



**Universidad del Azuay**

**Facultad de Ciencia y Tecnología**

**Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz**

**ANÁLISIS DE AVERÍAS EN COMPONENTES DIESEL CRDI  
(COMMON RAIL DIRECT INJECTION)**

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de

Ingeniero Mecánico Automotriz

**Autor:**

Guillermo Xavier Cobo Baquerizo

**Director:**

José Fernando Muñoz Vizhñay

**Cuenca, Ecuador**

**2013**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de graduación lo dedico a toda mi familia, en especial a mi hermana Laura quien ha sido un pilar y un apoyo fundamental a lo largo de mi vida y mis estudios profesionales.

**Guillermo Cobo Baquerizo**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradezco a Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida, y darme el apoyo necesario para seguir adelante.

A mi director de tesina el Ing. Fernando Muñoz, quien supo guiarme durante este proyecto, al Ing. Gil Álvarez quien conjuntamente con LEYCOM pudieron facilitarme muy importante información, de igual manera a AUTOHYUN Hyundai, Bosch del Ecuador e INDUMOT quienes tuvieron una importante colaboración en este proyecto.

A la Universidad del Azuay y a la Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz, por formarme como profesional e impartirme sus conocimientos.

**Guillermo Cobo Baquerizo**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCION .....	1

### **CAPITULO I: EL SISTEMA DE INYECCION CRDI**

1. El sistema de inyeccion CRDI .....	2
1.1 Tanque de combustible.....	3
1.2 Filtro de combustible.....	4
1.3 Bomba de transferencia .....	5
1.3.1 Funcionamiento bomba de transferencia .....	6
1.4 Cañerías de combustible de baja y alta presión.....	7
1.5 Bomba de alta presión .....	8
1.5.1 Funcionamiento bomba de alta presión .....	9
1.6 Riel .....	10
1.6.1 Composición del riel.....	10
1.7 Inyector.....	11
1.7.1 Funcionamiento del inyector .....	13
1.7.1.1 Reposo.....	13
1.7.1.2 Alimentacion de la bobina .....	14
1.7.1.3 Aplicación de corriente de excitación.....	15

1.7.1.4 Inyección .....	17
1.7.1.5 Fin de la inyección .....	18

## **CAPITULO II: AVERÍAS EN EL SISTEMA CRDI**

2. Averías en el sistema CRDI .....	20
2.1 Averías en el tanque de combustible .....	20
2.1.1 Posibles orígenes del agua en sistemas de almacenaje de hidrocarburos. ....	23
2.2 Averías en el filtro de combustible diesel .....	23
2.3 Averías en la bomba de transferencia.....	25
2.3.1 Partículas finas en la bomba de transferencia .....	25
2.3.2 Partículas gruesas en la bomba de transferencia.....	26
2.3.3 Aireación y cavitación .....	27
2.3.4 Falta de combustible .....	28
2.3.5 Presión excesiva.....	28
2.4 Averías en las cañerías .....	29
2.4.1 Averías en las cañerías rígidas.....	29
2.4.1.1 Averías en cañerías de alta presión .....	29
2.4.1.2 Averías en cañerías de baja presión .....	30
2.4.2 averías en las cañerías flexibles .....	31
2.4.2.1 Rotura en cañerías flexibles .....	31
2.4.2.2 Obstrucciones en cañerías flexibles .....	31
2.4.2.3 Conexiones flojas o defectuosas .....	31
2.5 Averías en la riel de inyectores .....	32
2.6 Averías en la bomba de alta presión.....	33
2.6.1 Averías en el sistema eléctrico.....	34
2.6.2 Averías en los elementos de la bomba de alta presión .....	35
2.6.2.1 Avería en brida del eje de la bomba.....	35

2.6.2.2	Averías en el cuerpo de la bomba .....	37
2.6.2.3	Averías en el pistón de la bomba .....	41
2.6.2.4	Averías en las válvulas de alta presión y aspiración .....	43
2.6.2.5	Averías en la cabeza de levas y rodillos.....	45
2.7	Averías en los inyectores.....	46
2.7.1	Averías en los conectores del inyector .....	47
2.7.2	Averías en el núcleo magnético .....	49
2.7.3	Averías en el retorno del combustible .....	50
2.7.4	Averías en la aguja del inyector.....	52
2.7.5	Averías en la tobera del inyector .....	54
2.7.5.1	Averías en los taladros de la tobera del inyector.....	55
2.7.6	Averías en el juego de válvulas .....	57
2.7.6.1	Averías en el embolo de la válvula .....	57
2.7.6.2	Averías en la pieza de la válvula.....	58
2.7.6.3	Averías en la válvula de bola .....	60
2.7.7	Averías en la superficie de apoyo del inyector .....	62
2.7.8	Averías en las roscas del inyector.....	63

### **CAPITULO III: ANÁLISIS COMPARATIVO DE AVERÍAS POR LOCALIDAD**

3.	Análisis comparativo de averías por localidad.....	65
3.1	Análisis del combustible en Ecuador .....	65
3.1.1	Análisis del diesel n° 2 refinería Esmeraldas .....	66
3.1.2	Análisis del diesel n° 3 (premium) refinería Esmeraldas .....	67
3.1.3	Análisis del diesel n° 2 en Cuenca.....	67
3.1.4	Categorías internacionales de diesel .....	68
3.2	Estadística de vehículos Hyundai diesel CRDI en Ecuador.....	69

3.3 Mantenimiento preventivo hyundai santa fe CRDI.....	70
3.3.1 Menu de mantenimientos preventivos Autohyun .....	70
3.3.2 Plan de mantenimiento de autohyun Hyundai .....	72
3.4 Mantenimiento correctivo hyundai santa fe CRDI.....	73
3.4.1 Cambio de bomba e inyectores hyundai santa fe 2009.....	73
3.4.2 Cambio de bomba e inyectores hyundai santa fe 2010.....	74
3.4.3 Reparación de bomba e inyectores .....	75
3.5 Cuadro de garantías por ciudad .....	75
3.6 Condiciones de trabajo en la ciudad de Cuenca y Machala .....	78
3.7 Analisis comparativo entre Cuenca y Machala .....	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
BIBLIOGRAFÍA .....	80
LISTA DE ACRÓNIMOS .....	83
ANEXOS .....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1: Sistema de Riel Común. ....	3
Figura 1. 2: Filtro de combustible .....	4
Figura 1. 3: Bomba de transferencia .....	5
Figura 1. 4: Funcionamiento Bomba de Transferencia .....	6
Figura 1. 5: Válvula de regulación bomba de transferencia.....	7
Figura 1. 6: Bomba de alta presión. ....	8
Figura 1. 7: Etapa de llenado de la bomba de alta presión.....	9
Figura 1. 8: Etapa de descarga hacia el riel.....	10
Figura 1. 9: Riel de inyectores .....	11
Figura 1. 10: Inyector CRDI (Common Rail Direct Injection) .....	12
Figura 1. 11: Inyector en reposo .....	13
Figura 1. 12: Inyector en equilibrio.....	14
Figura 1. 13: Se energiza la bobina y se despega la válvula. ....	15
Figura 1. 14: Diferencia de presiones, se eleva la aguja .....	16
Figura 1. 15: Inyección .....	17
Figura 1. 16: Se deja de energizar la bobina .....	18
Figura 1. 17: Final de la Inyección.....	19
Figura 2. 1: Tanque de combustible Hyundai Santa Fe CRDI 2009.....	21
Figura 2. 2: Sedimentos tanque de combustible.....	22
Figura 2. 3: Combustible opaco .....	22
Figura 2. 4: Filtro de combustible en corte .....	24
Figura 2. 5: Filtro de combustible Hyundai .....	24
Figura 2. 6: Corte Bomba de Transferencia y Bomba de alta presión DP3 .....	25
Figura 2. 7: Bomba de paletas.....	26
Figura 2. 8: Despiece y corte de bomba de Transferencia de paletas .....	27
Figura 2. 9: Bomba de engranes.....	27
Figura 2. 10: Corte Bomba de engranes.....	28
Figura 2. 11: Cañerías de alta presión Hyundai Santa Fe CRDI 2009.....	29
Figura 2. 12: Conos cañerías de alta presión .....	30
Figura 2. 13: Cañerías flexibles de retorno Hyundai Santa Fe CRDI 2009 .....	32
Figura 2. 14: Riel de inyectores Hyundai Santa Fe CRDI 2009 .....	32

Figura 2. 15: Riel de inyectores CRDI (Common Rail Direct Injection) .....	33
Figura 2. 16: Bomba de alta presión DP1 Hyundai Santa Fe CRDI 2009 .....	33
Figura 2. 17: Comprobación de funcionamiento de la parte eléctrica de la bomba.....	34
Figura 2. 18: Ralladuras en la brida de la bomba de alta presión .....	35
Figura 2. 19: Desgaste o huellas en el anillo de brida.....	36
Figura 2. 20: Desgaste casquillo del cojinete.....	37
Figura 2. 21: Virutas en la válvula de alta presión y aspiración .....	38
Figura 2. 22: Averías en la válvula de alta presión .....	39
Figura 2. 23: Averías en las guías de los pistones.....	40
Figura 2. 24: Oxido en el cuerpo de la bomba .....	40
Figura 2. 25: Averías en el pistón de la bomba.....	41
Figura 2. 26: Averías en la superficie de apoyo pistón de la bomba .....	42
Figura 2. 27: Fatigas en los muelles.....	43
Figura 2. 28: Ralladuras en los empujadores hidráulicos .....	43
Figura 2. 29: Averías en las válvulas de alta presión.....	44
Figura 2. 30: Averías en las válvulas de aspiración .....	45
Figura 2. 31: Desgaste en las levas de ataque .....	46
Figura 2. 32: Desgaste en los rodillos .....	46
Figura 2. 33: Inyectores Hyundai Santa Fe CRDI 2009 .....	47
Figura 2. 34: Averías en los bornes.....	48
Figura 2. 35: Averías en los conectores .....	49
Figura 2. 36: Averías en el núcleo magnético.....	50
Figura 2. 37: Averías en conducto retorno.....	51
Figura 2. 38: Averías en superficie de retorno .....	52
Figura 2. 39: Averías en la aguja del inyector .....	53
Figura 2. 40: Averías en la punta de la aguja del inyector.....	54
Figura 2. 41: Averías en el cuerpo de la tobera.....	54
Figura 2. 42: Averías en la punta de la tobera.....	55
Figura 2. 43: Averías en los taladros del inyector.....	56
Figura 2. 44: Averías en los taladros del inyector.....	56
Figura 2. 45: Averías en el embolo de la válvula.....	57
Figura 2. 46: Averías en el embolo de la válvula.....	58
Figura 2. 47: Averías en la pieza de la válvula .....	59
Figura 2. 48: Averías en la válvula de bola.....	60

Figura 2. 49: Averías en la válvula de bola.....	61
Figura 2. 50: Averías en la superficie de apoyo del inyector.....	62
Figura 2. 51: Averías en las roscas del inyector.....	63
Figura 2. 52: Averías en las roscas externas del inyector .....	64
Figura 3. 1: Proforma bomba e inyectores Hyundai Santa Fe CRDI 2009.....	73
Figura 3. 2: Proforma bomba e inyectores Hyundai Santa Fe CRDI 2010.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1: Características de la bomba de alta presión .....	10
Tabla 3. 1: Extracto Análisis estadístico de certificados de calidad diesel N°2 .....	66
Tabla 3. 2: Requisitos para el diesel de Quito.....	66
Tabla 3. 3: Extracto Análisis estadístico de certificados de calidad diesel N°3 .....	67
Tabla 3. 4: Extracto Análisis diesel N°2 en Cuenca .....	67
Tabla 3. 5: Categorías Internacionales de diesel .....	68
Tabla 3. 6: Cantidad de vehículos Hyundai Santa Fe CRDI.....	69
Tabla 3. 7: Extracto plan de mantenimiento AUTOHYUN Hyundai .....	70
Tabla 3. 8: Plan de mantenimiento de autos pequeños y de pasajeros AUTOHYUN Hyundai .....	72
Tabla 3. 9: Diferencia de precios bomba e inyectores .....	74
Tabla 3. 10: Cuadro de averías por ciudad.....	76
Tabla 3. 11: Cuadro de reincidencia .....	77
Tabla 3. 12: Cuadro comparativo Cuenca - Machala.....	77

*Barros*  
28/11/13

## ANÁLISIS DE AVERÍAS EN COMPONENTES DIESEL CRDI (COMMON RAIL DIRECT INJECTION)

### RESUMEN

Con el propósito de determinar los costos que implica el mantenimiento correctivo del sistema CRDI, se estableció en primer lugar las causas principales que hacen necesaria esta actividad, siendo, la falta de mantenimiento preventivo, las condiciones de trabajo y la calidad del combustible diesel que se distribuye y comercializa en Ecuador. Con esto se demostró al consumidor que al elegir un vehículo con motor diesel no solo se debe tener presente el precio del combustible, sino también el costo que conlleva proveer de mantenimiento a un motor con sistema CRDI.

Se demostró que el mantenimiento preventivo debe ser rigurosamente ejecutado para evitar o alargar la necesidad del mantenimiento correctivo. Como conclusión del proyecto se elaboró una guía de consulta sobre las averías que presentan los sistemas CRDI, y los costos de mantenimientos preventivos y correctivos que se hacen necesarios.

**Palabras claves:** CRDI (Common Rail Direct Injection), averías, diesel, mantenimientos, calidad combustible.



**Ingeniero Mauricio Barros**

Director de Escuela



**Ingeniero Fernando Muñoz**

Director de Tesis



**Guillermo Cobo Baquerizo**

Autor

*Barros*  
18/1/13

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF FAILURE OCCURENCE IN DIESEL CRDI (COMMON RAIL DIRECT INJECTION) COMPONENTS

In order to determine the costs of CRDI system corrective maintenance, first we established the major causes that make this activity necessary. These are: lack of preventive maintenance, working conditions, and the quality of diesel fuel that is distributed and sold in Ecuador.

With this we showed the consumer that, when choosing a diesel engine vehicle, they should not only keep in mind the price of fuel, but also the cost involved in providing maintenance to an engine with CRDI system.

We demonstrated that preventive maintenance should be carefully executed to avoid or prolong the need for corrective maintenance. As a conclusion, we developed a reference manual on CRDI systems failure occurrence, and the costs of the required preventive and corrective maintenance.

**Keywords:** CRDI (Common Rail Direct Injection), Failures, Diesel, Maintenance, Fuel quality.

  
Ingeniero Mauricio Barros  
School Director

  
Ingeniero Fernando Muñoz  
Thesis Director

  
Guillermo Cobo Baquerizo  
Author

  
UNIVERSIDAD DEL  
AZUAY  
DPTO. IDIOMAS

  
Translated by,  
Lic. Lourdes Crespo

Guillermo Xavier Cobo Baquerizo

Trabajo de Grado

Ing. Fernando Muñoz

Noviembre 2013

## **ANÁLISIS DE AVERÍAS EN COMPONENTES DIESEL CRDI (COMMON RAIL DIRECT INJECTION)**

### **INTRODUCCION**

La inyección diesel fue destinada al mejoramiento de los sistemas de alimentación de los vehículos pesados, utilizada en sus inicios por un sistema mecánico mediante bombas lineales de alta presión. Se pudo comprobar la eficiencia del mismo, por lo que fabricantes de este tipo de sistemas como Bosch, Delphi, etc., promovieron sistemas de inyección controlados electrónicamente; de ahí surge la iniciativa de que este tipo de sistemas sean implementados en vehículos livianos, con componentes más complejos, ya que, estarían destinados a vehículos que buscan brindar confort y poco ruido a diferencia de maquinaria pesada.

El sistema CRDI (Common Rail Direct Injection), utiliza una bomba de alta presión, riel común e inyectores electrónicos como principales elementos, los mismos que brindan el caudal necesario a la cámara de combustión según el requerimiento del motor, controlados por una computadora la cual le permite manejar presiones diferentes a la velocidad del motor CRDI (Common Rail Direct Injection) es un sistema que utiliza elementos que disponen de una precisión milimétrica, que son refrigerados y lubricados por el combustible, el cual debe brindar las mayores garantías para facilitar que el sistema tenga un óptimo funcionamiento, lo que no sucede en Ecuador, ya que en nuestro país se maneja un diesel que no se encuentra dentro de los estándares internacionales para el cual el sistema fue diseñado, razón por la cual se han producido varios inconvenientes por averías dentro del sistema, dependiendo directamente de la condiciones de trabajo en las que se encuentren, y del mantenimiento preventivo que se les realice.

## **CAPITULO I**

### **EL SISTEMA DE INYECCION CRDI (COMMON RAIL DIRECT INJECTION)**

#### **1. EL SISTEMA DE INYECCION CRDI**

El sistema de inyección CRDI (Common Rail Direct Injection) surge como una innovación para los motores diesel, ya que maneja una presión de inyección independiente a la velocidad del motor, además usa un sistema de riel común con inyectoros independientes para cada cilindro (Figura 1.1). Es un sistema dirigido para vehículos livianos donde se busca un mayor confort y menor ruido de trabajo.

El sistema CRDI dispone de varias inyecciones:

- Inyección previa para preparar la cámara para una mejor combustión, menos retardada y con un menor ruido.
- Inyección principal
- Inyección posterior con el fin de eliminar óxidos nitrosos.

Todas las inyecciones son controladas por una computadora que regula según el requerimiento del motor, la cantidad de diesel que inyecta de forma directa en cada cilindro. En relación a los sistemas de inyección convencionales, el sistema de inyección CRDI (Common Rail Direct Injection) permite ajustar con precisión el caudal inyectado, el avance, la presión de inyección, según el requerimiento del motor, mejorando de esta forma el consumo de combustible.<sup>1</sup>

---

1. GUILLEN SOLANO - MOSCOSO RAMIREZ. Tesis: Diseño y construcción de un Banco Didáctico Funcional del Sistema de Inyección CRDI. Cuenca Ecuador 2011

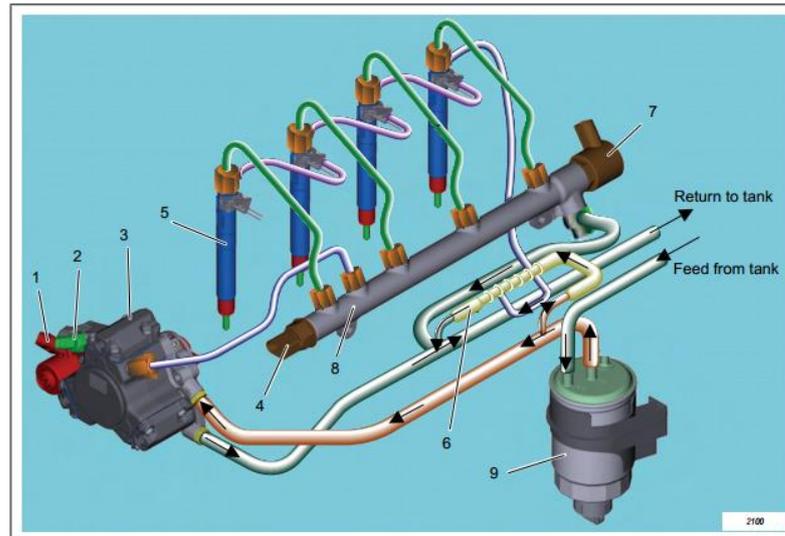


Figura 1. 1: Sistema de Riel Común.

Fuente: Delphi, Principles of Operation 2007

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1. IMV (Válvula de dosificación de entrada)  | 4. Sensor de presión del riel    |
| 2. Sensor de temperatura de combustible      | 5. Inyector                      |
| 3. Bomba de alta presión DP3 (Diesel Pump 3) | 6. Venturi                       |
|  | 7. HVP (Válvula de alta presión) |
|  | 8. Filtro diesel                 |

## 1.1 TANQUE DE COMBUSTIBLE

Depósito construido con un material plástico de alta densidad, recubierto en su exterior por una lámina de aluminio. Se lo localiza en la parte posterior lateral del vehículo, lo más bajo posible para reducir el centro de gravedad, tiene una capacidad aproximada de 84 litros, y consta de un sensor llamado reóstato que informa el nivel de combustible al conductor a través del panel de instrumentos. Para evitar el efecto de oleaje el tanque se dispone de unas aletas que mantienen estable al combustible. El tanque de combustible dispone tres cañerías:

1. Ventilación
2. Retorno
3. Alimentación<sup>1</sup>.

---

1. GUILLEN SOLANO - MOSCOSO RAMIREZ. Tesis: Diseño y construcción de un Banco Didáctico Funcional del Sistema de Inyección CRDI. Cuenca Ecuador 2011

## 1.2 FILTRO DE COMBUSTIBLE

Es uno de los elementos vitales para el funcionamiento del motor diesel CRDI (Common Rail Direct Injection). El elemento que se usa para estos filtros es de tipo plegado, estos elementos van colocados en espiras para mejorar la capacidad de filtrado, están compuestos por celulosa y diferentes fibras artificiales. En la fibra superior se dispone de un polímero encargado de filtrar las partículas grandes así como de separar las partículas de agua, la segunda fibra se encarga de filtrar las partículas más pequeñas (Figura 1.2). Protege el sistema de inyección por medio de tres etapas<sup>1</sup>:

1. Separa y almacena impurezas para evitar que ingresen al sistema CRDI
2. Decanta y separa el agua presente en el diesel
3. Evacua el aire presente en el sistema<sup>1</sup>

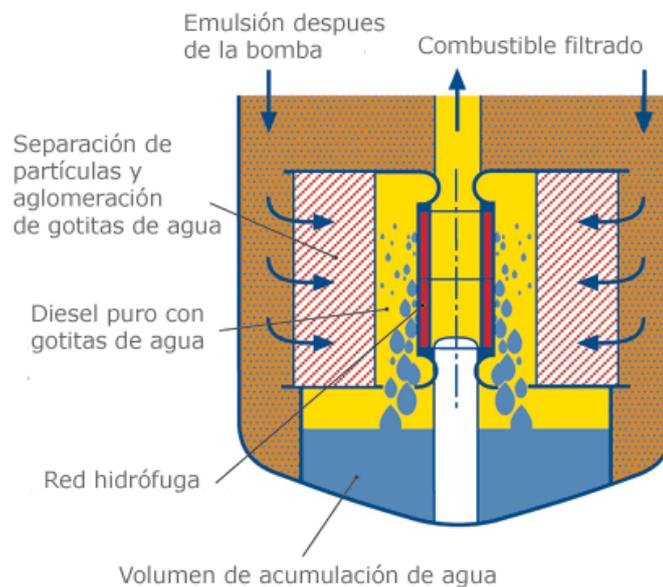


Figura 1. 2: Filtro de combustible

Fuente: MAHLE. FILTROS DE COMBUSTIBLE [en línea]. [12 de MAYO del 2013]. [http://www.mahle-aftermarket.com/MAHLE\\_Aftermarket\\_EU/es/Products-and-Services/Filters/Fuel-filters](http://www.mahle-aftermarket.com/MAHLE_Aftermarket_EU/es/Products-and-Services/Filters/Fuel-filters)

### 1.3 BOMBA DE TRANSFERENCIA

La bomba de transferencia (Figura 1.3) usa un sistema de paletas en la bomba DP1 (Diesel Pump 1) y una bomba de engranes en la bomba DP3 (Diesel Pump 3), en ambos casos maneja una presión mínima, llamada de transferencia (Aproximadamente de 6 Bares), y es la encargada de controlar el sistema de baja presión que succiona el combustible desde el tanque a través del filtro y las cañerías para enviarlo a la bomba de alta presión, riel, con destino final hacia el inyector.<sup>1</sup>

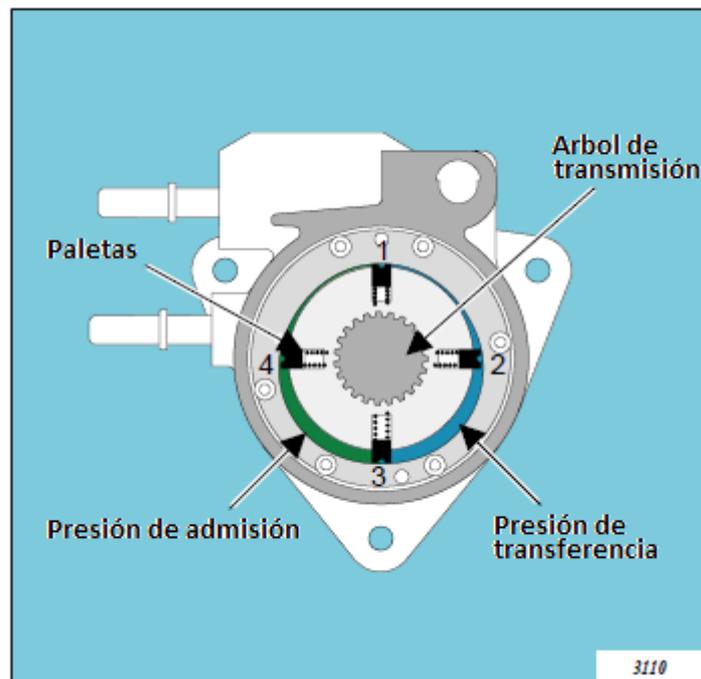


Figura 1. 3: Bomba de transferencia

Fuente: J JIMENEZ. BOMBA DE TRANSFERENCIA COMMON RAIL [en línea]. [12 de MAYO del 2013].

<<http://autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/94-bomba-de-transferencia-common-rail>>

1. GUILLEN SOLANO - MOSCOSO RAMIREZ. Tesis: Diseño y construcción de un Banco Didáctico Funcional del Sistema de Inyección CRDI. Cuenca Ecuador 2011

### 1.3.1 FUNCIONAMIENTO BOMBA DE TRANSFERENCIA

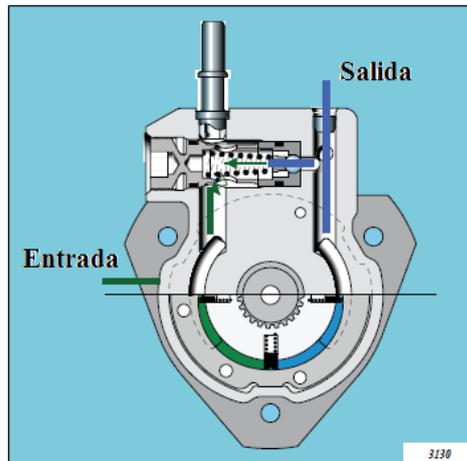


Figura 1. 4: Funcionamiento Bomba de Transferencia

Fuente: J JIMENEZ. BOMBA DE TRANSFERENCIA COMMON RAIL [en línea]. [12 de MAYO del 2013].

<<http://autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/94-bomba-de-transferencia-common-rail>>

El combustible ingresa por el conducto de succión, en ese momento, el volumen de cámara es mínimo, la bomba gira en sentido anti horario generando una depresión que permite ingresar el combustible en una de las cámaras, la misma que por el sentido de la rotación aumenta su volumen, la rotación de la bomba continua, se obturan tanto el conducto de succión como el de salida, continua la rotación y el volumen de la cámara donde se encuentra el combustible comienza a reducirse aumentando la presión dentro de la misma, hasta llegar a la presión de 6 BAR donde se libera el conducto de salida y envía este combustible hacia la bomba de alta presión (Figura 1.4). La presión de la bomba de transferencia la regula un dispositivo mecánico (Figura 1.5), constituido por un conjunto de pistón y muelle que deja pasar menos o más cantidad de combustible.<sup>2</sup>

#### Características de la bomba de transferencia<sup>2</sup>

- Maneja una presión de 6 BAR
- A 300 rpm entrega 90 litros/hora
- A 2500 rpm entrega 650 litros/hora
- Capacidad de aspiración 65 milibar a 100 rpm

2. J JIMENEZ. BOMBA DE TRANSFERENCIA COMMON RAIL [en línea]. [12 de MAYO del 2013].  
<<http://autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/94-bomba-de-transferencia-common-rail>>

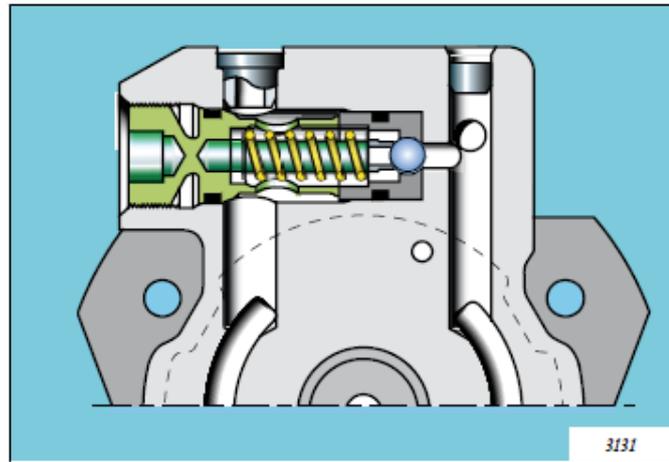


Figura 1. 5: Válvula de regulación bomba de transferencia

Fuente: J JIMENEZ. BOMBA DE TRANSFERENCIA COMMON RAIL [en línea]. [12 de MAYO del 2013].  
 <<http://autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/94-bomba-de-transferencia-common-rail>>

#### 1.4 CAÑERÍAS DE COMBUSTIBLE DE BAJA Y ALTA PRESIÓN

Son encargadas del traslado del combustible, de la conexión entre los diferentes sistemas de alimentación y del retorno hacia el tanque de combustible controlado por varios reguladores dentro del sistema. A las cañerías, se la puede encontrar de diferentes formas y materiales según la zona donde se localizaran, y la función que cumplen (Presión o caudal), pueden ser rígidas o flexibles.

- Las cañerías rígidas están construidas de materiales como: acero al carbono, acero inoxidable, aluminio. Permiten disipar la electricidad estática producida por la circulación del combustible, tienen una desventaja que es la corrosión producida por la presencia de agua, azufre y otros componentes del diesel
- Las cañerías flexibles están construidas de materiales como neopreno o nitrilo, que se envuelven en una malla de fibra de aramida y por una capa de silicón o nylon que son resistentes a la abrasión<sup>1</sup>

---

1. GUILLEN SOLANO - MOSCOSO RAMIREZ. Tesis: Diseño y construcción de un Banco Didáctico Funcional del Sistema de Inyección CRDI. Cuenca Ecuador 2011

## 1.5 BOMBA DE ALTA PRESIÓN

Esta bomba (Figura 1.6) es basada en el conjunto de leva y de pistones radiales demostradas con las bombas rotativas de Lucas y Delphi, con la diferencia que el eje de transmisión y el anillo de leva forman un mismo conjunto el cual es arrastrado por una cadena o correa que giran alrededor de una cabeza hidráulica que es fija, con el fin de suprimir los problemas de estanqueidad dinámica ya que la alta presión se genera en la parte fija de la bomba. La bomba de alta presión de cuatro lóbulos es similar las bombas rotativas convencionales, con la diferencia de que la misma no determina la inyección, por lo cual es posible alargar la fase de bombeo que reduce el par de arrastre, las vibraciones y el ruido.<sup>1</sup>

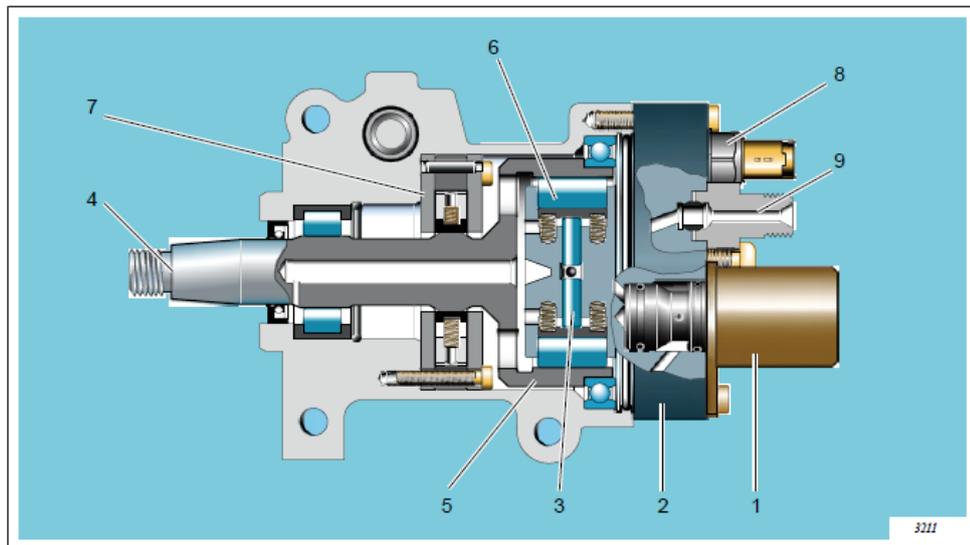


Figura 1. 6: Bomba de alta presión.

Fuente: DELPHI. Principles of Operation.2007

- |  |   |
|--|---|
| 1. IMV(Válvula de dosificación de entrada) | 6. Rodillo                              |
| 2. Bomba de alta presión                   | 7. Bomba de transferencia               |
| 3. Embolo sumergido                        | 8. Sensor de temperatura de combustible |
| 4. Eje de transmisión                      | 9. Salida de alta presión               |
| 5. Leva rotativa                           |   |

### 1.5.1 FUNCIONAMIENTO BOMBA DE ALTA PRESIÓN

El diesel llega a la bomba de alta presión (Figura 1.7) por medio de la bomba de transferencia, con una presión casi constante llamada presión de transferencia (6 BAR), se dispone de un actuador de llenado que se encuentra justo antes de la bomba de alta presión que permite controlar la cantidad de combustible por medio de la ECU (Engine Control Unit), quien determina el valor de corriente que necesita la bobina para obtener la selección de paso requerida por el motor. Durante la fase de llenado los rodillos se mantienen en contacto con la leva, a través de dos muelles helicoidales dispuestos en cada pistón. La presión de transferencia (6 Bar) es suficiente para abrir la válvula de admisión y separar los émbolos al punto muerto superior, llenando sus cavidades de diesel<sup>1</sup>

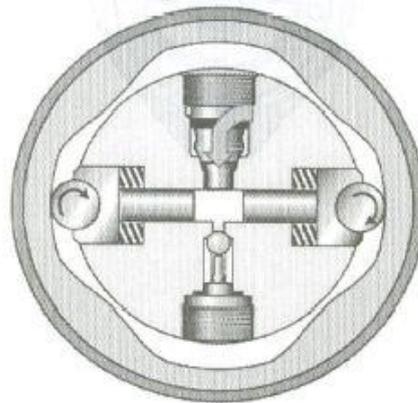


Figura 1. 7: Etapa de llenado de la bomba de alta presión

Fuente: MANUAL DE SERVICIO, Hyundai Diesel Engine J3

La parte interna de la bomba gira, y la presión dentro se vuelve mayor a la presión de transferencia por lo cual la válvula de aspiración se cierra por medio de una esfera. Los rodillos llegan al punto de ataque de la leva disminuyendo el volumen en las cámaras de los émbolos aumentando la presión y abriendo la válvula de salida hacia el riel (Figura 1.8). Todo el circuito se lubrica y refrigera por medio del combustible, mientras el sistema se mantenga con un caudal de 50 litros/hora el mismo tendrá un buen desempeño y funcionamiento.<sup>1</sup>

---

1. GUILLEN SOLANO - MOSCOSO RAMIREZ. Tesis: Diseño y construcción de un Banco Didáctico Funcional del Sistema de Inyección CRDI. Cuenca Ecuador 2011

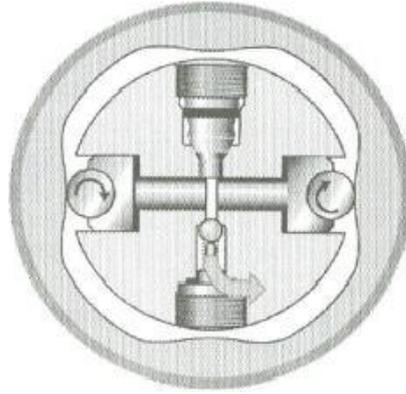


Figura 1. 8: Etapa de descarga hacia el riel

Fuente: MANUAL DE SERVICIO, Hyundai Diesel Engine J3

## 1.6 RIEL

El riel es un acumulador de presión, que se encuentra después de la bomba de alta presión y antes de las cañerías que van a los inyectores, tiene en su interior una forma cilíndrica para evitar los puntos de concentración de esfuerzos por las elevadas presiones que dentro del mismo se manejan (1000 a 1400 bar Tabla 1.1) constituyendo la reserva de diesel a alta presión para los inyectores<sup>1</sup>

### 1.6.1 COMPOSICIÓN DEL RIEL

El riel está compuesto por (Figura 1.9):

1. El Cuerpo
2. Entrada de alta presión
3. Sensor de presión del riel
4. Salida a los inyectores<sup>1</sup>

Aplicación	Capacidad (cm <sup>3</sup> /rev)	Nº Émbolos	Velocidad bomba Máx.	Velocidad bomba de P rail Máx.	Arrastre
Hyundai - Kia	0.9	4	2800 rpm a1000bar	1250 a 2500 a1400bar	Correa

Tabla 1. 1: Características de la bomba de alta presión

Fuente: DELPHI. Principles of Operation.2007





## 1.7.1 FUNCIONAMIENTO DEL INYECTOR

### 1.7.1.1 REPOSO

El inyector se encuentra en reposo (Figura 1.11), la electroválvula esta desactivada, encontrándose cerrado el estrangulamiento de salida del inyector, equiparando las presiones de la cámara de control con la cámara de la tobera, la aguja se mantiene cerrada porque la presión en la cámara de control y en el volumen de la cámara de la tobera (que son las mismas) actúan sobre áreas distintas, la primera presión actúa sobre el embolo de control y la segunda sobre la diferencia de diámetros de la aguja, siendo un área menor, es decir la fuerza que empuja a la aguja contra el asiento es mayor a la fuera que actúa en sentido contrario, que tendería a abrirla, el muelle no aporta la fuerza suficiente para mantener al inyector cerrado.<sup>4</sup>

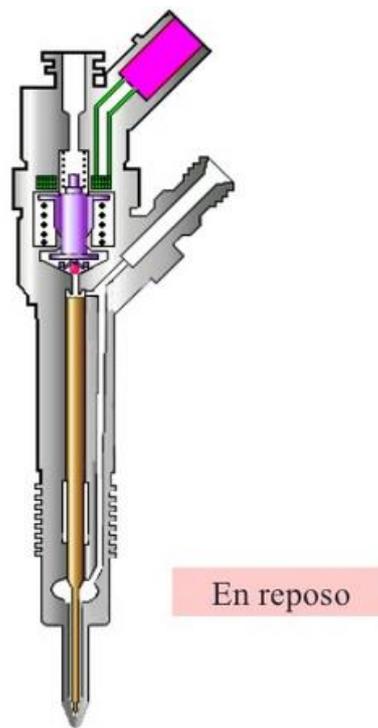


Figura 1. 11: Inyector en reposo

Fuente: C. PADILLA. COMMON RAIL INYECTORES [en línea]. [12 de MAYO del 2013].

<<http://www.slideshare.net/celinpadilla/common-rail-inyectores>>

4. C. PADILLA. COMMON RAIL INYECTORES [en línea]. [12 de MAYO del 2013].  
<<http://www.slideshare.net/celinpadilla/common-rail-inyectores>>

### 1.7.1.2 ALIMENTACION DE LA BOBINA

Cuando se alimenta a la bobina se produce un equilibrio de fuerzas y el inyector permanece cerrado. La esfera de la cámara de control es presionada contra su asiento produciendo que la presión continúe siendo mayor que la presión que existe en el volumen de la tobera<sup>4</sup> (Figura 1.12), el bobinado recibe una alimentación desde la ECU (Engine Control Unit) en el orden de 80V y 20 Amperios<sup>5</sup> dejando al inyector listo para entrar en funcionamiento. Este fenómeno se da cuando la llave del interruptor se encuentra en posición ON antes de la ignición.

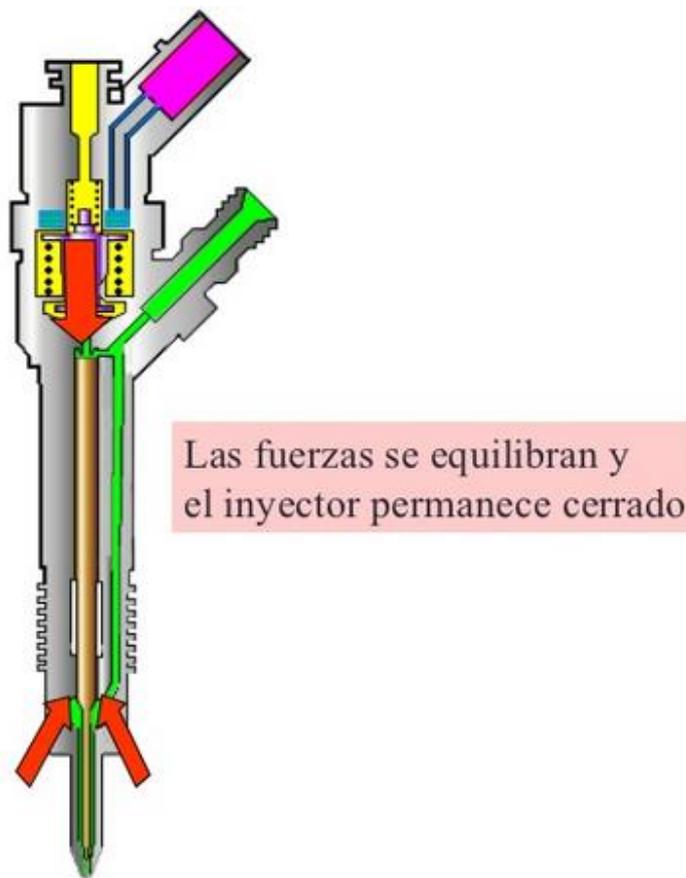


Figura 1. 12: Inyector en equilibrio

Fuente: C. PADILLA. COMMON RAIL INYECTORES [en línea]. [12 de MAYO del 2013].

<<http://www.slideshare.net/celinpadilla/common-rail-inyectores>>

4. C. PADILLA. COMMON RAIL INYECTORES [en línea]. [12 de MAYO del 2013]. <<http://www.slideshare.net/celinpadilla/common-rail-inyectores>>

5. TOLUCA WEB. EL MOTOR DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN DIESEL [en línea]. [12 de MAYO del 2013]. <<http://www.tolucaweb.com.mx/resumen/el-motor-de-encendido-diesel.htm>>

### 1.7.1.3 APLICACIÓN DE CORRIENTE DE EXCITACIÓN

El muelle de la cámara de control logra mantener la aguja cerrada hasta una diferencia de presión de 40 Bar (Figura 1.13), al aplicar la corriente de excitación se logra despegar la válvula de su asiento, elevando el núcleo, por medio del cual se amplifica el volumen de la cámara de control logrando una diferencia de presión con la cámara de la tobera de 160 Bar<sup>5</sup>, levantando la aguja del inyector (Figura 1.14).

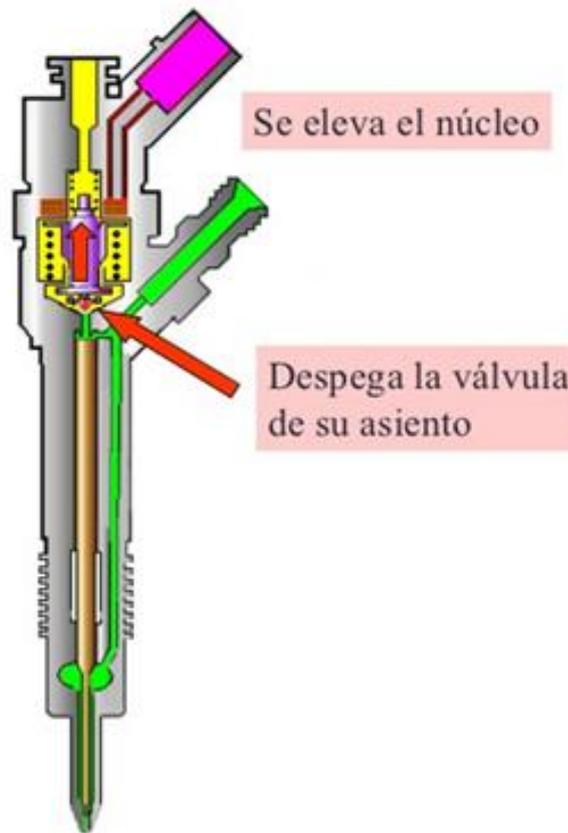


Figura 1. 13: Se energiza la bobina y se despega la válvula.

Fuente: C. PADILLA. COMMON RAIL INYECTORES [en línea]. [12 de MAYO del 2013].

<<http://www.slideshare.net/celinpadilla/common-rail-inyectores>>

5. TOLUCA WEB. EL MOTOR DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN DIESEL [en línea]. [12 de MAYO del 2013]. <<http://www.tolucaweb.com.mx/resumen/el-motor-de-encendido-diesel.htm>>



### 1.7.1.4 INYECCIÓN

La aguja se levanta completamente de su asiento por la diferencia de presiones (Figura 1.15), se inyecta el combustible que se encuentra en la cámara de la tobera a la cámara de combustión con una presión similar a la que se encuentra en la riel del inyector (1000 a 1400 bar Tabla 1.1), el tiempo de inyección es de 1 a 2 milisegundos<sup>6</sup> mientras se esté dando corriente de excitación controlada por la ECU (Engine Control Unit) a la bobina, en la inyección previa se inyecta  $1\text{mm}^3$ , en la inyección principal  $50\text{mm}^3$ .

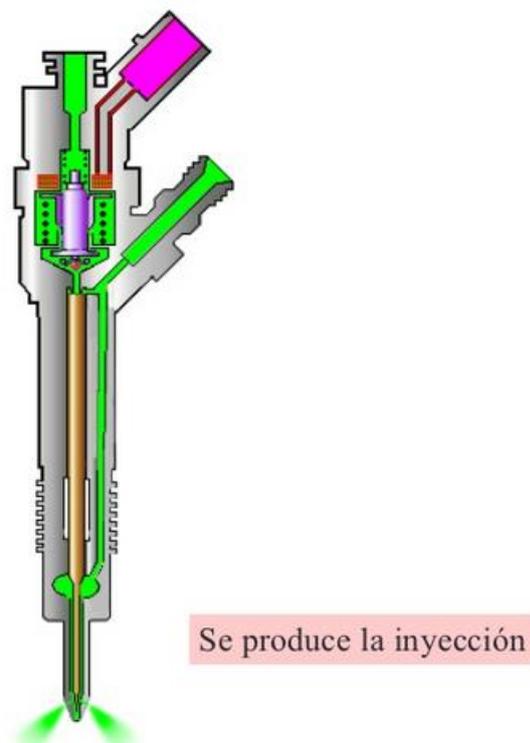


Figura 1. 15: Inyección

Fuente: C. PADILLA. COMMON RAIL INYECTORES [en línea]. [12 de MAYO del 2013].

<<http://www.slideshare.net/celinpadilla/common-rail-inyectores>>

6. BOSCH. SISTEMAS BOSCH DE INYECCIÓN DIESEL. LAS TOBERAS[en línea]. [12 de MAYO del 2013]. <http://inyecciondieselnaval.blogspot.com/>

### 1.7.1.5 FIN DE LA INYECCIÓN

La inyección del sistema CRDI (Common Rail Direct Injection) finaliza cuando se deja de energizar la bobina (Figura 1.16), el núcleo desciende cerrando la válvula esférica. Se equilibran las presiones de la cámara de control y la cámara de la tobera (Figura 1.17), asentándose la aguja<sup>4</sup> cortando el suministro de combustible a la cámara de combustión. El proceso se repite en cada uno de los inyectores dependiendo del orden de encendido y el requerimiento del motor.

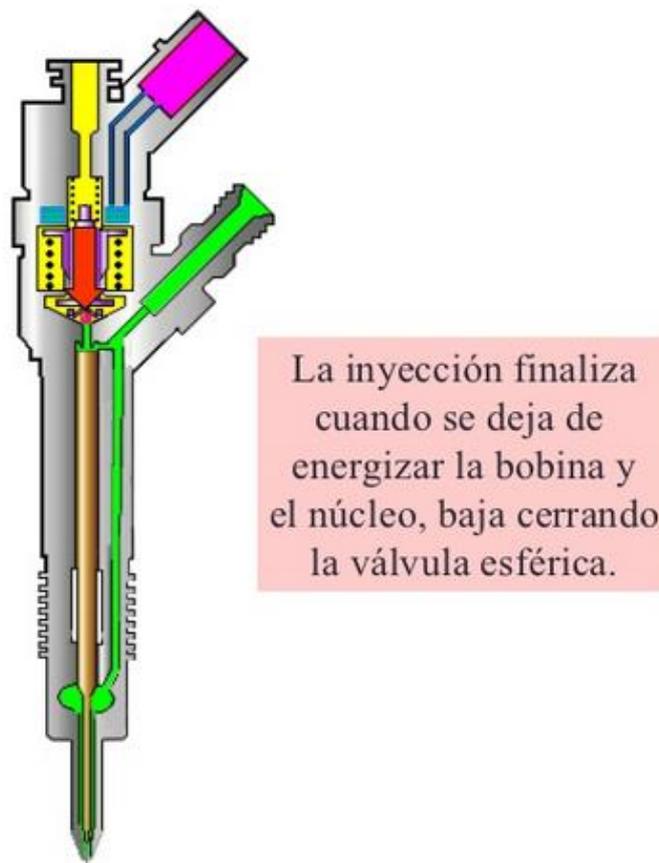


Figura 1. 16: Se deja de energizar la bobina

Fuente: C. PADILLA. COMMON RAIL INYECTORES [en línea]. [12 de MAYO del 2013].

<<http://www.slideshare.net/celinpadilla/common-rail-inyectores>>

4. C. PADILLA. COMMON RAIL INYECTORES [en línea]. [12 de MAYO del 2013]. <<http://www.slideshare.net/celinpadilla/common-rail-inyectores>>

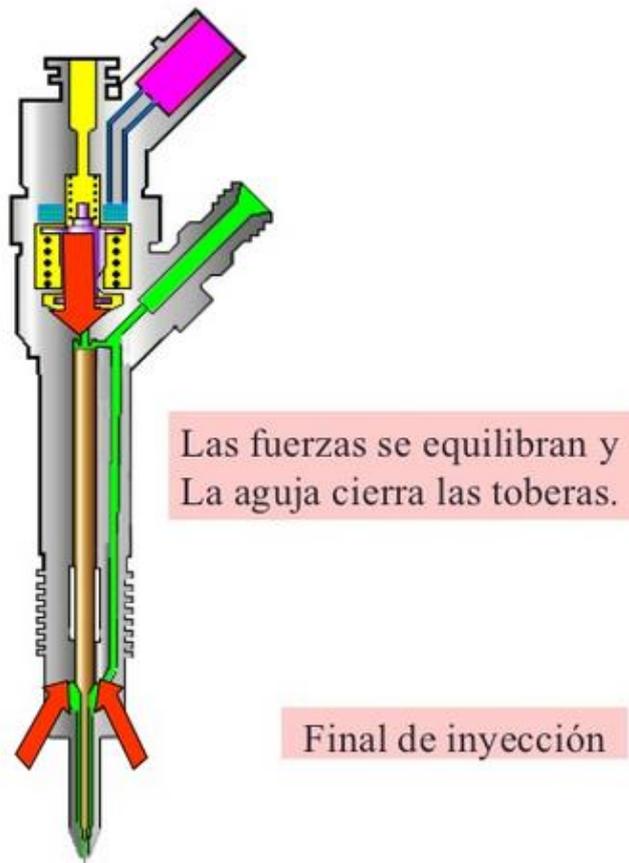


Figura 1. 17: Final de la Inyección

Fuente: C. PADILLA. COMMON RAIL INYECTORES [en línea]. [12 de MAYO del 2013].

<<http://www.slideshare.net/celinpadilla/common-rail-inyectores>>

## CAPITULO II

### AVERÍAS EN EL SISTEMA CRDI

#### 2. AVERÍAS EN EL SISTEMA CRDI

El sistema CRDI (Common Rail Direct Injection), es una innovación para la inyección diesel, utiliza altas presiones (1000 a 1400 bar Tabla 1.1), disminuye los ruidos ocasionados por un motor diesel normal. Posee holguras milimétricas, las cuales son refrigeradas y lubricadas por el combustible, es un sistema muy complejo que necesita un constante mantenimiento preventivo, y el uso de un combustible óptimo, condiciones en las cuales no trabaja en Ecuador, por lo que se producen averías con frecuencia.

#### 2.1 AVERÍAS EN EL TANQUE DE COMBUSTIBLE

Los tanques (Figura 2.1) de los vehículos CRDI (Common Rail Direct Injection), no presentan averías ya que están contruidos de un material plástico y cubiertos externamente por una lámina de aluminio. El diesel contiene 5% de Agua (Según Norma INEN 1489:2012)<sup>7</sup>, lo que resulta un ambiente ideal para el desarrollo y reproducción de microorganismos ya que el mismo presente:

- Agua disuelta para que surjan
- Carbono para que se alimenten
- Oxígeno y azufre para que respiren
- Oligoelementos para que crezcan y se propaguen<sup>8</sup>

---

7. ANEXO 1: NORMA INEN 1489:2012 SEPTIMA REVISION

8. MORALES CABRERO JENNIFER, CRUZ CLARO ALBERTO, PASCUAL CAAMAÑO BEATRIZ, ÁLVAREZ SÁEZ JESÚS LORENZO, DE MIGUEL RUBIO NICOLÁS, MURO GAMERO BERNABÉ. CRECIMIENTO MICROBIANO EN TANQUES DE COMBUSTIBLE. PROBLEMA. [En línea]. [21 de Julio del 2013]. <<http://quimica-biologia-1213.wikispaces.com/Crecimiento+microbiano+en+tanques+de+combustible.+Problem%C3%A1tica>>



Figura 2. 1: Tanque de combustible Hyundai Santa Fe CRDI 2009

El agua se condensa dentro del tanque, depositándose en la parte inferior o formando gotas en las paredes del mismo, conjuntamente con el calor presente en el sistema aceleran la propagación y multiplicación de microorganismos (bacterias, mohos, levaduras), formando sedimentos biológicos (Figura 2.2), que por el movimiento de funcionamiento normal que sufre el vehículo y por ende el tanque, se mezclan con el combustible. Los sedimentos al mezclarse con el combustible lo vuelven opaco (Figura 2.3), presentándose una masa negra o marrón, que al ingresar al sistema de inyección pueden obstruir y corroer filtros, inyectores y demás componentes del sistema, este fenómeno ocurre con mayor frecuencia desde la inclusión experimental de mezclas de biodiesel en el mercado.<sup>8</sup>

---

8. MORALES CABRERO JENNIFER, CRUZ CLARO ALBERTO, PASCUAL CAAMAÑO BEATRIZ, ÁLVAREZ SÁEZ JESÚS LORENZO, DE MIGUEL RUBIO NICOLÁS, MURO GAMERO BERNABÉ. CRECIMIENTO MICROBIANO EN TANQUES DE COMBUSTIBLE. PROBLEMA. [En línea]. [21 de Julio del 2013]. <http://quimica-biologia-1213.wikispaces.com/Crecimiento+microbiano+en+tanques+de+combustible.+Problem%C3%A1tica> >



Figura 2. 2: Sedimentos tanque de combustible

Fuente: MORALES CABRERO JENNIFER, CRUZ CLARO ALBERTO, PASCUAL CAAMAÑO BEATRIZ, ÁLVAREZ SÁEZ JESÚS LORENZO, DE MIGUEL RUBIO NICOLÁS, MURO GAMERO BERNABÉ. CRECIMIENTO MICROBIANO EN TANQUES DE COMBUSTIBLE. PROBLEMA. [En línea]. [21 de Julio del 2013]. <<http://quimica-biologia-12-13.wikispaces.com/Crecimiento+microbiano+en+tanques+de+combustible.+Problem%C3%A1tica>>



Figura 2. 3: Combustible opaco

Fuente: MORALES CABRERO JENNIFER, CRUZ CLARO ALBERTO, PASCUAL CAAMAÑO BEATRIZ, ÁLVAREZ SÁEZ JESÚS LORENZO, DE MIGUEL RUBIO NICOLÁS, MURO GAMERO BERNABÉ. CRECIMIENTO MICROBIANO EN TANQUES DE COMBUSTIBLE. PROBLEMA. [En línea]. [21 de Julio del 2013]. <<http://quimica-biologia-12-13.wikispaces.com/Crecimiento+microbiano+en+tanques+de+combustible.+Problem%C3%A1tica>>

### 2.1.1 POSIBLES ORÍGENES DEL AGUA EN SISTEMAS DE ALMACENAJE DE HIDROCARBUROS.

El combustible contiene 5% de agua<sup>7</sup>, el cual tiende a condensarse en el tanque, que podría ser un causante de averías en el sistema CRDI (Common Rail Direct Injection), sin embargo este no sería la única fuente de presencia de humedad. El agua incorporada puede tener diferentes orígenes:

- Agua producida en el sistema de inyección.
- Agua de compensación en almacenaje de barcos petroleros<sup>8</sup>.
- Agua en disolución presente en el combustible (relacionado a hidrocarburos de cadena lineal, estructuras aromáticas y temperatura.
- Degradación de hidrocarburos por metabolismo celular (Causado por evolución microbiana: bacterias, mohos y levaduras)
- Condensación de agua en almacenamiento en tanques de combustible
- Filtraciones de agua en los tanques de almacenamiento (especialmente en cubiertas flotantes) Esta agua en contacto con el combustible crea una interfase agua / combustible.<sup>8</sup>

### 2.2 AVERÍAS EN EL FILTRO DE COMBUSTIBLE DIESEL

El filtro de combustible diesel CRDI (Common Rail Direct Injection) es vital para el funcionamiento del sistema, por lo que debe filtrar las impurezas y decantar el agua (Figura 2.4), cabe señalar que es un elemento de recambio y que cumple con una vida útil. La acumulación de agua dentro del filtro tiene un límite, si este es alcanzado, automáticamente elimina el agua presente, de no ser así enciende una luz testigo en el panel de instrumentos, esto significa que está dejando pasar agua a la línea de alta presión.<sup>9</sup>

---

7. ANEXO 1: NORMA INEN 1489:2012 SEPTIMA REVISION

8. MORALES CABRERO JENNIFER, CRUZ CLARO ALBERTO, PASCUAL CAAMAÑO BEATRIZ, ÁLVAREZ SÁEZ JESÚS LORENZO, DE MIGUEL RUBIO NICOLÁS, MURO GAMERO BERNABÉ. CRECIMIENTO MICROBIANO EN TANQUES DE COMBUSTIBLE. PROBLEMA. [En línea]. [21 de Julio del 2013]. <<http://quimica-biologia-1213.wikispaces.com/Crecimiento+microbiano+en+tanques+de+combustible.+Problem%C3%A1tica>>

9. AUTOEXACTO. MANTENIMIENTO DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE DIESEL [En línea]. [21 de Julio del 2013]. <<http://www.naikontuning.com/nt/mantenimiento-del-filtro-de-combustible-diesel/>>

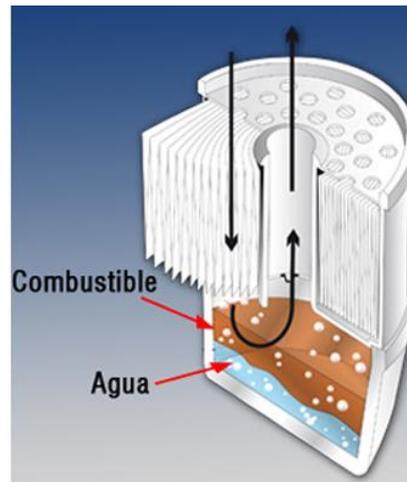


Figura 2. 4: Filtro de combustible en corte

Fuente: LYS FILTROS.ABC DE LA FILTRACIÓN. [En línea]. [21 de Julio del 2013].

<<http://www.filtroslys.com.pe/content/pagina.php?pid=493>>

La avería del filtro de combustible (Figura 2.5) por no realizar el cambio como indica el fabricante, es el taponamiento del mismo, ya que pueden llegar a existir tantas impurezas que podría restringir el paso de combustible hacia el sistema, el combustible a más de ser un elemento que produce la combustión, sirve de refrigerante y lubricante, por lo que si no refrigera puede aumentar la temperatura y por ende la presión, y si no lubrica puede provocar desgaste en los componentes. Otra avería que se podría dar en el filtro por no realizar un mantenimiento preventivo es la rotura del papel o malla filtrante, dejando pasar todas las impurezas al sistema de inyección averiándolo por completo.



Figura 2. 5: Filtro de combustible Hyundai

## 2.3 AVERÍAS EN LA BOMBA DE TRANSFERENCIA



Figura 2. 6: Corte Bomba de Transferencia y Bomba de alta presión DP3 (Diesel Pump 3)

Fuente: CANDIDO. EN EL INTERIOR DEL MOTOR DIESEL. [En línea]. [23 de Julio del 2013].

<<http://almadeherrero.blogspot.com/2012/02/en-el-interior-de-un-motor-diesel.html>>

La bomba de transferencia (Figura 2.6) es la encargada de succionar el combustible del tanque a través del filtro, se puede localizar en la línea de presión, después del filtro de combustible o adherida a la bomba de alta presión, es una bomba mecánica de paletas o engranajes que genera un caudal máximo de 6 Bares<sup>1</sup>, que son enviados a la bomba de alta presión. Ya que es un elemento de constante movimiento y fricción necesita un buen diesel debidamente filtrado y decantado para dar una lubricación y refrigeración para que pueda trabajar en condiciones óptimas, de no ser así pueden ocasionarse varias averías.

---

1. GUILLEN SOLANO - MOSCOSO RAMIREZ. Tesis: Diseño y construcción de un Banco Didáctico Funcional del Sistema de Inyección CRDI. Cuenca Ecuador 2011

### 2.3.1 PARTICULAS FINAS EN LA BOMBA DE TRANSFERENCIA

El desgaste causado por partículas finas, que no se pudieron filtrar en el sistema CRDI (Common Rail Direct Injection) es la falla más común de la bomba de transferencia (Figura 2.7), se produce una abrasión en las paletas las cuales rebotan, produciendo ralladuras en el anillo donde giran y permiten que exista fugas de aceite en sus ranuras, en la bombas de engranes se desgastan los dientes y el área del eje. Esto provoca que no entregue el caudal necesario a la bomba de alta presión.<sup>10</sup>

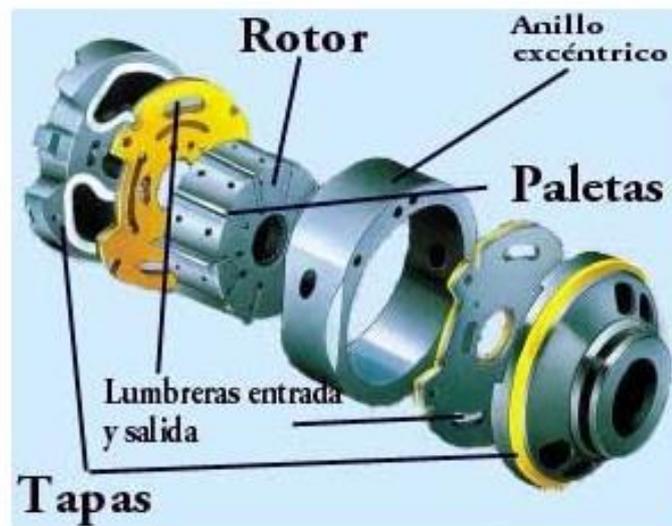


Figura 2. 7: Bomba de paletas

Fuente: GUTIERREZ MAYRA. BOMBAS DE PALETA. [En línea]. [24 de Julio del 2013].

<<http://mayragutierrez.blogspot.com/2010/04/bombas-de-paleta.html>>

### 2.3.2 PARTICULAS GRUESAS EN LA BOMBA DE TRANSFERENCIA

La presencia de partículas gruesas se presenta por falla del filtro de combustible, indicativo de estas averías son las ralladuras en el eje, desgaste en el cuerpo de la bomba (Figura 2.8) que hace contacto con el diente de la del engrane, las partículas grandes pueden llegar a trabar el sistema torciendo o rompiendo los ejes. En la bomba de paletas se puede observar un exceso de raspaduras y ondulaciones en el anillo.<sup>10</sup>

10. HIDRÁULICA MANSE. AVERÍAS CLASICAS. [En línea]. [23 de Julio del 2013]. <<http://www.hidraulicamanse.com/averias-clasicas>>



Figura 2. 8: Despiece y corte de bomba de Transferencia de paletas

Fuente: HIDRAULICA PRÁCTICA. COMO FUNCIONA UNA BOMBA DE TRANSFERENCIA. [En línea]. [24 de Julio del 2013]. <<http://hidraulicapractica.com/videos/videos/bombapaletas.htm>>

### 2.3.3 AIREACIÓN Y CAVITACIÓN

En la aireación y cavitación, el vapor del combustible y las burbujas de aire causan daños en las bombas, este fenómeno se produce cuando se comprime y se expande rápidamente las burbujas de vapor y se mezcla con el combustible. La aireación se origina por el aire que entra en el sistema por conexiones flojas, la cavitación se origina cuando existen vacíos en el sistema. La aireación y cavitación erosiona o pica los dientes de los engranes y la caja de la bomba (Figura 2.9), en la bomba de paletas erosiona, raspa y ondula el anillo, desgasta los bordes y las puntas de las paletas.<sup>10</sup>



Figura 2. 9: Bomba de engranes

Fuente: BOMBAS MARZO PUMPS. BOMBAS A ENGRANES [En línea]. [24 de Julio del 2013]. <<http://www.marzopumps.com.ar/?section=bombas-a-engranajes-para-trasvase-baja-presion>>

10. HIDRÁULICA MANSE. AVERÍAS CLASICAS. [En línea]. [23 de Julio del 2013]. <<http://www.hidraulicamanse.com/averias-clasicas>>

### 2.3.4 FALTA DE COMBUSTIBLE

El desabastecimiento de combustible en la bomba de transferencia puede generar una falla casi instantánea produciendo averías irreversibles, puede ocurrir por falta de combustible en el tanque, excesivo aire en el sistema, conexiones flojas, taponamiento del filtro de combustible. Los componentes de la bomba de transferencia rápidamente tomaran un color azul por el calentamiento, y a su vez deja de enviar combustible a los demás elementos generando daños subsiguientes.<sup>10</sup>

### 2.3.5 PRESIÓN EXCESIVA

Se dispone una presión excesiva en el sistema cuando la válvula de alivio no cumple su función, se producen grandes y repetidas vibraciones en el motor, enviando caudal sin control a la bomba de alta presión. Como consecuencia se puede dar la rotura del eje en una bomba de engranes (Figura 2.10), y una fisura de paletas en una bomba de este tipo de sistema, dejando a la bomba de alta presión sin abastecimiento.<sup>10</sup>



Figura 2. 10: Corte Bomba de engranes

Fuente: ANONIMO. LA BOMBA DE ENGRANES [En línea]. [24 de Julio del 2013].

<[http://home.kpn.nl/RBrink1955/tw\\_pmp\\_esp.htm](http://home.kpn.nl/RBrink1955/tw_pmp_esp.htm)>

---

10. HIDRÁULICA MANSE. AVERÍAS CLASICAS. [En línea]. [23 de Julio del 2013]. <<http://www.hidraulicamanse.com/averias-clasicas>>

## 2.4 AVERÍAS EN LAS CAÑERÍAS



Figura 2. 11: Cañerías de alta presión Hyundai Santa Fe CRDI 2009

Las cañerías trasladan el combustible por todo el sistema CRDI (Common Rail Direct Injection), de un componente a otro. Por todo el conjunto se puede observar estas cañerías que se utilizan tanto de tipo rígido (Figura 2.11), que trasladan presión o caudal, las cañerías rígidas generalmente conectan a los componentes del sistema (Tanque, filtro, bomba de baja y alta presión, riel de inyectores e inyector) hacia el destino final que es el inyector y las de caudal (Figura 2.13) sirven generalmente de retorno de todos los elementos hacia el tanque de combustible.

### 2.4.1 AVERÍAS EN LAS CAÑERÍAS RÍGIDAS

#### 2.4.1.1 AVERÍAS EN CAÑERÍAS DE ALTA PRESIÓN

Las cañerías de alta presión conectan a la riel de inyectores, con los inyectores, son las más importantes ya que por ellas circulan presiones de 1000 hasta 1400 bar (Tabla 1.1) ( $1 \text{ bar} = 100 \text{ kN/m}^2 = 1,01972 \text{ kgf/cm}^2$ ), las averías se presentan después de que al vehículo se le ha dado un mantenimiento, si a las mismas no se las instala y aprieta correctamente se pueden producir fugas por los racores, de igual manera cuando no se los trata con cuidado presentan golpes o abolladuras en sus conos (Figura 2.12) deteriorándoles y no permitiéndoles que sellen herméticamente, presentando goteos.<sup>11</sup>

11. VILA, CAMACHO, DE LA CRUZ SIERRA, AYALA. RECUPERACIÓN DE LA TUBERÍA DE ALTA PRESIÓN [En línea]. [27 de Julio del 2013]. <[http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/35338/4/volumen%2020.pdf](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/35338/4/volumen%2020.pdf)>

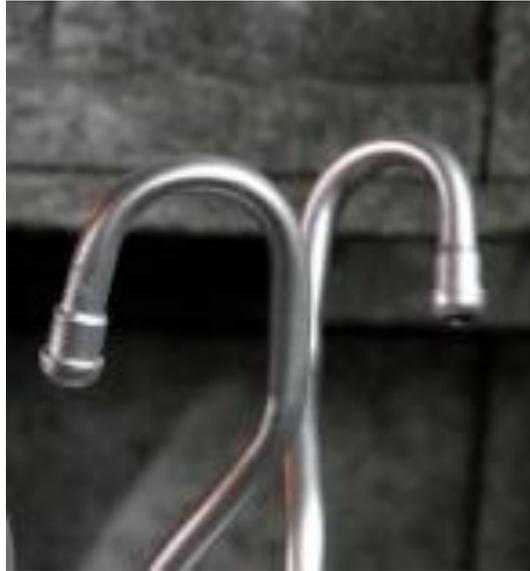


Figura 2. 12: Conos cañerías de alta presión

Fuente: MIRANDA HERMANOS. PRODUCTOS [En línea]. [28 de Julio del 2013].

<<http://www.mirandahermanos.cl/aimage%20zooming%20galleries/c25293.php>>

La rotura de las cañerías es una avería que no se produce por el funcionamiento normal del motor, la misma se puede producir por algún accidente o colisión del vehículo, dejando escapar la presión presente en la riel hacia el exterior, estos vehículos vienen equipados con un sensor de golpe el cual corta el suministro de combustible desde la bomba apagando el vehículo inmediatamente.

#### **2.4.1.2 AVERÍAS EN CAÑERÍAS DE BAJA PRESIÓN**

En las cañerías de baja presión se pueden presentar roturas, debido a que para su montaje no se calcula la longitud suficiente para contrarrestar las vibraciones del sistema. Cuando se realizan curvas muy forzadas las cañerías sufren aplastamiento, lo cual al tratar de enderezarlas se produce fisuras, de igual manera sucede cuando las curvas se realizan muy cerca del racor. También se pueden presentar fugas por los racores, cuando sufre una mala manipulación, no permitiéndole sellar herméticamente el sistema<sup>11</sup>

11. VILA, CAMACHO, DE LA CRUZ SIERRA, AYALA. RECUPERACIÓN DE LA TUBERÍA DE ALTA PRESIÓN [En línea]. [27 de Julio del 2013]. <[http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/35338/4/volumen%2020.pdf](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/35338/4/volumen%2020.pdf)>

## **2.4.2 AVERÍAS EN LAS CAÑERÍAS FLEXIBLES**

### **2.4.2.1 ROTURA EN CAÑERÍAS FLEXIBLES**

Las cañerías flexibles de combustible (Figura 2.13), se pueden romper por una mala manipulación del operario, que puede someterla a esfuerzos de tracción o aplastamiento, o al momento de desmontarlo averíe el racor. Las cañerías flexibles están compuestas en su exterior con un revestimiento de alambre, que cuando se deteriora o se parte, sus hilos pueden perforar la manguera. Otra razón para que se rompan las cañerías flexibles es cuando quedan en contacto directo con el motor el cual produce vibraciones.<sup>11</sup>

### **2.4.2.2 OBSTRUCCIONES EN CAÑERÍAS FLEXIBLES**

Dentro de las cañerías puede existir una reducción de diámetro interno, cuando la misma es expuesta a esfuerzos de aplastamiento, o a curvas muy cerradas o forzadas produciendo en ellas un quiebre que reduce considerablemente el diámetro interno, disminuyendo el retorno de combustible hacia el depósito<sup>11</sup>. Otra manera de producir obstrucciones se da con las partículas de suciedad que contiene el diesel, que taponan el retorno, y generan una sobrepresión en el sistema que no tendría donde descargar tan altas presiones.

### **2.4.2.3 CONEXIONES FLOJAS O DEFECTUOSAS**

Las conexiones flojas se pueden dar por las vibraciones que produce el motor, dejando escapar un caudal considerable de combustible, al igual que las cañerías rígidas poseen racores y conos de sellado, cuando estos conos han sido manipulados por el operario de mala manera, se pueden producir abolladuras y torceduras en la cabeza del cono evitando que se produzca un correcto sello hermético.<sup>11</sup>

---

11. VILA, CAMACHO, DE LA CRUZ SIERRA, AYALA. RECUPERACIÓN DE LA TUBERÍA DE ALTA PRESIÓN [En línea]. [27 de Julio del 2013]. <[http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/35338/4/volumen%2020.pdf](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/35338/4/volumen%2020.pdf)>



Figura 2. 13: Cañerías flexibles de retorno Hyundai Santa Fe CRDI 2009

## 2.5 AVERÍAS EN LA RIEL DE INYECTORES



Figura 2. 14: Riel de inyectores Hyundai Santa Fe CRDI 2009

El riel sirve como acumulador de presión para los inyectores (Figura 2.14), llega toda la presión de la bomba que mantiene el combustible para ser transportado a los inyectores por las cañerías rígidas de alta presión que posee un regulador que censa la presión existente en el riel y la mantiene, si existe una sobrepresión este regulador abre paso al combustible hacia el tanque. Este riel tiene un diseño cilíndrico en su interior (Figura 2.15) evitando que se produzcan puntos de concentración de esfuerzos para así evitar posibles averías dentro del riel.



Figura 2.15: Riel de inyectores CRDI (Common Rail Direct Injection)

Fuente: Delphi, Principles of Operation 2007

Cuando a la riel, llega un combustible de mala calidad y con porcentajes mayores de agua, que conjuntamente con el azufre y otros componentes corroen las paredes interiores del riel, desprendiendo pequeñas partículas, las cuales se mezclan con el combustible, enviándolas en el mejor de los casos al tanque, para que este diesel sea nuevamente filtrado o directamente a los inyectores, produciendo taponamientos ocasionando falta de entrega de combustible, y ralladuras de las paredes internas del inyector.

## 2.6 AVERÍAS EN LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN



Figura 2. 16: Bomba de alta presión DPI (Diesel Pump 1) Hyundai Santa Fe CRDI 2009

En la bomba se genera toda la presión que se dirigirá hacia el riel y posteriormente a los inyectores, es comandada por una banda y controlada electrónicamente por la computadora a través de dos bobinas (se conecta por medio de un socket), puede sufrir averías por la calidad del combustible que en ella circula, o por problemas electrónicos de comunicación con la ECU (Engine Control Unit).

### 2.6.1 AVERÍAS EN EL SISTEMA ELÉCTRICO

Debido a que la bomba del sistema CRDI (Common Rail Direct Injection), es comandada por la computadora, pueden producirse diferentes situaciones de voltaje como problemas con el alternador o batería, se pueden producir cortos en los contactos o en la bobina, dejando sin comunicación a la bomba con la computadora apagando inmediatamente el vehículo. Se puede comprobar el funcionamiento midiendo la resistencia entre las bobinas, y la resistencia entre las bobinas y la carcasa (Figura 2.17)<sup>12</sup>.

#### Unidad de medición

Comprobar resistencia del componente  
<Unidad de medición>:

Figura superior:

Medición bo. 1 contra bo. 2.  
Valor(es) nominal(es) a 20 °C:  
2,6...3,1 Ohm

Figura inferior:

Medición de bo. 1 y bo. 2 contra carcasa  
de componente.  
Valor(es) nominal(es) a 20 °C:  
> 1 MOhm

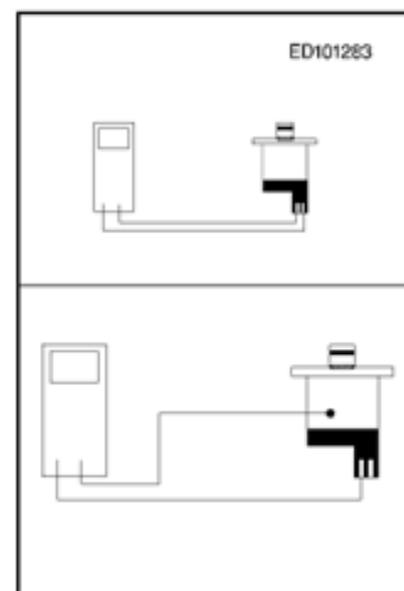


Figura 2. 17: Comprobación de funcionamiento de la parte eléctrica de la bomba<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL,

2013

## 2.6.2 AVERÍAS EN LOS ELEMENTOS DE LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN

### 2.6.2.1 AVERÍA EN BRIDA DEL EJE DE LA BOMBA



Figura 2. 18: Ralladuras en la brida de la bomba de alta presión<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

Debido a que en este componente gira el eje de la bomba de alta presión por medio de un rodillo, es decir está en constante rozamiento, se pueden presentar ralladuras (Figura 2.18) por la falta o mala lubricación que se realiza por medio del combustible dejando rebabas o superficie de ataque que pueden averiar al eje de la bomba, produciendo fugas y aspiraciones de elementos extraños hacia el interior de la bomba.

En el anillo de la brida se pueden producir daños o huellas de desgaste (Figura 2.19), provocando de igual manera que la brida, fugas de combustible que provocan reducción de potencia del motor o aspiraciones de elementos extraños, la aspiración de elementos extraños al igual que el uso de malos combustibles provoca el desgaste interno del casquillo del cojinete, debiendo reemplazarlo según el estado en el que se encuentre (Figura 2.20)<sup>12</sup>.

---

12. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS COMMON RAIL, 2013

ED101285



Figura 2. 19: Desgaste o huellas en el anillo de brida<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |                                     |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste en el componente | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste                    | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

12. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

ED101261



Figura 2. 20: Desgaste casquillo del cojinete<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

### 2.6.2.2 AVERÍAS EN EL CUERPO DE LA BOMBA

En el cuerpo de la bomba se pueden presentar averías por el ingreso de elementos abrasivos como virutas, resultado de malas filtraciones del combustible o desprendimiento de material interno de la bomba, se lo puede apreciar en los asientos de las válvulas de alta presión y aspiración (Figura 2.21), produciendo desgastes principalmente en la válvula de alta presión (Figura 2.22), produciéndose pérdidas de presión en la bomba.

12. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

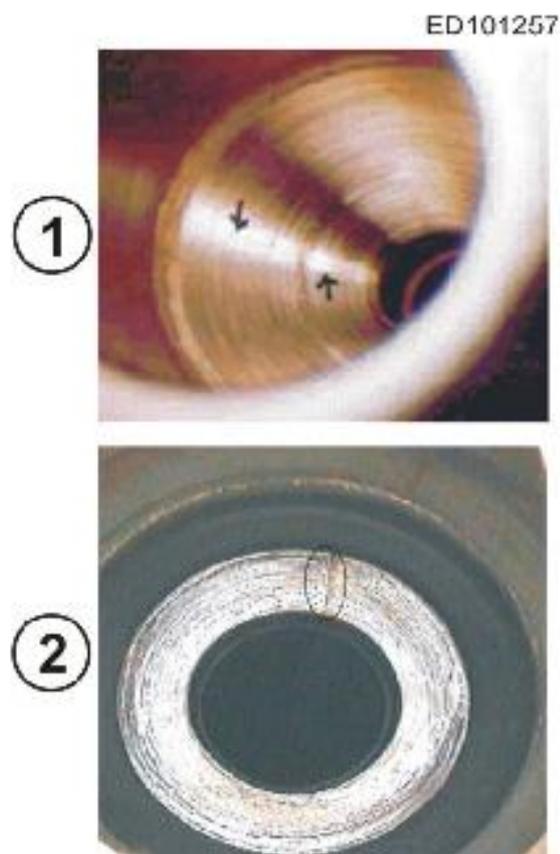


Figura 2. 21: Virutas en la válvula de alta presión y aspiración<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

1. Asiento del componente (Válvula de alta presión)
2. Asiento del componente (Válvula de aspiración)

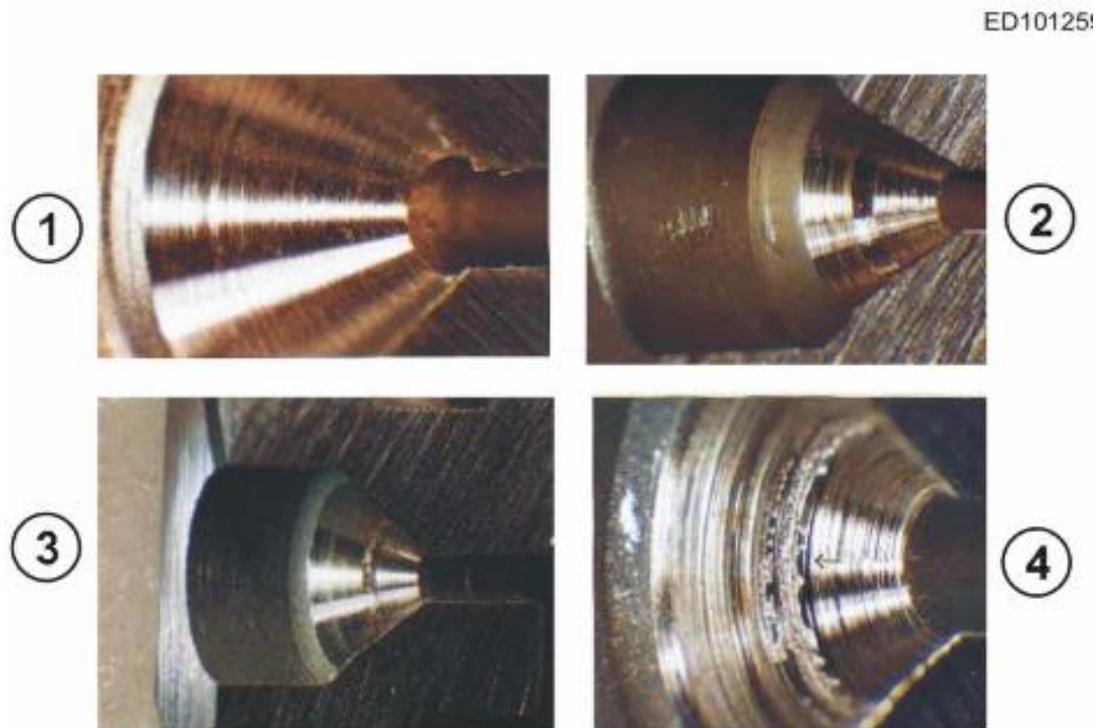


Figura 2. 22: Averías en la válvula de alta presión<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No hay desgaste</li> <li>2. Leve desgaste</li> <li>3. Mediano desgaste (reemplazar)</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Fuerte desgaste (reemplazar)</li> </ol> |
|--|---|

En las guías de los pistones que producen la alta presión, se pueden suscitar desgastes y desprendimiento de material (Figura 2.23), por la razón de malos combustibles, combustibles mal filtrados (Ingreso de elementos extraños), y también puede existir oxidación de las paredes internas de la bomba (Figura 2.24) provocando que pequeños elementos se desprendan y se pueden dirigir hacia los inyectores, taponándolos, esta oxidación se da en su mayor parte por el agua que ingresa a la bomba, el azufre y los demás elementos corrosivos que contiene el diesel<sup>12</sup>.

<sup>12</sup>. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

ED101258

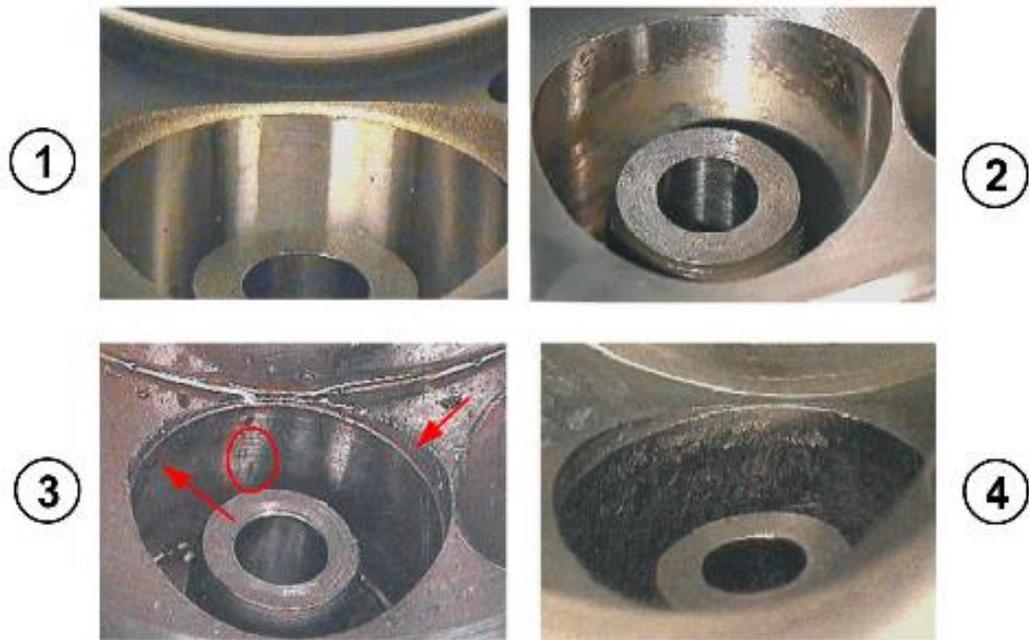


Figura 2. 23: Averías en las guías de los pistones<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

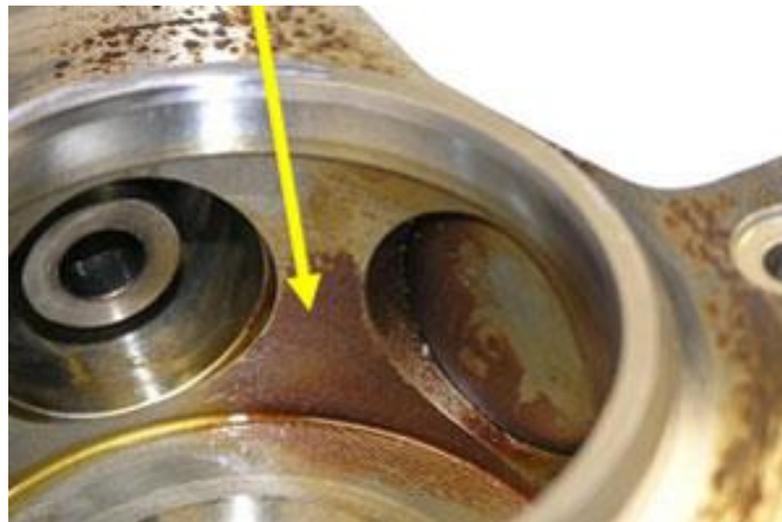


Figura 2. 24: Oxido en el cuerpo de la bomba

Fuente: LOPEZ & LOPEZ. LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>

### 2.6.2.3 AVERÍAS EN EL PISTÓN DE LA BOMBA

Los pistones son accionados desde su superficie de apoyo, por una leva a través de unos empujadores hidráulicos, se deslizan por unas guías al interior del cuerpo de la bomba, su método de lubricación es el combustible, si el mismo no es el óptimo pueden producirse huellas y ralladuras (Figura 2.25) paulatinamente por el rozamiento al igual que su superficie de apoyo (Figura 2.26), y si no recibe la lubricación correcta se puede fundir por la temperatura con la guía de la bomba, produciéndose un daño total del conjunto.



Figura 2. 25: Averías en el pistón de la bomba<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

12. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

ED101282



Figura 2. 26: Averías en la superficie de apoyo pistón de la bomba<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

Los muelles del pistón se pueden llegar a fatigar por su normal funcionamiento (Figura 2.27), si esto sucede la bomba pierde eficiencia debido a que el empujador hidráulico no regresa a su posición original en el tiempo establecido, de igual manera que todos los elementos que posee la bomba los empujadores hidráulicos se refrigeran y lubrican con el combustible, si no se dispone de un limpio y optimo se producen ralladuras (Figura 2.28) ya que tendría un contacto directo con la superficie de apoyo del pistón.

12. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013



Figura 2. 27: Fatigas en los muelles<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

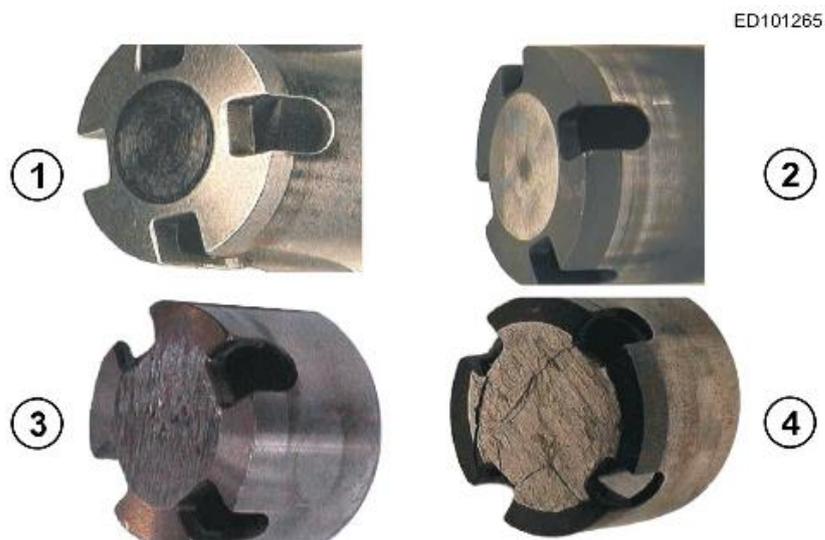


Figura 2. 28: Ralladuras en los empujadores hidráulicos<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

12. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

### 2.6.2.4 AVERÍAS EN LAS VÁVULAS DE ALTA PRESIÓN Y ASPIRACIÓN

Por el constante funcionamiento de apertura y cierre de válvulas tanto la de alta presión (Figura 2.29) como de aspiración (Figura 2.30), por la presencia de partículas extrañas al momento del cierre de las válvulas la falta de lubricación y refrigeración producen ralladuras en los asientos de las válvulas, las cuales pierden hermeticidad generando fugas de presión en la bomba, produciendo un desequilibrio en la bomba y un mal funcionamiento de todo el sistema CRDI (Common Rail Direct Injection).

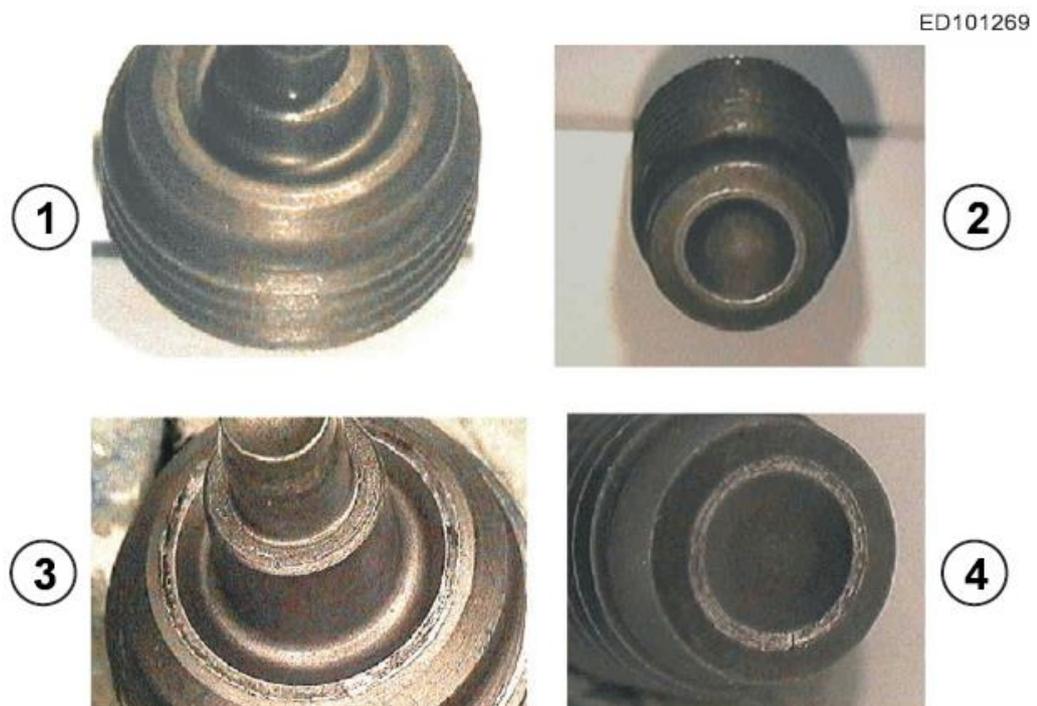


Figura 2. 29: Averías en las válvulas de alta presión<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

12. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013



Figura 2. 30: Averías en las válvulas de aspiración<sup>12</sup>

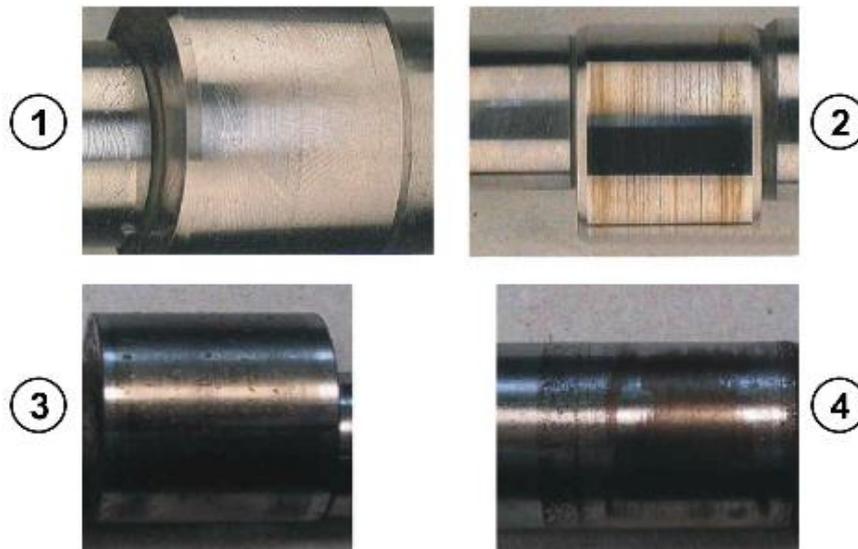
Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

### 2.6.2.5 AVERÍAS EN LA CABEZA DE LEVAS Y RODILLOS

La cabeza de levas se encuentra fija dentro de la bomba de alta presión, pero está en constante accionamiento con el rodillo, es la encargada indirectamente de generar la alta presión para los inyectores, por medio de esta se empuja al rodillo, muelle, empujador hidráulico y pistón, se pueden producir desgastes (Figura 2.31) al igual que en los rodillos (Figura 2.32) por la misma por la misma razón de todos los elementos interiores de la bomba (Combustible y elementos extraños).

ED101273

Figura 2. 31: Desgaste en las levas de ataque<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

ED101280

Figura 2. 32: Desgaste en los rodillos<sup>12</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

## 2.7 AVERÍAS EN LOS INYECTORES



Figura 2. 33: Inyectores Hyundai Santa Fe CRDI 2009

Todos los elementos que componen el sistema CRDI (Common Rail Direct Injection), son importantes para su funcionamiento, pero el elemento fundamental es el inyector (Figura 2.33), ya que se encuentra en contacto directo con la cámara de combustión, maneja presiones similares a la bomba (1000-1400 bar) (Tabla 1.1) da la cantidad adecuada de combustible en forma de abanico para que se produzca un trabajo correcto. El inyector depende totalmente del funcionamiento de todos los elementos anteriores, si existe cualquier inconveniente previo al inyector, el mismo puede ser el principal afectado, es decir depende directamente del estado de todo el sistema.

### 2.7.1 AVERÍAS EN LOS CONECTORES DEL INYECTOR

Al igual que la bomba de alta presión los inyectores son comandados por la computadora para dar el caudal necesario según el requerimiento del motor, se conectan por medio de un socket que llega a una bobina, que controla el tiempo de apertura del inyector, se pueden presentar averías por fallas eléctricas suscitadas por

alzas o bajas de tensión producidas por el alternador o batería, los cuales pueden llegar a cortocircuitar la bobina, o también suelen suceder averías por mala manipulación al momento de conectar el inyector, los bornes no deben estar doblados, deformados ni rotos (Figura 2.34), el desgaste es permisible hasta cierto punto, pero no se debe reutilizar el conector si en sus bornes presentan una clara marca impresa por el contra enchufe, la corrosión no está permitida<sup>14</sup>.

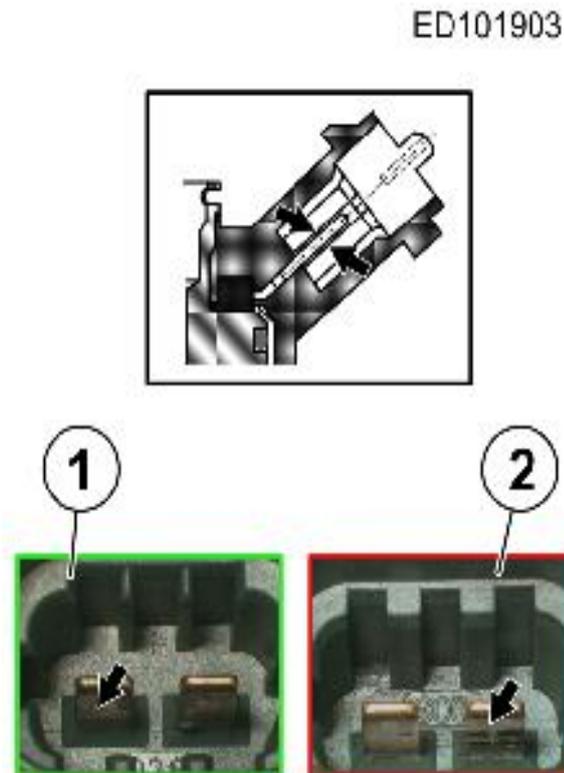


Figura 2. 34: Averías en los bornes<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

1. No hay desgaste
2. Fuerte desgaste (Reemplazar)

Los inyectores poseen un cobertor entre el enchufe y contra enchufe que lo protege de elementos extraños como agua o partículas, el mismo es permisible a pequeñas averías (Figura 2.35), las cuales pueden ser ocasionadas por manipulaciones del operario que chequea un motor CRDI (Common Rail Direct Injection), o por el sobrecalentamiento de la bobina, de ser averías mayores se debe reemplazar.

---

14. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

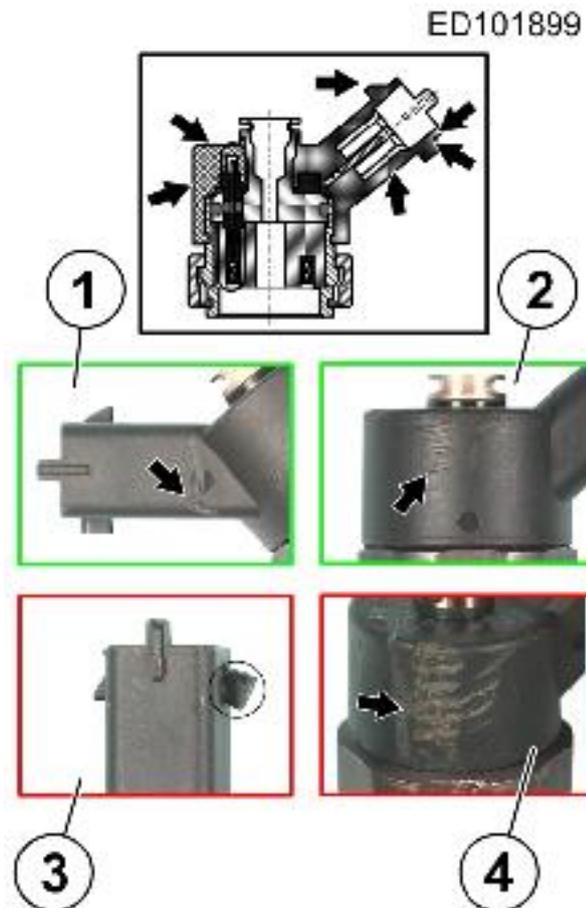


Figura 2. 35: Averías en los conectores<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

### 2.7.2 AVERÍAS EN EL NÚCLEO MAGNÉTICO

Dentro del inyector CRDI (Common Rail Direct Injection) se encuentra el núcleo magnético (Figura 2.36) que es el encargado de generar la fuerza magnética que produce la apertura de la válvula y la consecuente inyección, los daños en el polo interior tienen una mayor repercusión ya que en él se generan aproximadamente los 2/3 de la fuerza magnética, no se permiten daños considerables, no debe estar cubierto de suciedad ni es admisible que esté con rebabas.

14. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

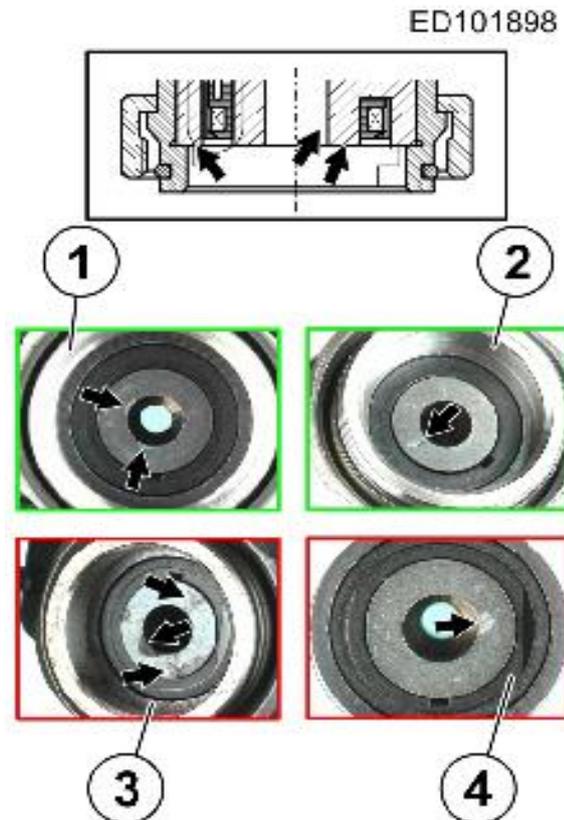


Figura 2. 36: Averías en el núcleo magnético<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

### 2.7.3 AVERÍAS EN EL RETORNO DEL COMBUSTIBLE

El combustible que no ha sido inyectado a la cámara de combustión, por la diferencia de presiones en las cámaras del inyector, regresa al depósito de combustible por medio de un conducto de retorno (Figura 2.37), el cual se puede averiar por la mala manipulación al momento de conectar las cañerías flexibles de retorno, pueden existir daños, rozaduras y rebabas<sup>13</sup>. En la superficie hermetizante de retorno (Figura 2.38), se puede producir inestabilidad, generando fugas de combustible.

13. LOPEZ & LOPEZ. LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>

14. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

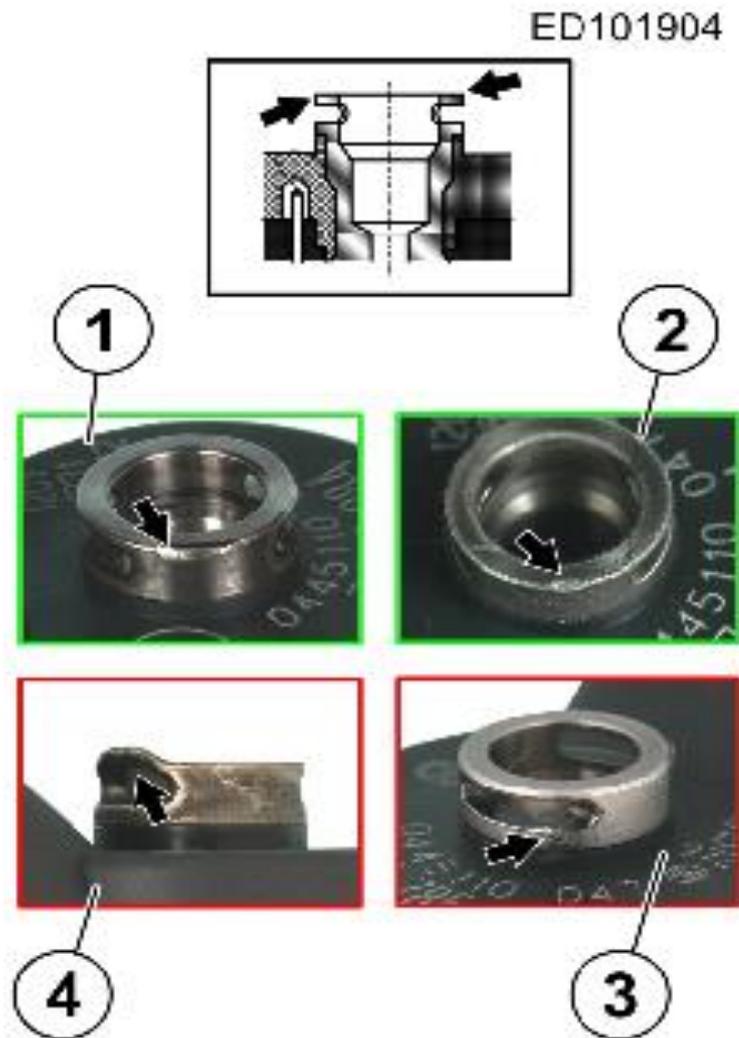


Figura 2. 37: Averías en conducto retorno<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

---

14. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

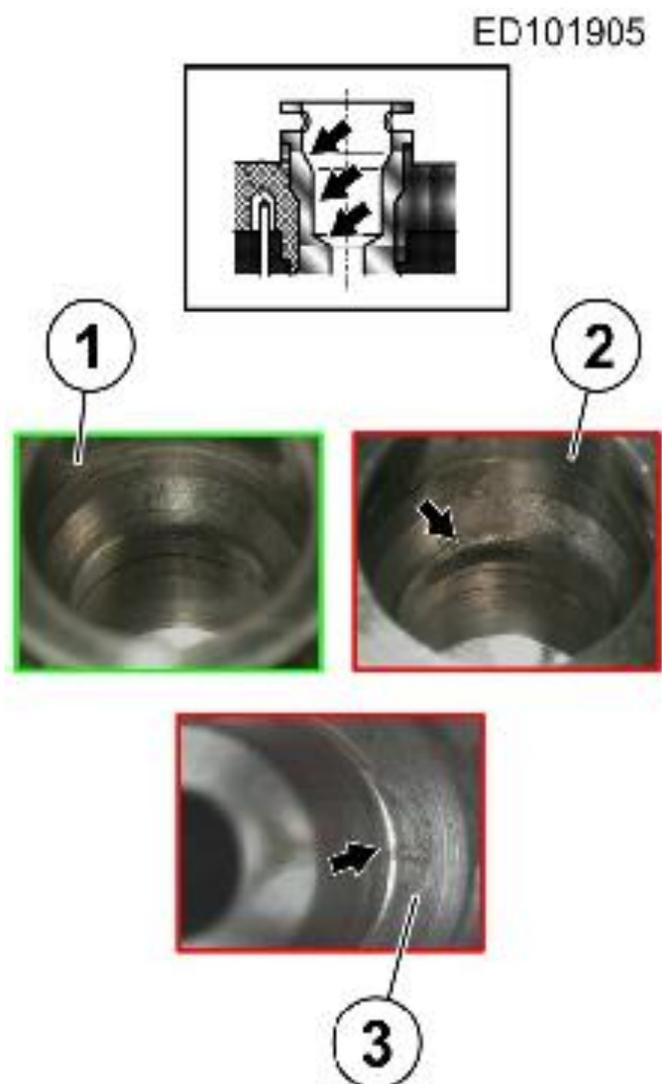


Figura 2. 38: Averías en superficie de retorno<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

- 1. No hay desgaste
- 2. Fuerte desgaste (reemplazar)
- 3. Fuerte desgaste (reemplazar)

---

14. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

## 2.7.4 AVERÍAS EN LA AGUJA DEL INYECTOR

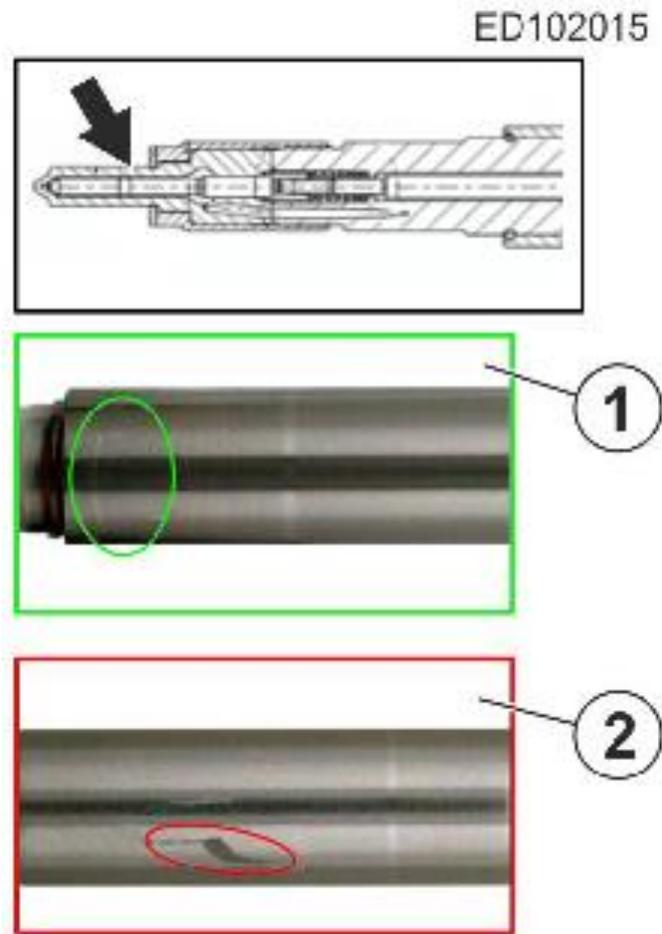


Figura 2. 39: Averías en la aguja del inyector<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

1. No hay desgaste
2. Fuerte desgaste (reemplazar)

La aguja del inyector cumple la función de permitir o bloquear el paso del combustible a la cámara de combustión según el requerimiento del motor, tiende a desgastarse por el rozamiento normal al que está expuesto (Figura 2.39) pero sobre todo por la falta de lubricación y refrigeración por parte del combustible. La punta de la aguja también está expuesta a averías (Figura 2.40 ) ya que es la que sella herméticamente al inyector, la cual se puede ver afectada por el uso de aditivos, excesos de temperatura, y partículas extrañas, pudiendo provocar caída de caudal, aumento de retorno al inyector y falta de estanqueidad<sup>13</sup>.

14. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

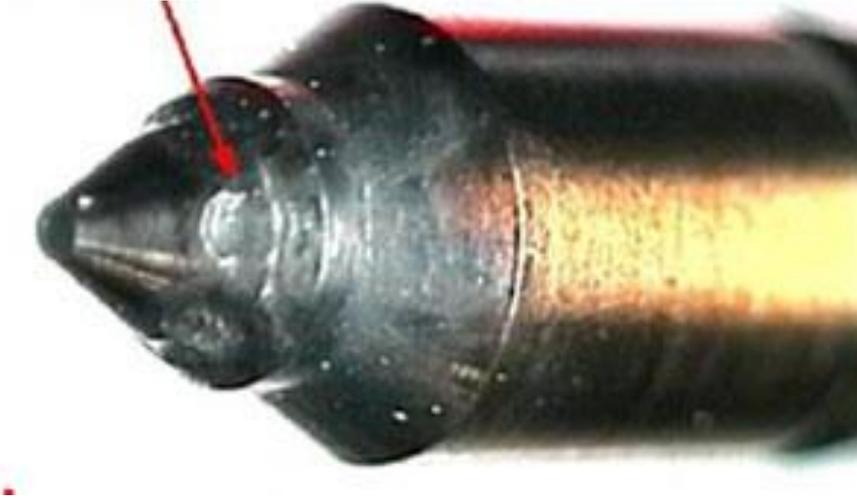


Figura 2. 40: Averías en la punta de la aguja del inyector<sup>13</sup>

Fuente: LOPEZ & LOPEZ. LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>

### 2.7.5 AVERÍAS EN LA TOBERA DEL INYECTOR



Figura 2. 41: Averías en el cuerpo de la tobera<sup>13</sup>

Fuente: LOPEZ & LOPEZ. LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>

---

13. LOPEZ & LOPEZ. LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>

La tobera es el elemento exterior del inyector, la mayor parte de su cuerpo se sitúa en el cabezote para poder disipar el calor, debido que su punta está expuesta a altas temperaturas de la cámara de combustión, si no se disipa el calor de una manera correcta debido a aditivos no permitidos en el diesel, acumulación de carbón en la cámara de combustión, se pueden producir recalentamientos en el cuerpo (Figura 2.41) y en la punta de la tobera (Figura 2.42), que produce fallas de estanqueidad y de caudal irregular entregado a la cámara<sup>13</sup>.



Figura 2. 42: Averías en la punta de la tobera<sup>13</sup>

Fuente: LOPEZ & LOPEZ. LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>

### 2.7.5.1 AVERÍAS EN LOS TALADROS DE LA TOBERA DEL INYECTOR

Los taladros son los agujeros por donde expulsa el combustible el inyector en forma de abanico, al igual que el cuerpo de la tobera está expuesta a las altas temperaturas que se presentan en la cámara de combustión, los taladros se ven afectados por la reducción de su tamaño por la fundición del material, provocando que el inyector no entregue el caudal que necesita el motor para su óptimo funcionamiento.

---

13. LOPEZ & LOPEZ. LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>

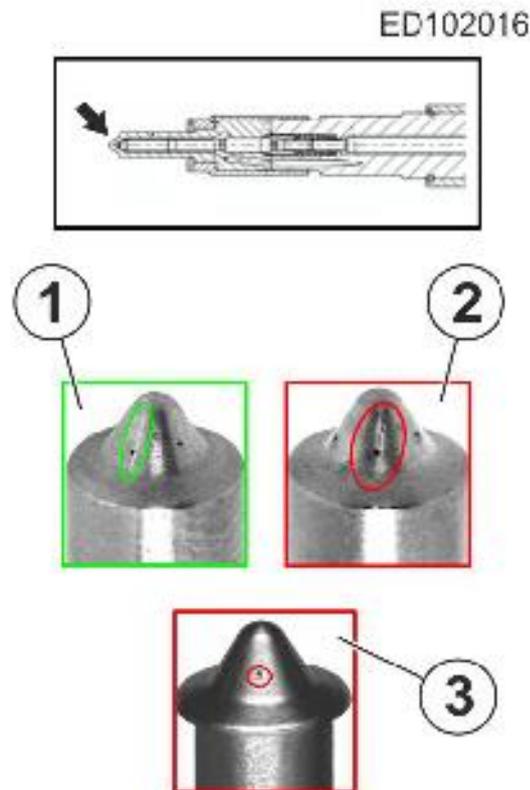


Figura 2. 43: Averías en los taladros del inyector<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

1. No hay desgaste
2. Fuerte desgaste (reemplazar)
3. Fuerte desgaste (reemplazar)

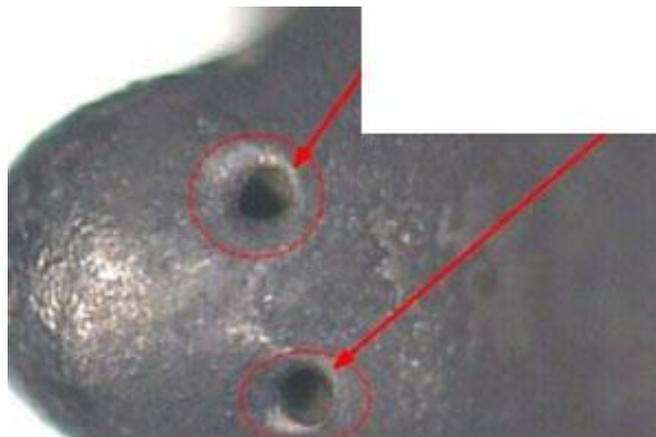


Figura 2. 44: Averías en los taladros del inyector<sup>13</sup>

Fuente: LOPEZ & LOPEZ. LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>

13. LOPEZ & LOPEZ. LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>

14. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

## 2.7.6 AVERÍAS EN EL JUEGO DE VÁLVULAS

### 2.7.6.1 AVERÍAS EN EL EMBOLO DE LA VÁLVULA

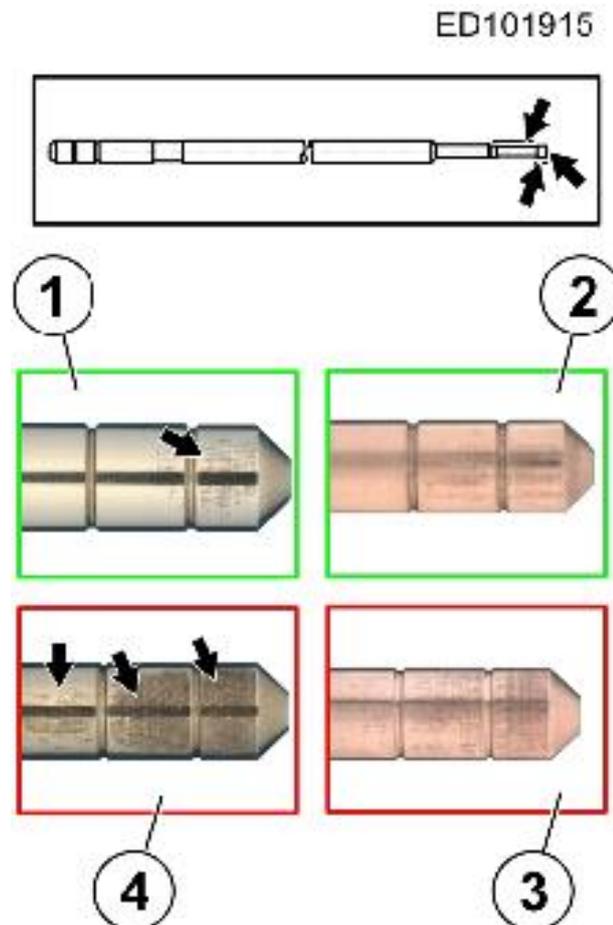


Figura 2. 45: Averías en el embolo de la válvula<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

El embolo del válvula se desliza por el interior del inyector CRDI (Common Rail Direct Injection), produciéndose desgastes por rozamiento (Figura 2.45 – 2.46) ya que se encuentra en contacto directo con la pieza de la válvula, las averías tales como rebabas o ranuras radiales profundas no son admisibles en este componente y de suscitarse una de ellas el mismo se debe reemplazar<sup>14</sup>.

14. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

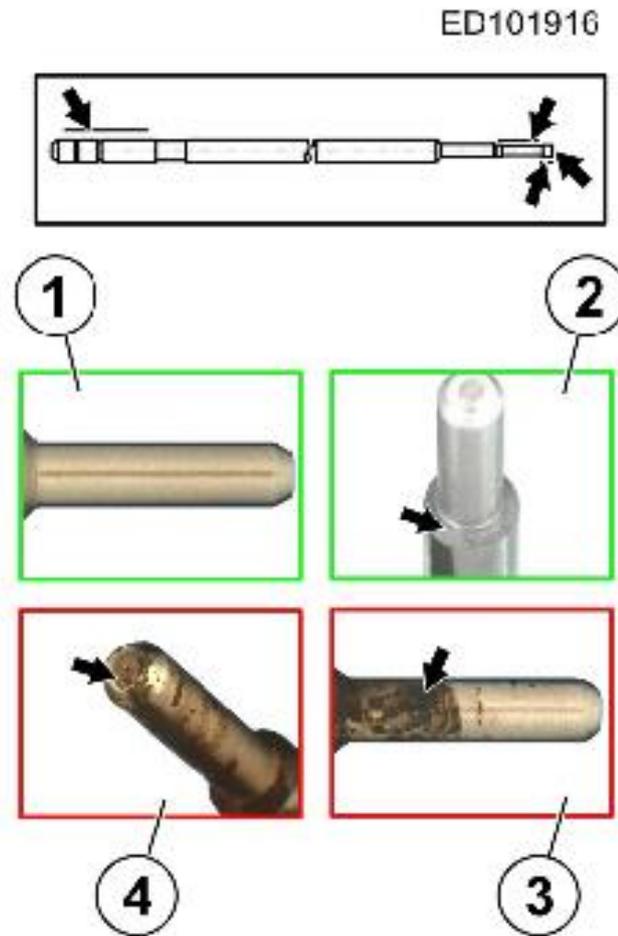


Figura 2. 46: Averías en el embolo de la válvula<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

### 2.7.6.2 AVERÍAS EN LA PIEZA DE LA VÁLVULA

La pieza de la válvula del inyector, es la superficie hermetizante, la cual no debe presentar averías como rebabas, rasguños u oxidación (Figura 2.47), provocados por el rozamiento directo con el embolo de la válvula y por el combustible utilizado, sirve para garantizar un sellado suficiente, la superficie de apoyo del retén de alta presión no debe presentar ningún daño, produciéndose desplazamiento del retén de alta presión, de sucederse este caso se debe reemplazar.

14. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

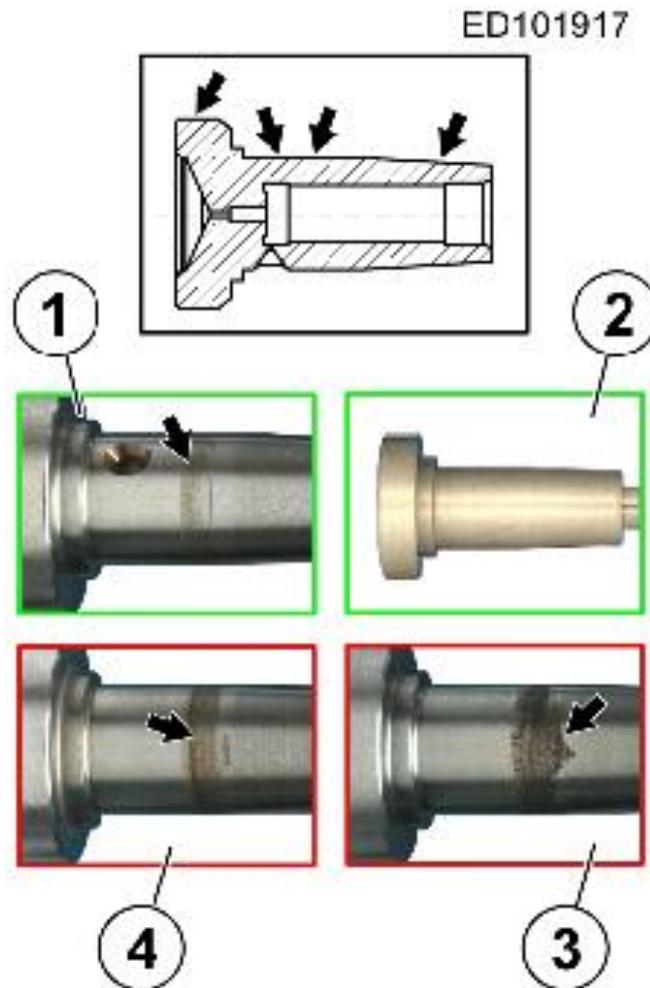


Figura 2. 47: Averías en la pieza de la válvula<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Mediano desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar)  |

### 2.7.6.3 AVERÍAS EN LA VÁVULA DE BOLA

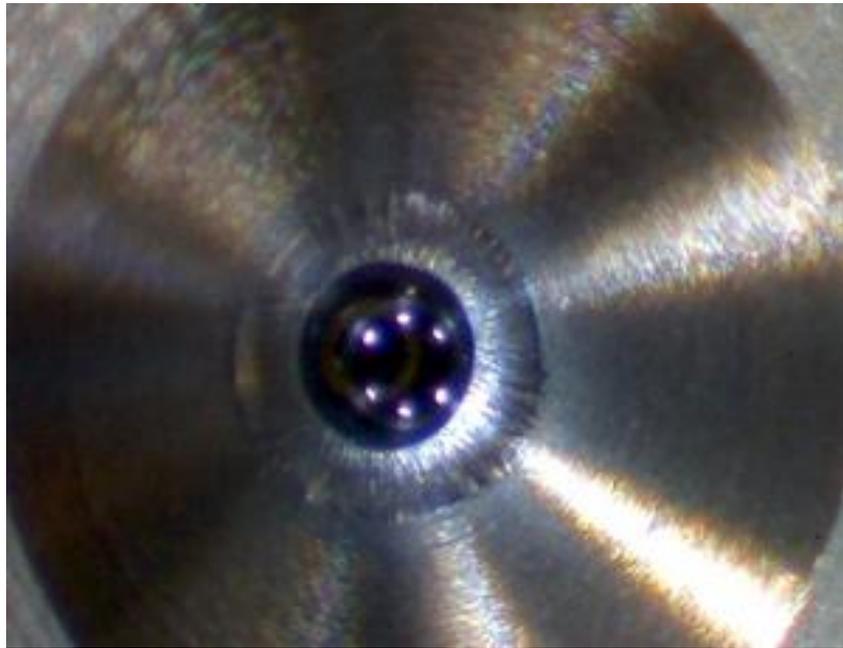


Figura 2. 48: Averías en la válvula de bola<sup>13</sup>

Fuente: LOPEZ & LOPEZ. LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>

La válvula de bola es la encargada de controlar el retorno del combustible hacia el depósito para equilibrar las presiones en las cámaras internas del inyector, se pueden producir desgastes (Figura 2.48 – 2.49) por el tipo de combustible utilizado, produciendo un cambio de caudal y una consecuente modificación de la inyección, descontrolando significativamente la hermeticidad del sistema del inyector<sup>13</sup>, en la misma no se deben presentar astillas ni rebabas producidas por el desprendimiento de material de los componentes anteriores del sistema CRDI (Common Rail Direct Injection)

---

13. LOPEZ & LOPEZ. LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>

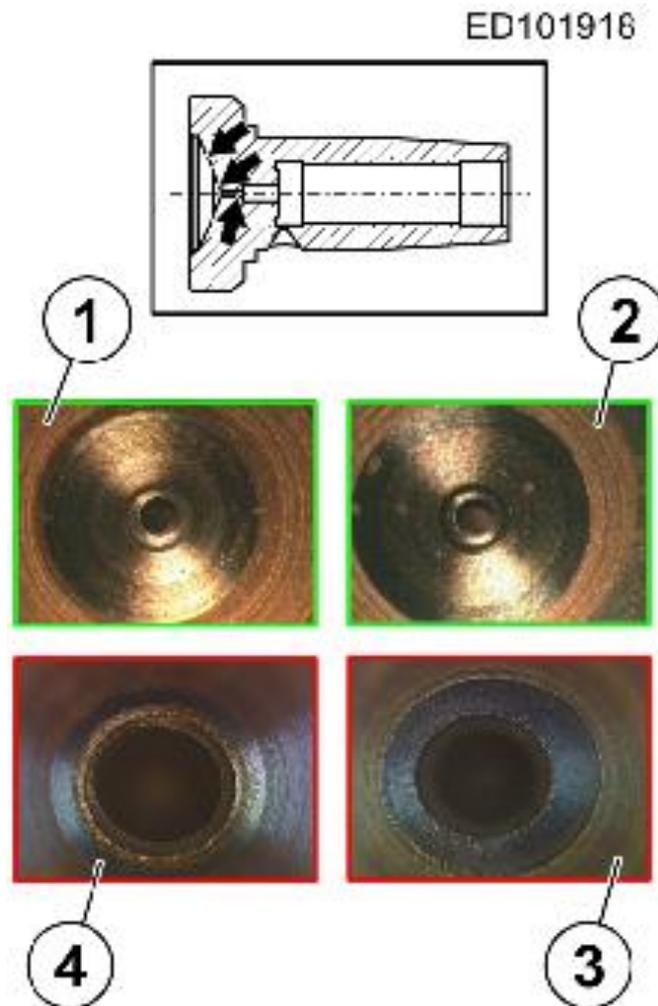


Figura 2. 49: Averías en la válvula de bola<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

- |                  |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| 1. Leve desgaste | 3. Fuerte desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste | 4. Fuerte desgaste (reemplazar) |

### 2.7.7 AVERÍAS EN LA SUPERFICIE DE APOYO DEL INYECTOR

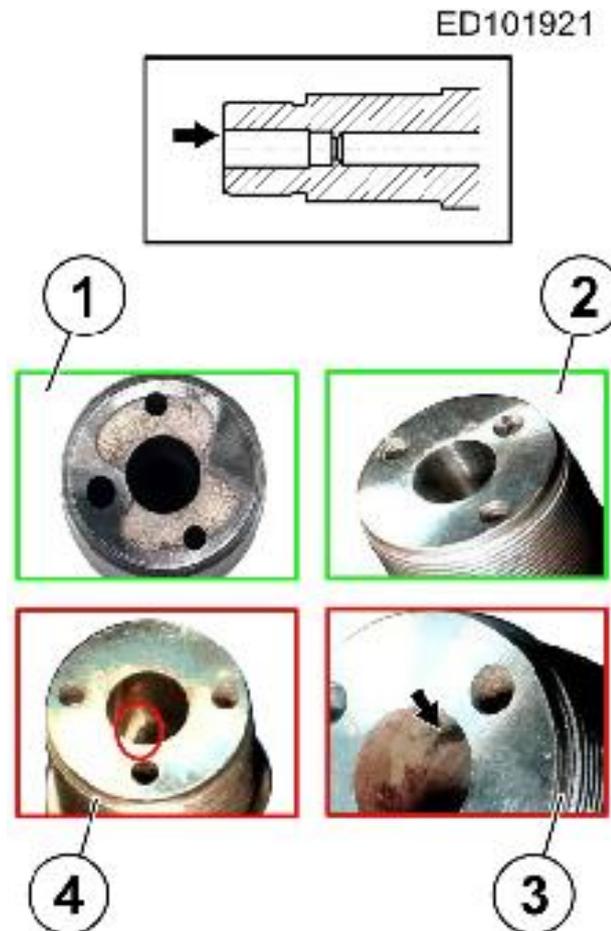


Figura 2. 50: Averías en la superficie de apoyo del inyector<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Fuerte desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar) |

La superficie de apoyo del inyector, une herméticamente el cuerpo del inyector con el inyector, por el circula el combustible hacia las diferentes cámaras, el mismo que es propenso a sufrir averías por el tipo de combustible que se usa, en el mismo se pueden producir corrosiones tanto en su superficie como en sus taladros, lo que provocaría desprendimiento de óxido y taponamiento del inyector, también se pueden producir alzas extremas de temperatura por la falta de lubricación del combustible, fundiendo todas sus elementos, de ser este el caso se debe reemplazar todo el inyector.

14. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

## 2.7.8 AVERÍAS EN LAS ROSCAS DEL INYECTOR

La parte superior del inyector se conecta con la parte inferior por medio de unas roscas, las mismas pueden sufrir averías por la mala manipulación por parte del operario, el cual no tiene el cuidado necesario de limpiar las roscas al momento de armar el inyector, ya que la suciedad dificulta el correcto atornillamiento del inyector produciendo daños mecánicos en el material, al igual que corrosiones internas por el agua, azufre y demás componentes corrosivos en el combustible diesel (Figura 2.51)

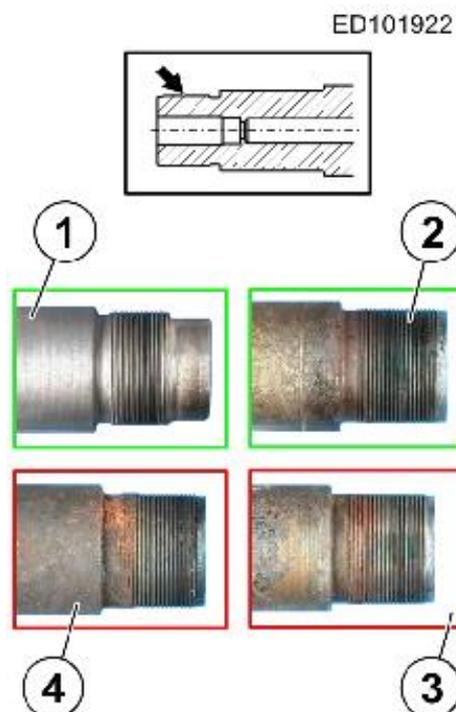


Figura 2. 51: Averías en las roscas del inyector<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

- |                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| 1. No hay desgaste | 3. Fuerte desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste   | 4. Fuerte desgaste (reemplazar) |

Las roscas externas (Figura 2.52) del inyector CRDI (Common Rail Direct Injection) por donde ingresa y retorna el combustible también pueden sufrir averías tanto por mala manipulación de los mismos por parte del operario, como por la corrosión producida por el combustible (Agua, azufre y demás componentes del combustible), estos se pueden llegar a desgastar produciendo pérdidas de presión en el conducto de entrada, y falla de hermeticidad al retorno del combustible al tanque.

14. BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

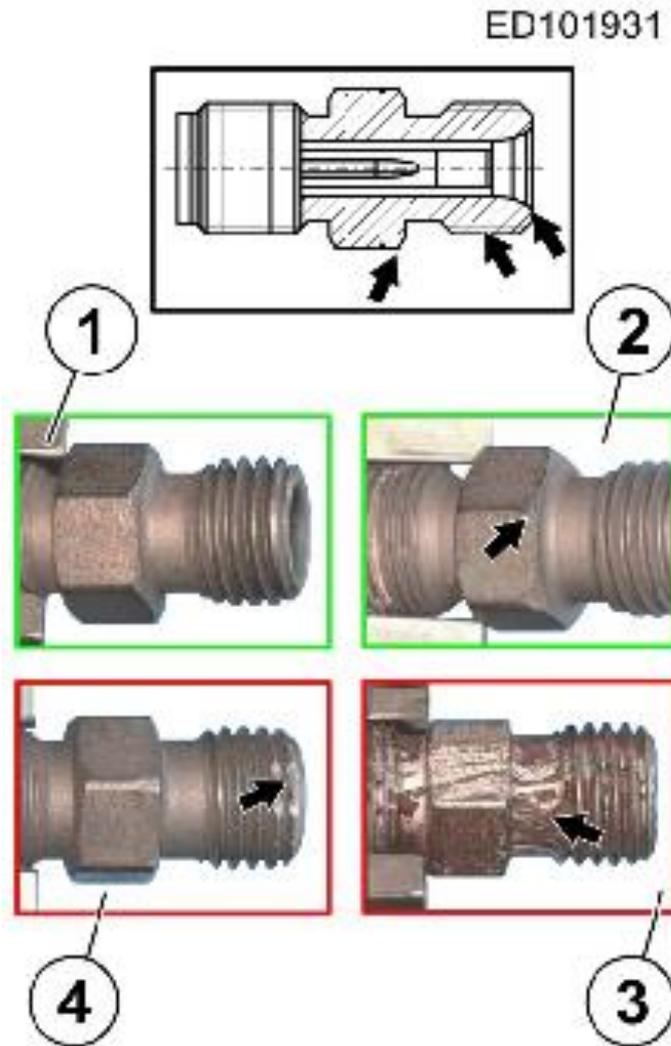


Figura 2. 52: Averías en las roscas externas del inyector<sup>14</sup>

Fuente: BOSCH ECUADOR, CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL, 2013

- |                  |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| 1. Leve desgaste | 3. Fuerte desgaste (reemplazar) |
| 2. Leve desgaste | 4. Fuerte desgaste (reemplazar) |

## CAPITULO III

### ANÁLISIS COMPARATIVO DE AVERÍAS POR LOCALIDAD

#### 3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE AVERÍAS POR LOCALIDAD

Las averías que se producen en el sistema CRDI (Common Rail Direct Injection), pueden variar dependiendo de las condiciones climáticas, de trabajo, tipo de mantenimiento y la calidad de combustible que utilicen, todos los combustibles diesel salen de las refinerías con las condiciones estándares establecidas por la norma INEN 1489:2012 (Anexo 1)<sup>7</sup>, pero en su trayecto hacia las diferentes ciudades y surtidores, puede sufrir alteraciones. También el combustible se ve afectado, si no se tiene una buena condición de almacenamiento en las estaciones de servicio.

#### 3.1 ANALÍISIS DEL COMBUSTIBLE EN ECUADOR

Según el director de CORPAIRE (Corporación para el mejoramiento del aire de Quito) Jorge Oviedo, Quito y todo el país tienen el peor diesel de América Latina, principalmente por el material particulado, que es emitido por los vehículos que utilizan este tipo de combustible, Álvaro Ríos secretario Ejecutivo de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), no lo considera de esta manera pero manifiesta que el diesel ecuatoriano no es apto competir con estándares internacionales<sup>15</sup>.

---

7. ANEXO 1: NORMA INEN 1489:2012 SEPTIMA REVISION

15. DIARIO HOY. ECUADOR TIENE EL PEOR DIESEL EN AMÉRICA LATINA. [En línea]. [4 de Agosto del 2013]. <<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/ecuador-tiene-el-peor-diesel-en-america-latina-273543.html>>

### 3.1.1 ANÁLISIS DEL DIESEL N° 2 REFINERÍA ESMERALDAS

<b>REFINERÍA:</b>	ESMERALDAS				
<b>PRODUCTO:</b>	DIESEL N°2				
<b>FECHA:</b>	ENERO - MARZO 2002				
<b>N° MUESTRAS:</b>	16				
	<b>PUNTO DE INFLAMACIÓN °C</b>	<b>AGUA Y SEDIMENTO % VOL.</b>	<b>RESIDUO CARBÓN % PESO</b>	<b>AZUFRE % PESO</b>	<b>INDICE DE CETANO CALCULADO</b>
PROMEDIO	77,10	0,00	0,00	0,59	50,7
MÁXIMO	102,00	0,00	0,00	0,70	52,1
MÍNIMO	63,00	0,00	0,00	0,23	49,2
<b>NORMA INEN 1489:2012 SEPTIMA REVISIÓN</b>					
MÁXIMO	-	0,05	0,15	0,70	-
MÍNIMO	51,00	-	-	-	45,00

Tabla 3. 1: Extracto Análisis estadístico de certificados de calidad diesel N°2 (Anexo 2)<sup>16</sup>

Fuente: Dirección Nacional de Hidrocarburos

Los datos reflejados en el análisis del diesel N°2 (Tabla 3.1), realizados por la dirección nacional de hidrocarburos en la refinería de Esmeraldas nos demuestran, que el combustible sale de la refinería cumpliendo con los requisitos de la norma INEN1489:2012 (Anexo 1)<sup>7</sup>, válido para todas las ciudades del Ecuador a excepción de Quito que cumple con la ordenanza metropolitana 206 (Anexo 3)<sup>17</sup> desde el año 1999, el cual obliga a tener un diesel con un porcentaje con un máximo de azufre de 0,05% en peso (Tabla 3.2).

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	METODO DE ENSAYO
Punto de inflamación	°C	51	-	NTE INEN 1047
Agua y sedimento	% volumen	-	0,05	NTE INEN 1494
Residuo carbonoso	% peso	-	0,15	NTE INEN 1491
Cenizas	% peso	-	0,01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 37,8°C	°St	2,5	6	NTE INEN 810
Azufre	% peso	-	0,05	NTE INEN 1490
Corrosión lámina de cobre	-	-	N°3	NTE INEN 927
Índice de cetano acumulado	-	45	-	NTE INEN 1495

Tabla 3. 2: Requisitos para el diesel de Quito<sup>17</sup>

Fuente: Ordenanza Metropolitana de Quito 206 año 1999

7. ANEXO 1: NORMA INEN 1489:2012 SEPTIMA REVISION

16. Anexo 2: Análisis estadístico de certificados de calidad: diesel N°2

17. Anexo 3: Ordenanza Metropolitana de Quito N°206 1999

### 3.1.2 ANÁLISIS DEL DIESEL N° 3 (PREMIUM) REFINERÍA ESMERALDAS

<b>REFINERIA:</b>	ESMERALDAS				
<b>PRODUCTO:</b>	DIESEL N°3 PREMIUM				
<b>FECHA:</b>	ENERO - MARZO 2002				
<b>Nº MUESTRAS:</b>	6				
	<b>PUNTO DE INFLAMACIÓN °C</b>	<b>AGUA Y SEDIMENTO % VOL.</b>	<b>RESIDUO CARBÓN % PESO</b>	<b>AZUFRE % PESO</b>	<b>INDICE DE CETANO CALCULADO</b>
PROMEDIO	96,17	0,00	0,00	0,03	52,20
MÁXIMO	100,00	0,00	0,00	0,04	53,00
MÍNIMO	90,00	0,00	0,00	0,03	51,30
<b>NORMA INEN 1489:2012 SEPTIMA REVISIÓN</b>					
MÁXIMO	-	0,05	0,15	0,05	-
MÍNIMO	51,00	-	-	-	45,00

Tabla 3. 3: Extracto Análisis estadístico de certificados de calidad diesel N°3 (Anexo 4)<sup>18</sup>

Fuente: Dirección Nacional de Hidrocarburos

Los datos reflejados en el análisis del diesel N°3 (PREMIUM) (Tabla 3.3), realizados por la dirección nacional de hidrocarburos en la refinería de Esmeraldas nos demuestran, que el combustible sale de la refinería cumpliendo con los requisitos de la norma INEN1489:2012 (Anexo 1)<sup>7</sup>, cumpliendo con la ordenanza metropolitana de Quito 206 del año 1999, con un máximo de azufre de 0,05% en peso<sup>17</sup>.

### 3.1.3 ANÁLISIS DEL DIESEL N° 2 EN CUENCA

<b>CIUDAD:</b>	CUENCA	
<b>PRODUCTO:</b>	DIESEL N°2	
<b>FECHA:</b>	27 DE MAYO DE 2004	
<b>Nº MUESTRAS:</b>	11	
	<b>AZUFRE % PESO</b>	<b>INDICE DE CETANO CALCULADO</b>
PROMEDIO	0,3178	50,09
MÁXIMO	0,3462	52,00
MÍNIMO	0,2737	49,00
<b>NORMA INEN 1489:2012 SEPTIMA REVISIÓN</b>		
MÁXIMO	0,7	-
MÍNIMO	-	45,00

Tabla 3. 4: Extracto Análisis diesel N°2 en Cuenca<sup>19</sup>

Fuente: ANDRADE DURAZNO DANIEL. TESIS: MONITOREO DE COMBUSTIBLES EN LA CIUDAD DE CUENCA. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. CUENCA – ECUADOR 2004

7. ANEXO 1: NORMA INEN 1489:2012 SEPTIMA REVISION

17. Anexo 3: Ordenanza Metropolitana de Quito N°206 1999

18. Anexo 4: Análisis estadístico de certificados de calidad: diesel N°3

19. ANDRADE DURAZNO DANIEL. TESIS: MONITOREO DE COMBUSTIBLES EN LA CIUDAD DE CUENCA. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA CUENCA – ECUADOR 2004

Los datos obtenidos (Tabla 3.4), en la Tesis del señor Andrade Durazno, “MONITOREO DE COMBUSTIBLES EN LA CIUDAD DE CUENCA” (Anexo 5)<sup>20</sup> proporciona que: todas las muestras cumplen con la norma 1489:2012, para todas las ciudades del Ecuador pero ninguna cumple con la ordenanza municipal de Quito 206 que disminuye el contenido de azufre al 0.05% del peso<sup>17</sup> de la muestra, por otra parte todas las muestras cumplen con el índice de cetano establecido para el Ecuador

### 3.1.4 CATEGORÍAS INTERNACIONALES DE DIESEL<sup>19</sup>

- **Categoría 1:** Mercados sin requerimientos mínimos para control de emisiones.
- **Categoría 2:** Mercados con rigurosos requerimientos para el control de emisiones, ejemplo: mercados grado 0 o 1 USA Euro 1 o 2 (1997)
- **Categoría 3:** Mercados con requerimientos avanzados de control de emisiones, por ejemplo: mercados LEV (Low emisión vehicle) California USA o Euro 3 (2001) o Euro 4 (2006)
- **Categoría 4:** Mercados con control de emisiones más avanzados que utilizan tecnologías sofisticadas, ejemplo Euro 4, 5 (2008)

	<b>Categoría 1</b>	<b>Categoría 2</b>	<b>Categoría 3</b>	<b>Categoría 4</b>	<b>Ecuador (Cuenca) Diesel 2 (Muestreos)</b>
Índice de cetano min.	45	50	52	54	45( <b>50,17</b> )
Viscosidad, mm <sup>2</sup> /s	2-4,5	2-4,00	2-4,00	2-4,00	2,5-6 ( <b>4,024</b> )
Azufre mg/kg., máx.	3000	300	30	<10	50-700 = 0,05%-0,7% (0.3178%= <b>317.8mg/kg</b> )
Carbón resid. % masa max.	0,3	0,3	0,2	0,2	0,15 ( <b>0,126</b> )

Tabla 3. 5: Categorías Internacionales de diesel<sup>19</sup> (100mg/kg=10% peso)

Fuente: ANDRADE DURAZNO DANIEL. TESIS: MONITOREO DE COMBUSTIBLES EN LA CIUDAD DE CUENCA. CUENCA – ECUADOR 2004

17. Anexo 3: Ordenanza Metropolitana de Quito N°206 1999

19. ANDRADE DURAZNO DANIEL. TESIS: MONITOREO DE COMBUSTIBLES EN LA CIUDAD DE CUENCA. CUENCA – ECUADOR 2004

20. Anexo 5: Muestras de diesel realizadas en la ciudad de Cuenca

Los datos obtenidos en la ciudad de Cuenca, comparados con las categorías internacionales (Tabla 3.5) demuestran que por los niveles de azufre el diesel Ecuatoriano se encuentran en la categoría 1, de mercados que no tienen requerimientos mínimos de control de emisiones<sup>19</sup> por lo que resulta inapropiado el uso de diesel Ecuatoriano en sistemas de tanta precisión como el CRDI (Common Rail Direct Injection).

### 3.2 ESTADÍSTICA DE VEHÍCULOS HYUNDAI DIESEL CRDI EN ECUADOR

Según el técnico de CORPAIRE, Roberto Custode, aproximadamente el 7% del patio vehicular del país funciona a diesel<sup>15</sup>. La Cámara de Industria Automotriz Ecuatoriana - CINAIE muestra un total de vehículos a nivel nacional actualizado hasta Diciembre del 2009 (Tabla 3.6) de 1.998.856 vehículos<sup>21</sup>; es decir, 139.919 vehículos funcionan con motor a diesel en el territorio ecuatoriano.

FUENTE CINAIE(CAMARA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ ECUATORIANA) ACTUALIZADO 2009						
PARQUE AUTOMOTOR	TOTAL DE VEHICULOS HYUNDAI	VEHICULOS TIPO JEEP HYUNDAI	VEHICULOS JEEP DIESEL HYUNDAI	HYUNDAI DIESEL		
				SANTA FE	TUCSON	TERRAC AN
100,00%	4.65%	27,84%	7,00%	33.00%	33.00%	33.00%
1.998.856	92.874	25.855	1810	597	597	597

VEHICULOS SANTA FE DIESEL	CUENCA	MACHALA
100,00%	6.50%	4.03%
597	39	24

CIUDAD	TOTAL
CUENCA	39
MACHALA	24
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>

Tabla 3. 6: Cantidad de vehículos Hyundai Santa Fe CRDI Agosto 2013

Fuente: CINAIE Cantidad de vehículos diesel en Ecuador<sup>21</sup>

15. DIARIO HOY. ECUADOR TIENE EL PEOR DIESEL EN AMÉRICA LATINA. [En línea]. [4 de Agosto del 2013]. <<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/ecuador-tiene-el-peor-diesel-en-america-latina-273543.html>>

19. ANDRADE DURAZNO DANIEL. TESIS: MONITOREO DE COMBUSTIBLES EN ELA CIUDAD DE CUENCA. CUENCA – ECUADOR 2004

21. CINAIE. CANTIDAD DE VEHÍCULOS DIESEL EN ECUADOR [En línea]. [4 de Febrero del 2013]<[http://www.cinae.org.ec/index.php?option=com\\_cinaereports&view=pau001&Itemid=98&lang=es](http://www.cinae.org.ec/index.php?option=com_cinaereports&view=pau001&Itemid=98&lang=es)>

### 3.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO HYUDAI SANTA FE CRDI

El mantenimiento preventivo que se realiza en cualquier vehículo a motor, sea a diesel o a gasolina asegura el correcto funcionamiento del mismo, garantizando que su tiempo de trabajo sea el correcto, las personas en nuestro medio no están acostumbradas a realizar este tipo de mantenimientos, por los costos que los mismos conllevan, sin darse cuenta que si no se los realiza el precio por una reparación será mayor.

#### 3.3.1 MENU DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS AUTOHYUN

MENU DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS						
MODELOS	SANTA FE	SANTA FE	TUCSON	TERRACAN	NEW SANTA FE	NEW SANTA FE
KILOMETRAJES	2.2 D TM	2.4	2.0 D MT	2.9 D	2.4 TM 4X2	3.3 TA 4X4
5000km	\$83.81	\$59.09	\$83.81	\$88.17	\$62.81	\$83.36
10000km	\$195.90	\$106.97	\$190.24	\$296.64	\$109.01	\$129.56
15000km	\$83.81	\$59.09	\$83.81	\$88.17	\$62.81	\$83.36
20000km	\$195.90	\$174.50	\$195.84	\$319.04	\$135.59	\$156.14
25000km	\$148.53	\$117.93	\$148.53	\$169.18	\$136.35	\$178.05
30000km	\$216.26	\$214.74	\$210.60	\$317.00	\$191.83	\$212.39
35000km	\$83.81	\$59.09	\$83.81	\$88.17	\$62.81	\$83.36
40000km	\$235.10	\$174.50	\$229.44	\$352.64	\$144.83	\$165.38
45000km	\$83.81	\$59.09	\$83.81	\$88.17	\$62.81	\$83.36
50000km	\$263.42	\$165.81	\$254.97	\$512.57	\$185.35	\$227.05
55000km	\$83.81	\$59.09	\$83.81	\$88.17	\$62.81	\$83.36
60000km	\$572.92	\$425.12	\$656.87	\$729.51	\$308.90	\$314.07
65000km	\$83.81	\$59.09	\$83.81	\$88.17	\$62.81	\$83.36
70000km	\$195.90	\$106.97	\$190.24	\$296.64	\$109.01	\$129.56
75000km	\$148.53	\$117.93	\$148.53	\$169.18	\$136.35	\$178.05
80000km	\$235.10	\$174.50	\$229.44	\$352.64	\$144.83	\$165.38
85000km	\$83.81	\$59.09	\$83.81	\$88.17	\$62.81	\$83.36
90000km	\$216.26	\$214.74	\$210.60	\$317.00	\$191.83	\$212.39
95000km	\$83.81	\$59.09	\$83.81	\$88.17	\$62.81	\$83.36
100000km	\$361.48	\$233.35	\$281.87	\$523.77	\$290.61	\$489.64

NOMENCLATURA	
<b>D</b>	DIESEL
<b>TM</b>	TRANSMISIÓN MANUAL
<b>TA</b>	TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Tabla 3. 7: Extracto plan de mantenimiento AUTOHYUN Hyundai Agosto 2013<sup>22</sup>  
Fuente: AUTOHYUN Hyundai

Los mantenimientos preventivos, que se realizan en los concesionarios Hyundai Ecuador son uno de los requisitos para que se puedan aplicar garantías posteriores, en el menú de mantenimientos preventivos (Tabla 3.7), se puede observar que los valores que se cobran por mantenimientos a vehículos diesel, en este caso el Santa Fe, son superiores a los vehículos a gasolina, por lo cual el usuario al comprar un vehículo no solo debe fijarse en el valor del combustible, si no también que los vehículos a diesel conllevan mantenimientos periódicos más rigurosos y costosos por lo complejo y eficiente del sistema.

### 3.3.2 PLAN DE MANTENIMIENTO DE AUTOHYUN HYUNDAI

TIPO	TRABAJOS	KM x1000																							
		1.5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
A	Aceite y Filtro Motor	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
A	Aceite de transmisión Manual Normal	i	i	i	i	C	i	i	i	C	i	i	C	i	i	i	C	i	i	i	C	i	i	i	C
A	Aceite de transmisión Automática Fill for Life	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	C
A	Aceite de transmisión Manual Fill for Life	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	R	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	C
A	Aceite de transmisión Automática	i	i	i	i	i	i	R	i	i	i	i	C	i	i	i	i	i	R	i	i	i	i	C	
A	Aceite de diferencial LSD	i				i	C	i		i		C							C					C	
A	Aceite de Diferenciales	i				i	C	i		i		C							C					C	
B	Bujías					i	i	i																	C
A	Cables de Bujías	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	C
A	Cuerpo de aceleración				Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li
A	Limpieza de ISC				Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li
A	Válvula ICV/PCV				Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li
A	Filtro de Aire motor con turbo	Li	Li	C	Li	C	Li	C	Li	C	Li	C	Li	C	Li	C	Li	C	Li	C	Li	C	Li	C	C
A	Filtro de Aire aspiración natural	Li	Li	Li	Li	C	Li	Li	Li	C	Li	Li	Li	C	Li	Li	Li	C	Li	Li	Li	C	Li	Li	C
B	Filtro de aire acondicionado	i	i	i	Li	i	i	Li	i	Li	i	Li	i	Li	i	Li	i	Li	i	Li	i	Li	i	Li	i
A	Filtro Combustible Motores Diesel				C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C
A	Filtro Combustible Motores Gasolina								C																C
A	Mantenimiento de Inyectores																								Li
A	Filtro de bomba de inyección rotativa				Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li		Li
A	Calibración de válvulas						A																		A
A	Ajuste pernos cabezote																								A
A	Tanque de combustible																								A
A	Drenaje trampas de agua	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
A	Banda de Distribución y templador	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	C	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i
A	Líquido de dirección hidráulica	i	i	i	i	i	C	i	i	i	i	C	i	i	i	C	i	i	i	C	i	i	i	C	C
A	Sistema de refrigeración	i/R	i/R	i/R	i/R	i/R	Li	i/R	i/R	i/R	i/R	Li	i/R	i/R	i/R	i/R	Li	i/R	i/R	i/R	Li	i/R	i/R	i/R	Li
A	Tapa de radiador	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i
A	Líquido de frenos	i	i	i	i/R	i	i	C#	i	i	i/R	i	i	C#	i	i	i/R	i	i	C#	i	i	i	C#	i
A	Frenos Delanteros y Posteriores	i	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i
A	Cojinetes de ruedas					E						E												E	
A	Suspensión y Carrocería	i	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i	A	i
A	Alineación, Balanceo y Rotación			A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A	
A	Escaneo de vehículo	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i

REVISION 20 PUNTOS			A	Ajuste
REVISAR Y COMPLETAR NIVEL DE LIQUIDO REFRIGERANTE	i		i	Inspeccione
REVISAR Y COMPLETAR NIVEL DE LIQUIDO DE FRENOS	i		i/R	Inspeccione/Rellene
REVISAR Y COMPLETAR NIVEL DE LIQUIDO DE D/H	i		Li	Limpie
REVISAR Y COMPLETAR NIVEL DE LIQUIDO LIMPIA PARABRISAS	i		E	Engrase
VERIFICACION DE TENSION DE BANDAS	i		D	Drene
VERIFICACION Y REGULACION PRESION DE NEUMATICOS	i		C	Cambie
REVISION DE LUCES	i		Li	Limpieza con liquido
REVISION DE SISTEMA SEGUROS ELECTRICOS	i		VT	Verificar tension
LUBRICACION PUERTAS: BISAGRAS, FELPAS, CHAPAS	i		C#	Cambie cada año o 30000km
VERIFICACION DE HYUNDAI SATELITAL	i			
INSPECCION DE INDICADORES EN EL TABLERO	i			
INSPECCION DE FUGAS EN SISTEMA DE REFRIGERACION	i			
INSPECCION DE FUGAS EN SISTEMA DE D/H	i			
INSPECCION DE FUGAS DE ACEITE EN MOTOR	i			
INSPECCION DE FUGAS DE ACEITE EN TRANSMISION	i			
INSPECCION ESTADO TUBO DE ESCAPE	i			
VERIFICACION SISTEMA ELEVAVIDRIOS	i			
VERIFICACION FUNCIONAMIENTO SISTEMA A/C	i			
SWITCH MULTIFUNCIONES	i			
REVISION Y REGULACION FRENO DE ESTACIONAMIENTO	i			

Tabla 3. 8: Plan de mantenimiento de autos pequeños y de pasajeros AUTOHYUN Hyundai Agosto 2013<sup>23</sup>

Fuente: AUTOHYUN Hyundai

23. Anexo 7: AUTOHYUN: Plan de mantenimiento de autos pequeños y de pasajeros Hyundai Santa Fe CRDI

En el plan de mantenimiento (Tabla 3.8), se detalla los trabajos que se realizan en los concesionarios de los vehículos Hyundai en Ecuador, los trabajos más importantes a realizarse en los vehículos que funcionan a diesel son el cambio de aceite del motor y el drenaje de las trampas de agua (Ubicada en el filtro de combustible) que se debe realizar cada 5.000km, el cambio del filtro de aire y primordialmente el cambio del filtro de combustible cada 10.000km

### 3.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO HYUDAI SANTA FE CRDI (AUTOHYUN)

El mantenimiento correctivo se produce o es consecuencia, en su mayor parte por la falta de mantenimiento preventivo, este tipo de mantenimiento conlleva un cambio de los componentes más importantes para el funcionamiento en el sistema CRDI (Common Rail Direct Injection) el cual incluye bomba de alta presión e inyectores en el mejor de los casos, de ser un tema más complicado como los que se han producido en los concesionarios AUTOHYUN Hyundai se debe realizar una reparación integra del motor, llegando a tener costos muy elevados por el cambio de todas las partes afectadas y por mano de obra realizada.

#### 3.4.1 CAMBIO DE BOMBA E INYECTORES HYUNDAI SANTA FE 2009 (AUTOHYUN)

AUTOHYUN S. A.						
No	DESCRIPTION	CODIGO	T / Entrega	Cant.	P/Unit.	P/Total
	BOMBA DE INYECCION	3310027400	3 DIAS	1	\$ 1,105.39	\$ 1,105.39
	INYECTOR COMBUSTIBLE	3380027800	INMEDIATA	4	\$ 639.02	\$ 2,556.08
	FILTRO CARTUCHO COMBUSTIBLE	3192226910	INMEDIATA	1	\$ 54.04	\$ 54.04
					SUMAN	\$ 3,715.51
					0% DESCUENTO	\$ 0.00
					SUBTOTAL	\$ 3,715.51
					12% IMPUESTO	\$ 445.86
		PABLO ARPI	RESPONSABLE			
		JEFE DE REPUESTOS	FECHA APROBADA			
		Sucursal Cuenca				
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4,161.37</b>

Figura 3. 1: Proforma bomba e inyectores Hyundai Santa Fe CRDI 2009 Agosto 2013<sup>24</sup>

Fuente: AUTOHYUN Hyundai

24. Anexo 8: AUTOHYUN: Proforma bomba e inyectores Hyundai Santa Fe CRDI 2009

### 3.4.2 CAMBIO DE BOMBA E INYECTORES HYUNDAI SANTA FE 2010 (AUTOHYUN)

No		DESCRIPTION	CODIGO	T / Entrega	Cant.	P/Unit.	P/Total
1		BOMBA INYECCION	331002F000	45 dias	1	\$ 2,941.77	\$ 2,941.77
2		INYECTOR COMBUSTIBLE	338002F000	46 dias	4	\$ 1,449.80	\$ 5,799.20
3		FILTRO CARTUCHO COMBUSTIBLE	3192226910	INMEDIATA	1	\$ 54.04	\$ 54.04
						SUMAN	\$ 8,795.01
						0% DESCUENTO	\$ 0.00
						SUBTOTAL	\$ 8,795.01
						12% IMPUESTO	\$ 1,055.40
						<b>TOTAL</b>	<b>\$ 9,850.41</b>

Figura 3. 2: Proforma bomba e inyectores Hyundai Santa Fe CRDI 2010 Agosto 2013<sup>25</sup>

Fuente: AUTOHYUN Hyundai

No	DESCRIPTION	CODIGO		PRECIO UNITARIO		DIFERENCIA
		SANTA FE 2009 DP1	SANTA FE 2010 DP3	SANTA FE 2009 DP1	SANTA FE 2010 DP3	
1	BOMBA INYECCION	3310027400	331002F000	\$ 1.105,39	\$ 2.941,77	\$ 1.836,38
2	INYECTOR COMBUSTIBLE	3380027800	338002F000	\$ 639,02	\$ 1.449,80	\$ 810,78
3	FILTRO CARTUCHO COMBUSTIBLE	3192226910		\$ 54,04		\$ 0,00

Tabla 3. 9: Diferencia de precios bomba e inyectores Agosto 2013

Fuente: AUTOHYUN Hyundai

Los precios del cambio de bomba e inyectores por no realizar el correspondiente mantenimiento preventivo son elevados (Tabla 3.9), existe una gran diferencia de precios entre los dos años ya que en el año 2009 aplica una bomba DP1 (Diesel Pump 1) que se caracteriza por disponer de la bomba de transferencia independiente de la bomba de alta presión, y para el año 2010 aplica una bomba DP3 (Diesel Pump 3) que se caracteriza por integrar la bomba de transferencia con la de alta presión, simplificando el sistema haciéndolo más eficiente. Los cambios de la bomba e inyectores no solo se dan por no realizar mantenimientos preventivos, sino también por las condiciones de trabajo y calidad del combustible que trabaja en el motor.

25. Anexo 9: AUTOHYUN: Proforma bomba e inyectores Hyundai Santa Fe CRDI 2010

### **3.4.3 REPARACIÓN DE BOMBA E INYECTORES**

Los concesionarios dan como primera opción el cambio de bomba e inyectores, dando una garantía de funcionamiento de un año, con las respectivas restricciones del mismo, como calidad de diesel utilizado y mantenimientos periódicos. Como segundo plano tienen la tercerización para clientes que deseen reparar bomba e inyectores, en Cuenca se pudo conocer que envían las bombas de alta presión e inyectores al taller de diesel BOSCH TURBOCAR, los cuales son muy reservados con la información que manejan, de lo que se pudo indagar por una reparación de inyectores para un Santa Fe 2009 el valor es aproximadamente \$250,00 por cada uno, y por una bomba del mismo año es \$600,00 es decir tiene un valor aproximado del 50% del costo total del repuesto nuevo, es una buena opción para los clientes ya que en TURBOCAR supieron manifestar que dan el mismo tiempo de garantía que los inyectores nuevos, por la razón de que trabajan con equipos de alta tecnología y kits de reparación recomendados por la fábrica, a diferencia de lo que supieron manifestar en los concesionarios Hyundai que la garantía por una bomba e inyector reparado es de 6 meses ya que son elementos que han sido manipulados.

### **3.5 CUADRO DE GARANTÍAS POR CIUDAD**

Según el jefe nacional de post venta de AUTOHYUN Hyundai el ingeniero José Luis Sánchez <sup>26</sup>, cuando se presentan averías en los sistemas CRDI (Common Rail Direct Injection) de los vehículos diesel, la reparación del motor es íntegra ya los clientes llegan con los vehículos cuando el daño es total, dentro de la reparación que se realiza está compuesta por el cambio de:

- Pistones y Rines
- Cojinetes biela bancada
- Cambio de camisas
- Cambio de válvulas y guías de válvula
- Cambio de turbo
- Cambio de inyectores
- Cambio de bomba de alta presión

---

26. Anexo 10: AUTOHYUN: Reparaciones Hyundai Santa Fe CRDI

El kilometraje promedio que se presenta el problema es de los 50 a 70000km, existiendo varios casos donde se reitera el problema, debido a que los clientes no reemplazan los inyectores por su elevado precio. Los casos reportados a nivel nacional desde el 2011 son uno mensual (Tabla 3.10), de los cuales varios son reincidentes (Tabla 3.11) por recalentamiento producido por una excesiva inyección de combustible. La incidencia del problema se da en un 90% en las ciudades de Guayaquil y Machala<sup>26</sup>

<b>CASOS INDIVIDUALES DE REPARACION REGISTRADOS</b>				
<b>AÑO</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>TOTAL</b>
<b>CASOS</b>	12	12	8	32

<b>CIUDAD</b>	<b>KILOMETRAJE km</b>		<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
	50000 km	70000 km		
QUITO	0	1	1	3.13%
GUAYAQUIL	8	10	18	56.25%
AZOGUES	0	0	0	0.00%
CUENCA	1	2	3	9.38%
MACHALA	4	6	10	31.25%
<b>TOTAL</b>	13	19	32	100.00%

<b>CIUDAD</b>	<b>VEHICULOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
GUAYAQUIL	18	56.25%
MACHALA	10	31.25%
<b>TOTAL</b>	28	87.50%

Tabla 3. 10: Cuadro de averías por ciudad Agosto 2013

Fuente: AUTOHYUN Hyundai

CIUDAD	REPARACIONES	REINCIDENCIA	TOTAL	% DE REINCIDENCIA
QUITO	1	0	1	0.00%
GUAYAQUIL	18	10	28	47.62%
AZOGUES	0	0	0	0.00%
CUENCA	3	3	6	14.29%
MACHALA	10	8	18	38.10%
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>21</b>	<b>53</b>	<b>100.00%</b>

Tabla 3. 11: Cuadro de reincidencia Agosto 2013

Fuente: AUTOHYUN Hyundai

En la ciudad de Cuenca existen 39 vehículos Hyundai Santa Fe CRDI, se han producido tres reparaciones totales que corresponde al 7,69% (Tabla 3.12) de incidencia sobre estos vehículos, regresando al taller después de la reparación en un 100% ya que ningún vehículo cambio bomba e inyectores por su costo. En la ciudad de Machala existen 24 vehículos Hyundai Santa Fe CRDI, se reportaron 18 reparaciones, es decir una incidencia de danos del 75%, (Tabla 3.12) regresando al taller el 44,44% ya que aproximadamente el 50% de vehículos reparados cambio bomba e inyectores<sup>26</sup>.

CIUDAD	VEHICULOS SANTA FE CRDI	REPARADOS	% INCIDENCIA	REITERACION	% REITERACION
CUENCA	39	3	7.69%	3	100.00%
MACHALA	24	18	75.00%	8	44.44%
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>21</b>		<b>11</b>	

Tabla 3. 12: Cuadro comparativo Cuenca – Machala Agosto 2013

Fuente: AUTOHYUN Hyundai

---

26. Anexo 10: AUTOHYUN: Reparaciones Hyundai Santa Fe CRDI

### **3.6 CONDICIONES DE TRABAJO EN LA CIUDAD DE CUENCA Y MACHALA**

La ciudad de Cuenca cuenta con un clima privilegiado, tiene una temperatura variable de 10 a 21°C, con una humedad relativa de 62%<sup>27</sup> se encuentra a 2500m sobre el nivel del mar. La ciudad de Machala cuenta con un clima cálido, con una temperatura promedio de 22 a 34°C, con una humedad relativa de 82.4% y se encuentra a 6m sobre el nivel del mar<sup>28</sup>.

### **3.7 ANALISIS COMPARATIVO ENTRE CUENCA Y MACHALA**

En la ciudad de Cuenca existe menos masa oxígeno que en la ciudad de Machala dada por la altura a la que se encuentra, por lo que el motor debe succionar más cantidad de aire para producir el mismo trabajo, es decir el motor tiene que realizar un mayor esfuerzo. En la ciudad de Machala existe salitre, que es sal en el aire proveniente del mar que baña sus costas el cual contiene sodio, potasio, calcio, magnesio, cloro, sulfatos y carbonatos, lo que podría ser un factor determinante para provocar que ingresen estos elementos al interior del motor, y puedan ser los causantes principales de las averías frecuentes en los motores con sistemas CRDI, ya que pueden corroer los metales que son la principal fuente de funcionamiento del motor. Puede ser que los motores con sistemas CRDI en la ciudad de Cuenca tengan un mayor esfuerzo, pero gozan de un aire más limpio y uno de los factores más importantes es que se tiene un control anual sobre los vehículos, y un mayor control en la venta de combustibles ya que todos cumplen con la norma INEN 14:89, a diferencia de la ciudad de Machala que no posee el control vehicular, y se podría decir que no existe un control estricto sobre la calidad de combustibles que en esta ciudad se expenden, siendo propensos al contrabando. Las condiciones de análisis en las dos ciudades fueron exactamente las mismas, pero con una mayor incidencia (75%) en la ciudad de Machala, las causas que anteriormente se detalladas podrían ser factores fundamentales para que se produzcan este tipo de averías con una mayor frecuencia.

---

27. PESANTEZ MOYANO MARIA PAZ. Tesis: confort térmico en el área social de una vivienda familiar en Cuenca – Ecuador. Cuenca Ecuador 2012

28. CANTÓN MACHALA. DATOS GENERALES [En línea]. [18 de Agosto del 2013]<[http://www.machala.gob.ec/content/turismo/turismo\\_machala.php](http://www.machala.gob.ec/content/turismo/turismo_machala.php)>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La indagación bibliográfica presenta los componentes y el funcionamiento del sistema CRDI (Common Rail Direct Injection), principalmente de la marca Hyundai, con el fin de presentar una guía útil a los técnicos y estudiantes interesados en el tema.
- Se presenta las averías que se produce en cada uno de los elementos CRDI (Common Rail Direct Injection), para demostrar los daños que se producen especialmente por la falta de mantenimiento preventivo y determinar que todo el sistema esta encadenado, si algo está mal producirá daños a los elemento subsiguientes siendo el más afectado el inyector.
- Se comparó las averías que se producen por ciudad, se determinó si las condiciones climáticas y de trabajo son determinantes para que se produzcan las averías, los costos de mantenimiento preventivo y correctivo para estos sistemas, y se llega a recomendar la no comercialización de estos vehículos hasta que no se tenga un diesel que cumpla estándares internacionales, y hasta que la gente no desarrolle una cultura de mantenimiento preventivo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Referencias bibliográficas**

1. ANDRADE DURAZNO DANIEL. **TESIS: MONITOREO DE COMBUSTIBLES EN LA CIUDAD DE CUENCA.** UNIVERIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ. CUENCA – ECUADOR 2004
2. BOSCH ECUADOR. **CATÁLOGO DE FALLAS BOMBAS DE ALTA PRESION COMMON RAIL.** 2013
3. BOSCH ECUADOR. **CATÁLOGO DE FALLAS INYECTORES COMMON RAIL.** 2013
4. BOSCH, ROBERT. **DIESEL ACCUMULATOR FUEL-INJECTION SYSTEM COMMON RAIL.** EDITORIAL BENTLEY PUB 2001.
5. BOSCH, ROBERT. **MANUAL DE LA TÉCNICA DEL AUTOMÓVIL.** EDICIÓN CUARTA. EDITORIAL BOSCH STTUGART 2003.
6. BOSCH, ROBERT. **SISTEMA DE INYECCIÓN DIESEL POR ACUMULADOR COMMON RAIL TOMO V** EDITORIAL BOSCH STTUGART 2005.
7. BURGHOLZER, RUDOLF. **INYECCIÓN DIRECTA DEL SISTEMA COMMON RAIL.** MANUAL MAN ALEMANIA 2002.
8. DELPHI, **PRINCIPIES OF OPERATION** 2007
9. GUILLEN SOLANO - MOSCOSO RAMIREZ. **TESIS: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO FUNCIONAL DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CRDI.** CUENCA ECUADOR 2011
10. HYUNDAI. **MANUAL DE SERVICIO, HYUNDAI DIESEL ENGINE J3**

### **Referencias electrónicas**

1. AFICIONADOS A LA MECÁNICA. **ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES** [en línea]. [12 de MAYO del 2013]. <[http://www.aficionadosalamecanica.net/common\\_rail5.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/common_rail5.htm)>
2. ANONIMO. **LA BOMBA DE ENGRANES** [En línea]. [24 de Julio del 2013]. <[http://home.kpn.nl/RBrink1955/tw\\_pmp\\_esp.htm](http://home.kpn.nl/RBrink1955/tw_pmp_esp.htm)>

3. **AUTOEXACTO. MANTENIMIENTO DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE DIESEL** [En línea]. [21 de Julio del 2013]. <<http://www.naikontuning.com/nt/mantenimiento-del-filtro-de-combustible-diesel/>>
4. **BOMBAS MARZO PUMPS. BOMBAS A ENGRANES** [En línea]. [24 de Julio del 2013]. <<http://www.marzopumps.com.ar/?section=bombas-a-engranajes-para-trasvase-baja-presion>>
5. **BOSCH. EL FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO DIESEL DE BOSCH** [En línea]. [21 de Julio del 2013]. <[http://www.bosch-automotive.es/aa-es/es/static/produkte/filter/kraftstoff/dieselfilter/ds\\_funktion.htm](http://www.bosch-automotive.es/aa-es/es/static/produkte/filter/kraftstoff/dieselfilter/ds_funktion.htm)>
6. **BOSCH. SISTEMAS BOSCH DE INYECCIÓN DIESEL. LAS TOBERAS**[en línea]. [12 de MAYO del 2013]. <http://inyecciondieselnaval.blogspot.com/>
7. **C. PADILLA. COMMON RAIL INYECTORES** [en línea]. [12 de MAYO del 2013]. <<http://www.slideshare.net/celinpadilla/common-rail-inyectores>>
8. **CANDIDO. EN EL INTERIOR DEL MOTOR DIESEL.** [En línea]. [23 de Julio del 2013]. <<http://almadeherrero.blogspot.com/2012/02/en-el-interior-de-un-motor-diesel.html>>
9. **CANTÓN MACHALA. DATOS GENERALES** [En línea]. [18 de Agosto del 2013] <[http://www.machala.gob.ec/content/turismo/turismo\\_machala.php](http://www.machala.gob.ec/content/turismo/turismo_machala.php)>
10. **CINAE. CANTIDAD DE VEHÍCULOS DIESEL EN ECUADOR** [En línea]. [4 de Febrero del 2013] <[http://www.cinae.org.ec/index.php?option=com\\_cinaereports&view=pau001&Itemid=98&lang=es](http://www.cinae.org.ec/index.php?option=com_cinaereports&view=pau001&Itemid=98&lang=es)>
11. **DIARIO HOY. ECUADOR TIENE EL PEOR DIESEL EN AMÉRICA LATINA.** [En línea]. [4 de Agosto del 2013]. <<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/ecuador-tiene-el-peor-diesel-en-america-latina-273543.html>>
12. **GUTIERREZ MAYRA. BOMBAS DE PALETA.** [En línea]. [24 de Julio del 2013]. <<http://mayragutierrez.blogspot.com/2010/04/bombas-de-paleta.html>>
13. **HIDRÁULICA MANSE. AVERÍAS CLASICAS.** [En línea]. [23 de Julio del 2013]. <<http://www.hidraulicamanse.com/averias-clasicas>>

14. HIDRAULICA PRÁCTICA. **COMO FUNCIONA UNA BOMBA DE TRANSFERENCIA.** [En línea]. [24 de Julio del 2013]. <<http://hidraulicapractica.com/videos/videos/bombapaletas.htm>>
15. J JIMENEZ. **BOMBA DE TRANSFERENCIA COMMON RAIL** [en línea]. [12 de MAYO del 2013]. <<http://autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/94-bomba-de-transferencia-common-rail>>
16. LOPEZ & LOPEZ. **LA IMPORTANCIA DE UN BUEN COMBUSTIBLE** [En línea]. [22 de Agosto del 2013]. <[http://www.lopezylopez.com.ar/blog\\_004.php](http://www.lopezylopez.com.ar/blog_004.php)>
17. LYS FILTROS. ABC DE LA FILTRACIÓN. [En línea]. [21 de Julio del 2013]. <<http://www.filtroslys.com.pe/content/pagina.php?pID=493>>
18. MAHLE. FILTROS DE COMBUSTIBLE [en línea]. [12 de MAYO del 2013]. [http://www.mahle-aftermarket.com/MAHLE\\_Aftermarket\\_EU/es/Products-and-Services/Filters/Fuel-filters](http://www.mahle-aftermarket.com/MAHLE_Aftermarket_EU/es/Products-and-Services/Filters/Fuel-filters)
19. MIRANDA HERMANOS. **PRODUCTOS** [En línea]. [28 de Julio del 2013]. <<http://www.mirandahermanos.cl/aimage%20zooming%20galleries/c25293.php>>
20. MORALES CABRERO JENNIFER, CRUZ CLARO ALBERTO, PASCUAL CAAMAÑO BEATRIZ, ÁLVAREZ SÁEZ JESÚS LORENZO, DE MIGUEL RUBIO NICOLÁS, MURO GAMERO BERNABÉ. CRECIMIENTO MICROBIANO EN TANQUES DE COMBUSTIBLE. PROBLEMA. [En línea]. [21 de Julio del 2013]. <<http://quimica-biologia-1213.wikispaces.com/Crecimiento+microbiano+en+tanques+de+combustible.+Problem%C3%A1tica>>
21. TOLUCA WEB. EL MOTOR DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN DIESEL [en línea]. [12 de MAYO del 2013]. <<http://www.tolucaweb.com.mx/resumen/el-motor-de-encendido-diesel.htm>>
22. VILA, CAMACHO, DE LA CRUZ SIERRA, AYALA. **RECUPERACIÓN DE LA TUBERÍA DE ALTA PRESIÓN** [En línea]. [27 de Julio del 2013]. <[http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/35338/4/volumen%2020.pdf](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/35338/4/volumen%2020.pdf)>

## LISTA DE ACRÓNIMOS

<b>CINAE:</b>	Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana
<b>CORPAIRE:</b>	Corporación para el mejoramiento del aire de Quito
<b>CRDI:</b>	Common Rail Direct Injection ( <b>Riel común con Inyección directa</b> )
<b>DP1:</b>	DieselPump 1 ( <b>Bomba diesel 1</b> )
<b>DP3:</b>	DieselPump 3 ( <b>Bomba diesel 3</b> )
<b>ECU:</b>	Engine Control Unit ( <b>Unidad de control de motor</b> )
<b>HVP:</b>	High PressureValve ( <b>Válvula de alta presión</b> )
<b>IMV:</b>	InletMeteringValve ( <b>Válvula de dosificación de entrada</b> )
<b>INEN:</b>	Instituto Ecuatoriano de Normalización
<b>LEV:</b>	Low emisión vehicle (Vehículo de bajas emisiones)
<b>OLADE:</b>	Organización Latinoamericana de Energía

## ANEXO 1

### NORMA INEN 1489:2012 SEPTIMA REVISION



Quito - Ecuador

# ENMIENDA

(2013-06-14)

---

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1489:2012  
Séptima revisión

---

PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO. DIÉSEL.  
REQUISITOS

Primera edición

PETROLEUM PRODUCTS. DIESEL REQUIREMENTS

First edition

En la página 2, tabla 3

Dice:

---

DESCRIPTORES: Productos del petróleo y tecnologías afines, combustibles, diésel, requisitos.  
PE: 02.02.404  
CDU: 662.75:662.94  
CIIU: 3530  
ICS: 75.160.20

## NTE INEN 1489:2012/ENMIENDA

TABLA 3. Requisitos del diésel Premium

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Punto de inflamación	°C	51	-	NTE INEN 1493 Procedimiento A
$\Phi$ Contenido de agua y sedimento	%	-	0,05	NTE INEN 1494
$W$ Contenido de residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	%	-	0,15	NTE INEN 1491
$W$ contenido de cenizas	%	-	0,01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 40°C	mm <sup>2</sup> /s	2,0	5,0	NTE INEN 810
$W$ contenido de azufre	%	-	0,05	ASTM 4294 NTE INEN 1490
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	No.3	NTE INEN 927
Índice de cetano calculado	-	45	-	NTE INEN 1495
Contenido de biodiésel, $\Phi_{\text{biodiésel}}$	%	--- Nota	5	EN 14078
NOTA. De no contener biodiésel, no es necesario la realización de este ensayo.				

Debe decir:

TABLA 3. Requisitos del diesel Premium

REQUISITOS	Unidad	mínimo	máximo	Método de ensayo
Punto de Inflamación	°C	51,0	-	NTE INEN 1493 Procedimiento A
$\Phi$ Contenido de agua y sedimento	%	-	0,05	NTE INEN 1494
$W$ Contenido de residuo carbonoso sobre el 10% de residuo de destilación	%	-	0,15	NTE INEN 1494
$W$ Contenido de cenizas	%	-	0,01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 40°C	mm <sup>2</sup> /s	2,0	5,0	NTE INEN 810
Contenido de azufre	ppm	-	500	ASTM 4294 NTE INEN 1490
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	No.3	NTE INEN 927
Índice de cetano	-	45,0	-	NTE INEN 1495
Contenido de biodiésel, $\Phi_{\text{biodiésel}}$ *	%	5	10	EN 14078
* Se debe considerar este parámetro siempre y cuando el diesel esté adicionado con biodiésel				



Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 1489:2012**  
**Séptima revisión**

---

**PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO. DIÉSEL.**  
**REQUISITOS**

**Primera edición**

PETROLEUM PRODUCTS. DIESEL REQUIREMENTS

First edition

---

**DESCRIPTORES:** Productos del petróleo y tecnologías afines, combustibles, diésel, requisitos.

PE 02.02.404

CDU: 662.75:662.94

CIU: 3530

ICS: 75.160.20

CDU: 662.75 :662.04  
ICS: 75.180.20



CIU: 3530  
PE 02.02-404

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO DIÉSEL REQUISITOS	NTE INEN 1489:2012 Séptima revisión 2012-10																																																		
<p><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el diésel que se comercializa en el país.</p> <p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los diésel que se comercializan en el país, sean de producción nacional o importada.</p> <p><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2341.</p> <p><b>4. CLASIFICACIÓN</b></p> <p>4.1 El combustible diésel que se comercializa en el país se clasifica en:</p> <p>4.1.1 <b>Diésel No. 1.</b> Combustible utilizado en aparatos de combustión externa industriales o domésticos.</p> <p>4.1.2 <b>Diésel No. 2.</b> Combustible que se utiliza en los siguientes sectores: Industrial, pesquero, eléctrico, naviero, etc, excepto para uso automotriz.</p> <p>4.1.3 <b>Diésel Premium.</b> Es el combustible utilizado en motores de autoignición para la propulsión de vehículos del sector automotriz a nivel nacional.</p> <p><b>5. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>5.1 El producto observado a simple vista debe ser límpido, exento de agua y de materiales en suspensión.</p> <p><b>6. REQUISITOS</b></p> <p>6.1 <b>Requisitos específicos</b></p> <p>6.1.1 En la tabla 1, se indican los requisitos que debe cumplir el diésel No. 1.</p> <p style="text-align: center;"><b>TABLA 1. Requisitos del diésel No. 1</b></p> <table border="1" data-bbox="320 1619 1370 1895"> <thead> <tr> <th>Requisitos</th> <th>Unidad</th> <th>Mínimo</th> <th>Máximo</th> <th>Método de ensayo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Punto de inflamación</td> <td>°C</td> <td>40</td> <td>-</td> <td>NTE INEN 1403 Procedimiento A</td> </tr> <tr> <td>El contenido de agua y sedimento</td> <td>%</td> <td>-</td> <td>0,05</td> <td>NTE INEN 1404</td> </tr> <tr> <td>W Contenido de metales pesados más el 10% del resto de la destilación</td> <td>%</td> <td>-</td> <td>0,15</td> <td>NTE INEN 1401</td> </tr> <tr> <td>W Contenido de cenizas</td> <td>%</td> <td>-</td> <td>0,01</td> <td>NTE INEN 1402</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de destilación del 90%</td> <td>°C</td> <td>-</td> <td>288</td> <td>NTE INEN 928</td> </tr> <tr> <td>Viscosidad cinemática a 37,8°C</td> <td>cSt</td> <td>1,3</td> <td>3,0</td> <td>NTE INEN 810</td> </tr> <tr> <td>W Contenido de azufre</td> <td>%</td> <td>-</td> <td>0,3</td> <td>ASTM 4204</td> </tr> <tr> <td>Corrosión a la lámina de cobre</td> <td>Clasificación</td> <td>-</td> <td>No. 2</td> <td>NTE INEN 927</td> </tr> <tr> <td>Índice de cetano calculado</td> <td>-</td> <td>40</td> <td>-</td> <td>NTE INEN 1405</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Productos del petróleo y tecnologías afines, combustibles, diésel, requisitos.</p>			Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo	Punto de inflamación	°C	40	-	NTE INEN 1403 Procedimiento A	El contenido de agua y sedimento	%	-	0,05	NTE INEN 1404	W Contenido de metales pesados más el 10% del resto de la destilación	%	-	0,15	NTE INEN 1401	W Contenido de cenizas	%	-	0,01	NTE INEN 1402	Temperatura de destilación del 90%	°C	-	288	NTE INEN 928	Viscosidad cinemática a 37,8°C	cSt	1,3	3,0	NTE INEN 810	W Contenido de azufre	%	-	0,3	ASTM 4204	Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	No. 2	NTE INEN 927	Índice de cetano calculado	-	40	-	NTE INEN 1405
Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo																																																
Punto de inflamación	°C	40	-	NTE INEN 1403 Procedimiento A																																																
El contenido de agua y sedimento	%	-	0,05	NTE INEN 1404																																																
W Contenido de metales pesados más el 10% del resto de la destilación	%	-	0,15	NTE INEN 1401																																																
W Contenido de cenizas	%	-	0,01	NTE INEN 1402																																																
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	288	NTE INEN 928																																																
Viscosidad cinemática a 37,8°C	cSt	1,3	3,0	NTE INEN 810																																																
W Contenido de azufre	%	-	0,3	ASTM 4204																																																
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	No. 2	NTE INEN 927																																																
Índice de cetano calculado	-	40	-	NTE INEN 1405																																																

6.1.2 En la tabla 2, se indican los requisitos que debe cumplir el diésel No. 2.

TABLA 2. Requisitos del diésel No. 2.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Punto de inflamación	°C	51	-	NTE INEN 1493 Procedimiento A.
Φ Contenido de agua y sedimento	%	-	0,05	NTE INEN 1494
W Contenido de residuos carbonosos sobre el 10% del residuo de la destilación	%	-	0,15	NTE INEN 1491
W Contenido de cenizas	%	-	0,01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 40°C	mm <sup>2</sup> /s	2,0	5,0	NTE INEN 810
W Contenido de azufre	%	-	0,7	ASTM D4294 NTE INEN 1490
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	No.3	NTE INEN 927
Índice de cetano calculado	-	45	-	NTE INEN 1495
Contenido de biodiésel, $\Phi_{biodiésel}$	%	— Nota	5	EN 14078
NOTA: De no contener biodiésel, no es necesario la realización de este ensayo.				

6.1.3 En la tabla 3, se indican los requisitos que debe cumplir el diésel Premium

TABLA 3. Requisitos del diésel Premium

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Punto de inflamación	°C	51	-	NTE INEN 1493 Procedimiento A.
Φ Contenido de agua y sedimento	%	-	0,05	NTE INEN 1494
W Contenido de residuos carbonosos sobre el 10% del residuo de la destilación	%	-	0,15	NTE INEN 1491
W Contenido de cenizas	%	-	0,01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 40°C	mm <sup>2</sup> /s	2,0	5,0	NTE INEN 810
W Contenido de azufre	%	-	0,05	ASTM 4294 NTE INEN 1490
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	No.3	NTE INEN 927
Índice de cetano calculado	-	45	-	NTE INEN 1495
Contenido de biodiésel, $\Phi_{biodiésel}$	%	— Nota	5	EN 14078
NOTA: De no contener biodiésel, no es necesario la realización de este ensayo.				

## 6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 El transporte, almacenamiento y manejo de los derivados de hidrocarburos deben realizarse de conformidad con lo establecido en la NTE INEN 2266, el reglamento de seguridad y operación para el transporte de combustibles en el Ecuador, el Reglamento para autorización de actividades de comercialización de combustibles líquidos derivados de petróleo y el Reglamento para ejecutar las actividades de almacenamiento, transporte, comercialización y venta al público de los derivados del petróleo.

6.2.2 La comercialización debe realizarse en m<sup>3</sup>, sus múltiplos y submúltiplos (litros), de acuerdo a lo dispuesto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

6.2.3 Tanto el productor como el comercializador deben cumplir con lo establecido en el Reglamento Sustitutivo al Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE, Decreto Ejecutivo 1215), lo establecido en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), la Ley de Hidrocarburos y la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

## 7. INSPECCIÓN

7.1 Muestreo. El muestreo, inspección y recepción deben realizarse de acuerdo a las NTE INEN 930 y 2336.

### 7.2 Aceptación o rechazo

7.2.1 En la muestra extraída debe efectuarse los ensayos indicados en el numeral 6 de esta norma.

7.2.2 Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en el numeral 6.1 de esta norma, debe rechazarse el lote correspondiente.

(Continúa)

## APÉNDICE Z

## Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 810	Productos de petróleo. Determinación de la viscosidad cinemática y dinámica en líquidos transparentes y opacos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 926	Productos de petróleo. Ensayos de destilación.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 927	Productos de petróleo. Determinación de la corrosión sobre la lámina de cobre.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 930	Petróleo crudo y sus derivados. Muestreo.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1490	Productos derivados del petróleo. Determinación del contenido de azufre. Método de la bomba
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1491	Productos de petróleo. Determinación del residuo de carbón Conradson.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1492	Productos de petróleo. Determinación de cenizas.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1493	Productos de petróleo. Determinación del punto de inflamación en vaso cerrado (Pensky-Martens)
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1494	Productos de petróleo. Determinación de agua y sedimento por centrifugación.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1495	Productos de petróleo. Determinación del índice de cetano calculado.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266	Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2336	Productos derivados del petróleo. Procedimiento para la inspección de calidad de los derivados del petróleo.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2341	Derivados del petróleo. Productos relacionados con el petróleo y afines. Definiciones.
Norma Americana ASTM 4294	Method for Sulfur in Petroleum and petroleum Products by Energy-Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometry.
Norma Europea UNE EN 14078	Productos petrolíferos líquidos. Determinación del contenido en ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) de destilados medios. Método por espectroscopía infrarroja.
Ley 2007-76	Sistema Ecuatoriano de la Calidad. Registro Oficial No. 26 del 22 febrero de 2007.
Acuerdo Ministerial No. 184	Reglamento de Seguridad y Operación para el transporte de combustibles en el Ecuador. Registro Oficial No. 135 del 24 de febrero de 1999.
Decreto Ejecutivo 2024	Reglamento para autorización de actividades de comercialización de combustibles líquidos derivados de petróleo. Registro Oficial Suplemento No. 445 del 1 de noviembre de 2001.
Decreto Ejecutivo 407	Comercialización y distribución de combustibles líquidos derivados de hidrocarburos y gas licuado de petróleo. Registro Oficial No. 90 del 26 de agosto del 2005.
Acuerdo Ministerial 389	Reglamento Sustitutivo al Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RACHE, Decreto Ejecutivo 1215) y sus modificatorias posteriores. Registro Oficial No. 671 del 26 de septiembre de 2002.
Decreto Ejecutivo 3516	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ministerio del Ambiente. Registro Oficial E 2 del 30 de marzo de 2003.

Decreto Supremo 2967

*Ley de Hidrocarburos y su reformativa. Registro Oficial No.711 de 15 de Noviembre de 1978.*

*Registro Oficial No.170 de 14 de septiembre de 2007.*

*Registro Oficial No. 244 de 27 de julio de 2010.*  
SUPLEMENTO

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1489 (Sexta revisión). *Productos derivados del petróleo. Diésel. Requisitos.* Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, 2012.

Proyecto de mejoramiento de combustibles Iniciado por EP PETROECUADOR 2011.

Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 028. COMBUSTIBLES, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, 2011.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 1489	<b>TÍTULO: PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO. DIÉSEL. REQUISITOS</b>	<b>Código:</b> PE 02.02-404
------------------------------------	---	--------------------------------

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISION:</b> La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No. 12019 de 2012-01-25 publicado en el Registro Oficial No. 684 de 2012-04-17  Fecha de iniciación del estudio: 2012-08-15
--	--

Fechas de consulta pública: No se realizó

**Comité Interno del INEN:**  
 Fecha de iniciación: 2012-08-24  
 Integrantes del Comité Interno:

Fecha de aprobación: 2012-08-24

**NOMBRES:**

Gustavo Jiménez (Presidente)  
  
 Ismael Pozo  
 Karen Tamayo  
 Orlando Campaña  
  
 Evelyn Andrade  
 Wilson Novoa  
 Sandra Armijos (Secretaria Técnica)

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN  
 ÁREA TÉCNICA DE CERTIFICACIÓN  
 ÁREA TÉCNICA DE VERIFICACIÓN  
 ÁREA TÉCNICA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS  
 ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN  
 ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN  
 ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN

Otros trámites: Esta NTE INEN 1489:2012 (Séptima revisión), reemplaza a la NTE INEN 1489:2012 (Sexta revisión)

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

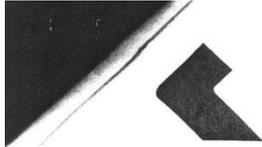
Oficializada como: Obligatoria  
 Registro Oficial No. 819 de 2012-10-29

Por Resolución No. 12231 de 2012-10-10

---

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gov.ec](mailto:direccion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inenlaboratorios@inen.gov.ec](mailto:inenlaboratorios@inen.gov.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gov.ec](mailto:inencuenca@inen.gov.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)  
URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)

ANEXO 2  
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CERTIFICADOS DE  
CALIDAD: DIESEL N°2



**PETROINDUSTRIAL**  
FILIAL DE PETROECUADOR

EL ECUADOR HA SIDO,  
ES Y SERA PAIS AMAZONICO

ANALISIS ESTADISTICO DE CERTIFICADOS DE CALIDAD.-

REFINERIA: ESMERALDAS		DIESEL No. 2													PARAMETROS FUERA DE ESPECIFICACION	
PRODUCTO: ENERO-MARZO 2002															COLOR ASTNI	
CERTIFICADO No.	FECHA DE EMISION	PUNTO DE INFLAMA. °C	AGUA Y SEDIMENTO %VOL.	RESIDUO CARBON. %PESO	CENIZAS %PESO	DESTILACION °C		VIC.CINEM A 37,8°C cSt	AZUFRE % PESO	CORROSION LAMINA DE COBRE	INDICE DE CETANO CALCULADO	GRAV.ESP. 15,615,6°C g/ml	GRAV. 15,615,6°C °API	COLOR		
						50%	90%									
011-2002	04/01/02	65,0	0,000	0,000	0,000	285	355	3,40	0,580	1A	51,2	0,8483	35,30			
021-2002	07/01/02	102,0	0,000	0,000	0,000	283	358	4,50	0,680	1A	51,2	0,8473	35,50			
035-2002	10/01/02	63,0	0,000	0,000	0,000	278	350	3,40	0,700	1A	50,6	0,8463	35,70			
042-2002	14/01/02	84,0	0,000	0,000	0,000	295	360	4,20	0,680	1A	50,3	0,8560	33,80			
067-2002	18/01/02	64,0	0,000	0,000	0,000	268	342	3,20	0,620	1A	49,7	0,8433	36,30			
084-2002	23/01/02	88,0	0,000	0,000	0,000	273	353	3,10	0,640	1A	50,6	0,8463	35,70			
096-2002	25/01/02	65,0	0,000	0,000	0,000	275	358	3,80	0,660	1A	50,6	0,8448	36,00			
0111-2002	28/01/02	65,0	0,000	0,000	0,000	268	347	3,10	0,620	1A	50,5	0,8408	36,80			
0123-2002	04/02/02	84,0	0,000	0,000	0,000	287	352	4,40	0,480	1A	49,7	0,8540	34,20			
0145-2002	06/02/02	72,0	0,000	0,000	0,000	280	351	3,50	0,560	1A	50,5	0,8478	35,40			
0159-2002	13/02/02	80,0	0,000	0,000	0,000	282	349	3,70	0,700	1A	49,2	0,8529	34,40			
0173-2002	15/02/02	96,0	0,000	0,000	0,000	300	360	4,00	0,230	1A	52,1	0,8524	34,50			
0174-2002	15/02/02	80,0	0,000	0,000	0,000	294	358	3,20	0,680	1A	51,4	0,8519	34,60			
0194-2002	19/02/02	68,0	0,000	0,000	0,000	284	354	3,20	0,600	1A	51,2	0,8478	35,40			
0212-2002	25/02/02	80,0	0,000	0,000	0,000	282	347	3,70	0,480	1A	50,9	0,8478	35,40			
0227-2002	28/02/02	78,0	0,000	0,000	0,000	290	359	3,70	0,460	1A	50,7	0,8524	34,50			
PROMEDIO		77,1	0,000	0,000	0,000	283	353	3,63	0,586	1A	50,7	0,8488	35,2			
MAXIMO		102,0	0,000	0,000	0,000	300	360	4,50	0,700	1A	52,1	0,8560	36,8			
MINIMO		63,0	0,000	0,000	0,000	268	342	3,10	0,230		49,2	0,8408	33,8			
DEVIACION ESTANDAR		11,55	0,000	0,000	0,000	9	5	0,44	0,120		0,7	0,0040	0,79			
NTE INEN 1 489-99, CUARTA REVISION, ACUERDO MINISTERIAL No. 990210 DEL 99-06-09, REGISTRO OFICIAL No. 215 DE 99-06-18																
VALOR MAXIMO		51,00	0,050	0,150	0,010	360	6,00	0,700	No.3		45,0					
VALOR MINIMO							2,50									

TOTAL MUESTRAS ANALIZADAS: 16  
TOTAL MUESTRAS FUERA DE ESPECIFICACION: 0

FUENTE: CERTIFICADOS DE CALIDAD REMITIDOS POR LA DIRECCION REGIONAL DE HIDROCARBUROS ESMERALDAS  
ELABORADO: DIRECCION NACIONAL DE HIDROCARBUROS REFINACION

ANEXO 3  
ORDENANZA METROPOLITANA DE QUITO N°206  
1999



# REGISTRO OFICIAL

## ORGANO DEL GOBIERNO DEL ECUADOR

Administración del Sr. Dr. Jamil Mahuad Witt  
Presidente Constitucional de la República

### TRIBUNAL CONSTITUCIONAL

Año I — Quito, Lunes 7 de Junio de 1999 — N° 206

EDMUNDO ARIZALA ANDRADE  
DIRECTOR ENCARGADO

Teléfonos: Dirección: 282 - 564 — Suscripción anual: s/. 750.000  
Distribución (Almacén): 583 - 227 — Impreso en la Editora Nacional  
4.000 ejemplares — 32 páginas — Valor s/. 3.000

### SUMARIO:

	Págs.		Pág.
<b>FUNCION EJECUTIVA</b>			
<b>DECRETOS:</b>			
928	Expídese el Reglamento a la Ley de Ejercicio de los Doctores y Profesionales de Nivel Superior Químicos-Farmacéuticos y Bioquímicos-Farmacéuticos del Ecuador	DI-225-DCPM Provenco C. Ltda. ....	2
		DI-226-DCPM Glaxo Wellcome S.A. - Ecuador .....	2
		<b>RESOLUCIONES:</b>	
		<b>CONSEJO NACIONAL DE CONTROL DE SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES Y PSICOTROPICAS (CONSEP):</b>	
929	Declárase Zona Minera Especial al área ubicada entre las confluencias de los ríos Jadán y Cuenca, los mismos que conforman el río Panto	028-CD Autorízase para que la Secretaría Ejecutiva cobre dos salarios mínimos vitales por el peritaje médico legal de los exámenes psicossomáticos, que efectúen los médicos legistas de la Dirección Nacional de Tratamiento y Rehabilitación	2
		<b>JUNTA BANCARIA:</b>	
		JB-99-134 Expídese el Reglamento para la intervención de entidades controladas por la Superintendencia de Bancos	2
		<b>ORDENANZAS METROPOLITANAS:</b>	
		017 Cantón Quito: Sustitutiva de las normas constantes en el Epígrafe 5 de la Sección VII "De la Comisión de Áreas Históricas", del Capítulo I, del Título I, del Libro Primero del Código Municipal	2
		018 Cantón Quito: Que sustituye el Art. II 378 de la regulación de azufre en el diesel del Capítulo IV, del Título V, del Libro II del Código Municipal vigente	3
		<b>ORDENANZA MUNICIPAL:</b>	
		Cantón Montúfar: Que reglamenta la prestación del servicio del Camal Municipal y la determinación y recaudación de la tasa de rastro	3
DI-193-DCPM	Novartis Ecuador S.A. ....		11
DI-220-DCPM	Ecuquímica Ecuatoriana de Productos Químicos C.A. ....		13
DI-221-DCPM	Grünenthal Ecuatoriana C. Ltda. ....		15
DI-222-DCPM	Medicamenta Ecuatoriana S.A. ....		19
DI-223-DCPM	Productos Adams C.A. ....		23
DI-224-DCPM	Industrias Reunidas Cia. Ltda. ....		23

f) Sr. Alfonso Lasso Bermeo, Primer Vicepresidente del Concejo Metropolitano de Quito.

f) Ldo. Gustavo Saltos Saltos, Secretario General del Concejo Metropolitano.

#### CERTIFICADO DE DISCUSION

El infrascrito Secretario General del Concejo Metropolitano de Quito, certifica que la presente Ordenanza fue discutida y aprobada en sesiones de 22 de abril y 20 de mayo de 1999.

f) Ldo. Gustavo Saltos Saltos, Secretario General del Concejo Metropolitano de Quito.

Alcaldía del Distrito.- Quito, 26 de mayo de 1999.

EJECUTENSE.

f) Sr. Roque Sevilla Larrea, Alcalde del Distrito Metropolitano de Quito.

f) Ldo. Gustavo Saltos Saltos, Secretario General del Concejo.

#### Considerando:

Que, es deber del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito precautelar la salud y el bienestar de la población quiteña afectada por la contaminación del aire; así como velar por el manejo adecuado de los recursos naturales y la preservación del patrimonio histórico y arquitectónico, evitando su deterioro y destrucción;

Que, en el artículo IL374, del capítulo IV de control de la contaminación vehicular, contenido en el Código Municipal vigente, se dispone el cumplimiento en el Distrito Metropolitano de Quito, de la norma de contaminación para vehículos a diesel, estableciéndose el 60% de opacidad, como valor máximo permitido;

Que, es necesario regular en el Distrito Metropolitano de Quito, la calidad del diesel, que se comercializa y se consume dentro de la jurisdicción que será de bajo contenido de azufre y alta volatilidad para uso automotor, y,

En ejercicio de la facultad privativa que para la prevención y control de la contaminación ambiental le confiere el numeral 3 del artículo 2 y el numeral 2 del artículo 8 de la Ley de Régimen para el Distrito Metropolitano de Quito,

#### Expende:

N° 018

#### EL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO

Viso el informe de la Comisión Conjunta de Medio Ambiente y de Legislación N° IC-99-192 de 18 de mayo de 1999, y,

En uso de sus atribuciones legales,

LA ORDENANZA METROPOLITANA QUE SUSTITUYE EL ART. II 378 DE LA REGULACION DE AZUFRE EN EL DIESEL DEL CAPITULO IV, DEL TITULO IV DEL LIBRO II DEL CODIGO MUNICIPAL VIGENTE.

Artículo 1.- El artículo IL378 de la regulación de azufre en el diesel, sustituyase por el siguiente texto: El combustible diesel que se comercialice en el Distrito Metropolitano de Quito, para uso automotor, deberá sujetarse de forma estricta a los requerimientos de calidad detallados en la tabla siguiente

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	METODO DE ENSAYO
Punto de inflamación	oC	51	-	NTE INEN 1047
Agua y sedimento	% volumen	-	0.05	NTE INEN 1494
Residuo carbonoso sobre el 10% de residuo de la destilación	% peso	-	0.15	NTE INEN 1491
Cenizas	% peso	-	0.01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	oC	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 37.8 oC	oSt	2.5	6.0	NTE INEN 810
Azufre	% peso	-	0.05	NTE INEN 1490
Corrosión a la lámina de cobre	-	-	N° 3	NTE INEN 927
Índice de cetano calculado	-	45	-	NTE INEN 1495

Se prohíbe por tanto, en el Distrito Metropolitano de Quito, el expendio de diesel para uso automotor, que no cumpla con las características contenidas en la tabla anterior.

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito controlará que los locales de expendio de combustibles se sujeten a esta disposición, mediante programas de muestreo periódicos de combustibles.

El incumplimiento de esta disposición acarreará la aplicación de las sanciones previstas en el artículo IL 382

Artículo 2.- De la ejecución de esta Ordenanza se encargará la Dirección de Medio Ambiente y la Comisaría de Medio Ambiente.

**DISPOSICION TRANSITORIA UNICA.-** El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, comenzará a ejercer control de la calidad de diesel, bajo los parámetros indicados en la tabla anterior, 30 días después de la vigencia de esta Ordenanza.

Dada en la Sala de Sesiones del Concejo Metropolitano de Quito, el 28 de mayo de 1999.

f.) Sr. Alfonso Lasso Bermeo, Primer Vicepresidente del Concejo Metropolitano de Quito.

f.) Lcdo. Gustavo Saltos Saltos, Secretario General del Concejo Metropolitano.

#### CERTIFICADO DE DISCUSION

El infrascrito Secretario General del Concejo Metropolitano de Quito, certifica que la presente Ordenanza fue discutida y aprobada en sesiones de 20 y 28 de mayo de 1999.

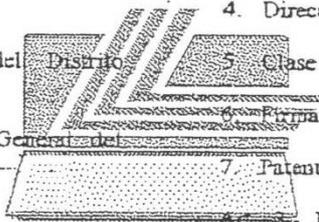
f.) Lcdo. Gustavo Saltos Saltos, Secretario General del Concejo Metropolitano de Quito.

Alcaldía del Distrito - Quito, 31 de mayo de 1999.

Ejecútese

f.) Ec. Roque Sevilla Larrea, Alcalde del Distrito Metropolitano de Quito.

f.) Lcdo. Gustavo Saltos Saltos, Secretario General del Concejo.



#### EL CONCEJO MUNICIPAL DEL CANTON MONTUFAR

##### Considerando:

Que, en ejercicio de las atribuciones que le confieren los Arts. 403 a 406 de la Ley de Régimen Municipal; y,

Que, la presente Ordenanza fue aprobada mediante Resolución No. 018 del 9 de diciembre de 1998 por la Subsecretaría General Jurídica del Ministerio de Finanzas y Crédito Público,

##### Expide:

La siguiente: **Ordenanza que reglamenta la prestación del servicio de Camal Municipal y la determinación y recaudación de la Tasa de Rastro.**

Art. 1.- **RESPONSABLES DEL SERVICIO.-** La administración del camal estará a cargo de un Director, designado por el Alcalde y contará con la asesoría y asistencia de un médico veterinario y la ayuda del Comisario Municipal.

El Director realizará una permanente vigilancia del servicio recomendará al Alcalde, las medidas que estime adecuadas necesarias para el normal funcionamiento del camal, matanza y faenamiento del ganado en las mejores condiciones higiénicas y de acuerdo con los procedimientos técnicos modernos para el manejo despacho de la carne.

El Comisario Municipal velará por el cumplimiento de las disposiciones de la presente Ordenanza, las del Alcalde Director del Camal.

Art. 2.- **DE LOS USUARIOS DEL SERVICIO.-** Son usuarios del servicio, las personas naturales o jurídicas y las sociedades de hecho autorizadas para introducir al camal, por su cuenta, ganado para la matanza y expendio de su carne de forma permanente. Para el efecto, los usuarios se inscribirán en el Registro de Usuarios del Servicio de Camal que la Sección de Archivos y Catastros mantendrá, constantemente actualizado. El mencionado registro, contendrá la siguiente información básica:

1. Nombres y apellidos completos del usuario;
2. Número de la cédula de identidad o ciudadanía;
3. Número de inscripción;
4. Dirección domiciliaria;
5. Clase de ganado a cuyo expendio se dedica;
6. Firma de responsabilidad del usuario; y,
7. Patente.

Art. 3.- **DE LOS DERECHOS DE INSCRIPCION.-** Las personas interesadas en acceder al servicio, presentarán una solicitud al Alcalde acompañada de los datos necesarios para la inscripción en el Registro o Catastro señalado en el artículo precedente.

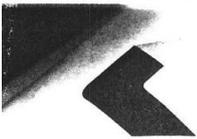
Aprobada la solicitud, se procederá a la inscripción del peticionario en el Registro, previo al pago de las siguientes tarifas por concepto de derechos de inscripción:

- a) Los usuarios del servicio para matanza de ganado mayor: 20% del salario mínimo vital;
- b) Los usuarios del servicio para matanza de ganado menor: 20% del salario mínimo vital; y,
- c) Los usuarios del servicio para matanza de ganado mayor y menor: 30% del salario mínimo vital.

#### DEL CONTROL SANITARIO DEL GANADO DESTINADO A LA MATANZA Y FAENAMIENTO

Art. 4.- Antes de la introducción al camal, el ganado destinado a la matanza será examinado por el médico veterinario asignado al servicio del Camal Municipal o, a falta de éste por el médico veterinario de la delegación cantonal del Ministerio de Agricultura y Ganadería y, a falta de los dos profesionales, por el Comisario Municipal. El examen o inspección se practicará al ganado en pie y en movimiento para determinar su estado de salud.

ANEXO 4  
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CERTIFICADOS DE  
CALIDAD: DIESEL N°3



**PETROINDUSTRIAL**  
FILIAL DE PETROECUADOR

EL ECUADOR HA SIDO,  
ES Y SERA PAIS AMAZONICO

**ANALISIS ESTADISTICO DE CERTIFICADOS DE CALIDAD.-**

REFINERIA: ESMERALDAS		PRODUCTO: DIESEL PREMIUM													
AÑO: ENERO-MARZO 2002															
CERTIFICADO No.	FECHA DE EMISION	PUNTO DE INFLAM. °C	AGUA Y SEDIMENTO %VOL.	RESIDUO CARBON. %PESO	CENIZAS %PESO	DESTILACION °C		VISC. CINEM A 37.8°C cSt	AZUFRE % PESO	CORROSION LAMINA DE COBRE	INDICE DE CETANO CALCULADO	GRAV. ESPC. 15.6/15.6°C g/ml	GRAV. 15.6/15.6°C °API	COLOR ASTMI	PARAMETROS FUERA DE ESPECIFICACION
						50%	90%								
037-2002	11/01/02	97,00	0,00	0,00	0,00	293	346	4,60	0,040	1A	51,3	0,8519	34,60		
0114-2002	30/01/02	98,00	0,00	0,00	0,00	296	353	4,22	0,030	1A	52,0	0,8509	34,80		
0158-2002	13/02/02	92,00	0,00	0,00	0,00	294	348	4,50	0,030	1A	52,1	0,8498	35,00		
0190-2002	18/02/02	100,00	0,00	0,00	0,00	296	360	4,50	0,040	1A	53,0	0,8478	35,40		
0202-2002	22/02/22	90,00	0,00	0,00	0,00	302	360	3,90	0,030	1A	53,0	0,8504	34,90		
0230-2002	28/02/02	100,00	0,00	0,00	0,00	292	350	4,49	0,030	1A	51,5	0,8509	34,80		
PROMEDIO		96,17	0,00	0,00	0,00	296	353	4,37	0,033	1A	52,2	0,8503	34,92		
MAXIMO		100,00	0,00	0,00	0,00	302	360	4,60	0,040	1A	53,0	0,8519	35,40		
MINIMO		90,00	0,00	0,00	0,00	292	346	3,90	0,030		51,3	0,8478	34,60		
DESVIACION ESTANDAR		3,85	0,00	0,00	0,00	3	5	0,24	0,005		0,7	0,0013	0,25		
NTE. INEN 1 489:99, CUARTA REVISION, ACUERDO MINISTERIAL No. 990210 DEL 99-06-09, REGISTRO OFICIAL No. 215 DE 99-06-18															
VALOR MAXIMO		51,00	0,05	0,150	0,010	360	6,00	0,050	No.3		45,0				
VALOR MINIMO							2,50								

TOTAL MUESTRAS ANALIZADAS: 6

TOTAL MUESTRAS FUERA DE ESPECIFICACION: 0

FUENTE:

ELABORADO:

CERTIFICADOS DE CALIDAD REMITIDOS POR LA DIRECCION REGIONAL DE HIDROCARBUROS ESMERALDAS  
COORDINACION DE REFINACION E INDUSTRIALIZACION, DNH.  
REFINACION

**ANEXO 5**  
**MUESTRAS DE DIESEL REALIZADAS EN LA**  
**CIUDAD DE CUENCA**



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA

DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION

Laboratorio de Petróleos

Informe No:  
Fecha:

185  
2004-03-03

Empresa:

FUNDACIÓN NATURA - PROYECTO CALIDAD DEL AIRE

Tipo de ensayos:

Fisicoquímicos en diesel

Tipo de muestra:

Diesel

Código de muestra:

CRD-01/CRD-02

Recepción de la muestra:

04-02-2004

ENSAYO	UNIDAD	NORMA	RESULTADOS
Contenido de azufre	%P	NTE INEN 1490	0.2895
Contenido de cenizas	%P	NTE INEN 1492	0.01
Corrosión a la lámina de cobre		NTE INEN 927	1 a
Índice de Cetano		NTE INEN 1495	50
Punto de Inflamación	°C	NTE INEN 1047	63
Residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	% P	NTE INEN 1491	0.15
Sedimento Básico y Agua (BSW)	%V	NTE INEN 1494	No Detectado
Viscosidad Cinemática a 100°F	cSt	NTE INEN 810	4.06
Destilación ASTM	°C		
PI			175
5			200
10			218
20			240
30			259
40			272
50			283
60		NTE INEN 926	295
70			309
80			323
90			343
95			360
PF			382
Volumen de destilado	ml		98.11
Volumen de residuo	ml		1.50
Volumen de pérdidas	ml		0.39

Realizado por

Ipg. Sandra Armijos

Aprobado por

Ing. Luis Calle.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICA

DE INGENIERIA QUIMICA

DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION

Laboratorio de Petróleos

Informe No:  
Fecha:

186  
2004-03-03

Empresa: FUNDACIÓN NATURA – PROYECTO CALIDAD DEL AIRE  
 Tipo de ensayos: Físicoquímicos en diesel  
 Tipo de muestra: Diesel  
 Código de muestra: RTD-01/RTD-02  
 Recepción de la muestra: 04-02-2004

ENSAYO	UNIDAD	NORMA	RESULTADOS
Contenido de azufre	%P	NTE INEN 1490	0.2912
Contenido de cenizas	%P	NTE INEN 1492	0.010
Corrosión a la lámina de cobre		NTE INEN 927	1 a
Índice de Cetano		NTE INEN 1495	50
Punto de Inflamación	°C	NTE INEN 1047	65
Residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	% P	NTE INEN 1491	0.13
Sedimento Básico y Agua (BSW)	%V	NTE INEN 1494	No Detectado
Viscosidad Cinemática a 100°F	cSt	NTE INEN 810	4.05
Destilación ASTM	°C		
PI			174
5			200
10			219
20			243
30			259
40			271
50			284
60		NTE INEN 926	298
70			309
80			324
90			343
95			359
PF			384
Volumen de destilado	ml		98.61
Volumen de residuo	ml		1.00
Volumen de pérdidas	ml		0.39

Realizado por

Ing. Sandra Armijos

Aprobado por

Ing. Luis Calle.



# UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICA

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

## DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION

Laboratorio de Petróleos

Informe No:

187

Fecha:

2004-03-03

Empresa:

FUNDACIÓN NATURA -- PROYECTO CALIDAD DEL AIRE

Tipo de ensayos:

Fisicoquímicos en diesel

Tipo de muestra:

Diesel

Código de muestra:

SCD-01/SCD-02

Recepción de la muestra:

04-02-2004

ENSAYO	UNIDAD	NORMA	RESULTADOS
Contenido de azufre	%P	NTE INEN 1490	0.2890
Contenido de cenizas	%P	NTE INEN 1492	0.009
Corrosión a la lámina de cobre		NTE INEN 927	1 a
Índice de Cetano		NTE INEN 1495	50
Punto de Inflamación	°C	NTE INEN 1047	63
Residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	% P	NTE INEN 1491	0.11
Sedimento Básico y Agua (BSW)	%V	NTE INEN 1494	No detectado
Viscosidad Cinemática a 100°F	cSt	NTE INEN 810	4.13
Destilación ASTM	°C		
PI			168
5			207
10			223
20			243
30			258
40			270
50			284
60		NTE INEN 926	295
70			310
80			324
90			343
95			359
PF			383
Volumen de destilado	ml		98.61
Volumen de residuo	ml		1.00
Volumen de pérdidas	ml		0.39

Realizado por

Ing. Sandra Armijos

Aprobado por

Ing. Luis Calle.



## UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICA

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

## DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION

Laboratorio de Petróleos

Informe No:

188

Fecha:

2004-03-03

Empresa:

FUNDACIÓN NATURA - PROYECTO CALIDAD DEL AIRE

Tipo de ensayos:

Fisicoquímicos en diesel

Tipo de muestra:

Diesel

Código de muestra:

FCD-01/FCD-02

Recepción de la muestra:

04-02-2004

ENSAYO	UNIDAD	NORMA	RESULTADOS
Contenido de azufre	%P	NTE INEN 1490	0.2904
Contenido de cenizas	%P	NTE INEN 1492	0.010
Corrosión a la lámina de cobre		NTE INEN 927	1 a
Índice de Cetano		NTE INEN 1495	50
Punto de Inflamación	°C	NTE INEN 1047	63
Residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	% P	NTE INEN 1491	0.14
Sedimento Básico y Agua (BSW)	%V	NTE INEN 1494	No Detectado
Viscosidad Cinemática a 100°F	cSt	NTE INEN 810	4.02
Destilación ASTM	°C		
PI			172
5			201
10			220
20			244
30			260
40			273
50			285
60			298
70		NTE INEN 926	311
80			325
90			347
95			360
PF			385
Volumen de destilado	ml		98.11
Volumen de residuo	ml		1.50
Volumen de pérdidas	ml		0.39

Realizado por

Ing. Sandra Armijos

Aprobado por

Ing. Luis Calle



# UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICA

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

## DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION

Laboratorio de Petróleos

Informe No:

189

Fecha:

2004-03-03

Empresa:

FUNDACIÓN NATURA -- PROYECTO CALIDAD DEL AIRE

Tipo de ensayos:

Fisicoquímicos en diesel

Tipo de muestra:

Diesel

Código de muestra:

MAD-01/MAD-02

Recepción de la muestra:

04-02-2004

ENSAYO	UNIDAD	NORMA	RESULTADOS
Contenido de azufre	%P	NTE INEN 1490	0.2737
Contenido de cenizas	%P	NTE INEN 1492	0.008
Corrosión a la lámina de cobre		NTE INEN 927	1 a
Índice de Cetano		NTE INEN 1495	50
Punto de Inflamación	°C	NTE INEN 1047	65
Residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	% P	NTE INEN 1491	0.10
Sedimento Básico y Agua (BSW)	%V	NTE INEN 1494	No Detectado
Viscosidad Cinemática a 100°F	cSt	NTE INEN 810	3.86
Destilación ASTM	°C		
PI			175
5			201
10			219
20			244
30			258
40			270
50			284
60		NTE INEN 926	297
70			309
80			324
90			344
95			358
PF			383
Volumen de destilado	ml		98.61
Volumen de residuo	ml		1.00
Volumen de pérdidas	ml		0.39

Realizado por

Ing. Sandra Armijos

Aprobado por

Ing. Luis Calle.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICA

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION

Laboratorio de Petróleos

Informe No:

888

Fecha:

2004-07-21

Empresa:

FUNDACION NATURA - PROYECTO CALIDAD DEL AIRE

Tipo de ensayos:

Fisicoquímicos en diesel

Tipo de muestra:

Diesel

Membrete de muestra:

PCD-01/PCD-02

Código de ingreso:

05-016

Recepción de la muestra:

27-05-2004

ENSAYO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Contenido de azufre	%P	NTE INEN 1490	0.3462
Índice de Cetano		NTE INEN 1495	50
Contenido de cenizas	%P	NTE INEN 1492	0.008
Densidad API		NTE INEN 927	35.3
Destilación ASTM	°C		
PI			181
5			205
10			216
20			238
30			249
40			264
50			277
60		NTE INEN 926	291
70			307
80			324
90			345
95			362
PF			385
Volumen de destilado	ml		98
Volumen de residuo	ml		1.5

Realizado por

Ing. Sandra Armijos



Aprobado por

Ing. Luis Calle



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICA

ELA DE INGENIERIA QUIMICA

DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION

Laboratorio de Petróleos

Informe No: 891  
Fecha: 2004-07-21

Empresa: FUNDACIÓN NATURA - PROYECTO CALIDAD DEL AIRE  
Tipo de ensayos: Físicoquímicos en diesel  
Tipo de muestra: Diesel  
Membrete de muestra: LAD-01/LAD-02  
Código de ingreso: 05-023  
Recepción de la muestra: 27-05-2004

ENSAYO	UNIDAD	METODO	RESULTADOS
Contenido de azufre	%P	NTE INEN 1490	0.3402
Índice de Cetano		NTE INEN 1495	50
Contenido de cenizas	%P	NTE INEN 1492	0.010
Densidad API		NTE INEN 927	35
Destilación ASTM	°C		
PI			173
5			198
10			218
20			238
30			253
40			267
50			279
60		NTE INEN 926	292
70			308
80			324
90			346
95			362
PF			384
Volumen de destilado	ml		98.61
Volumen de residuo	ml		1.00

Realizado por

Ing. Sandra Armijos



Aprobado por

Ing. Luis Calle.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICA

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION

Laboratorio de Petróleos

Informe No:

893

Fecha:

2004-07-21

Empresa:

FUNDACIÓN NATURA – PROYECTO CALIDAD DEL AIRE

Tipo de ensayos:

Fisicoquímicas en diesel

Tipo de muestra:

Diesel

Membrete de muestra:

BAD-01/BAD-02

Código de ingreso:

05-028

Recepción de la muestra:

27-05-2004

ENSAYO	UNIDAD	METODO	RESULTADOS
Contenido de azufre	%P	NTE INEN 1490	0.3454
Índice de Cetano		NTE INEN 1495	50
Contenido de cenizas	%P	NTE INEN 1492	0.007
Densidad API		NTE INEN 927	35.0
Destilación ASTM	°C		
PI			180
5			198
10			214
20			233
30			245
40			267
50			281
60		NTE INEN 926	290
70			303
80			316
90			341
95			357
PF			369
Volumen de destilado	ml		98.39
Volumen de residuo	ml		1.00

Realizado por:

  
Ing. Sandra Armijos



Aprobado por

  
Ing. Luis Calle.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICA

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION

Laboratono de Petróleos

Informe No:

890

Fecha:

2004-07-21

Empresa:

FUNDACIÓN NATURA - PROYECTO CALIDAD DEL AIRE

Tipo de ensayos:

Fisicoquímicos en diesel

Tipo de muestra:

Diesel

Membrete de muestra:

MID-01/MID-02

Código de ingreso:

05-021

Recepción de la muestra:

27-05-2004

ENSAYO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
Contenido de azufre	%P	NTE INEN 1490	0.3424
Índice de Cetano		NTE INEN 1495	50
Contenido de cenizas	%P	NTE INEN 1492	0.010
Densidad API		NTE INEN 927	35.1
Destilación ASTM	°C		
PI			176
5			191
10			213
20			237
30			251
40			270
50			278
60		NTE INEN 926	292
70			308
80			324
90			344
95			362
PF			382
Volumen de destilado	ml		98.16
Volumen de residuo	ml		1.30

Realizado por

Ing. Sandra Armijos



Aprobado por

Ing. Luis Calle



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICA

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION

Laboratorio de Petróleos

Informe No:

889

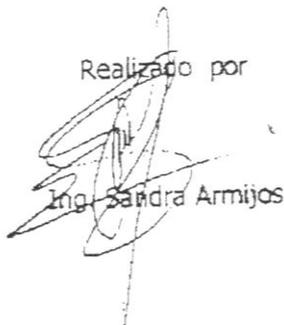
Fecha:

2004-07-21

Empresa: FUNDACIÓN NATURA – PROYECTO CALIDAD DEL AIRE  
 Tipo de ensayos: Fisicoquímicos en diesel  
 Tipo de muestra: Diesel  
 Membrete de muestra: CHD-01/CHD-02  
 Código de ingreso: 05-018  
 Recepción de la muestra: 27-05-2004

ENSAYO	UNIDAD	METODO	RESULTADOS
Contenido de azufre	%P	NTE INEN 1490	0.3438
Indice de Cetano		NTE INEN 1495	52
Contenido de cenizas	%P	NTE INEN 1492	0.009
Densidad API		NTE INEN 927	35.1
Destilación ASTM	°C		
PI			208
5			219
10			232
20			250
30			264
40			278
40			292
50		NTE INEN 926	305
60			322
70			337
80			360
90			383
95			402
PF			
Volumen de destilado	ml		98
Volumen de residuo	ml		1.5

Realizado por

  
Ing. Sandra Armijos

Aprobado por



  
Ing. Luis Calle.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA, CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICA

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

DEPARTAMENTO DE PETROLEOS, ENERGIA Y CONTAMINACION

Laboratorio de Petróleos

Informe No:

892

Fecha:

2004-07-21

Empresa:

FUNDACIÓN NATURA – PROYECTO CALIDAD DEL AIRE

Tipo de ensayos:

Fisicoquímicos en diesel

Tipo de muestra:

Diesel

Membrete de muestra:

EAD-01/EAD-02

Código de ingreso:

05-026

Recepción de la muestra:

27-05-2004

ENSAYO	UNIDAD	METODO	RESULTADOS
Contenido de azufre	%P	NTE INEN 1490	0.3445
Índice de Cetano		NTE INEN 1495	49
Contenido de cenizas	%P	NTE INEN 1492	0.006
Densidad API		NTE INEN 927	34.9
Destilación ASTM	°C		
PI			180
5			204
10			216
20			237
30			251
40			260
50		NTE INEN 926	278
60			293
70			307
80			324
90			348
95			365
PF			386
Volumen de destilado	ml		99.0
Volumen de residuo	ml		0.50

Realizado por

Ing. Sandra Armijos



Aprobado por

Ing. Luis Calle.

## ANEXO 6

AUTOHYUN: MENÚ DE MANTENIMIENTOS  
PREVENTIVOS HYUNDAI SANTA FE CRDI

**MENU DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS**

MODELOS	SANTA FE 2.4	SANTA FE 2.7 MT	SANTA FE 2.2 D MT	TUCSON 2.0 MT	TUCSON 2.0 D MT	TUCSON 2.0 MT	TUCSON ix	TUCSON ix	2.0 AT	TERRACAN	VERACRUZ	H100	TQ	NEW SANTA FE 2.4 TM 4X2	NEW SANTA FE 2.4 TA 4X2	NEW SANTA FE 2.4 TA 4X4	NEW SANTA FE 3.3 TA 4X4
5000KM	59,09	59,09	83,81	55,36	83,81	59,09	59,09	59,09	59,09	88,17	76,20	80,72	76,99	62,81	62,81	62,81	83,36
10000KM	106,97	106,97	195,90	103,24	190,24	106,97	106,97	106,97	106,97	296,64	124,08	179,00	205,92	109,01	109,01	109,01	129,56
15000KM	59,09	59,09	83,81	55,36	83,81	59,09	59,09	59,09	59,09	88,17	76,20	80,72	76,99	62,81	62,81	62,81	83,36
20000KM	174,50	128,72	195,90	150,89	195,84	172,01	172,01	172,01	172,01	319,04	155,72	235,00	259,12	135,59	135,59	135,59	156,14
25000KM	117,93	146,77	148,53	108,33	148,53	112,05	112,05	112,05	112,05	169,18	158,00	154,47	150,75	136,35	136,35	148,67	178,05
30000KM	214,74	214,74	216,26	202,55	210,60	203,39	203,39	203,39	203,39	317,00	283,01	199,36	229,08	191,83	191,83	191,83	212,39
35000KM	59,09	59,09	83,81	55,36	83,81	59,09	59,09	59,09	59,09	88,17	76,20	80,72	76,99	62,81	62,81	62,81	83,36
40000KM	174,50	128,72	235,10	150,89	229,44	172,01	172,01	172,01	172,01	352,64	155,72	260,20	284,32	144,83	144,83	144,83	165,38
45000KM	59,09	59,09	83,81	55,36	83,81	59,09	59,09	59,09	59,09	88,17	76,20	80,72	76,99	62,81	62,81	62,81	83,36
50000KM	165,81	197,45	263,42	156,21	254,97	173,93	173,93	173,93	173,93	512,57	208,68	258,35	288,07	185,35	185,35	197,67	227,05
55000KM	59,09	59,09	83,81	55,36	83,81	59,09	59,09	59,09	59,09	88,17	76,20	80,72	76,99	62,81	62,81	62,81	83,36
60000KM	425,12	743,56	572,92	546,63	656,87	352,96	352,96	352,96	352,96	729,51	444,29	484,01	508,13	308,90	308,90	308,90	314,07
65000KM	59,09	59,09	83,81	55,36	83,81	59,09	59,09	59,09	59,09	88,17	76,20	80,72	76,99	62,81	62,81	62,81	83,36
70000KM	106,97	106,97	195,90	103,24	190,24	118,17	118,17	118,17	118,17	296,64	124,08	179,00	208,72	109,01	109,01	109,01	129,56
75000KM	117,93	146,77	148,53	108,33	148,53	112,05	112,05	112,05	112,05	169,18	158,00	154,47	150,75	136,35	136,35	148,67	178,05
80000KM	174,50	128,72	235,10	150,89	229,44	172,01	172,01	172,01	172,01	352,64	155,72	260,20	284,32	144,83	144,83	144,83	165,38
85000KM	59,09	59,09	83,81	55,36	83,81	59,09	59,09	59,09	59,09	88,17	76,20	80,72	76,99	62,81	62,81	62,81	83,36
90000KM	214,74	214,74	216,26	202,55	210,60	214,59	214,59	214,59	214,59	317,00	283,01	199,36	229,08	191,83	191,83	191,83	212,39
95000KM	59,09	59,09	83,81	55,36	83,81	59,09	59,09	59,09	59,09	88,17	76,20	80,72	76,99	62,81	62,81	62,81	83,36
100000KM	233,35	421,66	361,48	225,15	281,87	251,88	251,88	325,83	325,83	523,77	575,48	340,70	370,42	290,61	358,22	370,54	489,64

**NOTA:** LOS VALORES PUBLICADOS INCLUYEN: MANO DE OBRA, INSUMOS, REPUESTOS PROPIOS DEL MANTENIMIENTO E IVA.  
 NO INCLUYE PASTILLAS Y ZAPATAS DE FRENO, FILTRO AIRE ACONDICIONADO, AMORTIGUADORES, COMPONENTES DE EMBRAGUE Y PARTES DE REPARACION CORRECTIVA.  
 NO INCLUYE TRABAJOS ADICIONALES COMO RECTIFICACION DE DISCOS, CAMBIO DE EMBRAGUE, AMORTIGUADORES, ETC., QUE ESTAN SUJETOS A CONFIRMACION DEL CLIENTE.  
 LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO SON IGUALES EN TODOS LOS PUNTOS DE SERVICIO HYUNDAI AUTORIZADOS A NIVEL NACIONAL.  
 TODOS LOS MANTENIMIENTOS INCLUYEN REVISION DE LOS 20 PUNTOS DE INSPECCION BASICA

**NEOHYUNDAI**



## ANEXO 7

**AUTOHYUN: PLAN DE MANTENIMIENTO DE  
AUTOS PEQUEÑOS Y DE PASAJEROS HYUNDAI  
SANTA FE CRDI**

PLAN DE MANTENIMIENTO DE AUTOS PEQUEÑOS Y DE PASAJEROS

TIPO	TRABAJOS	km x1000																						
		1.5km	5km	10km	15km	20km	25km	30km	35km	40km	45km	50km	55km	60km	65km	70km	75km	80km	85km	90km	95km	100km		
A	Acetite y Filtro Motor	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
A	Acetite de transmisión Manual Normal	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Acetite de transmisión Automática Fill for Life	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Acetite de transmisión Manual Fill for Life	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Acetite de transmisión Automática	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Acetite de diferencial LSD	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Acetite de Diferenciales	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
B	Bujías	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Cables de Bujías	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Cuerpo de aceleración	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Limpeza de ISC	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Válvula ICV/PCV	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Filtro de Aire motor con turbo	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Filtro de Aire aspiración natural	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Filtro de aire acondicionado	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
B	Filtro Combustible Motores Diesel	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Filtro Combustible Motores Gasolina	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Mantenimiento de Inyectores	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Filtro de bomba de inyección rotativa	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Calibración de válvulas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Ajuste pernos cabezote	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Tanque de combustible	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Drenaje trampas de agua	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Banda de Distribución y templador	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Líquido de dirección hidráulica	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Sistema de refrigeración	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Tapa de radiador	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Líquido de frenos	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Frenos Delanteros y Posteriores	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Cojinetes de ruedas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Suspensión y Carrocería	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Alineación, Balanceo y Rotación	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
A	Escaneo de vehículo	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

REVISAR Y COMPLETAR NIVEL DE LIQUIDO REFRIGERANTE	I
REVISAR Y COMPLETAR NIVEL DE LIQUIDO DE FRENOS	I
REVISAR Y COMPLETAR NIVEL DE LIQUIDO DE D/H	I
REVISAR Y COMPLETAR NIVEL DE LIQUIDO LIMPIA PARABRISAS	I
VERIFICACION DE TENSION DE BANDAS	I
VERIFICACION Y REGULACION PRESION DE NEUMATICOS	I
REVISION DE LUCES	I
REVISION DE SISTEMA SEGUROS ELECTRICOS	I
LUBRICACION PUERTAS: BISAGRAS, FELPAS, CHAPAS	I
VERIFICACION DE HYUNDAI SATELITAL	I
INSPECCION DE INDICADORES EN EL TABLERO	I
INSPECCION DE FUGAS EN SISTEMA DE REFRIGERACION	I
INSPECCION DE FUGAS EN SISTEMA DE D/H	I
INSPECCION DE FUGAS DE ACEITE EN MOTOR	I
INSPECCION DE FUGAS DE ACEITE EN TRANSMISION	I
INSPECCION ESTADO TUBO DE ESCAPE	I
VERIFICACION SISTEMA ELEVAVIDRIOS	I
VERIFICACION FUNCIONAMIENTO SISTEMA A/C	I
SWITCH MULTIFUNCIONES	I
REVISION Y REGULACION FRENO DE ESTACIONAMIENTO	I

A	Ajuste
I	Inspeccion
I/R	Inspeccion/Reillene
L	Limpie
E	Engrase
D	Drene
C	Cambie
U	Limpeza con liquido
VT	Verificar tension
C#	Cambie cada año o 30000km

AUTOHYUN S. f.  
 Departamento de Rep.  
 Firma Autorizada

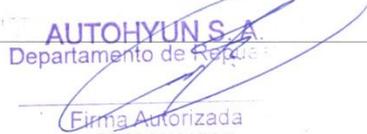
## ANEXO 8

**AUTOHYUN: PROFORMA BOMBA E  
INYECTORES HYUNDAI SANTA FE CRDI 2009**

<b>AUTOHYUN S. A.</b>				 <b>HYUNDAI</b>																	
<b>TE QUEREMOS EN UN HYUNDAI</b>																					
Dirección:	Huaynacapac y Simón Bolívar (Esq)			TALLER:																	
E-mail:	parpi@autohyun.com.ec			Telf. (0)	2843608																
Señor(s):																					
Asgdo.:					FECHA:	12/08/2013															
Vehículo:	SANTA FE				APROBACION																
Chasis:					<b>PROFORMA</b>																
No	DESCRIPTION	CODIGO	T / Entrega	Cant.	P/Unit.	P/Total															
	BOMBA DE INYECCION	3310027400	3 DIAS	1	\$ 1.105,39	\$ 1.105,39															
	INYECTOR COMBUSTIBLE	3380027800	INMEDIATA	4	\$ 639,02	\$ 2.556,08															
	FILTRO CARTUCHO COMBUSTIBLE	3192226910	INMEDIATA	1	\$ 54,04	\$ 54,04															
<b>PONGASE EN LAS MEJORES MANOS</b> <b>- SERVICIO HYUNDAI -</b> <b>PARTES Y PIEZAS ORIGINALES</b> <b>TECNOLOGIA QUE PONE AL MEDIO AMBIENTE EN PRIMER LUGAR</b>																					
 <b>HYUNDAI</b> <b>PABLO ARPI</b> JEFE DE REPUESTOS Sucursal Cuenca				 <b>AUTOHYUN S. A.</b> Departamento de Repuestos Firma Autorizada <b>RESPONSABLE</b> FECHA APROBADA		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>SUMAN</td> <td>\$ 3.715,51</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>DESCUENTO</td> <td>\$ 0,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SUBTOTAL</td> <td>\$ 3.715,51</td> </tr> <tr> <td>12%</td> <td>IMPUESTO</td> <td>\$ 445,86</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>TOTAL</b></td> <td><b>\$ 4.161,37</b></td> </tr> </table>		SUMAN	\$ 3.715,51	0%	DESCUENTO	\$ 0,00		SUBTOTAL	\$ 3.715,51	12%	IMPUESTO	\$ 445,86		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4.161,37</b>
	SUMAN	\$ 3.715,51																			
0%	DESCUENTO	\$ 0,00																			
	SUBTOTAL	\$ 3.715,51																			
12%	IMPUESTO	\$ 445,86																			
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4.161,37</b>																			
<b>NOTA:</b> LOS PRECIOS Y STOCK COTIZADOS SON VALIDOS POR 8 DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE ELABORACION PROFORMA SUJETA A CAMBIO DE PRECIO, SIN PREVIO AVISO																					

## ANEXO 9

**AUTOHYUN: PROFORMA BOMBA E  
INYECTORES HYUNDAI SANTA FE CRDI 2010**

AUTOHYUN S. A.			 TE QUEREMOS EN UN HYUNDAI																		
Dirección:	Huaynacapac y Simón Bolívar (Esq)		TALLER:																		
E-mail:	<a href="mailto:parpi@autohyun.com.ec">parpi@autohyun.com.ec</a>		Telf. (0)	2843608																	
Señor(s):	GUILLERMO COBO																				
Asgdo.:			FECHA:	08/08/2013																	
Vehículo:	SANTA FE		APROBACION																		
Chasis:			<b>PROFORMA</b>																		
No	DESCRIPTION	CODIGO	T / Entrega	Cant.	P/Unit.	P/Total															
1	BOMBA INYECCION	331002F000	45 dias	1	\$ 2.941,77	\$ 2.941,77															
2	INYECTOR COMBUSTIBLE	338002F000	46 dias	4	\$ 1.449,80	\$ 5.799,20															
3	FILTRO CARTUCHO COMBUSTIBLE	3192226910	INMEDIATA	1	\$ 54,04	\$ 54,04															
<b>PONGASE EN LAS MEJORES MANOS</b> <b>- SERVICIO HYUNDAI -</b> <b>PARTES Y PIEZAS ORIGINALES</b> <b>TECNOLOGIA QUE PONE AL MEDIO AMBIENTE EN PRIMER LUGAR</b>																					
 <b>HYUNDAI</b> <b>PABLO ARPI</b> JEFE DE REPUESTOS Sucursal Cuenca		 <b>AUTOHYUN S.A.</b> Departamento de Repuestos Firma Autorizada <b>RESPONSABLE</b> FECHA APROBADA		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>SUMAN</td> <td>\$ 8.795,01</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>DESCUENTO</td> <td>\$ 0,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SUBTOTAL</td> <td>\$ 8.795,01</td> </tr> <tr> <td>12%</td> <td>IMPUESTO</td> <td>\$ 1.055,40</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>TOTAL</b></td> <td><b>\$ 9.850,41</b></td> </tr> </table>				SUMAN	\$ 8.795,01	0%	DESCUENTO	\$ 0,00		SUBTOTAL	\$ 8.795,01	12%	IMPUESTO	\$ 1.055,40		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 9.850,41</b>
	SUMAN	\$ 8.795,01																			
0%	DESCUENTO	\$ 0,00																			
	SUBTOTAL	\$ 8.795,01																			
12%	IMPUESTO	\$ 1.055,40																			
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 9.850,41</b>																			
<b>NOTA:</b> LOS PRECIOS Y STOCK COTIZADOS SON VALIDOS POR 8 DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE ELABORACION PROFORMA SUJETA A CAMBIO DE PRECIO, SIN PREVIO AVISO																					

## ANEXO 10

AUTOHYUN: REPARACIONES HYUNDAI SANTA  
FE CRDI

La reparación es integra de motor

PISTONES

RINES

COJINETES BIELA BANCADA

CAMBIO DE CAMISAS

CABIO DE VALVULAS

CAMBIO GUIA DE VALVULAS

CAMBIO DE TURBO

CAMBIO INYECTORES

El kilometraje promedio de problema es a los 50 a 70.000, existen varios casos de retornos por problemas de motor posterior a la reparación, debido a que no se reemplazan inyectores por su precio. Aproximadamente los casos reportados desde el 2011 son a nivel nacional uno 1 caso mensual de los cuales varios son reincidentes o recalentamiento por excesiva inyección de combustible.

Adicional a esto la incidencia del problema en un 90% es en GUAYAQUIL y Machala.



JOSE LUIS SÁNCHEZ  
Jefe Nacional de Post-Venta

- Agencia España
- Av. España 2-88 y Núñez de Bonilla
- Telf.: 072865690 Cel.: 099 944 6877  
Cuenca-Ecuador