

**Universidad Internacional Del Ecuador**



**Facultad De Ingeniería Automotriz**

**Proyecto de grado para la obtención del Título de Ingeniera en Mecánica Automotriz**

**Elaboración de un manual didáctico de despiece y armado de la bomba rotativa Diésel tipo VP 29 de cuatro elementos**

**Tobar Fajardo Jeam Jairo**

**Director: Ing. Adolfo Peña; Msc**

**Guayaquil, Septiembre 2018**

**Universidad Internacional Del Ecuador**  
**Facultad de Ingeniería Automotriz**

**CERTIFICADO**

**Ing. Adolfo Juan Peña Pinargote MSc.**

**CERTIFICA:** Que el trabajo titulado "**Elaboración De Un Manual Didáctico De Despiece Y Armado De La Bomba Rotativa Diésel Tipo VP29 De Cuatro Elementos**", realizado por el estudiante: **Tobar Fajardo Jeam Jairo**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes. Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Tobar Fajardo Jeam Jairo, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Septiembre 2018

---

Ing. Adolfo Juan Peña Pinargote. MSc.  
Director del Proyecto.

**Universidad Internacional Del Ecuador**  
**Facultad De Ingeniería Automotriz**

**Declaración De Responsabilidad**

Yo, Tobar Fajardo Jeam Jairo.

Declaro que:

La investigación de cátedra denominada: "**Elaboración De Un Manual Didáctico De Despiece Y Armado De La Bomba Rotativa Diésel Tipo VP29 De Cuatro Elementos**", ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería Automotriz.

Guayaquil, septiembre 2018

---

Tobar Fajardo Jeam Jairo

C.I: 0927475913

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Tobar Fajardo Jean Jairo.

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: " **Elaboración De Un Manual Didáctico De Despiece Y Armado De La Bomba Rotativa Diésel Tipo VP29 De Cuatro Elementos** ", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, septiembre 2018

---

Tobar Fajardo Jean Jairo  
C.I: 0927475913

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, por darme la vida y la fortaleza para cumplir una de mis más importantes metas, que es culminar mi carrera profesional.

A mis padres, Vicente y Verónica, quienes me han apoyado incondicionalmente a lo largo de mi formación académica; siendo los pilares fundamentales en vida, inculcándome valores, principios y disciplina.

A mi abuelo Heraclides, quien me ha motivado a seguir adelante y no rendirme ante cualquier adversidad, que a pesar de nuestra distancia física, siempre cuento con su aliento de que todo puedo lograrlo si me lo propongo.

A mis profesores, quienes me han brindado tiempo, paciencia y sabiduría al transmitirme sus conocimientos, edificando mi profesión.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a Dios por darme la fuerza día a día para culminar esta etapa de mi vida.

A mi madre Verónica, que a más de ser una buena madre ha sido mi apoyo en momentos duros, manteniendo me siempre firme; gracias por sus desvelos, protección, soporte y educación formando un hombre de bien.

A mi padre, que gracias a sus consejos he perseverado y a su arduo sacrificio ha podido sustentar mis estudios.

Ambos me han brindado su amor y confianza al apoyarme en mi decisión de elegir esta carrera, siempre corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

Mi hermano, Rudiger quien me ha dado la mano con sus opiniones y ayuda en ciertos trabajos, ya que tiene la habilidad en el arte.

A mis abuelos, tíos y familiares en general quienes se han preocupado durante todo el proceso de mi carrera universitaria.

Mis formadores, personas de gran sabiduría que me han apoyado a lo largo de este trayecto y así llegar a este punto en el que me encuentro, obteniendo mi titulación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	i
Declaración De Responsabilidad.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
Problema de la investigación.....	1
1.1 Planteamiento de la Investigación.....	1
1.2 Delimitación Geográfica.....	1
1.3 Formulación del Problema.....	2
1.4 Sistematización del Problema.....	2
1.5 Objetivos de la Investigación.....	2
1.5.2 Objetivo General.....	2
1.5.3 Objetivos Específicos.....	2
1.6 Hipótesis.....	3
1.7 Justificación de la Investigación.....	3
1.7.2 Justificación Teórica.....	3
1.7.3 Justificación Metodológica.....	3

1.7.4	Justificación Práctica .....	3
1.8	Delimitación del Contenido.....	4
CAPÍTULO II.....		5
MARCO TEÓRICO.....		5
2.1	Definición de Manual .....	5
2.2	Tipos de Manuales.....	5
2.2.1	Organización.....	5
2.2.2	Departamental.....	5
2.2.3	Procedimientos.....	5
2.2.4	Técnicas .....	6
2.2.5	Finanzas .....	6
2.2.6	Calidad.....	6
2.2.7	Manual Técnico.....	6
2.3	El Motor Diésel.....	6
2.4	Principios de Funcionamiento de Motores Diésel.....	7
2.5	Características del Combustible.....	8
2.5.1	Poder Calorífico.....	9
2.5.2	Punto de Inflamación.....	9
2.5.3	Punto de Auto Inflamación.....	9
2.5.4	Índice de Cetano.....	9
2.5.5	Densidad Estable.....	9
2.5.6	Volatilidad.....	9
2.5.7	Viscosidad.....	10
2.5.8	Punto de Congelación.....	10
2.5.9	Contenido en Azufre.....	10

2.6	Bomba de Inyección.....	10
2.7	Tipos de Bombas.....	10
2.7.1	Bombas de Inyección en Línea.....	10
2.7.2	Bomba de Inyección en Línea Estándar PE.....	11
2.7.3	Bomba de Inyección en Línea con Válvula de Corredera.....	12
2.7.4	Bomba de Inyección Rotativa de Embolo Axial.....	12
2.7.5	Unidad de Bomba-Inyector UIS.....	13
2.7.6	Unidad Bomba-Tubería-Inyector UPS.....	13
2.7.7	Bomba de Inyección Individuales PF.....	14
2.7.8	Sistema de Inyección de Acumulación.....	14
2.8	Funcionamiento de la Bomba de Inyección Rotativa.....	14
2.8.1	Alimentación de Combustible.....	14
2.8.2	Émbolo de Bombeo.....	15
2.8.3	Regulación de la Entrega.....	15
2.9	Inyector de Combustible.....	15
2.9.1	Funcionamiento del Inyector de Combustible.....	15
2.10	Tipos de Inyectores.....	16
2.10.1	Inyectores de Resorte.....	16
2.10.2	Inyectores de solenoide.....	17
2.10.3	Inyectores Piezoeléctricos.....	17
2.10.4	Inyector de accionamiento hidráulico.....	18
2.10.5	Ventajas del sistema de inyección:.....	19
	CAPITULO III.....	20
	MARCO TEÓRICO.....	20
3.1	Bomba de Inyección Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	20

3.2	Estructura del Conjunto de la Bomba Radial.....	22
3.3	Sistema de Alimentación de Combustible.....	22
3.4	Elemento de Bombeo.....	23
3.5	Accionamiento del Émbolo.....	24
3.6	Descripción de la cabeza distribuidora.....	24
3.7	Válvulas de Impulsión.....	26
3.8	Dispositivo de Dosificación.....	27
3.9	Dispositivo de Regulación de Velocidad.....	28
3.10	Dispositivo Variador de Avance.....	29
3.11	Como Generan Presión las Bombas de Inyección Rotativas.....	30
3.11.1	Cilindro o cabezal hidráulico.....	30
3.11.2	Un pistón móvil.....	30
3.11.3	La corredera de regulación.....	31
3.12	Funcionamiento del dispositivo.....	31
3.13	Tipos de Bombas Radial VP 29.....	32
3.13.1	Bomba Mecánica.....	32
3.13.2	Bomba Electrónica.....	33
3.13.3	Dispositivo de Parada.....	34
3.13.4	Sensor de Temperatura.....	34
3.14	Reglajes de las Bombas de Inyección.....	36
3.14.1	En las Bombas Mecánicas.....	36
3.14.2	En las Bombas Electrónicas.....	37
	CAPITULO IV.....	38
	Desarrollo del Manual Didáctico de Despiece y Armado de la Bomba Rotativa Tipo VP 29	
	Cuatro Elementos .....	38

4.1 Pasos Para el Despiece de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elemento.....	38
4.1.1 Reconocimiento de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	38
4.1.2 Identificación de las placas de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	38
4.1.3 Extracción del mecanismo de regulación de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	39
4.1.4 Identificación de la palanca reguladora de ralentí de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	40
4.1.5 Placa reguladora de ralentí de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	41
4.1.6 Desmontaje del regulador de caudal de combustible de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	42
4.1.7 Identificación de la cabeza de distribución y válvula de suministro de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	43
4.1.8 Identificación del Solenoide de corte bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	44
4.1.9 Identificación la cabeza y embolo de distribución de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	46
4.1.10 Émbolo de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	47
4.1.11 Identificación del Disco de Levas de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	48
4.1.12 Identificación de la válvula reguladora de combustible de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	49
4.1.13 Despiece de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	50
4.1.14 Identificación de Entrada y Salida de Combustible de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	50

4.1.15 Herramienta Utilizada Para la Extracción de la Válvula Dosificadora de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	51
4.1.16 Herramienta Utilizada Para la Extracción de la Guía de la Palanca de Aceleración de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	52
4.1.17 Herramienta Utilizada Para la Extracción del Tapón del Cabezal Hidráulico de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	52
4.2 Análisis de los Elementos de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	53
4.2.1 Análisis de la cabeza de distribución de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	53
4.2.2 Análisis de anillos de rodillos de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	54
4.2.3 Análisis del disco de levas de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	55
4.2.4 Análisis de los contrapesos de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	56
4.2.5 Análisis del resorte del émbolo distribuidor de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	56
4.3 Pasos Para el Amado de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	57
4.3.1 Instalación de la válvula reguladora de combustible de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	58
4.3.2 Instalación de la bomba de alimentación de combustible de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	59
4.3.3 Instalación del acoplador y disco de levas de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	61
4.3.4 Calibración de la carrera KF de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	61

4.3.5 Montaje del resorte distribuidor y del émbolo distribuidor de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	63
4.3.6 Montaje de la cabeza de distribución de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	64
4.3.7 Montaje del tapón y la válvula de la suministro de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	65
4.3.8 Montaje del solenoide de corte de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	66
4.3.9 Montaje del conjunto de contrapesas de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	67
4.3.10 Montaje de la cubierta del regulador de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.....	68
CAPÍTULO V.....	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
5.1 CONCLUSIONES.....	70
5.2 RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Sede Guayaquil.....	1
Figura 2.7.1 Bomba de Inyección en Línea.....	11
Figura 2.7.2. Bomba de Inyección en Línea Estandar PE .....	11
Figura 2.7.3. Bomba de Inyección en Línea con Válvula de Corredera.....	12
Figura 2.7.4. Bomba rotativa VP29 .....	12
Figura 2.7.5. Bomba-Inyector UIS .....	13
Figura 2.7.6. Bomba-Tubería-Inyector UPS .....	13
Figura 2.8.1 Bomba de Inyección Rotativa .....	15
Figura 2.9.1. Inyector Diésel .....	16
Figura 2.10.1. Inyector de Resorte .....	17
Figura 2.10.2. Inyector de solenoide .....	17
Figura 2.10.3. Inyectores Piezoeléctricos .....	18
Figura 2.10.4. Inyector de Accionamiento Hidráulico .....	18
Figura 3.1.1. Bomba de Inyección Rotativa Tipo VP 29 .....	20
Figura 3.1.2. Circuito de Alimentación de Combustible.....	21
Figura 3.3.1. Sistema de Alimentación de Combustible .....	23
Figura 3.4.1. Elementos de Bombeo.....	23
Figura 3.5.1. Accionamiento del Émbolo.....	24
Figura 3.6.1. Descripción del Émbolo de Bombeo y Distribución.....	25
Figura 3.6.2. Alimentación y Distribución del Elemento de Bombeo .....	25
Figura 3.7.1. Disposición de las Válvulas de Impulsión. ....	26
Figura 3.8.1. Fases de Dosificación de Combustible. ....	27
Figura 3.9.1. Dispositivo Regulador de Velocidad. ....	28
Figura 3.10.1. Dispositivo Variador de Avance.....	29
Figura 3.11.1. Dispositivo de Bombeo de Alta Presión .....	30
Figura 3.12.1. Comienzo de la Inyección de Combustible.....	32
Figura 3.12.2. Final de la Inyección de Combustible.....	32
Figura 3.13.1. Despiece de la bomba Mecánica Radial Tipo VP 29.....	33
Figura 3.13.2. Despiece de la bomba Electrónica Radial Tipo VP 29 .....	33
Figura 3.13.3. Despiece de los Complementos de la Bomba Electrónica .....	34
Figura 3.14.1. Elementos de reglaje de Reglaje de Bomba Mecánica. ....	36
Figura 3.14.2. Extracción del Servo Motor de la Bomba Electrónica.....	37
Figura 4.1.1. Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos .....	38
Figura 4.1.2. Placas de identificación de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 .....	38
Figura 4.1.3 Marcas de referencia sugerida.....	39
Figura 4.1.4 Indicación del perno de carga y resorte de del amortiguador. ....	39
Figura 4.1.5. Tapa del Regulador de Combustible.....	40
Figura 4.1.6. Regulador de Ralentí.....	40
Figura 4.1.7 Indicación de elementos de control en carga máxima y mínima .....	41
Figura 4.1.8. Placa reguladora de Ralentí.....	41
Figura 4.1.9. Elementos del Dosificador de Combustible.....	42
Figura 4.1.10 Identificación de la contra tuerca del mecanismo del regulador de caudal.....	42
Figura 4.1.11. Contrapesas del Distribuidor – Dosificador.....	43
Figura 4.1.12 Extracción del mecanismo de contrapesas.....	43
Figura 4.1.13 Cabeza distribuidora y válvula e suministro .....	43

Figura 4.1.14 Extracción del tapón y la cabeza de distribución.....	44
Figura 4.1.15 Elementos del cabezal distribuidor .....	44
Figura 4.1.16. Solenoide y Cabezal de la Bomba Rotativa. ....	45
Figura 4.1.17 Extracción del solenoide. ....	45
Figura 4.1.18. Solenoide de la Bomba Rotativa.....	45
Figura 4.1.19. Despiece del Solenoide .....	46
Figura 4.1.20 Cabeza de distribución y empaque.....	46
Figura 4.1.21 Embolo de distribución. ....	47
Figura 4.1.22. Cabezal Hidráulico de la Bomba Rotativa. ....	47
Figura 4.1.23. Émbolo de la Bomba Rotativa. ....	47
Figura 4.1.24. Embolo de la bomba Rotativa. ....	48
Figura 4.1.25 Disco de Levas .....	48
Figura 4.1.26. Identificación de la posición de los disco de levas. ....	49
Figura 4.1.27. Disco de Levas .....	49
Figura 4.1.28 Válvula reguladora. ....	49
Figura 4.1.29 Válvula reguladora.....	50
Figura 4.1.30. Elementos de la Bomba Rotativa. ....	50
Figura 4.1.31. Identificación de la Entrada de Combustible. ....	51
Figura 4.1.32. Herramienta para la extracción de la Válvula Dosificadora. ....	51
Figura 4.1.33. Herramienta para la extracción de la Guía de la Palanca de Dosificación.52	
Figura 4.1.34. Herramienta para la extracción de la Guía de la Palanca de Dosificación.52	
Figura 4.2.1 Análisis de funcionamiento de la cabeza y émbolo de distribución. ....	53
Figura 4.2.2 Anillos de rodillos. ....	54
Figura 4.2.3 Comprobación de la altura de rodillo.....	54
Figura 4.2.4. Disco de Levas .....	55
Figura 4.2.5 Análisis del disco de levas. ....	55
Figura 4.2.6 contrapesos del elemento distribuidor.....	56
Figura 4.2.7 Análisis del elemento de contrapesas.....	56
Figura 4.2.8 Análisis del resorte del émbolo distribuidor. ....	57
Figura 4.3.1 Válvula reguladora .....	58
Figura 4.3.2 Instalación de la válvula reguladora de combustible. ....	58
Figura 4.3.3 Montaje del conjunto de la bomba de alimentación.....	59
Figura 4.3.4 Montaje del conjunto en el soporte de la bomba.....	59
Figura 4.3.5 Sujeción de la bomba de alimentación.....	60
Figura 4.3.6. Identificación de la posición de la bomba de alimentación. ....	60
Figura 4.3.7 Instalación del acoplador y disco de levas. ....	61
Figura 4.3.8. Disco de Levas .....	61
Figura 4.3.9 Elementos para la calibración de la carrera KF. ....	62
Figura 4.3.10 Cabezal distribuidor, elemento que se calibra la carrera KF. ....	62
Figura 4.3.11 Armado del conjunto del émbolo distribuidor. ....	63
Figura 4.3.12 Instalación del conjunto del émbolo distribuidor.....	63
Figura 4.3.13 Colocación del anillo y resortes de soporte.....	64
Figura 4.3.14 Colocación del cabezal distribuidor armado. ....	64
Figura 4.3.15 Ubicación del cabezal distribuidor.....	65
Figura 4.3.16 Colocación del tapón del cabezal. ....	65
Figura 4.3.17 Cabeza distribuidora y válvula e suministro .....	66
Figura 4.3.18 Solenoide y resorte. ....	66

Figura 4.3.19 Montaje del solenoide. ....	66
Figura 4.3.20 Identificación del solenoide corte. ....	67
Figura 4.3.21 Instalación y calibración del conjunto de contrapesas. ....	67
Figura 4.3.22 Conjunto de contrapesas instalado. ....	68
Figura 4.3.23 Instalación de la cubierta del regulador. ....	68
Figura 4.3.24 Cubierta de la cabeza del distribuidor. ....	69
Figura 4.3.25 Bomba de inyección armada. ....	69

## **RESUMEN**

El presente trabajo ha sido desarrollado en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador – Guayaquil, y el mismo tiene como objetivo principal la Elaboración de un Manual Didáctico de Despiece y Armado de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos, el mismo que servirá como una guía de mucha relevancia en el proceso de enseñanza – aprendizaje en lo que a sistemas de inyección Diésel se refiere, tema que concierne a la carrera de ingeniería automotriz.

El manual se desarrolló de tal manera que es de gran relevancia, utilidad, fácil entendimiento y desarrollo del proceso para despiece de las bombas Rotativas Tipo VP 29 de Cuatro Elementos que se encuentran presente en nuestro mercado del sector automotriz sobre todo en la línea de la traspotación de pasajeros y la línea de carga pesada, así como también están presentes en los motores estacionarios de la industria en forma general en la generación de energía para empresas.

Al tener este manual como guía de enseñanza se facilitará la transmisión de conocimientos que reciben los estudiantes en su proceso de formación profesional en la facultad de ingeniería automotriz por parte de los docentes, tomando en cuenta que los motores y sistemas de inyección Diésel han tomado mucha relevancia en los últimos años en todos los estamentos de la traspotación inclusive en vehículos pequeños, familiares y de paseo.

## **ABSTRACT**

The present work has been developed in the facilities of the Faculty of Automotive Engineering of the International University of Ecuador - Guayaquil, and the main objective is the Development of a Teaching Manual of Cutting and Assembly of the Rotary Pump Type VP 29 of Four Elements, the same that will serve as a guide of great relevance in the teaching - learning process as far as Diesel injection systems are referred, a subject that concerns the automotive engineering career.

The manual was developed in such a way that it is of great relevance, usefulness, easy understanding and development of the process for cutting of Rotary Pumps Type VP 29 of Four Elements that are present in our market of the automotive sector especially in the line of the Transportation of passengers and the heavy load line, as well as being present in the stationary engines of the industry in general in the generation of energy for companies.

By having this manual as a teaching guide will facilitate the transmission of knowledge that students receive in their process of professional training in the faculty of automotive engineering by teachers, taking into account that diesel engines and injection systems have taken much relevance in recent years in all levels of transportation including small vehicles, family and ride.

# CAPÍTULO I

## Problema de la investigación

### 1.1 Planteamiento de la Investigación

El problema se centra en la necesidad de un manual o modelo didáctico de despiece y armado de la bomba Diésel rotativa tipo VP29 de cuatro elementos que sirva de ayuda para facilitar el trabajo de transmisión de conocimiento en la comunidad universitaria y así esté capacitada para afrontar los problemas comunes y cotidianos que se presentan en el sector automotriz sobre todo en vehículos de turismos y de carga pesada que en algunos de los casos están dotados de este tipo y modelo de bomba.

El desarrollo de este tipo de prácticas en los estudiantes les permitirá obtener mucha más experiencia en el campo a desempeñarse, lo que les va a ayudar en su formación profesional, dentro de los parámetros exigidos en el mundo laboral. El trabajo es un sustento del proceso de formación que tuvieron los estudiantes dentro del centro de estudio, además de ser indispensable para el reconocimiento académico de la institución.

### 1.2 Delimitación Geográfica

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.



Figura 1.1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Sede Guayaquil (Google Maps 2018)

### **1.3 Formulación del Problema**

¿Es viable la elaboración de un manual didáctico de despiece y armado de la bomba rotativa tipo VP29 de cuatro elementos?

### **1.4 Sistematización del Problema**

- ¿Cuál es la influencia del desarrollo de este trabajo a los estudiantes de la facultad de Ingeniería Mecánica en la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil?
- ¿Cuál es el funcionamiento la bomba de inyección Diésel lineal tipo PE de seis elementos?
- ¿Qué instrumentos mecánicos se utilizarán para el desarrollo del trabajo?
- ¿Cómo realizar el manual de prácticas del módulo simulador?

### **1.5 Objetivos de la Investigación**

#### **1.5.2 Objetivo General**

Elaborar un manual didáctico de despiece y armado de la bomba rotativa tipo VP29 de cuatro elementos, el cual constara del uso de herramientas mecánicas apropiadas y exclusivas para el tipo de bomba descrito, las mismas que servirán para evaluar el desarrollo de las actividades estudiantiles dentro de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, en el año 2018.

#### **1.5.3 Objetivos Específicos**

- ✓ Diseñar un manual didáctico de despiece y armado de la rotativa tipo VP29 de cuatro elementos.
- ✓ Adquirir un kit de herramientas especiales y apropiadas para realizar el trabajo de desarmado y armado de la bomba rotativa tipo VP29 de cuatro elementos.
- ✓ Demostrar el proceso de despiece y armado de la bomba rotativa tipo VP29 de cuatro elementos.

## **1.6 Hipótesis**

La hipótesis para el presente trabajo se determina de la siguiente manera: “La elaboración de un manual didáctico de despiece y armado de la bomba rotativa tipo VP29 de cuatro elementos, ayudará a tener mejores resultados en la transmisión de conocimientos”.

## **1.7 Justificación de la Investigación**

### **1.7.2 Justificación Teórica**

La base teórica del trabajo se fundamenta en la investigación de temas relacionados al tipo de bomba descrita, debido que muchos de los lectores desconocen la forma o el proceso de desarmado y armado y además de términos ligados a la mecánica automotriz y es con ellos que se debe de trabajar para profundizar la investigación.

### **1.7.3 Justificación Metodológica**

Es necesario considerar la opinión de expertos para en base a sus perspectivas también desarrollar la propuesta. Dentro de la metodología se definen las técnicas de investigación, así como los instrumentos en donde se recolecta la información.

El método científico es la guía de cada trabajo de investigación, en donde existe un respaldo de la información que se plasma, puesto que es la ayuda de todo proyecto, y es muy útil porque de ser necesario se podrá saber sobre las opiniones de personas que hicieron pruebas de resultados especificados en alguna prueba realizada. El proceso metodológico ayuda a que los lineamientos investigativos, sean los adecuados para obtener la información esperada.

### **1.7.4 Justificación Práctica**

El diseño de manual didáctico de despiece y armado de la bomba rotativa de cuatro elementos ayudará a evaluar la destreza y habilidades en los estudiantes y además del entender forma práctica y real el funcionamiento de la bomba descrita, ya que es necesario conocer sobre el proceso para así prevenir posibles problemas en el funcionamiento de los elementos de la bomba.

## **1.8 Delimitación del Contenido**

La información detallada en el presente trabajo está constituida en base a manuales de taller, manuales de bombas Diésel y demás documentación, en donde se trate acerca de la bomba rotativa tipo VP29 de cuatro elementos y que sirvan de sustento para desarrollar el presente proyecto.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Definición de Manual**

Un manual es una publicación que incluye los aspectos fundamentales de una materia. Se trata de una guía que ayuda a entender el funcionamiento de algo, o bien que educa a sus lectores acerca de un tema de forma ordenada y concisa.<sup>1</sup> Los manuales son textos utilizados como medio para coordinar, registrar datos e información en forma sistémica y organizada. También es el conjunto de orientaciones o instrucciones con el fin de guiar o mejorar la eficacia de las tareas a realizar.

#### **2.2 Tipos de Manuales**

##### **2.2.1 Organización**

Este tipo de manual resume el manejo de una empresa en forma general. Indican la estructura, las funciones y roles que se cumplen en cada área.

##### **2.2.2 Departamental**

Dichos manuales, en cierta forma, legislan el modo en que deben ser llevadas a cabo las actividades realizadas por el personal. Las normas están dirigidas al personal en forma diferencial según el departamento al que se pertenece y el rol que cumple

##### **2.2.3 Procedimientos**

Este manual determina cada uno de los pasos que deben realizarse para emprender alguna actividad de manera correcta, pero de una manera mucho mas ordenada ya que utiliza procesos para obtener un mejor entendimiento de un tema específico. Este tipo de manual se los utiliza más en carreras técnicas ya que indican todo el proceso en general de algún elemento que se quiera proceder a un montaje, desmontaje, despiece o armado del mismo.

---

<sup>1</sup> <https://definicion.de/manual-de-usuario>

#### **2.2.4 Técnicas**

Estos manuales explican minuciosamente como deben realizarse tareas particulares, tal como lo indica su nombre, da cuenta de las técnicas.

#### **2.2.5 Finanzas**

Tiene como finalidad verificar la administración de todos los bienes que pertenecen a la empresa. Esta responsabilidad está a cargo del tesorero y el controlador.

#### **2.2.6 Calidad**

Es entendido como una clase de manual que presenta las políticas de la empresa en cuanto a la calidad del sistema. Puede estar ligado a las actividades en forma sectorial o total de la organización.

#### **2.2.7 Manual Técnico**

Un manual técnico es aquel que va dirigido a un público con conocimientos técnicos sobre algún área. Se debe presentar una breve descripción del sistema desarrollado, que contemple el ámbito abarcado, cuál es su función principal y un detalle de las funciones macros o partes que lo componen<sup>2</sup>

### **2.3 El Motor Diésel**

El motor Diésel, llamado también motor de ignición por compresión recibe su nombre por el doctor Rudolf Diésel quien patentó un motor del tipo de ignición por compresión en Alemania en 1893. Es un motor de combustión interna, es decir, la combustión tiene lugar dentro del motor. En sus aspectos básicos es similar en diseño y construcción a un motor de gasolina, que también es de combustión interna. Sin embargo, en el motor Diésel hay diferencias en el método de hacer llegar el combustible a los cilindros del motor y en la forma en que ocurre la combustión.

En el motor de gasolina el combustible entra a los cilindros como una mezcla de aire y combustible y la inflamación o ignición de la mezcla se produce por una chispa eléctrica en

---

<sup>2</sup> [manualtecnico.blogspot.com/2011/08/concepto\\_21.html](http://manualtecnico.blogspot.com/2011/08/concepto_21.html)

las bujías. En el caso del Diésel, el combustible se inyecta en el cilindro en forma de chorro de rocío atomizado (se llamará atomización) y la ignición ocurre debido a la elevada temperatura del aire que hay dentro del cilindro en el cual se inyecta el combustible

El nombre de ignición por compresión se relaciona con el modo de funcionamiento del motor. Los motores Diésel se diseñan con relaciones de compresión muy altas, que producen presiones elevadas y, por tanto, temperaturas muy altas en el aire que se comprime en las cámaras de combustión del motor. Estas temperaturas son lo bastante altas para hacer que se inflame el combustible que en forma de chorro de rocío es atomizado en la cámara de combustión.

Por ello, se verá que la compresión ocasiona la ignición y por tanto a estos motores se les conoce como de ignición por compresión. Sin embargo, se ha utilizado el nombre de Diésel para los motores de ignición por compresión desde hace tantos años y es de uso generalizado.

## **2.4 Principios de Funcionamiento de Motores Diésel**

El motor diésel es un motor térmico de combustión interna en el cual el encendido se logra por la temperatura elevada producto de la compresión del aire en el interior del cilindro. Fue inventado y patentado por Rudolf Diésel en 1892, por lo que a veces se denomina también motor Diésel, utilizando su motor originalmente un biocombustible: aceite de Palma, (pero incluso Diésel reivindicó en su patente el uso de polvo de carbón como combustible, pero no se utiliza por lo abrasivo que es).

Un motor diésel funciona mediante la ignición de la mezcla aire-gas sin chispa. La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en el segundo tiempo motor, compresión. El combustible diésel se inyecta en la parte superior de la cámara de compresión a gran presión, de forma que se atomiza y se mezcla con el aire a alta temperatura y presión.

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

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

La principal ventaja de los motores diésel comparados con los motores a gasolina estriba en su menor consumo de combustible, el cual es, además, más barato. Debido a la constante ganancia de mercado de los motores diésel en turismos desde los años noventa (en muchos países europeos ya supera la mitad), el precio del combustible tiende a acercarse a la gasolina debido al aumento de la demanda. Este hecho ha generado grandes problemas a los tradicionales consumidores de gasóleo como transportistas, agricultores o pescadores.

En automoción, las desventajas iniciales de estos motores (principalmente precio, costos de mantenimiento y prestaciones) se están reduciendo debido a mejoras como la inyección electrónica y el turbocompresor. No obstante, la adopción de la precámara para los motores de automoción, con la que se consiguen prestaciones semejantes a los motores de gasolina, presenta el inconveniente de incrementar el consumo, con lo que la principal ventaja de estos motores prácticamente desaparece.

Actualmente se está utilizando el sistema Common-rail en los vehículos automotores pequeños, este sistema brinda una gran ventaja, ya que se consigue un menor consumo de combustible, mejores prestaciones del motor, menor ruido (característico de los motores Diésel) y una menor emisión de gases contaminantes

## **2.5 Características del Combustible**

El gasoil, también denominado gasóleo, es un combustible clasificable dentro del grupo de las naftas, que es un hidrocarburo que se obtiene de la destilación del petróleo, junto con los carburantes. Está a medio camino entre el queroseno y los aceites pesados. Su destilación por tanto se produce a temperaturas entre 160<sup>0</sup> y 390<sup>0</sup>. Las características que definen el gasoil son las siguientes:<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> (Pérez, 2012)

### **2.5.1 Poder Calorífico**

Algo más bajo que el de la gasolina, en los gasóleos comerciales se sitúa en torno a las 10200 Kcal/Kg.

### **2.5.2 Punto de Inflamación**

Es la temperatura a partir de la cual comienza a arder cuando se le aproxima una llama. En los gasóleos comerciales, dicho punto está entre los 55<sup>0</sup> y los 60<sup>0</sup>, para que no presente problemas durante su manipulación.

### **2.5.3 Punto de Auto Inflamación**

Como su nombre indica, es la temperatura a partir de la cual arde espontáneamente, sin necesidad de aportación de llama. Está algo por encima de los 220<sup>0</sup>.

### **2.5.4 Índice de Cetano**

Es un indicativo de la capacidad que tiene el gasóleo para inflamarse, en relación a su facilidad de combustión. Los gasóleos comerciales tienen un índice en torno a 50. Cuanto más elevado sea este índice, mejores cualidades tiene ese gasóleo para la combustión.

### **2.5.5 Densidad Estable**

Esta característica resulta especialmente importante en los nuevos sistemas de inyección por conducto común, en los que, al fraccionarse la inyección en varias fases, las aportaciones son mínimas, sobre todo en la fase de preinyección. La densidad del gasóleo comercializado oscila entre (0,83 y 0,86) g/cm medida a una temperatura de 15<sup>0</sup> C. El empleado en automóviles tiene una densidad de 0,845 kg/litro, a 15<sup>0</sup> C de temperatura.

### **2.5.6 Volatilidad**

Tiene menor importancia que en el caso de la gasolina, dado que el combustible se quema a medida que es inyectado. Comienza a evaporarse a una temperatura que oscila entre los 200<sup>0</sup> y los 300<sup>0</sup>.

### **2.5.7 Viscosidad**

La viscosidad, que es la capacidad de fluir que tiene un líquido, cobra relevancia, ya que influye en la pulverización del chorro de gasóleo cuando es inyectado.

### **2.5.8 Punto de Congelación**

Especialmente importante en climas fríos, ya que las parafinas presentes en la composición del gasóleo se pueden solidificar, bloqueando el circuito de alimentación. En la actualidad, los gasóleos comerciales soportan temperaturas de hasta  $-30^{\circ}$ , y para ello se les agrega aditivos en forma adecuada.

### **2.5.9 Contenido en Azufre**

Dada la toxicidad de este componente, su uso está limitado por la legislación, permitiéndose un máximo de 40 ppm (partes por millón). Actualmente se comercializa un combustible de bajo contenido en azufre, con 10 ppm, ya que, en los vehículos de última generación.

## **2.6 Bomba de Inyección**

Es un aparato mecánico de elevada precisión que tiene la función principal en el sistema de inyección Diésel, consistente en elevar la presión del combustible a los valores de trabajo del inyector en el momento y con el ritmo y tiempo de duración adecuados y dosificar con exactitud la cantidad de combustible que será inyectado al cilindro de acuerdo a la voluntad del conductor y regular las velocidades máximas y mínimas del motor.<sup>4</sup>

## **2.7 Tipos de Bombas**

### **2.7.1 Bombas de Inyección en Línea**

Las bombas de inyección están formadas por un elemento de bombeo con un cilindro y un embolo de bomba por cada cilindro del motor. El embolo de bomba se mueve en la dirección de suministro por el árbol de levas accionando por el motor, y retrocede empujado por el muelle del embolo. Los elementos que forman la bomba están dispuestos en línea. Para poder variar el caudal de suministro el embolo dispone de aristas de mando inclinadas,

---

<sup>4</sup> (Ecuared, 2015)

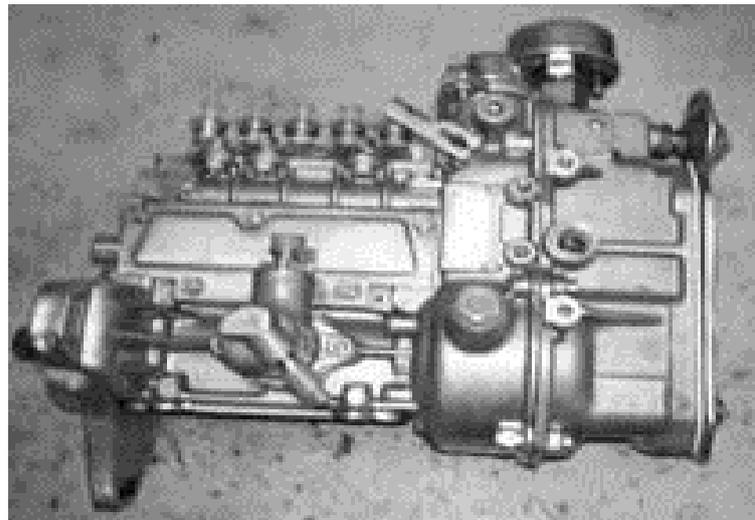
de manera que al girar el émbolo mediante una varilla de regulación resulte la carrera útil deseada. Existen válvulas de presión adicionales situadas entre la cámara de alta presión de bomba y la tubería de impulsión que determinan un final de inyección exacto y procuran un campo uniforme de bomba.<sup>5</sup>



*Figura 2.7.1* Bomba de Inyección en Línea  
(<http://www.boschecuador.com/sites/default/files/ProdDiesel.pdf>)

### **2.7.2 Bomba de Inyección en Línea Estándar PE**

Un taladro de aspiración determina el comienzo de suministro, este se cierra por la arista superior del émbolo. El caudal de inyección se determina utilizando una arista de mando dispuesta de forma inclinada en el émbolo, que deja libre la abertura de aspiración.<sup>6</sup>



*Figura 2.7.2.* Bomba de Inyección en Línea Estándar PE  
([www.google.com.ec/search?rlz=1C1NDCM\\_esEC812EC812&biw=](http://www.google.com.ec/search?rlz=1C1NDCM_esEC812EC812&biw=))

---

<sup>5</sup> (Bosch, 2015)

<sup>6</sup> (Bosch, 2015)

### 2.7.3 Bomba de Inyección en Línea con Válvula de Corredera

La principal diferencia entre esta bomba y la bomba en línea estándar es que la bomba con válvula corredera se desliza sobre un embolo de la bomba mediante de un eje actuador convencional, con lo cual puede modificarse la carrera previa y el comienzo de inyección.

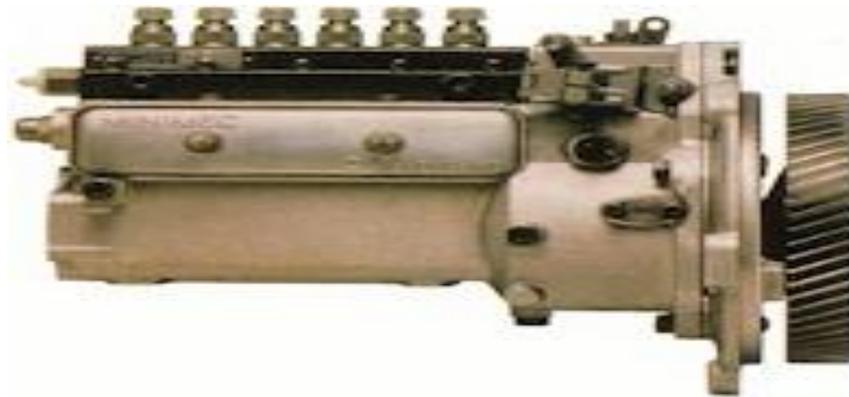


Figura 2.7.3. Bomba de Inyección en Línea con Válvula de Corredera  
([http://www.aficionadosalamecanica.net/bomba\\_rotativa.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/bomba_rotativa.htm))

### 2.7.4 Bomba de Inyección Rotativa de Embolo Axial

El funcionamiento de esta bomba consiste en una bomba de aletas que aspira el combustible del depósito y lo introduce en el interior de la cámara de bomba. El embolo realiza tantas carreras como cilindros del motor a de abastecer. La bomba rotativa convencional dispone de una corredera de regulación que determina la carrera útil y dosifica el caudal de inyección. El comienzo de suministro está regulado a través de un anillo de rodillos. El caudal de inyección es dosificado por una electroválvula, las señales que ordenan el control y la regulación son procesadas por ECU (unidad de control de bomba y unidad de control de motor). Dentro del grupo de bombas de inyección rotativas existen tres tipos.

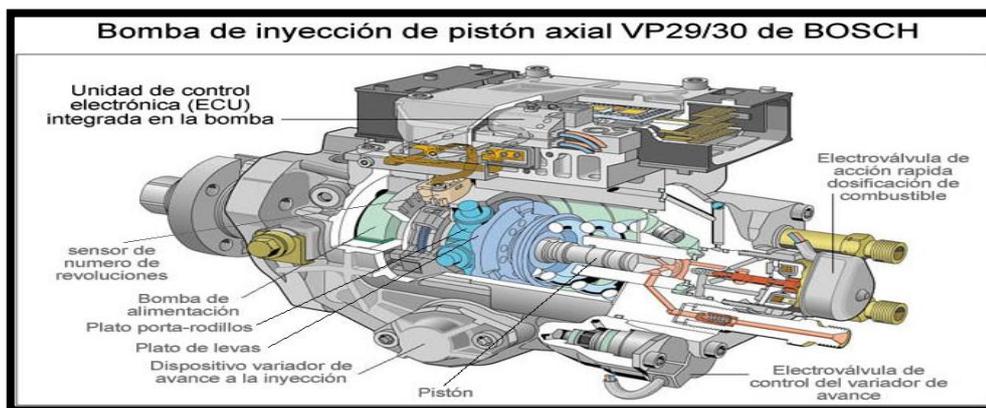


Figura 2.7.4. Bomba rotativa VP29  
([www.aficionadosalamecanica.com/vp\\_29.htm](http://www.aficionadosalamecanica.com/vp_29.htm))

### 2.7.5 Unidad de Bomba-Inyector UIS

En este tipo de bombas por cada cilindro del motor se monta una unidad en la culata que es accionada directamente por un empujador o indirectamente por un balancín. Dispone de una presión de inyección superior a la proporcionada por las bombas de inyección en línea y rotativas, esto es debido a que no dispone de tuberías de alta presión. Debido a la elevada presión de inyección se consigue una importante reducción de emisiones contaminantes.

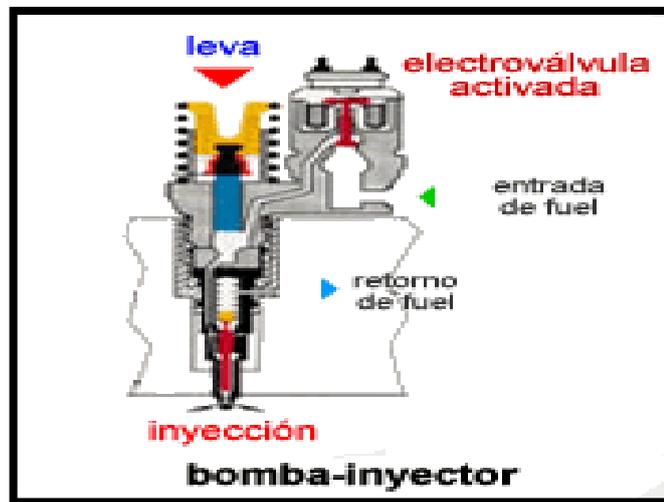


Figura 2.7.5. Bomba-Inyector UIS  
([www.geocities.ws/mecanicainacap/uis](http://www.geocities.ws/mecanicainacap/uis))

### 2.7.6 Unidad Bomba-Tubería-Inyector UPS

Este sistema de inyección trabaja según el procedimiento que la unidad bomba-inyector. Este sistema, contrariamente a la unidad bomba-inyector, el inyector y la bomba están unidos mediante una tubería corta de inyección. El inyector UPS dispone de una inyección por cada cilindro del motor. La regulación electrónica del comienzo de inyección y duración de inyección proporciona al motor una reducción de las emisiones contaminantes.

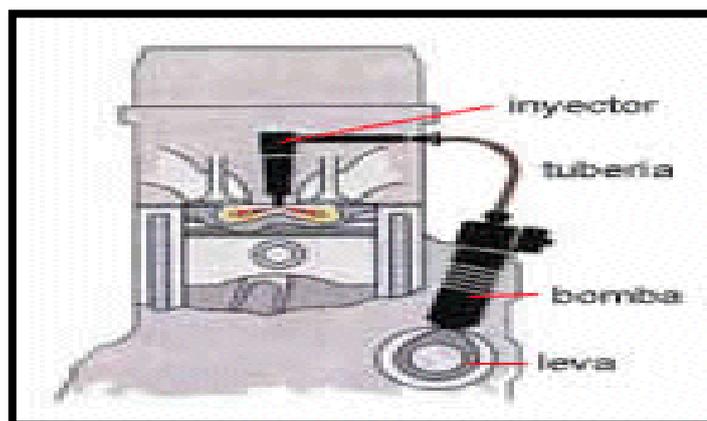


Figura 2.7.6. Bomba-Tubería-Inyector UPS  
([www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-inyector.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-inyector.htm))

### **2.7.7 Bomba de Inyección Individuales PF**

Este tipo de bombas no dispone de árbol de levas propio, sin embargo, su funcionamiento es equiparable al de la bomba de inyección lineal PE. Las levas encargadas del accionamiento se encuentran sobre el árbol de levas correspondiente al control de válvulas del motor, por ese motivo no es posible la variación del avance mediante un giro del árbol de levas.

### **2.7.8 Sistema de Inyección de Acumulación**

La generación de presión y la inyección se generan por separado en el sistema de acumulación. El caudal y el momento de inyección se calculan dentro de la ECU y se realiza a través del inyector a cada cilindro del motor. Este sistema es el mayor utilizado actualmente ya que se obtiene una mayor economía y mantiene un buen rendimiento del motor.

## **2.8 Funcionamiento de la Bomba de Inyección Rotativa**

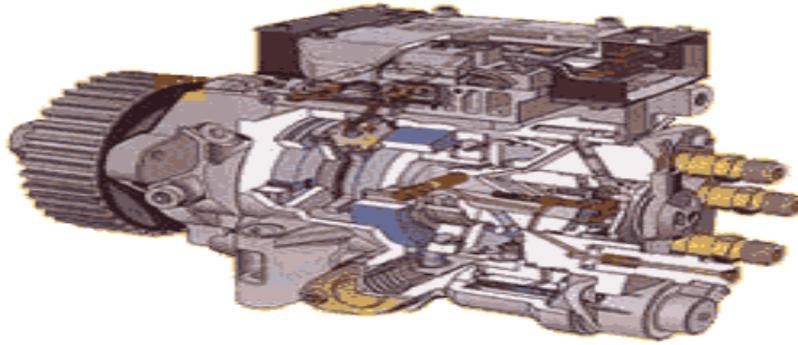
El principio de funcionamiento de la VP es muy similar a la bomba rotativa normal, la principal diferencia está en la forma de generar la alta presión y el control electrónico. En las bombas rotativas normales, la alta presión se genera por el movimiento axial de un sólo pistón. En la VP existen dos pistones que comprimen el combustible, desbocándose en el sentido radial. La VP es una bomba de elevada tecnología, que aporta a los motores mayores rendimientos con eficiencia.<sup>7</sup>

### **2.8.1 Alimentación de Combustible**

Un conducto elaborado en el cuerpo de la bomba que va de extremo a extremo. Por uno de los extremos del conducto se conecta el tubo procedente de la bomba de trasiego, del otro lado hay una válvula reguladora de presión, de manera que todo el conducto interno está lleno con combustible a la presión regulada por la válvula. El combustible en exceso se desvía de nuevo al depósito por el retorno mediante una válvula de retorno que actúa dependiendo la carga que el operario quiera realizar al motor y así la válvula sabrá cuanto y a que tiempo envía ese combustible de exceso al depósito.

---

<sup>7</sup> (Mecánica A. a., 2014)



*Figura 2.8.1* Bomba de Inyección Rotativa  
([www.aficionadosalamecanica.net/bomba\\_rotativa.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/bomba_rotativa.htm))

### **2.8.2 Émbolo de Bombeo.**

Consiste en repetir en línea los émbolos necesarios de acuerdo con el número de cilindros del motor con el adecuado cambio en el ángulo de cada leva con respecto a las otras.

### **2.8.3 Regulación de la Entrega.**

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. 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 la carrera de ascenso ese combustible se impulsa al inyector al quedar cerradas las lumbreras de entrada.

## **2.9 Inyector de Combustible.**

Es el dispositivo encargado de producir el aerosol de combustible dentro de la cámara de combustión, es un conjunto de piezas dentro de un cuerpo de acero que atraviesa en cuerpo metálico de motor y penetra hasta el interior de la cámara de combustión. Por el extremo externo se acopla el conducto de alta presión procedente de la bomba de inyección.<sup>8</sup>

### **2.9.1 Funcionamiento del Inyector de Combustible**

El combustible procedente de la bomba de inyección se alimenta a una entrada del inyector, este combustible, a través de conductos perforados en el cuerpo del inyector se conduce hasta una aguja en la parte inferior que obstruye el orificio de salida al ser empujada a través de una varilla por un resorte.

---

<sup>8</sup> (SerCultos, 2013)

De esta manera el paso del combustible a la cámara de combustión está bloqueado. Cuando la presión en el conducto de entrada crece lo suficiente por el empuje de la bomba de inyección, la presión puede vencer la fuerza del resorte y levantar la aguja, de esta forma se abre el pequeño conducto de acceso a la cámara, y el combustible sale muy pulverizado por el extremo inferior.



*Figura 2.9.1. Inyector Diésel*  
([www.bosch.com.ve/autopartes/productos/sistemas\\_diesel/porta\\_inyectores.htm](http://www.bosch.com.ve/autopartes/productos/sistemas_diesel/porta_inyectores.htm))

## **2.10 Tipos de Inyectores.**

### **2.10.1 Inyectores de Resorte.**

También conocido como "mecánica" son los más antiguos inyector de combustible, y son todavía de uso común hoy en día en muchas aplicaciones industriales. Diésel hace mucho tiempo adoptó a las innovaciones que exige presiones de combustible muy alta y la inyección rápida: turbocompresor e inyección directa del cilindro. Para ambos casos el inyector funciona en ambientes de muy alta presión, que la fuerza aérea de nuevo si no en el inyector de combustible para esas presiones muy altas.

Inyectores mecánicos tienen válvulas de resorte de acción muy rápida dentro de ellos. Una vez que el suministro de combustible de la bomba de presión suficiente para que el inyector del cilindro, la válvula de resorte se traba de combustible abierto y chorros en el motor. Estos inyectores de asegurar que el combustible siempre sale a la misma presión, en el mismo plazo y frecuencia. Sin estas válvulas de primavera, el aumento y la caída de presión de combustible que "goteo" de combustible en el motor en lugar de chorro de ella.



Figura 2.10.1. Inyector de Resorte  
([www.ecured.cu/Inyector\\_de\\_Combustible](http://www.ecured.cu/Inyector_de_Combustible))

### 2.10.2 Inyectores de solenoide.

Utilizado en motores diésel son casi idénticas a las utilizadas en los motores de gas. Los inyectores de solenoide suelen utilizar una serie de electroimanes para abrir la válvula, cuando la computadora envía la electricidad al inyector, los imanes de energía y tire de la válvula de inyección fuera de la sede de la válvula. Cuando el imán se apaga, un pequeño resorte cierra la válvula.



Figura 2.10.2. Inyector de solenoide  
([www.landroverclub.com.ar/viewtopic.php?nomobile=1&f=12&t=122666](http://www.landroverclub.com.ar/viewtopic.php?nomobile=1&f=12&t=122666))

### 2.10.3 Inyectores Piezoeléctricos.

La piezoelectricidad es un fenómeno increíble, pero poco conocido-electromecánicos. Los materiales piezoeléctricos pueden cambiar de forma cuando la

electricidad se aplica, o puede emitir energía eléctrica cuando se someten a la fuerza súbita. Muchos materiales muy comunes presentan una cierta cantidad de piezoelectricidad, incluyendo seda, caña de azúcar, el cuarzo y el hueso seco.



*Figura 2.10.3. Inyectores Piezoeléctricos*  
(foros.3dgames.com.ar/threads/773911-potencia-al-milimetro-inyectores-piezoelectricos)

#### **2.10.4 Inyector de accionamiento hidráulico.**

Introducido por Caterpillar Diésel, HEUI la (de accionamiento hidráulico, control electrónico de la unidad de inyección) utiliza la presión del aceite a la prensa sobre una membrana en el interior del inyector. Este diafragma empuja la pequeña cantidad de combustible dentro del inyector, de presurización a la masiva entre 3.000 y 21.000 psi necesario para la inyección directa. Debido a que los inyectores se actúan para presurizar el combustible, los sistemas de HEUI pueden prescindir de las bombas de combustible de gran alcance que hacen otros sistemas de pesado, caro, peligroso y difícil de controlar.

Esto es una bendición enorme para motores diésel ferroviarios controlados por computadora común, que el ferrocarril de combustible a presión es esencialmente una bomba a punto de estallar.



*Figura 2.10.4. Inyector de Accionamiento Hidráulico*  
(www.bwdbrand.com/es/products/diesel/)

### **2.10.5 Ventajas del sistema de inyección:**

- ✓ Menor contaminación
- ✓ Mayor economía
- ✓ Mejor rendimiento del motor
- ✓ Mejor aprovechamiento del combustible

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Bomba de Inyección Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

Este tipo de bombas se viene usando desde hace bastante tiempo en los motores Diésel, su constitución básica no ha cambiado, las únicas variaciones han venido dadas por la aplicación de la gestión electrónica en los motores Diésel.<sup>9</sup>

En la figura inferior se pueden ver las "partes comunes" de una bomba de inyección rotativa del tipo VE usada tanto con gestión electrónica (bomba electrónica) como sin gestión electrónica (bomba mecánica).

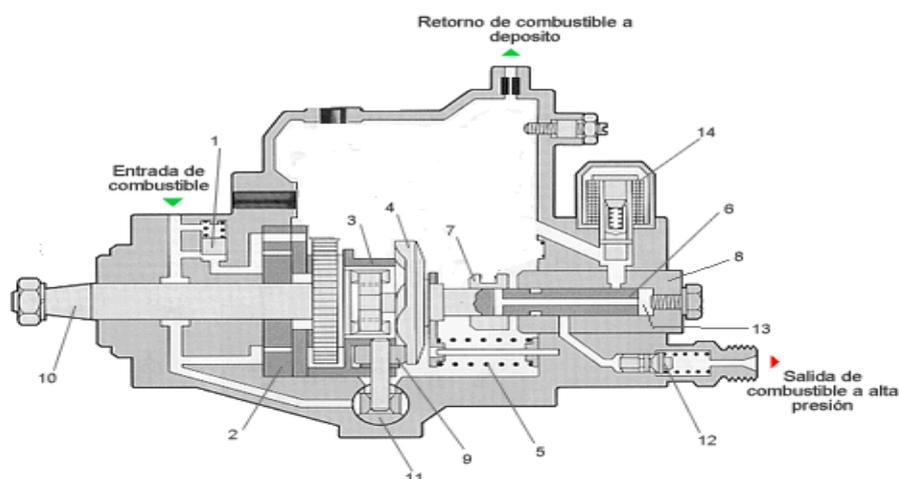


Figura 3.1.1. Bomba de Inyección Rotativa Tipo VP 29  
([www.aficionadosalamecanica.net/bombas\\_de\\_inyeccion.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/bombas_de_inyeccion.htm))

- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Válvula reductora de presión | 8. Cabeza hidráulica                |
| 2. Bomba de alimentación        | 9. Rodillo                          |
| 3. Plato porta-rodillos         | 10. Eje de arrastre de la bomba     |
| 4. Plato de levas               | 11. Variador de avance de inyección |
| 5. Muelle de retroceso          | 12. Válvula de respiración          |
| 6. Pistón distribuidor          | 13. Cámara de combustible a presión |
| 7. Corredera de regulación      | 14. Electroválvula de STOP          |

<sup>9</sup> (Mecánica A. a., 2014)

El pistón distribuidor (6) es solidario a un plato de levas (4) que dispone de tantas levas como cilindros alimentar tiene el motor. El plato de levas es movido en rotación por el eje de arrastre (10) y se mantiene en apoyo sobre el plato porta-rodillos (3) mediante unos muelles de retroceso (5). La mayor o menor presión de inyección viene determinada por la forma de la leva del disco de levas. Además de influir sobre la presión de inyección también lo hace sobre la duración de la misma.

Las bombas de inyección rotativas aparte de inyectar combustible en los cilindros también tienen la función de aspirar gas-oil del depósito de combustible. Para ello disponen en su interior, una bomba de alimentación (6) que aspira combustible del depósito (3) a través de un filtro (2).

Cuando el régimen del motor (RPM) aumenta: la presión en el interior de la bomba asciende hasta un punto en el que actúa la válvula reductora de presión (4), que abre y conduce una parte del combustible a la entrada de la bomba de alimentación (6). Con ello se consigue mantener una presión constante en el interior de la bomba.

En la figura inferior se ve el circuito de combustible exterior a la bomba de inyección, así como el circuito interno de alimentación de la bomba.

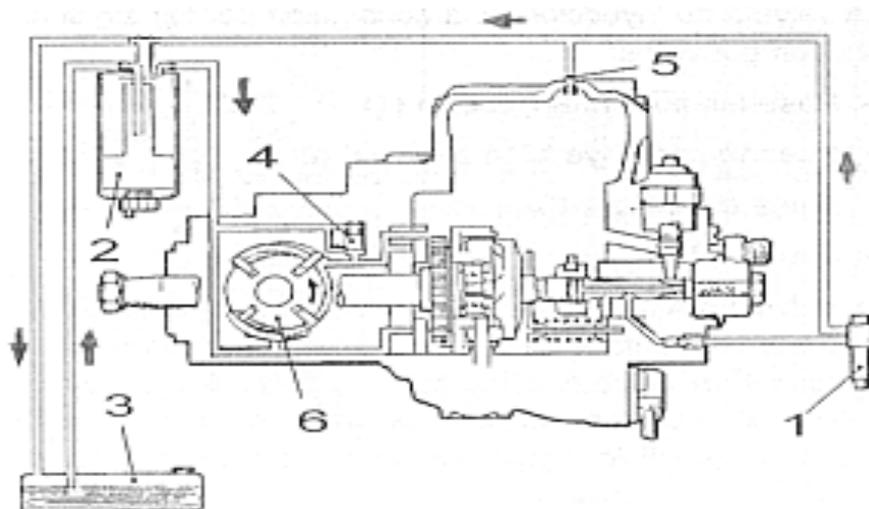


Figura 3.1.2. Circuito de Alimentación de Combustible  
([www.aficionadosalamecanica.net/bombas\\_de\\_inyeccion.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/bombas_de_inyeccion.htm))

- |                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. Inyector                | 4. Válvula reductora de presión |
| 2. Filtro de combustible   | 5. Conexión de retorno          |
| 3. Depósito de combustible | 6. Bomba de alimentación        |

En la parte más alta de la bomba de inyección hay una conexión de retorno (5) con una estrangulación acoplada al conducto de retorno para combustible. Su función es la de, en caso necesario, evacuar el aire del combustible y mandarlo de regreso al depósito.

### **3.2 Estructura del Conjunto de la Bomba Radial**

La bomba está formada por una carcasa fabricada en aleación ligera, en la que se fijan y contiene a todos los elementos que la componen. A su vez, la carcasa dispone de unas correderas para fijarlas al motor permitiendo ajustar el avance a la inyección. Cuando se utiliza una polea de accionamiento de tipo RAM, las ranuras son sustituidas por orificios, dado que la puesta a punto se efectúa variando la posición de la citada polea RAM, respecto al árbol de giro de la bomba. Para ello, este tipo de poleas disponen de correderas en su sistema de fijación.

El árbol interno de la bomba o árbol motriz es accionado por el mecanismo de distribución del motor, con una relación de desmultiplicación de 2:1, de tal forma que gira a la mitad de velocidad que el cigüeñal y a la misma que el árbol de levas.

En el extremo opuesto al lado accionamiento se disponen los racores de salida de alta presión, en los que a su vez se roscan las tuberías de alta presión que transportan el combustible hacia los inyectores.

### **3.3 Sistema de Alimentación de Combustible**

Formado por la llamada bomba de transferencia que es una bomba de paletas que se encarga de succionar el combustible desde el depósito, cumpliendo por tanto la función de bomba de alimentación. Dicha bomba es accionada directamente por el árbol motriz. Una vez succionado y en el interior de la bomba, el combustible es enviado al elemento de bombeo en el que se incrementa su presión, y desde ahí hacia el inyector adecuado (según el orden de inyección), ya dosificado, y con el oportuno avance a la inyección, mediante las tuberías de alta presión.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> (Pérez, 2012)

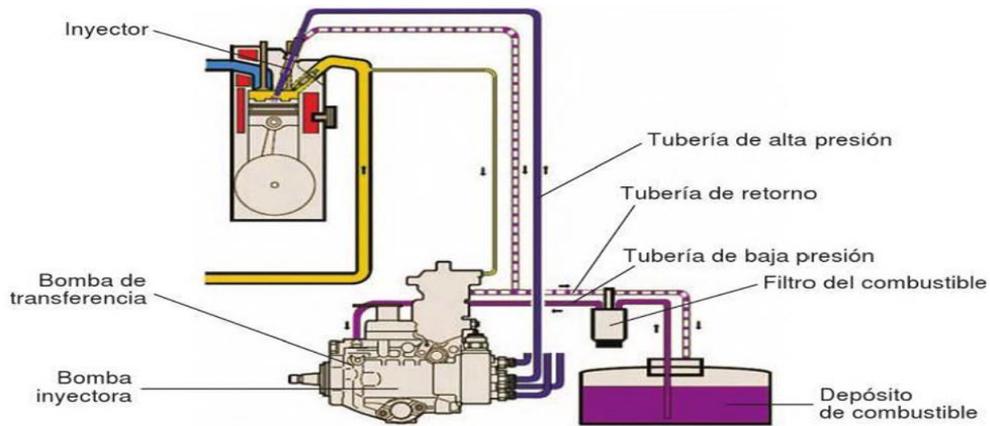


Figura 3.3.1. Sistema de Alimentación de Combustible  
(Pérez 2012)

A la presión alcanzada por el combustible a la salida de esta bomba, se le denomina presión de transferencia, y está controlada por una válvula de descarga (válvula de presión de transferencia) ya que cuanto mayor sea el régimen de giro de la bomba, mayor será el caudal, y por tanto la presión. La presión máxima está en torno a los 5 bares, dependiendo del modelo y aplicación, así como del tarado de la citada válvula de presión de transferencia.

### 3.4 Elemento de Bombeo

Formado por un émbolo, concéntrico con el eje de giro de la bomba, que se desplaza axialmente por el interior del cabezal hidráulico o cabeza distribuidora guiado por un cilindro ubicado en el interior del mismo, en el que se producen las variaciones de volumen, necesarias para el funcionamiento del elemento de bombeo. Además de su desplazamiento axial, dicho émbolo realiza también un movimiento giratorio, puesto que es solidario al árbol de giro de la bomba.<sup>11</sup>



Figura 3.4.1. Elementos de Bombeo  
(Pérez 2012)

<sup>11</sup> (Pérez, 2012)

### 3.5 Accionamiento del Émbolo

Solidario al émbolo, se dispone el llamado disco de levas cual dispone de tantas protuberancias o salientes como cilindros alimenta la bomba de tal forma que para un motor de cuatro cilindros, dispone de cuatro elementos desfasados entre sí  $90^{\circ}$ , accionado por el árbol de accionamiento de la bomba mediante un disco de cruceta, que lo arrastra hacia el encaje de sus protuberancias en las hendiduras del citado disco.

A su vez el disco de levas está en contacto con la llamada placa (lamina de anillo de rodillo). De esta forma, cuando el conjunto émbolo - disco de levas gira debido a la rotación del propio árbol motriz de la bomba.

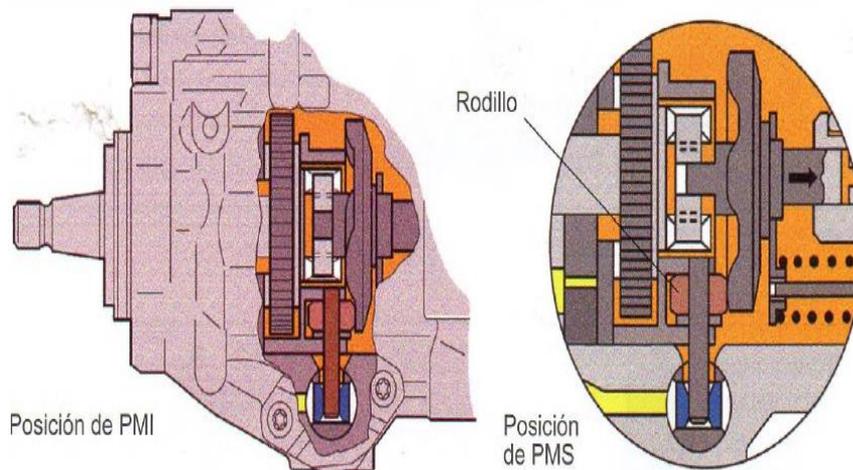


Figura 3.5.1. Accionamiento del Émbolo  
(Pérez 2012)

### 3.6 Descripción de la cabeza distribuidora

El cabezal hidráulico o cabeza distribuidora, dispone de unas lumbreras, ya citadas durante la descripción del émbolo. La llamada lumbrera de alimentación se comunica alternativamente, en función de la posición del émbolo, con las ranuras de alimentación. Por tanto, cuando coinciden, se efectúa el llenado del elemento de bombeo o fase de alimentación. Por otra parte, también se disponen las llamadas lumbreras de distribución, las cuales se comunican, también dependiendo de la posición del émbolo, con la ranura de distribución situadas en éste. Estas lumbreras tienen un funcionamiento importante dentro del cabezal hidráulico ya que mediante ellas son las que elevan la presión de la bomba rotativa de inyección.

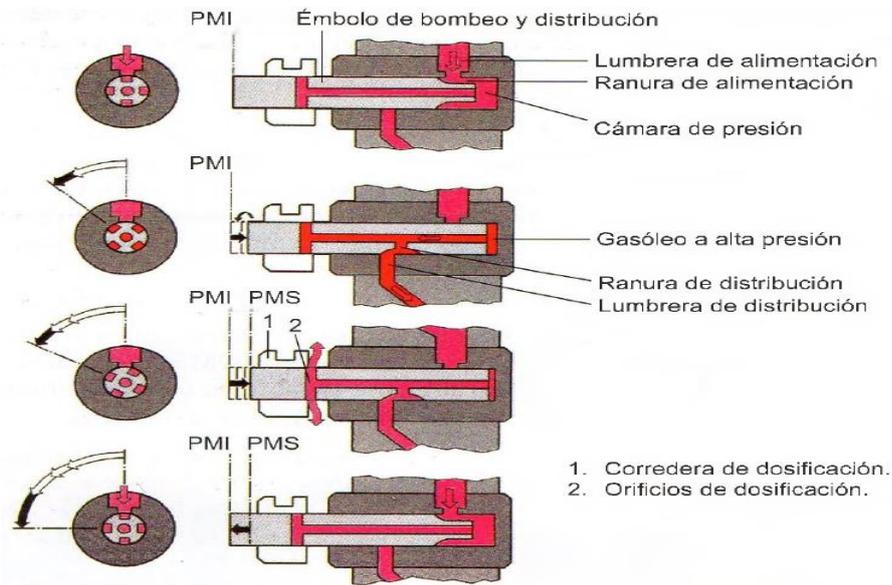


Figura 3.6.1. Descripción del Émbolo de Bombeo y Distribución (Pérez 2012)

Por la disposición de las levas respecto a las ranuras del émbolo, la fase de alimentación sólo se lleva a cabo durante el movimiento de recuperación, es decir, cuando los muelles impulsan al émbolo desde el PMS hacia el PMI. De igual forma, la coincidencia de la ranura de distribución con alguna de las lumbreras de distribución, sólo se lleva a cabo durante el movimiento de impulsión, es decir, cuando las levas impulsan al émbolo desde el PMI hacia el PMS.

Es importante destacar, que en ningún caso coinciden simultáneamente ambos tipos de lumbreras con sus respectivas ranuras, es decir, cuando la lumbrera de alimentación coincide con cualquiera de las ranuras de alimentación, ninguna lumbrera de distribución coincide con la ranura de distribución. De otro modo, dada su intercomunicación mediante el conducto interior del émbolo, no se podría generar presión.

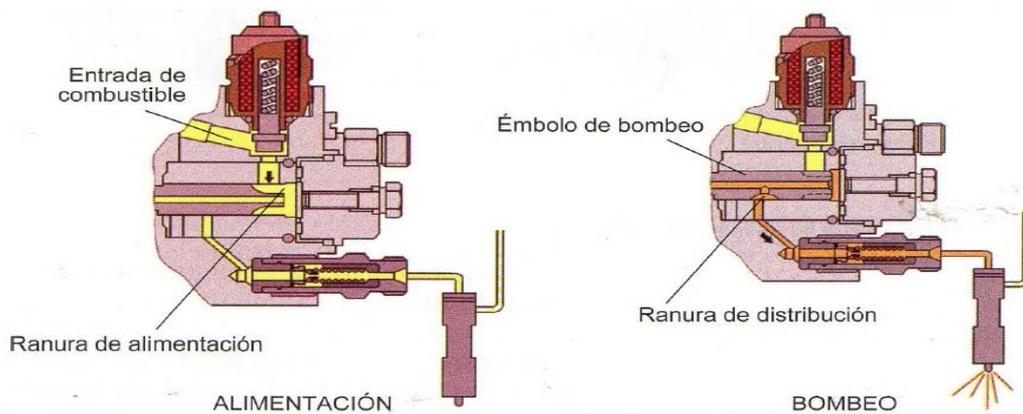


Figura 3.6.2. Alimentación y Distribución del Elemento de Bombeo (Pérez 2012)

### 3.7 Válvulas de Impulsión

A la salida de cada lumbrera de distribución, se dispone una válvula unidireccional (una por cada lumbrera), denominadas válvulas de impulsión. Su misión consiste en evitar los retornos de combustible desde el inyector a la bomba inyectora cuando cesa la inyección, además de descargar de presión la canalización que une ambos componentes. La válvula de impulsión dispone de un émbolo cuya apertura es contrarrestada por un muelle, que se desplaza impulsado por el combustible a presión.<sup>12</sup>

Además, dicho émbolo tiene la particularidad de poseer un ranurado longitudinal en su extremo, por el que circula el combustible, así como un anillo anular, de tal forma que el cierre de la canalización se produce, antes de que el émbolo haga tope en su asiento, debido a que el anillo anular lo tapona. Dado que aún le queda recorrido útil, el émbolo efectúa una succión en la tubería, debido a la variación de volumen que se produce durante dicho recorrido. Esa succión acelera el cierre del inyector, evitando su goteo, además de descargar de presión la tubería.

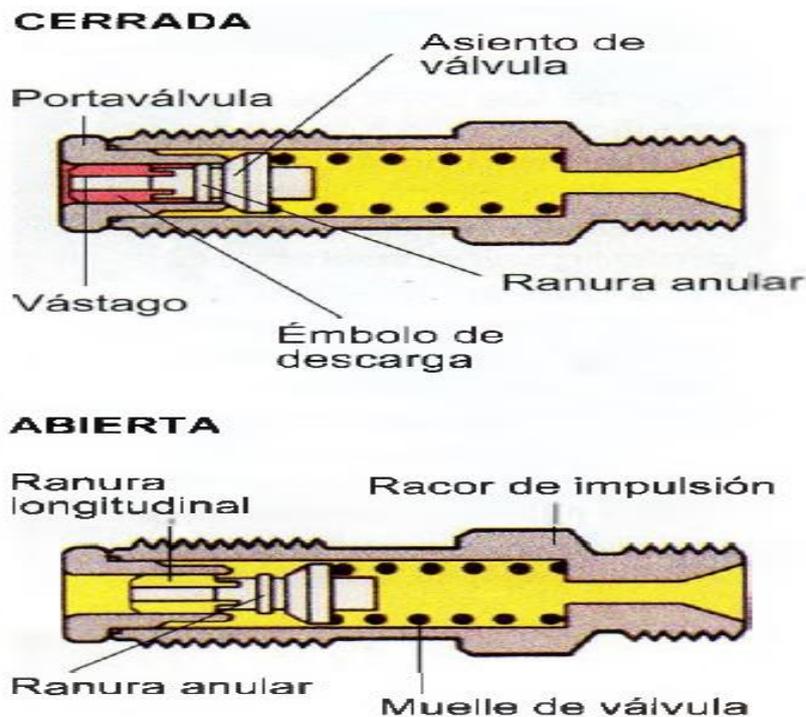


Figura 3.7.1. Disposición de las Válvulas de Impulsión.  
(Pérez 2012)

<sup>12</sup> (Pérez, 2012)

### 3.8 Dispositivo de Dosificación

Está integrado en el elemento de bombeo. Tal y como se ha citado durante la descripción del elemento de bombeo, el émbolo dispone de unos orificios próximos a su lado accionamiento (parte más próxima al disco de levas), denominados orificios de dosificación, cuya apertura se efectúa de forma variable durante el recorrido del émbolo, con la llamada corredera de dosificación.

Por la disposición del émbolo, al estar comunicadas mediante el conducto interior la cámara de presión con los orificios de dosificación, cuando se produce la apertura de éstos, al ser destapados por la corredera, se comunica la citada cámara de presión con el interior de la bomba

Cuando la corredera deja de obturar los orificios, se produce la apertura de éstos últimos. Así, en función de la posición de la corredera, la apertura se efectuará antes o después. Si la corredera de regulación está situada en la parte más próxima al lado accionamiento, la apertura se llevará a cabo antes, que en el caso de que se encuentre en la posición más alejada del disco de levas.

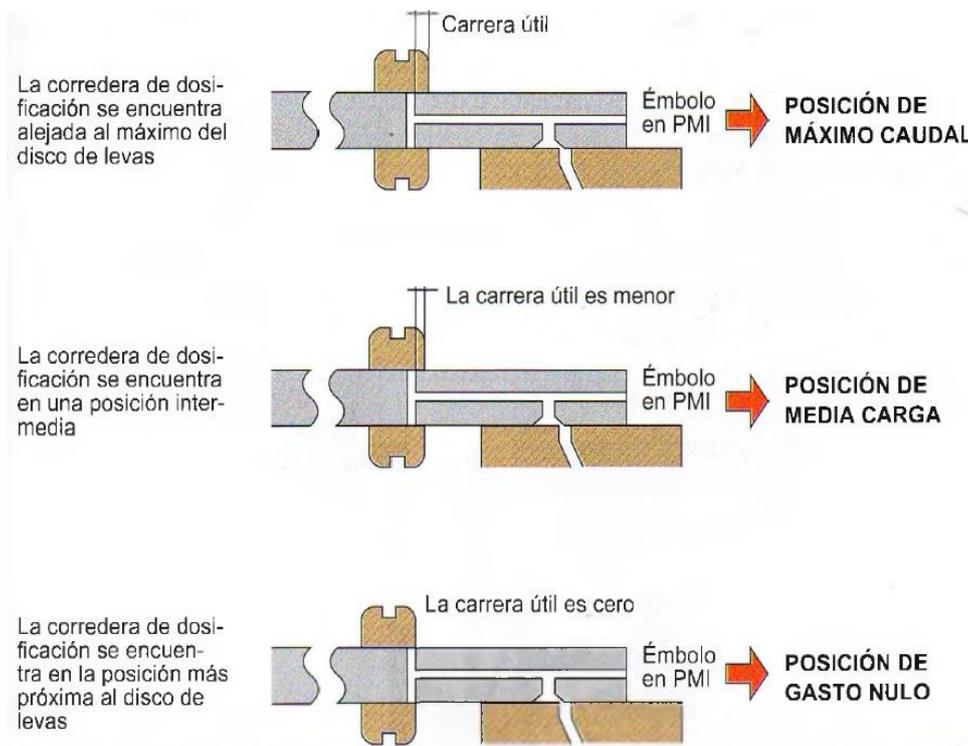


Figura 3.8.1. Fases de Dosificación de Combustible. (Pérez 2012)

### 3.9 Dispositivo de Regulación de Velocidad.

Es un mecanismo que se encarga de que no haya una excesiva distorsión entre el régimen de giro del motor (y por tanto de la cantidad de aire que alimenta al motor) y la cantidad de combustible aportado. Está formado básicamente, por un conjunto centrífugo de contrapesos, que se desplazan radialmente en función de la velocidad de giro de la bomba (y por tanto del motor), por efecto de la fuerza centrífuga.

Dichos contrapesos generan una fuerza que contrarresta a la de un muelle antagonista, que a su vez se opone al accionamiento del acelerador. Básicamente, todos los reguladores tienen un funcionamiento similar, variando sus características en función de la disposición de las palancas y elementos de reenvío.

Cuando se acciona el acelerador, a la vez que se acciona la palanca, se vence la acción de un muelle. El sistema de contrapesos centrífugos se opone a la acción del muelle, produciéndose, en la práctica, un equilibrio de fuerzas entre ambos elementos, que determinan la posición de la palanca del acelerador, y por tanto de la corredera de dosificación

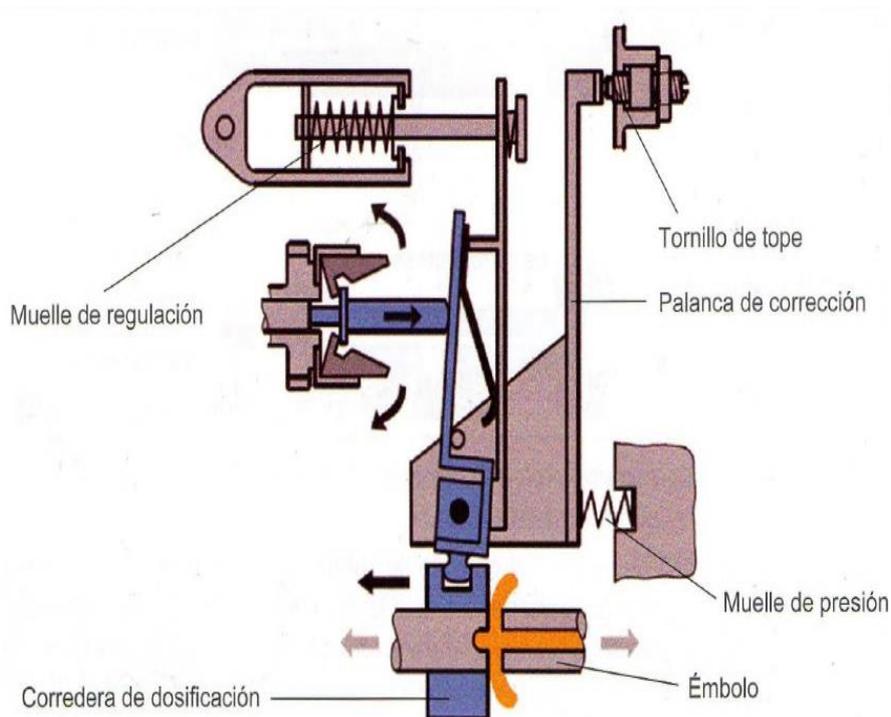


Figura 3.9.1. Dispositivo Regulador de Velocidad.  
(Pérez 2013)

### 3.10 Dispositivo Variador de Avance.

Se encarga de determinar el avance a la inyección, adecuándolo al régimen de giro del motor. Al igual que se ha observado en los motores Otto, la velocidad de combustión depende del régimen y la cantidad de combustible aportado, siendo por tanto indispensable adaptar el avance a la inyección, aumentándolo a medida que el régimen lo hace.

Para efectuar la variación de avance, se actúa sobre la posición angular de la placa de rodillos, dado que ésta puede girar, respecto al cuerpo de la bomba, cierto número de grados. Así, cuando la placa gira en sentido contrario al de giro, se aumenta el avance a la inyección, si gira en el mismo sentido que la bomba, el avance disminuye, al entrar en contacto las levas con los rodillos después.

Para accionar la placa de rodillos se dispone un conjunto formado por un émbolo solidario a la misma, sobre el cual incide directamente la presión de transferencia. A su vez, dicho émbolo actúa sobre la placa de rodillos mediante una rótula, articulando así su movimiento.

Para contrarrestar la presión de transferencia que incide sobre el émbolo, se monta un muelle antagonista, de tal forma que, del equilibrio de fuerzas resultante de su tarado, así como del valor de la presión de transferencia, se obtiene la posición concreta de la placa de rodillos, y por tanto el avance a la inyección. Para ello, el muelle se ha de disponer, de tal forma que se oponga al desplazamiento de la placa porta rodillos en sentido contrario al de giro del árbol motriz. Es decir, que, en ausencia de presión de transferencia, el avance sea mínimo.

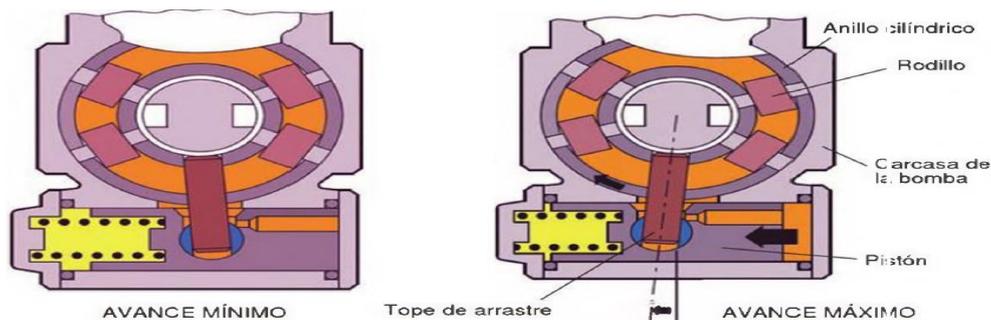


Figura 3.10.1. Dispositivo Variador de Avance.  
(Pérez 2013)

### 3.11 Generación de Presión las Bombas de Inyección Rotativas.

La alta presión se genera por medio de un dispositivo de bombeo que además dosifica y distribuye el combustible a los cilindros.

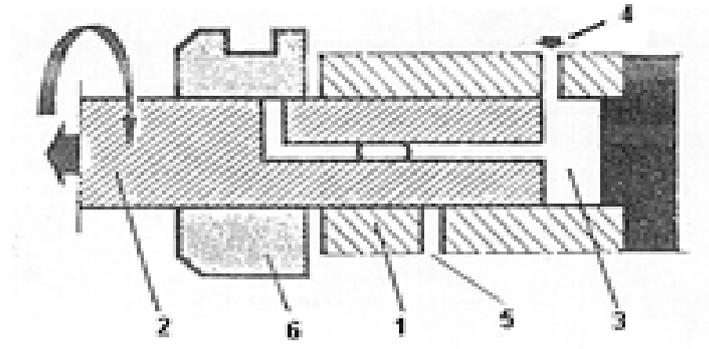


Figura 3.11.1. Dispositivo de Bombeo de Alta Presión  
([www.aficionadosalamecanica.net/bombas\\_de\\_inyeccion.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/bombas_de_inyeccion.htm))

En la figura se ve el dispositivo de bombeo de alta presión, el pistón retrocede hacia el PMI llenándose la cámara de expulsión de combustible.

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. Cilindro               | 5. Salida de gas-oil a alta presión hacia el inyector. |
| 2. Pistón                 | 6. Corredera de regulación                             |
| 3. Cámara de expulsión    |  |
| 4. Entrada de combustible |  |

El dispositivo de bombeo de alta presión está formado por:

#### 3.11.1 Cilindro o cabezal hidráulico

Por su interior se desplaza el pistón. Tiene una serie de orificios uno es de entrada de combustible (4) y los otros (5) para la salida a presión del combustible hacia los inyectores. Habrá tantos orificios de salida como cilindros tenga el motor.

#### 3.11.2 Un pistón móvil

Tiene dos movimientos uno rotativo y otro axial alternativo. El movimiento rotativo se lo proporciona el árbol de la bomba que es arrastrado a su vez por la correa de distribución del motor. Este movimiento sirve al pistón para la distribución del combustible a los cilindros a través de los inyectores.

El movimiento axial alternativo es debido a una serie de levas que se aplican sobre el pistón. Tantas levas como cilindros tengan el motor. Una vez que pasa la leva el pistón

retrocede debido a la fuerza de los muelles. El pistón tiene unas canalizaciones interiores que le sirven para distribuir el combustible y junto con la corredera de regulación también para dosificarlo.

### **3.11.3 La corredera de regulación**

Sirve para dosificar la cantidad de combustible a inyectar en los cilindros. Su movimiento es controlado principalmente por el pedal del acelerador. Dependiendo de la posición que ocupa la corredera de regulación, se libera antes o después la canalización interna del pistón.

## **3.12 Funcionamiento del dispositivo**

Cuando el pistón se desplaza hacia el PMI, se llena la cámara de expulsión de gas-oil, procedente del interior de la bomba de inyección. Cuando el pistón inicia el movimiento axial hacia el PMS, lo primero que hace es cerrar la lumbrera de alimentación, y empieza a comprimir el combustible que está en la cámara de expulsión, aumentando la presión hasta que el pistón en su movimiento rotativo encuentre una lumbrera de salida.

Dirigiendo el combustible a alta presión hacia uno de los inyectores, antes tendrá que haber vencido la fuerza del muelle que empuja la válvula de respiración. El pistón sigue mandando combustible al inyector, por lo que aumenta notablemente la presión en el inyector, hasta que esta presión sea tan fuerte que venza la resistencia del muelle del inyector.

Se produce la inyección en el cilindro y esta durara hasta que el pistón en su carrera hacia el PMS no vea liberado el orificio de fin de inyección por parte de la corredera de regulación.

Cuando llega el fin de inyección hay una caída brusca de presión en la cámara de expulsión, lo que provoca el cierre de la válvula de respiración empujada por un muelle. El cierre de esta válvula realiza una respiración de un determinado volumen dentro de la canalización que alimenta al inyector, lo que da lugar a una expansión rápida del combustible provocando en consecuencia el cierre brusco del inyector para que no gotee.



Figura 3.12.1. Comienzo de la Inyección de Combustible.  
 (www.aficionadosalamecanica.net/bombas\_de\_inyeccion.htm)

El pistón se desplaza hacia el PMS comprimiendo el gas-oil de la cámara de expulsión y lo distribuye a uno de los inyectores.



Figura 3.12.2. Final de la Inyección de Combustible.  
 (www.aficionadosalamecanica.net/bombas\_de\_inyeccion.htm)

En la figura se produce el final de la inyección, debido a que la corredera de regulación libera la canalización interna del pistón a través de la lumbrera de fin de inyección. La corredera de regulación cuanto más a la derecha este posicionada, mayor será el caudal de inyección.

### 3.13 Tipos de Bombas Radial VP 29

#### 3.13.1 Bomba Mecánica

Bomba de inyección rotativa con corrector de sobrealimentación para motores turboalimentados sin gestión electrónica. En la parte alta de la bomba se ve el corrector de sobrealimentación para turbo nº 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Los nº 8, 9, 10 forman parte del regulador mecánico de velocidad que actúa por la acción de la fuerza centrífuga en combinación con las palancas de mando (11 y 12) de la bomba, sobre la corredera de regulación (18) para controlar el caudal a inyectar en los cilindros, a cualquier régimen de carga del motor y en función de la velocidad de giro.

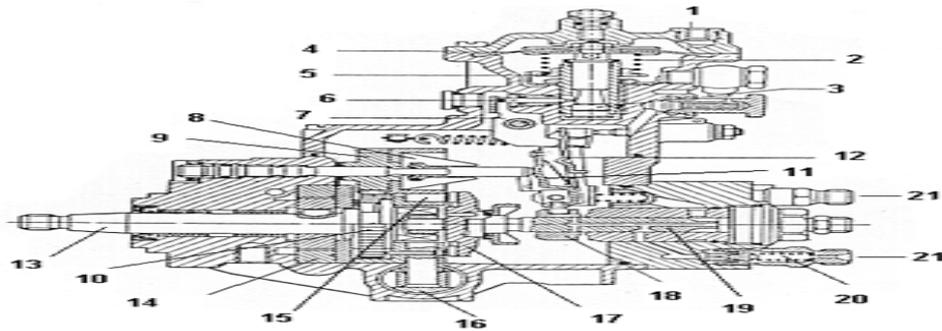


Figura 3.13.1. Despiece de la bomba Mecánica Radial Tipo VP 29  
([www.aficionadosalamecanica.net/bombas\\_de\\_inyeccion.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/bombas_de_inyeccion.htm))

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1. Presión turbo                  | 12. Palanca de tensión                 |
| 2. Muelle de compresión           | 13. Eje de arrastre                    |
| 3. Eje de reglaje                 | 14. Bomba de alimentación              |
| 4. Membrana                       | 15. Plato porta-rodillos               |
| 5. Tuerca de reglaje              | 16. Regulador de avance a la inyección |
| 6. Dedo palpador                  | 17. Plato de levas                     |
| 7. Palanca de tope móvil          | 18. Corredera de regulación            |
| 8. Contrapesos conjunto regulador | 19. Pistón distribuidor                |
| 9. Rueda dentada                  | 20. Válvula de respiración             |
| 10. Rueda dentada                 | 21. Salida hacia los inyectores        |
| 11. Palanca de arranque           |  |

### 3.13.2 Bomba Electrónica

Bomba de inyección rotativa para motores Diésel con gestión electrónica.

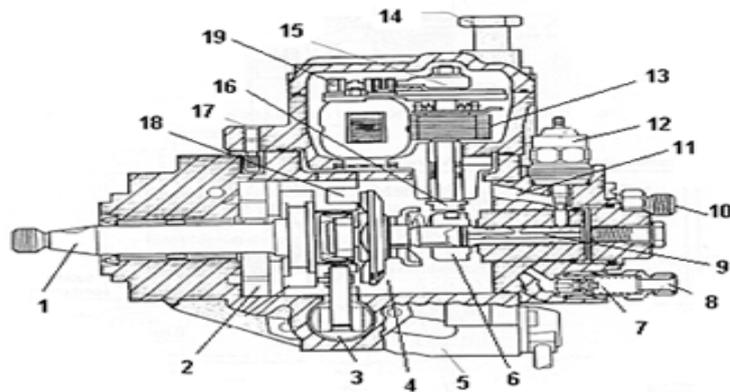


Figura 3.13.2. Despiece de la bomba Electrónica Radial Tipo VP 29  
([www.aficionadosalamecanica.net/bombas\\_de\\_inyeccion.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/bombas_de_inyeccion.htm))

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. Eje de arrastre                    | 12. Electroválvula de STOP                         |
| 2. Bomba de alimentación              | 13. Servomotor                                     |
| 3. Regulador de avance a la inyección | 14. Retorno de gas-oil al depósito de combustible. |
| 4. Plato de levas                     | 15. Sensor de posición                             |
| 5. Válvula magnética                  | 16. Perno de excéntrica                            |
| 6. Corredera de regulación            | 17. Entrada de combustible                         |
| 7. Válvula de respiración             | 18. Plato porta-rodillos                           |
| 8 y 10. Salida hacia los inyectores   | 19. Sensor de temperatura de combustible           |
| 9. Pistón distribuidor                |  |
| 11. Entrada de combustible al pistón  |  |

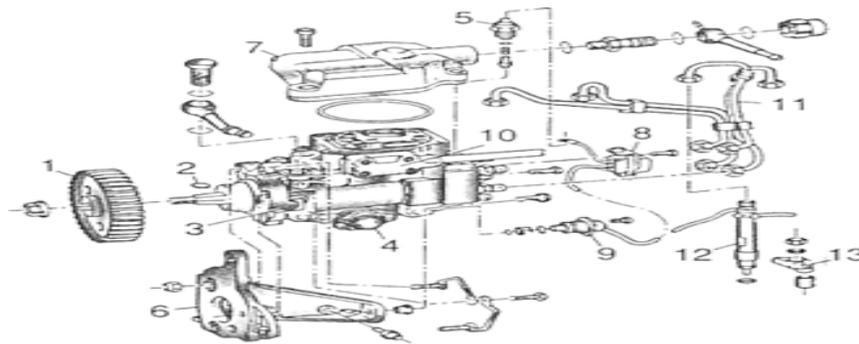


Figura 3.13.3. Despiece de los Complementos de la Bomba Electrónica  
 (www.aficionadosalamecanica.net/bombas\_de\_inyeccion.htm)

- |   |   |
|---|---|
| 1. Rueda dentada de arrastre.             | 8. Válvula de caudal.   |
| 2. Chaveta                                | 9. Válvula de principio de inyección.                             |
| 3. Bomba de inyección.                    | 10. Regulador de caudal.  |
| 4. Dispositivo de avance de la inyección. | 11. Tubo de inyector.   |
| 5. Electroválvula de paro.                | 12. Inyector del cilindro nº 3 con transmisor de alzada de aguja. |
| 6. Soporte de bomba.                      | 13. Brida de fijación.  |
| 7. Tapa.                                  |   |

### 3.13.3 Dispositivo de Parada

El dispositivo de parada del motor va instalado en la bomba de inyección (este dispositivo se usa tanto en bombas mecánicas como electrónicas). Se trata de una electroválvula (de STOP) (12) que abre o cierra el circuito de entrada de combustible (11) al pistón distribuidor (9), con lo que permite o imposibilita la inyección de combustible por parte de la bomba.

La electroválvula se acciona cuando se gira la llave de contacto, dejando libre el paso de combustible y se desconecta al quitar la llave de contacto cerrando el paso de combustible.

### 3.13.4 Sensor de Temperatura

Debido a que el contenido de energía del combustible depende de su temperatura, hay un sensor de temperatura (19), del tipo NTC, instalado en el interior de la bomba de inyección (este sensor solo se usa en bombas electrónicas) que envía información a la ECU. La ECU puede entonces calcular exactamente el caudal correcto a inyectar en los cilindros incluso teniendo en cuenta la temperatura del combustible.

### 3.14 Reglajes de las Bombas de Inyección

#### 3.14.1 En las Bombas Mecánicas

A medida que pasa el tiempo o cada vez que se desmonta para hacer una reparación, hay que hacer una serie de reglajes de los mandos, además de hacer el calado de la bomba sobre el motor.

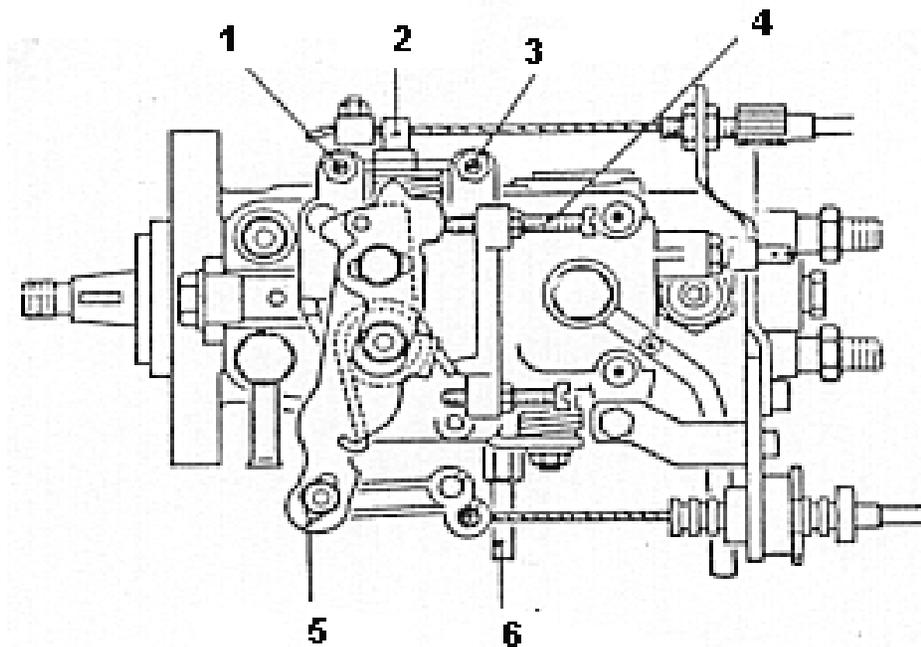


Figura 3.14.1. Elementos de reglaje de Reglaje de Bomba Mecánica.  
([www.aficionadosalamecanica.net/bombas\\_de\\_inyeccion.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/bombas_de_inyeccion.htm))

En la figura vemos una bomba mecánica con sus mandos de accionamiento exteriores.

1. Tope de ralentí acelerado
2. Palanca de ralentí
3. Tope de ralentí
4. Tope de reglaje de caudal residual
5. Palanca de aceleración
6. Mando manual de STO

Los reglajes que se efectúan en las bombas mecánicas son:

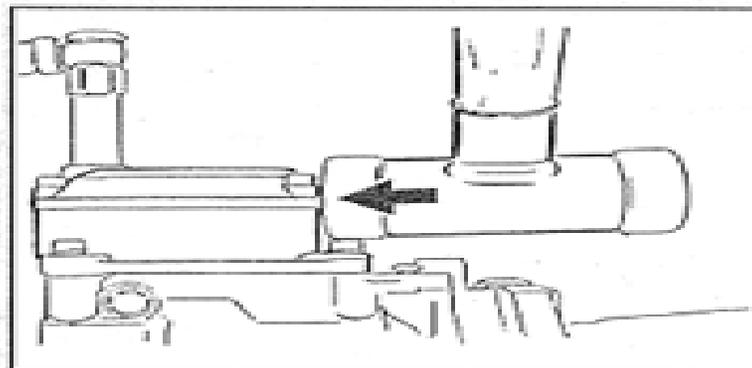
- Reglaje de ralentí.
- Reglaje de caudal residual.

- Reglaje de ralentí acelerado.
- Reglaje del mando del acelerador.

Para saber cómo se hace el calado de una bomba visita este documento y para comprobar el calado de una bomba se lo debe realizar con la bomba en funcionamiento.

### 3.14.2 En las Bombas Electrónicas

No es necesario hacer reglajes, ya que no dispone de mandos mecánicos. A la vez que no necesita hacer el calado de la bomba, ya que se monta en una posición fija en el motor. El único reglaje al que es susceptible la bomba electrónica es el que viene motivado por un caudal de inyección a los cilindros diferente al preconizado por el fabricante, que se verificara en el banco de pruebas.



*Figura 3.14.2. Extracción del Servo Motor de la Bomba Electrónica.*  
([www.aficionadosalamecanica.net/bombas\\_de\\_inyeccion.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/bombas_de_inyeccion.htm))

- Si el valor del caudal medido es menor que el indicado por el fabricante, tiene que modificarse la posición del mecanismo de ajuste de caudal (servomotor). Golpeándose, muy ligeramente, con un mazo de plástico en dirección hacia las salidas de alta presión, se consigue un aumento de caudal.
- Cuando el caudal de inyección medido es mayor que el indicado por el fabricante, tiene que modificarse la posición del mecanismo del ajuste de caudal (servomotor). Golpeando con mucho cuidado, con una maza de plástico en dirección contraria a la anterior se consigue una disminución de caudal.

## CAPÍTULO IV

### Desarrollo del Manual Didáctico de Despiece y Armado de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

#### 4.1 Pasos Para el Despiece de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

##### 4.1.1 Reconocimiento de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

Se recomienda que antes de comenzar el proceso de despiece de la bomba, se debe lavar toda la parte exterior de la misma, ya que al ser un elemento del sistema Diésel a la más pequeña presencia de impurezas nos puede ocasionar graves problemas al momento del ensamble y posterior funcionamiento.



Figura 4.1.1. Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos (Tobar 2018)

##### 4.1.2 Identificación de las placas de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

Con el reconocimiento de la placa se podrá tener la información de caso para la adquisición de piezas y partes de la bomba.



Figura 4.1.2. Placas de identificación de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 (Tobar 2018)

### 4.1.3 Extracción del mecanismo de regulación de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

Nota: Antes de extraer el mecanismo de dosificación se debe realizar una marca en el eje de ajuste y la placa de ajuste para asegurar el correcto montaje, y además al momento de aflojar los pernos de la tapa debemos aflojar el tornillo de carga por completo, (63) desenganchando el resorte control de regulador y se debe tomar en cuenta de no aflojar el resorte del amortiguador (68).

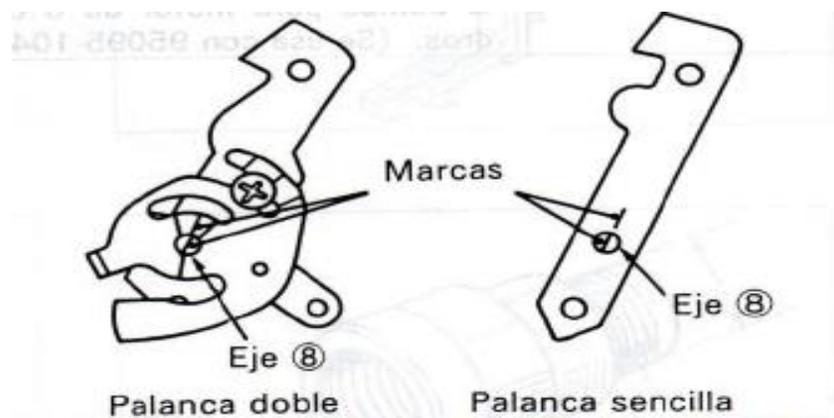


Figura 4.1.3 Marcas de referencia sugerida (Nipondenso 1994)

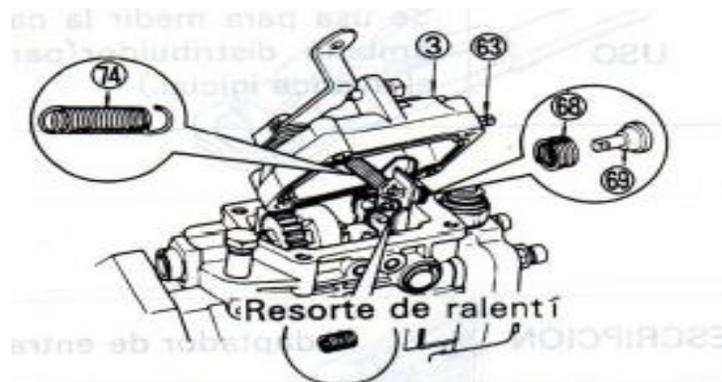
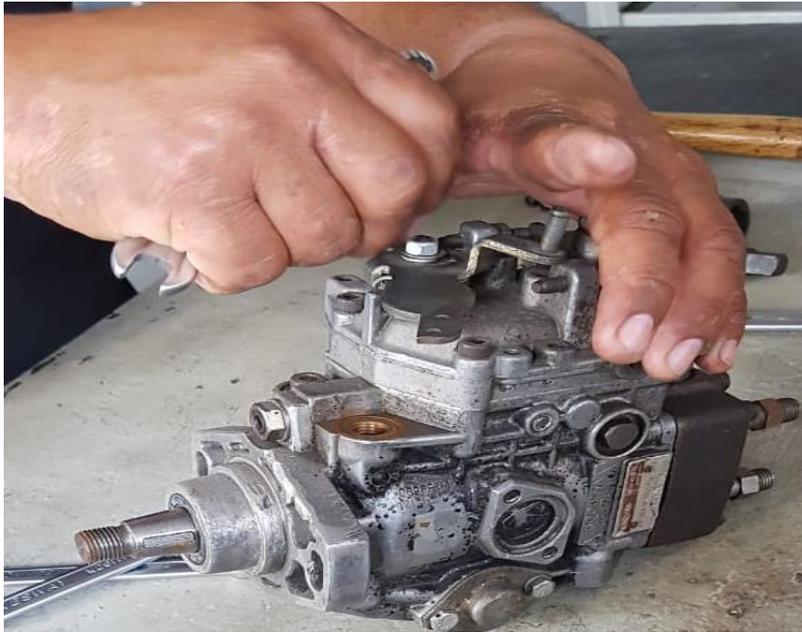


Figura 4.1.4 Indicación del perno de carga y resorte de del amortiguador. (Nipondenso1994)

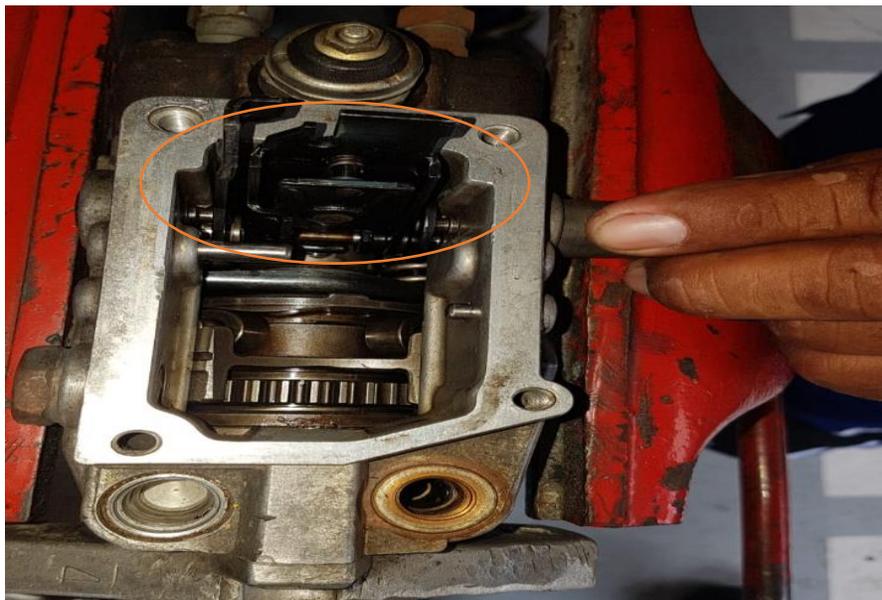
Para poder obtener el mecanismo regulador y dosificador de combustible, debemos desmontar la tapa que cubre dicho mecanismo.



*Figura 4.1.5. Tapa del Regulador de Combustible.  
(Tobar 2018)*

#### **4.1.4 Identificación de la palanca reguladora de ralentí de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos**

Una vez que se ha desmontado la tapa del mecanismo se puede apreciar la palanca de regulación de ralentí, (mínimo y máximo) la misma que nos dará la regulación del motor al momento de bajas prestaciones de carga, esté elemento se extrae con la llave 10 mm.



*Figura 4.1.6. Regulador de Ralentí.  
(Tobar 2018)*

Para extraer la palanca de control de máximo y mínimo se debe marcar en la tapa el eje de control de ajuste (a), se debe extraer el anillo del retenedor (b), el asiento de resorte del amortiguador (c), y el resorte del amortiguador (d) y con referencia a este último se recomienda la preocupación del caso ya que por su tamaño suele caerse con facilidad.

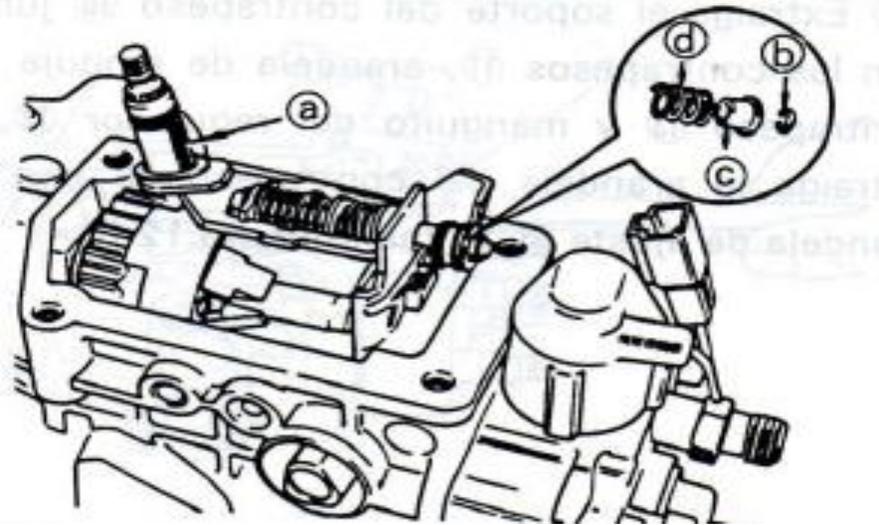


Figura 4.1.7 Indicación de elementos de control en carga máxima y mínima (Nipondenso 1994)

#### 4.1.5 Placa reguladora de ralentí de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

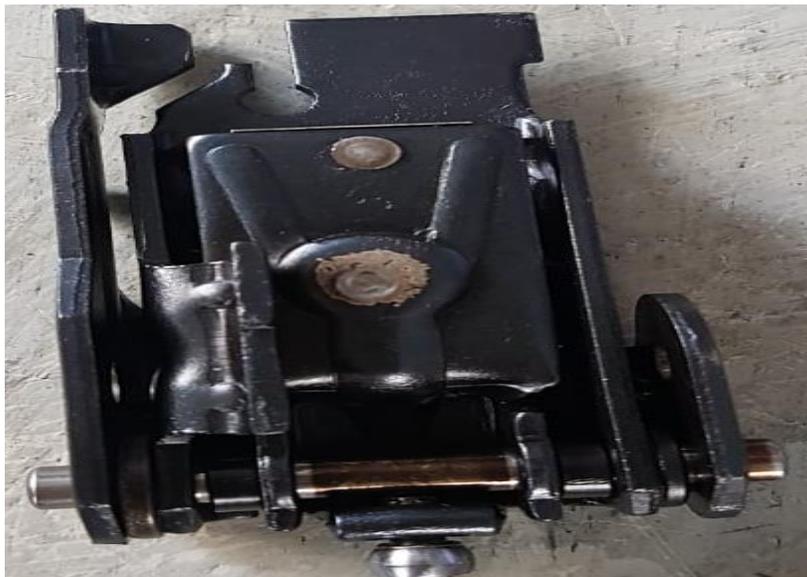


Figura 4.1.8. Placa reguladora de Ralentí. (Tobar 2018)

#### 4.1.6 Desmontaje del regulador de caudal de combustible de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

En el mismo momento que se logra extraer el regulador de ralentí, también se puede extraer el mecanismo de contrapesas de distribuidor – dosificador de combustible.

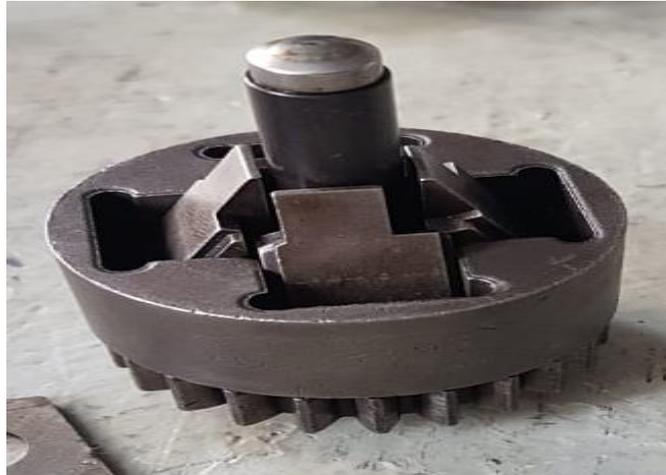


Figura 4.1.9. Elementos del Dosificador de Combustible.  
(Tobar 2018)

Una vez desmontada la tapa se muestra el mecanismo regulador de caudal y se visualiza la contra tuerca de ajuste (gire hacia la derecha par aflojar) y desajuste del mecanismo antes mencionado, se debe tener cuidado de no dejar caer la arandela de las contrapesas y la arandela de ajuste, ya que son de mucha importancia puesto que sin ellas no se podrá regular al momento de ajuste y calibración de la bomba.

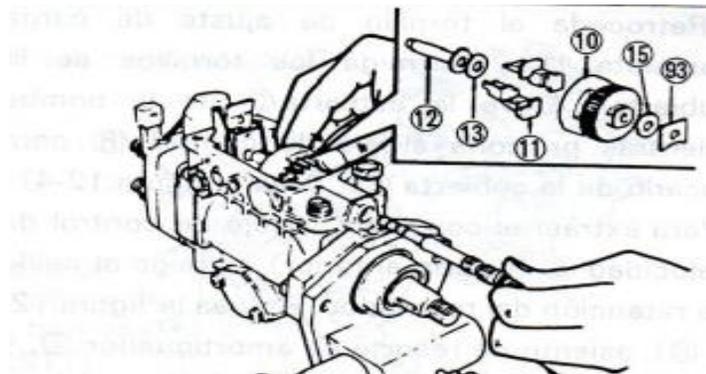


Figura 4.1.10 Identificación de la contra tuerca del mecanismo del regulador de caudal.  
(Nipondenso 1994)



*Figura 4.1.11.* Contrapesas del Distribuidor – Dosificador  
(Tobar 2018)

Se extrae el mecanismo de contrapeso junto con los contrapesos (10), la arandela de empuje de contrapeso (13), manguito regulador (12), la arandela de contrapeso (15) y la arandela de ajuste (93)



*Figura 4.1.12* Extracción del mecanismo de contrapesas.  
(Nipondenso 1994)

#### **4.1.7 Identificación de la cabeza de distribución y válvula de suministro de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.**



*Figura 4.1.13* Cabeza distribuidora y válvula e suministro  
(Tobar 2018)

Se extrae el tapón de la cabeza de distribución y los elementos distribuidores de combustible, y además se procede a extraer la válvula de suministro (22), resorte de la válvula de suministro, (23) empaque de la válvula de suministro, (24), porta válvula de suministro (21) y asiento de válvula de resorte suministro.



Figura 4.1.14 Extracción del tapón y la cabeza de distribución.  
(Nipondenso 1994)

Nota: A excepción de los empaques de empaques todos los elementos deben volver a su posición original.

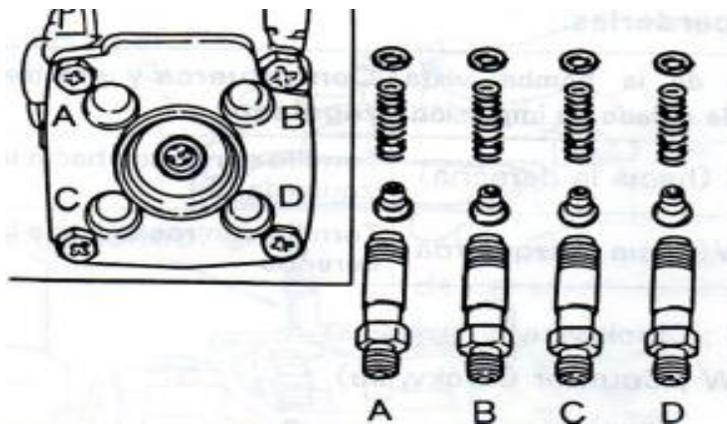


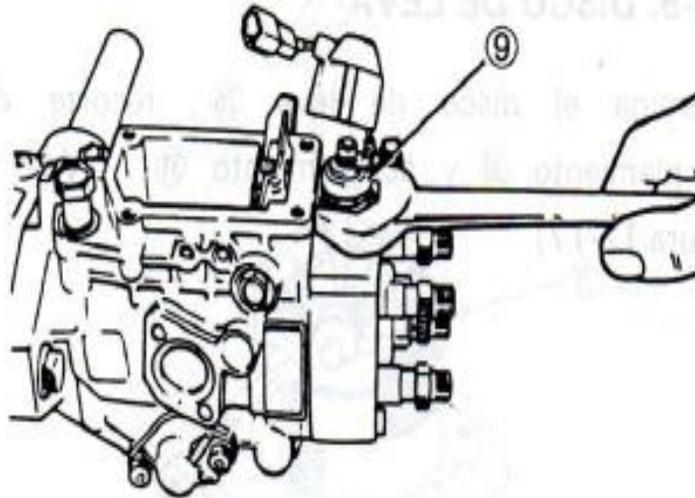
Figura 4.1.15 Elementos del cabezal distribuidor  
(Nipondenso 1994)

#### 4.1.8 Identificación del Solenoide de corte bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

Se extrae el solenoide, el anillo, pistón de resorte, filtro y arandela anulada.



*Figura 4.1.16.* Solenoide y Cabezal de la Bomba Rotativa.  
(Tobar 2018)



*Figura 4.1.17* Extracción del solenoide.  
(Nipondenso 1994)



*Figura 4.1.18.* Solenoide de la Bomba Rotativa  
(Tobar 2018)



Figura 4.1.19. Despiece del Solenoide (Tobar 2018)

#### 4.1.9 Identificación la cabeza y embolo de distribución de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

Se extrae la cabeza de distribución (2) y el empaque (62) de sellado de la misma con el cuerpo de la bomba, dicho empaque debe ser cambiado, y se extraen los resortes del cabezal (57)

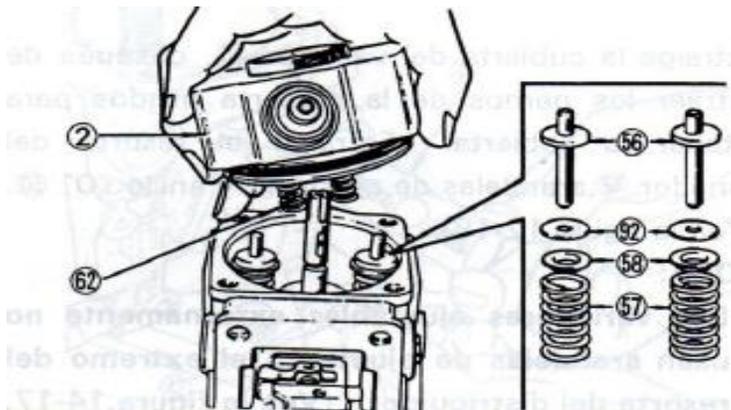


Figura 4.1.20 Cabeza de distribución y empaque. (Nipondenso 1994)

Se procede a la extracción del embolo de distribución junto con la placa inferior del distribuidor (26), placa superior (29), asiento inferior del resorte (56),

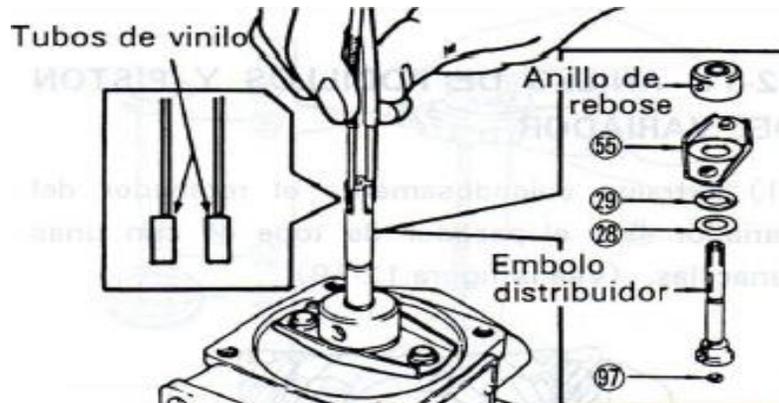


Figura 4.1.21 Embolo de distribución.  
(Nipondenso 1994)

Nota: Tener cuidado de no perder la laminilla del distribuidor situada bajo el émbolo distribuidor (97)



Figura 4.1.22. Cabezal Hidráulico de la Bomba Rotativa.  
(Tobar 2018)

#### 4.1.10 Émbolo de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.



Figura 4.1.23. Émbolo de la Bomba Rotativa.  
(Tobar 2018)



Figura 4.1.24. Embolo de la bomba Rotativa.  
(Tobar 2018)

Al momento de extraer el émbolo se debe tener cuidado de no perder los resortes que sirven de amortiguación del sistema de alta presión de inyección.

#### 4.1.11 Identificación del Disco de Levas de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

Se extrae el disco de levas (26), resorte del acoplamiento (30) y acoplamiento (31)

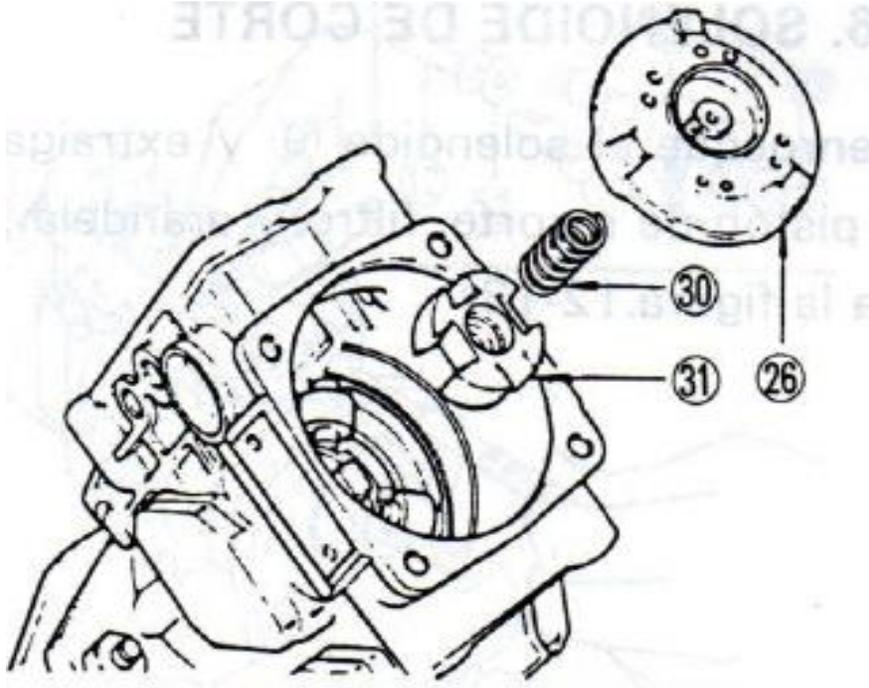


Figura 4.1.25 Disco de Levas  
(Nipondenso 1994)



Figura 4.1.26. Identificación de la posición de los disco de levas.  
(Tobar 2018)



Figura 4.1.27. Disco de Levas  
(Tobar 2018)

#### 4.1.12 Identificación de la válvula reguladora de combustible de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

Con una llave de tubos se extrae la válvula reguladora (82). Verificar que no tenga ninguna avería o golpe.



Figura 4.1.28 Válvula reguladora.  
(Nipondenso 1994)



*Figura 4.1.29* Válvula reguladora  
(Tobar 2018)

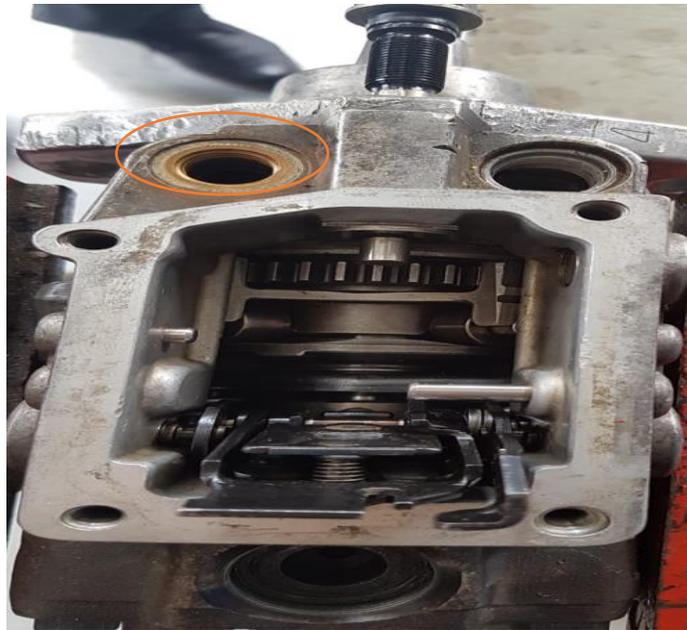
#### **4.1.13 Despiece de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos**



*Figura 4.1.30.* Elementos de la Bomba Rotativa.  
(Tobar 2018)

#### **4.1.14 Identificación de Entrada y Salida de Combustible de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.**

Es importante tener en cuenta e identificar la entrada y salida de combustible de la bomba, ya que al momento de armar se puede cometer el error de colocar los dispositivos en posiciones equivocadas, y por ende nos va a dar un problema al momento de realizar las pruebas de funcionamiento. (En la imagen se encierra la entrada de combustible con un círculo).



*Figura 4.1.31. Identificación de la Entrada de Combustible.*  
(Tobar 2018)

#### **4.1.15 Herramienta Utilizada Para la Extracción de la Válvula Dosificadora de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.**

Esta herramienta especial es utilizada para la extracción de la válvula dosificadora de la bomba rotativa, que es la que comanda que cantidad de combustible y envía el exceso de combustible al depósito.



*Figura 4.1.32. Herramienta para la extracción de la Válvula Dosificadora.*  
(Tobar 2018)

#### **4.1.16 Herramienta Utilizada Para la Extracción de la Guía de la Palanca de Aceleración de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.**

Herramienta especial utilizada para la extracción de la guía de la palanca de aceleración de la bomba, nos ayuda a realizar el proceso de desmontaje de una manera más fácil y didáctica.



*Figura 4.1.33.* Herramienta para la extracción de la Palanca de Dosificación.  
(Tobar 2018)

#### **4.1.17 Herramienta Utilizada Para la Extracción del Tapón del Cabezal Hidráulico de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.**

Esta herramienta especial es de mucha ayuda ya que nos permite desmontar las demás piezas del cabezal hidráulico donde también están incluidas las válvulas de suministro de combustible.



*Figura 4.1.34.* Herramienta para la extracción del tapón del cabezal.  
(Tobar 2018)

## 4.2 Análisis de los Elementos de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Una vez que se ha realizado el despiece de la bomba rotativa VP 29 se debe realizar el análisis de los elementos, pues se debe considerar que los mismos son muy delicados y a la más mínima presencia de rayones en cualquiera de los elementos se debe considerar que están en mal estado y deben ser cambiados.

En caso de que se llegará a encontrar alguna situación que indique que los elementos presentan algún tipo de daño no se debe a proceder bajo ningún concepto a la reparación de los elementos, puesto que es muy común en pensar en la rectificación por medio de procesos de manufactura en las piezas que presentan rayones o desgastes por más mínimos que parezcan.

Al tener estos desgastes o rayones los elementos van a provocar una pérdida de presión en el sistema de inyección pues se debe considerar que el sistema de alimentación Diésel es de mucha importancia generar y mantener una elevada presión, la misma que está por encima de los 200 bar, el torque general de los apriete de la bomba es de (3.0 a 3.5) kg-m.

### 4.2.1 Análisis de la cabeza de distribución de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Se lubrica el embolo distribuidor y se inclina aproximadamente  $60^{\circ}$  el cuerpo de distribución con el anillo de rebose de distribución se tira hacia fuera aproximadamente 15 cm y luego se suelta el mismo y el émbolo debe regresar al menos 3 cm.

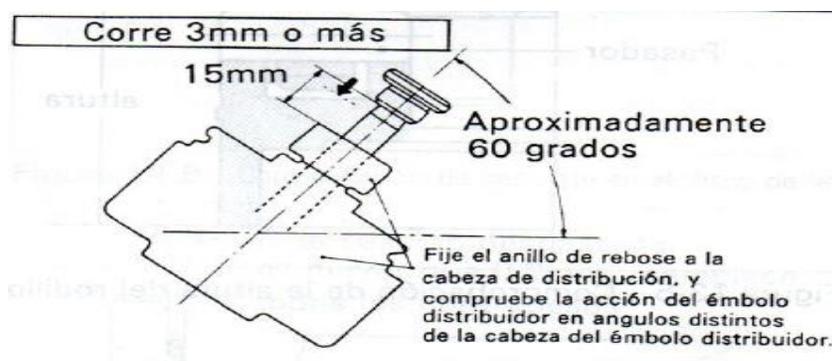


Figura 4.2.1 Análisis de funcionamiento de la cabeza y émbolo de distribución.  
(Tobar 2018)

#### 4.2.2 Análisis de anillos de rodillos de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Se analiza si tienen algún tipo de ralladura o desgaste anormal, de ser así requerirá cambio del cambio ya que se recuerda que no se puede realizar ningún tipo de manufactura en los elementos, es decir no se puede rectificar ningún elemento pues se recuerda que en los sistemas Diésel se requiere mucha precisión en cuanto a las presiones se refiere.

La altura de cada uno de los rodillos debe ser al menos de 0,02 mm o menos entre sí y se recomienda ubicarlos dentro de las posiciones es decir dentro del anillo para poder verificar y tener una medida precisa de su altura.

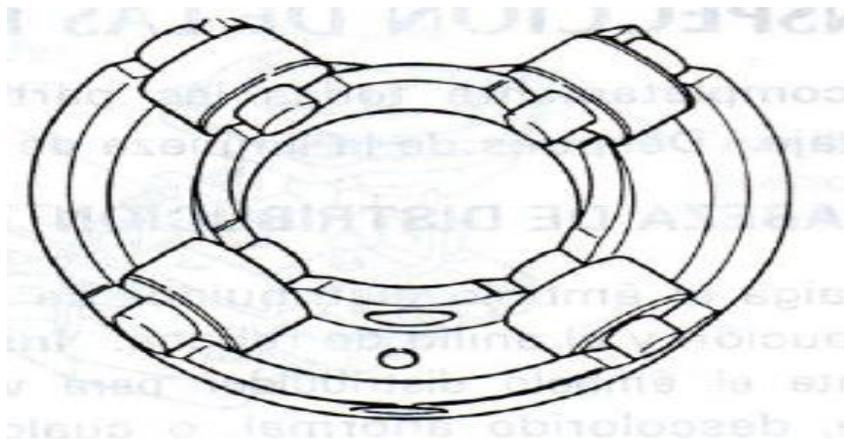


Figura 4.2.2 Anillos de rodillos.  
(Nipondenso 1994)

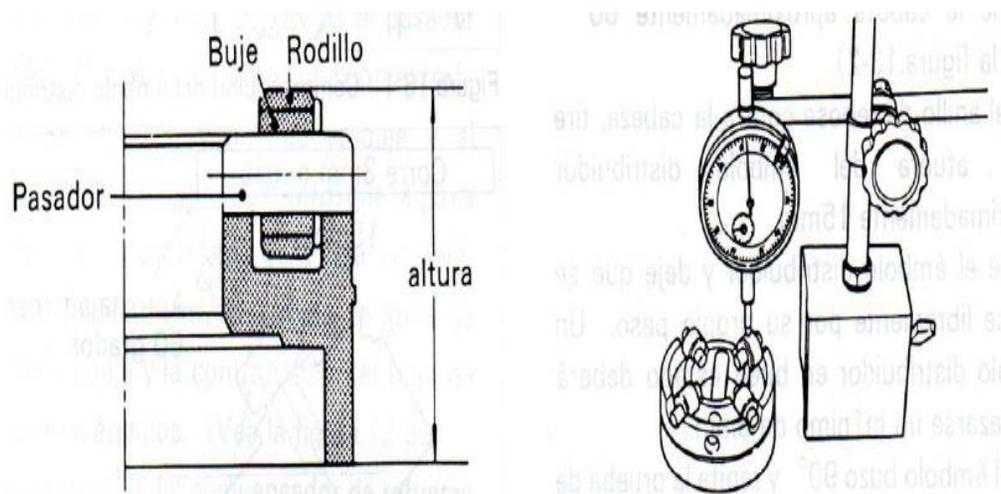


Figura 4.2.3 Comprobación de la altura de rodillo.  
(Nipondenso 1994)

#### 4.2.3 Análisis del disco de levas de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Se analiza si tienen algún tipo de ralladura o desgaste anormal, de ser así requerirá cambio del cambio ya que al igual que el elemento de anillos de rodillo no se puede realizar ningún tipo de manufactura en los elementos.

El ajuste de la superficie de leva del disco de leva que lleva hacia el contacto con la laminilla no ser igual o mayor a 4,2 mm.



Figura 4.2.4. Disco de Levas  
(Tobar 2018)

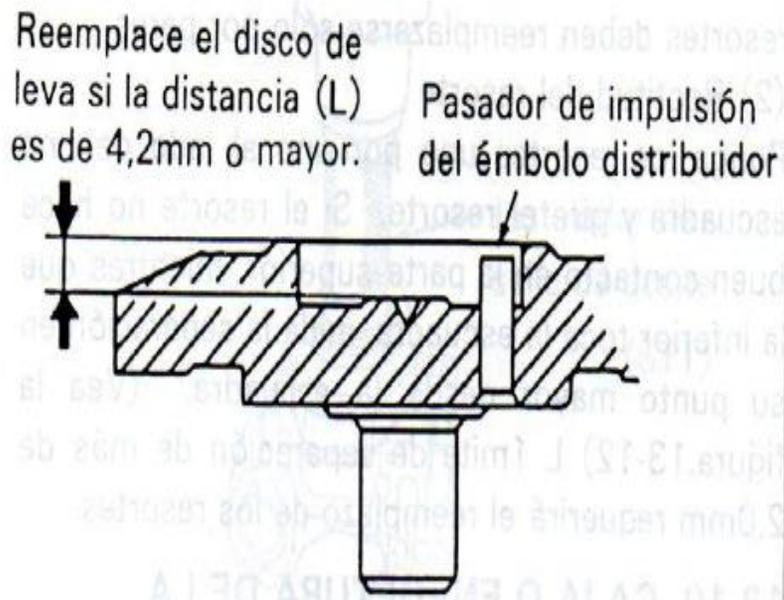


Figura 4.2.5 Análisis del disco de levas.  
(Nipondenso 1994)

#### 4.2.4 Análisis de los contrapesos de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Se inspecciona el área de la superficie de contacto de cada contrapeso para ver el grado de desgaste, se debe reemplazar si el grado de desgaste es superior a 0,2 mm.



Figura 4.2.6 contrapesos del elemento distribuidor.  
(Tobar 2018)



Figura 4.2.7 Análisis del elemento de contrapesos  
(Nipondenso 1994)

#### 4.2.5 Análisis del resorte del émbolo distribuidor de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

El resorte del embolo distribuidor se lo mide con respecto a una superficie vertical y la separación en su parte superior no de ser superior a 2.00 mm, caso contrario debe ser cambiado. Estos elementos no pueden ser manufacturados, o por así decir rectificadas.

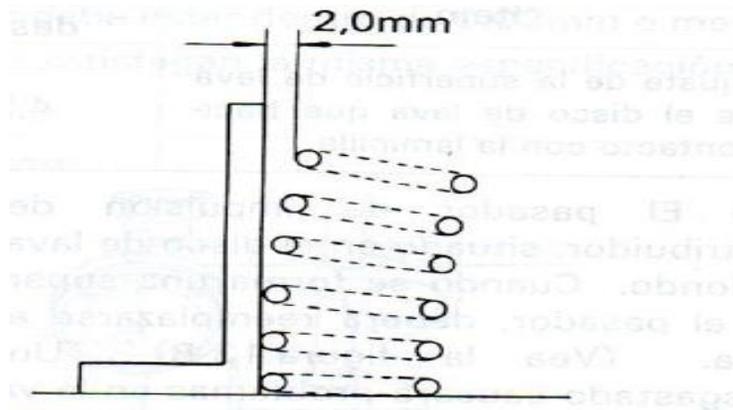


Figura 4.2.8 Análisis del resorte del émbolo distribuidor.  
(Nipondenso 1994)

### 4.3 Pasos Para el Amado de la Bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos

Para el proceso de armado se recomienda tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) Tener mucha precaución de tener un lugar limpio y libre de elementos ajenos o externos contaminantes, pues estos pueden causar molestias e incluso daños graves en los elementos ya sean nuevos o reutilizados útiles que se monten en la bomba.
- b) Cada elemento debe lavarse con aceite de calibración y limpieza, pero en caso de no contar este elemento se puede utilizar el combustible Diésel siempre que sea de la mejor calidad, ya que se debe considerar que el combustible que hay en nuestro medio es de muy baja calidad.
- c) Lubricar todos los anillos y las empaquetaduras antes de ser montados, es muy importante esta acción ya que de no hacerlo es de muy alta probabilidad que estos elementos fallen puesto al contacto con el calor que están sometidos tienden a desgastarse con facilidad (sufren de agrietamiento y fractura).
- d) Es muy importante tomar en cuenta que todas las empaquetaduras y anillos deben ser cambiados, no se debe reutilizar estos elementos, aunque parezcan que aún están en buen estado, pues se debe considerar que al momento de ser sometidos al proceso de apriete estos sufren dilatación en su estado original.

#### 4.3.1 Instalación de la válvula reguladora de combustible de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.



Figura 4.3.1 Válvula reguladora  
(Tobar 2018)

Antes de instalar la válvula reguladora se debe poner los anillos (82) en el conjunto de la válvula, es de mucha importancia no olvidar y colocar ambos anillos, si no se llegara a instalar uno o ambos anillos de presentarán fugas de combustible y por ende una gran pérdida de presión del sistema y esto es muy perjudicial para el funcionamiento de la bomba.

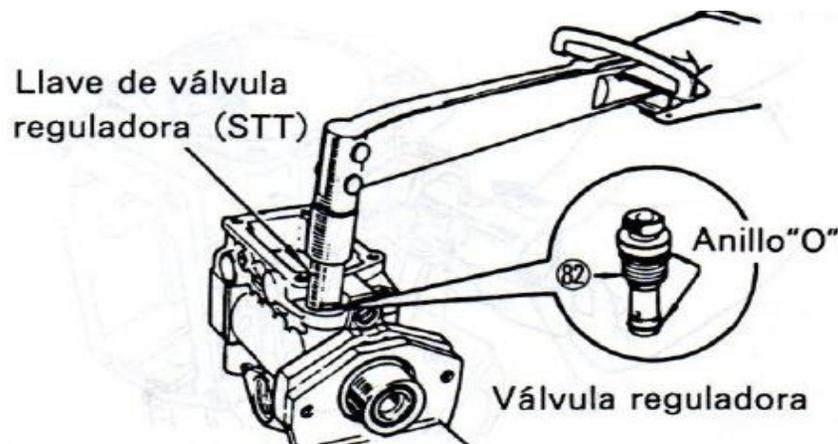


Figura 4.3.2 Instalación de la válvula reguladora de combustible.  
(Nipondenso 1994)

Importante: El apriete de la válvula reguladora de combustible es de 0,8 a 10 kgm. Tener en cuenta esto ya que de esto depende que la válvula tenga un funcionamiento óptimo y también la bomba de inyección.

#### 4.3.2 Instalación de la bomba de alimentación de combustible de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Se debe montar el forro, motor, cubiertas y paletas de la bomba como se muestra en la figura adjunta.

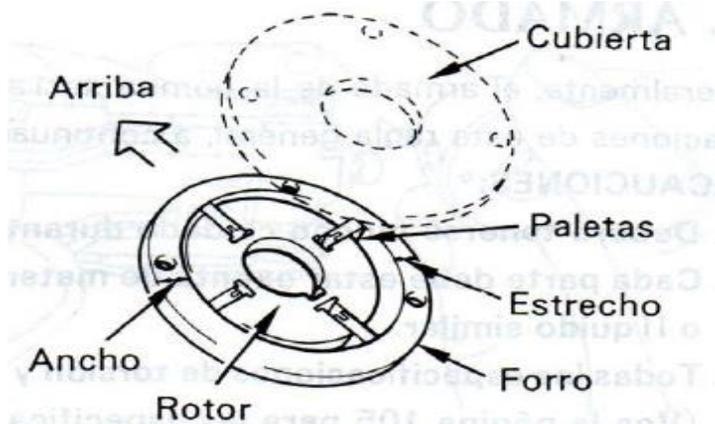


Figura 4.3.3 Montaje del conjunto de la bomba de alimentación.  
(Nipondenso 1994)

Nota: Si algún elemento llegara a presentar alguna anomalía se debe cambiar todo el conjunto de la bomba.

Se debe montar todo el conjunto sobre el soporte de la bomba y se lo debe insertar en forma totalmente recta para evitar ralladuras.



Figura 4.3.4 Montaje del conjunto en el soporte de la bomba.  
(Nipondenso 1994)

Se debe tener en cuenta que al momento de la sujeción de la bomba de alimentación deben moverse con suavidad una vez que se ha realizado el apriete de la misma el mismo quede ser de 0,2 a 0,3 kgm.

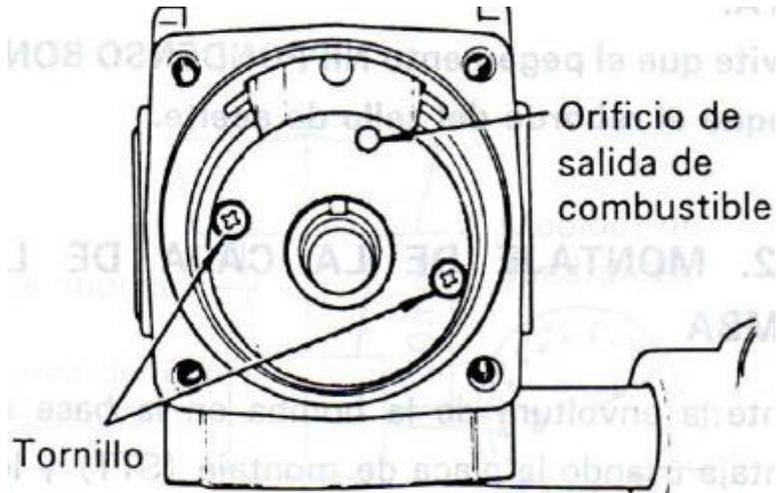


Figura 4.3.5 Sujeción de la bomba de alimentación.  
(Nipondenso 1994)

Nota: Debemos asegurarnos de que el orificio de salida de combustible debe estar en la parte superior de la caja como se muestra en la figura de la parte superior, de este modo se asegura que la salida de combustible llegue de forma adecuada hacia el cabezal distribuidor y dosificador de combustible.



Figura 4.3.6. Identificación de la posición de la bomba de alimentación.  
(Tobar 2018)

### 4.3.3 Instalación del acoplador y disco de levas de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Se debe instalar el acoplador del disco (31) en el eje impulsor y en el centro del anillo de rodillos, luego se coloca el disco de levas (26) en el acoplamiento. Tener mucho cuidado al momento de desmontar y no perder de vista las partes debajo del disco de levas.



Figura 4.3.7 Instalación del acoplador y disco de levas.  
(Nipondenso 1994)



Figura 4.3.8. Disco de Levas  
(Tobar 2018)

### 4.3.4 Calibración de la carrera KF de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Se entiende a la carrera KF a la distancia de la carrera del cilindro de distribución hasta el extremo del avance del émbolo distribuidor.

Para ajustar la carrera KF se debe ingresar las guías del resorte del émbolo distribuidor (56) en la cabeza de distribución, luego se colocan los asientos de resorte superior (58), resorte del émbolo distribuidor (57), luego se coloca la laminilla del resorte del émbolo distribuidor (92).

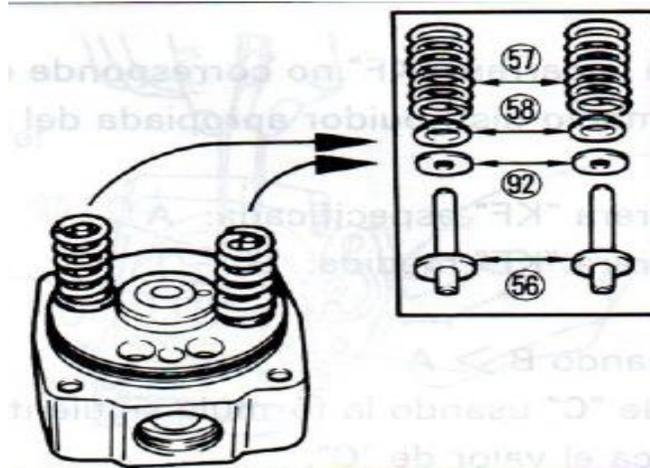


Figura 4.3.9 Elementos para la calibración de la carrera KF.  
(Nipondenso 1994)

Nota: El juego de la carrera del émbolo distribuidor debe estar entre (0,5 a 2,0) mm. Es de mucha importancia ya que jugaría un papel importante en el recorrido del émbolo y su correcto funcionamiento.

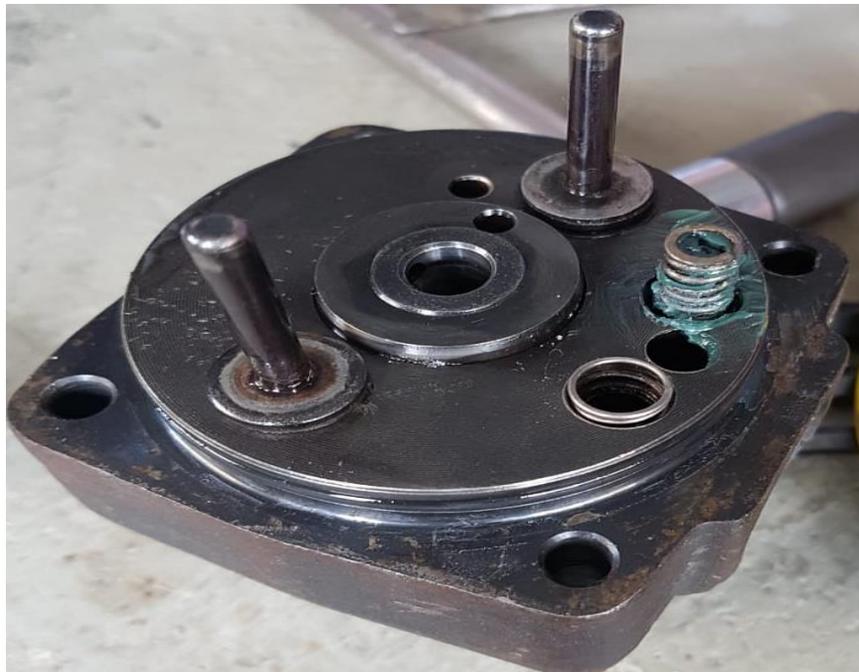


Figura 4.3.10 Cabezal distribuidor, elemento que se calibra la carrera KF.  
(Tobar 2018)

#### 4.3.5 Montaje del resorte distribuidor y del émbolo distribuidor de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Se debe colocar la placa inferior del émbolo distribuidor (28), placa superior del émbolo distribuidor (29), y el asiento de resorte de retorno del émbolo distribuidor (55), todo este conjunto sobre el émbolo distribuidor.

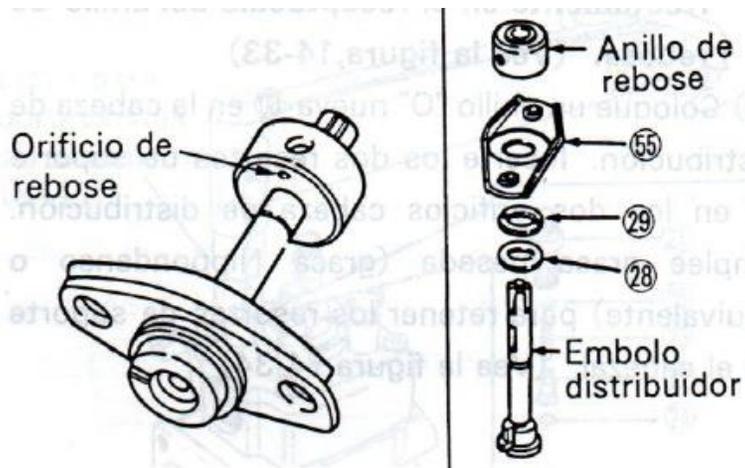


Figura 4.3.11 Armado del conjunto del émbolo distribuidor.  
(Nipondenso 1994)

Nota: Se debe tener la precaución de colocar el orificio de rebose hacia la parte de impulsión de combustible.

Luego se coloca el conjunto armado del émbolo distribuidor en el interior de la carcasa de la bomba.

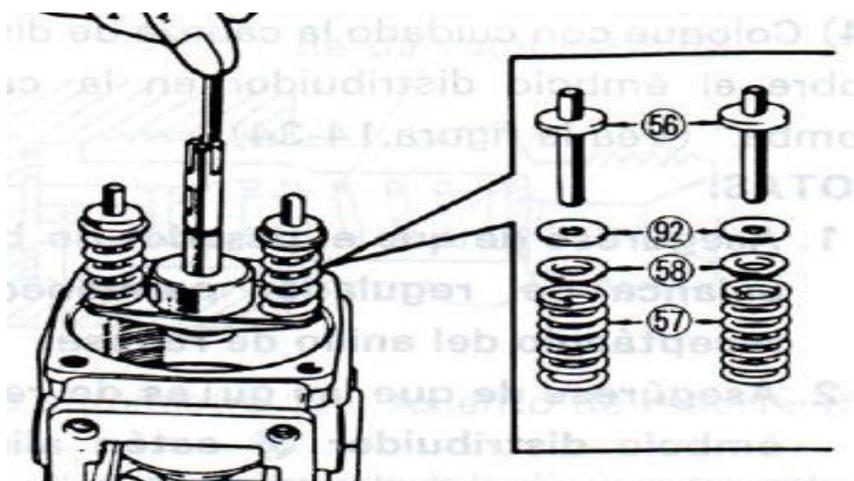


Figura 4.3.12 Instalación del conjunto del émbolo distribuidor.  
(Nipondenso 1994)

#### 4.3.6 Montaje de la cabeza de distribución de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Para el proceso de montaje de la cabeza de distribución se debe colocar el nuevo anillo en la cabeza de distribución (60), y los resortes de soportes en la cabeza de distribución (62) para esto se debe emplear grasa pesada para mantener los resortes al momento de colocarlos.

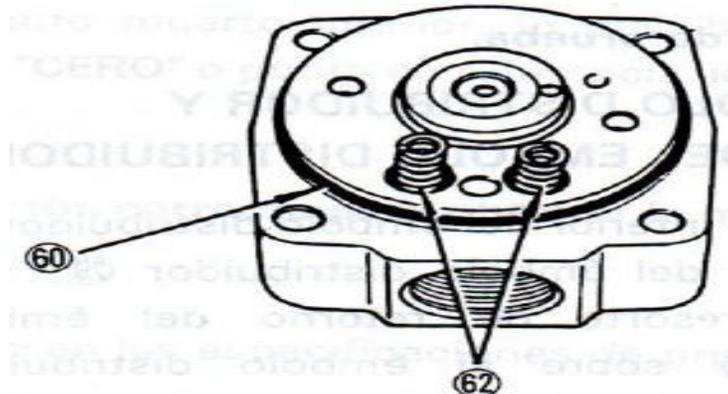


Figura 4.3.13 Colocación del anillo y resortes de soporte.  
(Nipondenso 1994)

Para la instalación del cabezal distribuidor (2) debemos que las guías del resorte del émbolo distribuidor estén alineadas en los orificios correctos de la cabeza, además asegurarnos que los resortes (62) permanezcan en su sitio y que el anillo de soporte este en su sitio (60).

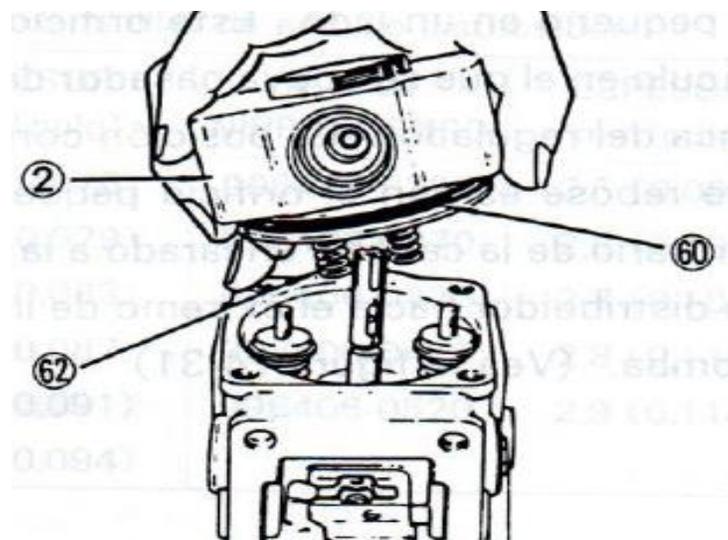
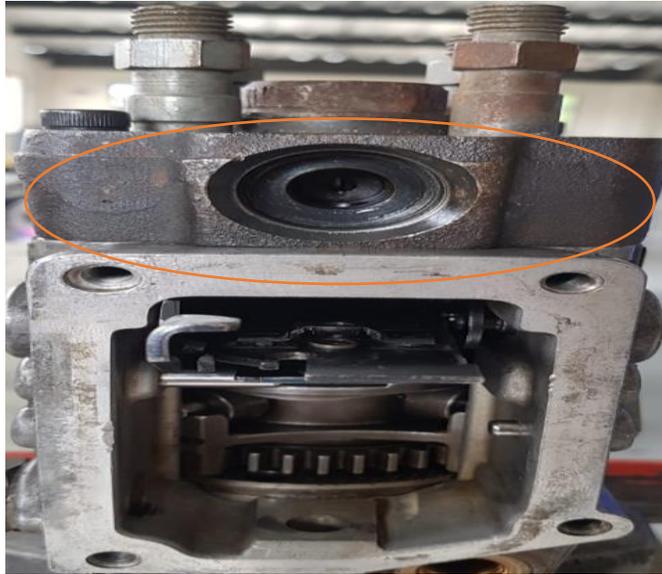


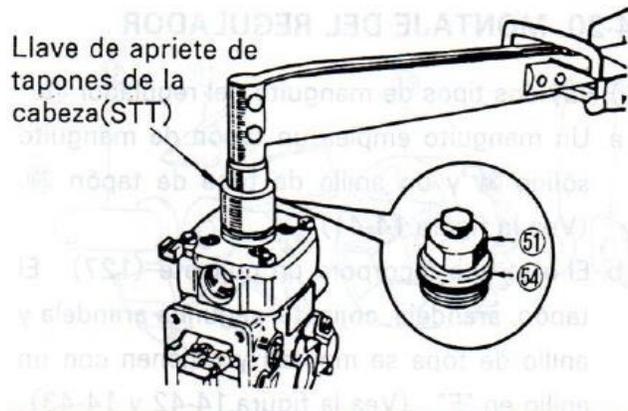
Figura 4.3.14 Colocación del cabezal distribuidor armado.  
(Nipondenso 1994)



*Figura 4.3.15* Ubicación del cabezal distribuidor.  
(Tobar 2018)

#### **4.3.7 Montaje del tapón y la válvula del suministro de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.**

El tapón (51) de la cabeza de distribución debe llevar un anillo de acople nuevo (54) y tiene un apriete de (8,0 a 10,0) kg-m.



*Figura 4.3.16* Colocación del tapón del cabezal.  
(Nipondenso 1994)

Luego se coloca la válvula de suministro (22) con su respectivo empaque nuevo, (24), resorte de la válvula de suministro (23), asiento de la válvula de resorte (25), el porta válvula de suministro sobre el asiento del resorte (21), con apriete de (5,5 a 6,5) kg-m.



Figura 4.3.17 Cabeza distribuidora y válvula e suministro  
(Tobar 2018)

#### 4.3.8 Montaje del solenoide de corte de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Se coloca el solenoide (9) de corte junto con el resorte del solenoide y el anillo (61) nuevo de acople junto a la cabeza de distribución con un valor de apriete de (2,0 a 2,5) kf-m.



Figura 4.3.18 Solenoide y resorte.  
(Tobar 2018)

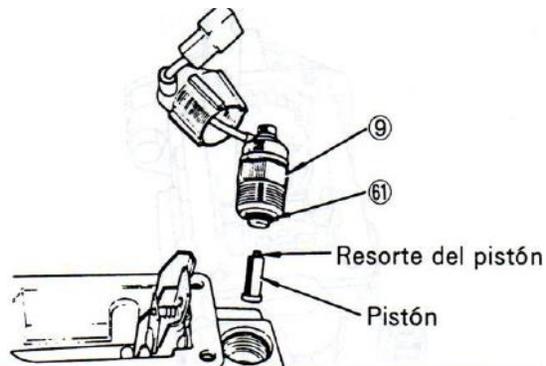


Figura 4.3.19 Montaje del solenoide.  
(Nipondenso 1994)

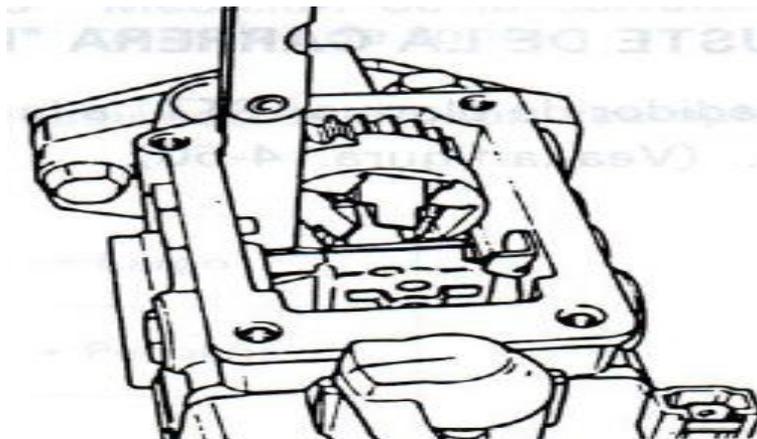
Nota: Para cortar el paso de suministro de combustible simplemente se debe desmontar el interruptor de encendido del motor e inmediatamente cierra el paso de combustible Diesel.



*Figura 4.3.20* Identificación del solenoide corte.  
(Tobar 2018)

#### **4.3.9 Montaje del conjunto de contrapesas de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.**

Se debe recordar que si algún elemento del conjunto de contrapesas esta con anomalías se debe cambiar todo el elemento y es de mucha importancia recordar la instalación de la arandela de empuje, puesto que este elemento es quien da la regulación apropiada al momento de calibración, es decir la holgura de empuje y cuya medida está entre (0,15 y 0,35) mm.



*Figura 4.3.21* Instalación y calibración del conjunto de contrapesas.  
(Nipondenso 1994)



Figura 4.3.22 Conjunto de contrapesas instalado.  
(Tobar 2018)

#### 4.3.10 Montaje de la cubierta del regulador de la bomba Rotativa Tipo VP 29 de Cuatro Elementos.

Primero se debe instalar el resorte amortiguador (74), en el asiento de resorte (69), el mismo que se debe instalar en la palanca de tensión y enganche resorte de tensión, la palanca de tensión puede tener dos orificios para la fijación del asiento de resorte, por lo que se debe instalar en orificios que se lo extrajo (recomendación que se realizó en la parte del inicio del despiece).

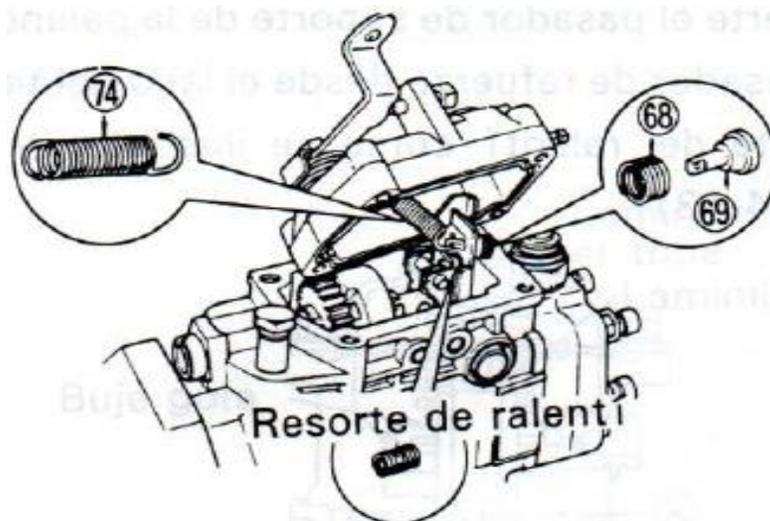


Figura 4.3.23 Instalación de la cubierta del regulador.  
(Nipondenso 1994)



*Figura 4.3.24* Cubierta de la cabeza del distribuidor.  
(Tobar 2018)



*Figura 4.3.25* Bomba de inyección armada.  
(Tobar 2018)

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- En el proceso de desmontaje y la extracción del mecanismo del grupo de caudal de combustible a inyectar se debe realizar marcas en el eje de ajuste y placa de ajuste ya que si no lo hacemos realmente tendremos inconvenientes en el proceso de montaje.
- Se demostró que si en el sistema ingresa cualquier tipo de suciedad o materia extraña a la bomba tendremos dificultades al tratar de suministrar combustible a alta presión y su rendimiento no va a ser óptimo.
- Todo trabajo que se realice en las bombas rotativas tipo VP 29 deben ser realizados por personas que tengan experiencia en este tipo de bombas ya que se pudo demostrar que se requiere de mucha precisión al momento de realizar la calibración sobre todo los elementos de bombeo.
- El diagnostico una vez realizado el despiece de la bomba debe ser de mucha precisión puesto que de ello depende la compra de elementos de gran importancia para el correcto funcionamiento y calibración de la bomba.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Antes del proceso de desmontaje es recomendable tener mucha precaución en cuanto a la limpieza de los elementos de la bomba, puesto que importante tener un ambiente apropiado libre de impurezas y así poder tener elementos y mecanismos bien calibrados al momento terminar con el montaje de la bomba rotativa VP 29 de cuatro elementos.
- Se aconseja tener mucho cuidado al momento la calibración y ajustes de los elementos y mecanismos, ya que ello depende el correcto funcionamiento de la bomba de inyección rotativa VP 29 de cuatro elementos.
- Revisar que todos los todos los empaques y anillos de precisión de la bomba hayan sido cambiados, ya que son elementos que no se pueden reutilizar una vez que ya han sido removidos de su puesto de trabajo. Son elementos de una sola vida y puede afectar en el funcionamiento de la bomba.
- Se sugiere que si algún elemento interno de la bomba de inyección rotativa VP29 de cuatro elementos tenga algún daño, golpe, rayón deba ser cambiado y no manufacturado o rectificado ya que el elemento no tendrá el mismo funcionamiento y precisión requerida.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. (2008). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas: Editorial Texto, C.A.
- Best, J. (2008). Cómo investigar en educación. Madrid: Ediciones Morata.
- Bosch. (2008). Manual de técnica del automóvil. Buer&Parnet: Alemania.
- Bosch. (2009). Manual de la técnica del automovil. Barcelona: Reverte S.A.
- Bosch. (23 de Enero de 2015). Obtenido de <http://www.boschecuador.com/sites/default/files/ProdDiesel.pdf>
- Bosch. (23 de Enero de 2015). Bosch Ecuador. Obtenido de <http://www.boschecuador.com/sites/default/files/ProdDiesel.pdf>
- Catálogo Bosch. (2013). [http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF\\_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas\\_de\\_Inyecci%C3%B3n.pdf](http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf). Recuperado el 2014, de [http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF\\_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas\\_de\\_Inyecci%C3%B3n.pdf](http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf): [http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF\\_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas\\_de\\_Inyecci%C3%B3n.pdf](http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf)
- Crouse, W. (2008). Mecanica del Automovil. Barcelona: McGraw-Hill .
- De Castro Vicente, M. (2008). Inyeccion y encendido. Barcelona: CEAC.
- del Castillo, Á. (2008). 18 Axiomas Fundamentales de la Investigación de Mercados. La Coruña: Netbiblo.
- Diccionario de la Real Academia Española . (01 de 01 de 2014). Real Academia Española. Recuperado el 03 de 02 de 2014, de <http://lema.rae.es/drae/?val=CARBURADOR>
- Ecuador, B. (23 de Enero de 2015). Bosch. Obtenido de Bosch: <http://www.boschecuador.com/sites/default/files/ProdDiesel.pdf>
- Ecuador, B. (23 de enero de 2015). Bosch Ecuador. Obtenido de Bosch Ecuador: <http://www.boschecuador.com/sites/default/files/ProdDiesel.pdf>
- Ecuared. (18 de MARzo de 2015). Ecuared. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Bomba\\_de\\_inyecci%C3%B3n](https://www.ecured.cu/Bomba_de_inyecci%C3%B3n)
- Fracica, G. (1988). Modelo de simulación en muestreo. Bogotá: Universidad de la Sabana.
- Google Maps. (01 de Noviembre de 2013). Google Maps. Obtenido de Ciudad de Guayaquil: <https://www.google.com.ec/maps/preview?hl=es-419&authuser=0#!q=Guayaquil&data=!1m4!1m3!1d232255!2d-79.8610395!3d-2.1745715!2m1!1e3!4m15!2m14!1m13!1s0x902d13cbe855805f%3A0x8015a492f4fca473!3m8!1m3!1d232258!2d-79.8697472!3d-2.0498677!3m2!1i1280!2i699!4f13.1>
- Grupo Bosch. (2000). Manual práctico del automóvil - reparación, mantenimiento y prácticas. Madrid: Grupo cultural.
- Mecánica, A. a. (22 de Agosto de 2014). Obtenido de [http://www.aficionadosalamecanica.net/bombas\\_de\\_inyeccion.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/bombas_de_inyeccion.htm)
- Mecánica, A. a. (16 de Julio de 2014). Afionados a la Mecánica. Obtenido de [http://www.aficionadosalamecanica.net/bomba\\_rotativa.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/bomba_rotativa.htm)
- Pérez, M. (2012). Sistemas Auxiliares del Motor. Madrid: Paraninfo.

Rodríguez, J. (2013). [http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos\\_103090/](http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/). Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de [http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos\\_103090/](http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/): [http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos\\_103090/](http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/)

SerCultos, S. (9 de Abril de 2013). Sabelotod. Obtenido de <http://www.sabelotodo.org/automovil/inyectores.html>

Srinivasan, S. (2008). Automotive Mechanics . New Dheli: Tata McGraw-Hill Education .