de que el vehículo está a nivel del suelo.
2. Deje que el motor se caliente hasta que alcance la temperatura normal de régimen.
3. Detenga el motor y espere cinco minutos.
4. Compruebe el nivel de aceite del motor y su estado usando el medidor del nivel de aceite.
5. Llénelo o sustitúyalo si fuese necesario.

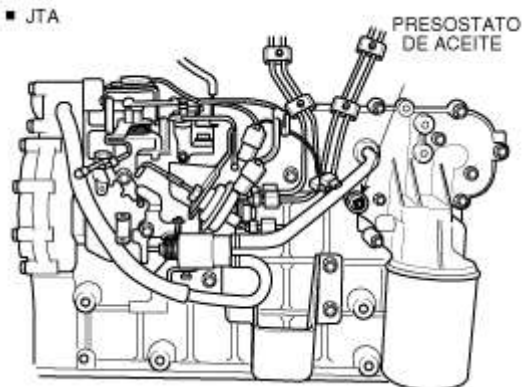
AVISO

Compruebe si la cantidad de aceite está entre las marcas "L" y "F" del medidor del nivel de aceite.



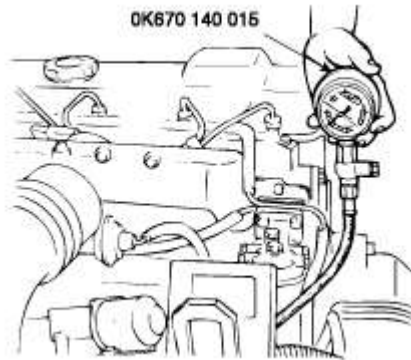
42. INSPECCIÓN DE LA PRESIÓN DEL ACEITE

1. Desmontar el interruptor de presión del aceite.



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

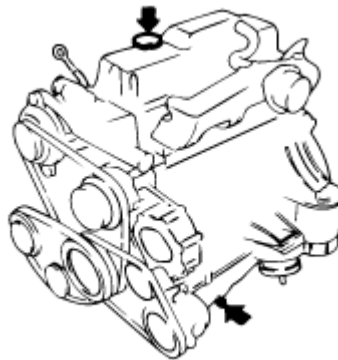
- Conecte el SST al orificio de fijación del interruptor de presión de aceite del bloque de cilindros.



- Deje que el motor se caliente hasta que alcance la temperatura normal de régimen
- Lea la lectura del medidor mientras mantiene el motor a 3000rpm.
Presión de aceite estándar : 352,8~431,2kpa (3,6~4,4 kg/cm², 51,15~62,52psi)
- Si la presión del aceite no es el estándar especificado, inspeccione cada parte y repárelas si es necesario.

43. CAMBIAR EL ACEITE DEL MOTOR

- Caliente el motor.
- Quite el tapón de llenado de aceite y el tapón de vaciado del cárter.
- Vacíe el líquido en un contenedor apropiado.



⚠ ADVERTENCIA

Ya que el aceite está caliente cuando el motor también lo está, espere un minuto y vacíe el aceite con cuidado.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. Instale una junta nueva y apriete el tapón de vaciado.

Par de apriete :

32~41N·m(3,2~4,2 kg-m, 23~30 lb-pie)

5. Añada el aceite especificado en el motor hasta alcanzar el nivel "F".



6. Coloque el tapón de llenado de aceite.

Capacidad del cárter de aceite: 5,7L

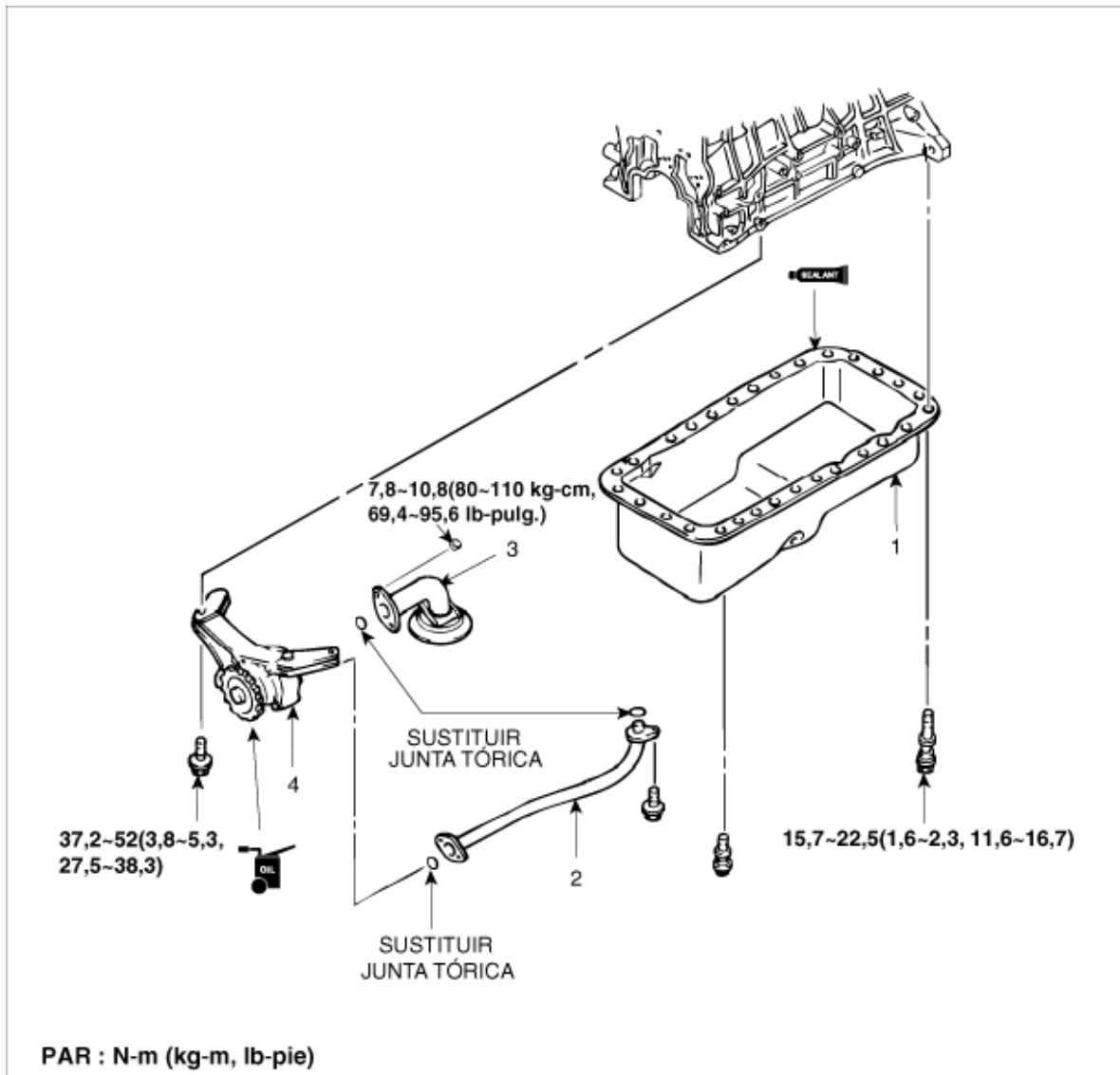
(6,0US qt, 5,0Imp qt) (J2)

6,2L(6,5US qt, 5,5Imp qt) (JT, JTA)

7. Compruebe el nivel de aceite una vez que arranque el motor.

44. COMPONENTES

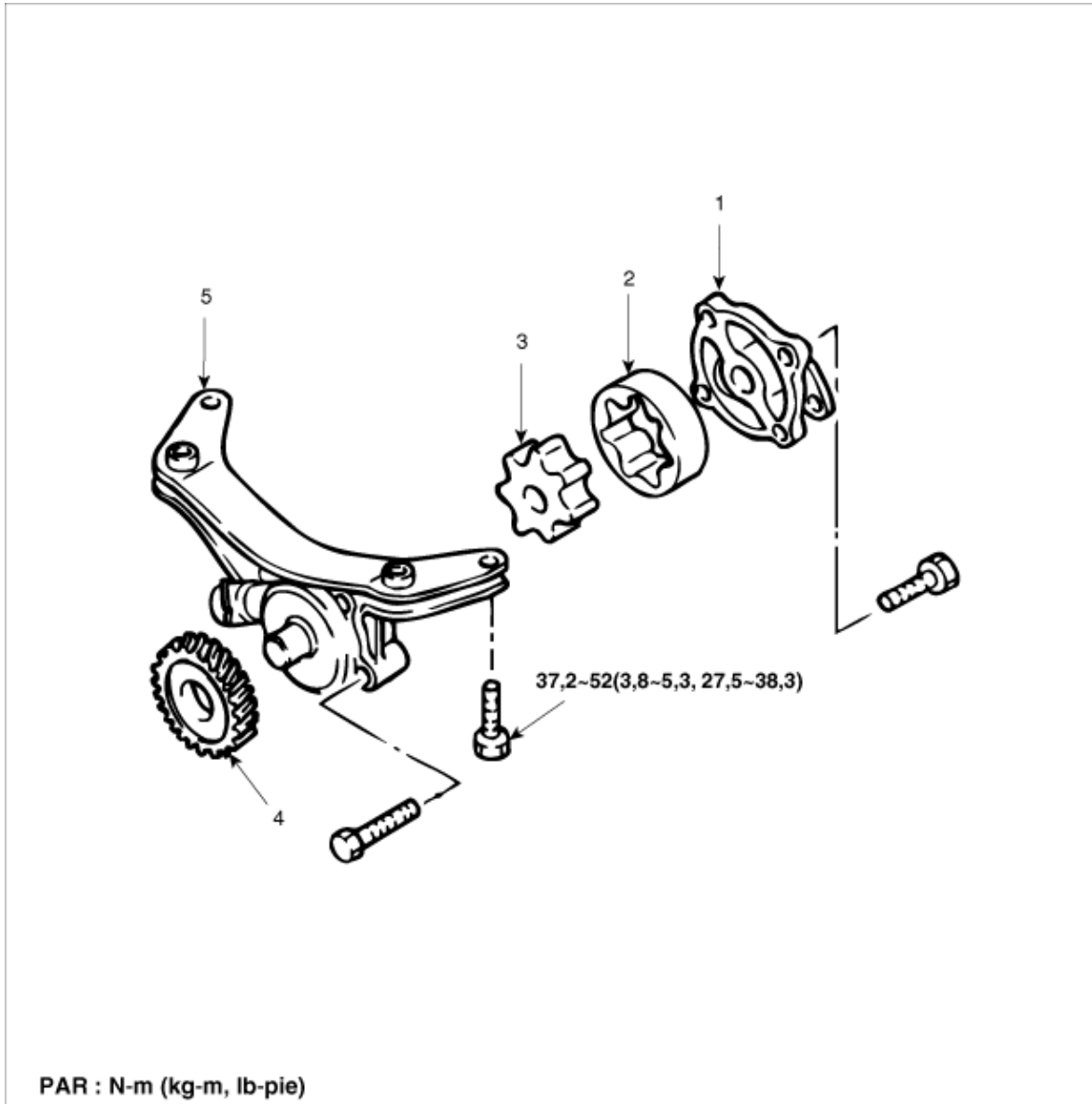
45. CÁRTER DE ACEITE



1. Cártter de aceite
2. Tubería aceite

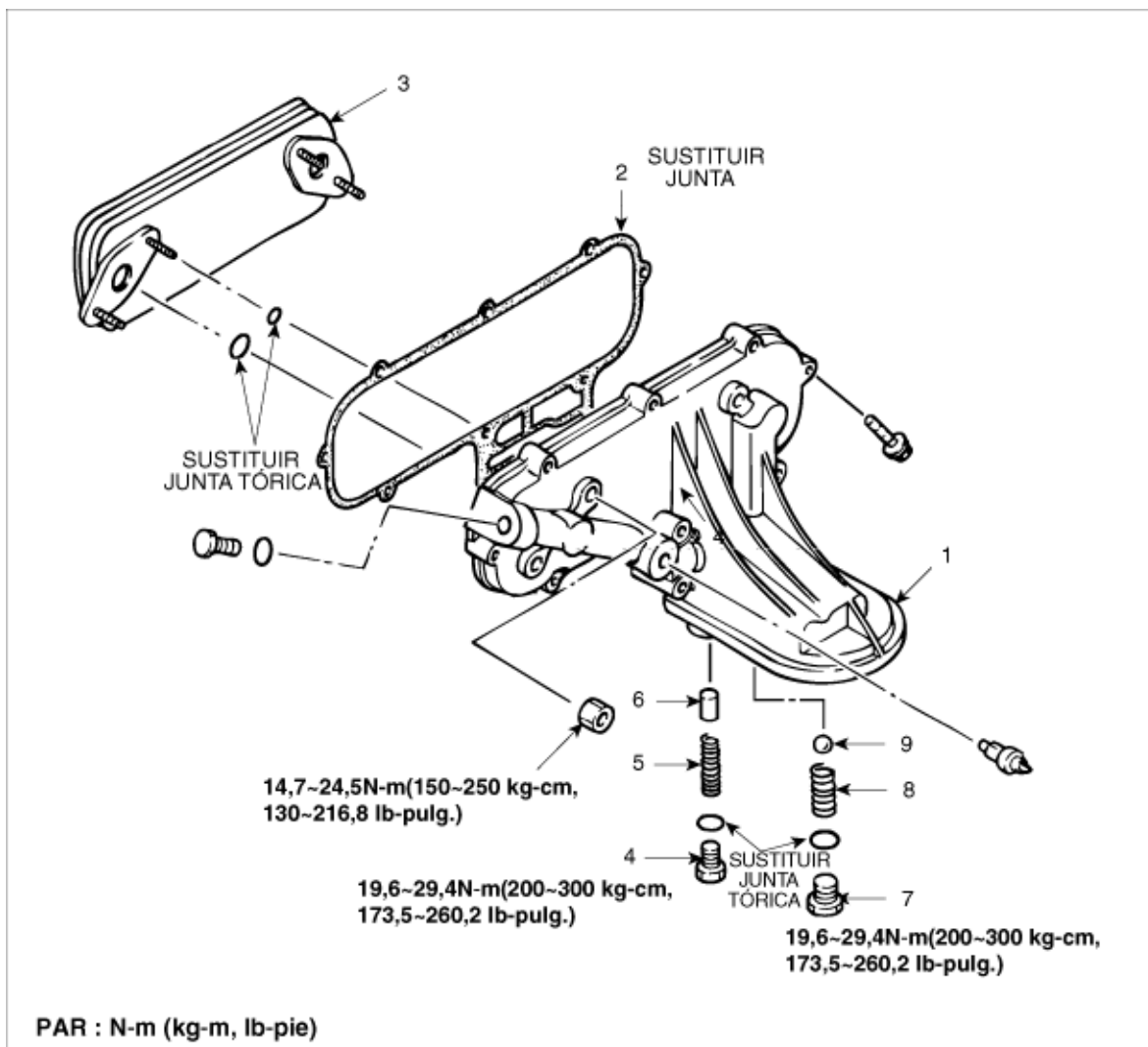
3. Filtro de aceite
4. Bomba de aceite

46. BOMBA DE ACEITE



- | | |
|---------------------|---|
| 1. Tapa de la bomba | 4. Engranaje conducido (usando presión) |
| 2. Rotor exterior | 5. Cuerpo de bomba |
| 3. Rotor interior | |

47. OIL COOLER



1. Cubierta refrigerador aceite
2. Junta
3. Refrigerador de aceite
4. Tapón
5. Muelle regulador

6. Émbolo
7. Tapón
8. Muelle de la válvula de descarga
9. Bola de acero

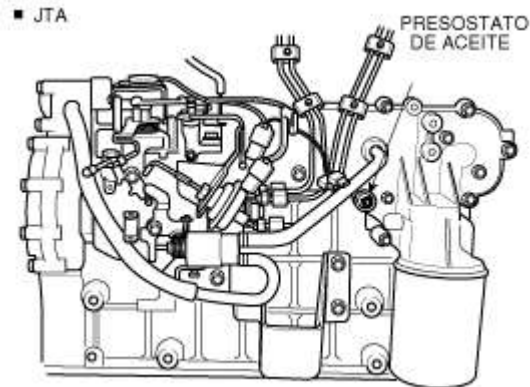
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

48. INSPECCIÓN

. PRESOSTATO DE ACEITE

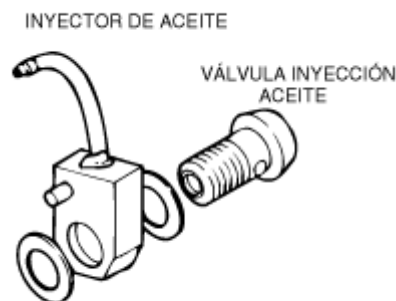
Active el encendido (sin arrancar) y compruebe que el testigo está encendido.

- 1.
2. Arranque el motor y compruebe si el testigo está desactivado.
 - El interruptor de presión del aceite está en posición normal si se enciende en el punto 1 y no se enciende en el punto N 2
 - Inspeccione el circuito eléctrico si no se enciende en el punto 1, reemplace el interruptor de presión de aceite si no encuentra ningún problema (consulte el diagrama del cableado eléctrico).
 - Mida la presión del aceite si se enciende en el punto 1 sin estar desactivado en el punto N 2, reemplace el interruptor de presión de aceite si la presión del aceite es normal.



50. INYECTOR DE ACEITE

1. Compruebe si el paso de aceite está obstruido.
2. Compruebe si el muelle de la válvula del inyector de aceite está dañado.



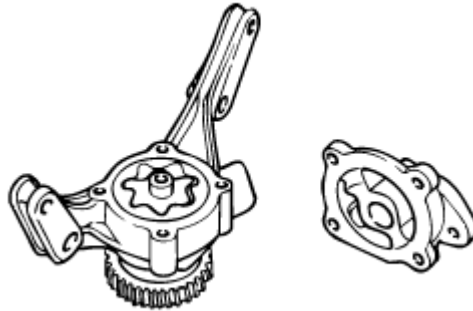
Presión de apertura de la válvula: 196kpa (2,0kg/cm², 28,4psi)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

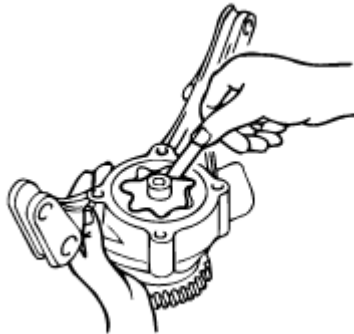
51. BOMBA DE ACEITE

Inspeccione los siguientes, y haga reparaciones si encuentra un problema.

1. Distorsión o daño del cuerpo o de la cubierta de la bomba.
2. Desgaste o daño de la válvula.
3. Desgaste o rotura del muelle de la válvula.

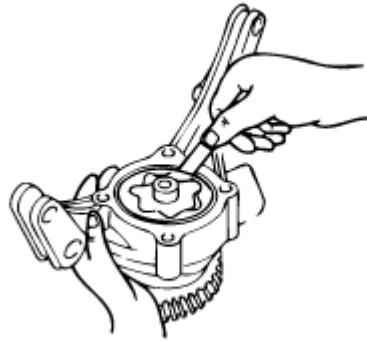


4. La holgura entre el rotor interno y el externo.
Estándar: 0,04~0,08mm(0,0016~0,0031pulg)
Límite: 0,10mm (0,0040pulg)

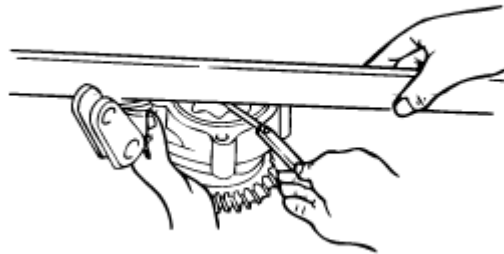


5. La holgura entre el rotor externo y el cuerpo de la bomba.
Estándar: 0,10~0,21mm(0,0040~0,0083pulg)
Límite: 0,25mm (0,0098pulg)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



6. La holgura entre el rotor externo y la tapa de la bomba.
 Estándar: 0,03~0,10mm(0,0012~0,0040pulg)
 Límite: 0,15mm (0,0059pulg)



52. REFRIGERADOR DE ACEITE

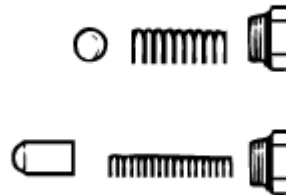
1. Inspeccione visualmente el núcleo para comprobar si hay obstrucciones o daños, reemplácelo si encuentra algún problema.



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. Control del pistón

- (1) Revise el control del pistón por si falla la conexión o hay desgaste
- (2) Revise si el muelle de control del pistón está en mal estado.



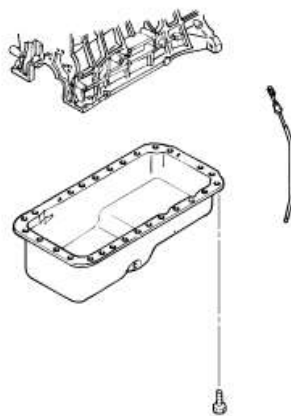
3. Válvula de descarga de aceite

- (1) Compruebe la bola de acero por si hay desgaste o algún daño.
- (2) Compruebe si la válvula de descarga está en mal estado.

53. EXTRACCIÓN

. CÁRTER DE ACEITE

1. Desconecte el cable negativo de la batería.
2. Vacíe el aceite del motor.
3. Retire la cubierta inferior.
4. Desmonte la manguera conectada a la bomba de vacío y al lado del cárter de aceite.
5. Desconecte el tubo del indicador del nivel de aceite de la manguera de goma
6. Desmontar el cárter de aceite.



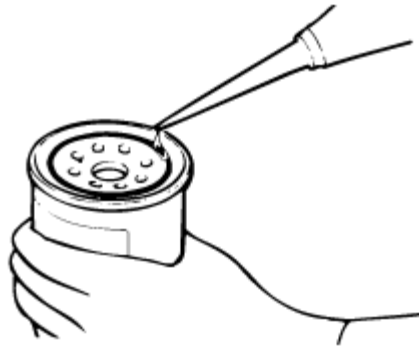
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

AVISO

- Limpie de suciedad y polvo el cárter de aceite.
- Compruebe si hay roturas en el cárter de aceite o daños en el anclaje del tapón de vaciado e inspeccione si hay daños en los orificios de los tornillos.
Repare o reemplace si es necesario.

55. FILTRO DE ACEITE

1. Quite el filtro de aceite usando la llave.
2. Aplique una pequeña cantidad de aceite de motor a la junta tórica del nuevo filtro de aceite.



⚠ PRECAUCIÓN

No utilice ninguna herramienta para apretarlo.

3. Apriete el filtro de aceite a mano.
Par de apriete :
21,6~24,5Nm (2,2~2,5kg-m, 15,9~18,1lb-pie)
4. Añada una cantidad específica de aceite de motor.
5. Arranque el motor y verifique que no haya pérdidas en el filtro.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

. CÁRTER DE ACEITE

1. Desmonte el antiguo sellante cuidadosamente del bloque de cilindros y el cárter de aceite.
2. Aplique una tira continua de sellante al cárter de aceite en el interior de las ranuras de los pernos y solape l
3. Apriete los pernos de fijación del cárter de aceite con el par especificado.



Par de apriete :
 15,7~22,5N·m (1,6~2,3kg-m, 11,6~16,7lb-pie)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

57. EQUIPO ELÉCTRICO

58. GUÍA DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS

59. SISTEMA DE CARGA

AVERÍA	CAUSA PROBABLE	ACCIÓN
El motor de arranque no se detiene	<ul style="list-style-type: none"> • Obstrucción del interruptor magnético 	Sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiencia en la bobina del interruptor magnético 	Sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía en el interruptor de encendido 	Sustituir
Fallo del motor	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía del calentador 	Sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Cables y contacto en malas condiciones 	Sustituir
La batería está descargada	<ul style="list-style-type: none"> • Correa trapezoidal floja 	Ajuste
	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de masa o insuficiencia en la bobina fija 	Sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de masa o insuficiencia en la bobina del rotor 	Sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Mal contacto entre el cepillo y el anillo elástico 	Limpie o sustituya
	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía del regulador IC 	Sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Fluido de batería insuficiente o incorrecto 	Rellene
	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía del electrodo de la batería 	Sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Mal contacto del terminal de la batería 	Limpie y vuelva a apretar
Batería cargada en exceso	<ul style="list-style-type: none"> • Demasiada carga eléctrica 	Observe la carga eléctrica
	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía del regulador IC 	Sustituir

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

60. SISTEMA DE ARRANQUE

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	ACCIÓN
El motor no arranca	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de batería insuficiente 	Tras comprobar las especificaciones Reparar o sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Cable de la batería flojo, corroído o desgastado 	Ajustar o reparar
	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía del interruptor del inhibidor (sólo ATX) 	Reparar o sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía de fusible y cables 	Reparar o sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía del motor de arranque 	Reparar o sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía en el presostato de aceite 	Reparar o sustituir
El motor de arranque gira con lentitud	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de batería insuficiente 	Tras comprobar las especificaciones Reparar o sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Cable de la batería flojo, corroído o desgastado 	Reparar o sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía del motor de arranque 	Reparar o sustituir
El motor de arranque gira continuamente	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía en el interruptor magnético 	Reparar o sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalía en el presostato de aceite 	Reparar o sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Cableado en corto 	Reparar
El motor de arranque gira - El motor no arranca	<ul style="list-style-type: none"> • Engranaje del piñón desgastado o anomalía en el motor de arranque 	Reparar o sustituir
	<ul style="list-style-type: none"> • Corona desgastada 	Sustituir

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

61. ESPECIFICACIONES

62. SISTEMA DE CARGA

ELEMENTOS		ESPECIFICACIONES
Batería	Voltaje	12V
	Tipo y capacidad (20Hr)	PT80-33HL (100AH)
Alternador	Tipo	AC
	Salida	12V-60A
	Tipo de regulador	Transistor (con regulador IC)
	Tensión de la correa de transmisión	Nueva
Usada		11~12mm (0,43~0,47 pulg.)

63. SISTEMA DE ARRANQUE

ELEMENTOS		ESPECIFICACIONES
Arranque	Tipo	Electro-magnético activado
	Voltaje	12V
	Salida	2,2Kw

64. COMPROBACIÓN EN EL VEHÍCULO

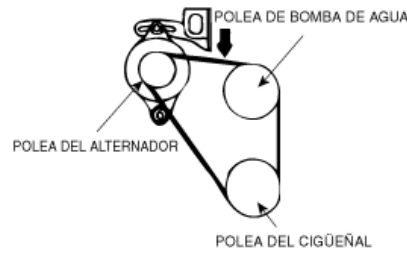
65. CORREA DE TRANSMISIÓN

1. Compruebe visualmente si la correa está desgastada, agrietada o floja y sustitúyala si es necesario.
2. Aplique una presión moderada (10 Kg, 98 N) a la parte central de la correa y compruebe la tensión, ajústela si es necesario.

Desviación (Correa de distribución del alternador)

TIPO DE CORREA	NUEVA	USADA
Alternador	9 ~ 11mm (0,35 ~ 0,43 pulg.)	11 ~ 12mm (0,43 ~ 0,47 pulg.)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



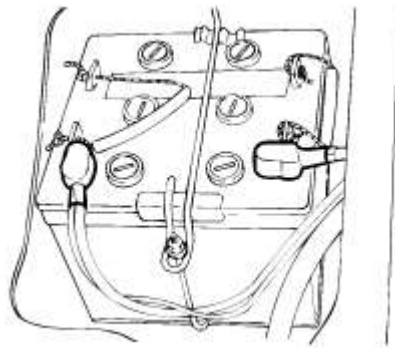
AVISO

- Las nuevas son las que han sido usadas en funcionamiento durante menos de 5 minutos.
- La inspección de desviación deberá hacerse cuando el motor esté frío o al menos 30 minutos después de haberlo detenido.

66. BATERÍA

67. CONEXIÓN

1. Compruebe si algún terminal está flojo.
2. Compruebe si el cable de la batería está corroído o dañado.
3. Inspeccione que el protector de goma cubra apropiadamente.
4. Limpie los terminales y aplíqueles grasa cuando los haya apretado.



68. NÍVEL DE ELECTRÓLITOS

1. Compruebe si el nivel de electrolitos se encuentra entre el máximo y el mínimo.
2. Añada agua destilada hasta el nivel máximo si es insuficiente.

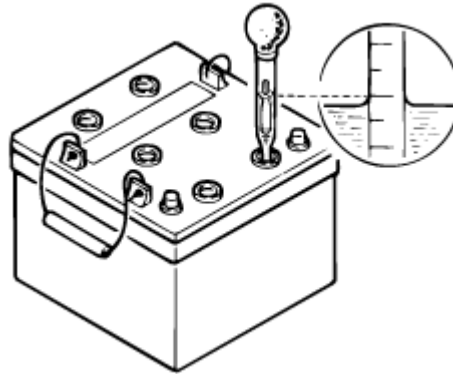
⚠ PRECAUCIÓN

- No sobrellene de agua destilada.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

69. DENSIDAD

1. Mida la densidad del electrolito con un densímetro.
Estándar : 1,280 (a 25°C, 77°F)



2. Si la densidad está por debajo del estándar, cambie la batería.

70. CARGA

BATERÍA	BATERÍA CARGA NORMAL	CARGA RÁPIDA
PT80-33HL	7 ~ 8A	40A

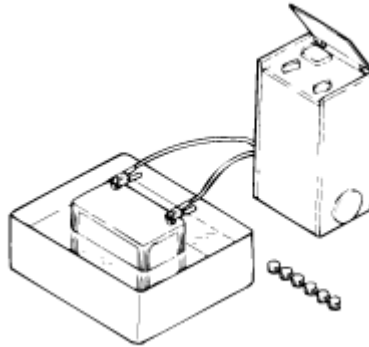
1. Cargue la batería consultando una tabla de temperatura vs densidad.

Carga rápida

Desmonte la batería del vehículo y haga una carga rápida tras retirar el tapón de cierre de ventilación.

⚠ PRECAUCIÓN

- Antes de inspeccionar o cargar la batería, apague todas las cargas eléctricas y detenga el motor.
- Quite primero el terminal negativo al desmontar, pero conecte primero el terminal positivo y luego el negativo al montar.
- Durante la carga rápida, ponga la batería en un contenedor lleno de agua para evitar que se sobrecaliente.



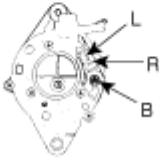
Carga normal

- 1) Detenga el motor.
- 2) Apague todas las cargas eléctricas.
- 3) Tras quitar el terminal negativo, haga una carga normal (7~8A).


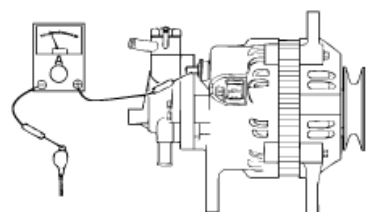
AVISO

- Añada agua destilada si es necesario cargarla.
- Si la densidad está por debajo del estándar, haga una carga normal.

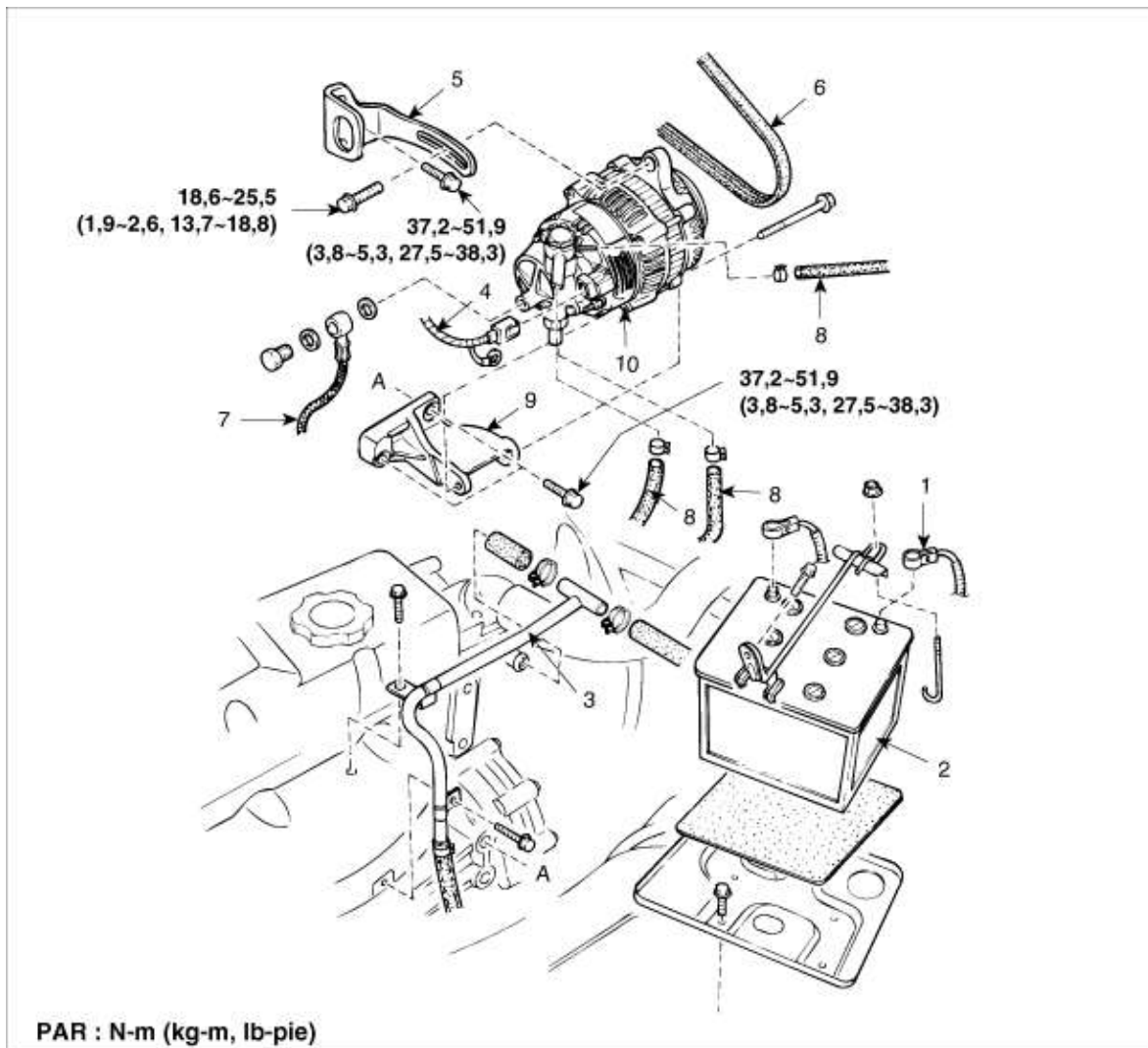
71. SISTEMA DE CARGA

PASO	INSPECCIÓN	ACCIONES													
1	Mida el voltaje de la batería. Estándar, Por encima de 12,4V	Sí	Vaya al paso siguiente												
		No	Compruebe la batería.												
2	Tras arrancar el motor, compruebe si el testigo se apaga.	Sí	Inspeccione el paso 4.												
		No	Vaya al paso siguiente.												
3	Compruebe si las terminales del alternador están normales. <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>Terminal</th> <th>Interruptor de enc. ON</th> <th>Ralentí (V)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B</td> <td>Aprox. 12V</td> <td>14,1~14,7</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>Aprox. 1V</td> <td>14,1~14,7</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>Aprox. 12V</td> <td>14,1~14,7</td> </tr> </tbody> </table> 	Terminal	Interruptor de enc. ON	Ralentí (V)	B	Aprox. 12V	14,1~14,7	L	Aprox. 1V	14,1~14,7	R	Aprox. 12V	14,1~14,7	Sí	Inspeccione la bombilla del testigo. Compruebe el cableado entre el terminal L y el testigo
		Terminal	Interruptor de enc. ON	Ralentí (V)											
B	Aprox. 12V	14,1~14,7													
L	Aprox. 1V	14,1~14,7													
R	Aprox. 12V	14,1~14,7													
No	Sustituya el alternador si no encontró problemas en el cableado.														
4	➤ Conecte un amperímetro (mín.100 A) entre el terminal B y el cableado. ➤ Apague todas las cargas eléctricas tras arrancar el motor.	Sí	El sistema de carga es normal.												
		No	Vaya al paso siguiente												

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

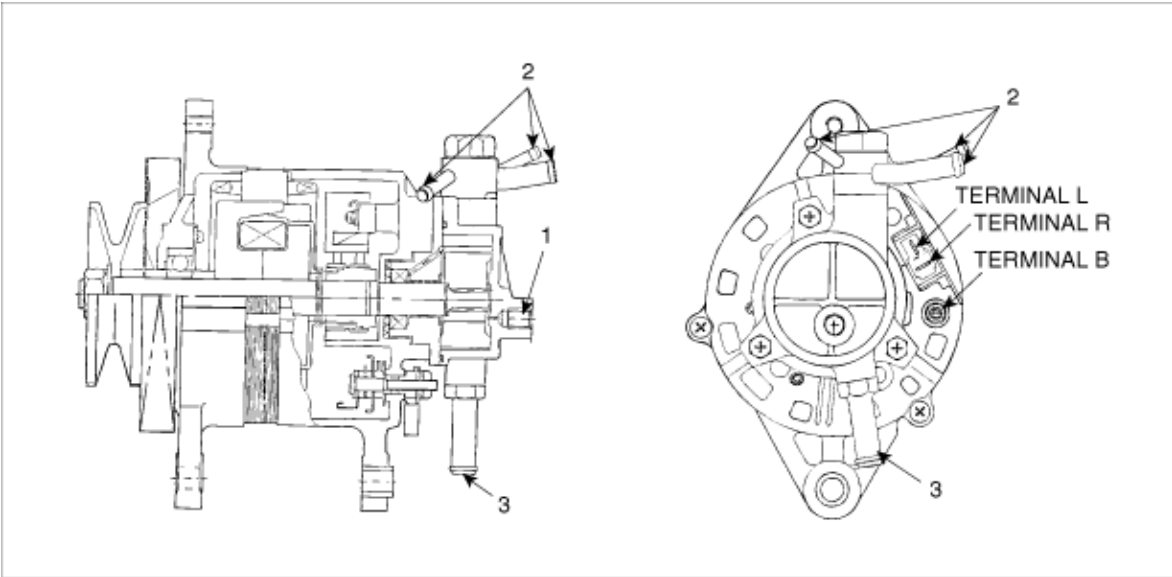
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantenga la velocidad del motor a 2500~3000 rpm. ➤ Compruebe si la corriente de salida aumenta cuando encienda la carga eléctrica. <p style="text-align: center;">  PRECAUCIÓN No conecte el terminal B a tierra. </p> 		
5	Compruebe si la desviación de la correa de distribución es normal.	Sí	Sustituya el alternador.
		No	Ajuste o sustituya la correa de distribución.

72. COMPONENTES



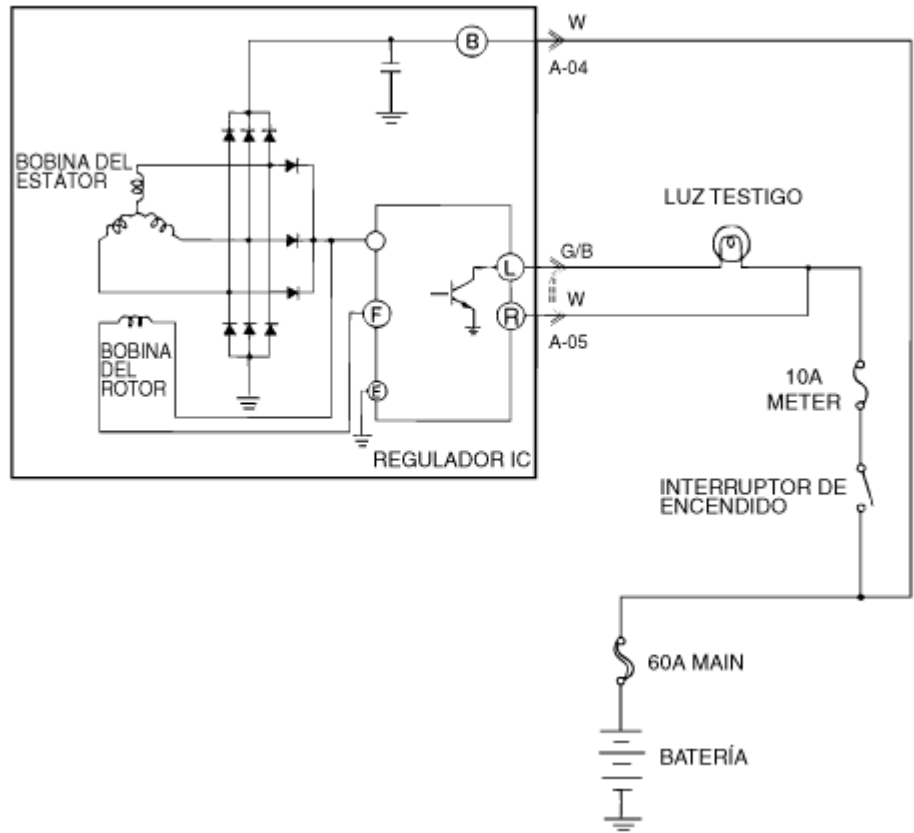
1. Terminal negativo de la batería
2. Batería
3. Conjunto de tubo de calefactor
4. Conector (terminales L, R y B)
5. Abrazadera del alternador

6. Correa de transmisión
7. Manguera de aceite
8. Tubo de vacío
9. Cojinete del alternador
10. Alternador

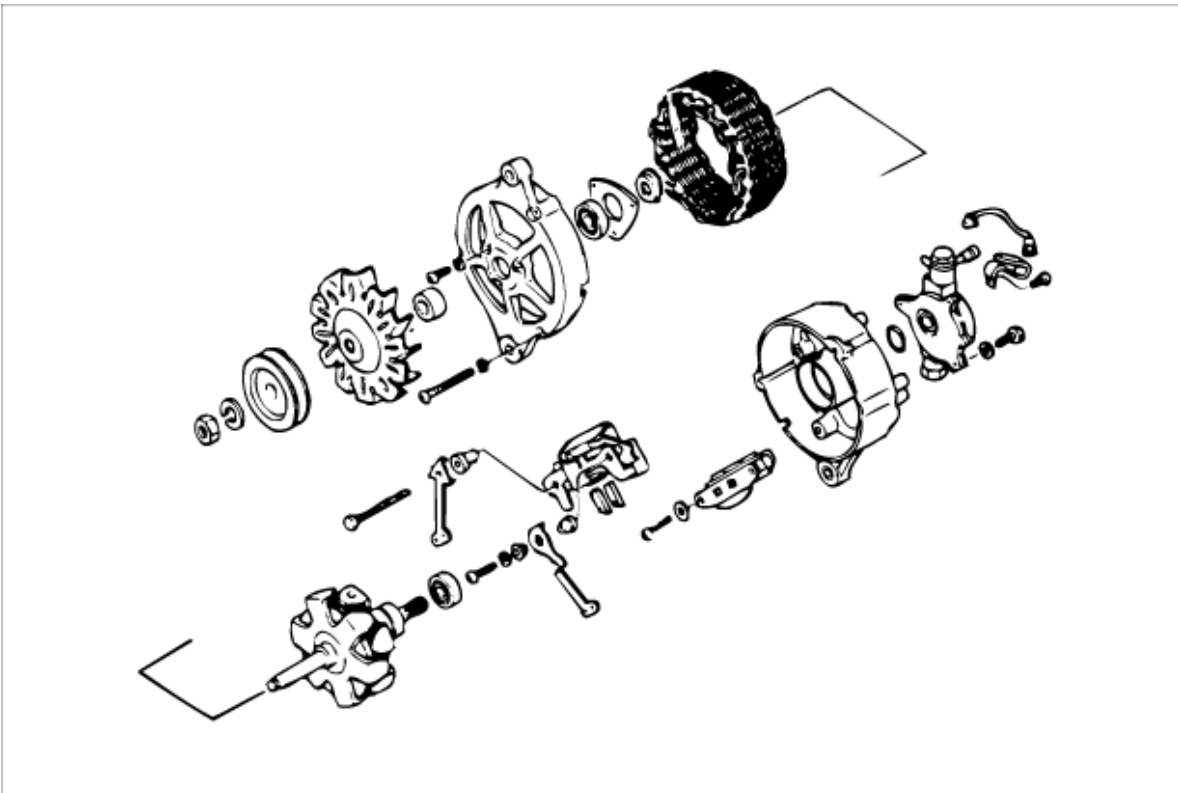


1. Entrada de aceite
2. Admisión de aire

3. Salida de aire



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

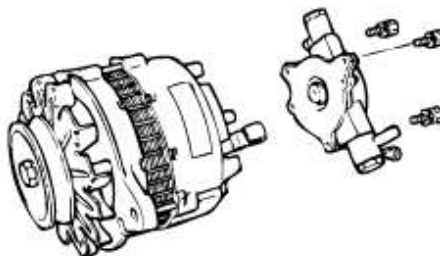


- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1. Soporte delantero | 5. Bobina del estátor |
| 2. Ventilador y polea | 6. Montura del cepillo |
| 3. Rotor | 7. Rectificador |
| 4. Tapa posterior | 8. Bomba de vacío |

73. DESMONTAJE

1. Bomba de vacío

Afloje los tornillos de instalación y desmonte la bomba de vacío.



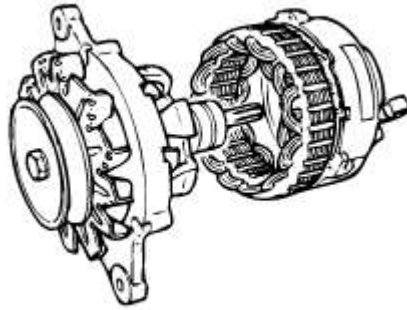
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. Soporte delantero y rotor

Inserte un destornillador (- entre el soporte delantero y la bobina del estator, luego sepárelos golpeando el destornillador con un martillo de plástico.

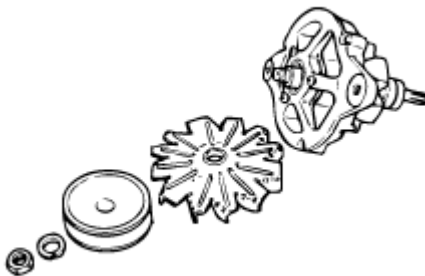
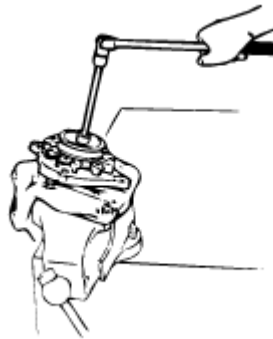
⚠ PRECAUCIÓN

No meta demasiado el destornillador. Podría dañar la bobina.



3. Tuerca de bloqueo

Sostenga el rotor usando una mordaza, afloje la tuerca de la polea.



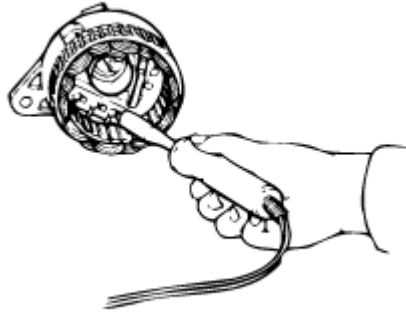
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. Estator

Desmonte el cable conductor del estator usando un soldador.

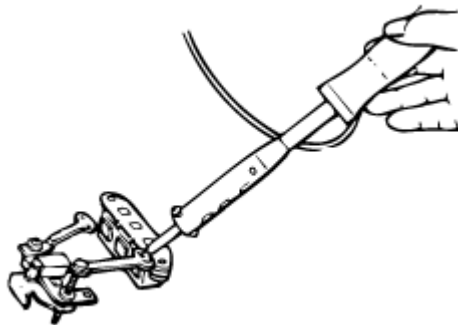
⚠ PRECAUCIÓN

No use el soldador durante más de 5 segundos.
El rectificador podría dañarse con el calor.



5. Porta escobillas y conjunto del regulador IC

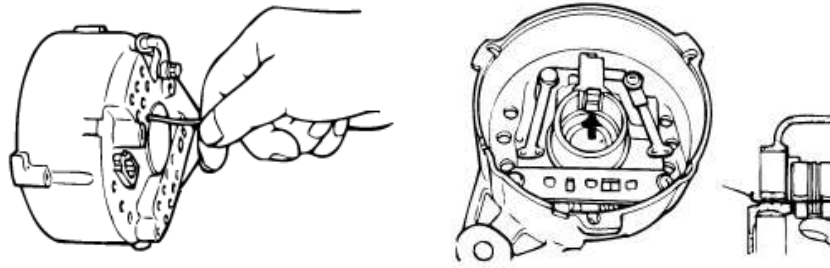
Usando un soldador, desmonte el porta escobillas y el conjunto del regulador IC del rectificador.



6. Escobilla

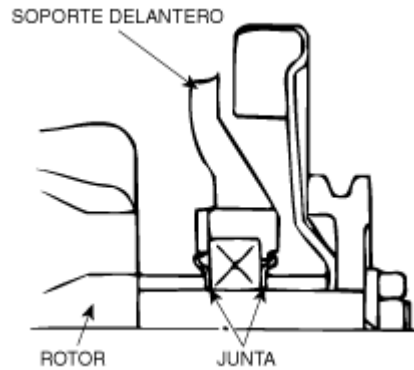
Cuando monte el rotor sobre el soporte trasero, introduzca el cable en la ranura del soporte trasero para poner la escobilla en la posición correcta.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



7. Junta de sellado

Ponga la junta de sellado en la parte delantera del soporte delantero.

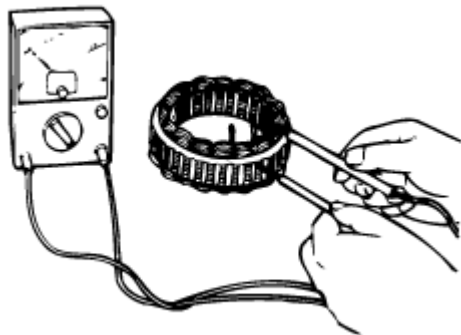


74. INSPECCIÓN

Compruebe las partes siguientes, sustituya o repare las que sea necesario.

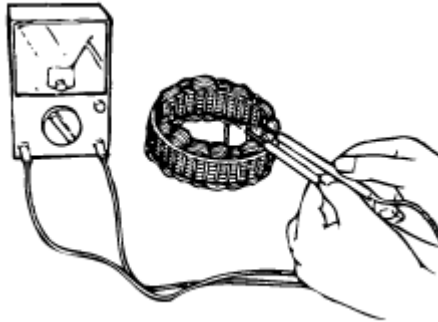
1. Estator

- Compruebe lamasa del núcleo y cada cable conductor usando un voltímetro. Si no hay ningún cable conectado a masa, será normal



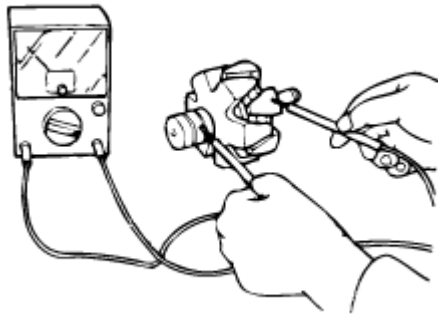
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Compruebe la conexión a masa de cada cable conductor usando un voltímetro será normal si no hay ningún cable conectado a masa

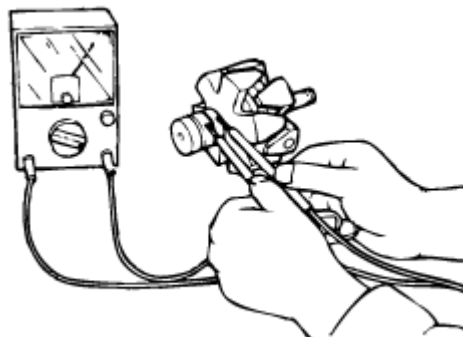


2. Rotor

- Compruebe la masa del núcleo y cada cable conductor usando un voltímetro. Si no hay ningún cable conectado a masa, será normal.



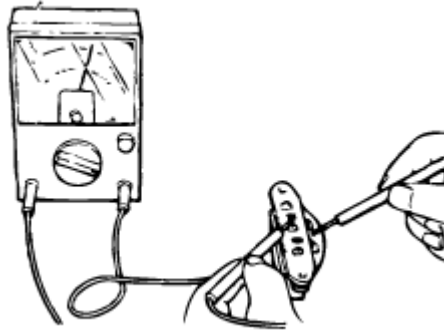
- Mida la resistencia de cada pista de las escobillas usando un ohmiómetro. Resistencia : 3~4Ω



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. Rectificador

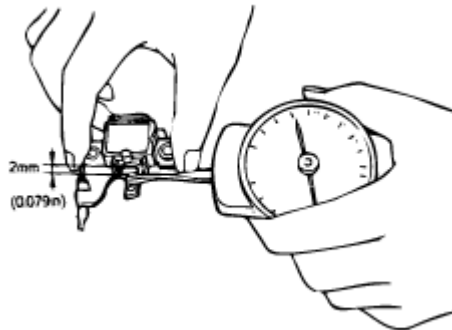
Compruebe el estado de la conexión del rectificador usando un voltímetro. Una de las resistencias debería ser alta y la otra, baja. Si ambas resistencias son bajas, indicará una insuficiencia en los cables. Por otra parte, si ambas resistencias son altas, indicará que hay cables rotos. En ambos casos, sustituya el rectificador.



4. Escobilla y muelle

- Compruebe la elasticidad del muelle de la escobilla. Usando un medidor de presión de muelles, mpuje la escobilla hasta que encaje 2mm (0,079 pulg.) desde el fondo del orificio.

Límite : Por debajo de 21g (46,2Oz)



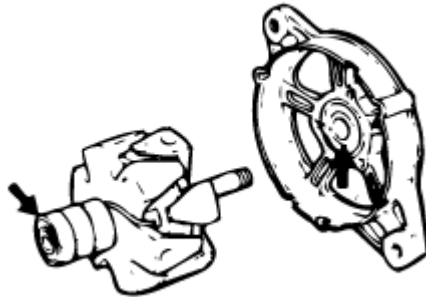
- Compruebe si hay daños en la escobilla.

Límite: 6,5mm (0,26 pulg.)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. Cojinete

Compruebe el ruido y el estado de giro de los cojinetes rasero y delantero. Sustituya o repare si es necesario.



6. Bomba de vacío

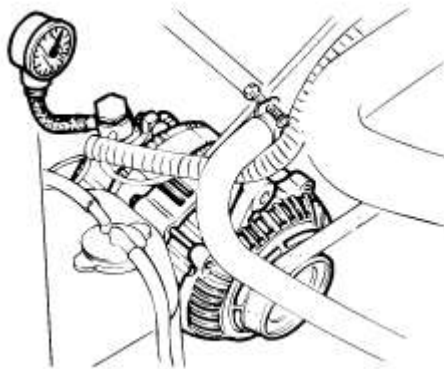
- Conecte un tacómetro a la polea del alternador.
- Conecte un medidor de vacío a la manguera de acíó que está conectada a la bomba de vacío y a unidad de servofreno y compruebe si la presión está entre los valores especificados.

Alternador : 1.500rpm (motor 750rpm)

tras 20 segundos: Por encima de 58kPa 440mmHg, 17,3pulg.Hg)

Alternador : 3.000rpm (motor 1.500rpm)

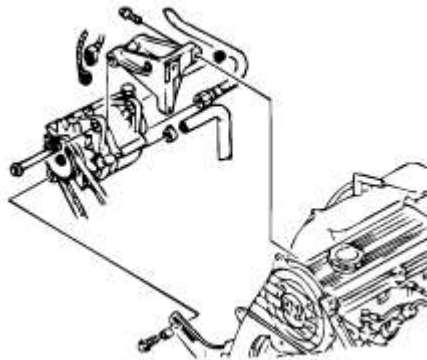
tras 20 segundos: Por encima de 77kPa 580mmHg, 22,8pulg.Hg)



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

75. EXTRACCIÓN

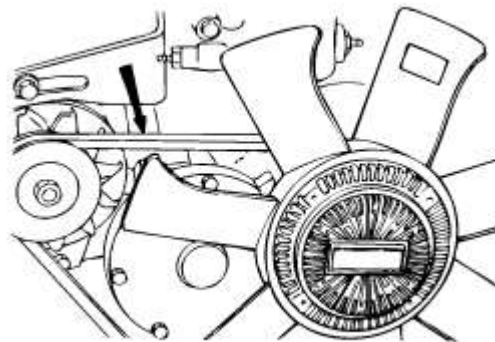
1. Retire el asiento.
2. Retire la cubierta de acceso y desconecte el terminal (-) de la batería.
3. Desmonte la correa de transmisión.
4. Desconecte el terminal B, el terminal L y el terminal R, y desmonte el mazo de cables.
5. Desconecte una manguera de aceite y una de vacío.
6. Desmonte la correa de transmisión.
7. Extraiga los pernos y las tuercas del alternador.



76. INSTALACIÓN

La instalación se hará en orden inverso al de desmontar con atención a los siguientes puntos

1. Monte la correa de distribución en la posición correcta del surco de la polea.
2. Ajuste la desviación de la correa de distribución como se especifica a continuación.
 Nueva : 9 ~ 11 mm (0,35 ~ 0,43 pulg.)
 Usada : 11 ~ 12 mm (0,43 ~ 0,47 pulg.)

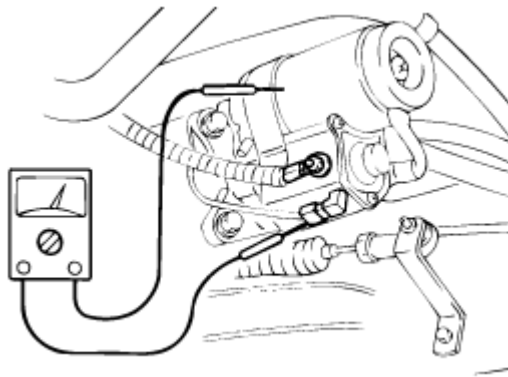


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

77. COMPROBACIÓN EN EL VEHÍCULO

78. VOLTAJE DE TRACCIÓN

1. Inspeccione el voltaje de la batería.
Voltaje : por encima de 12,4V
2. Tras arrancar el motor, compruebe si el motor de arranque gira con suavidad.
3. Si el motor de arranque no gira, compruebe el terminal "S" de voltaje mientras arranca el motor.
Voltaje : por encima de 8V
 - Por encima de 8V: Compruebe el motor de arranque.
 - Por debajo de 8V: Compruebe el cableado (fusible principal, interruptor de ignición e interruptor del inhibidor (sólo ATX)).

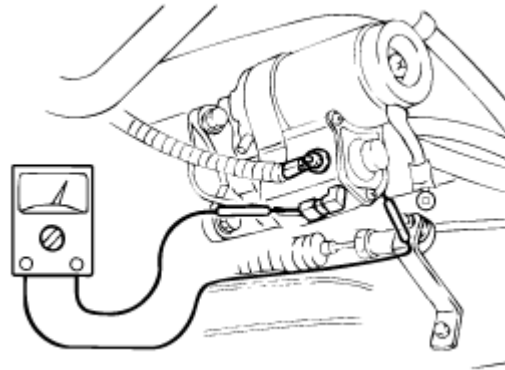


BOBINA DE TRACCIÓN

AVISO

- Desconecte el cable negativo de la batería.
- Desconecte el terminal "M" del motor de arranque.

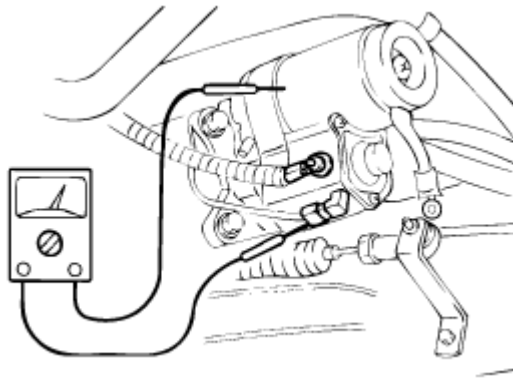
1. Haga la prueba de continuidad entre los terminales "S" y "M".



2. Si está abierto, cambie el interruptor magnético.

BOBINA DE RETENCIÓN

1. Haga la prueba de continuidad entre "S" y el cuerpo del interruptor.



2. Si está abierto, cambie el interruptor magnético.

79. EMBRAGUE Y TRANSMISIÓN

1. Compruebe el estado del engranaje del piñón, el engranaje intermedio y el conjunto del embrague, y sustitúyalo si está dañado.

AVISO

- Si encuentra algún daño, compruebe la corona en el lado del volante por si está deformada o dañada.

2. Compruebe si gira correctamente el engranaje del piñón y sustituya el conjunto del embrague si es necesario.

AVISO

- Sentido horario: fijo

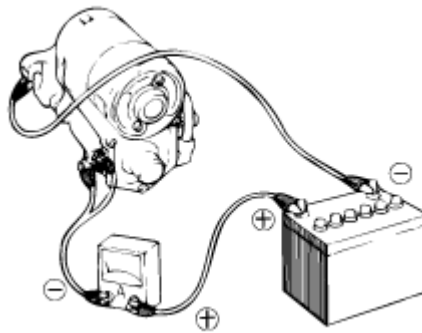
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Contrario al sentido horario: girar



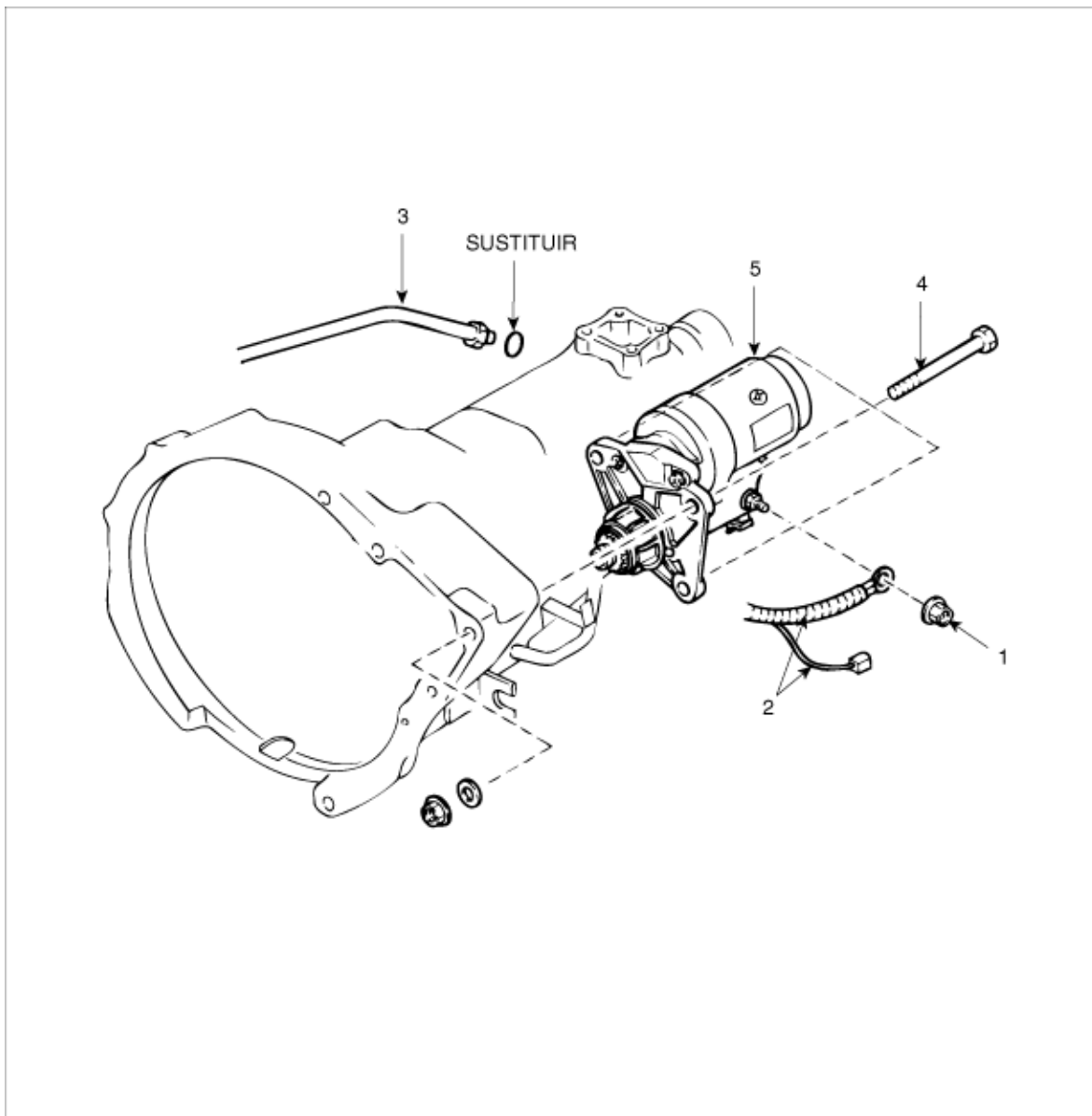
80. PRUEBA SIN CARGA

1. Conecte la batería y el amperímetro al motor de arranque como se indica en la figura.



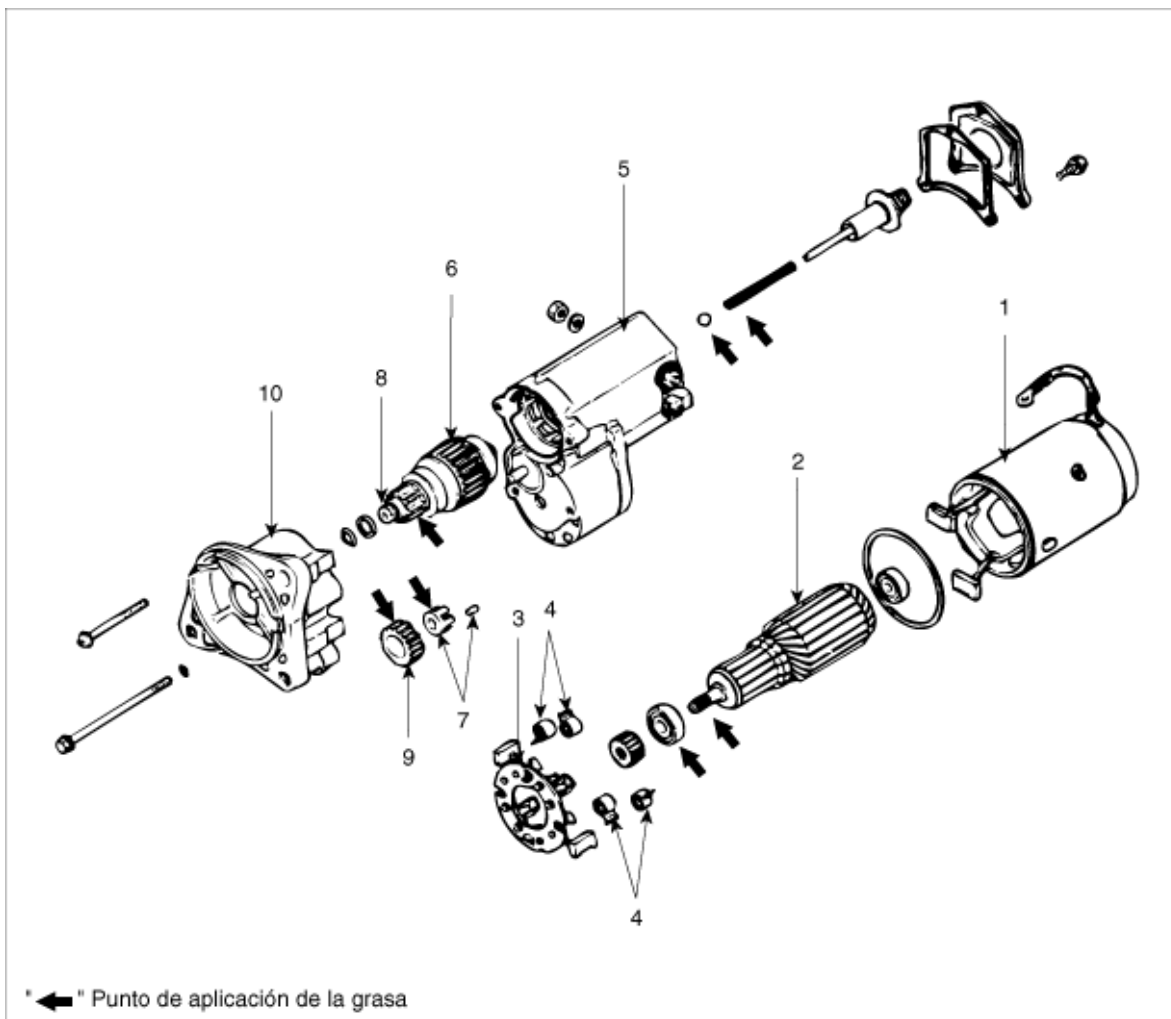
2. Cuando el piñón sobresalga, compruebe si el motor de arranque gira bien y con suavidad.
3. Verifique la corriente especificada con el amperímetro.
Intensidad de la corriente : Máximo 130A (a 11,0V)

81. COMPONENTES

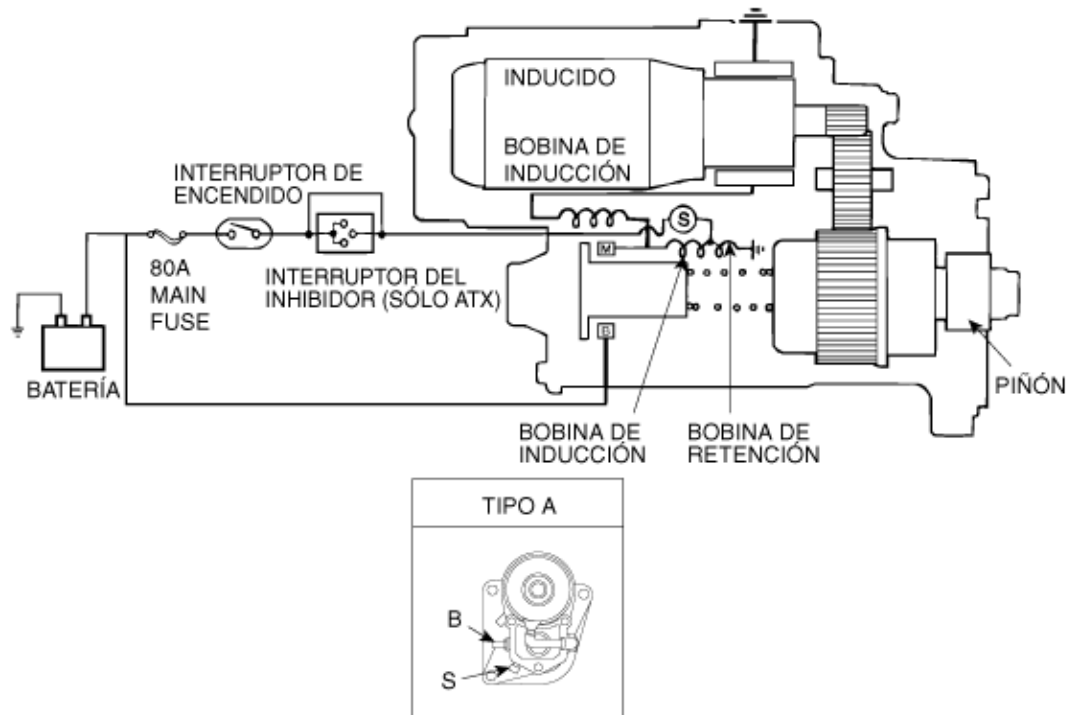


- 1. Tuerca
- 2. Conector (terminales "S" y "B")
- 3. Galga de espesores

- 4. Tornillo
- 5. Arranque

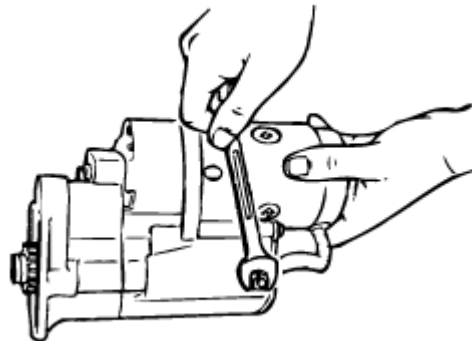


- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Conjunto del cuadro de campo | 6. Conjunto del embrague |
| 2. Inducido | 7. Retenedor y rodillo |
| 3. Montura del cepillo | 8. Piñón |
| 4. Muelle de la escobilla | 9. Engranaje intermedio |
| 5. Conjunto del interruptor magnético | 10. Carcasa del motor de arranque |



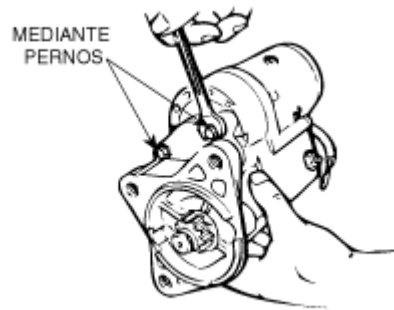
82. DESMONTAJE

1. Desconecte el cable conductor que está conectado al interruptor magnético.

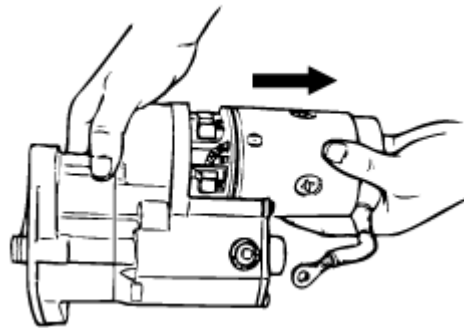


2. Desmonte dos tornillos pasantes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



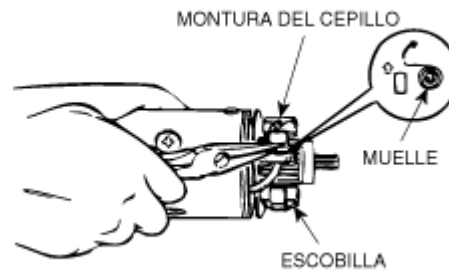
3. Quite la brida del interruptor magnético.



4. Mantenga hacia arriba el lado (+) del resorte de la escobilla usando un alicate, entonces desmonte la escobilla.

⚠ PRECAUCIÓN

- Tenga cuidado de no dañar la escobilla o el conmutador.

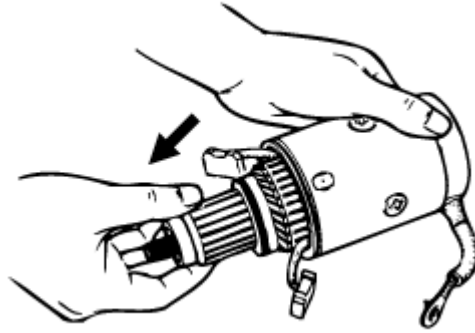


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

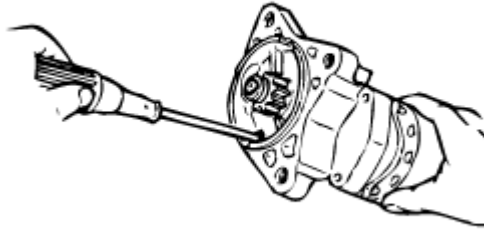
5. Desmunte una brida de la armadura.

⚠ PRECAUCIÓN

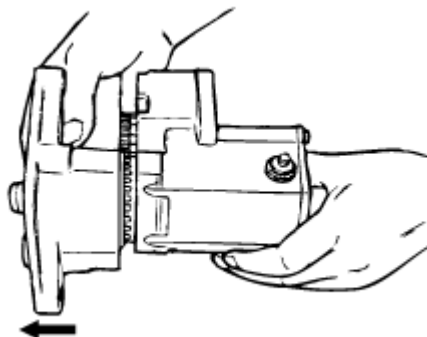
- No suelte la armadura.



6. Sostenga el interruptor magnético y una caja con una mano, luego afloje dos tornillos.



7. Quite la caja del interruptor magnético.

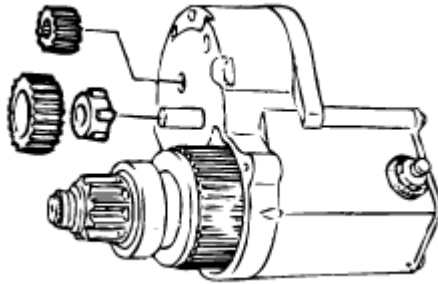


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

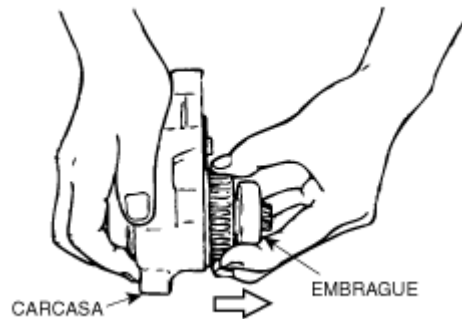
8. Desmonte un engranaje intermedio, el aro de tope y el rodillo

⚠ PRECAUCIÓN

- No pierda el rodillo.



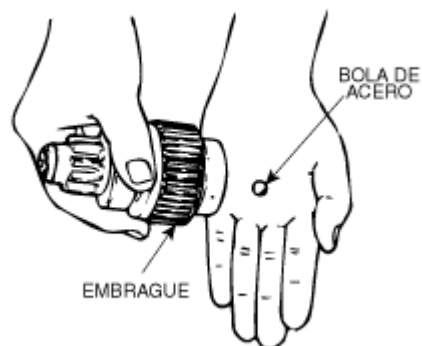
9. Quite el embrague de la caja.



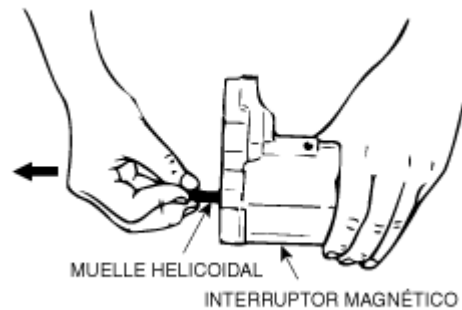
10. Quite la bola de acero del embrague.

⚠ PRECAUCIÓN

- Tenga cuidado de no perder la bola de acero.



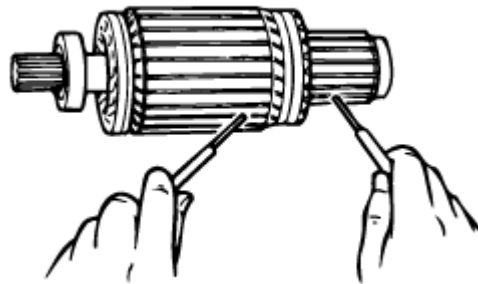
11. Quite el muelle helicoidal del interruptor magnético.



83. INSPECCIÓN

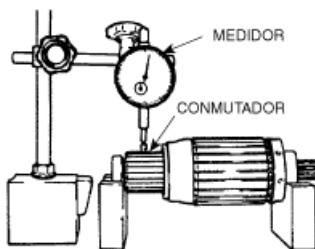
84. ARMADURA

Compruebe la bobina de masa de la armadura
Compruebe la masa entre un núcleo y un conmutador.



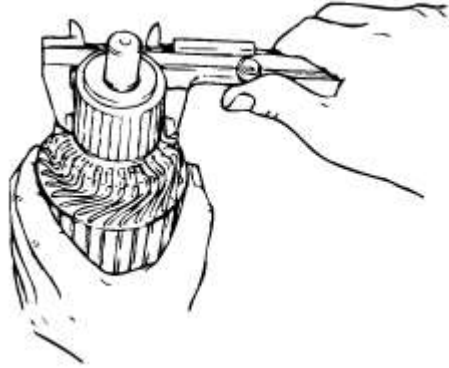
85. DESVIACIÓN DEL CONMUTADOR

1. Inspeccione la desviación usando un medidor como se muestra en la figura de la derecha.
2. Si la diferencia entre el diámetro interior y el exterior es mayor de 0,4mm (0,016 pulg.), la diferencia tendrá que ser reducida a 0,05mm (0,0020 pulg.) o menos.



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

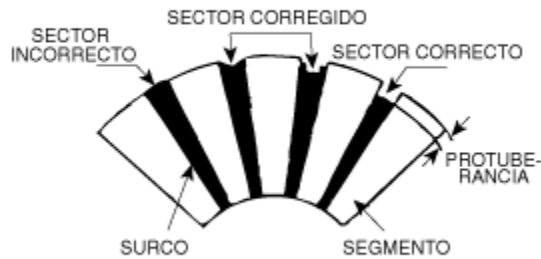
3. Compruebe el diámetro externo del conmutador.
4. Si el diámetro es 34,5 mm (1,36 pulg.) o más, el conmutador tendrá que sustituirse.



5. Si el conmutador es correcto, el diámetro externo tiene que ser 34,0mm (1,34 pulg.).

86. SEGMENTO SOCAVADO

1. Si las ranuras entre segmentos miden 0,2 mm (0,0079 pulg.) o menos, las ranuras tendrán que ser socavadas hasta los 0,5~0,8 mm (0,020~0,032 pulg.)



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

87. CABLEADO DE LA BOBINA DE CAMPO DAÑADO

1. Compruebe la continuidad entre un cepillo y un conector usando un voltímetro.
Si no hay continuidad, cambie el conjunto de la brida.

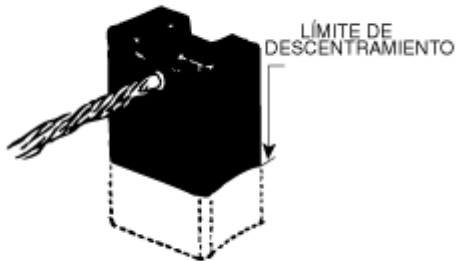


88. CEPILLO DESCENTRADO

Si el descentrado está por encima de la especificación, el cepillo tendrá que ser sustituido.

Valores de control : 14,5 mm (0,571 pulg.)

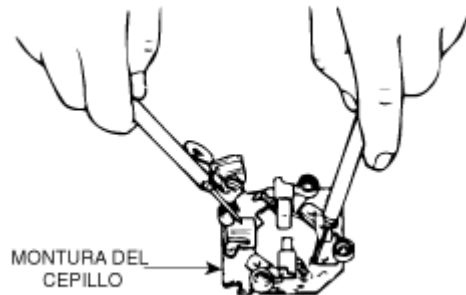
Límite : 10,0 mm (0,394 pulg.)



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

89. MONTURA DEL CEPILLO

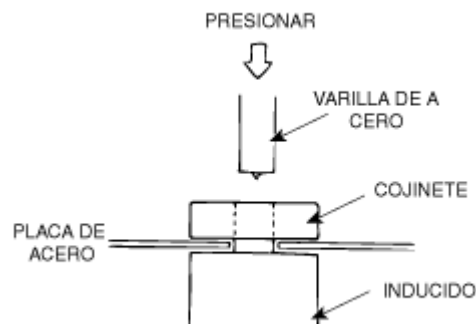
1. Compruebe la continuidad entre un plato y un cepillo aislado usando un voltímetro.



2. Si existe continuidad, sustitúyalo o repárelo.
3. Compruebe también que el cepillo se desliza con suavidad en el interior del porta cepillos.

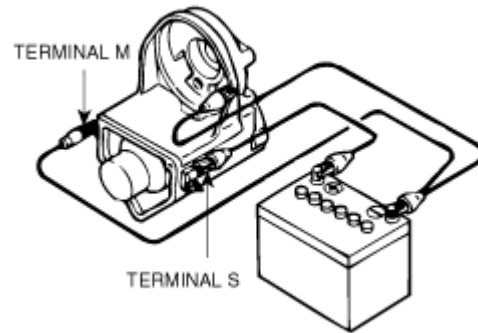
90. SUSTITUCIÓN DEL RODAMIENTO

1. Cuando haga girar el rodamiento con la mano, no deberían producirse sonidos extraños ni enganches
2. Si hay un problema, el rodamiento deberá desmontarse como en la figura usando las herramientas adecuadas.



91. INTERRUPTOR MAGNÉTICO

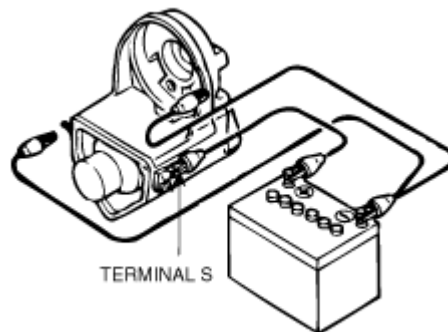
1. Prueba de arrastre
 Aplique 12V entre el terminal S y el M, y entre el terminal S y el motor de arranque. En ese momento, es normal que el piñón sufra una fuerte presión, esto indica que la bobina de arrastre y la bobina de sujeción funcionan con normalidad.



2. Prueba de arrastre - sujección

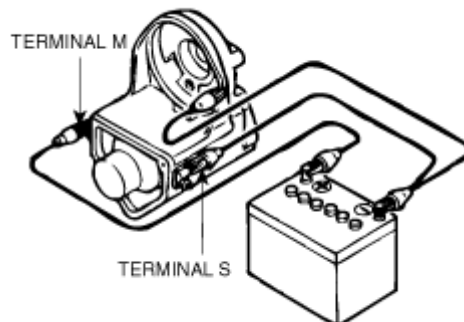
Desconecte el terminal M y el cable conductor.

En ese momento, si el piñón se mantiene en la posición de arrastre, querrá decir que la bobina de sujección funciona con normalidad.



3. Prueba de retorno

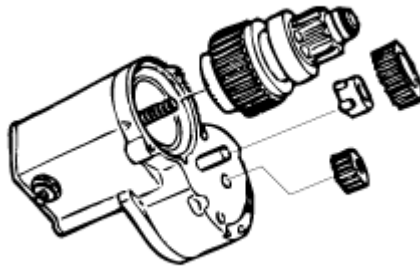
Desconecte el terminal S y el cable conductor. En ese momento, si el piñón vuelve a su posición, indicará que está normal.



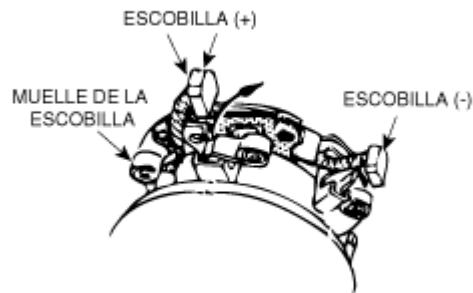
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

.MONTAJE

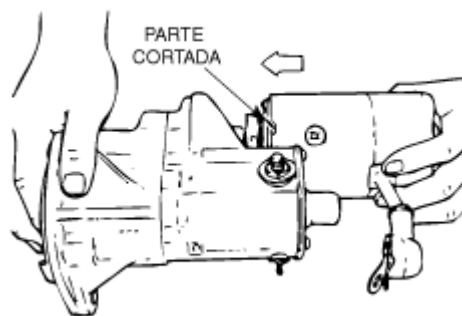
1. Procure no perder la bola de acero o el muelle helicoidal del embrague cuando monte la carcasa y el interruptor magnético. Además, procure no perder el retenedor y el rodillo del engranaje intermedio.



2. Monte la brida sobre el portaescobillas y luego monte dos escobillas en el lado de la brida.



3. Cuando monte el interruptor magnético sobre la brida, haga que la parte cortada del interruptor magnético que en línea con la ranura de la brida.



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

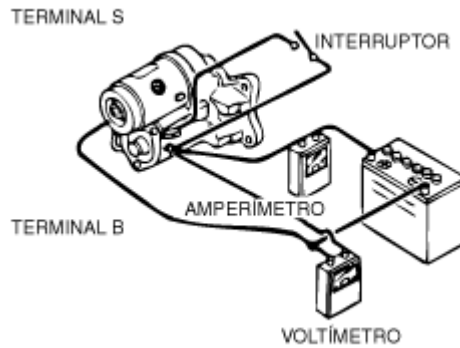
4. Prueba de rendimiento

Conecte el circuito como se ilustra y encienda el motor de arranque cerrando el interruptor. Si funciona con suavidad con el siguiente voltaje, amperaje y nivel de revoluciones, entonces el funcionamiento es el adecuado.

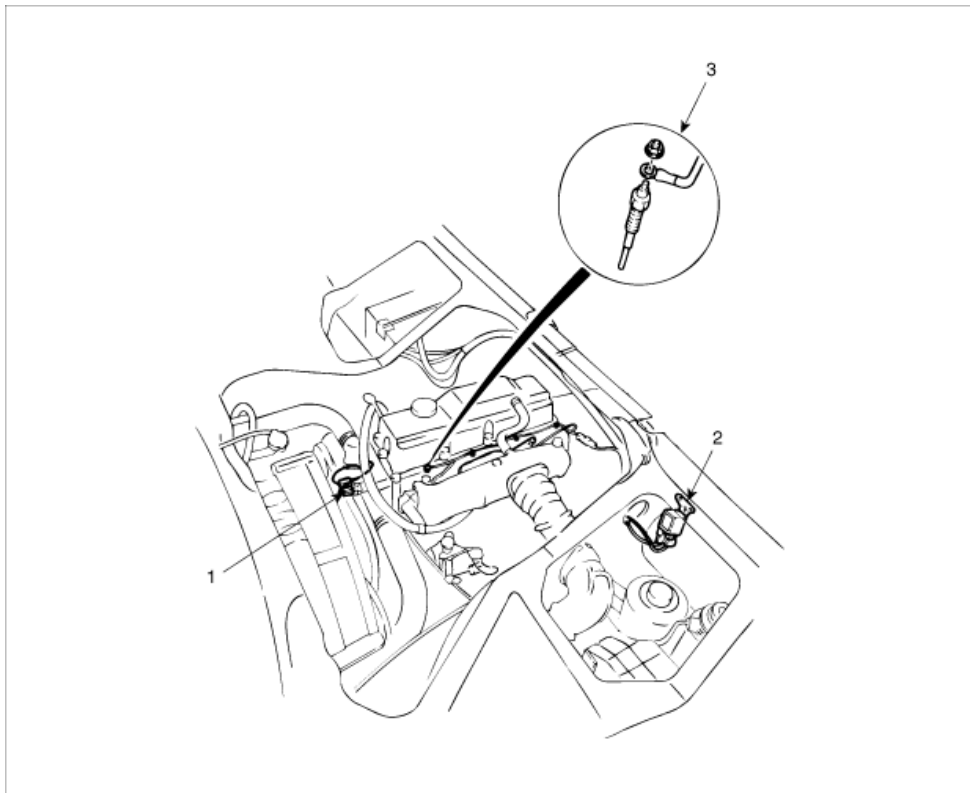
Amperaje: Por debajo de 120 A

Voltaje : Por encima de 11,5 V

Revoluciones : Por encima de 4.000 rpm



93. COMPONENTES



- 1. Interruptor térmico
- 2. Relé del calentador

- 3. Calentador

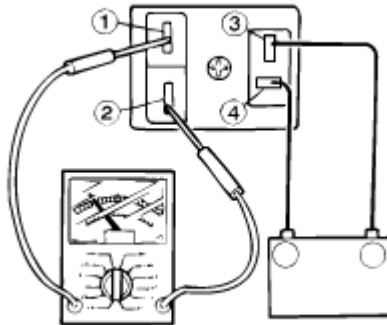
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

94. INSPECCIÓN

95. RELÉ DEL CALENTADOR

1. Mida la resistencia de la bobina ((3)~(4) terminal) del relé del calentador con un ohmiómetro.

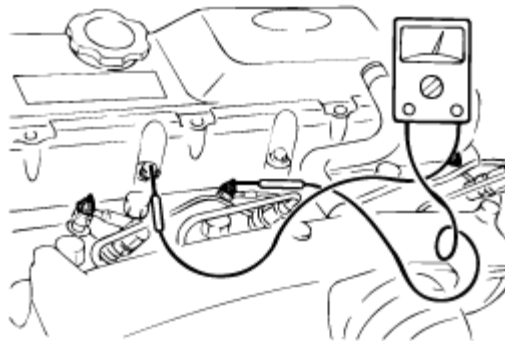
Resistencia : Cerca de 13Ω



2. Compruebe si el terminal (1)~(2) está abierto.
3. Aplique el voltaje de la batería al terminal (3)~(4). Compruebe si el terminal (1)~(2) está cerrado. Si no es así, sustituirlo.

96. CALENTADOR

1. Realice la prueba de continuidad con el ohmiómetro entre el terminal (+) del calentador y la culata.



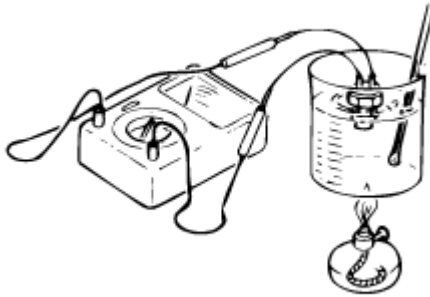
2. Si está abierto, cambie el calentador.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

97. TERMOSTATO DEL AGUA

1. Compruebe si el termostato del agua está cerrado en la temperatura especificada, Sustitúyalo si es necesario.

Temperatura especificada: por debajo de 30°C(56°F)



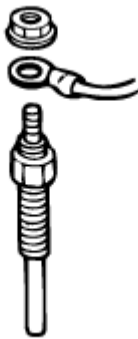
98. EXTRACCIÓN

Extraiga siguiendo los pasos siguientes.

1. Tuerca de sujeción del conector del calentador
2. Conector del calentador
3. Calentador

El montaje debe realizarse en el orden inverso al de desmontaje.

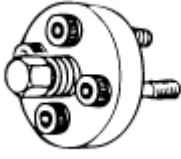

Par de apriete : 15~20 N·m(1,5~2,0 kg-m, 11~15 lb-pie)



AVISO

- Asegúrese de usar el mismo tipo de calentador. La marca de montaje del calentador es roja.

99. HERRAMIENTAS ESPECIALES

HERRAMIENTA (NÚMERO Y NOMBRE)	ILUSTRACIÓN	APLICACIÓN
0K670 131 005 Extractor		Para quitar la bomba de inyección.
0K670 131 010 Dispositivo de medición de elevación de la leva		Dispositivo de medición de elevación de la leva.

100. LOCALIZACIÓN BÁSICA DE AVERÍAS

101. GUÍA BÁSICA DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS

- 1 Llevar Vehículo al Taller
- 2 Analizar el Problema del Cliente
 - Preguntar al cliente sobre las condiciones y entorno relativos al asunto (Utilizar HOJA DE ANÁLISIS DEL PROBLEMA DEL CLIENTE).
- 3 Comprobar Síntoma y después Comprobar DTC y Datos Almacenados
 - Conectar el Hi-Scan (Pro) a la toma de diagnóstico (DLC).
 - Guardar los DTC y los datos almacenados.

AVISO

Para borrar DTC y los datos almacenados, Consultar Paso 5.

- 4 Confirmar el procedimiento de Comprobación para el Sistema o Pieza
 - Utilizando la TABLA DE GUÍA DE LOCALIZACIÓN DE SÍNTOMAS DE PROBLEMAS, elegir el procedimiento de comprobación correcto para el sistema o pieza que se va a revisar.
- 5 Borrar los DTC y los datos almacenados

(ADVERTENCIA)

NUNCA borrar DTC y datos almacenados antes de completar el Paso 2 MIL/DTC de "HOJA DE ANALISIS DEL PROBLEMA DEL CLIENTE"

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6 Comprobar el Vehículo Visualmente

- Ir al Paso 11, si reconoce el problema.

7 Recrear (Simular) los Síntomas el DTC

- Intentar recrear o simular los síntomas o condiciones del fallo como lo describe el cliente.
- Si se muestra(n) el(los) DTC(s), simular las condiciones de acuerdo con el procedimiento de localización de averías según DTC.

8 Confirmar Síntomas del Problema

- Si no se muestra(n) el(los) DTC(s), ir al Paso 9.
- Si se muestra(n) el(los) DTC(s), ir al Paso 11.

9 Recrear (Simular) Síntoma

- Intentar recrear o simular las condiciones del fallo como lo describe el cliente.

10 Comprobar el DTC

- Si no se produce(n) DTC(s), consultar PROCEDIMIENTO BÁSICO DE REVISIÓN del PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN DE PROBLEMAINTERMITENTE
- Si se produce(n) DTC(s), ir al Paso 11.

11 Llevar a cabo el procedimiento de localización de averías según DTC

12 Ajustar o reparar el vehículo

13 Prueba de confirmación

14 FIN

HOJA DE ANALISIS DEL PROBLEMA DEL CLIENTE

1. INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO

(I) VIN:
(II) Fecha de Producción:
(III) Lectura del Cuentakilómetros: (miles/km)

 ITM Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. SÍNTOMAS

<input type="checkbox"/> No puede arrancar	<input type="checkbox"/> El motor no gira <input type="checkbox"/> Combustión incompleta <input type="checkbox"/> La combustión inicial no se produce
<input type="checkbox"/> Difícil de arrancar	<input type="checkbox"/> El motor gira lentamente <input type="checkbox"/> Otro _____
<input type="checkbox"/> Mal ralentí	<input type="checkbox"/> Ralentí irregular <input type="checkbox"/> Ralentí incorrecto <input type="checkbox"/> Ralentí inestable (Alto: _____ rpm, Bajo: _____ rpm) <input type="checkbox"/> Otro _____
<input type="checkbox"/> Parada del motor	<input type="checkbox"/> Poco después de arrancar <input type="checkbox"/> Después de pisar el pedal del acelerador <input type="checkbox"/> Después de soltar el pedal del acelerador <input type="checkbox"/> Durante A/C ON <input type="checkbox"/> Cambiando de N a D <input type="checkbox"/> Otro _____
<input type="checkbox"/> Otros	<input type="checkbox"/> Mala conducción (Cuerpo del colector) <input type="checkbox"/> Picado <input type="checkbox"/> Mal consumo de combustible <input type="checkbox"/> Incendio posterior <input type="checkbox"/> Después del incendio <input type="checkbox"/> Otro _____

3. MEDIO AMBIENTE

Frecuencia del problema	<input type="checkbox"/> Constante <input type="checkbox"/> A veces (_____) <input type="checkbox"/> Sólo una vez <input type="checkbox"/> Otro _____
Clima	<input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Nublado <input type="checkbox"/> Lluvioso <input type="checkbox"/> Con nieve <input type="checkbox"/> Otro _____
Temperatura exterior	Aprox. _____ °C/°F
Lugar	<input type="checkbox"/> Autopista <input type="checkbox"/> Afueras <input type="checkbox"/> Centro de ciudad <input type="checkbox"/> Cuesta arriba <input type="checkbox"/> Downhill <input type="checkbox"/> Firme irregular <input type="checkbox"/> Otro _____
Temperatura del motor	<input type="checkbox"/> Frío <input type="checkbox"/> Calentándose <input type="checkbox"/> Después del calentamiento <input type="checkbox"/> Cualquier temperatura
Funcionamiento del motor	<input type="checkbox"/> Arranque <input type="checkbox"/> Justo después del arranque (____ min) <input type="checkbox"/> Al ralentí <input type="checkbox"/> Racing <input type="checkbox"/> Conduciendo <input type="checkbox"/> Velocidad constante <input type="checkbox"/> Aceleración <input type="checkbox"/> Deceleración <input type="checkbox"/> Interruptor del A/C ON/OFF <input type="checkbox"/> Otro _____

4. MIL/DTC

Luz testigo de fallo de funcionamiento (MIL)		<input type="checkbox"/> Permanece ENCENDIDA <input type="checkbox"/> A veces se enciende <input type="checkbox"/> Does not light
DTC	Comprobación normal (Comprobación previa)	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> DTC (_____) <input type="checkbox"/> Datos almacenados
	Modo de comprobación	<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> DTC (_____) <input type="checkbox"/> Datos almacenados

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

102. PROCEDIMIENTO BÁSICO DE REVISIÓN

CONDICIONES DE MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE LAS PIEZAS ELECTRÓNICAS

La resistencia medida a alta temperatura después del funcionamiento del vehículo puede ser alta o baja. Por lo tanto todas las resistencias deben medirse a temperatura ambiente (20°C, 68°F), a menos que haya alguna advertencia

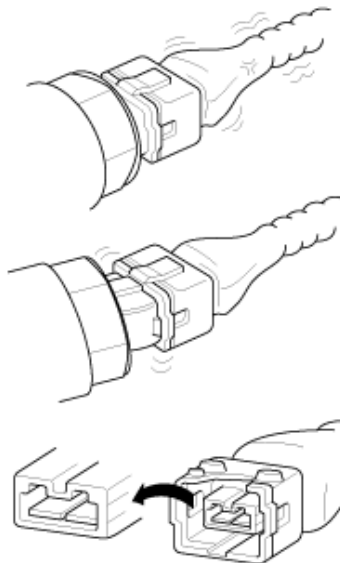
AVISO

La resistencia medida excepto para la temperatura ambiente (20°C, 68°F) es valor de referencia.

PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN DE PROBLEMA INTERMITENTE

En ocasiones, el caso más difícil de la localización de averías se produce cuando el problema a ocurrido no se presenta de nuevo durante la comprobación. Un ejemplo sería si un problema aparece sólo cuando el vehículo está frío pero no ha aparecido cuando está caliente. En este caso, el técnico debe seguir una "HOJA DE ANÁLISIS DEL PROBLEMA DEL CLIENTE" detenidamente y recrear (simular) el ambiente y las condiciones que se produjeron cuando el vehículo estaba teniendo el problema.

1. Borrar DTC.
2. Examinar la conexión del conector y comprobar el terminal por si hubiese una mala conexión, el cableado estuviese suelto o doblado, o hubiese pasadores rotos o corrosión y después asegurarse siempre de que los conectores estén bien sujetos.



3. Sacudir ligeramente el conector y el mazo de cables verticalmente y horizontalmente.
4. Reparar o sustituir el componente con problemas.
5. Verificar que el problema ha desaparecido con una prueba en carretera.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

● **SIMULACIÓN DE VIBRACIÓN**

a Sensores y Accionadores

. : Hacer vibrar ligeramente los sensores, accionadores o relés con el dedo.

⚠ ADVERTENCIA

Una vibración fuerte puede romper los sensores, accionadores o relés.

b Conectores y mazo de cables

. : Sacudir ligeramente el conector y el mazo de cables verticalmente y después horizontalmente.

● **SIMULACIÓN DE CALOR**

a Calentar los componentes sospechosos de causar el fallo con un secador de

. pelo u otra fuente de calor.

⚠ ADVERTENCIA

- NO CALENTAR los componentes hasta el punto de que puedan dañarse.
- NO CALENTAR el ECM directamente.

● **SIMULACIÓN DE ROCIADO DE AGUA**

a Rociar agua sobre el vehículo para simular un día de lluvia o un estado de altos niveles

. de humedad.

⚠ ADVERTENCIA

NO ROCIAR agua directamente en el compartimento del motor o componentes electrónicos.

● **SIMULACIÓN DE CARGA ELÉCTRICA**

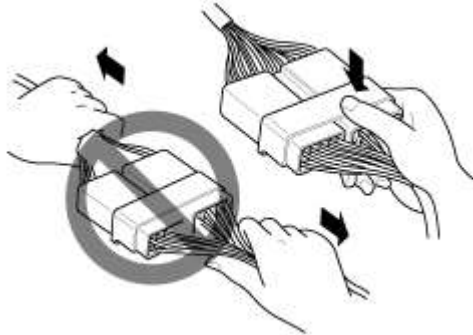
a Encender todos los sistemas eléctricos para simular cargas eléctricas excesivas) Radios,

. ventiladores, luces, etc.).

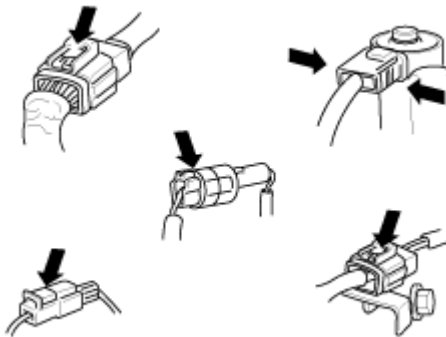
PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN DEL CONECTOR

1. Manejo del Conector

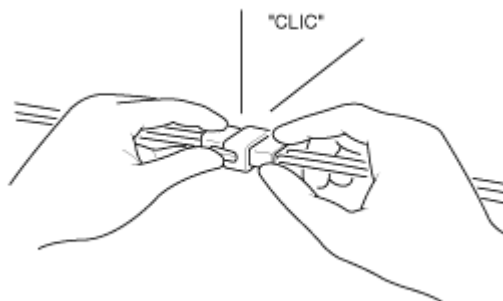
- a. No tirar del mazo de cables para desconectar los conectores.



- b. Al quitar el conector con bloqueo, presione o tire de la palanca de bloqueo.

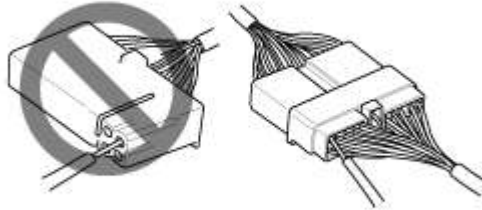


- c. Escuchar un clic al bloquear conectores. Este sonido indica que se han bloqueado de forma segura.

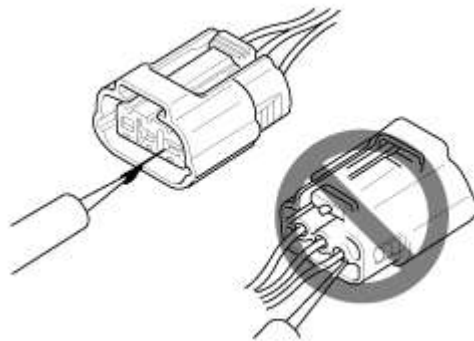


- d. Cuando se utilice un polímetro para comprobar la continuidad, o medir voltaje, inserte siempre la punta del cable de prueba en el lateral del mazo de cables.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Comprobar que los terminales del conector estn protegidos contra el agua desde el lado del conector. No se puede acceder a los conectores a prueba de agua desde e. el lateral del mazo de cables.



AVISO

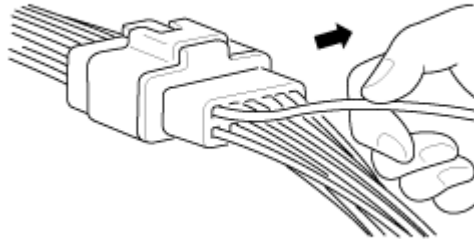
- Utilizar un cable fino para evitar daños en el terminal.
- No dañar el terminal al insertar el cable del polímetro.

2. Punto de comprobación para el conector.

- a. Mientras el conector está conectado:
Sujetar el conector, comprobar las condiciones de conexión y la eficacia del bloqueo.
- b. Cuando el conector está desconectado.
Comprobar el terminal que falta, el terminal en trenzado o el cable con el núcleo roto tirando ligeramente del mazo de cables.
Comprobar visualmente si hay óxido, contaminación, deformación o dobleces.
- c. Comprobar las condiciones de apriete el terminal:
Insertar un terminal de repuesto macho en un terminal hembra, y después comprobar las condiciones de apriete del terminal.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- d. Tirar ligeramente de los cables individuales para asegurarse de que cada cable está asegurado en su terminal.



3. Método de reparación del Terminal del Conector.
- a. Limpiar los puntos de contacto utilizando una pistola e aire y/o un trapo.

AVISO

No utilizar nunca papel de lija al pulir los puntos de contacto, si no se podría dañar el punto de contacto.

- b. En caso de presión de contacto anormal, cambiar l terminal hembra.

PROCEDIMIENTO PARA COMPROBACIÓN DEL MAZO DE CABLES

1. Antes de quitar el mazo de cables, comprobar la posición el mazo de cables y el trenzado para volver a onerlo correctamente.
2. Comprobar si el mazo de cables está retorcido, estirado aflojado.
3. Comprobar si la temperatura del mazo de cables es normalmente alta.
4. Comprobar si el mazo de cables est á girando, oviéndose o vibrando contra el borde duro de una ieza.
5. Comprobar la conexión entre el mazo de cables y ualquier pieza montada.
6. Si la cubierta del mazo de cables está dañada, asegurar, eparar o cambiar el mazo de cables.

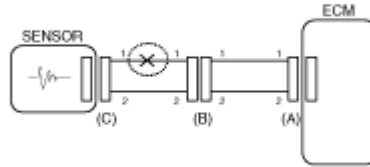
PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

● **COMPROBAR SI EL CIRCUITO ESTÁ ABIERTO**

1. Procedimientos para Circuito Abierto
 - Comprobación de continuidad
 - Comprobación de Voltaje

Si se produce un circuito abierto (como se ve en FIG. 1)), puede encontrarse llevando a cabo el Paso (Método

FIG 1



Método de Comprobación de Continuidad

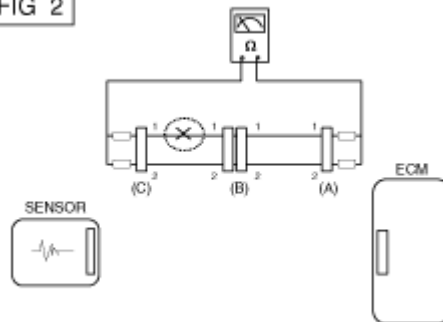
AVISO

Al medir la resistencia, sacuda ligeramente el mazo e cables arriba y abajo o de lado a lado.

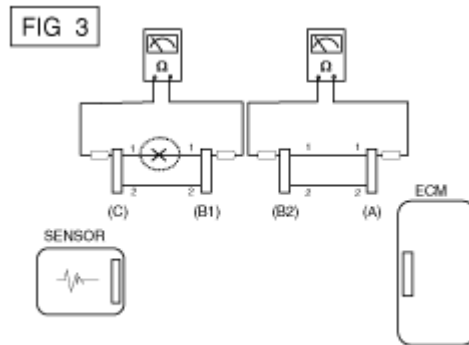
Especificación (Resistencia)

1. 1Ω o menos → Circuito Normal
2. $1M\Omega$ o Más → Circuito Abierto
 - a. Desconectar los conectores (A), (C) y medir la resistencia entre los conectores (A) y (C) como se muestra en [FIG. 2].
 En la [FIG.2.] la resistencia medida de la línea 1 es mayor que $1M$ y por debajo de 1 respectivamente. En concreto el circuito abierto es la línea 1 (La línea 2 es normal).
 Para encontrar el punto exacto de ruptura, comprobar la sublínea e la línea 1 como se describe en el siguiente paso.

FIG 2

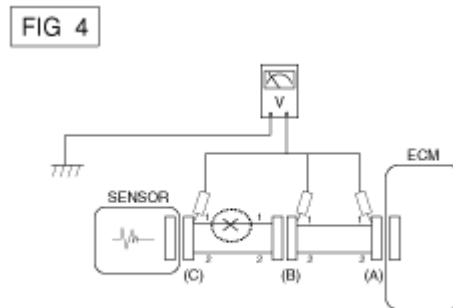


- b. Desconectar el conector (B), y medir la resistencia entre el conector (C) y (B1) y entre (B2) y (A) como se muestra en la [FIG. 3].
 En este caso la resistencia medida entre el conector (C) y (B1) es mayor que $1M$ y el circuito abierto está entre el terminal 1 del conector (C) y el terminal 1 del conector (B1).



3. Método de Comprobación de Voltaje

- a. Con cada conector todavía conectado, medir el voltaje entre la masa del chasis y el terminal 1 de cada conector (A), (B) y (C) como se muestra en a [FIG. 4]. El voltaje medido de cada conector es 5V, 5V y V respectivamente. Así que el circuito abierto está entre el conector (C) y (B).



● COMPROBAR SI HAY CORTOCIRCUITO

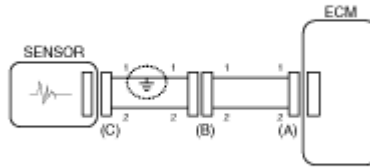
1. Método de Comprobación de si hay Cortocircuito a masa

- Comprobación de Continuidad con la masa del chasis

Si se produce un cortocircuito a masa como se muestra en la [FIG. 5], el punto de ruptura puede encontrarse llevando cabo el Paso 2 a continuación (Método de Comprobación de Continuidad con Masa del Chasis) como se muestra.

 ITM Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIG 5



2. Método de Comprobación de Continuidad (con la Masa el Chasis)

AVISO

Al medir la resistencia, sacuda ligeramente el mazo e cables arriba y abajo o de lado a lado.

Especificación (Resistencia)

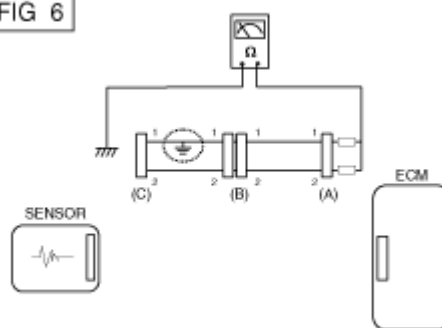
1Ω o menos \rightarrow Cortocircuito a Masa

$1M\Omega$ o Más \rightarrow Circuito Normal

- a. Desconectar los conectores (A), (C) y medir la resistencia ntre los conectores (A) y la Masa del Chasis como se muestra en [FIG. 6].

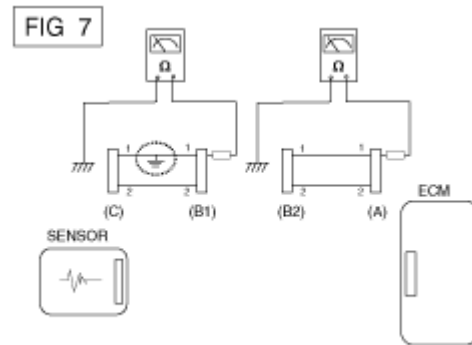
La resistencia medida de la línea 1 y 2 de este ejemplo stá por debajo de 1 y por encima de $1M$ respectivamente. n concreto el cortocircuito a masa s la línea 1 (La línea 2 es normal) Para encontrar el unto exacto de ruptura, comprobar la sublínea de la ínea 1 como se describe en el siguiente paso.

FIG 6



- b Desconectar el conector (B), y medir la resistencia ntre el conector (A) y la masa del chasis y entre (B1) la masa del chasis como se muestra en la [FIG. 7].
 La resistencia medida entre el conector (B1) y la masa del chasis es 1 o menos.
 El cortocircuito a asa estáentre el terminal 1 del conector (C) y el erminal 1 delconector (B1).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN DE PROBLEMA ECM

1. **TEST ECM CIRCUITO A MASA:** Medir la resistencia ntre ECM y la masa del chasis utilizando la parte osterior del conector del mazo de cables de ECM omopunto de comprobación del lado del ECM. Si e encuentra el problema, repararlo.
Especificación (Resistencia): 1 o inferior
2. **TEST ECM CONECTOR:** Desconectar el conector e ECM y comprobar visualmente los terminales de asa del lado de ECM y del lado del mazo de cables or sihay clavijas dobladas o una mala presió de contacto. i se encuentra el problema, repararlo.
3. Si no se encuentra el problema en los Pasos 1 y 2, l ECM podría ser defectuoso.
Si es así, cambiar el CM por uno nuevo, y después comprobar el vehículo enuevo.
Si el vehículo funciona normalmente entonces l problema estaba probablemente en el ECM.
4. **VOLVER A COMPROBAR EL ECM ORIGINAL:** Montar l ECM original (puede que está roto) en un vehículo ue se sepa que está bien y compruebe el vehículo.
Si se produce el problema de de nuevo, cambiar l ECM original por uno nuevo.
Si no se produce l problema, esto es un problema intermitente (Consultar PROCEDIMIENTO DE PROBLEMA INTERMITENTE n el PROCEDIMIENTO BÁSICO DE COMPROBACIÓN)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

103. SISTEMA DE COMBUSTIBLE

104. TABLA DE GUÍA DE LOCALIZACIÓN DE SÍNTOMAS DE PROBLEMAS

SÍNTOMA	CAUSAS POSIBLES	ACCIÓN
Fallo de arranque del motor	FILTRO DEL COMBUSTIBLE	
	Bloqueado	Reemplazar
	Agua o aire en el filtro	Reparar
	BOMBA DE INYECCIÓN	
	Válvula de corte de combustible	Reemplazar
	Avance inyección incorrecto	Ajustar
	Aire en la bomba	Reparar
	Fallo de piezas en bomba	Reemplazar
	BOQUILLA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	
	Válvula de aguja atascada	Reemplazar
	Fuga de combustible de boquilla	Reemplazar
	Presión de apertura de boquilla incorrecta	Ajustar
	Anomalía del calentador	Reemplazar
	Dificultad en ralentí	FILTRO DEL COMBUSTIBLE
Consultar fallos de arranque del motor		
BOMBA DE INYECCIÓN		
Consultar fallos de arranque del motor		
BOQUILLA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE		
Válvula de aguja atascada.		Reemplazar
Presión de apertura de boquilla incorrecta		Ajustar
Colocación incorrecta en soporte de boquilla		Reparar
Fugas de arandela de soporte de boquilla		Reemplazar
TUBO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE		
Grieta		Reemplazar
Fuga de conexión		Reparar
Ajuste incorrecto para velocidad de ralentí		Ajustar
Picado		Punto de inyección incorrecto
	Baja calidad del combustible	Reemplazar

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	Presión de apertura de boquilla de inyección de combustible incorrecta	Ajustar
	Válvula de aguja de boquilla de inyección de combustible atascada	Reemplazar
	Fuga de combustible de boquilla de inyección de combustible	Reemplazar
Consumo elevado de combustible	BOMBA DE INYECCIÓN	
	Punto de inyección incorrecto	Ajustar
	Velocidad de ralentí alta	Ajustar
	BOQUILLA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	
	Presión de apertura de boquilla incorrecta	Reparar
	Fuga de combustible de boquilla	Reemplazar
	Fugas de combustible de arandela de soporte de boquilla	Reemplazar
	Fuga de combustible de conexión	Reparar
	Filtro de combustible obstruido	Reemplazar
Aceleración insuficiente	BOQUILLA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	
	Presión de apertura de boquilla incorrecta	Reemplazar
	Válvula de aguja atascada	Reemplazar
	Fuga de combustible de boquilla	Reemplazar
	BOMBA DE INYECCIÓN	
	Consultar fallos de arranque del motor	
	TUBO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	
	Consultar fallos de arranque del motor	
	FILTRO DEL COMBUSTIBLE	
	Agua o aire en el filtro	Reparar o sustituir
	Bloqueado	Reemplazar
Emisiones excesivas	Filtro de aire atascado	Limpie o sustituya

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	Punto de inyección incorrecto	Ajustar
	Fallo de boquilla o soporte de boquilla	Reparar o sustituir

105. ESPECIFICACIONES

INFORMACIÓN DEL MOTOR	Motor	J2
	Cilindrada	2665 cc
	Número de cilindros	4-Cilindros en línea
	Combustible	Diesel

INFORMACIÓN DEL MOTOR	Motor	JT
	Cilindrada	2957 cc
	Número de cilindros	4-Cilindros en línea
	Combustible	Diesel

ELEMENTOS		ESPECIFICACIÓN
Depósito del combustible	Capacidad	70L
Filtro de combustible	Tipo	Construido con sedimentor, tipo cartucho (con detector incluido)
Bomba de inyección	Tipo	Tipo de distribución (VE)
	Punto de inyección	ATDC 7° (Alzado leva 1mm) <div style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;"> AVISO </div> ATDC 5° para BOLIVIA, COLOMBIA, ECUADOR, EL SALVADOR y GUATEMALA
	Alzado de leva	2,6 mm (1,02 pulg.)
	Dirección de giro	Dirección opuesta a las agujas del reloj
	Tipo de gobernador	Mitad velocidad
	Método de conducción	Tipo de piñón
Boquilla de inyección de combustible	Tipo de boquilla	De tetón
	Diámetro x número de orificio	1,0 mm x 1 (0,04 pulg. x 1)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

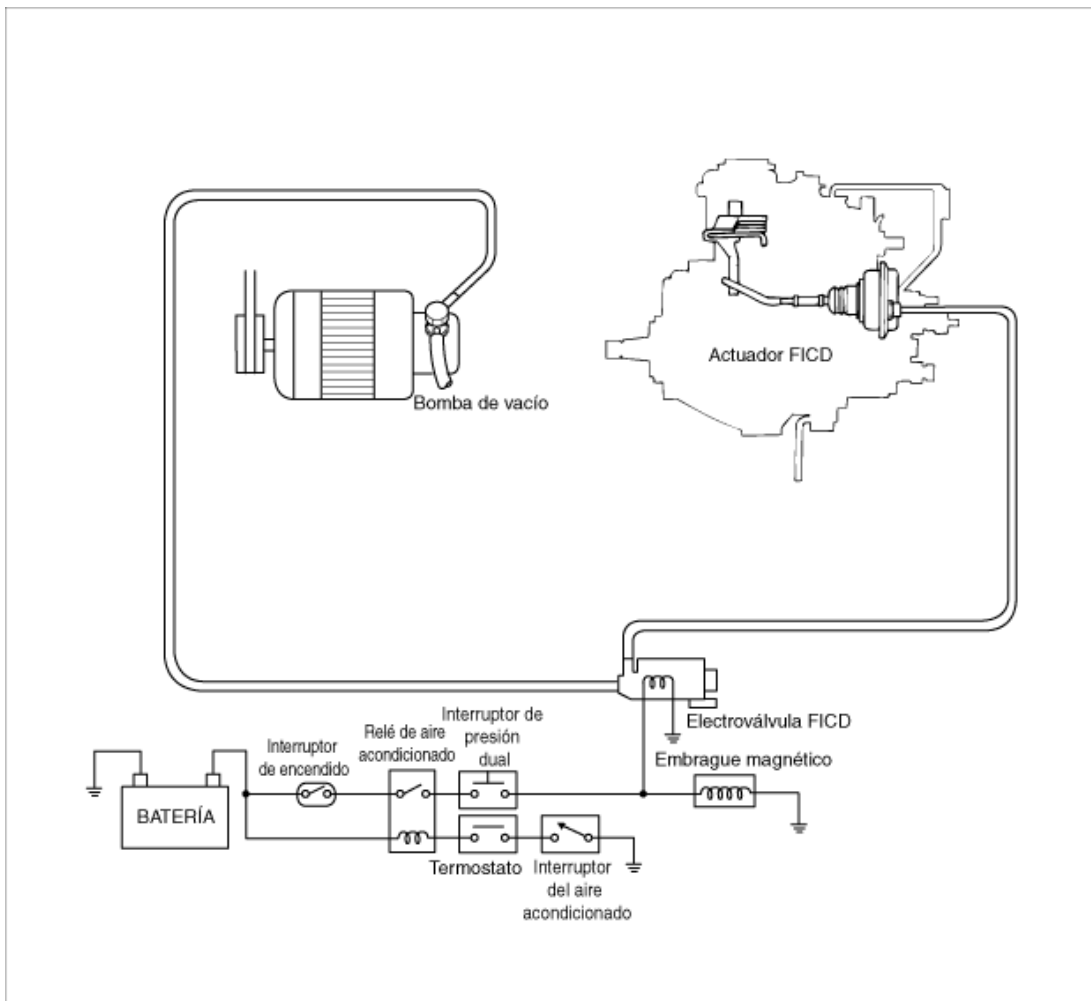
	Presión de inicio de inyección	13.230 kPa (135 kg/cm², 1.918psi)
--	---------------------------------------	---

VALORES DE SERVICIO

ELEMENTOS	ESPECIFICACIONES
Régimen de ralentí	700 ~ 750 rpm
Velocidad de ralentí	850 ~ 900 rpm

DISPOSITIVO DE CONTROL DEL RALENTÍ RÁPIDO (FICD)

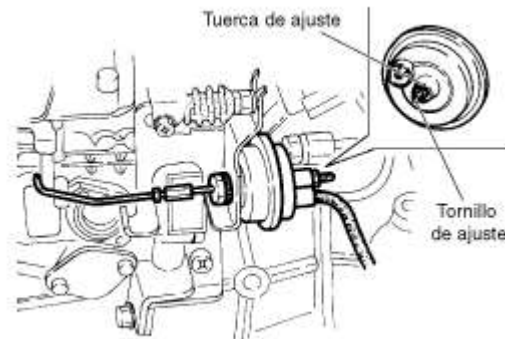
Se aplica vacío de la bomba de vacío al actuador a través de la electroválvula (3 direcciones) cuando el A/C está encendido, y se tira de la palanca de control y incrementa la velocidad de ralentí de modo que se pueda compensar de acuerdo con el funcionamiento del aire acondicionado.



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

106. COMPROBACIÓN DE LA VELOCIDAD DE RALENTÍ

1. Calentar el motor hasta su temperatura de funcionamiento normal (temperatura del refrigerante 60°C (140°F)).
2. Tras encender el A/C (interruptor de A/C en ON e interruptor el ventilador en ON), comprobar la velocidad de ralentí.



Velocidad de ralentí: 850~900 rpm

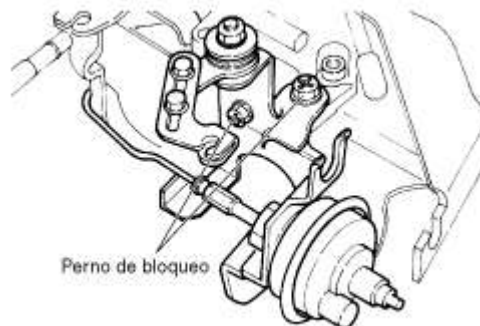
107. AJUSTE DE LA VELOCIDAD DE RALENTÍ

1. Si la velocidad de ralentí supera esta especificación, aflojar la tuerca de ajuste del actuador girando el tornillo de ajuste.

AVISO

Contrario al sentido horario: Aumenta la velocidad del motor
Sentido horario: Se reduce la velocidad del motor

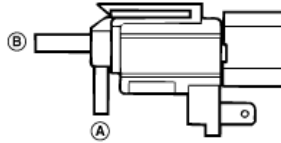
2. Si el ajuste es imposible, aflojar el tornillo del actuador y ajustar de nuevo la velocidad del motor moviendo el cuerpo del actuador.



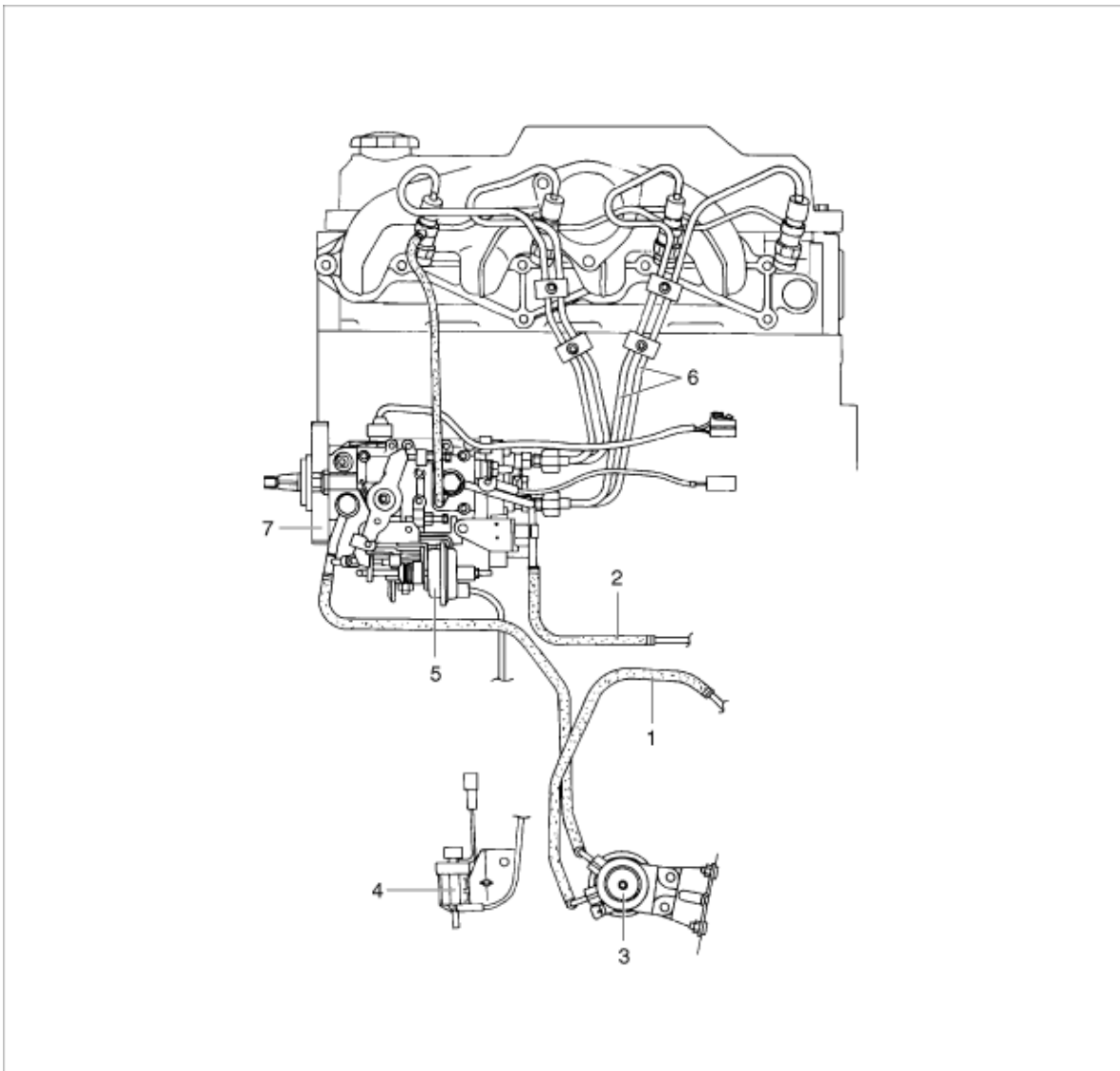
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

COMPROBACIÓN DE LA VÁLVULA SOLENOIDE FICD

1. Tras encender el A/C, comprobar si fluye aire desde la manguera (A) a (B).
2. Tras apagar el A/C, comprobar si no fluye aire desde la manguera (A) a (B).



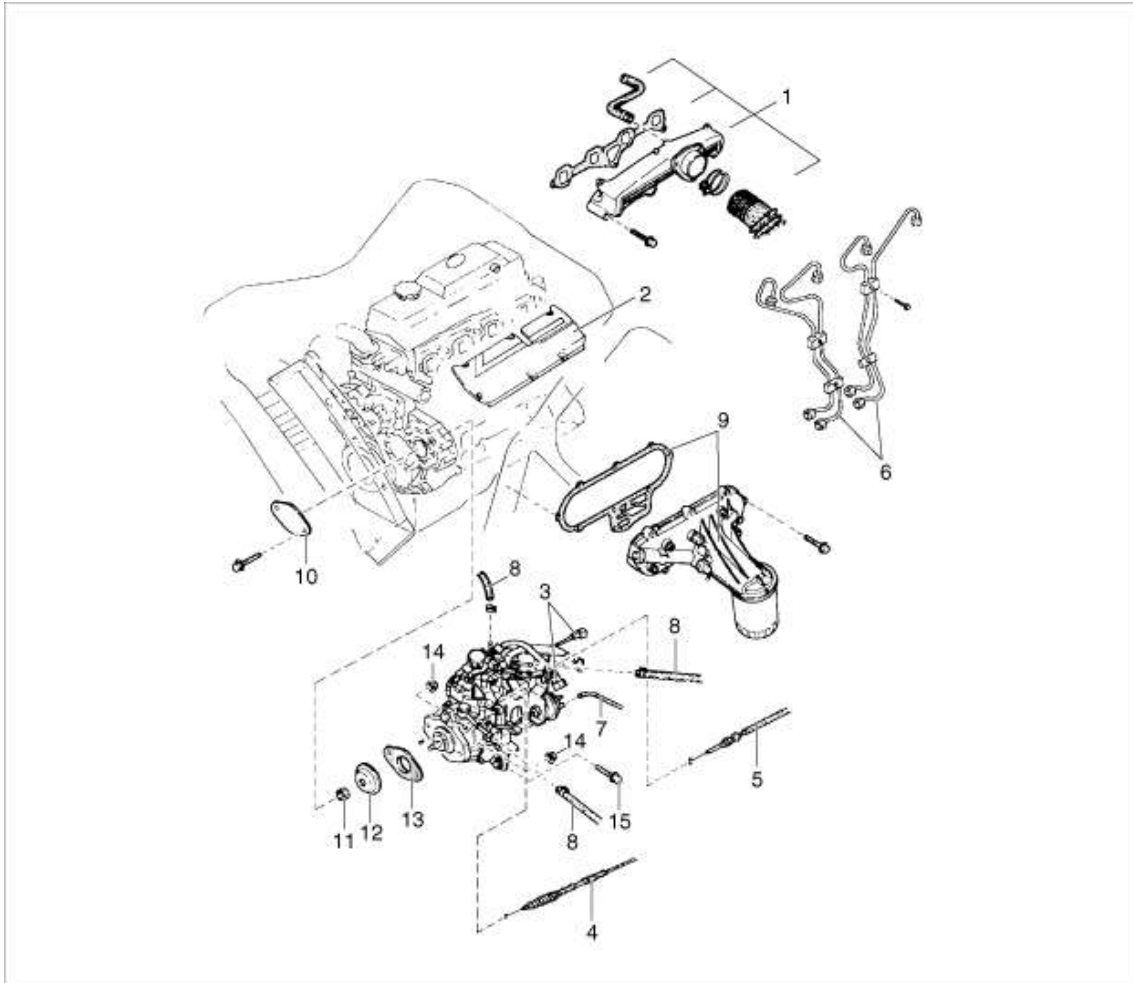
108. COMPONENTES



- | | |
|---|-------------------------|
| 1. Manguera principal | 5. Actuador |
| 2. Manguera de retorno | 6. Tubería de inyección |
| 3. Filtro de combustible (con sedimentador) | 7. Bomba de inyección |
| 4. Electroválvula (3 vías) | |

109. DESMONTAJE

1. Desconecte el cable negativo de la batería.
2. Retire la cubierta.
3. Desmontar en los pasos que se muestran en la figura.

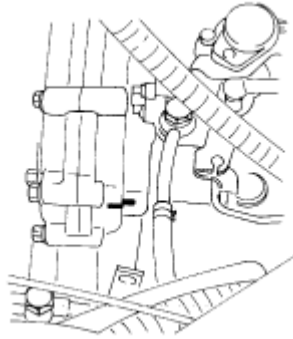


- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Conjunto de manguera PCV y colector de admisión | 8. Manguera de combustible |
| 2. Cubierta tobera | 9. Conjunto del filtro del aceite |
| 3. Conector de la válvula de corte de combustible, la bobina de reprise y el sensor de posición de la mariposa (sólo ATX) | 10. Cubierta de la bomba de inyección |
| 4. Cable del acelerador | 11. Tuerca |
| 5. Cable de mariposa (sólo ATX) | 12. Limpiaparabrisas |
| 6. Tubería de inyección | 13. Junta |
| 7. Tubo de vacío | 14. Tuerca |
| | 15. Tornillo |

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

AVISO

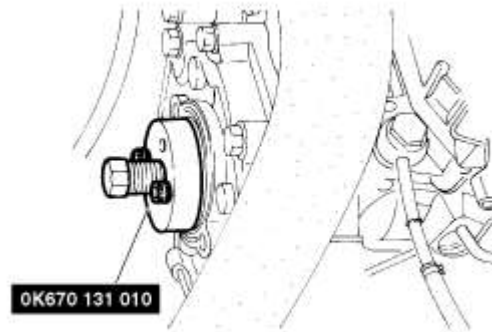
- a. Marcar la línea de correspondencia entre la brida de la bomba de inyección y el soporte.



- b. Aflojar la contratuerca de bloqueo de la bomba de inyección con SST (0K670 131 005).

⚠ PRECAUCIÓN

Tener cuidado de no dañar la chaveta Woodruff colocada en la bomba.



4. Comprobar todas las piezas, y reparar o sustituir si es necesario.
 5. Monte siguiendo el orden inverso al desmontaje.

⚠ PRECAUCIÓN

- Comprobar el avance de inyección y ajustar, si es necesario.
- Tras la instalación, purgar el aire de la bomba de inyección.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

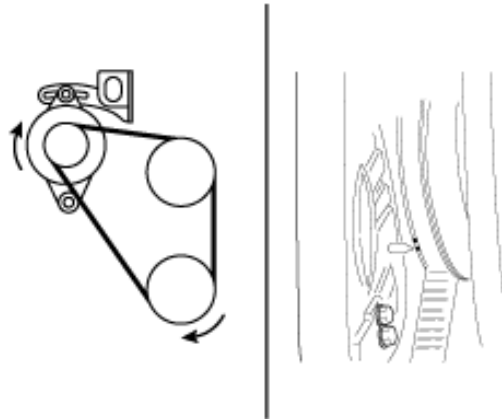
110. INSPECCIÓN

111. VELOCIDAD RALENTÍ

1. Calentar el motor hasta su temperatura de funcionamiento normal (temperatura del refrigerante 60°C (14°F)).
 2. Conectare un cuentarrevoluciones y comprobar la velocidad de ralentí
Velocidad de ralentí: 700~750 rpm
- Si la velocidad de ralentí es superior a la especificación, ajustarla de acuerdo con el procedimiento de "AJUSTE".

112. PUNTO DE INYECCIÓN

1. Soltar el cable negativo de la batería y el conector de la electroválvula de corte de combustible.



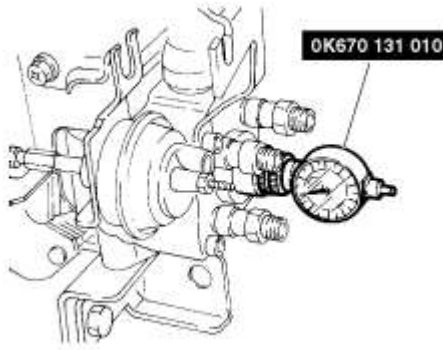
2. Soltar la manguera de admisión.
3. Soltar el tubo de inyección de combustible de la bomba de inyección.
4. Alienar la marca (ATDC 7°) de la polea del cigüeñal con el pasador indicador girando la polea del alternador.

AVISO

ATDC 5° para BOLIVIA, COLOMBIA, ECUADOR, EL SALVADOR y GUATEMALA

5. Retirar el tapón de la cabeza hidráulica de la bomba de inyección.
6. Introducir SST (0K670 131 010) en el agujero del tapón de la cabeza hidráulica, colocar el indicador de modo que pueda tocar el émbolo de la bomba.

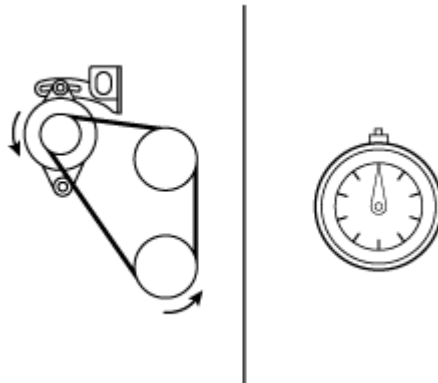
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



AVISO

Colocarlo de modo que indicador indique aproximadamente 2-3 mm (0,08~0,12 pulg).

7. Girar lentamente la polea del alternador en la dirección opuesta a las agujas del reloj (en la dirección inversa al giro del motor) hasta que deje de moverse el indicador.



AVISO

El indicador se para cuando se gira el cigüeñal aproximadamente 30 en la dirección opuesta a las agujas del reloj.

8. Alinear el indicador del dial a "0".

AVISO

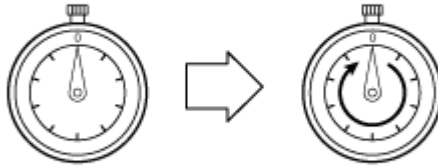
Tras alinear el indicador con el "0", comprobar que la aguja del indicador no se mueve de "0" girando lentamente la polea del alternador a derecha e izquierda.

9. Tras girar la polea del cigüeñal en sentido horario (en la dirección de giro del motor) de modo que la marca quede alineada con el pasador del indicador, comprobar que la aguja indicaba $1 \pm 0,02$ mm ($0,04 \pm 0,0008$ pulg) cuando al marca (ATDC 7°) se puede alinear con el pasador indicador.

AVISO

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ATDC 5° para BOLIVIA, COLOMBIA, ECUADOR, EL SALVADOR y GUATEMALA



- Si la velocidad de ralentí es superior a la especificación, ajustarla de acuerdo con el procedimiento de "AJUSTE".

113. ALZADO DE LEVA

1. Hacer funcionar la bomba de inyección de acuerdo con los procedimientos de "AJUSTE".
2. Girar la polea del alternador en sentido horario (en la misma dirección que el giro del motor) y leer la indicación máxima del indicador de dial.

Alzado de leva: 2,6 mm (0,102 pulg.)



AVISO

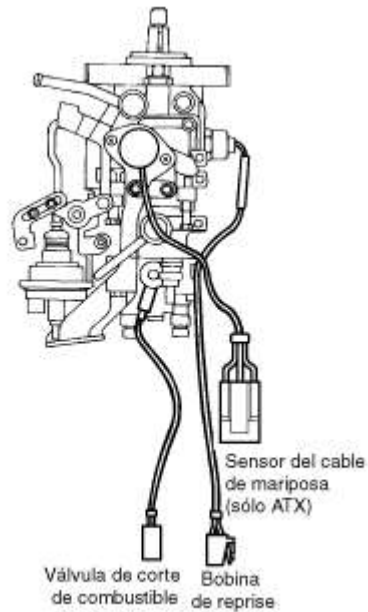
Si el alzado de leva es inferior a la especificación, hay algún problema en el disco de leva o el conjunto de rodillo.

114. VÁLVULA DE CORTE DE COMBUSTIBLE

1. Comprobar que el motor se para cuando se desconecta el conector de la válvula de corte de combustible con el motor en funcionamiento. Si el motor no se para, comprobar todos los mazos de cables de conexión relacionados, y sustituir la válvula de corte de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

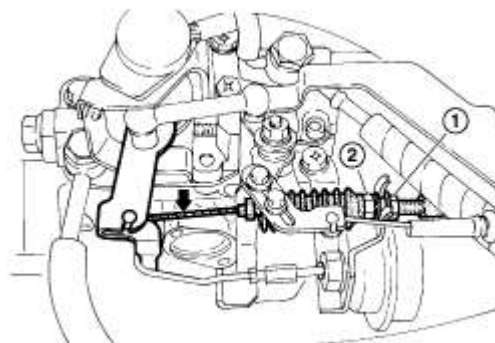
combustible si es normal.



115. BOBINA DE ENGANCHE

1. Soltar el conector de la bobina de enganche.
2. Realiza una prueba de continuidad con un ohmímetro.
3. Sustituir la bobina si su circuito está abierto.

1. Comprobar la desviación del cable del acelerador.



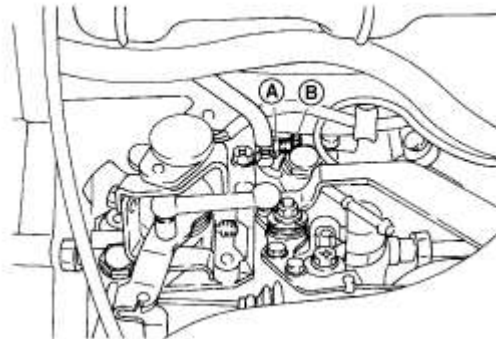
Deflexión: 1~3 mm (0,04~0,12 pulg.)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

AVISO

Si la deflexión es superior a la especificación, ajustarla girando la tuerca (2) tras aflojar la tuerca de seguridad del cable del acelerador (1).

- Tras aflojar la tuerca de seguridad (1) del tornillo de ajuste de la velocidad de ralentí, ajustar el ralentí girando el tornillo de ajuste (2).



Par de apriete :

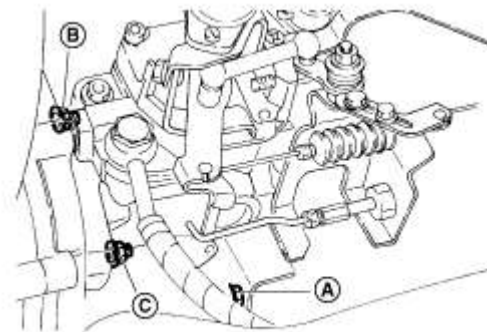
5,9~8,8 N·m (0,6~0,9 kg-m, 4,4~6,5 lb-pie)

AVISO

- El ralentí se incrementa si se gira el tornillo de ajuste en sentido horario y se reduce si se gira en sentido anti horario.
- Comprobar si la palanca de ajuste funciona correctamente tras el ajuste.

116. AVANCE DE LA INYECCIÓN

- Aflojar la tuerca (B), (C) tras soltar el tornillo de fijación de la bomba de inyección (A).



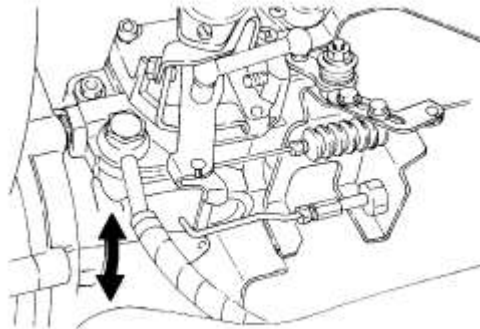
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Ajustar el punto de inyección moviendo la bomba de inyección hasta que la elevación de la leva sea de $1 \pm 0,02\text{mm}$.

ALZADO DE LEVA	PUNTO DE INYECCIÓN	AJUSTE
Superior a $1 \pm 0,02\text{ mm}$ ($0,04 \pm 0,008\text{ pulg.}$)	Avanzado	Girar la bomba de inyección en sentido anti horario. (en la dirección inversa al giro del motor)
Inferior a $1 \pm 0,02\text{ mm}$	Retardado	Girar la bomba de inyección en sentido horario. (en la dirección de giro del motor)

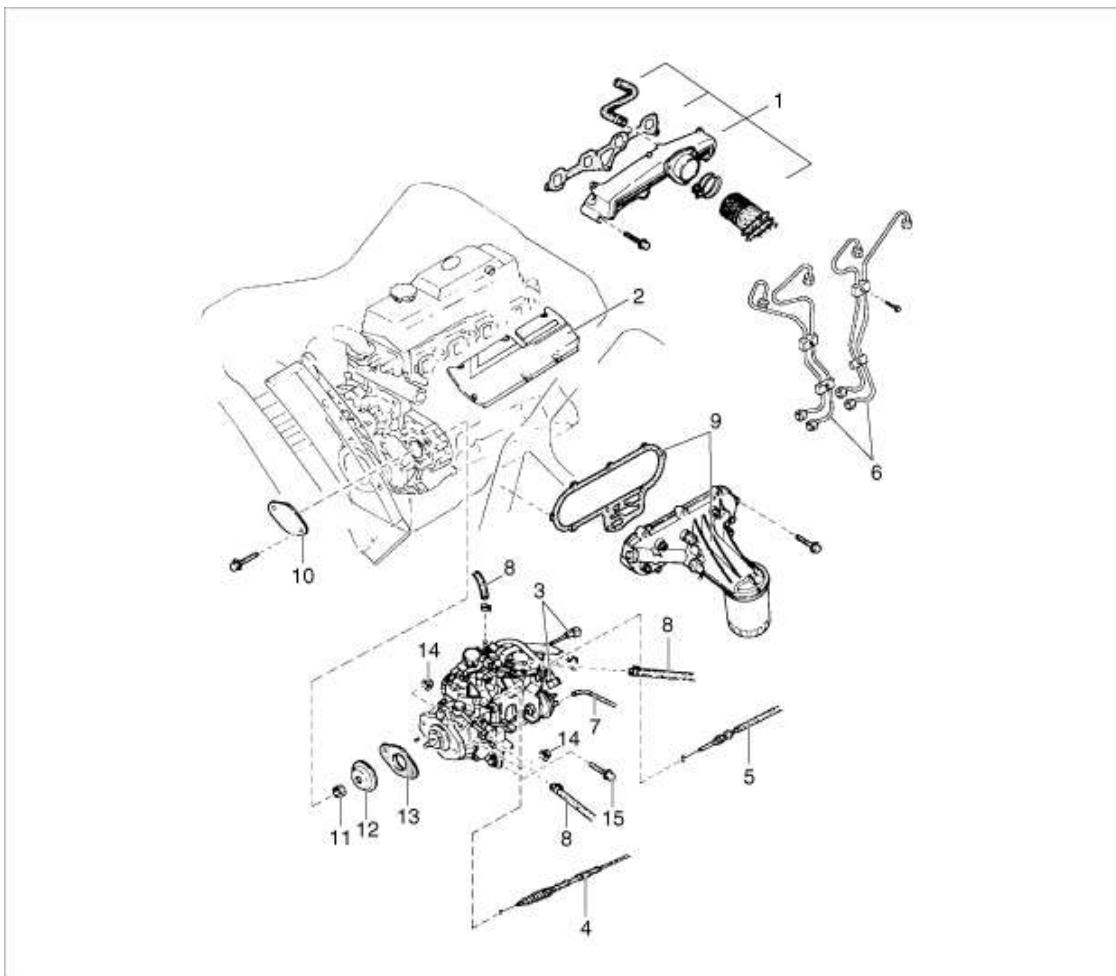
AVISO

Realizar la purga de aire tras ajustar el punto de inyección.



117. DESMONTAJE

- Desconecte el cable negativo de la batería.
- Retire la cubierta.
- Desmontar en los pasos que se muestran en la figura.

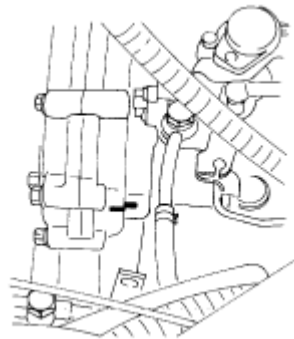


- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Conjunto de manguera PCV y colector de admisión | 8. Manguera de combustible |
| 2. Cubierta tobera | 9. Conjunto del filtro del aceite |
| 3. Conector de la válvula de corte de combustible, la bobina de reprise y el sensor de posición de la mariposa (sólo ATX) | 10. Cubierta de la bomba de inyección |
| 4. Cable del acelerador | 11. Tuerca |
| 5. Cable de mariposa (sólo ATX) | 12. Limpiaparabrisas |
| 6. Tubería de inyección | 13. Junta |
| 7. Tubo de vacío | 14. Tuerca |
| | 15. Tornillo |

AVISO

- a. Marcar la línea de correspondencia entre la brida de la bomba de inyección y el soporte.

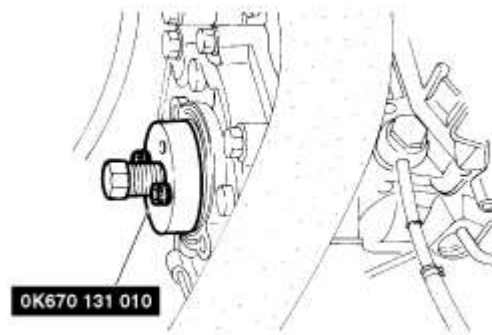
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



b. Aflojar la contratuerca de bloqueo de la bomba de inyección con SST (0K670 131 005).

⚠ PRECAUCIÓN

Tener cuidado de no dañar la chaveta Woodruff colocada en la bomba.



4. Comprobar todas las piezas, y reparar o sustituir si es necesario.
5. Monte siguiendo el orden inverso al desmontaje.

⚠ PRECAUCIÓN

- Comprobar el avance de inyección y ajustar, si es necesario.
- Tras la instalación, purgar el aire de la bomba de inyección.

INSPECCIÓN

VELOCIDAD RALENTÍ

1. Calentar el motor hasta su temperatura de funcionamiento normal (Temperatura del refrigerante 60°C (14°F)).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

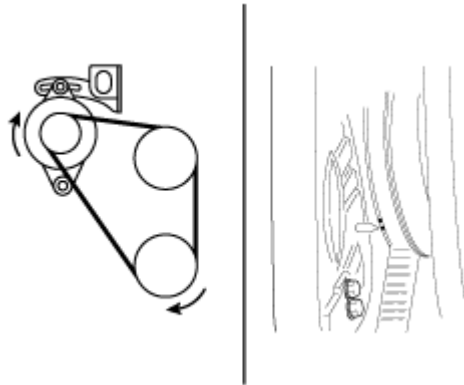
2. Conectare un cuentarrevoluciones y comprobar la velocidad de ralentí

Velocidad de ralentí: 700~750 rpm

- Si la velocidad de ralentí es superior a la especificación, ajustarla de acuerdo con el procedimiento de "AJUSTE".

PUNTO DE INYECCIÓN

1. Soltar el cable negativo de la batería y el conector de la electroválvula de corte de combustible.



2. Soltar la manguera de admisión.

3. Soltar el tubo de inyección de combustible de la bomba de inyección.

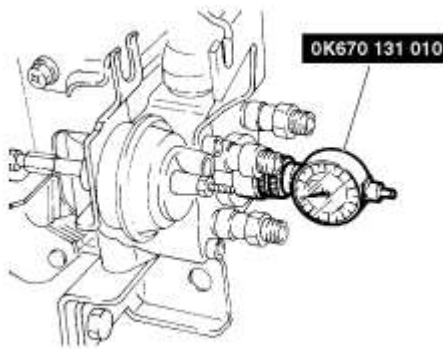
4. Aliñar la marca (ATDC 7°) de la polea del cigüeñal con el pasador indicador girando la polea del alternador.

AVISO

ATDC 5° para BOLIVIA, COLOMBIA, ECUADOR, EL SALVADOR y GUATEMALA

5. Retirar el tapón de la cabeza hidráulica de la bomba de inyección.

6. Introducir SST (0K670 131 010) en el agujero del tapón de la cabeza hidráulica, colocar el indicador de modo que pueda tocar el émbolo de la bomba.

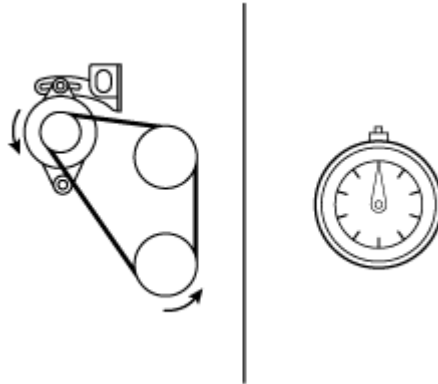


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

AVISO

Colocarlo de modo que indicador indique aproximadamente 2-3 mm (0,08~0,12 pulg).

- Girar lentamente la polea del alternador en la dirección opuesta a las agujas del reloj (en la dirección inversa al giro del motor) hasta que deje de moverse el indicador.



AVISO

El indicador se para cuando se gira el cigüeñal aproximadamente 30 en la dirección opuesta a las agujas del reloj.

- Alinear el indicador del dial a "0".

AVISO

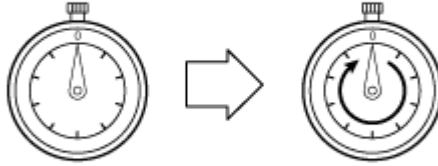
Tras alinear el indicador con el "0", comprobar que la aguja del indicador no se mueve de "0" girando lentamente la polea del alternador a derecha e izquierda.

- Tras girar la polea del cigüeñal en sentido horario (en la dirección de giro del motor) de modo que la marca quede alineada con el pasador del indicador, comprobar que la aguja indicaba $1 \pm 0,02$ mm ($0,04 \pm 0,0008$ pulg) cuando al marca (ATDC 7°) se puede alinear con el pasador indicador.

AVISO

ATDC 5° para BOLIVIA, COLOMBIA, ECUADOR, EL SALVADOR y GUATEMALA

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



- Si la velocidad de ralentí es superior a la especificación, ajustarla de acuerdo con el procedimiento de "AJUSTE".

ALZADO DE LEVA

1. Hacer funcionar la bomba de inyección de acuerdo con los procedimientos de "AJUSTE".
2. Girar la polea del alternador en sentido horario (en la misma dirección que el giro del motor) y leer la indicación máxima del indicador de dial.

Alzado de leva: 2,6 mm (0,102 pulg.)

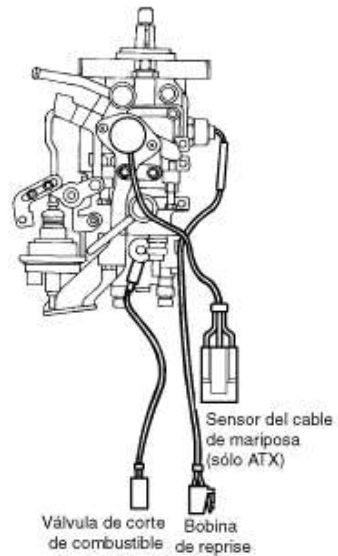


AVISO

Si el alzado de leva es inferior a la especificación, hay algún problema en el disco de leva o el conjunto de rodillo.

VÁLVULA DE CORTE DE COMBUSTIBLE

1. Comprobar que el motor se para cuando se desconecta el conector de la válvula de corte de combustible con el motor en funcionamiento. Si el motor no separa, comprobar todos los mazos de cables de conexión relacionados, y sustituir la válvula de corte de combustible si es normal.



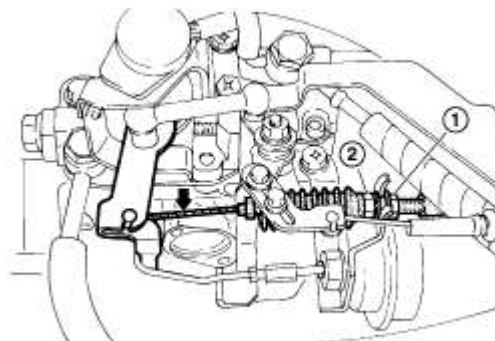
BOBINA DE ENGANCHE

1. Soltar el conector de la bobina de enganche.
2. Realiza una prueba de continuidad con un ohmímetro.
3. Sustituir la bobina si su circuito está abierto.

AJUSTE

VELOCIDAD RALENTÍ

1. Comprobar la desviación del cable del acelerador.



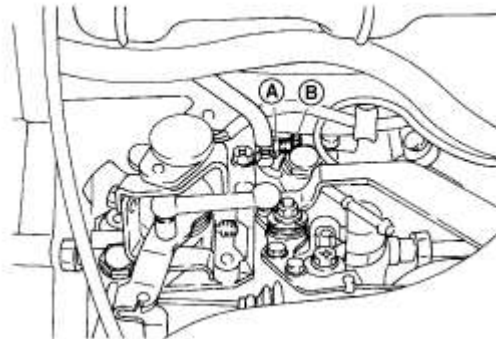
Deflexión: 1~3 mm (0,04~0,12 pulg.)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

AVISO

Si la deflexión es superior a la especificación, ajustarla girando la tuerca (2) tras aflojar la tuerca de seguridad del cable del acelerador (1).

- Tras aflojar la tuerca de seguridad (1) del tornillo de ajuste de la velocidad de ralentí, ajustar el ralentí girando el tornillo de ajuste (2).



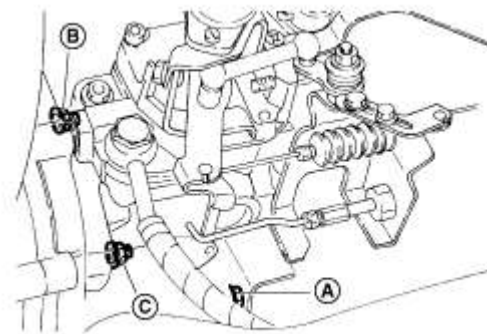
Par de apriete :
5,9~8,8 N·m (0,6~0,9 kg-m, 4,4~6,5 lb-pie)

AVISO

- El ralentí se incrementa si se gira el tornillo de ajuste en sentido horario y se reduce si se gira en sentido antihorario.
- Comprobar si la palanca de ajuste funciona correctamente tras el ajuste.

AVANCE DE LA INYECCIÓN

- Aflojar la tuerca (B), (C) tras soltar el tornillo de fijación de la bomba de inyección (A).



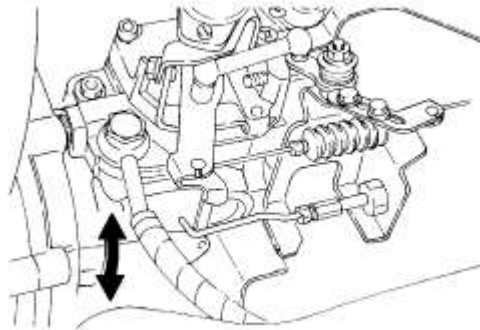
- Ajustar el punto de inyección moviendo la bomba de inyección hasta que la elevación de la leva sea de $1 \pm 0,02$ mm.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ALZADO DE LEVA	PUNTO DE INYECCIÓN	AJUSTE
Superior a $1 \pm 0,02$ mm ($0,04 \pm 0,008$ pulg.)	Avanzado	Girar la bomba de inyección en sentido anti horario. (en la dirección inversa al giro del motor)
Inferior a $1 \pm 0,02$ mm	Retardado	Girar la bomba de inyección en sentido horario. (en la dirección de giro del motor)

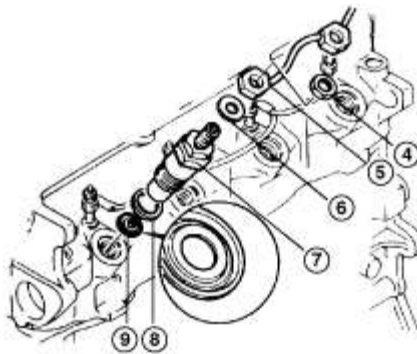
AVISO

Realizar la purga de aire tras ajustar el punto de inyección.



DESMONTAJE

1. Extraiga siguiendo los pasos siguientes.



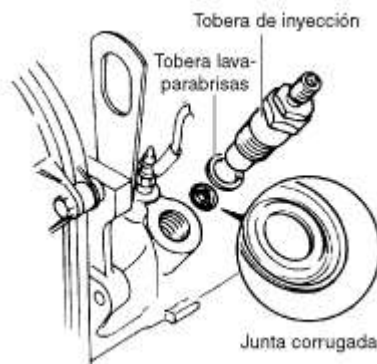
- (1) Cable negativo de la batería
- (2) Conjunto de conector de válvula de corte de combustible
- (3) Tubo de inyección de combustible
- (4) Tuerca de seguridad de tubo de retorno de combustible

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- (5) Tubo de retorno de combustible
- (6) Arandela
- (7) Boquilla de inyección de combustible
- (8) Arandela de la boquilla
- (9) Arandela ondulada

INSTALACIÓN

1. Monte siguiendo el orden inverso al desmontaje.



⚠ PRECAUCIÓN

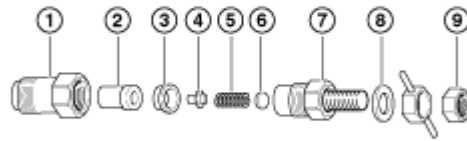
- No volver a utilizar la arandela y la junta ondulada.
- Al colocar la junta ondulada, la superficie pintada en rojo debe estar orientada hacia la boquilla de inyección.
- Mantener el par especificado cuando se coloca la boquilla de inyección.
- Purgar el aire cuando se haya colocado la boquilla de inyección.

Par de apriete : 58,8~68,7 N·m (6,0~7,0 kg-m, 43,4~50,6 lb-pie)

DESMONTAJE

1. Desmontaje siguiendo los pasos siguientes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



- (1) Anillo retenedor
- (2) Cuerpo de la Tobera y válvula de aguja
- (3) Pieza de separación
- (4) Pin de presión
- (5) Muelle de presión
- (6) Suplemento
- (7) Soporte de tobera
- (8) Limpiaparabrisas
- (9) Tuerca

INSPECCIÓN

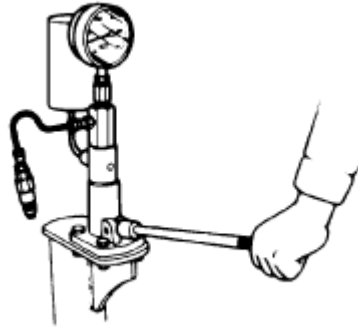
AVISO

Comprobar la boquilla de inyección de combustible utilizando el combustible diesel aproximadamente a 20°C (68°F)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

118. PRESIÓN DE INICIO DE LA INYECCIÓN

- Colocar la boquilla de inyección en el instrumento de medida de boquillas y purgar aire bombeando varias veces.



- Apretar ligeramente el agarre del instrumento de medida y comprobar la presión de inicio de inyección.

Presión de puesta en marcha de inyección: 13.230 kPa (135 kg/cm², 1.918 psi)
- Si la presión de inicio de inyección es superior a la especificación, ajústela usando una cuña.



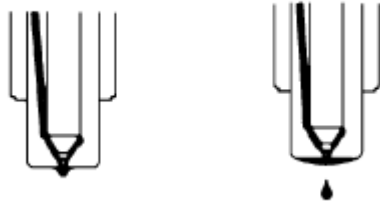
AVISO

- Tipo de cuña: desde 0,50 mm (0,02 pulg.) a 1,54 mm (0,06 pulg.) (27 tipos en total en intervalo de 0,04mm (0,0016 pulg.))
- Si se incrementa el grosor en 0,04 mm, la presión de inyección aumenta aproximadamente 470 kPa (4,8 kg/cm², 68 psi)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

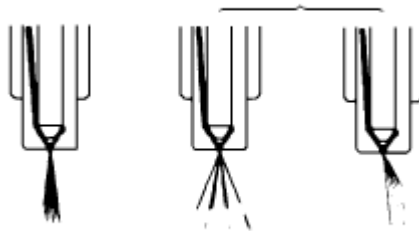
119. ASIENTO DE LA VÁLVULA

1. Aplicar una cierta presión 11.270 kpa (115 kg/cm², 1.634 psi)) y comprobar si hay fugas de combustible del agujero de la boquilla de inyección.
Si hay fugas de combustible, desmontar, limpiar y comprobar la boquilla de inyección de nuevo o sustituirla.



120. ESTADO DE ATOMIZACIÓN (PATRÓN DE PULVERIZACIÓN)

1. Colocar la boquilla de inyección en el instrumento de medida de boquillas y purgar aire bombeando varias veces.
2. Sin aplicar presión a la boquilla, presionar la manilla varias veces con rapidez (presionar la manilla con la mayor rapidez de modo que se pueda oír el ruido de los impulsos) y comprobar el estado de atomización.



- (1) Pulverizar el combustible fino y de forma uniforme.
- (2) El ángulo de inyección y la dirección deben ser normales.
3. Si el estado de atomización es anormal, desmontar, limpiar y comprobar la boquilla de inyección de nuevo o sustituirla.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

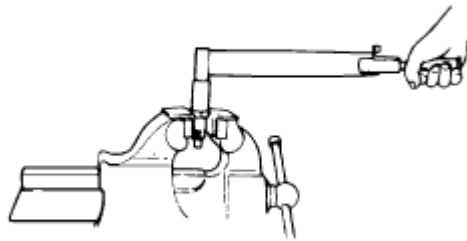
121. CUERPO DE BOQUILLA Y AGUJA (VÁLVULA)

1. Comprobar el asiento de válvula y otras partes por si hubiera daños.
2. Comprobar si el cuerpo de la boquilla está dañado. Sujetar el cuerpo de la boquilla verticalmente e introducir alrededor de 2/3 de la válvula de aguja y comprobar que la válvula de aguja cae en el asiento por su peso.



122. ARMADO

Al montar la boquilla de inyección, tener cuidado con lo siguiente.

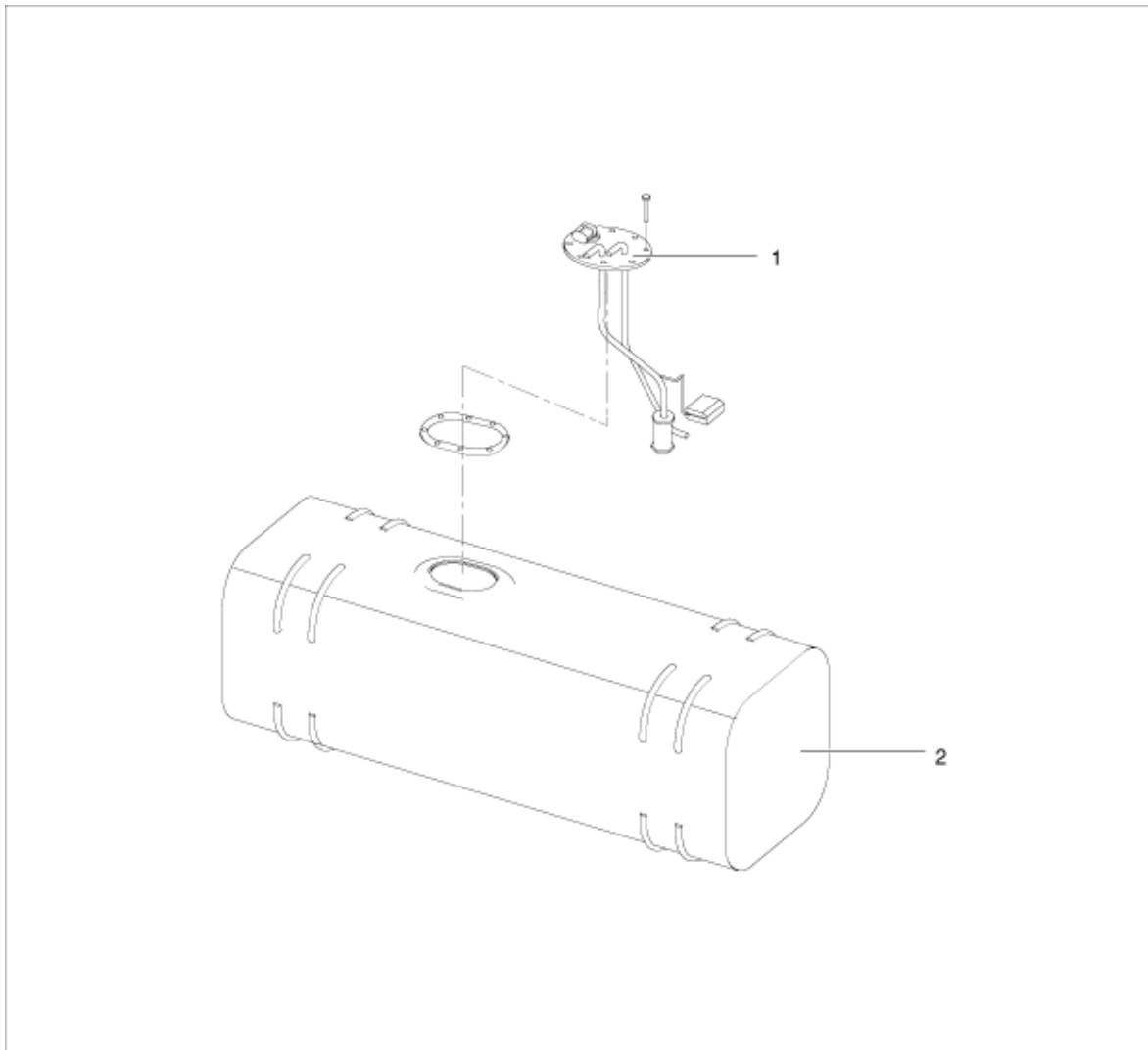


Par de apriete : 29 N·m (2,95 kg-m. 22,4 lb-pie)

⚠ PRECAUCIÓN

- Tras montar la boquilla de inyección, comprobar la presión de inicio de inyección y el estado de atomización.
- Mantener el par especificado cuando se monte el cuerpo de la boquilla y el soporte de la boquilla.

123. COMPONENTES



1. Aforador sensor

2. Depósito de combustible-

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

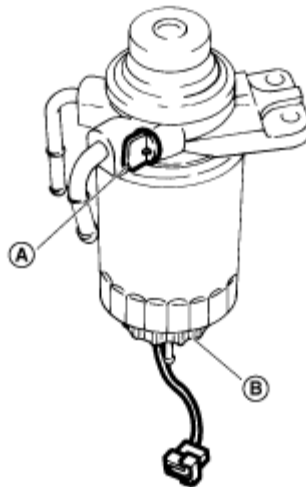
124. INSPECCIÓN

125. PURGA DE AIRE

▲ PRECAUCIÓN

Si hay aire en el sistema de inyección por falta de combustible durante el funcionamiento del motor, o si se ha sustituido la bomba de inyección, se purgará el aire de acuerdo con los procedimientos siguientes, y se pondrá en marcha el motor para verificar si hay fugas de aire.

1. Retirar el tapón de purga de aire del filtro de combustible (A).



2. Apretar y soltar repetidamente la cabeza del filtro de combustible hasta que fluya el combustible.
3. Colocar el tapón de purga de aire al tiempo que se presiona la cabeza del filtro de combustible.

126. DRENAJE DE AGUA

AVISO

Si está iluminado el testigo del sedimentador, drenar el agua en los pasos que se muestran a continuación.

1. Quitar el tapón de vaciado y vaciar el agua mientras sea presiona y se suelta continuamente la cabeza del filtro de combustible.
2. Tras vaciar el agua, purgar el aire para el filtro de combustible.

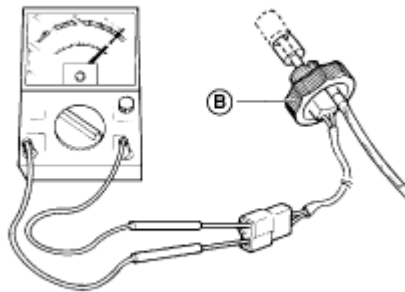
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

DETECTOR

1. Retirar el detector (B) del sedimentador.
2. Realizar la prueba de continuidad y comprobar que está cerrado si el detector se mueva hacia arriba y abierto si el detector se mueve hacia abajo.

⚠ PRECAUCIÓN

Tras colocar el detecto, purgar el aire. B LG9E001E



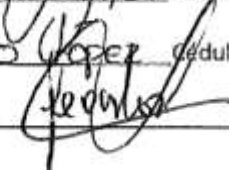
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Firma Estudiantes de Trabajo de Grado:

Rubén Darío Uribe Cano  Cédula: 98.714.572

Jonathan Arley Rengifo Castro  Cédula: 1.020.402.802

Orlando Alberto López Arias:  Cédula: 71.210.306

FIRMA ASESOR 

Se entrega texto para revisión por 1º vez. El evaluador ya certifió el funcionamiento correcto del Motor.

30 de Agosto
FECHA ENTREGA: de 2017 (11:15 a.m.)

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____
FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____
FECHA ENTREGA: _____