



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TEMA:

“ANÁLISIS DE OPACIDAD DEL MOTOR J3 DEL HYUNDAI TERRACAN GL EX
CRDI EN EL USO DE COMBUSTIBLE DIÉSEL DE DIFERENTES
PROVEEDORES”

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ.**

AUTOR:

JIMMY ALEJANDRO VERA CORNEJO

GUAYAQUIL, MARZO 2018

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Marcelo González Torres

CERTIFICA

Que el trabajo de **“ANÁLISIS DE OPACIDAD DEL MOTOR J3 DEL HYUNDAI TERRACAN GL EX CRDI EN EL USO DE COMBUSTIBLE DIÉSEL DE DIFERENTES PROVEEDORES”** realizado por el estudiante: JIMMY ALEJANDRO VERA CORNEJO ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza el señor: JIMMY ALEJANDRO VERA CORNEJO que lo entregue a biblioteca de la facultad, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, marzo de 2018



Ing. Marcelo González Torres

Director de proyecto

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a la Virgen María, quienes me inspiraron espíritu y colmaron de bendiciones mi vidas para la conclusión de proyecto esta hermosa carrera que he seguido.

A mis padres, que me dieron vida, educación, apoyo y consejos. A mi esposa quien ha sido aporte importante y apoyo en los momentos difíciles de mi vida. A mi hija, quien es el motor de mi vida, y mi mayor motivación de cada día.

A mis compañeros de estudio, a mis amigos y profesores, con quienes viví muchos momentos felices que quedarán en mis recuerdos por siempre, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se lo agradezco de todo corazón, de lo más profundo del alma.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haberme acompañado y guiado en el camino del bien, brindándome sabiduría y destrezas para retener lo aprendido en esta institución.

Agradezco a mi familia, en especial a mi padre y madre quienes me apoyaron en todo momento, incluso económicamente en los momentos que lo necesité.

Gracias a mi esposa Valeria, quien ha estado conmigo desde el inicio de mis estudios universitarios, siendo un importante pilar en mi vida.

Gracias a mi hermosa hija Emilia, quien es el motor de mi vida, y motivación diaria, quien con su inocencia, me hace dar lo mejor de mí, y la alegría de mis días incluso en aquellos momentos en los que he dejado de estar con ella por asistir a clases.

A mi querido hermano Sebastián, quien me motiva a llegar lejos, y poder convertirme en alguien que él anhele seguir.

Agradezco a Filvercor S.A., quien me ha brindado el trabajo que me ha permitido financiar mis estudios, y me ha apoyado cuando lo he pedido para actividades relacionadas a mis estudios durante horas laborables.

Un agradecimiento especial para el Sr. Edison Solórzano, quien estuvo siempre presto a ayudarme y prestar las herramientas necesarias para realizar mis pruebas en el taller de la institución.

Gracias a todos los profesores y directivos de la UIDE por la enseñanzas y experiencias compartidas a lo largo de esta carrera, y por hacer de este tiempo compartido algo que siempre recordaré, en especial al Msc. Marcelo González Torres tutor de mi tesis, quien ha sido un aporte importante en este proyecto.

Agradezco también a mis amigos y compañeros, con quienes compartí la mayor cantidad de tiempo y esfuerzo, quienes me enseñaron que el trabajo en grupo siempre será importante en la vida, gracias y éxitos en sus actividades.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLA	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
PRESENTACIÓN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Definición del problema	1
1.2. Objetivos de la investigación.....	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Alcance	4
1.4. Justificación e importancia de la investigación	4
1.4.1. Justificación teórica	4
1.4.2. Justificación metodológica	5

1.4.3.	Justificación práctica.....	5
1.5.	Marco metodológico.....	5
1.5.1.	Método de investigación	5
1.5.2.	Tipo de investigación	6
CAPÍTULO II.....		7
MARCO TEÓRICO		7
2.1.	Hyundai Terracan GL EX CRDI T/A.....	7
2.1.1.	Datos de identificación.....	8
2.1.2.	Especificaciones de motor	8
2.1.3.	Sistema de Transmisión	10
2.1.4.	Dimensiones, capacidades y pesos.....	11
2.2.	Sistema CRDI Delphi	12
2.2.1.	ECM	13
2.2.2.	Circuito de baja presión para línea de retorno	14
2.2.3.	Circuito de alta presión	14
2.2.4.	Circuito de alimentación	15
2.2.5.	Bomba de alta presión.....	15
2.2.6.	Bomba de baja presión.....	17
2.2.7.	Common rail	17
2.2.8.	Inyector.....	19
2.2.8.1.	Funcionamiento de los inyectores	20
2.2.9.	IMV (válvula de derivación de entrada).....	23

2.2.10.	Bomba de cebado	25
2.3.	Parámetros de torque y potencia motor Hyundai Terracan J3 CRDI	26
2.3.1.	Torque	26
2.4.	Opacímetro	28
2.4.1.	Densidad del humo (K)	29
2.4.2.	BEA 070 (medidor de opacidad)	30
2.1.1.	Funcionamiento correcto	30
2.2.	Explicación de conceptos.....	31
2.2.1.	Sonda de toma de gases de escape.....	31
2.2.2.	Cámara de medición.....	32
2.3.	Azufre en el combustible	32
	CAPÍTULO III.....	34
	PRUEBAS Y DIAGNÓSTICO	34
3.1.	Pruebas.....	34
3.2.	Combustible de diferentes proveedores.	34
3.3.	Pasos de operación del opacímetro.	35
	CAPÍTULO IV	45
	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	45
4.1	Análisis de pruebas.....	45
4.1.1	Prueba 1 Opacidad con combustible diésel gasolinera Petrocomercial.....	45
4.1.2	Prueba 2 Opacidad con combustible diésel gasolinera Mobil	46

4.1.3	Prueba 3 Opacidad con combustible diésel gasolinera Petrolríos	47
4.1.4	Prueba 4 Opacidad con combustible diésel gasolinera Primax	48
4.1.5	Prueba 5 Opacidad con combustible diésel gasolinera Terpel	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		50
5.1.	Conclusiones	50
5.2.	Recomendaciones	52
BIBLIOGRAFÍA		53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Terracan 2.9 CRDI	7
Figura 2.Esquema Sistema CRDI	12
Figura 3.ECM.....	13
Figura 4.Componentes de la bomba de alta presión	16
Figura 5.Bomba de alta presión	16
Figura 6.Bomba de baja presión	17
Figura 7.Riel común	18
Figura 8.Inyector	20
Figura 9.Ciclo de funcionamiento del inyector	20
Figura 10.Fase 1 de trabajo del inyector	21
Figura 11.Fase 2 de trabajo inyector	22
Figura 12.Fase 3 de trabajo inyector	22
Figura 13.Fase 4 de trabajo del inyector	23
Figura 14.Válvula de derivación de entrada	24
Figura 15.Bomba de cebado manual	25
Figura 16.Curva de características del motor	27
Figura 17.Curva de torque y potencia del terracan 2 B	28
Figura 18. Bosch BEA070	30
Figura 19.Equipo Fsa 150 Bosch se enciende	35
Figura 20.Conectar equipo FSA 150 BOSCH.....	36
Figura 21.Conectar medidor de temperatura de aceite	36
Figura 22.Característica del motor	37
Figura 23.Elegir prueba “Gas esc Des”	37

Figura 24. Informacion del motor.....	38
Figura 25. Medicion de revoluciones	39
Figura 26. Fijar “régimen de limitación de caudal”	39
Figura 27. Autocalibracion del equipo	40
Figura 28. Conectar la sonda al motor	40
Figura 29. Mantener número de revoluciones	41
Figura 30. El interfaz muestra el mensaje de mantener ralentí el vehículo	41
Figura 31. Mensaje de retirar sonda.....	42
Figura 32. Visualizacion de los datos	43
Figura 33. Guardar datos del vehículo en el programa.....	43
Figura 34. El combustible restante se retira	44

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Datos de identificación del Hyundai Terracan.....	8
Tabla 2. Especificaciones del motor.....	9
Tabla 3. Sistema de transmisión.....	10
Tabla 4. Dimensiones del vehículo.....	11
Tabla 5. Peso del vehículo.....	11
Tabla 6. Estaciones de servicio.....	34
Tabla 7. Resultados de la prueba 1.....	45
Tabla 8. Resultados de la prueba 2.....	46
Tabla 9. Resultados de la prueba 3.....	47
Tabla 10. Resultados de la prueba 4.....	48
Tabla 11. Resultados de la prueba 5.....	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.Prueba 1	45
Gráfico 2.Prueba 2	46
Gráfico 3.Prueba 3	47
Gráfico 4.Prueba 4	48
Gráfico 5.Prueba 5	49

PRESENTACIÓN

Los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz, se verán plasmados en el contenido de esta tesis, la industria automotriz se mantiene en constante innovación y desarrollo, la competencia entre distintos fabricantes se basa principalmente el avance tecnológico y estético que un vehículo pueda tener, sin descuidar el tema ecológico que mucho preocupa a la sociedad. Por ello el estudio de esta tesis se enfoca en el estudio del mejor rendimiento de un motor J3 CRDI de un Huyndai Terracan GL EX. Se tomaron 5 muestras para obtener un análisis de la opacidad generada por el motor J3 CRDI con combustible diésel de diferentes proveedores, de esta forma se pudo identificar el combustible que nos brinda una menor opacidad para el motor J3.

Este documento será un aporte importante para los estudiantes y comunidad en general para guiarlos en cuanto al comportamiento de la opacidad con combustible diésel de diferentes proveedores, en este modelo de motor; además brindará experiencia en el campo a desarrollarse, lo que va a ayudar a una exitosa formación profesional.

Esta actividad ha sido documentada y supervisada por un docente de la Unidad Académica, con el fin de fin de cumplir a cabalidad con uno de los requisitos para la obtención del Título.

PALABRAS CLAVES: Innovación, Tecnológico, Ecológico, Opacidad, eficiencia, combustible.

ABSTRACT

The knowledge acquired in the course of Automotive Mechanical Engineering, will be reflected in the content of this thesis, the automotive industry remains in constant innovation and development, competition between different manufacturers is based primarily on the technological and esthetic advancement that a vehicle can have, Without neglecting the ecological theme that is of great concern to society. For this reason the study of this thesis focuses on the study of the best performance of a J3 CRDI engine of a Hyundai Terracan GL EX. Five samples were taken to obtain an analysis of the opacity generated by the J3 CRDI engine with diesel fuel from different suppliers, in order to identify the fuel that gives us lower opacity for the J3 engine.

This document will be an important contribution for the students and community to guide them to determine the opacity with diésel fuel of different suppliers, in this model of motor; And will provide experience in the field to develop, which will help a successful professional training.

This activity has been documented and supervised by a teacher of the Academic Unit, in order to fully comply with one of the requirements for obtaining the Degree.

KEYWORDS: Innovation, Technological, Ecological, Opacity, efficiency, fuel.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL

1.1. Definición del problema

El problema se basa en estudio de los efectos del combustible diésel en un motor J3 del Hyundai Terracan GL EX CRDI, para ellos debemos utilizar un medidor de opacidad, para identificar el combustible diésel de diferentes proveedores que genere la menor opacidad posible.

La necesidad de este proyecto nace gracias a las exigencias medioambientales que en los recientes años se han implementado en nuestro país, específicamente en la ciudad de Guayaquil, con la creación de organismos reguladores de las emisiones que los motores generan hacia el medio ambiente, de ahí la importancia de conocer el combustible diésel que nos otorgue un menor porcentaje de opacidad. Siendo la opacidad uno de los valores de mayor peso en el control de contaminación medio ambiental. El desarrollo de este proyecto aporta con importante información a profesionales que ejercen en la industria automotriz, estudiantes en formación y al público en general.

El avance tecnológico ha permitido dar nuevos usos al combustible diésel, que principalmente ha estado ligado a los transportes pesados y maquinaria agrícola; con estas innovaciones se ayuda a disminuir el consumo

de combustible con la inclusión de elementos electrónicos en los automóviles de serie, dando como resultado mejoras potenciales en el desempeño y eficiencia de los motores. El bienestar de nuestro planeta ha sido impactado por la contaminación de la industria en general y entre ellos una importante porción se da por los vehículos de combustión interna. De ello la importancia que las fábricas estén en constante innovación y desarrollo de productos, en busca de mejor potencia, reduciendo contaminación y mejorando el consumo de combustible.

La diversidad de proveedores de combustible diésel en la ciudad de Guayaquil es un punto importante a considerar ya que aunque la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1489 (Séptima Revisión) indica los requisitos mínimos que debe cumplir el combustible diésel que se distribuye en el país, cada proveedor varía un poco la composición al agregar aditivos o usar una composición patentada.

Este trabajo, aportará el conocimiento necesario a la comunidad universitaria para poder reconocer un tipo de sistema CRDI, además de poder identificar con que proveedor de combustible se podrá obtener un mejor rendimiento del motor J3 CRDI.

La investigación que se realizara se basa en un objetivo DEL PLAN DE DESARROLLO 2017-2021 TODA UNA VIDA, OBJETIVO 5: IMPULSAR LA PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD PARA EL CRECIMIENTO ECONÓMICO SOSTENIBLE DE MANERA RETRIBUTIVA Y SOLIDARIA, porque la personas adquirirán más información acerca de los diferentes tipos de combustible diésel que otorgan diferentes proveedores para así aprender

más y poder aplicarlo a futuros proyectos y también se basa en una línea de investigación de la UIDE la cual es Gestión del conocimiento.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Realizar pruebas de opacidad, con el combustible Diésel de diferentes proveedores, con el fin de demostrar mediante un estudio comparativo, el combustible diésel que mejor se adapte al motor J3 del Hyundai Terracan GL EX CRDI, dentro de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, en el año 2018.

1.2.2. Objetivos específicos

- Conseguir combustible de al menos 5 proveedores dentro de la ciudad de Guayaquil.
- Realizar la toma de muestras con el Opacímetro, tabular los resultados y realizar un análisis comparativo entre las muestras.
- Determinar el combustible del proveedor ideal para el motor J3 del Hyundai Terracan GL EX CRDI.

1.3. Alcance

El presente estudio se da con el fin de proporcionar a los lectores, una guía para el estudio del comportamiento de la opacidad en función del proveedor de combustible diésel, aportando a los lectores importante información sobre un tema de mucho interés en la mecánica automotriz, por ello la importancia de profundizar en la teoría y la práctica, para que ayude al aprendizaje de la comunidad universitaria.

Este material reposará en la biblioteca de la Universidad Internacional del Ecuador, al alcance de los estudiantes de la facultad de ingeniería automotriz, quienes tendrán la oportunidad de realizar análisis con un mejor criterio profesional y llevar a cabo comparaciones que generen beneficios a la comunidad.

Esto dará lugar a futuros ingenieros totalmente preparados para enfrentar los avances tecnológicos que la industria automotriz los hace cambiantes, dejando en alto el nombre de esta prestigiosa institución.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación teórica

Este proyecto nace con la necesidad de demostrar mediante pruebas reales, el combustible diésel que menor opacidad genere en el funcionamiento

de un motor J3 CRDi. Con el fin de proporcionar a los lectores, una guía para la toma de decisiones que se tenga que hacer en función del proveedor de combustible Diésel que se tenga que elegir.

1.4.2. Justificación metodológica

La investigación se basa en un método cuantitativo porque se analiza las pruebas que se realizaron en el terracan por medio del opacímetro usando diésel de diferentes proveedores.

1.4.3. Justificación práctica

El análisis de opacidad del motor J3, ayuda a identificar que combustible es el mejor para un trabajo óptimo y eficiente, y donde no se tenga mucha contaminación, viendo los niveles de azufre, comparando cada uno de ellos entre sí para llegar a la conclusión de cual proveedor genera el diésel más recomendable para el motor J3.

1.5. Marco metodológico

1.5.1. Método de investigación

Para esta investigación se considera la aplicación del método cuantitativo porque se va a realizar pruebas de fallo y error, se tomará

muestras de diferentes combustibles y se lo analizará en el motor para ver cuál es el más correcto para el J3.

1.5.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación aplicada en este proyecto es de tipo analítico, porque se estudia la opacidad que tiene el motor J3 con diésel de diferentes proveedores.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Hyundai Terracan GL EX CRDI T/A

Es un gran coche muy útil que sirve tanto para ir por la ciudad, por el campo, por la montaña e incluso pasar por un río. Es un coche que consta de varias opciones de tracción: 4L, 4H, y 2H (4x4). Existían versiones de cambio manual y automático. Un Hyundai Terracan modelo 2005 simple manual costaba € 27.000. Su país de origen es Corea del Sur, este coche usa diésel como combustible, la cilindrada del motor es de 2995 cm³, tiene asientos para cinco plazas y existe la opción de siete pasajeros y las ruedas son de tracción 4WD. Los motores eran un gasolina V6 de 3.5 litros de cilindrada y 195 CV de potencia máxima, y un diésel de cuatro cilindros en línea, 2.9 litros con inyección directa common-rail y turbocompresor y 150 ó 163 CV. Se ofrecía con una caja de cambios manual de cinco marchas y una automática de cuatro marchas. Figura 1



Figura 1. Terracan 2.9 CRDI

Fuente: Sánchez, Enrique. Sistemas auxiliares del motor, Macmillan Iberia, S.A., 2009
Editado por: Jimmy Vera

2.1.1. Datos de identificación

Hyundai Terracan 2.9 CRDi GL automático año 2006

Tabla 1. Datos de identificación del Hyundai Terracan

País de origen:	Corea del Sur Corea del Sur
Fabricante:	Hyundai
Modelo:	Terracan 2006
Submodelo:	Terracan fase-II
	2004-2007
Clasificación EEC:	J (E) (coches deportivos utilitarios y vehículos todo terreno - segmento E - ejecutivos)
Subsegmento:	JE-4WD (utilitario deportivo ejecutivo de tracción a las cuatro ruedas y vehículos todo terreno)
Clase:	De tamaño medio fuera de la carretera / SUV (vehículo deportivo utilitario)
Tipo de cuerpo:	Carro utilitario deportivo
Puertas:	5
Tracción:	4x4 a tiempo parcial (trasera permanente, frente a activarse manualmente en condiciones todoterreno, en el ejercicio 50/50); caja de transferencia 2,48 / 1

Diseñado por: Jimmy Vera

2.1.2. Especificaciones de motor

Las especificaciones del motor se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones del motor

Fabricante del motor:	Hyundai-Kia-J3 serie
Tipo de motor:	Diésel
Tipo de combustible:	Combustible diésel
Sistema de combustible:	Common Rail Diésel Inyection
Sistema de carga:	Turbocompresor
Válvulas por cilindro:	4
Características adicionales:	DOHC; CommonRail 1600 bar; intercooler
Control de emisión:	oxi-cat
Norma de emisión:	Euro 3
Disposición de los cilindros:	4 en línea
Desplazamiento:	2902 cm ³
Diámetro:	97,1 mm
Carrera:	98 mm
Radio de compresión:	18.4: 1
Caballos de fuerza neto:	120 kW / 163 CV / 161 CV (ECE)
	/ 3800
Torque neto:	345 nm / 254 ft-lb
Energía del coche en relación al peso neto :	57,5 vatios / kg / 26,1 vatios / lb
Peso del coche a la relación de potencia neta :	17,4 kg / kW / 12,8 kg / PS / 28,6 libras / CV
Capacidad de combustible:	75 litros / 19.8 US gal

Diseñado por: Jimmy Vera

2.1.3. Sistema de Transmisión

Tabla 3. Sistema de transmisión

Caja de cambios:	Aisin Warner
Tipo de transmisión:	automático
Número de engranajes:	4
Las relaciones de marchas (en general):	
I	2.804 (11,84)
II	1.532 (6.47)
III	1 (4.22)
IV	0,705 (2,98)
R	2.394
Rango de velocidad	
(Velocidad máxima en los engranajes,	
Mejor calidad de engranajes teór.):	(Km / h / mph)
I:	48/30
II:	87/54
III:	133/83
IV:	189/117
Velocidad de 1000 rpm:	(Km / h / mph)
I:	11.7 / 7.3
II:	21.5 / 13.4
III:	32.9 / 20.4
IV:	46.7 / 29
Neumáticos de serie:	255/65 R 16 S

Diseñado por: Jimmy Vera

2.1.4. Dimensiones, capacidades y pesos.

Tabla 4. Dimensiones del vehículo

Longitud:	4700 mm / 185 in
Ancho:	1,860 mm / 73,2 in
Altura:	1795 mm / 70.7 in
Distancia entre ejes:	2750 mm / 108.3 in
Tracción delantera:	1,530 mm / 60,2 in
Tracción trasera:	1,530 mm / 60,2 in
Distancia al piso:	211 mm / 8,3 in
Coefficiente de resistencia aerodinámica:	11,4 m / 37,4 pies
Longitud interior:	0.43
Anchura interior:	2,510 mm / 98,8 in
Altura interior:	1500 mm / 59.1 in
Capacidad de carga:	1,180 mm / 46,5 in
	750/1125/1955 / dm ³
	26,5 / 39,7 / 69 / pies cúbicos

Diseñado por: Jimmy Vera

Tabla 5. Peso del vehículo

Peso en vacío (sin conductor):	2087 kg / 4601 lbs
Bruto vehículo clasificación de peso GVWR:	2810 kg / 6195 lbs
Carga útil:	723 kg / 1594 lbs

Diseñado por: Jimmy Vera

2.2. Sistema CRDI Delphi

El sistema de inyección de Common Rail permite el control individual del avance de la distribución y de la inyección, permitiendo el control perfecto de la combustión cilindro por cilindro. Adicional, la presión de inyección se puede ajustar en un amplio rango de valores de acuerdo a las condiciones de funcionamiento del motor:

- Cuando está en ralentí y en carga baja, una presión baja de inyección (aproximadamente 200 bares) hace posible que se obtenga una menor tasa de inyección y un ajuste muy preciso de la cantidad de combustible inyectado.
- A plena carga, las presiones altas de inyección (de aproximadamente 1400 bares) aseguran atomización muy fina del combustible. Figura 2

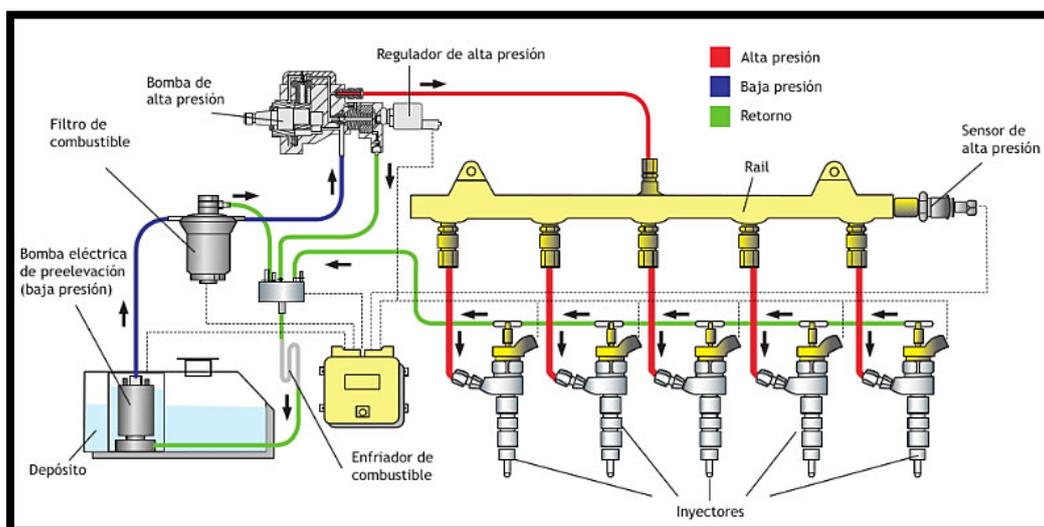


Figura 2.Esquema Sistema CRDI

Fuente: Sánchez, Enrique. Sistemas auxiliares del motor, Macmillan Iberia, S.A., 2009

Editado por: Jimmy Vera

2.2.1. ECM



Figura 3.ECM

Fuente: Sánchez, Enrique. Sistemas auxiliares del motor, Macmillan Iberia, S.A., 2009
Editado por: Jimmy Vera

Una Unidad Electrónica de Control controla la inyección y la presión del riel. También puede controlar funciones del motor y del vehículo tal como se muestra en la figura 3. Las entradas y salidas principales son:

Entrada:

- temperatura del combustible en la bomba.
- presión del combustible en el riel.
- parámetros del motor (velocidad del motor, tiempo, posición del pedal del acelerador, presión del turboalimentador, etc...).

Salida:

- corriente de accionamiento para la válvula de control del inyector.
- corriente de accionamiento para la válvula de derivación del caudal de entrada.

- calentador del filtro de combustible (opcional).

El control de la alta presión se lleva a cabo usando un sensor de presión del riel el cual entrega una señal proporcional a la presión de combustible en el riel (realimentación de presión) hacia el ECM y la IMV. Se logra el control de la presión usando la IMV y la descarga del riel efectuada por impulsos cortos de transmisión en los inyectores durante operaciones transitorias.

2.2.2. Circuito de baja presión para línea de retorno

El circuito de baja presión para línea de retorno tiene dos funciones principales:

- Recibir el flujo de la línea de retorno de la bomba y desviarla de vuelta hacia el tanque
- Recibir el flujo de la línea de retorno del inyector. Esta función es ayudada por un tubo Venturi para crear un vacío en la línea de retorno.

2.2.3. Circuito de alta presión

Se utiliza un circuito de alta presión con una bomba rotativa para comprimir el combustible desde el circuito de baja presión hacia el riel a través de una tubería de alta presión.

Un riel para acumular combustible altamente presurizado, conectado a su vez a los inyectores por tuberías de alta presión. Inyectores controlados electrónicamente (uno por cilindro) los cuales aseguran la introducción de la cantidad requerida de combustible en el momento preciso en los cilindros.

2.2.4. Circuito de alimentación

Un circuito de baja presión que alimenta al equipo de combustible con combustible filtrado y presurizado.

2.2.5. Bomba de alta presión

Las funciones de la bomba de HP (alta presión), tal como se muestra en la figura 4 son:

- Generar el nivel de alta presión requerida en el riel,
- Medir la cantidad de combustible comprimido en forma precisa según los requerimientos de potencia del motor para satisfacer las demandas de alta presión y de combustible calculadas por el ECM de acuerdo a las necesidades del conductor.

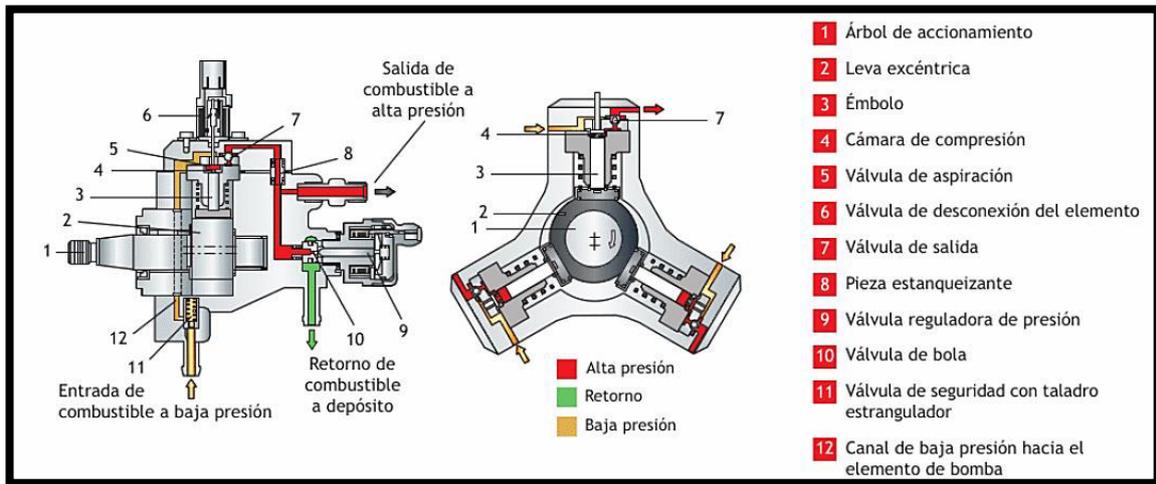


Figura 4. Componentes de la bomba de alta presión
Fuente: Sánchez, Enrique. Sistemas auxiliares del motor, Macmillan Iberia, S.A., 2009
Editado por: Jimmy Vera

La bomba de alta presión, conducida por la cadena de distribución, es una bomba tipo pistón que genera alta presión.

Presuriza el combustible hasta un máximo de 1400 bar antes de enviar el combustible hacia el common rail. El combustible comprimido se envía hacia el common rail tal como se muestra en la figura 5.



Figura 5. Bomba de alta presión
Fuente: Ibáñez, S. P. (2012). Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Diésel . IC Editorial.
Editado por: Jimmy Vera

2.2.6. Bomba de baja presión



Figura 6. Bomba de baja presión

Fuente: Ibáñez, S. P. (2012). Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Diésel . IC Editorial.

Editado por: Jimmy Vera

La bomba de baja presión como se muestra en la figura 6, forma parte de la bomba de alta presión.

Succiona el combustible desde el tanque de combustible y envía el combustible hacia los émbolos de la bomba de alta presión.

La cantidad de combustible que se envía es determinada por el ECM a través de la IMV (Válvula de Derivación de Entrada).

2.2.7. Common rail

El riel es un acumulador de alta presión. El sensor de presión del riel se usa para transmitir hacia el ECM el valor de presión en el riel. Este valor se usa para el cálculo anticipado del caudal y la inyección, tal como se muestra en la figura 7.

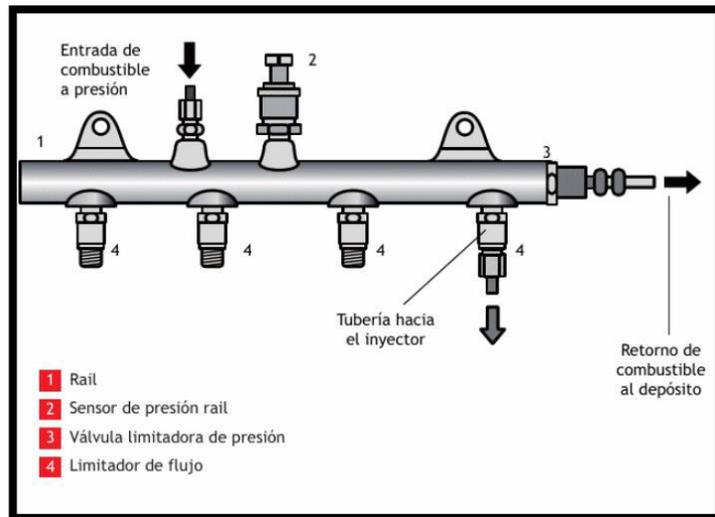


Figura 7.Riel común

Fuente: Sánchez, Enrique. Sistemas auxiliares del motor, Macmillan Iberia, S.A., 2009
Editado por: Jimmy Vera

El volumen de alta presión recibido desde la bomba HP a través de una línea HP se almacena en el acumulador también llamado riel común. Consiste en un múltiple de distribución que proporciona combustible a la presión de inyección hacia los inyectores a través de las tuberías HP y amortigua las fluctuaciones de presión.

Riel

- Masa (vacío): 1,9 Kg.
- Volumen: 18 cc
- Presión de rotura: > 7.000 bar

Sensor de presión

- Tipo: sensor de diafragma
- Suministro de voltaje: 5 +/- 0.25V
- Rango del sensor de presión: 0 a 1.800 bar
- Presión máxima: 2.200 bar
- Presión de explosión: sobre 2.500 bar

2.2.8. Inyector

El propósito del inyector es inyectar la cantidad requerida de combustible en el momento correcto con una variación lo más pequeña posible del volumen de inyección y demora en el comienzo de la inyección. Figura 8

- Inyectores sujetos por abrazaderas
- Apertura por un solenoide de la válvula de control
- Inyecciones múltiples: Inyecciones Pilotos, Principales y Posteriores
- Impulso de transmisión: En dos partes (corriente de tracción y corriente de sujeción)
- Corrección individual del inyector

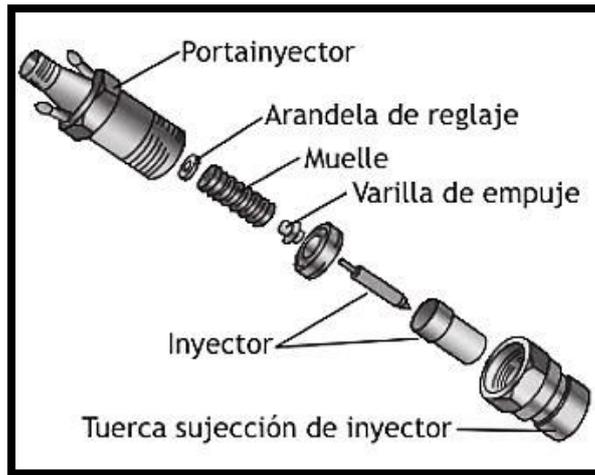


Figura 8.Inyector

Fuente: Sánchez, Enrique. Sistemas auxiliares del motor, Macmillan Iberia, S.A., 2009
Editado por: Jimmy Vera

2.2.8.1. Funcionamiento de los inyectores

En la figura 9 se describe como la aguja del inyector tiene 3 posiciones cuando está cerrado, cuando está en la preinyección y cuando se genera la inyección principal, las cuales se describen posteriormente en 4 fases.

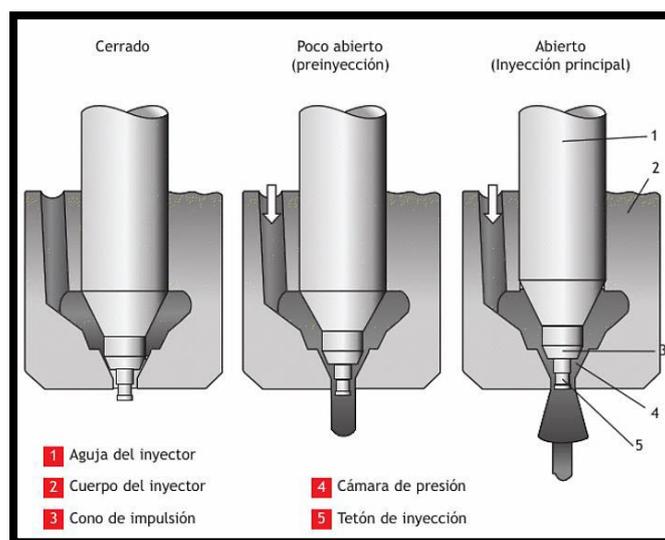


Figura 9.Ciclo de funcionamiento del inyector

Fuente: Sánchez, Enrique. Sistemas auxiliares del motor, Macmillan Iberia, S.A., 2009
Editado por: Jimmy Vera

FASE 1

No se envía corriente hacia el solenoide de la válvula de control, la válvula de control está cerrada, la presión en la cámara de control es la misma que en el riel, la boquilla se mantiene cerrada. Figura 10

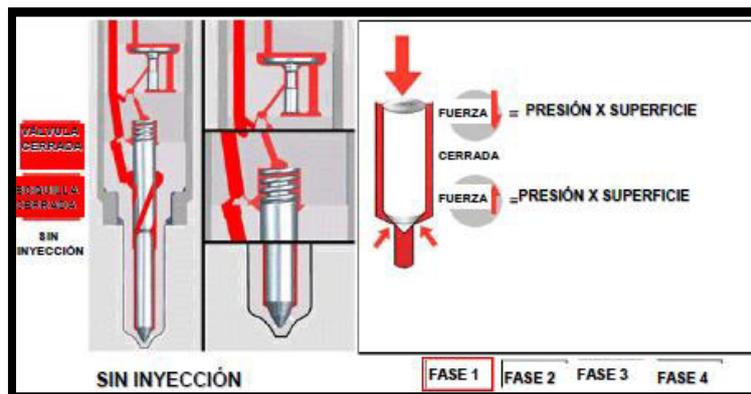


Figura 10.Fase 1 de trabajo del inyector

Fuente: Jiménez Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de mecánica de automóviles*. Malaga: IC Editoria

Editado por: Jimmy Vera

FASE 2

El solenoide de la válvula de control es energizado mediante el ECM, la válvula de control sube, la presión del combustible en la cámara de control de la aguja comienza a bajar, la boquilla aún está cerrada.

Cuando la presión en la cámara de control ha bajado lo suficiente y como la presión del combustible en el asiento de la boquilla permanece igual a la presión del riel, la aguja de la boquilla queda desbalanceada y se mueve hacia arriba. Figura 11

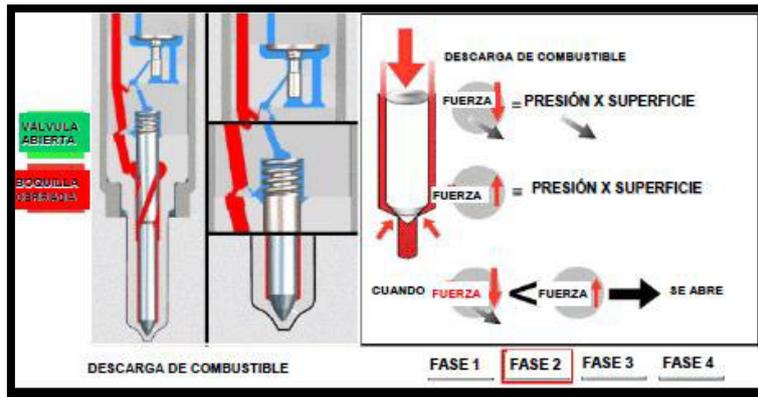


Figura 11.Fase 2 de trabajo inyector

Fuente: Jiménez Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de mecánica de automóviles*. Malaga: IC Editoria

Editado por: Jimmy Vera

FASE 3

Los orificios de inyección están abiertos y comienza la inyección. El tiempo que permanece energizado el solenoide de la válvula de control dependerá del punto de funcionamiento. Controlará la cantidad de inyección para una presión determinada del riel. Figura 12

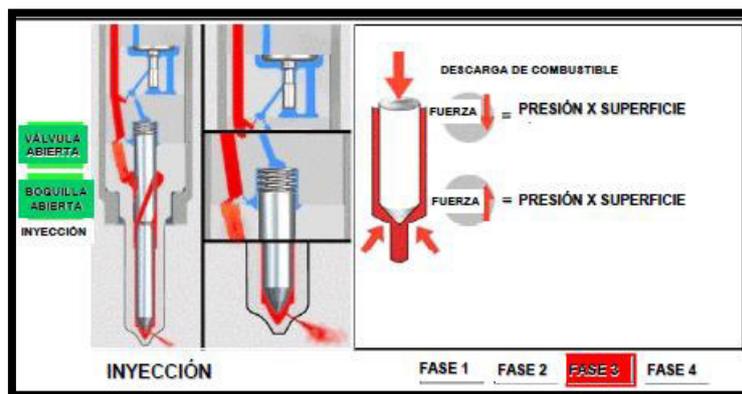


Figura 12.Fase 3 de trabajo inyector

Fuente: Jiménez Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de mecánica de automóviles*. Malaga: IC Editoria

Editado por: Jimmy Vera

FASE 4

El ECM corta la corriente hacia el solenoide de la válvula de control, la válvula de control vuelve a su asiento debido a la fuerza del resorte del solenoide, la presión en la cámara de control de la aguja aumenta y se hace "levemente" mayor que la presión en el asiento de la boquilla cerrando de esta forma la aguja y cortando la inyección. Figura 13

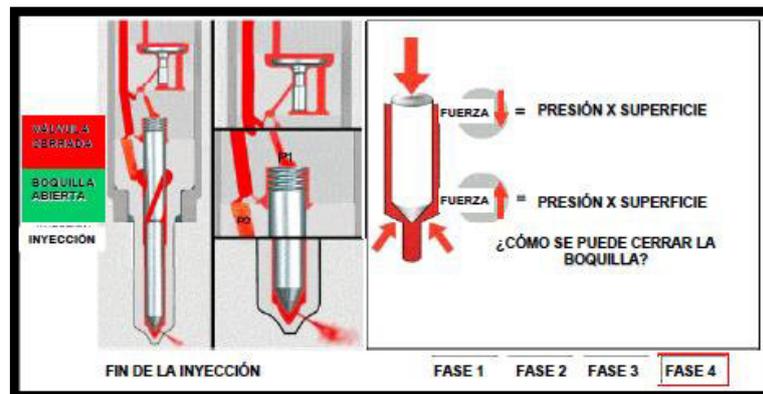


Figura 13.Fase 4 de trabajo del inyector

Fuente: Jiménez Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de mecánica de automóviles*. Malaga: IC Editoria

Editado por: Jimmy Vera

2.2.9. IMV (válvula de derivación de entrada)

El actuador (Válvula de Derivación de Entrada) de baja presión ubicado en el cabezal de la bomba hidráulica. Se usa para dosificar en forma precisa la cantidad de combustible introducido en la bomba HP para conseguir que la

realimentación de presión del riel se ajuste a lo requerido. Evita y deriva cualquier aumento de calor inútil hacia el depósito de combustible.

La válvula de derivación de entrada (IMV) es controlada en forma electrónica por el ECM el cual decide el nivel de corriente que se va a aplicar a la bobina (la que a su vez es función de los requerimientos del conductor, demanda de presión y velocidad del motor), el esquema interno de la válvula de derivación de entrada se puede observar en la figura 15.



Figura 14. Válvula de derivación de entrada

Fuente: Jiménez Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de mecánica de automóviles*. Malaga: IC Editoria

Editado por: Jimmy Vera

La IMV es controlada en forma electrónica por el ECM el cual decide el nivel de corriente que se va a aplicar a la bobina (en función de la demanda del conductor, demanda de presión y velocidad del motor).

- Si la demanda del conductor varía, se requieren nuevos valores de entrega de combustible y presión de inyección para la nueva velocidad del motor. Entonces el ECM establece un nuevo valor de corriente de la IMV para

mover el área de medición efectiva con el propósito de lograr el requerimiento correcto.

- Cuando tiene que reducirse la alta presión y la entrega de combustible hacia la “no inyección”, la corriente en la IMV se establece al máximo valor por el ECM, cayendo la presión cercana a la presión atmosférica para evitar la inducción de combustible nuevo dentro del elemento de bombeo.

2.2.10. Bomba de cebado

La bomba de cebado es una bomba unidireccional.

Succiona el combustible desde el depósito de combustible y envía el combustible hacia la bomba de baja presión a través del filtro de combustible.

Si se reemplaza el filtro de combustible, el combustible deber llenarse en el filtro mediante esta bomba de cebado.



Figura 15.Bomba de cebado manual

Fuente: [Thetoolbar.net/contents/es/d38_engineservicing_03.html](http://thetoolbar.net/contents/es/d38_engineservicing_03.html)

Editado por: Jimmy Vera

2.3. Parámetros de torque y potencia motor Hyundai Terracan J3 CRDI

El torque y la potencia son dos indicadores del funcionamiento del motor, nos dicen qué tanta fuerza puede producir y con qué rapidez puede trabajar.

2.3.1. Torque

El torque es la fuerza que producen los cuerpos en rotación, el motor produce fuerza en un eje que se encuentra girando. Para medirlo, se utiliza un banco dinamométrico que no es más que una instalación en la que el motor puede girar a toda su capacidad; mediante un freno o balanza que lo frena en forma gradual se mide la fuerza con que se está frenando.

Se llama Torque máximo a la mayor cantidad de fuerza de giro que puede hacer el motor. Esto sucede a cierto número de revoluciones. Un motor con un torque máximo de 125 Nm a 2500rpm significa que el motor es capaz de producir una fuerza de giro (Técnicamente conocido como “Momento” o “Par” torsional) de hasta 125 Newtonxmetro cuando está acelerado al máximo y gira a 2500 revoluciones por minuto. Recuerde que el motor esta acelerado al máximo (Técnicamente conocido como WOT o wide open throttle) y no gira a las máximas revoluciones ya que se encuentra frenado por el freno dinamométrico. Figura 16

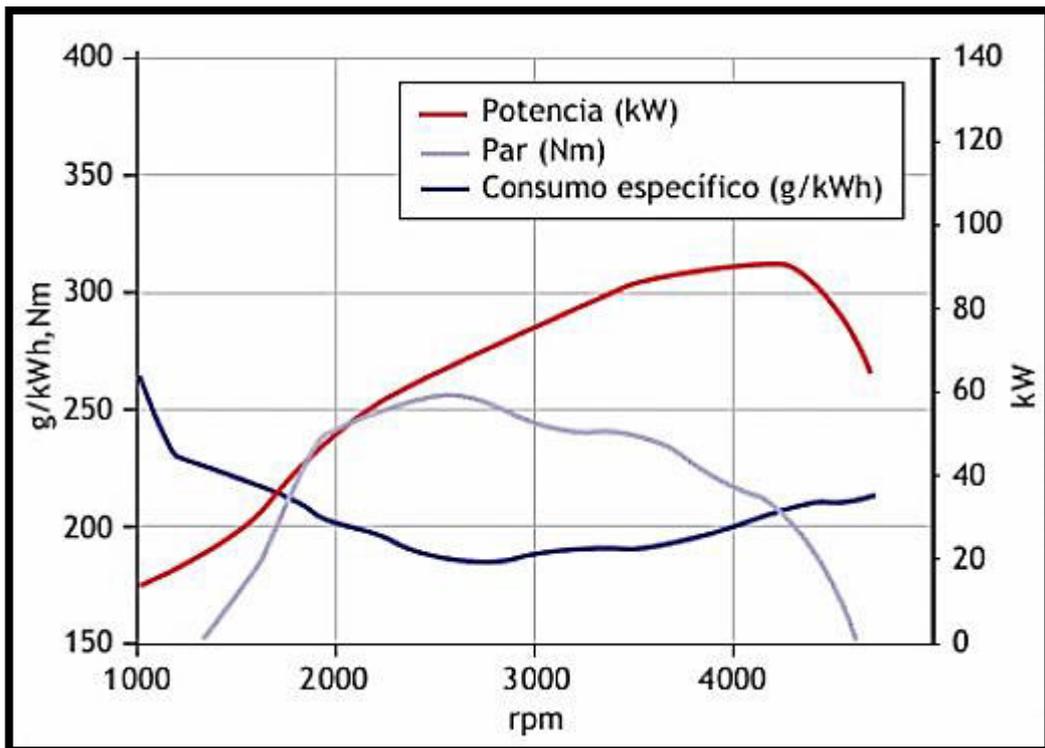


Figura 16. Curva de características del motor
Fuente: Secundino, Escudero, et al. Motores, Macmillan Iberia, S.A., 2009.
Editado por: Jimmy Vera

Mientras mayor sea el torque máximo de un motor, más fuerte este es. Esto es interesante al momento de comparar motores ya que sin importar el tamaño, el tipo, el sistema de encendido o el de inyección, un motor tendrá más fuerza que otro cuando su torque máximo sea mayor. La tendencia en el sector automotriz actual es lograr motores con el torque más alto posible en todas las revoluciones y principalmente al arrancar. Este efecto se conoce como “motor plano”.

La potencia indica la rapidez con que puede trabajar el motor. La potencia máxima es el mayor número obtenido de multiplicar el torque del motor por la velocidad de giro en que lo genera, estos valores se pueden observar en la figura 17.

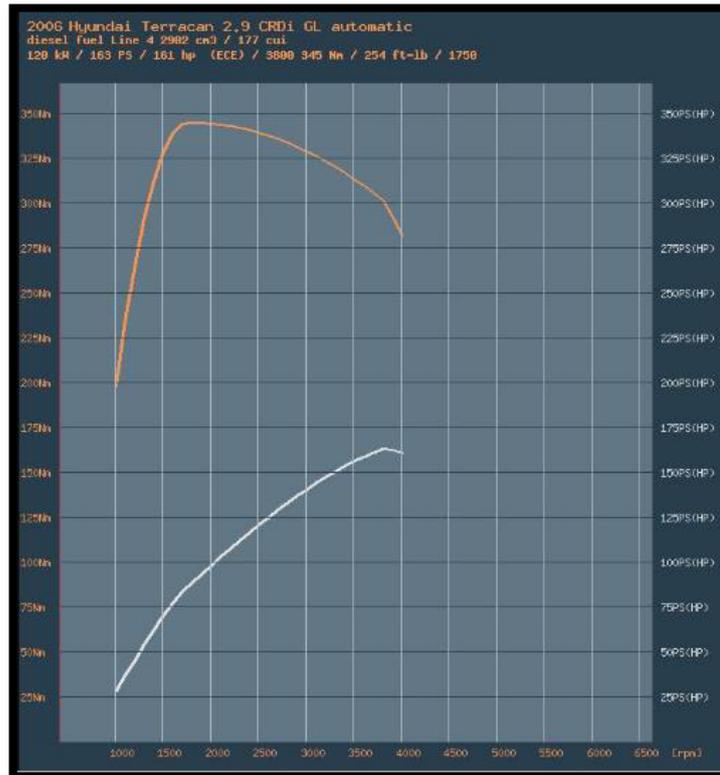


Figura 17. Curva de torque y potencia del terracan 2 B

Fuente: Jiménez Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de mecánica de automóviles*. Malaga: IC Editoria
Editado por: Jimmy Vera

2.4. Opacímetro

Es la condición en la cual una materia impide parcial o totalmente el paso del haz de luz. Opacímetros son analizadores de humos de cámara cerrada que funcionan bajo el procedimiento de muestreo de descargas parciales utilizados en los Programas de Verificación Vehicular y de acuerdo a lo indicado en la norma técnica vigente. Tienen dos escalas de medición: Una de ellas en unidades de absorción de luz expresada en m^{-1} y la otra lineal de 0% a 100 % de opacidad, ambas escalas de medición se extienden desde cero con el flujo total de luz hasta el valor máximo de la escala con obscurecimiento total.

2.4.1. Densidad del humo (K)

Conocida también como “Coeficiente de extinción de luz” o “Coeficiente de absorción de luz”. Medio fundamental para cuantificar la capacidad de una corriente de humo o del humo de una muestra para oscurecer la luz. Por convención, la densidad del humo se expresa en metros elevado a menos uno (m^{-1}). La densidad del humo es una función del número de partículas de humo por unidad de volumen de gas, la distribución por tamaño de las partículas de humo, y las propiedades de absorción y dispersión de las partículas. Sin la presencia de humos azules o blancos, la distribución de tamaño y las propiedades de absorción, dispersión son similares para todas las muestras de gases de escape diésel y la densidad de humo es principalmente una función de la densidad de las partículas de humo. La densidad de humo o coeficiente de absorción, K, de una corriente de humo se define de la siguiente manera, a partir de la ley de Beer- Lambert:

$$K = - (1/L) \ln (1- N/100)$$

En donde:

K = densidad del humo m^{-1}

L = longitud de trayectoria óptica efectiva en m

N = opacidad en porcentaje.

2.4.2. BEA 070 (medidor de opacidad)

El equipo BEA 070 de un medidor de opacidad, complemento del equipo FSA 150 de Bosch, el BEA 070 determina el coeficiente de absorción k (m^{-1}) de los gases de escape en motores de encendido por compresión (motores diésel). Para ello, en la medición, durante la aceleración libre, una parte de los gases de escape del tubo de salida de escape del vehículo se conduce a través de una sonda de toma de gases de escape y una manguera de toma a la cámara de medición (sin asistencia de aspiración).

Se mide la turbidez a partir de la que se calcula el coeficiente de absorción.



Figura 18. Bosch BEA070

Fuente: Autoexpert-spain.com/producto/bosch-bea-070/

Editado por: Jimmy

2.1.1. Funcionamiento correcto

Para garantizar un funcionamiento correcto la temperatura de los gases de escape y la temperatura de la cámara de medición son supervisadas continuamente.

Adicionalmente, antes de cada ciclo de medición se realiza un ajuste a cero, en donde también se comprueba el grado de suciedad en el sector de medición óptico.

Si uno de los parámetros mencionados se encuentra fuera de la tolerancia admisible, entonces no es posible realizar una medición.

2.2. Explicación de conceptos

Longitud de medición efectiva es el recorrido de luz que es atravesado por el gas de humo. Ésta es de 215 mm.

La opacidad [%] y **el coeficiente de absorción (m^{-1})** representan una cota de la cantidad de luz que es debilitada (absorbida) por el hollín, humo blanco y humo azul.

Concentración en masa (mg/m) de partículas en mg que es emitida por un vehículo diésel con referencia a 1 m³ de gases de escape.

La base para la conversión del coeficiente de absorción en la concentración en masa es la tabla de conversión creada por British Motor Industry Research Association (MIRA)

2.2.1. Sonda de toma de gases de escape

Las sondas de toma de gases de escape son concebidas de tal modo que se pueda realizar una toma de gases de escape en todas las formas de tubos de escape. Mediante el mecanismo de ajuste se garantiza una profundidad de inserción mínima en el tubo de escape de 5 cm.

Gracias al tipo de construcción también se garantiza que existe una distancia mínima de 10 mm con respecto a la pared interior del tubo de escape.

2.2.2. Cámara de medición

Para la medición de la turbidez, un emisor (LED) emite una luz verde que es parcialmente absorbida por los gases de escape en la cámara de medición.

La parte de luz que no es absorbida llega al receptor o fotodiodo y convierte las señales ópticas en información eléctrica.

Las sedimentaciones de hollín en las ventanas ópticas se evitan mediante cortinas de aire, paso de corriente de aire de purga.

Para evitar la condensación de agua en la pared de la cámara de medición y para mantener la temperatura de los gases de escape por encima del punto de rocío se dota a la cámara de medición de una calefacción. El ajuste a cero se lleva a cabo de forma automática.

2.3. Azufre en el combustible

La calidad de las gasolinas Extra y Súper así como del Diésel Premium que se expende en todo el país es indiscutible, según los resultados del monitoreo de los combustibles y de las emisiones atmosféricas que realiza el Municipio de Quito a través del Laboratorio de Hidrocarburos de la Facultad de Química de la Escuela Politécnica Nacional.

Según el informe de los resultados emitidos por ese centro de estudios superiores, del análisis de 100 muestras tomadas en 37 estaciones de servicio, se desprende que las características de octanaje de las gasolinas Extra y Súper, se mantienen sobre los 87 y 92 octanos respectivamente, así como el contenido de azufre se encuentra en un promedio de 462 partes por millón cuando la norma INEN establece 650 partes por millón.

Igualmente, revela que el Diésel Premium que se está suministrando al sector automotriz del país, contiene azufre en un promedio de 462 partes por millón (ppm) por debajo del tope máximo que establece la norma INEN de 500 ppm, por lo que califican a los tres combustibles de “confiables y reales

CAPÍTULO III

PRUEBAS Y DIAGNÓSTICO

3.1. Pruebas

Este trabajo tiene como finalidad demostrar el comportamiento de la opacidad del Hyundai Terracan CRDI modelo J3 con combustible de diferentes proveedores.

3.2. Combustible de diferentes proveedores.

Se tomaron muestras de combustible de las siguientes estaciones de servicio, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Estaciones de servicio

Estación	Dirección	Cantidad
Petrocomercial	Av. Vía Daule	3gls
Móbil	Av. Francisco de Orellana y Dr. Francisco Rizzo	3gls
PetrolRios	Autopista Terminal Terrestre – Pascuales	3gls
Terpel	Av. De las Américas	3gls
Primax	Av. De las Américas	3gls

Autor: Jimmy Vera

3.3. Pasos de operación del opacímetro.

Paso 1

Encender el equipo FSA 150 Bosch, y colocar cerca del motor para proceder a hacer las mediciones de opacidad. Figura 19



Figura 19.Equipo Fsa 150 Bosch se enciende

Fuente: Jimmy Vera

Paso 2

Conectar el equipo FSA 150 de Bosch, a la batería de arranque del motor Hyundai, usando las pinzas de conexión de color rojo (borne positivo), y de color negro (Borne Negativo) tal como se muestra en la Figura 20.



Figura 20.Conectar equipo FSA 150 BOSCH
Fuente: Jimmy Vera

Paso 3

Conectar el medidor de temperatura de aceite, para ello debemos remover la bayoneta de medición del nivel de aceite del motor, para poder introducir esta sonda tal como se muestra en la Figura 21.

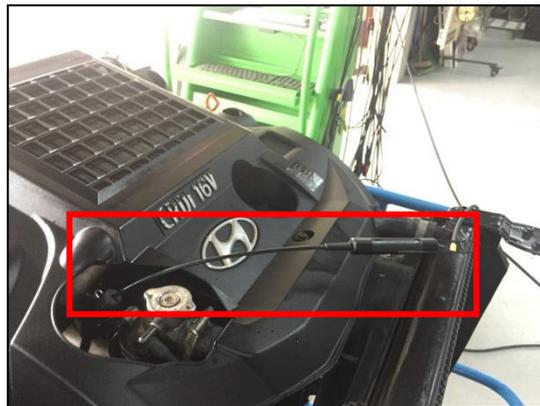


Figura 21.Conectar medidor de temperatura de aceite
Fuente: Jimmy Vera

Paso 4

En la figura 22 se observa cómo se accede al menú de pruebas del software FSA, seleccionar la opción "Identificación del vehículo", para configurar los datos del motor a analizar, para este caso:

- Tipo de motor "Diésel 4 Tiempos".
- Número de Cilindros: 4

- Orden de Encendido: 1-3-4-2

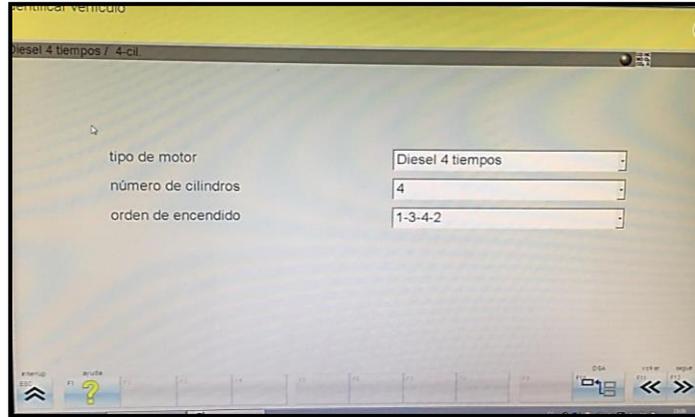


Figura 22.Característica del motor
Fuente: Jimmy Vera

Paso 5

Una vez configurada la información del vehículo procedemos a iniciar la prueba, para ello regresamos al menú de pruebas del Software FSA, y seleccionamos "Pasos prueba", la cual nos despliega un Sub-menú, y seleccionamos "Gas Esc Dies" (Gases de Escape Diésel) tal como se muestra en la figura 23.

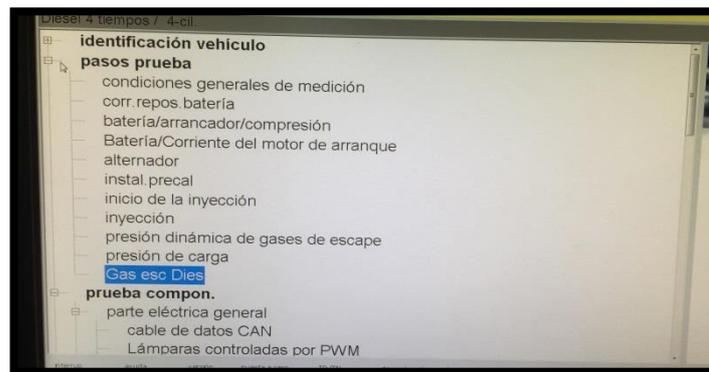


Figura 23.Elegir prueba "Gas esc Des"
Fuente: Jimmy Vera

Paso 6

A continuación se nos despliega una pantalla y de aquí en adelante tendremos que seguir los pasos que el equipo de diagnóstico nos ordene.

Al inicio el equipo necesita tener la siguiente información: temperatura del motor, Ralentí, y Régimen limitador de Caudal. Figura 24

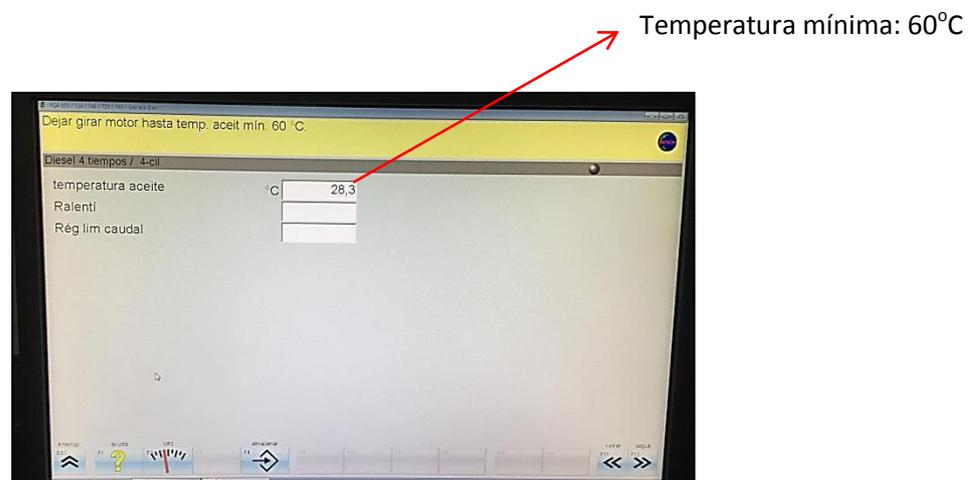


Figura 24. Información del motor
Fuente: Jimmy Vera

Si el vehículo está frío debemos acelerar lentamente el motor, para que el mismo llegue a temperatura de trabajo, este equipo no permite seguir al siguiente paso, hasta que al menos el aceite en el cárter haya alcanzado una temperatura de 60°C.

Paso 7

Una vez que el aceite llega a esta temperatura, el equipo automáticamente empieza a medir las revoluciones de Ralentí, debemos fijar el valor de Ralentí presionando la tecla F4, tal como se muestra en la figura 25.

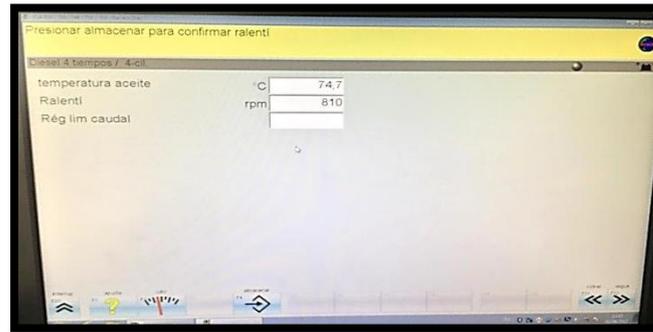


Figura 25. Medicion de revoluciones
Fuente: Jimmy Vera

Paso 8

Luego el equipo nos pedirá que fijemos el "Régimen de limitación de Caudal", para esto debemos acelerar el vehículo hasta aproximadamente 2700-2800 RPM, y Presionar F4 para fijar el valor. Figura 26

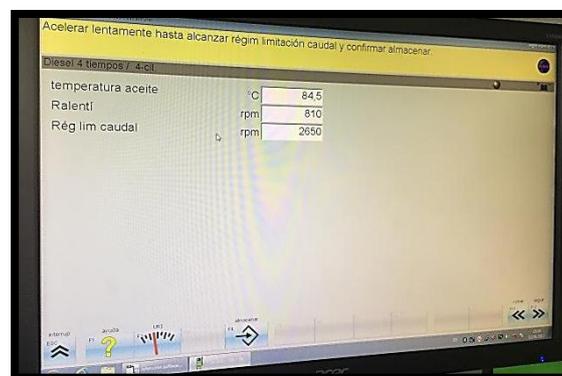


Figura 26. Fijar "régimen de limitación de caudal"
Fuente: Jimmy Vera

Paso 9

Luego de esta fase de calibración, el equipo auto preparará, para medir la opacidad, esta "Puesta a Cero" puede tardar entre 20-30 Segundos, tal como se muestra en la figura 27

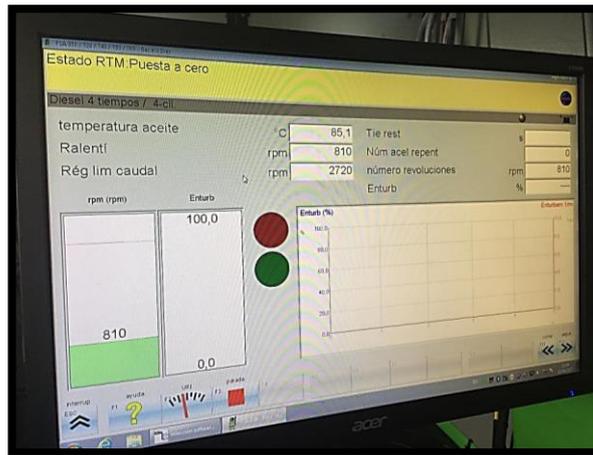


Figura 27.Autocalibracion del equipo
Fuente: Jimmy Vera

Paso 10

Luego de la puesta a Cero, estamos listos para empezar las mediciones, por lo que el equipo nos anunciará que conectemos la sonda de medición de Gases, del Equipo BEA 070.



Figura 28.Conectar la sonda al motor
Fuente: Jimmy Vera

Paso 11

Acelerar el motor durante al menos 5 segundos, y debe estar lo más aproximado al valor grabado al Régimen de Caudal. Figura 29

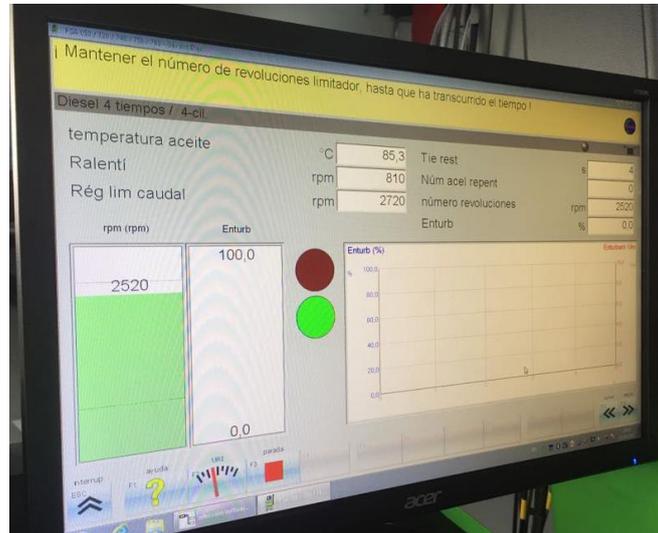


Figura 29. Mantener número de revoluciones
Fuente: Jimmy Vera

Luego de cada aceleración, el motor debe estar en Ralentí durante al menos 15 segundos.

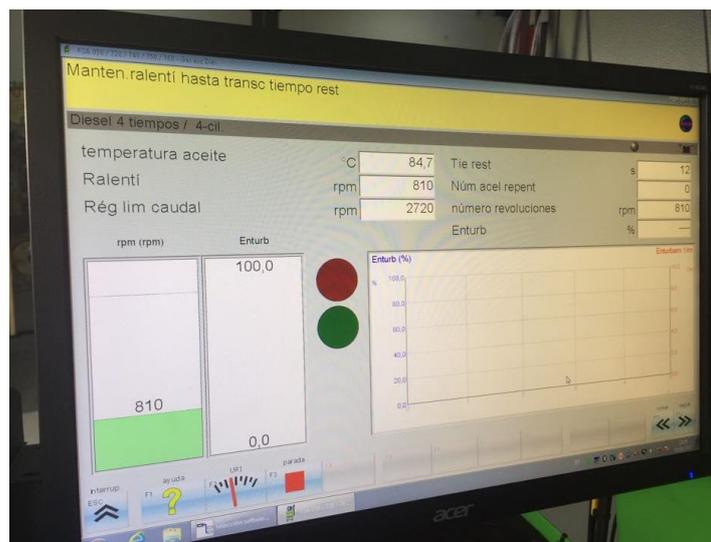


Figura 30. El interfaz muestra el mensaje de mantener ralentí el vehículo
Fuente: Jimmy Vera

El equipo Bosch FSA 150 nos indicará los pasos a seguir en la parte superior de la pantalla, constará de una serie de 5 aceleraciones y ralentí en las cuales irá tomando una medición porcentual en cada aceleración.

Paso 12

Después de completar las 5 mediciones que realiza el equipo, este nos pedirá retirar la sonda de medición de Gases de Escape. Figura 31

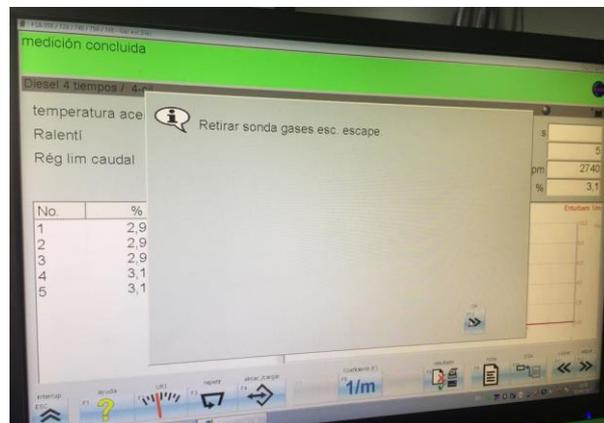


Figura 31.Mensaje de retirar sonda
Fuente: Jimmy Vera

Paso 13

Una vez retirada la Sonda de medición de Gases de Escape, podemos visualizar los resultados de las 5 mediciones, tal como se muestra en la figura 32.

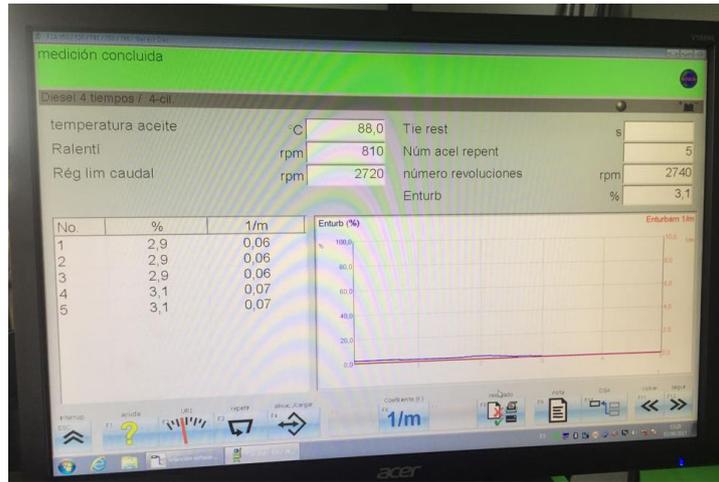


Figura 32. Visualización de los datos
Fuente: Jimmy Vera

Paso 14

Procedemos a guardar la información, incluso podemos agregar los datos del vehículo analizado para tener un histórico de revisión, tal como se muestra en la figura 33.

Longitud entrada máxima es 40 lugares.

Diesel 4 tiempos / 4-cil.

pasos de prueba disponibles

Gas esc Dies

nombre inspector Jimmy Vera

Pedido 1

Kilometraje 235340

matricula GOV0148

Nombre Hyundai Terracan

Calle / número Taller UIDE

C.post./lugar

País Ecuador

Tel 1 / Tel 2 042000000 099999999

Fax 042222222

Email jvc_91@hotmail.com

Figura 33. Guardar datos del vehículo en el programa
Fuente: Jimmy Vera

Paso 15

Se procede a retirar el combustible restante, y se coloca combustible Diésel de otra estación de servicio, para repetir la prueba con las 5 muestras de combustible Diésel. Repitiendo todos los pasos anteriormente mencionados, tal como se muestra en la figura 34.



Figura 34. El combustible restante se retira
Fuente: Jimmy Vera

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Análisis de pruebas

4.1.1 Prueba 1 Opacidad con combustible diésel gasolinera

Petrocomercial

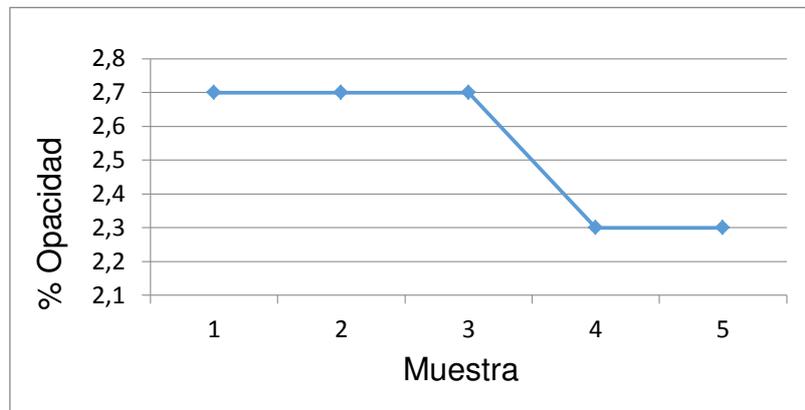


Gráfico 1. Prueba 1
Fuente: Software FSA 150 Bosch
Editado por: Jimmy Vera

Tabla 7. Resultados de la prueba 1

No.	% de opacidad	Temperatura
1	2,7	73,5
2	2,7	74,7
3	2,7	75,7
4	2,3	76,7
5	2,3	77,6

Editado por: Jimmy vera

En esta prueba se realizó 5 mediciones donde se usó el combustible diésel del proveedor Petrocomercial en el motor J3, se midió una opacidad promedio de 2.54%, cumpliendo el estándar regulado por el INEN. Como se muestra en la gráfica 1 mientras la temperatura del motor aumenta el porcentaje de opacidad va disminuyendo.

4.1.2 Prueba 2 Opacidad con combustible diésel gasolinera Mobil

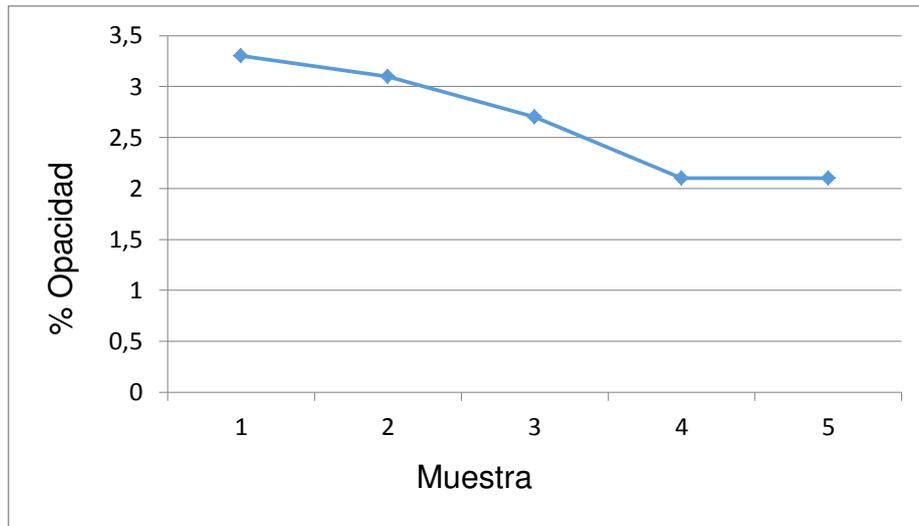


Gráfico 2. Prueba 2
Fuente: Software FSA 150 Bosch
Editado por: Jimmy Vera

Tabla 8. Resultados de la prueba 2

No.	% de opacidad	Temperatura
1	3,3	78,5
2	3,1	79,2
3	2,7	80,2
4	2,1	81,1
5	2,1	81,9

Editado por: Jimmy vera

En esta prueba se realizó 5 mediciones donde se usó el combustible diésel del proveedor MOBIL en el motor J3, se midió una opacidad promedio de 2.66%, cumpliendo el estándar regulado por el INEN. Como se muestra en la gráfica 2 mientras la temperatura del motor aumenta el porcentaje de opacidad va disminuyendo.

4.1.3 Prueba 3 Opacidad con combustible diésel gasolinera Petrolríos

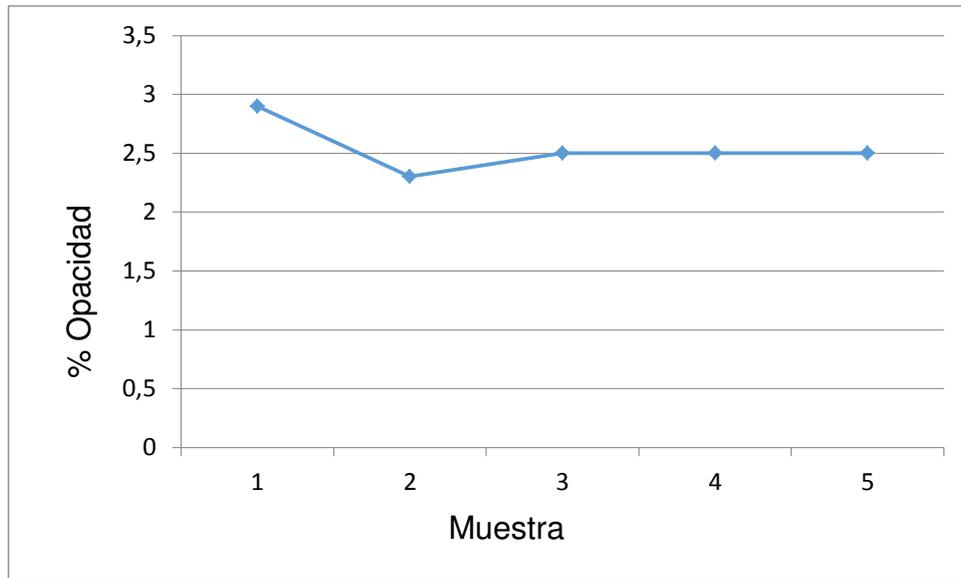


Gráfico 3. Prueba 3
Fuente: Software FSA 150 Bosch
Editado por: Jimmy Vera

Tabla 9. Resultados de la prueba 3

No.	% de opacidad	Temperatura
1	2,9	78,6
2	2,3	79,4
3	2,5	80,8
4	2,5	81,6
5	2,5	81,6

Editado por: Jimmy vera

En esta prueba se realizó 5 mediciones donde se usó el combustible diésel del proveedor PETROLRIOS en el motor J3, se midió una opacidad promedio de 2.54%, cumpliendo el estándar regulado por el INEN. Como se muestra en la gráfica 3 la opacidad disminuye pero vuelve a aumentar hasta permanecer constante mientras la temperatura aumenta.

4.1.4 Prueba 4 Opacidad con combustible diésel gasolinera Primax

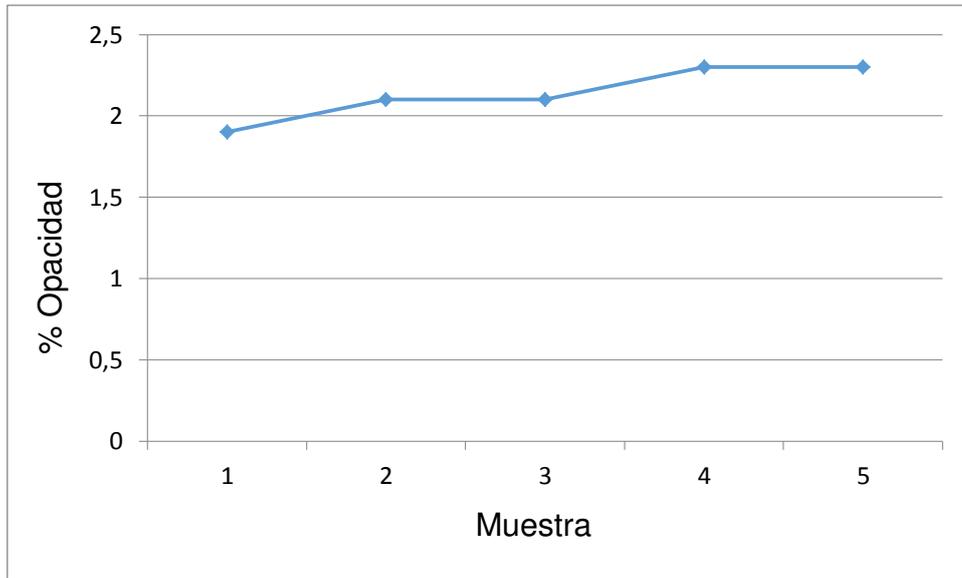


Gráfico 4. Prueba 4
Fuente: Software FSA 150 Bosch
Editado por: Jimmy Vera

Tabla 10. Resultados de la prueba 4

No.	% de opacidad	Temperatura
1	1,9	81
2	2,1	81,5
3	2,1	82
4	2,3	83,4
5	2,3	83,7

Editado por: Jimmy vera

En esta prueba se realizó 5 mediciones donde se usó el combustible diésel del proveedor PRIMAX en el motor J3, se midió una opacidad promedio de 2.14%, cumpliendo el estándar regulado por el INEN. Como se muestra en la gráfica 4 la opacidad es directamente proporcional a la temperatura es decir mientras la temperatura aumenta el porcentaje de opacidad aumenta.

4.1.5 Prueba 5 Opacidad con combustible diésel gasolinera Terpel

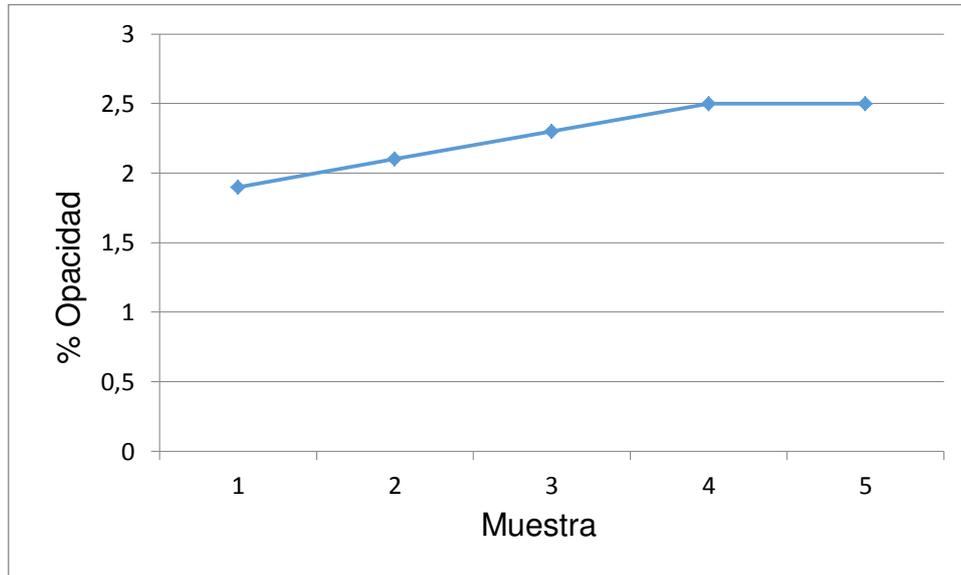


Gráfico 5. Prueba 5
Fuente: Software FSA 150 Bosch
Editado por: Jimmy Vera

Tabla 11. Resultados de la prueba 5

No.	% de opacidad	Temperatura
1	1,9	85
2	2,1	85,6
3	2,3	85,8
4	2,5	86
5	2,5	86,5

Editado por: Jimmy vera

En esta prueba se realizó 5 mediciones donde se usó el combustible diésel del proveedor TERPEL en el motor J3, se midió una opacidad promedio de 2.26%, cumpliendo el estándar regulado por el INEN. Como se muestra en la gráfica 5 la opacidad es directamente proporcional a la temperatura es decir mientras la temperatura aumenta el porcentaje de opacidad aumenta.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se consiguió combustible diésel de los proveedores más conocidos en el país, entre ellos proveedores Estatales. Los proveedores de Combustible son: Petrocomercial, Petrolrios, Primax, Mobil, Terpel.
- Los gráficos realizados en base a los resultados de las pruebas, muestran que con los 5 combustibles diésel, se obtuvieron valores menores al límite permitido de opacidad en nuestro país.
- En el análisis comparativo de las 5 pruebas realizadas, se puede llegar a la conclusión que la opacidad tiene un comportamiento inversamente proporcional al aumento de temperatura del aceite en el cárter. Es decir que la opacidad disminuye, conforme la temperatura del motor va ascendiendo.
- Después de haber realizado las 5 pruebas, podemos concluir que el combustible ideal para nuestro motor J3 del Hyundai Terracan GL EX CRDI, es el del proveedor PRIMAX, el cual tuvo el valor promedio más bajo, resultando apenas un 2.14% de opacidad en la prueba realizada.
- Al comparar las 5 pruebas realizadas, podemos decir que no hay una variación muy amplia entre los distintos proveedores, con una diferencia de máxima de 0.50% entre las distintas pruebas

- También podemos concluir que en todas las pruebas el porcentaje se mantuvo muy por debajo de lo mínimo requerido por los principales entes de control en el Ecuador, ATM en Guayaquil y AMT en Quito.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda llevar el respectivo envase para la venta de combustible Diésel (color amarillo), y acudir con las respectivas medidas de seguridad: Guantes, Gafas, Botas antideslizantes. Se recomienda hacer las compras en un máximo de 3 galones, ya que es lo permitido por ciertos establecimientos de venta de combustibles.
- Es recomendado el uso de gráficos lineales, así como la tabulación de los datos, para poder comparar las distintas tablas de comportamiento de la opacidad con los distintos combustibles Diésel utilizados.
- Es muy recomendado calentar debidamente el motor antes de realizar una prueba, a pesar que varios equipos te permiten hacer las pruebas desde una temperatura superior a los 60°C, la recomendación es hacer las mediciones de opacidad, con una temperatura superior a los 80°C.
- Se recomienda utilizar combustible Diésel de las Gasolineras Primax, ya que obtuvieron los valores de opacidad más bajos de las pruebas realizadas.
- Al realizar las pruebas se recomienda, mantener el mismo número de revoluciones del limitador de Caudal, entre las distintas pruebas. Es decir tener una aceleración similar en todas las pruebas para que los valores sean comparables entre sí. Ya que una aceleración excesiva nos dará una opacidad más alta, y una Aceleración Leve nos dará una opacidad muy baja.
- Se recomienda asistir, al menos una vez al año, al control de revisión vehicular, para revisar la opacidad del motor Diésel.

BIBLIOGRAFÍA

- Billiet, W. (1979). *Entretimiento y reparación de motores de automóvil*.
Reverte.
- Bombas Rotativas de inyección de embolos radiales, para motores diesel*. (s.f.).
Reverte.
- Borja, J. C. (s.f.). *Sistema de transmisión y frenado*. Enero: Macmillan Iberia,
S.A.
- Bosch, R. (2005). *Sistemas de inyección diesel por acumulador Common Rail*.
Reverte.
- CALLEJA, D. G. (2015). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de
ciclo diésel*. Paraninfo.
- Casado, E. Á. (2012). *Mecánica del vehículo*. Paraninfo.
- Crouse, W. H. (s.f.). *Mecánica del automóvil*. Marcombo.
- Escudero, S. (2009). *Motores*. Mcmillian Iberia .
- Gil, H. (2002). *Sistemas de inyección diesel*. Grupo Planeta (GBS).
- Ibáñez, S. P. (2012). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo
Diésel* . IC Editorial.
- Jiménez Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de mecánica de vehículos*.
Malaga: IC Editorial.
- Julián Ferrer, G. C. (2010). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*.
Editex.
- Perez, J. M. (2010). *Técnicas del automóvil- Chasis*. Madrid: Paraninfo.
- Sánchez, E. (2009). *Sistemas auxiliares del motor*. Mcmillian Iberia .
- SCHUCH, F. W. (1999). *Manual de la técnica del automóvil*. Reverte.
- NORMA NTE INEN 2202