

PARTES Y FUNCIONAMIENTO BOMBA DE INYECCION LINEAL  
CON CONTROL ELECTRONICO

PRESENTADO POR

DIEGO FERNANDO PERDOMO TRIANA  
DAVID ALEXANDER QUIÑONEZ PEREZ  
JUAN CARLOS URUEÑA PANCHE

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE  
TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES – ECCI  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D.C.

2014

PARTES Y FUNCIONAMIENTO BOMBA DE INYECCION LINEAL  
CON CONTROL ELECTRONICO

PRESENTADO POR

DIEGO FERNANDO PERDOMO TRIANA  
DAVID ALEXANDER QUIÑONEZ PEREZ  
JUAN CARLOS URUEÑA PANCHE

DIRECTOR

ING. FABIO JIMENES

ASESOR TECNICO

ING. ARMANDO HERNANDEZ

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES – ECCI  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D.C.

2014

## **DEDICATORIA**

Dedicamos nuestro proyecto de grado para optar al título de Tecnólogos en Mecánica Automotriz primero que todo a DIOS que nos ha dado la vida y la fortaleza para terminar este proyecto, a nuestras familias por ese apoyo incondicional que han sabido brindar y ser el motivo de emprender nuestros estudios y forjar un mejor futuro junto a ellos.

Hemos tenido que tomar decisiones muy importantes, hacer sacrificios y dejar de lado planes que probablemente no hubieran sido más benéficos para nuestras vidas que la decisión de haber estudiado esta carrera.

DIEGO FERNANDO PERDOMO TRIANA

DAVID ALEXANDER QUIÑONEZ PEREZ

JUAN CARLOS URUEÑA PANCHE

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las personas que participaron de una u otra manera e hicieron posible el desarrollo de este proyecto, es satisfactorio poderles decir gracias a todos nuestros profesores quienes en este tiempo de formación de educación superior han permitido culminar paso a paso nuestros estudios. También queremos agradecerle a todo el personal de la ECCI por generar un ambiente de familia educativa el cual queda por siempre en cada uno de nosotros.

Gran sentimiento de gratitud al Ingeniero Armando Alfredo Hernández por su apoyo y colaboración en todo el desarrollo en este proyecto.

DIEGO FERNANDO PERDOMO TRIANA

DAVID ALEXANDER QUIÑONEZ PEREZ

JUAN CARLOS URUEÑA PANCHE

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	14
1. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	16
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	16
3. JUSTIFICACION Y DELIMITACION DE LA INVESTIGACION.....	17
3.1. JUSTIFICACION.....	17
3.2. DELIMITACION.....	18
4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
4.1. MARCO TEORICO.....	19
4.2. MARCO CONCEPTUAL.....	20
5. HISTORIA.....	22
6. BOMBA DE INYECCION LINEAL CONTROLADA ELECTRONICAMENTE...23	
6.1 DEFINICION.....	23
6.2. APLICACIONES.....	24
6.3. FUNCIONAMIENTO.....	27
6.3.1 REGULACION DEL CAUDAL DE COMBUSTIBLE.....	30
6.3.2 LUBRICACION DE LA BOMBA DE INYECCION LINEAL.....	32
7. PARTES DE UNA BOMBA DE INYECCION LINEAL CONTROLADA ELECTRONICAMENTE.....	34

7.1. VALVULA DE ENTREGA O DESCARGA.....	35
7.2. ESTRANGULADOR DE RETROCESO.....	37
7.3. CUERPO DE LA BOMBA.....	38
7.4. ARBOL DE LEVAS.....	39
7.4.1. FORMA DE LA LEVA.....	40
7.5. EMBOLO O PISTON.....	41
7.6. VARILLA DE MANDO O CONTROL.....	42
7.7. REGULADOR O VARIADOR DE AVANCE.....	43
7.8. BOMBA DE ALIMENTACION.....	46
8. CONJUNTO DE SENSORES Y ACTUADORES.....	47
8.1. UNIDAD DE MANDO.....	47
8.2. BOMBA DE INYECCION ELECTRONICA.....	48
8.3. POTENCIOMETRO DEL ACELERADOR.....	49
8.4. SENSOR DE LÍQUIDO REFRIGERANTE.....	49
8.5. INTERRUPTOR DEL EMBRAGUE.....	50
8.6. MEDIDOR DE MASA DE AIRE.....	51
8.7. SENSOR COMIENZO DE INYECCION.....	51
8.8. SENSOR RPM.....	52

8.9. TOMA DE DIAGNOSIS.....	52
8.10. SEÑAL COMPRESOR AIRE ACONDICIONADO.....	53
8.11. TESTIGO BUJIAS DE PRECALENTAMIENTO.....	54
8.12. UNIDAD DE MANDO BUJIAS DE PRECALENTAMIENTO.....	54
8.13 UNIDAD CODE ANTIARRANQUE.....	55
8.14 GOBERNADOR ELECTRONICO.....	55
8.15 ACTUADOR.....	56
9. PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA EN EL MOTOR.....	58
CONCLUSION.....	60
BIBLIOGRAFIA.....	61
ANEXOS.....	62

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Bomba lineal controlada electrónicamente.....	23
FIGURA 2. Tipos de bombas de inyección en línea.....	25
FIGURA 3. Tipos de bombas de inyección en línea PE.....	25
FIGURA 4. Diferencias constructivas en los esquemas de las bombas.....	26
FIGURA 5. Esquema del elemento de bombeo.....	28
FIGURA 6. Funcionamiento del elemento de bombeo.....	29
FIGURA 7. Fases del trabajo del embolo.....	30
FIGURA 8. Regulación del caudal de inyección.....	31
FIGURA 9. Funcionamiento para la dosificación de combustible.....	32
FIGURA 10. Lubricación de la bomba de inyección lineal.....	33
FIGURA 11. Despiece de una bomba de inyección lineal.....	34
FIGURA 12. Sección de una bomba en línea.....	36
FIGURA 13. Estructura interna de una válvula de presión.....	37
FIGURA 14. Estructura interna de un estrangulador de retroceso.....	38
FIGURA 15. Cuerpo de la bomba de inyección lineal.....	39
FIGURA 16. Árbol de levas.....	40
FIGURA 17. Forma de leva.....	41
FIGURA 18. Embolo de la bomba de inyección lineal.....	42
FIGURA 19. Varilla de mando o de control.....	43
FIGURA 20. Ubicación del regulador de avance.....	44
FIGURA 21. Despiece del regulador de avance.....	45

FIGURA 22. Funcionamiento del regulador de avance.....	45
FIGURA 23. Estructura interna de una bomba de alimentación.....	46
FIGURA 24. Conjunto de sensores y actuadores.....	47
FIGURA 25. Unidad de mando.....	48
FIGURA 26. Bomba lineal controlada electrónicamente.....	48
FIGURA 27. Potenciómetro del acelerador.....	49
FIGURA 28. Sensor de líquido refrigerante.....	50
FIGURA 29. Interruptor del embrague.....	50
FIGURA 30. Medidor de masa – aire.....	51
FIGURA 31. Sensor de comienzo de inyección.....	51
FIGURA 32. Sensor RPM.....	52
FIGURA 33. Unidad de conexión para diagnóstico.....	53
FIGURA 34. Compresor aire acondicionado.....	53
FIGURA 35. Testigo bujías de precalentamiento.....	54
FIGURA 36. Unidad de mando de bujías de precalentamiento.....	54
FIGURA 37. Unidad CODE anti-arranque.....	55
FIGURA 38. Gobernador electrónico.....	56
FIGURA 39. Actuador.....	57
FIGURA 40. Puesta a punto bomba de inyección.....	58

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Clasificación de las bombas de inyección en la línea PE.....	24
TABLA 2. Partes de una bomba de inyección lineal.....	35

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Fotografías de la bomba de inyección lineal sin trabajo didáctico.....	62
ANEXO B. Fotografías de la bomba de inyección en despiece.....	63
ANEXO C. Fotografías del modelo didáctico terminado.....	65

## INTRODUCCIÓN

La tecnología diesel ha logrado tener gran importancia por sus prestaciones adicionales en comparación a los motores de combustión interna a gasolina, un motor diesel tiene dispositivos y partes muy importantes para lograr su óptimo funcionamiento, uno de ellos es la Bomba de Inyección la cual cumple con la función de elevar la presión del combustible para que al momento de ser inyectado esté lo suficientemente pulverizado, algo que es muy importante para el óptimo funcionamiento del motor.

La bomba de inyección lineal con control electrónico ha sido la respuesta a todas aquellas desventajas que han presentado sistemas anteriores como complejidades mecánicas, carencia de elementos para su propio funcionamiento, entre otros ha conseguido desarrollar nuevas ventajas en diseño, funcionamiento, economía y algo muy importante es que ha logrado contribuir con la preservación del medio ambiente.

Recordemos que los motores diesel modernos utilizan computadoras de control y poseen un funcionamiento más limpio que permite que la combustión sea incluso más limpia que la de la gasolina. Esto es gracias, en gran parte, al sistema de inyección. Tradicionalmente, los motores diesel generan menos potencia pero con un par mayor que los motores a gasolina. Esto significa que los motores a gasolina pueden quemar el combustible más rápido y más fácil, acelerando rápidamente para alcanzar grandes velocidades. Los motores diesel, en cambio, son excelentes para arrastrar cargas pesadas a grandes distancias y por eso la mayoría de los camiones los utilizan.

# 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El motor Diésel es uno de los motores para vehículos utilitarios más usados en el mundo, por tal razón se ha hecho una gran inversión de tiempo y esfuerzo en el desarrollo de mejoras en su diseño y desempeño. Una parte vital en el óptimo rendimiento del motor diesel es la bomba de inyección, la cual se encarga de dosificar el combustible y enviarlo con la presión y tiempo adecuados para generar la combustión.

Para contribuir con el buen diagnóstico, mejoramiento y reparación de estos sistemas debemos estudiarlo y entenderlo, lo cual significa formación en el ámbito de la educación. La Educación tiene varias características como la función receptiva, la cual es la encargada de captar, transformar y seleccionar la información. Por eso cuando queremos conocer y aprender acerca de un sistema de inyección en un motor diesel es muy acertada la decisión de contar con material didáctico junto a la información necesaria.

Aunque es un sistema muy importante muchos desconocen su operación o funcionamiento. Con nuestro proyecto "PARTES Y FUNCIONAMIENTO BOMBA DE INYECCION LINEAL CON CONTROL ELECTRONICO" vamos a aportar al conocimiento de los futuros Ing. Mecánicos para que se vean beneficiados con un material didáctico el cual será de gran ayuda, se eligió un componente de Inyección Controlado Electrónicamente para realizar un modelo didáctico en el cual se evidenciaran todas las partes y características de la Bomba de Inyección.

## **1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA**

En la intención del desarrollo del conocimiento y mejorar la comprensión del funcionamiento no es fácilmente perceptible como se desarrolla cada una de las funciones, como inyecta el combustible en la cámara, que pieza determina la cantidad de combustible necesaria para el buen desempeño del motor, como se desarrolla el orden de trabajo de cada uno de los inyectores. Son procesos no visibles puesto que son efectuados en piezas cerradas donde se generan estados de altas temperaturas y trabajos mecánicos continuos.

## **2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Comprender el funcionamiento de una bomba de inyección lineal con gobernador electrónico, a través de una ayuda didáctica que muestre de una forma gráfica sus componentes y el desempeño de cada uno. Para lo anterior se desarrollara un modelo didáctico de la bomba de inyección lineal y así facilitar el estudio de la misma.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Entender el funcionamiento de cada uno de los componentes internos de la bomba de inyección lineal con control electrónico.
- Describir las ventajas que ofrece este sistema de inyección frente a otros sistemas.
- Analizar el accionar de la bomba para la optimización del rendimiento del vehículo.

### **3. JUSTIFICACION Y DELIMITACION DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. JUSTIFICACIÓN**

Los estudios realizados por medio del ámbito conceptual nos brindan la seguridad y la pauta para desarrollar el proyecto de demostración de funcionamiento de un elemento vital del motor diesel. El presente parte de la importancia de mostrar puntualmente el funcionamiento interno de la bomba de inyección lineal controlada electrónicamente con el fin de ayudar a entender fácilmente su labor y así complementar el conocimiento sobre los motores diesel.

Nos basamos en la práctica y sobre todo en el interés de entender el funcionamiento del sistema de Inyección para detectar posibles fallas en un sistema y solucionarlas. Nuestro proyecto estará dirigido al personal estudiantil de la ECCI como a los docentes que son partícipes del aprendizaje de los sistemas diesel.

Es realmente interesante poder ejecutar proyectos como este los cuales son de interés común ya que por la parte específica se trataran los temas como la inyección de combustible, elevación de presión del mismo, y en general contribuye para el entendimiento de los estudiantes.

Este proyecto apunta directamente a la demostración y recreación de una bomba de inyección lineal controlada electrónicamente la cual fue sometida a unos cortes especiales para la demostración de su funcionamiento en cada uno de los elementos internos que posee. Lo anterior es dando desarrollo al planteamiento de contribuir con el estudio específico de la bomba de inyección ya que actualmente se presentan competencias muy específicas con respecto a elementos muy puntuales e importantes en el motor diesel. Teniendo en cuenta que el motor diesel presenta complejidad básicamente en el sistema de inyección por lo que es sin duda lo más importante para que presente un óptimo funcionamiento, hemos

desarrollado el presente proyecto porque lo que es vital para la formación de cada ingeniero mecánico conocer, entender y explicar cada componente de una tecnología tan importante para nuestro mundo como lo es hoy en día el diesel.

### **3.2. DELIMITACION**

Teniendo en cuenta la complejidad del sistema, se desarrolló una ayuda didáctica basada en una bomba de inyección lineal controlada electrónicamente, a la cual se le realizaron cortes en su superficie para poder observar sus componentes internos y el funcionamiento de los mismos.

Este proyecto se limita a explicar y demostrar el funcionamiento de la bomba de inyección sin ser operada mecánicamente.

## 4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. MARCO TEORICO

Partiendo del concepto básico del funcionamiento de un motor el cual es transformar en trabajo mecánico otras formas o fuentes de energía podemos entender cuál es la función de un motor en el inicio de marcha de un vehículo, pero que tanto conocemos de las partes que influyeron de forma directa o indirecta al buen logro de dicho propósito.

Los seres humanos percibimos información de diferentes formas, para poder absorber la información hacemos uso de diferentes canales de comunicación en los cuales encontramos cinco que son los más usados en el método de aprendizaje cotidiano dichos métodos traemos a mención:

- Aprendizaje Visual: se enfatiza en la necesidad de las imágenes o gráficos esto con el propósito de tener un apoyo o base para poder recordar y aprender.
- Aprendizaje Auditivo: en este método de aprendizaje se enfatiza en los debates o interacciones de un grupo en forma verbal para así poder desarrollar su capacidad de retentiva ante la información suministrada.
- Aprendizaje Memorístico: este aprendizaje se desarrolla cuando la persona se enfatiza a memorizar contenidos sin una amplia comprensión o relación.
- Aprendizaje Receptivo: en este modelo de aprendizaje solo se necesita que el sujeto comprenda el contenido pero no profundiza en sus conceptos.

- Aprendizaje por descubrimientos: en este método no hay nada pasivo se descubren los conceptos por medio de formas de relación, reordenando y adaptando la información de tal manera que queda toda la información guardada en el esquema cognitivo.

Este último tipo de aprendizaje ha sido el escogido para ser desarrollado la metodología de percepción de la información de la función interna de la bomba de inyección directa con control electrónico.

#### **4.2. MARCO CONCEPTUAL**

Con el propósito de brindar bases para una sencilla comprensión del tema se ha realizado una selección muy precisa de los términos más usados para un fácil entendimiento del sistema de inyección para los futuros Ing. Mecánicos.

-Diésel: Motor de combustión interna por inyección y compresión de aire y combustible, que no necesita bujías, cuyo componente principal es el diesel. Este es destilado del petróleo crudo que se purifica especialmente para eliminar el azufre.

-Inyección común: Acción y efecto de inyectar en este caso un fluido el cual es el diesel o ACPM.

-Inyección lineal: Posición en línea de los impulsadores en la bomba de inyección y el número e impulsadores es igual al número de cilindros.

-Control electrónico : Pieza ubicada en la parte trasera de la bomba de inyección que se encarga de entregar el combustible exacto en el momento indicado controlando de esta manera el combustible inyectado, dicho proceso lo realiza

mediante el desplazamiento de una cremallera que se encuentra internamente en el equipo.

-Bomba: Equipo o máquina que comprime y transporta fluidos.

-Inyector: dispositivo que se encarga de inyectar un fluido.

-Presión de combustible: Acto de comprimir o ejercer fuerza sobre un fluido en este caso determinado el diésel o ACPM.

-Caudal: Cantidad de fluido de una corriente, para este caso en específico hablamos del caudal de combustible que pasa por los la bomba y los ductos hacia los inyectores.

## 5. HISTORIA

La primera bomba de inyección de combustible diesel se fabricó en línea de producción en noviembre de 1927. Además de su creciente conocimiento de décadas, Bosch sirve de base para nuevas tecnologías y materiales y es toda una referencia en la industria automotriz.

Bosch introdujo muchas tecnologías originales dentro del mercado japonés, estableciendo joint-ventures y licencias. El día 17 de julio de 1939, Diesel KiKi co Ltd. (este nombre lo lleva desde julio de 2000) fue fundada bajo la licencia de Bosch para producir bombas inyectoras diesel. En agosto de 1997, Bosch se convirtió en la mayor accionista de la compañía y en julio de 2000 unificó el negocio de autopartes para primer equipo.

Actualmente Bosch y Zexel Bosch Group, emplean soo en Japón a cerca de 6,200 personas.

Bosch Automotive System Corporation, en realidad, tiene tres actividades de negocios en Japón. Son ellas: Automotive (Sistemas de Inyección Diesel y Gasolina), frenos (ABS, TCS, ESP, etc.), Electrónico (Airbag, Sensores, etc.).

## 6. BOMBA DE INYECCION LINEAL CONTROLADA ELECTRONICAMENTE

### 6.1. DEFINICIÓN

La bomba de inyección es el elemento encargado de alimentar de combustible un motor Diesel. Al igual es el dispositivo que se encarga de elevar la presión del combustible para que trabaje al mismo ritmo de los inyectores, dosifica la cantidad de combustible y regula las velocidades máximas y mínimas en el motor. Básicamente es una bomba de pistones ubicados en línea que se encargan de alimentar a los inyectores con un caudal variable que circula a través de un embolo por cada uno de los cilindros.

Es importante afirmar que cada uno de los inyectores está conectado directamente a un elemento de la bomba y son accionados por un elemento principal dentro de la misma bomba que él es árbol de levas quien se encarga de recibir el movimiento del mismo motor para mover los impulsadores y posteriormente los émbolos.

**Figura 1.** Bomba lineal controlada electrónicamente.



Fuente: Fotografía por Juan Carlos Urueña, taller de mecánica diesel, 2014.

## 6.2. APLICACIONES

Estas bombas se utilizan sobre todo en motores Diesel instalados en camiones y buses. Pero también se utiliza en vehículos livianos, tractores y máquinas agrícolas, así como en la maquinaria de construcción, por ejemplo: en excavadoras y niveladoras.

Otro campo de aplicación de las bombas de inyección en línea es en los motores navales y en motores para generadores eléctricos.

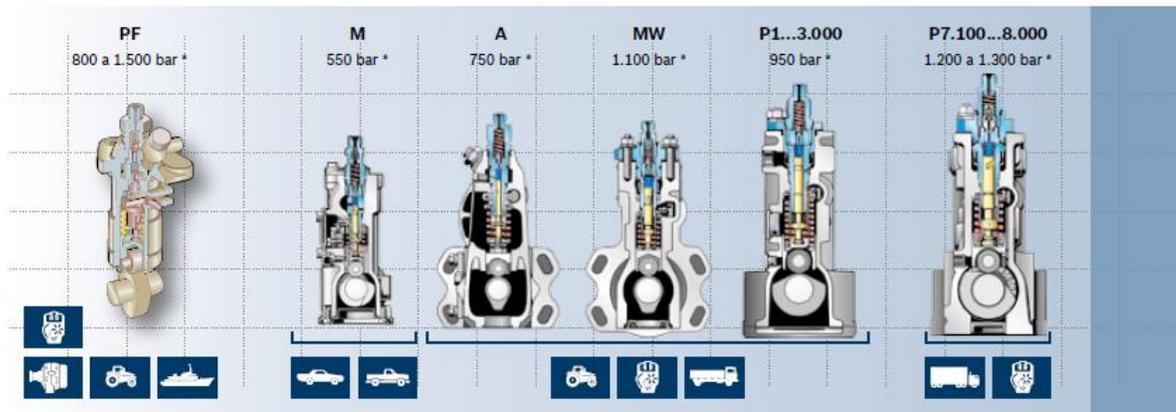
Bosch es el principal constructor de bombas de inyección en línea y las denomina: **PE**. Existen bombas de distintos tamaños que se adaptan a la potencia del motor que van alimentar. Dentro de las bombas de inyección en línea PE existen dos construcciones distintas. Por un lado tenemos las denominadas "M" y "A" y por el otro las "MW" y "P".

**Tabla 1.** Clasificación de las bombas de inyección en línea PE

Clasificación de la bombas de inyección en línea PE					
Características:	Tipos:				
	M	A	MW	P3000	P7100
Presión de inyección (bar)	550	750	1100	950	1300
Aplicación	Turismos y vehículos de transporte	Camiones ligeros y medianos, tractores, motores industriales			Camiones de gran tonelaje, motores industriales
Potencia por cilindro (kW/cilindro)	20	27	36	60	160

Fuente: Bomba de inyección en línea. Disponible en: [http://www.bombainyectora.es/tipos\\_de\\_bombas.html#bombas\\_inyeccion\\_linea](http://www.bombainyectora.es/tipos_de_bombas.html#bombas_inyeccion_linea)

**Figura 2.** Tipos de bombas de inyección en línea.



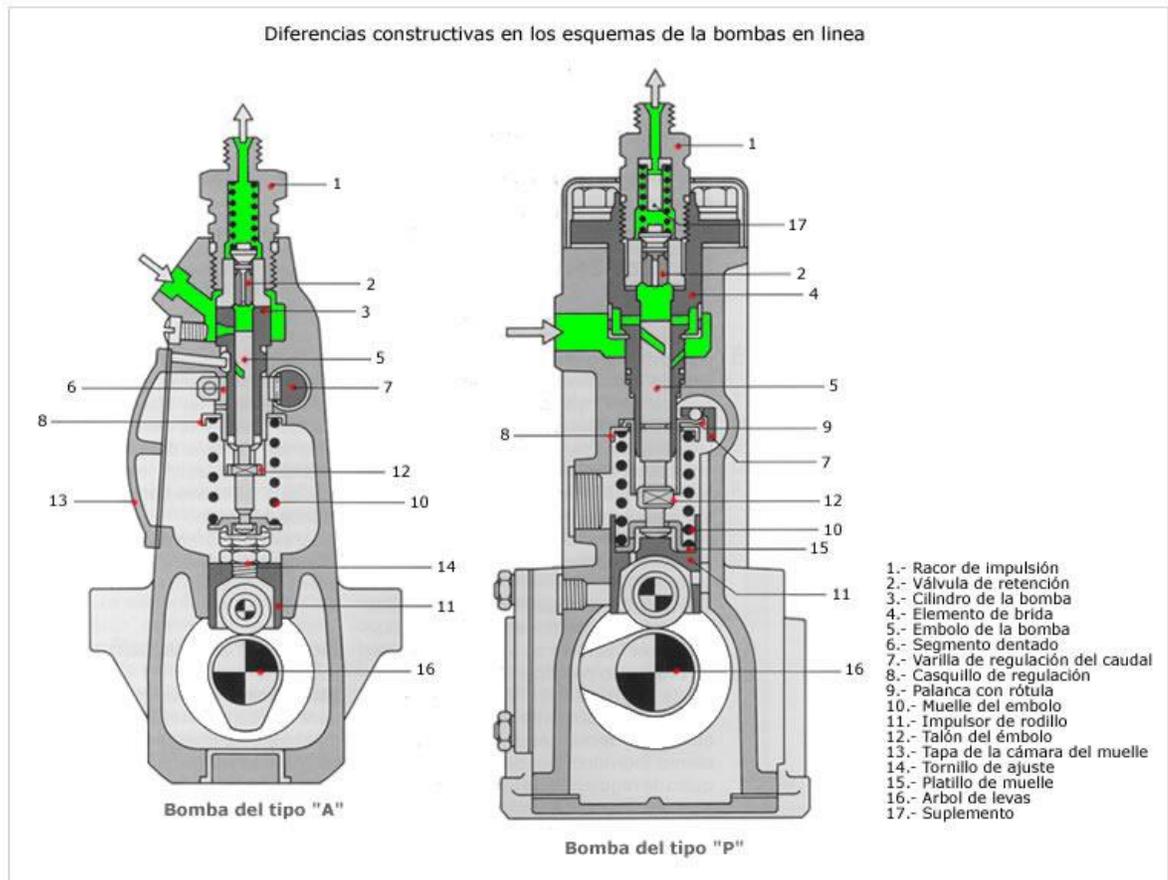
Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

**Figura 3.** Tipos de bombas de inyección en línea PE.



Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

**Figura 4.** Diferencias constructivas en los esquemas de las bombas.



Fuente: blogdeautomoviles, Bombas de inyección diesel en línea. Disponible en: <http://blogdeautomoviles.com/65424/bombas-de-inyeccion-en-linea/>

### 6.3. FUNCIONAMIENTO

Lo que hace la bomba de inyección lineal es aprovechar el giro del motor para hacer girar el árbol de levas de la bomba, luego para mover los impulsadores y los émbolos que están ubicados en los cilindros de la bomba. La cremallera es un elemento que transmite movimiento ordenado por el acelerador, permite el giro del embolo para que permita la entrada del combustible. El movimiento que realiza la

cremallera esta ordenado por un control electrónico que traduce por medio de un sensor de posicionamiento del acelerador.

El sensor de posicionamiento del acelerador es un sensor resistivo el cual se encarga de enviar la señal al ECM para luego convertirla y dar una señal de salida hacia el actuador que se encuentra en la cremallera.

Sus principales funciones son:

- Elevar la presión del combustible a los valores de trabajo del inyector en el momento, ritmo y tiempo de duración adecuados.
- Dosificar con exactitud la cantidad de combustible que será inyectado al cilindro de acuerdo a la voluntad del conductor.
- Regular las velocidades máximas y mínimas del motor.

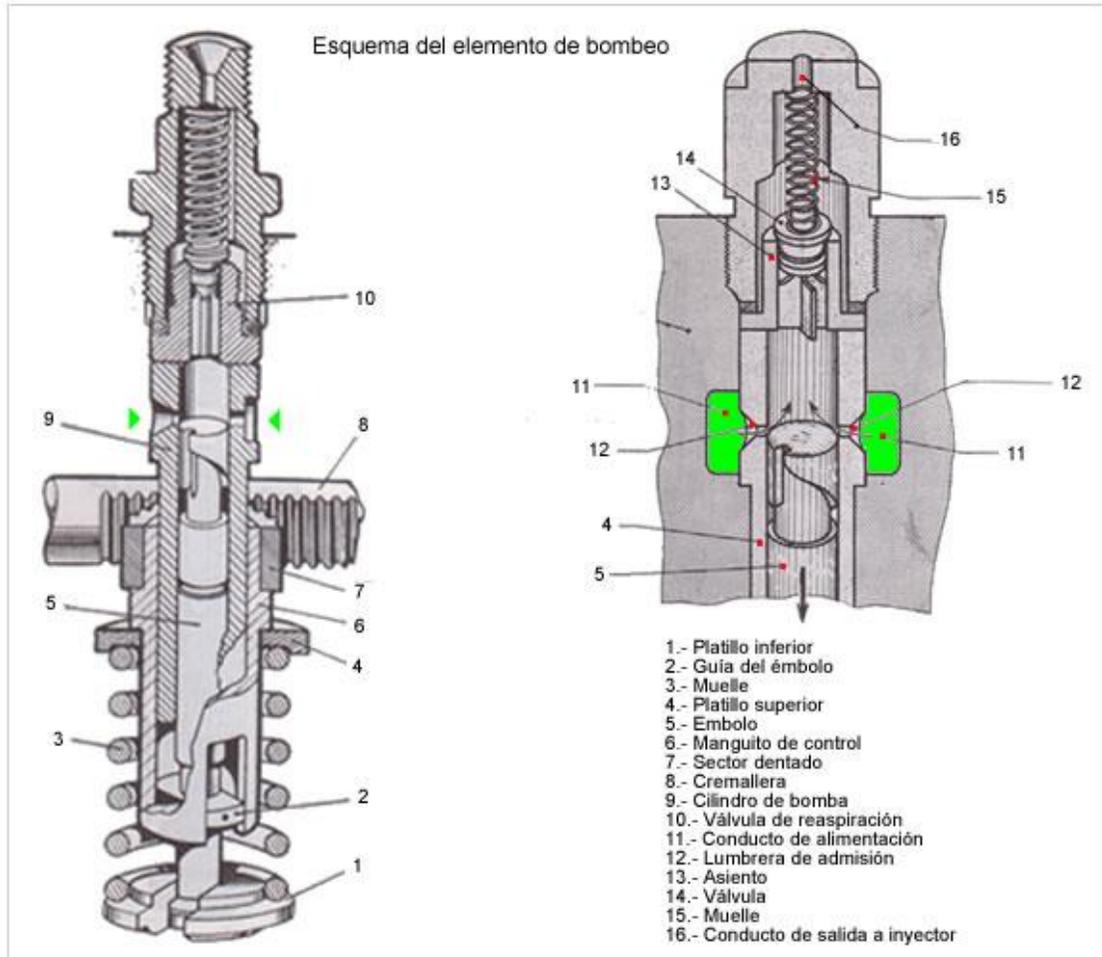
Su funcionamiento básico es como se explica a continuación:

Cuando la leva gira, actúa levantando el pistón venciendo el empuje del resorte, que entra en acción cuando el saliente de la leva en su giro deja de actuar sobre el pistón.

Cuando el pistón desciende se abre el paso de combustible a la parte superior del cilindro al destapar las lumbreras correspondientes, debido a la presión reinante en el conducto o cámara de alimentación provocada por la bomba de alimentación, el cilindro se llena completamente de combustible.

En la carrera de ascenso del pistón este mismo cierra el paso de combustible al bloquear las lumbreras, al ir subiendo, la presión aumenta en el interior del cilindro.

**Figura 5.** Esquema del elemento de bombeo.



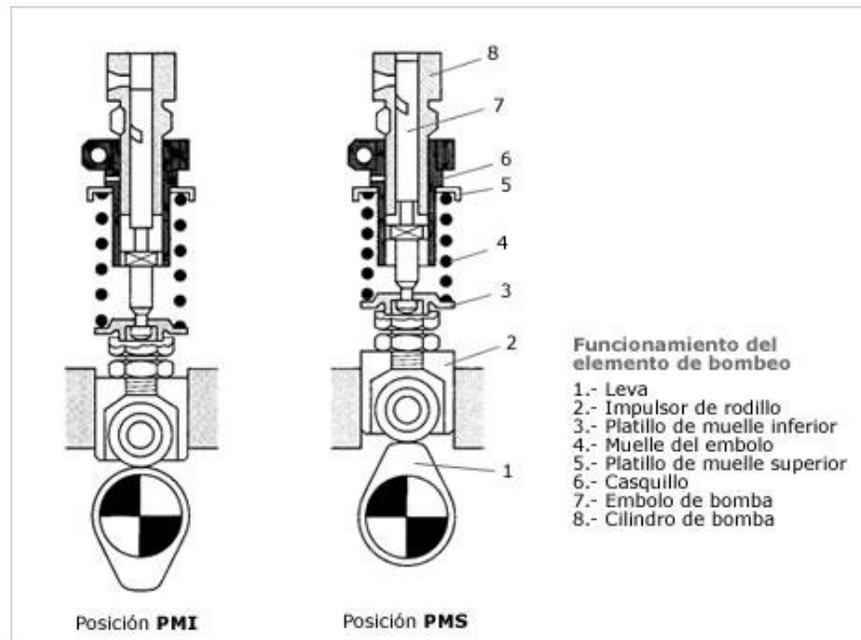
Fuente: blogdeautomoviles, Bombas de inyección diesel en línea. Disponible en: <http://blogdeautomoviles.com/67594/bombas-de-inyeccion-en-linea/>

Cuando el valor de esta presión es superior a la fuerza que ejerce el resorte de la válvula de descarga, esta se abre, con lo cual, el combustible pasa al circuito de inyección comprendido entre la bomba de inyección y el inyector.

A medida que el combustible no salga por el inyector la presión en todo el circuito ira aumentando a medida que el pistón vaya subiendo, en el momento que esta presión es superior a la del taladro del inyector, este permite el paso del

combustible al cilindro del motor, comenzando en este momento la inyección, cuyo final depende de la posición de la rampa helicoidal del embolo, pues, llegado el pistón a cierta altura, pone en comunicación el cilindro con el conducto de alimentación, con lo cual, desciende bruscamente la presión en el interior del cilindro.

**Figura 6.** Funcionamiento del elemento de bombeo.

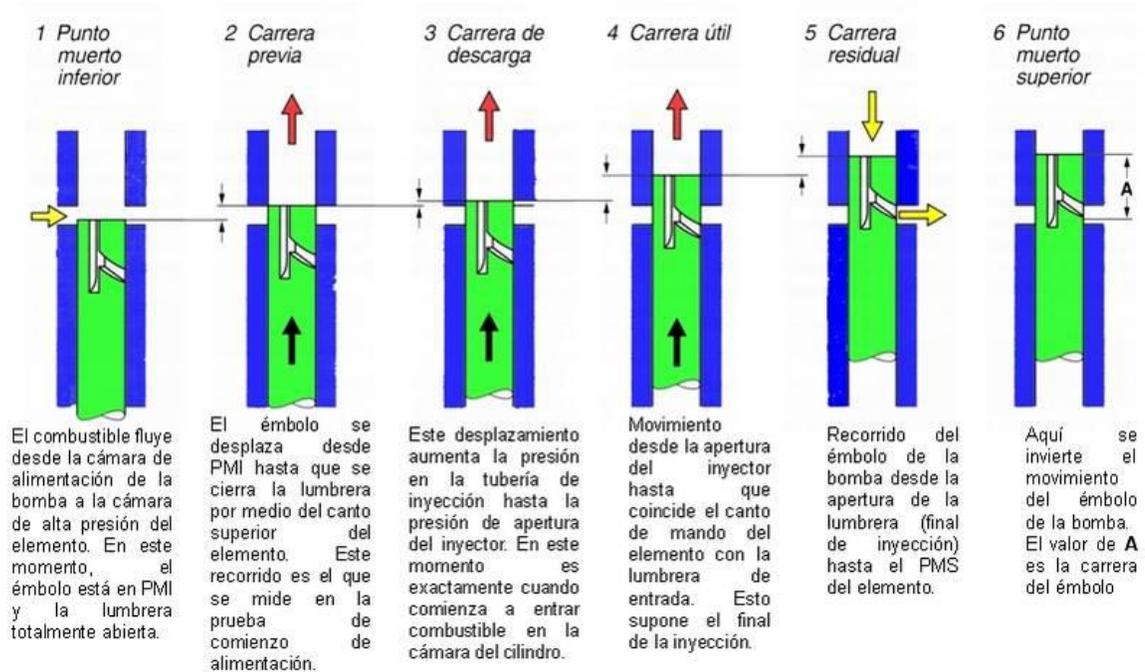


Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

De esta forma se garantiza la presión adecuada para enviar el combustible al inyector.

En la próxima carrera de descenso se cierra la válvula de descarga que es empujada por un resorte que lleva en la parte superior y vuelven a abrirse las lumbreras que conducen combustible desde la cámara de alimentación y el ciclo se repite.

**Figura 7.** Fases de trabajo del émbolo.



Fuente: Curso Bombas de inyección en línea. Disponible en: <http://www.tallerdemecanica.com/>

### 6.3.1. REGULACIÓN DEL CAUDAL DE COMBUSTIBLE

Para regular la entrega de combustible entre entrega nula (para detener el motor) y la entrega máxima (para máxima potencia), se usan unos cortes especiales en la superficie del pistón.

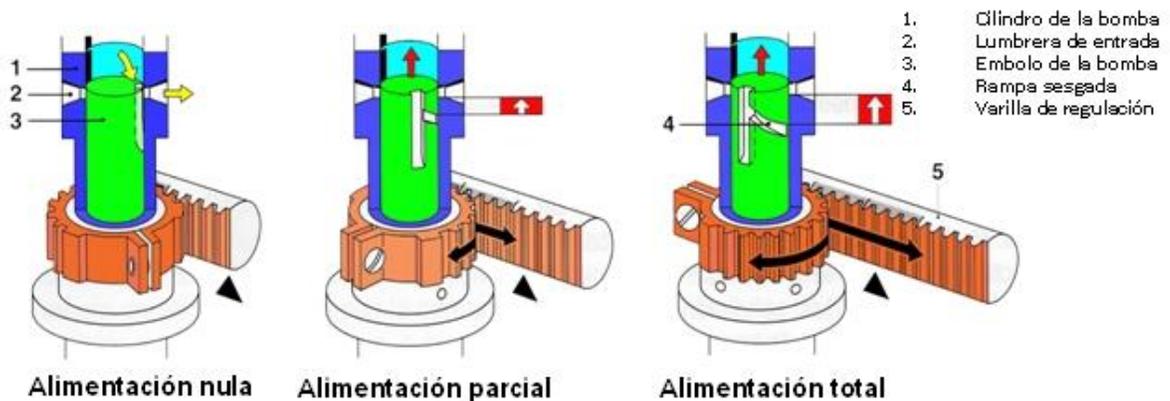
Como ya vimos, cuando el pistón está en la parte inferior de la carrera de descenso, se abre el orificio de alimentación y entra combustible al volumen sobre su cabeza, luego en su carrera de descenso ese combustible se impulsa al inyector al quedar cerradas las lumbreras de entrada.

La impulsión de combustible podrá llevarse a cabo hasta que el borde del acanalado tallado en el pistón alcance uno de los orificios de alimentación, en este caso el combustible restante sobre la cabeza del pistón no será inyectado al motor, si no que retrocederá a la línea de alimentación que tiene mucha menor presión.

Ya no toda la carrera del pistón sirve, solo hay una carrera efectiva de impulsión.

Se puede observar que el corte del pistón tiene un perfil helicoidal, de manera que si se hace girar, la carrera efectiva crece o disminuye en sentido contrario. De esta forma es que se consigue cambiar la entrega de la bomba.

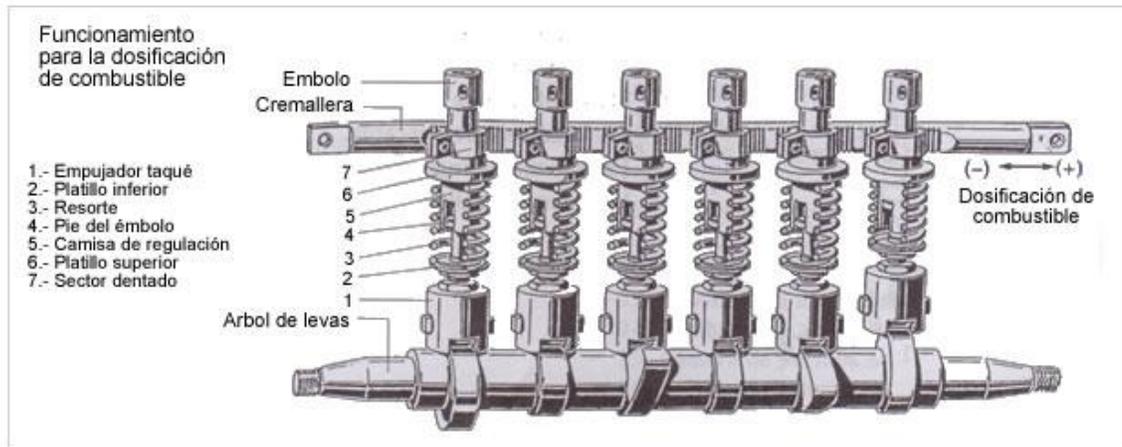
**Figura 8. Regulación del caudal de inyección.**



Fuente: Curso Bombas de inyección en línea. Disponible en: <http://www.tallerdemecanica.com/>

El fin de inyección depende de la posición de la rampa helicoidal con respecto a la lumbrera de admisión. Esta posición se puede modificar haciendo girar el pistón sobre su eje vertical, por medio de una cremallera que engrana sobre la corona dentada fijada sobre el casquillo cilíndrico, que a su vez mueve el pistón. La cremallera es movida automáticamente por medio de un regulador y da movimiento simultáneo a todos los elementos de inyección de la bomba.

**Figura 9.** Funcionamiento para la dosificación de combustible.



Fuente: Introducción Bombas de inyección lineal. Disponible en: <http://bombalineal6a.blogspot.com/>

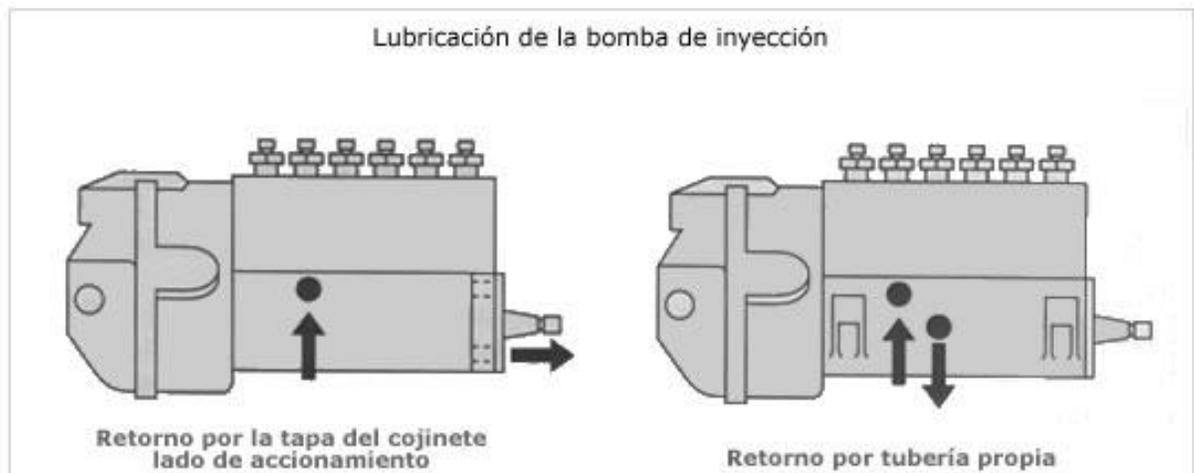
La posición de la cremallera depende de la aceleración y las rpm del motor, y el volumen de inyección (objetivo) al que se debe llegar es ejecutado por la información enviada por los sensores y procesado por el ECM.

El sensor de posición de cremallera detecta la posición actual de la cremallera, y el actuador del gobernador desplaza la cremallera hacia la posición ideal donde entregará la cantidad de combustible exacta en el tiempo preciso, controlando el volumen de combustible inyectado.

### 6.3.2. LUBRICACIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN LINEAL

La importancia de la lubricación en todo componente que trabaje bajo cargas es vital para la vida útil del mismo, recordemos que aún mas para la bomba de inyección en el motor diesel, cuando la bomba de inyección es un elemento que trabaja con mucha precisión. La bomba de inyección lineal se lubrica por medio del circuito lubricante del motor, se lubrica tanto la parte de la bomba como tal donde se encuentran todos los elementos de bombeo (eje de levas, impulsadores, cilindros, émbolos, regulador centrífugo de velocidad, entre otros). Algo importante es que con este tipo de lubricación de la bomba está exento de mantenimiento lo que hace tener mayor prestación para los motores diesel que la posean.

**Figura 10.** Lubricación de la bomba de inyección.



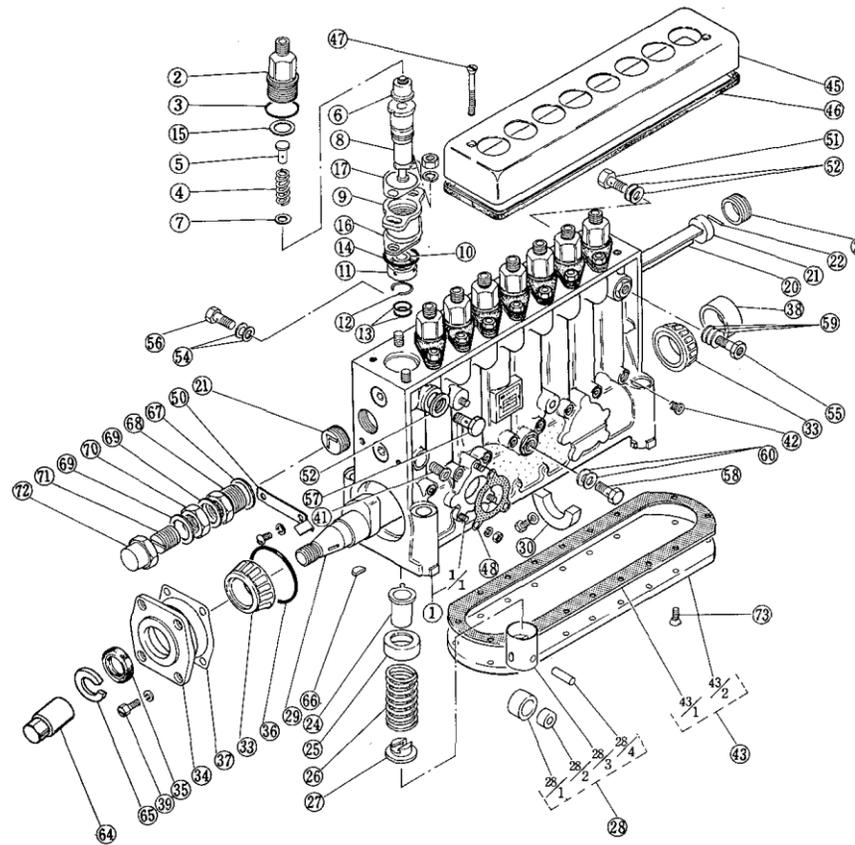
Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/cursos-bomba-linea-regulador.htm>

La lubricación de la bomba es con un aceite filtrado que proviene del motor y se hace llegar al cuerpo y al regulador a través de una tubería, por un orificio de entrada, el aceite lubricante vuelve al motor a través de una tubería de retorno, y en algunos casos el retorno se hace a través del alojamiento del árbol de levas u orificios especiales alrededor del mismo.

Es importante decir que existen diseños de bombas de inyección en línea sin conexión al circuito de lubricación del motor, el aceite lubricante se le adiciona al cuerpo de la bomba por un tapón o capuchón de purga. El nivel del aceite se revisara al tiempo que se realicen los mantenimientos preventivos del motor previstos por el fabricante. Las bombas y los reguladores con circuito de aceite separado poseen respectivamente una varilla para controlar el nivel del aceite.

## 7. PARTES DE UNA BOMBA DE INYECCION LINEAL CONTROLADA ELECTRONICAMENTE

Figura 11. Despiece de una bomba de inyección lineal.



Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea-regulador.htm>

**Tabla 2.** Partes de una bomba de inyección lineal.

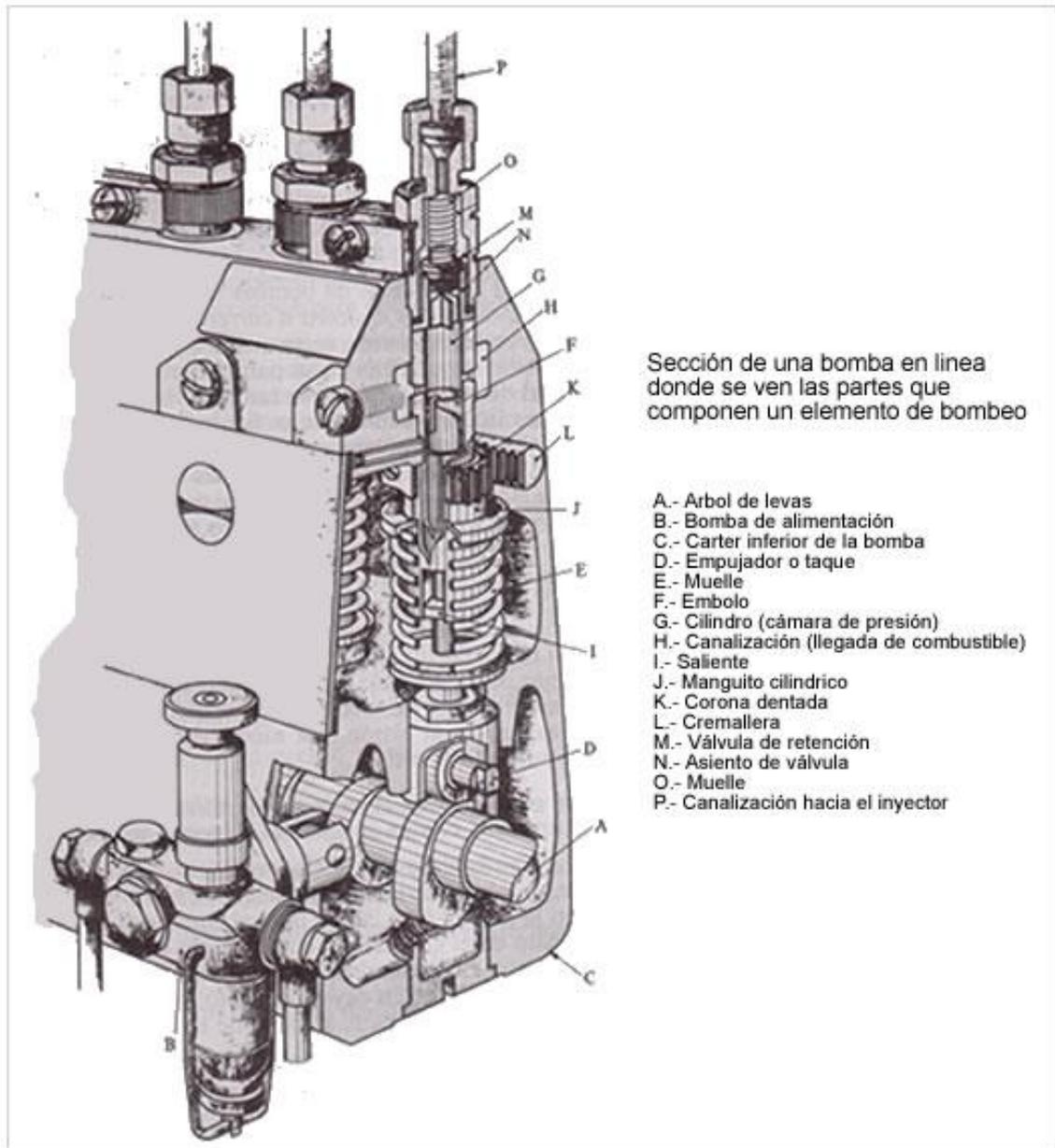
Número	Nombre de la Pieza	Número	Nombre de la Pieza
1	Caja de la bomba	28	Alzaválvulas
2	Porta-válvula de entrega	29	Arbol de levas
4	Resorte de válvula de entrega	30	Balinera intermedia
5	Tope de la válvula	33	Balinera de rodillos
6	Válvula de entrega	34	Cubierta de la balinera
8	Elemento de la bomba	35	Sello de aceite
9	Porta-Elemento	37	Placa de laminillas
11	Tapa protectora de impacto	38	Retén de la balinera
12	Anillo de retención	42	Tapón roscado
16	Placa de laminillas	43	Tapa de cubierta de la bomba
17	Asiento del porta-válvulas de entrega	43-1	Empaque
20	Cremallera de control	43-2	Tapa de cubierta
21	Buje de la cremallera	45	Cubierta del portaválvulas
22	Pasador recto	46	Empaque
23	Tornillo del buje	48	Empaque de la bomba de alimentación
24	Camisa de control	50	Aguja indicadora del tiempo
25	Asiento superior del resorte	55	Válvula de retorno
26	Resorte del émbolo	64	Tuerca cilíndrica del variador de avance
27	Asiento inferior del resorte	66	Cuña Woodruff

Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

## 7.1. VÁLVULA DE ENTREGA O DESCARGA

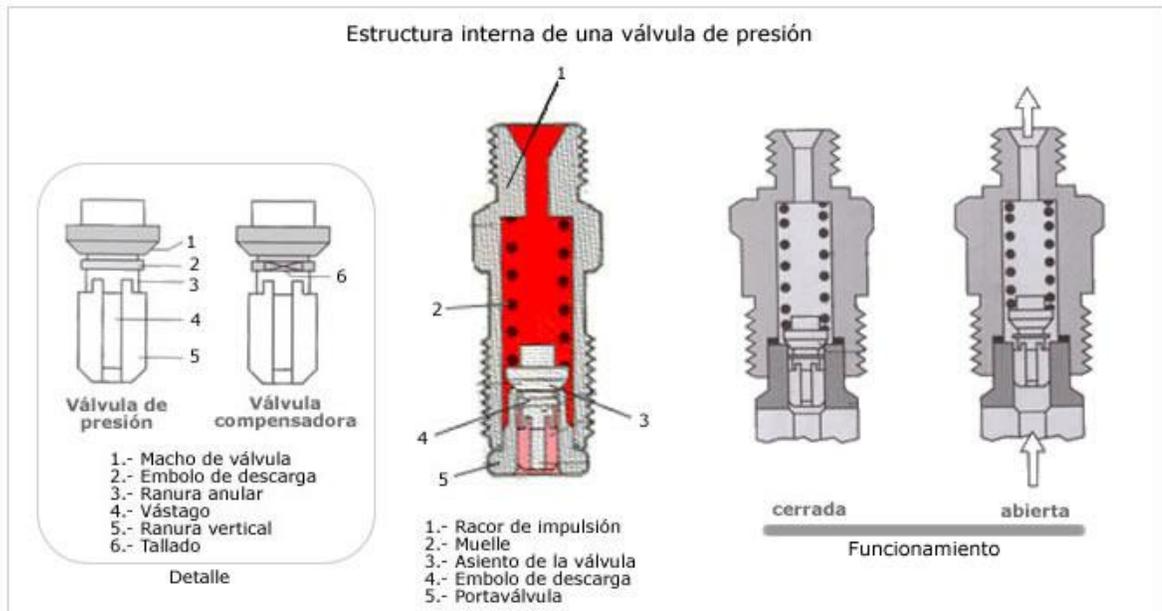
Se encuentra ubicada en la parte superior de la bomba, arriba del elemento de bombeo. Actúa como válvula que permite la retención de combustible en el tubo y en el inyector. Luego que la cantidad de combustible está preparada para viajar hasta los inyectores esta se abre y permite la descarga de combustible hacia los inyectores para la combustión. Recordemos que la válvula de entrega es muy precisa en sus movimientos por lo cual se cierra con mucha rapidez por acción de su resorte y por la alta presión que maneja.

**Figura 12.** Sección de una bomba en línea.



Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

**Figura 13.** Estructura interna de una válvula de presión.



Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

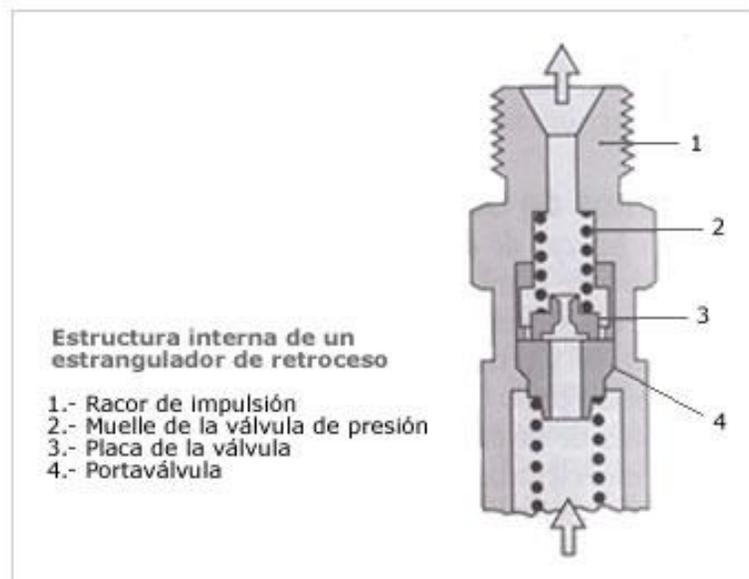
## 7.2. ESTRANGULADOR DE RETROCESO

El estrangulador de retroceso está ubicado entre la válvula de presión y la tubería que alimenta al inyector, se puede encontrar en el racor de impulsión muy cerca de la válvula de presión o descarga. Es utilizado para reducir en el sistema de alta presión la cavitación (fenómeno de desgaste producido por los cambios rápidos de presión). En pocas palabras la función del estrangulador de retroceso es la regulación del caudal del combustible.

Es importante resaltar que cada válvula reguladora de caudal solo regula la velocidad en un solo sentido.

Deben colocarse las válvulas reguladoras de caudal lo más cercano posible al cilindro para no causarle daños por cavitación a la tubería desde el racor hasta donde este la válvula.

**Figura14.** Estructura interna de un estrangulador de retroceso.



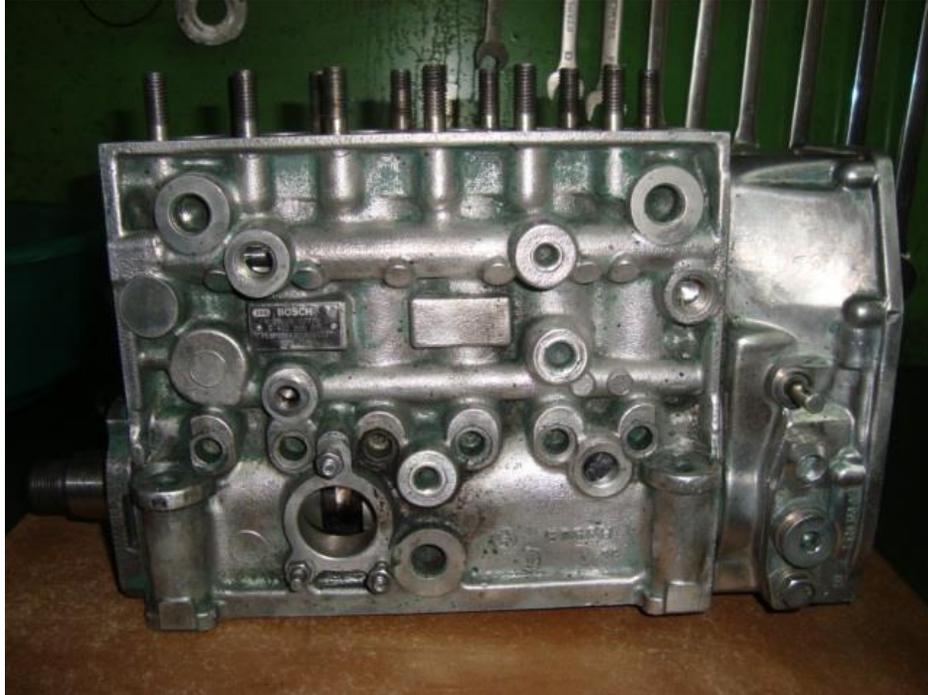
Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica.  
<http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

Disponible en:

### 7.3. CUERPO DE LA BOMBA

El cuerpo de la bomba es donde se acoplan todos los elementos del sistema encargado de la elevación y dosificación del combustible hacia los inyectores y se integran al funcionamiento de la misma, también acopla el elemento de avance de la bomba y protege los elementos internos de ella.

**Figura 15.** Cuerpo de la bomba de inyección lineal.



Fuente: Fotografía por Juan Carlos Urueña, taller de mecánica diesel, 2014.

#### **7.4. ÁRBOL DE LEVAS**

El árbol de levas va soportado sobre rodamientos asegurando su giro, está hecho de acero forjado – templado y tiene una resistencia al desgaste muy alta, este va fijo con un pasador a un engrane y a su vez conectado al cigüeñal. La función que tiene el cigüeñal es la de acoplar el movimiento del motor en una relación 2:1, lo que quiere que la bomba gira a la mitad de las rpm del motor, el movimiento va dirigido a la bomba para mover los impulsadores y así se moverán los émbolos y dependiendo del nivel del acelerador la cremallera regula la cantidad de combustible que ira a cada inyector para un nuevo ciclo. El árbol de levas ha sido fabricado con un diámetro mayor para resistir las fuertes variaciones de torque.

**Figura 16.** Árbol de levas.



Fuente: Árbol de levas de una bomba de inyección lineal, Mercado libre. Disponible en: <http://articulo.mercadolibre.com.ve/>

#### **7.4.1. FORMA DE LA LEVA**

Tiene la función de mover el embolo, la forma de la leva influye sobre la duración de la inyección, el rendimiento de la bomba en general y la velocidad de la alimentación. Algo importante con lo que cumple la leva es de proporcionar un rápido corte de inyección lo que se da con un cambio muy radical (plano) en la zona central de la leva, donde la velocidad de levantamiento es alta. Cabe afirmar que la inyección termina antes de que dicha velocidad de levantamiento alcance su máximo valor. Por esta razón, en cada proceso de inyección se respeta una distancia de seguridad de 0,3 mm.

Se utilizan formas de levas simétricas, asimétricas y con seguro contra retroceso. Estas últimas hacen que el motor no pueda arrancar en el sentido de giro contrario lo que hace a aquellos motores que la poseen muy seguros. La forma de leva a aplicar depende del tipo de la bomba, del diseño del motor y de su campo de aplicación.

**Figura 17.** Forma de leva.

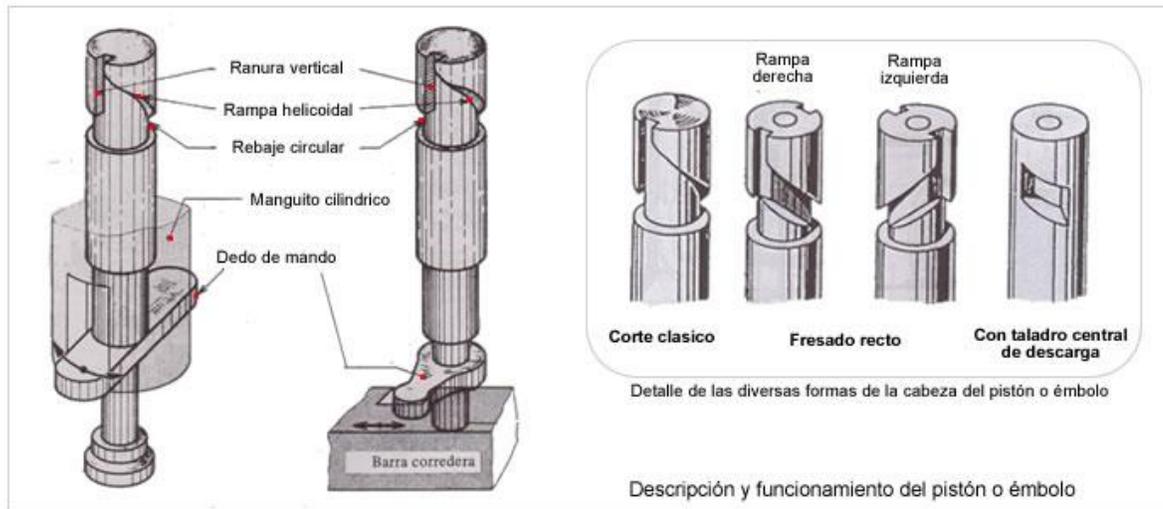


Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

## 7.5. EMBOLO O PISTÓN

La entrada de combustible se da por los émbolos o pistones los cuales al momento de la carrera ascendente producen la inyección de una cantidad de combustible específica ya dada por la cremallera, lo anterior se refiere a que la cantidad de combustible sale con una fuerza adecuada (presión) hacia el inyector para que sea introducida en la cámara de combustión. Los materiales de construcción de los émbolos dependen del tipo de bomba y tamaño, lo común es encontrar pistones o émbolos de una bomba lineal en aluminio por lo que son mucho más ligeros y tienen un alto coeficiente de transmisión de temperatura, también se encuentran en hierro colado los cuales se desgastan menos.

**Figura 18.** Embolo de la bomba de inyección lineal.

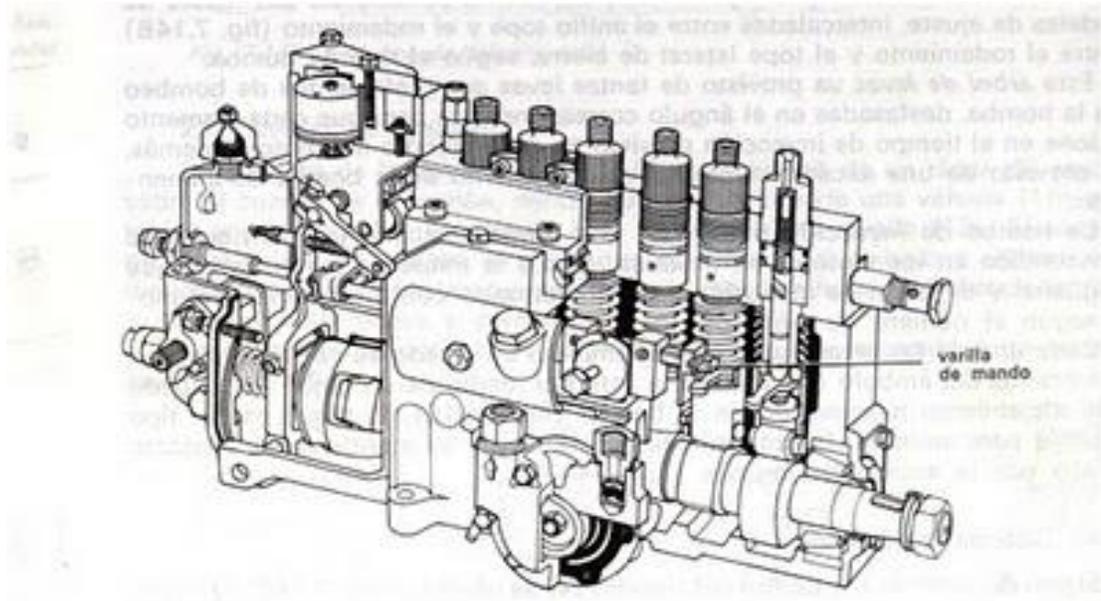


Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

## 7.6. VARILLA DE MANDO O CONTROL

La varilla de mando o control hace girar todos los émbolos para variar la cantidad de combustible inyectado ordenado por la cremallera que se encarga de convertir el nivel del acelerador. Existen unas horquillas de control que van montadas en la varilla y se acoplan en el extremo inferior de los émbolos.

**Figura 19.** Varilla de mando o control.



Fuente: Bombas de inyección lineal. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/56001647/28/BOMBA-DE-INYECCION-LINEAL>

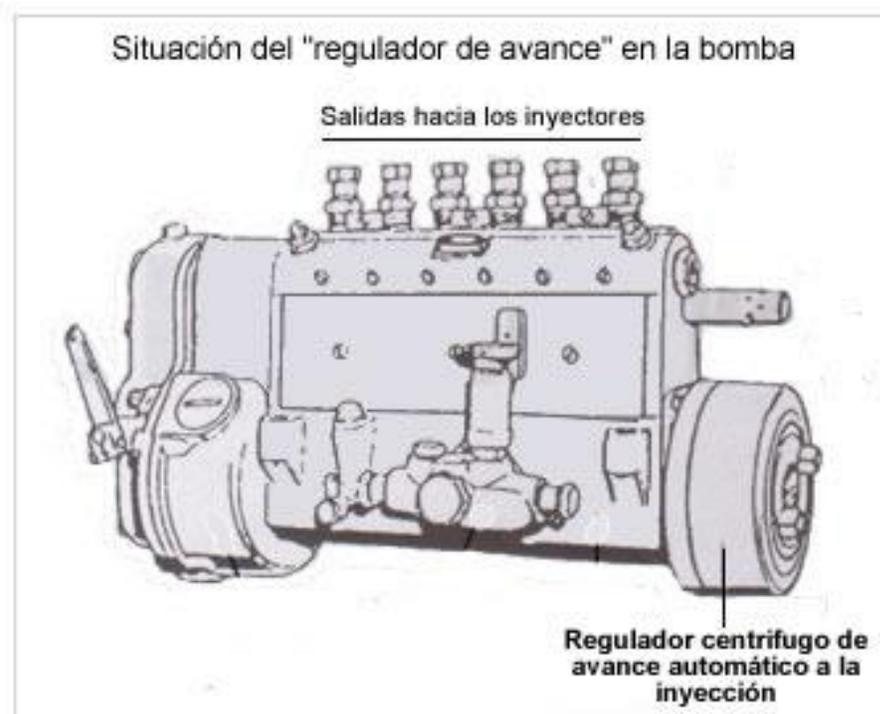
### **7.7. REGULADOR O VARIADOR DE AVANCE**

Controla el comienzo de la inyección, es el encargado de suministrar mayor cantidad de combustible aumentando la duración de la inyección cuando el motor lo requiere. Para adaptarse a la necesidad de cambiar el momento de inicio de la inyección para las diferentes velocidades de giro del motor se utiliza un dispositivo que integra un variador centrífugo colocado en el árbol de entrada a la bomba de inyección y cuyo cuerpo sirve al mismo tiempo como elemento de acople al motor.

Se basa el funcionamiento en usar la fuerza centrífuga creciente con el aumento de la velocidad del motor para cambiar la posición relativa en sentido angular (diagonal

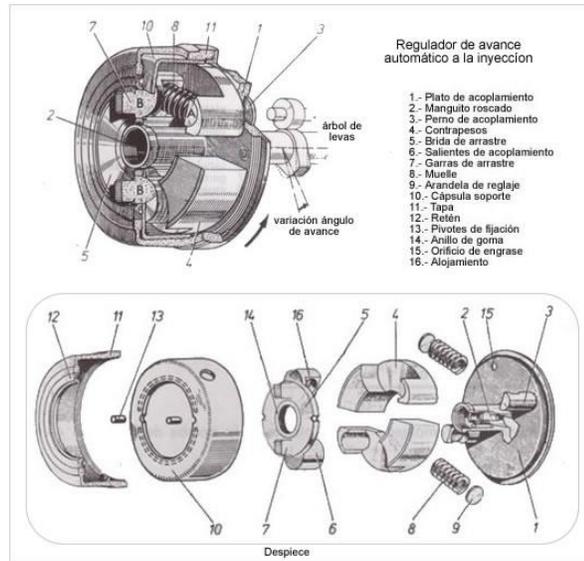
o de lado) entre el cuerpo exterior acoplado al motor y el eje de salida acoplado a la bomba. Con ellos se adelanta o atrasa el comienzo de la inyección con respecto a la posición del pisto en el motor. Posee un elemento aliado para medir su funcionamiento y es llamado "avance" el cual es leído en mm y nos determina el desempeño y la manera del comienzo de la inyección, con esto se diagnostica problemas de encendido del motor.

**Figura 20.** Ubicación del regulador de avance.



Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

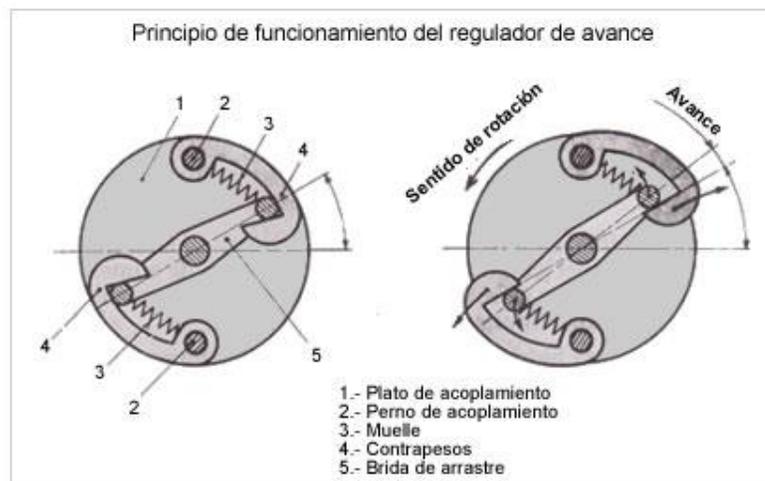
**Figura 21.** Despiece del regulador de avance.



Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica.  
<http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

Disponible en:

**Figura 22.** Funcionamiento del regulador de avance.



Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica.  
<http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

Disponible en:

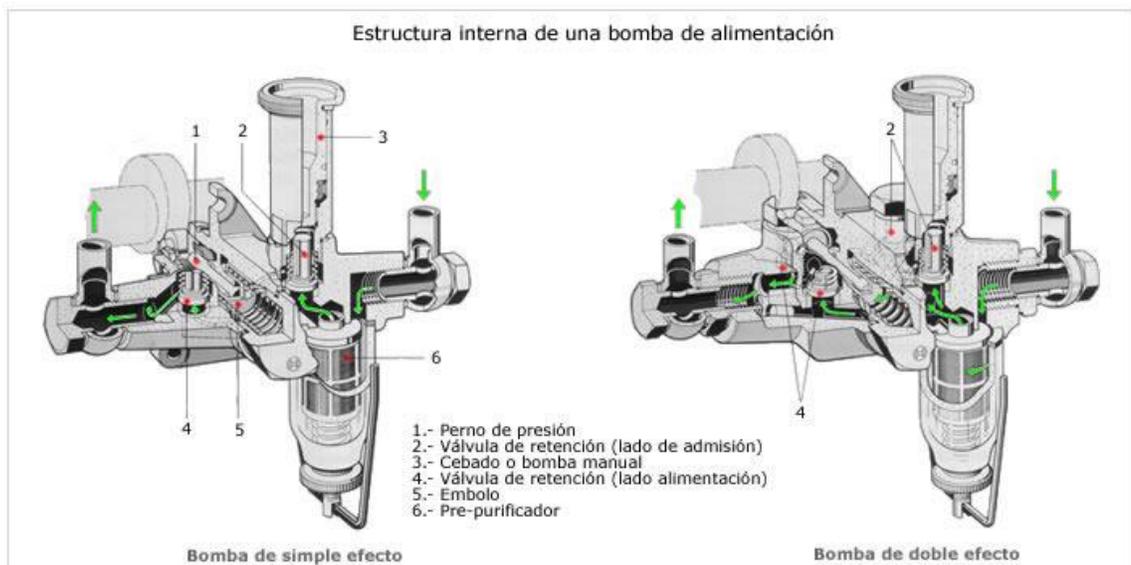
## 7.8. BOMBA DE ALIMENTACION

Su función principal es la de succionar el combustible desde el tanque, y suministrarlo a presión a la cámara de admisión de la bomba de inyección a través de un filtro de combustible. La presión con la que el combustible debe llegar a la cámara de admisión es aproximadamente de 1 bar para garantizar el llenado de la misma.

Esta es una bomba mecánica de embolo fijada generalmente a la bomba de inyección y es accionada por el árbol de levas de la bomba de inyección, en la mayoría de casos esta bomba viene equipada con un cebador manual cuya función es llenar y purgar el lado de admisión del sistema de inyección para su puesta en servicio o después de realizar labores de mantenimiento.

Existen bombas de alimentación de simple o doble efecto. Según el tamaño de la bomba se acoplan en la misma una o dos bombas de alimentación.

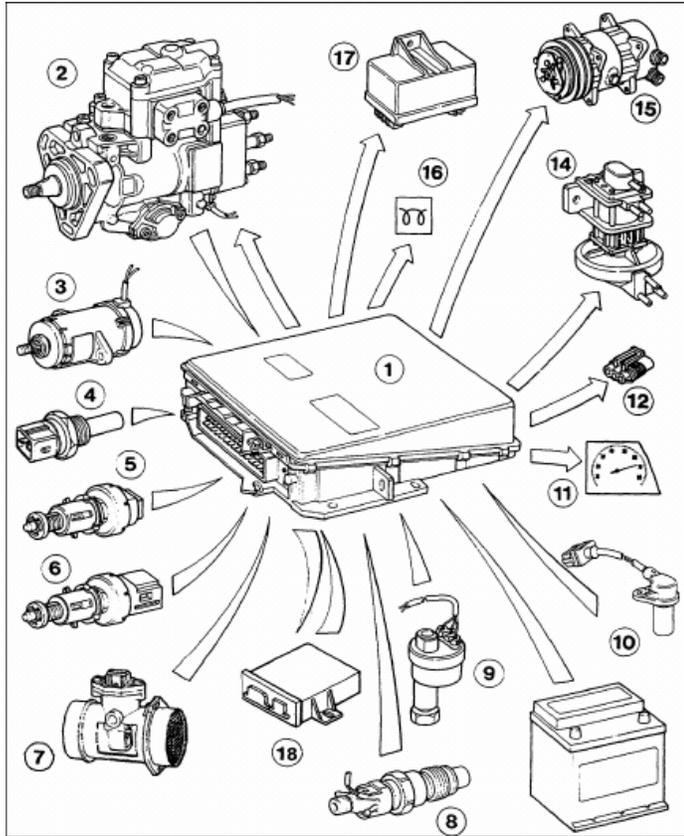
**Figura 23.** Estructura interna de una bomba de alimentación.



Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>

## 8. CONJUNTO DE SENSORES Y ACTUADORES

Figura 24. Conjunto de sensores y actuadores.



1. UNIDAD DE MANDO
2. BOMBA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA (VP)
3. POTENCIÓMETRO DEL ACELERADOR
4. SENSOR LÍQUIDO REFRIGERANTE
5. INTERRUPTOR DEL EMBRAGUE
6. INTERRUPTOR PEDAL DE FRENO
7. MEDIDOR DE MASA DE AIRE
8. SENSOR COMIENZO DE INYECCIÓN
9. SENSOR DE VELOCIDAD VEHÍCULO
10. SENSOR RPM
11. CUENTARREVOLUCIONES
12. TOMA DE DIAGNOSIS
13. BATERÍA
14. ELECTROVÁLVULA EGR
15. SEÑAL COMPRESOR AIRE ACONDICIONADO
16. TESTIGO BUJÍAS DE PRECALENTAMIENTO
17. UNIDAD DE MANDO BUJÍAS DE RECALENTAMIENTO
18. UNIDAD CODE ANTIARRANQUE

Fuente: <http://www.yee.air-leader.ru/archive/2012/10/5a08d60d92f7c3742bf5d68f074c1d16/>

### 8.1. UNIDAD DE MANDO

Podemos definir esta pieza como el cerebro del vehículo es donde se procesa toda la información de cada uno de los sensores integrados en el sistema de automotor y de ahí brinda otras señales de salida u órdenes a otros componentes electrónicos

**Figura 25.** Unidad de mando.



Fuente: [http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-487454380-computadoraecuecmunidad-de-mandocalculador-electronico-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-487454380-computadoraecuecmunidad-de-mandocalculador-electronico-_JM)

## **8.2. BOMBA DE INYECCION ELECTRONICA**

Esta bomba se constituye por elementos en línea, su número depende de la cantidad de cilindros que tenga el motor, en su conjunto de componentes encontramos un regulador de velocidad, un variador de avance automático el cual puede ir acoplado al arrastre de la bomba.

**Figura 26.** Bomba lineal controlada electrónicamente.



Fuente: Fotografía por Juan Carlos Urueña, taller de mecánica diesel, 2014.

### **8.3. POTENCIOMETRO DEL ACELERADOR**

Este dispositivo anula la conexión mecánica existente en el pedal de aceleración y determina el caudal de combustible. Se constituye por un potenciómetro que transmite una señal de tensión variable en función de la posición del pedal.

**Figura 27.** Potenciómetro del acelerador.



Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-free-img/acelerador-de-pedal-del-sensor-12189945.html>

#### **8.4. SENSOR LÍQUIDO REFRIGERANTE**

Este es un sensor termistor es decir es un componente electrónico cuya resistencia tiende a disminuir en el mismo tiempo que la temperatura del motor aumenta este sensor está situado en el tubo de salida del refrigerante de la culata hacía el radiador. Esta señal la utilizamos para el control de caudal inyectado, control de comienzo de inyección, también para calcular el tiempo de pre-postcalentamiento y por último en el porcentaje de recirculación de gases de escape.

**Figura 28.** Sensor líquido refrigerante.

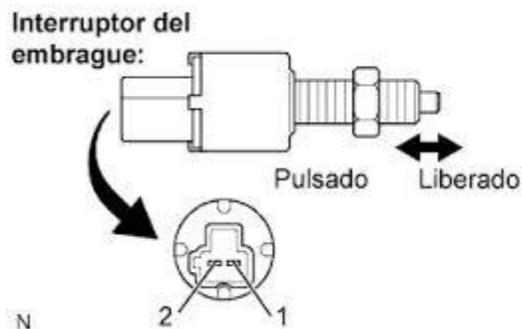


Fuente: [http://www.ebay.co.uk/itm/Lucas-SNB812-coolant-temperature-sensor-for-FIAT-Ducato-1994-1998-/231006891793?pt=UK\\_CarsParts\\_Vehicles\\_CarParts\\_SM&hash=item35c9156f11](http://www.ebay.co.uk/itm/Lucas-SNB812-coolant-temperature-sensor-for-FIAT-Ducato-1994-1998-/231006891793?pt=UK_CarsParts_Vehicles_CarParts_SM&hash=item35c9156f11)

## 8.5. INTERRUPTOR DEL EMBRAGUE

Este interruptor se encuentra ubicado en el pedal del embrague, este se activa al ser presionado el pedal el cual a su vez emite una señal al ECM. Cuando el embrague se acopla la cantidad de inyección es variada.

**Figura 29.** Interruptor del embrague.



Fuente: [http://intranet.toyotaperu.com.pe/tdp\\_sit/data/TOYOTA/FJ\\_CRUISER/rm07d5s/repair2/img/i031382e04.png](http://intranet.toyotaperu.com.pe/tdp_sit/data/TOYOTA/FJ_CRUISER/rm07d5s/repair2/img/i031382e04.png)

## 8.6. MEDIDOR DE MASA - AIRE

Este sensor se usa para poder determinar y medir la cantidad de aire que fluye dentro del motor del vehículo, esta medición se realiza a través de una superficie calefactora y una resistencia variable, la magnitud de resistencia varía en función de la temperatura y masa del aire circulante en el motor, este medidor envía una señal eléctrica de tensión al ECM para realizar la combustión.

**Figura 30.** Medidor de masa-aire.



Fuente: [http://i01.i.aliimg.com/img/pb/894/922/360/360922894\\_114.jpg](http://i01.i.aliimg.com/img/pb/894/922/360/360922894_114.jpg)

## 8.7. SENSOR COMIENZO DE INYECCION

Este sensor se encarga de evaluar el comienzo de caudal del combustible.

**Figura 31.** Sensor de comienzo de inyección.

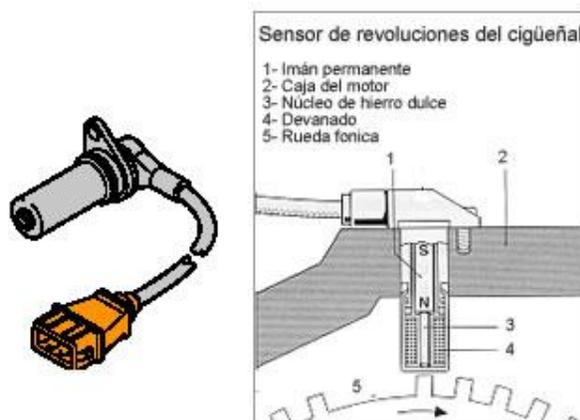


Fuente: <http://www.dacarsa.net/basic/divulgacion/sistemaVisual.php?id=262&parrafo=2465>

### 8.8. SENSOR RPM

El número de revoluciones se puede calcular a través de este sensor que generalmente tiene una forma de barra y se calcula mediante el intervalo de tiempo entre las señales del sensor, este sensor proporciona una de las señales más importantes que llegan al módulo electrónico también conocido como sensor de revoluciones del cigüeñal, lo anterior es importante ya que es necesario tener en cuenta las rpm del motor porque al momento de que suban se necesita la información para el aumento de combustible para inyectar.

**Figura 32.** Sensor RPM.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/imagesartic/sensor-rpm.jpg>

## 8.9. TOMA DE DIAGNOSIS

Unidad de conexión ubicada en la parte interna del vehículo la cual sirve para verificar el estado actual de los equipos electrónicos del vehículo. Con lo que respecta al control electrónico de la bomba de inyección esta unidad nos ayudara a verificar el óptimo funcionamiento de la inyección.

**Figura 33.** Unidad de conexión para diagnóstico.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/images-obd2/conector-obd2.jpg>

## 8.10. SEÑAL COMPRESOR AIRE ACONDICIONADO

Esta señal es emitida a la ECM una vez es analizada por la ECM. Esta se encarga de aumentar las revoluciones del vehículo con el propósito de no desproporcionar la marcha del mismo al entrar a actuar el compresor del aire acondicionado, permitiendo que el ECM envíe la señal correcta a la bomba de inyección para entregar más combustible.

**Figura 34.** Compresor aire acondicionado.



Fuente: <http://img20.imageshack.us/img20/1774/compresor.jpg>

### **8.11. TESTIGO BUJIAS DE PRECALENTAMIENTO**

Este testigo es un indicador ubicado en el tablero el cual brinda información sobre el precalentamiento del aire antes de la ignición del vehículo para realizar una mezcla adecuada.

**Figura 35.** Testigo bujías de precalentamiento.



Fuente: <http://imageshack.us/a/img542/9614/20121006073905.jpg>

### **8.12. UNIDAD DE MANDO BUJIAS DE PRECALENTAMIENTO**

Es la encargada de emitir la corriente o mando eléctrico para que las bujías inicien su función de calentamiento del aire. Tiene la relación con la bomba de inyección porque de esta unidad dependerá la temperatura del aire que estará en la cámara

de combustión, señal que será percibida por la ECM y luego modificara la cantidad de combustible que saldrá de la bomba de inyección hacia los inyectores.

**Figura 36.** Unidad de mando de bujías de precalentamiento.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/imagenesdiesel/bujias-incandescencia-centralita.jpg>

### 8.13. UNIDAD CODE ANTIARRANQUE

Es un sistema de seguridad integrado a los vehículos de última generación con el propósito de evitar igniciones no deseadas. Envía señales al ECM para cortar el paso de combustible

**Figura 37.** Unidad CODE antiarranque.



Fuente: [http://i.ebayimg.com/00/s/Mjl1WDMwMA==/z/RrYAAMXQfvISe1LI/\\$T2eC16hHJIMFHJF7iuvfBSe1LI,dY!~60\\_35.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/Mjl1WDMwMA==/z/RrYAAMXQfvISe1LI/$T2eC16hHJIMFHJF7iuvfBSe1LI,dY!~60_35.JPG)

Estos son componentes que de forma directa o indirecta influyen en el buen desempeño de la Bomba de Inyección con Gobernador Electrónico pues son los sensores los cuales nos definen la velocidad, revolución y exigencia de torque del vehículo y dependiendo de esta información deberá la bomba suministrar la cantidad de combustible necesaria para un buen desempeño de la máquina.

#### **8.14. GOBERNADOR ELECTRONICO**

Su forma o aspecto físico externo es simple a comparación de otras piezas de la bomba, en la parte externa podemos apreciar un conector ancho de forma circular teniendo un anclaje a su alrededor.

Esta pieza recibe toda la información de los sensores o parámetros del ingreso de datos, una vez recibida la información la guarda en una memoria interna donde genera una orden de salida, una vez analizada la información en su mapa de memoria determina la cantidad de tiempo de apertura de los inyectores, esta señal va dirigida en forma eléctrica.

**Figura 38.** Gobernador electrónico.



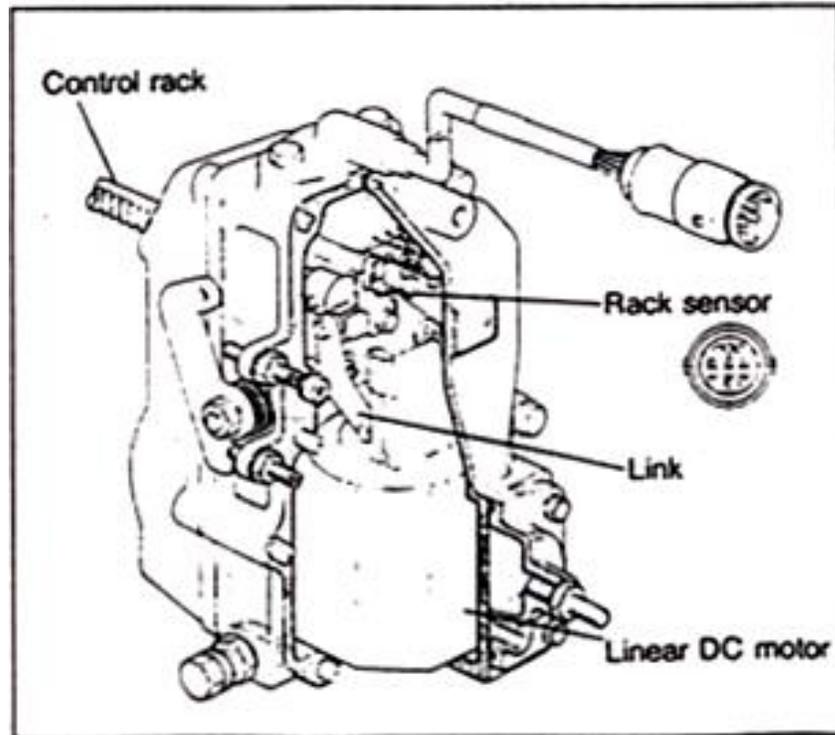
Fuente: Fotografía por Juan Carlos Urueña, taller de mecánica diesel, 2014.

El gobernador electrónico se encarga internamente de ejercer movimiento sobre una cremallera la cual es solidaria con los émbolos haciéndolos girar para regular el caudal de combustible esto es posible logrando el empalme de información que se desarrolla por la UNIDAD DE MANDO en conjunto con las señales de entrada como las revoluciones del motor, aceleración, flujo de aire etc.

### **8.15. ACTUADOR**

Como piezas internas del gobernador electrónico encontramos el actuador el cual es un mecanismo encargado de transmitir todo el movimiento lineal de un motor de corriente directa a la cremallera de control, esta consta de un sensor interno que se encarga de calcular la posición de la cremallera.

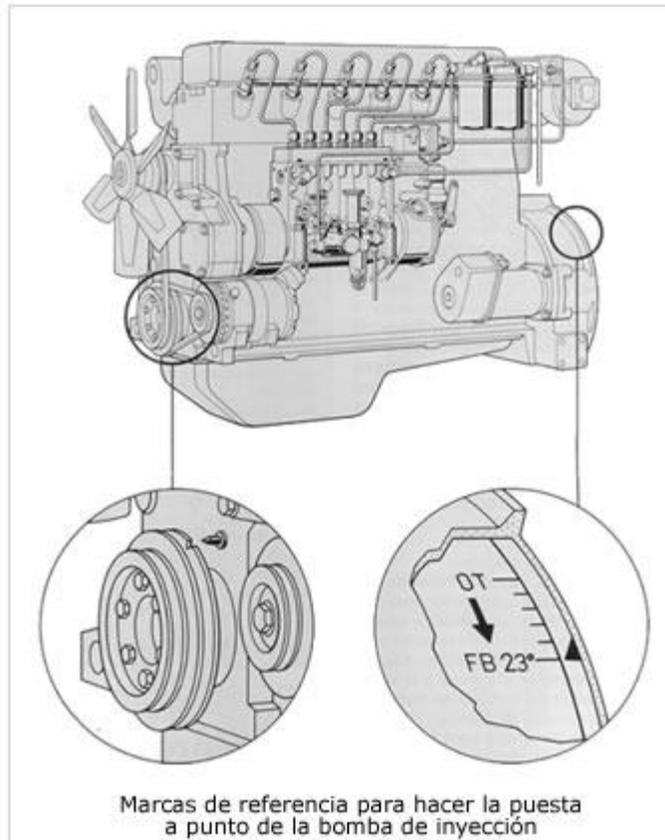
**Figura 39.** Actuador.



Fuente: [https://generalMotors.com/centro\\_de\\_entrenamiento\\_técnico.html](https://generalMotors.com/centro_de_entrenamiento_técnico.html)

## 9. PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA EN EL MOTOR

**Figura 40.** Puesta a punto bomba de inyección.



Fuente: Bombas de inyección en línea, Aficionados a la Mecánica. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea-regulador.htm>

Resulta una labor dispendiosa la puesta a punto de la bomba de inyección con el motor, se recurre a las marcas del comienzo de la inyección que se encuentran en el motor y en la bomba de inyección. Normalmente se toma como base la carrera de compresión del cilindro No. 1 como si fuéramos a calibrar válvulas del motor.

Debemos tener en cuenta antes de hablar de la manera común de la puesta a punto que se debe considerar por parte del manual del fabricante del motor.

Se debe tener en cuenta la gran importancia de realizar una apropiada puesta a punto de la bomba para no tener inconveniente con el funcionamiento de la misma. En el motor diesel la marca del comienzo de la alimentación se encuentra generalmente en el volante de inercia, en la polea de la correa o en el amortiguador de vibraciones (damper).

Para darnos cuenta en la bomba de inyección el comienzo de la alimentación para el cilindro de bomba nº 1 tiene lugar cuando la marca que está en el variador de avance coincide con la raya marcada en el cuerpo de la bomba. Es bien importante afirmar que siempre debemos tener en cuenta la recomendación del fabricante sobre la posición, la disposición y la designación de los cilindros del motor para que en cualquier caso podamos tener seguridad del ajuste. Cuando vamos a la práctica tenemos en cuenta que el cilindro de la bomba nº 1 es el más próximo al accionamiento (polea) de la bomba de inyección y antes debemos hacer coincidir el sentido de giro, la marca de comienzo de alimentación de la bomba de inyección con la raya marcada en el cuerpo.

## CONCLUSION

Con el desarrollo de este proyecto se ha logrado satisfacer la necesidad de estudiar y entender el funcionamiento general y las características de la bomba de inyección lineal con control electrónico. Se pueden apreciar los logros que se generan al concluir con un proyecto de grado ya que se desarrollan contextos de aprendizaje, se crean nuevas ideas para la creación y optimización de futuros sistemas para motores y maquinas en el sector mecánico.

Consideramos muy satisfactorios los espacios creados por la Institución para que sus estudiantes primero logren emprender, considerar y luego desarrollar un proyecto como el nuestro ya que servirán para el aprendizaje de nuevos estudiantes en el programa.

Gran conformidad por los resultados obtenidos en cuanto al proyecto de estudio sobre el tema desarrollado y también por el modelo didáctico que se desarrolló con los cuales podemos concluir que el sistema de inyección lineal controlado electrónicamente es preciso para elevar la presión del combustible que necesita el motor, se constituye como un sistema novedoso por su gran utilidad y prestación en comparación a los demás sistemas.

## BIBLIOGRAFIA

1. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Trabajos de grado: Presentación. Bogotá, 1999. (NTC 1486)
2. ALBERT MARTÍ PARERA, Manual de Automoción INYECCION ELECTRÓNICA EN MOTORES DIESEL, BOIXAREU editores.
3. IVAN FERNANDO ROBELTO FLORES Y JAIRO IVAN QUINTERO PATIÑO. Construcción y elaboración de un prototipo de vehículo ecológico. Bogotá, 2010, 132p. Tesis (Ingeniero Mecánico) Escuela Colombiana de Carreras Industriales – ECCI.
4. AFICIONADOS A LA MECANICA. Mecánica Virtual. Curso de bomba en línea. Disponible en: <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-linea.htm>
5. BOMBA INYECTORA. Bomba de inyección en línea. Disponible en: [http://www.bombainyectora.es/tipos de bombas.html#bombas inyeccion linea](http://www.bombainyectora.es/tipos_de_bombas.html#bombas_inyeccion_linea)
6. CHRISTIAN BARTSCH. Revolución del motor diesel: desarrollo de la inyección directa, editorial CEAC Técnico Automóvil.
7. PABLO JORGE GUALTIERI. Motores Diesel: Nuevas Tecnologías, edición: Ilustrada. Hasa Editorial Hispano Americana, 2006.
8. MIGUEL DE CASTRO. Gestión electrónica de la inyección diesel. editorial CEAC Técnico Automóvil, 2002.
9. CHRISTIAN DIAZ INFANTE. Variador de avance 2. 2011. Disponible en: <http://www.youtube.com/user/christian24h?feature=watch>
10. CROUSE WILLIAM. EQUIPO ELECTRICO Y ELECTRONICO DEL AUTOMOVIL, 6ta edición. Editorial MARCOMBO S.A. 1991.

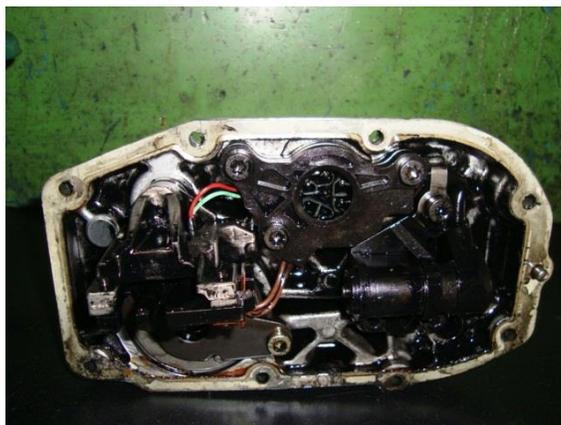
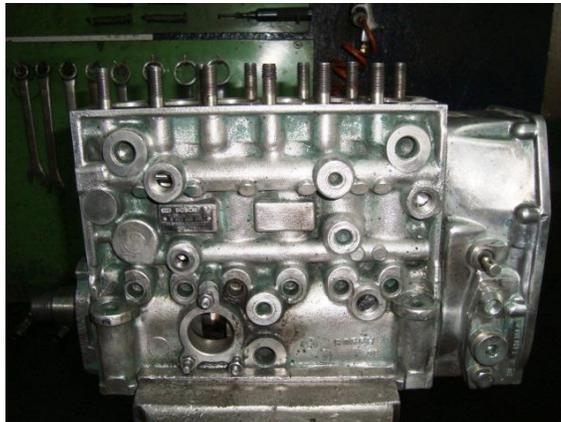
## ANEXOS

### ANEXO A. Fotografías de la bomba de inyección lineal

Sin trabajo didáctico



## ANEXO B. Fotografías de la bomba de inyección lineal en despiece



**ANEXO C. Fotografías del modelo didáctico terminado**

