



**MOTORES  
DIESEL**



# BOMBA DE INYECCIÓN EN LÍNEA

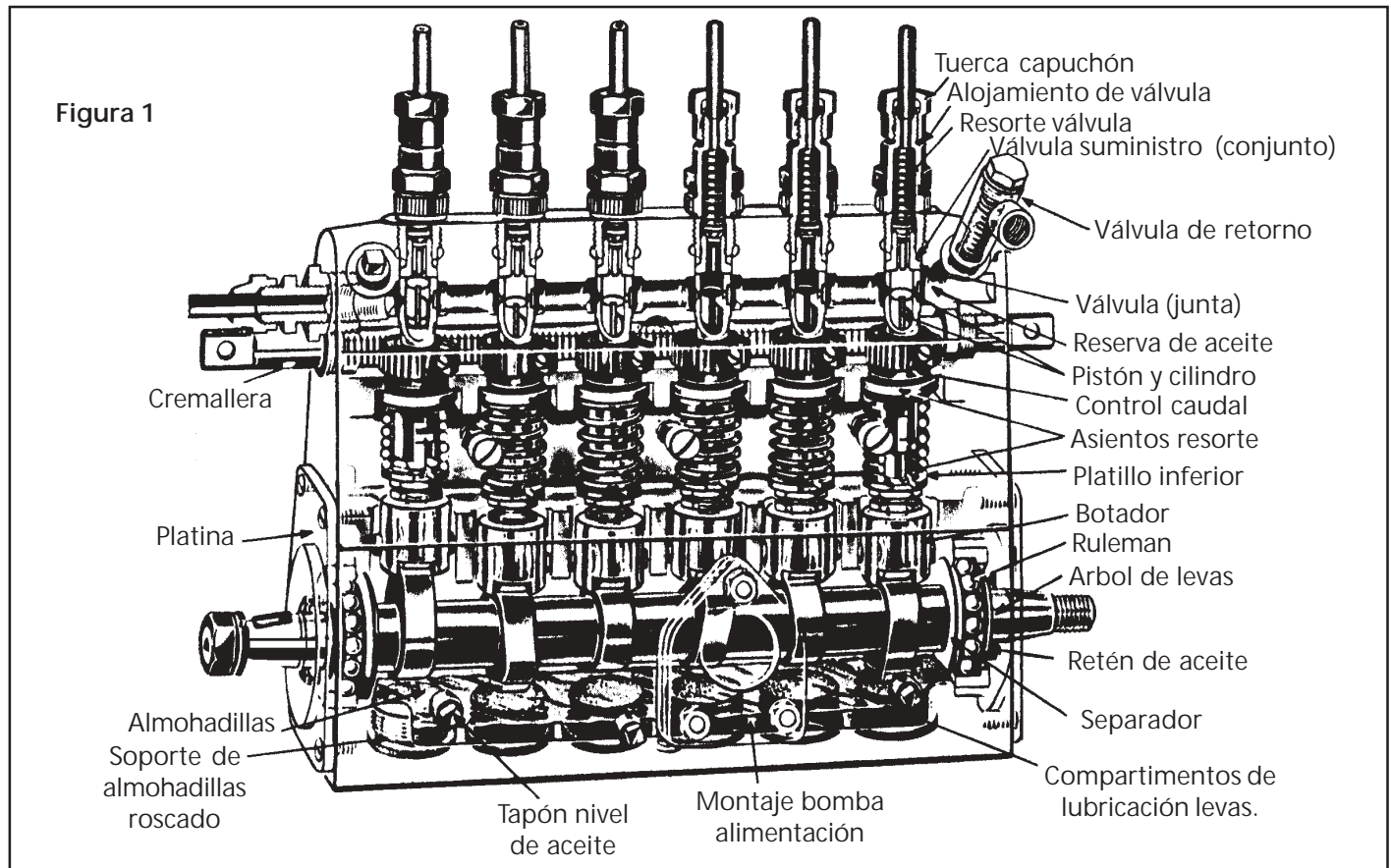
Muchos fabricantes emplean este tipo de bombas, llamadas también: LINEALES.

La diferencia funcional más importante que poseen comparándolas con las rotativas, consiste en que, presentan un elemento generador de presión par cada inyector, en lugar de uno solo para todos los inyectores.

Esta variable, permite en caso de controles o reparaciones, regular en el banco de prueba para bombas el volumen de combustible para cada inyector en forma independiente del resto; logrando así una mayor precisión, al poder compensar en forma individual, pequeños desajuste provocados por desgaste desigual, en los elementos de alta presión.

Otra característica es que la inyección, se obtiene por el accionar de un pequeño árbol de levas, y que tanto éste como los mecanismos que trabajan con él, se lubrican con el mismo aceite de motor; recordemos que las bombas rotativas (salvo excepciones), se lubrican en su totalidad con el mismo combustible diesel (gasoil).

Los principales elementos que componen una bomba lineal los apreciamos en la transparencia simplificada de la figura 1.



# COMPONENTES DE LA BOMBA LINEAL

## 1. CARTER DE LA BOMBA:

El carter o caja de la bomba está fabricada en aleación de aluminio o hierro. Contiene: los mecanismos de la bomba en sí (ver figura 1), la bomba de alimentación, la bomba de purgado, sincronizador automático de inyección, los mecanismos del regulador y otros accesorios.

## 2. ÁRBOL DE LEVAS:

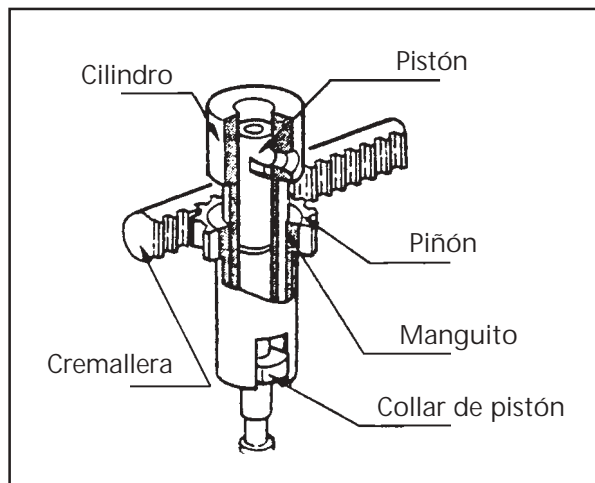
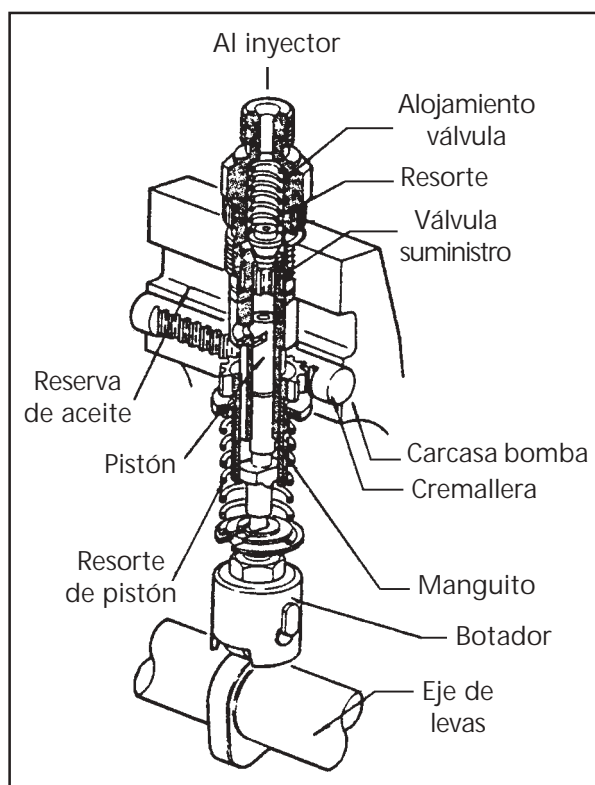
Está fabricado en acero endurecido en la zona de las levas, generalmente va apoyado en rodamientos de bolillas o rodillos de ajuste cónicos. Recibe movimiento del cigüeñal por medio de los engranajes y/o correa de distribución. En la mayoría de las bombas, el movimiento del motor no le llega en forma directa, sino a través del mecanismo de sincronización automática del momento de inyección.

## 3. BOTADORES:

Transmiten el movimiento de las levas (de rotación) en movimientos alternativos. A diferencia de los botadores de motor empleados para accionar las válvulas, éstos están montados sobre rodillos, transformando así el esfuerzo de las levas de rozamiento en rodadura, disminuyendo enormemente la fricción, con un funcionamiento más silencioso y duradero. En la parte superior pueden llevar un orificio roscado donde va un tornillo y contratuerca para poder regular su altura.

## 4. RESORTES:

Los resortes (similares a los de válvulas de motor), por medio de platillos, mantienen el extremo inferior de los émbolos buzo o pistones en contacto permanente con los botadores.



Es importante destacar que, aunque los platillos mantienen a los pistones jalados hacia abajo por medio de los resortes, los pistones igualmente podrán girar libremente, hecho de fundamental importancia para poder regular en todo momento el volumen de combustible a inyectar.

## 5. ELEMENTOS DE ALTA PRESIÓN:

Cada inyector posee un elemento generador de presión exclusivo. Los componentes generalmente son: El pistón, el cilindro, el manguito o casquillo de control, el sector dentado o piñón de control, la cremallera o barra dentada.

El pistón y el cilindro, forman un conjunto ya que vienen (al igual que aguja y tobera de inyector), hermanados de fábrica y no pueden ser intercambiados. Se debe tener especial precaución durante el desarme de no mezclar pistones con cilindros que no hayan estado trabajando juntos.

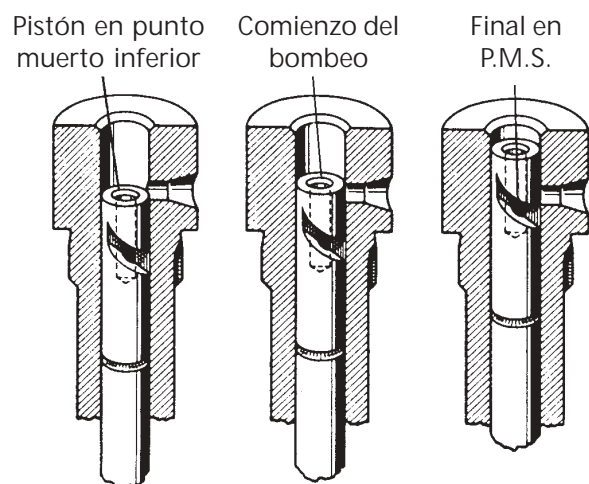
No olvidemos que la precisión entre estas piezas alcanza las milésimas de milímetro y luego de fabricadas cada una de ellas se seleccionan con instrumentos de medición electrónicos para asegurar que cada conjunto conserva la luz indispensable para asegurar la adecuada lubricación de gasoil con un mínimo de fuga de presión; la única forma de asegurar una entrega de combustible a los inyectores que muchas veces alcanza los 300 kg/cm<sup>2</sup>.

El cilindro posee por lo menos un orificio o lumbrera lateral. Cuando el pistón está por debajo de esa lumbrera la presión de la bomba de alimentación actúa cargando el cilindro; cuando el pistón, con su movimiento ascendente proveniente de leva y botador, obstruye dicho pasaje, el combustible comienza a ser presionado.

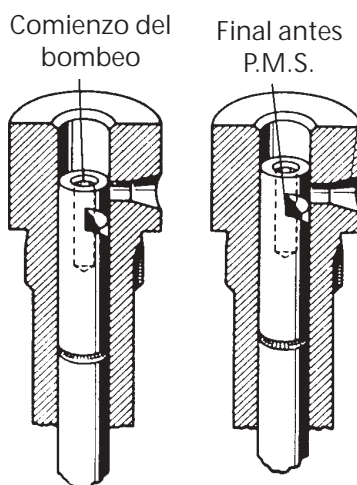
Cuando la presión alcanza un determinado valor, se vence el resorte de la válvula de suministro y el gasoil comienza a fluir hacia los inyectores.

Para regular el volumen de gasoil a inyectar, el pistón tiene en su cara exterior un ranurado tipo chavetero, con la particularidad que una de sus paredes se amplía en forma helicoidal.

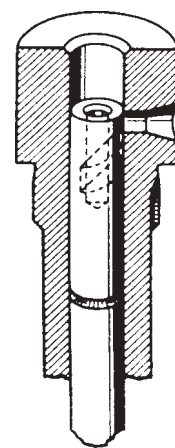
**Figura 4 - MAXIMA ENTREGA**



**Figura 5 - ENTREGA PARCIAL**



**Figura 6 - ENTREGA 0**



Como se podrá apreciar en el dibujo de las figuras 4, 5 y 6, girando el pistón unos pocos grados, se logrará variar la carrera efectiva del pistón, considerando que cuando el helicoide enfrente el orificio del cilindro, el combustible presionado por el pistón retornará y terminará la inyección con el cierre de la válvula de suministro.

En los dibujos de las figuras 4, 5 y 6, tenemos la secuencia de diferentes situaciones del pistón con respecto a las lumbreras del cilindro, se puede apreciar en que forma el giro del pistón modifica el caudal a inyectar.

## 6. CREMALLERA DE CONTROL (ACELERADOR):

La barra cremallera va conectada al regulador. La cremallera engrana con un sector dentado que en forma de abrazadera rodea el manguito o casquillo de control; dicha abrazadera girará solidaria al manguito, gracias a un tornillo que cierra la abrazadera ajustándola por fuera del manguito.

La parte inferior del manguito, posee unas entradas rectangulares que conectarán con unas salientes que forman parte del émbolo o pistón de alta presión.

Cada vez que se mueva la barra cremallera, los sectores dentados de cada uno de los elementos, variará al unísono, la posición de los pistones en sus respectivos cilindros modificando el caudal a inyectar. Ver figuras 7, 8 y 9.

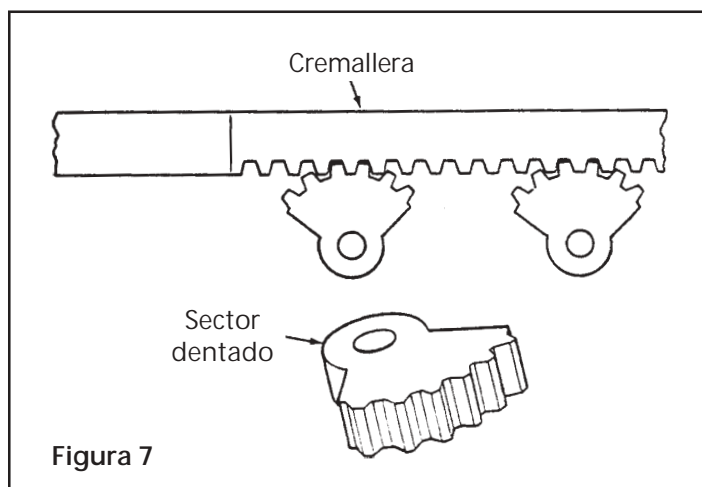


Figura 7

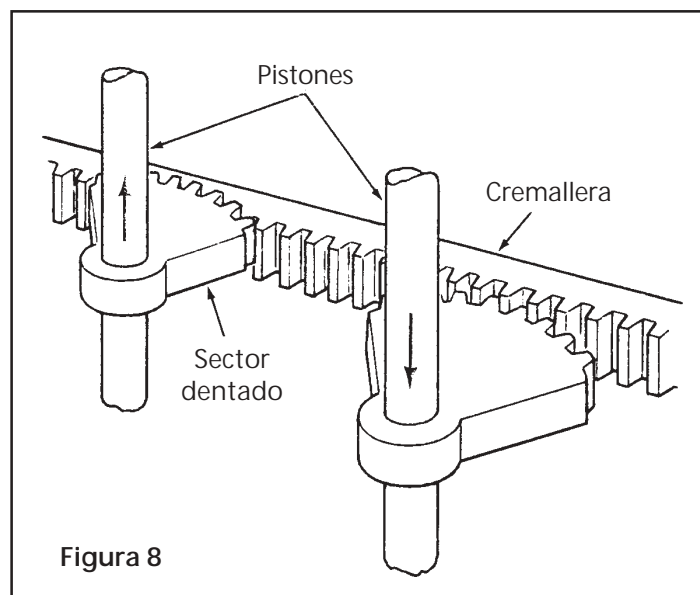


Figura 8

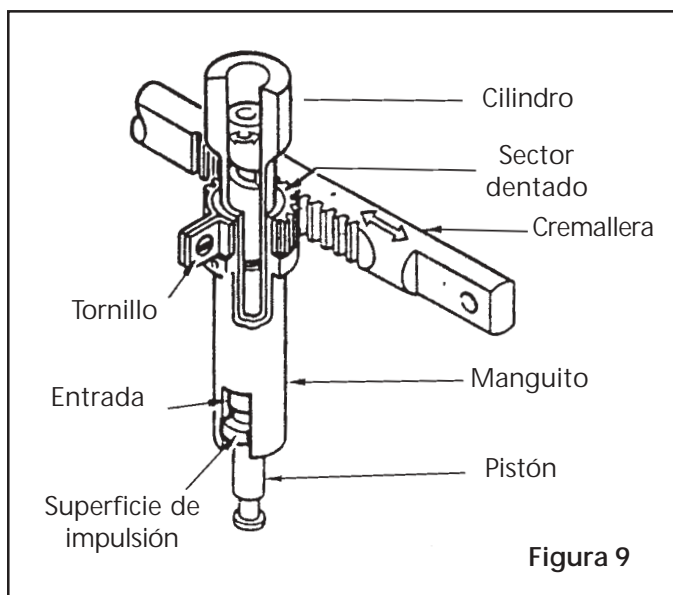


Figura 9

# LUBRICACIÓN DE LAS BOMBAS LINEALES

La mayoría de los motores que utilizan bombas lineales, emplean el aceite del motor para lubricar los componentes del sistema de impulsión: árbol de levas, rodamientos de apoyo, botadores, platillos, resortes, manguito, cremallera, sectores dentados, parte baja de pistones de alta presión, bomba de alimentación, regulador mecánico, etc.

Un circuito bastante generalizado de lubricación, para este tipo de bombas puede ser: Cárter de aceite del motor - filtro de succión o chupón de la bomba de aceite - bomba de aceite - radiador o enfriador de aceite del motor - filtro de aceite - galería principal distribuidora de aceite - orificio calibrado o cicler de entrada a bomba - orificio de rebose o control de nivel máximo de bomba - cárter de aceite de motor.

El orificio calibrado o cicler de abastecimiento a la bomba, tiene por misión cuantificar el aceite que va a la bomba, evitando así una eventual pérdida importante de presión en el circuito de lubricación.

De lo expresado se deduce, la importancia de conservar el aceite de motor en buenas condiciones, para evitar que se dañe aparte del motor, el sistema impulsor de la bomba de inyección.

Cuando por desgaste o accidente los motores consumen excesivas cantidades de lubricante, algunos operadores utilizan el aceite del cárter sin cambiarlo, sólo agregándole y hasta en ocasiones se emplean aceite de baja calidad (bajo costo) o se utilizan “aceites reconstruidos” que no son tales. Con esta MALA PRÁCTICA, lo que se hace es destruir lo poco rescatable que pudiera tener ese motor al momento de la reparación, entre esas piezas se encuentra la bomba inyectora.

Cuando se desarma para reparación una bomba inyectora lineal, y se aprecian: árboles de leva corroídos o erosionados, botadores, manguitos, resortes, rodamientos y otras piezas en igual estado, muestran a las claras una falta total de mantenimiento, donde los ácidos NO neutralizados en el aceite, la acumulación de agua, carbón y otras sustancias abrasivas han hecho su trabajo.

No debemos olvidar que un motor desgastado, contamina mucho más el aceite que en buenas condiciones de funcionamiento. Si esa unidad no se puede detener para su reparación, MAL SE HACE, en prolongar los períodos de cambio del aceite o utilizar aceites de mala calidad, lo correcto sería reparar el motor, en su defecto mejorar la calidad del aceite o cambiarlo más seguido.

## *ATENCIÓN*

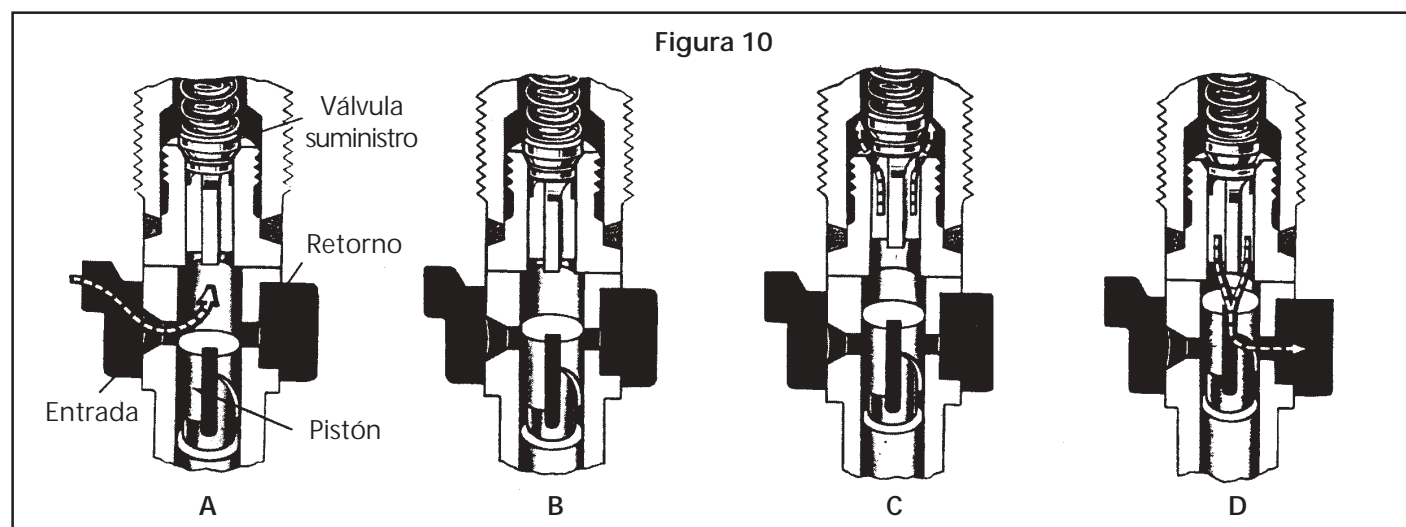
Cuando se intervenga una bomba de inyección lineal, es necesario colocar aceite de motor hasta el nivel. De esta manera, la bomba se lubricará con las primeras vueltas del motor, sin tener que esperar que el aceite del cárter, complete el circuito para llegar a ella. El no hacerlo puede implicar daños importantes.

Los componentes del Sistema de Alta Presión, se lubrican con el mismo gasoil o combustible diesel, al pasar entre ellos.

La importancia de los filtros - decantadores de agua y elementos pesados es de extrema importancia, para evitar daños serios que alteren el normal desempeño del motor.

# FUNCIONAMIENTO

Existe una gran variedad de pistones y cilindros para bombas lineales, para explicar su funcionamiento elegiremos un tipo, en el que el cilindro posee dos orificios: uno para abastecer de combustible (izquierda de los dibujos) y otro a derecha para retorno. Figura 10.



## MOVIMIENTO ALTERNATIVO

**Posición A:** El pistón se encuentra en el Punto Muerto Inferior, por acción del resorte y debido a que la leva correspondiente se encuentra en el ángulo de reposo. La lumbrera u orificio de carga se encuentra descubierto por el pistón y el combustible impulsado por la bomba de alimentación entra al interior del cilindro.

**Posición B:** Al girar el árbol de levas, impulsado por el motor, la leva entra en su ángulo de trabajo, el botador es empujado hacia arriba y este movimiento es transmitido al pistón que al subir, obstruye el orificio de alimentación y el de retorno. Comienza a ser comprimido el combustible que no tiene por donde escapar. Esa presión que va en aumento porque el pistón continúa subiendo, vence el resorte de la válvula de suministro (encima del pistón), el



combustible fluye por la cañería de alta presión, empuja el combustible que se encuentra allí, presionado la válvula de aguja de la tobera hasta que venciendo el resorte del inyector, comienza a pulverizarse el combustible dentro de la cámara de combustión del motor.

**Posición C:** Así como la figura B, indicaría el momento de inicio de la inyección, en la posición de la figura C, se continúa la inyección mientras el pistón continúa subiendo.

**Posición D:** La ranura helicoidal descubre la lumbrera de descarga o retorno y el combustible escapa por ésta, la inyección cesa, la aguja del inyector se cierra y la válvula de suministro también. (figura D)

## MOVIMIENTO ROTATIVO

Figura 11



Figura 12



Así como los pistones de la bomba se mueven en forma alternativa (sube y baja), por acción de las levas; por medio de la cremallera-sector dentado y manguito, los pistones tienen un determinado movimiento rotativo.

Por medio de este movimiento, se regula el volumen de la inyección y por tanto la velocidad del motor.

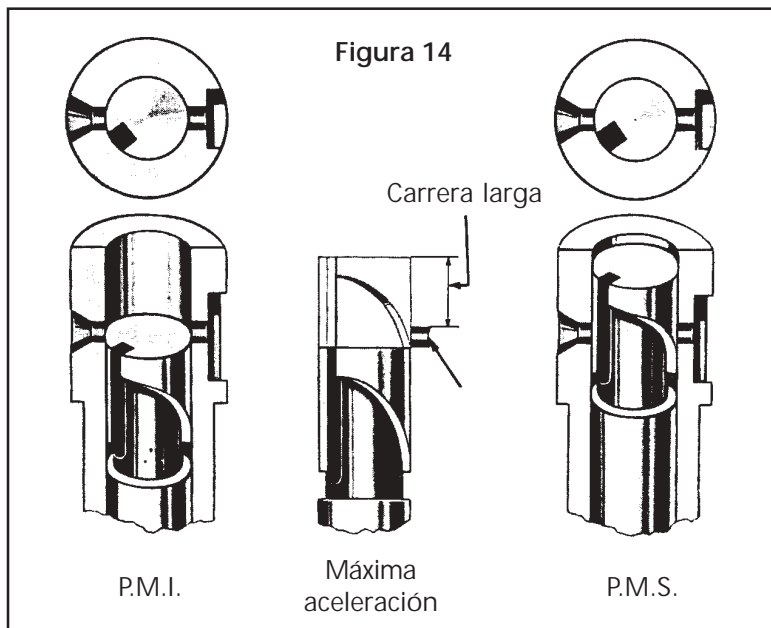
Existen variedad de émbolos o pistones, unos macizos, que poseen una ranura longitudinal tipo chavetero con una de sus caras de forma helicoidal (figura 11) y otros pistones taladrados en su centro, comunicando este orificio con una ranura de sesgo (figura 12).

### **INYECCIÓN CERO:**

Cuando el operador apaga el motor, se acciona el estrangulador y la cremallera gira todos los pistones de forma tal que si son de ranura tipo chavetero, ésta ranura vertical coincide con el orificio de alimentación o retorno y todo el combustible que el pistón intenta comprimir al subir, escapa por esa ranura; al no existir inyección, el motor se apaga. Si son pistones taladrados en su centro, el giro de los pistones hace coincidir el orificio de descarga con la parte alta del corte en sesgo y no es posible comprimir el combustible apagándose el motor por falta de inyección.

## INYECCIÓN MÁXIMA:

Cuando la cremallera rota los pistones al otro extremo (Máxima aceleración), deberá recorrer una distancia mayor el pistón, para que el gasoil pueda escapar por el orificio o lumbrera de retorno. (figura 14).

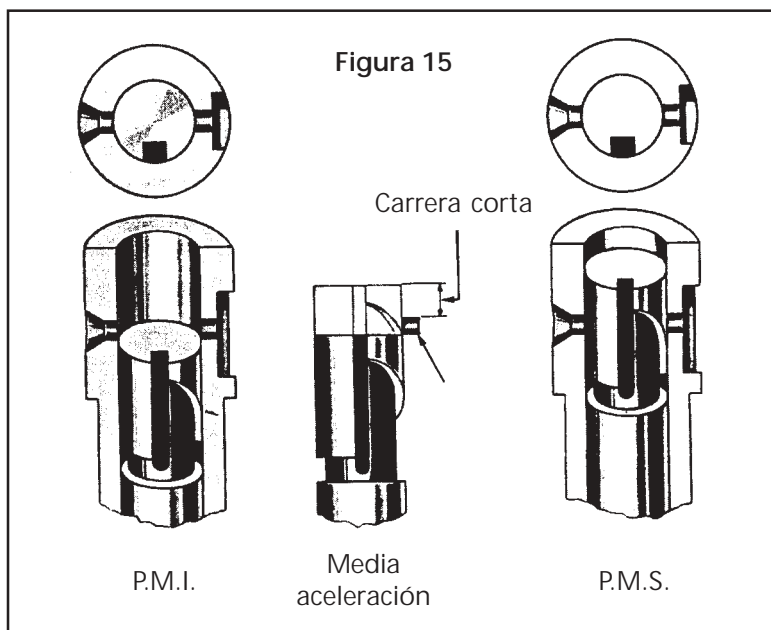


## INYECCIÓN NORMAL:

En marchas normales, los pistones están como indica la figura 15 y a media carrera del pistón ya se enfrentan la ranura helicoidal y el orificio de retorno por lo que la inyección de combustible disminuye.

Todos los elementos de presión deben de inyectar la misma cantidad de combustible. Es misión del bombista lograr este ajuste, para ello en el banco de pruebas de bombas, aflojando el tornillo del sector dentado que aprisiona el manguito, desplaza uno con respecto al otro, cilindro por cilindro hasta lograr equiparar los volúmenes inyectados a un mismo número de RPM de bomba.

Anteriormente destacábamos que había muchos tipos de pistones y cilindros, como elementos de generar alta presión.

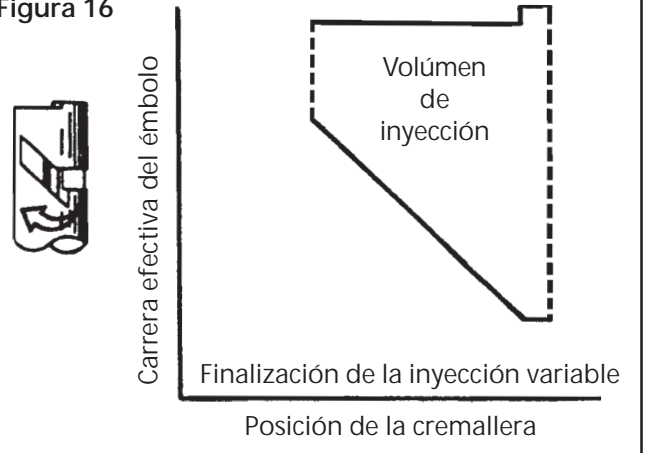


Según la forma de la cabeza de los pistones y las inclinaciones de las ranuras se lograrán variar el momento y volumen de inyección para cada motor.

Presentaremos las formas de pistón más comunes:

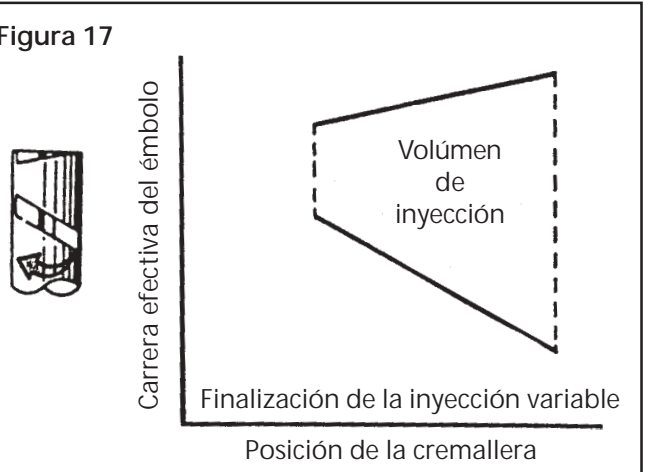
1) Pistones empleados en aquellos motores que interesa tener un mayor volumen de inyección al arranque y momento de inyección avanzado. (figura 16)

Figura 16



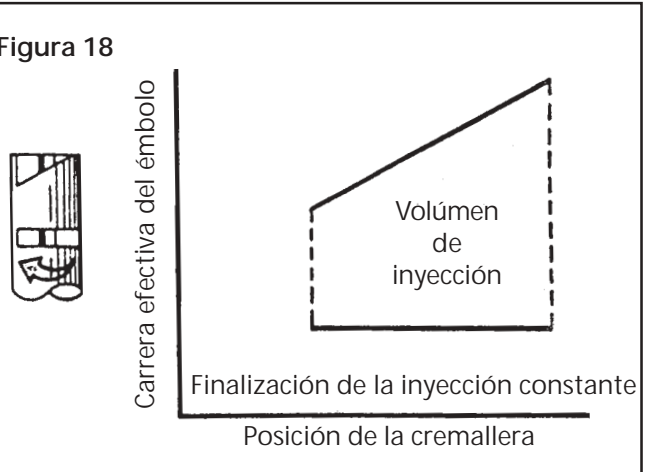
2) Pistones que proporcionan inicio y finalización de la inyección con volumen variable (figura 17)

Figura 17

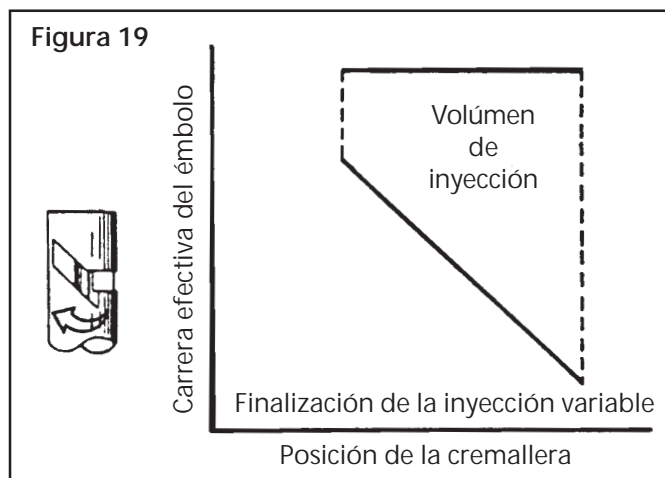


3) Pistones que proporcionan una iniciación de inyección muy variable y un final a inyección constante. (figura 18)

Figura 18



4) Pistones con un inicio de inyección constante y finalización de inyección variable. (figura 19)

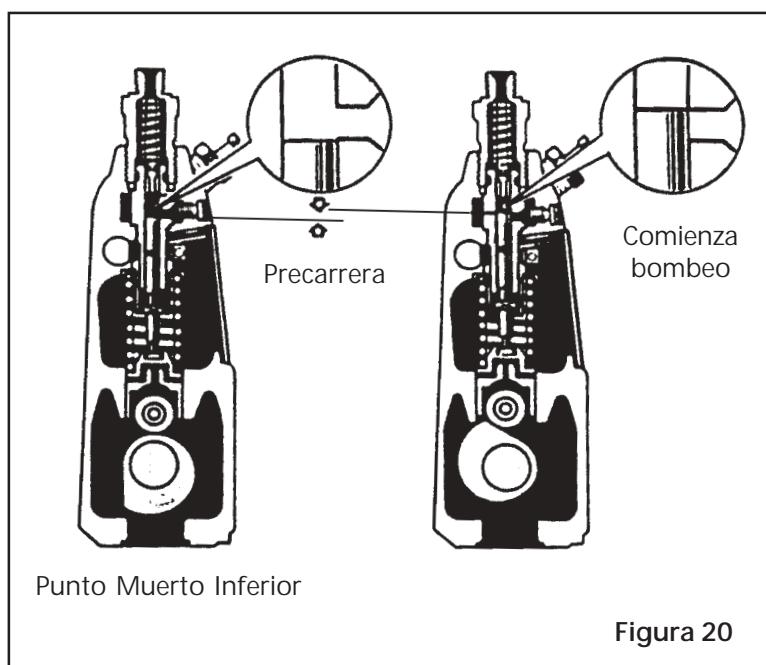


## PREPARACIÓN DE LA CARRERA DE COMPRESIÓN:

Desde el momento en que el pistón de la bomba (émbolo buzo) comienza a subir, hasta que obstruye el orificio de alimentación o retorno, transcurre un determinado tiempo (figura 20).

Durante ese tiempo la leva empuja el botador y la superficie de contacto empuja la parte baja del pistón (extremo inferior) hacia arriba.

Si el pistón, por un problema de desgaste de las piezas (árbol de levas, rodamientos de apoyo, rodillos o eje de botador, superficies de contacto, etc.) quedara muy por debajo del orificio de retorno y/o alimentación, ocurrirán dos problemas: Primero, que se utilizará parte del ángulo de trabajo de la leva, para hacer llegar la parte superior del pistón hasta el borde inferior del orificio de retorno y/o alimentación, con la consiguiente pérdida de carrera efectiva del pistón; en otras palabras, el pistón no podrá llegar al verdadero Punto Muerto Superior previsto por el fabricante dentro del Cilindro, por ende se impulsará menor volumen de gasoil hacia los inyectores. Segundo, al retrasarse el momento en que el pistón obstruirá el orificio de retorno y/o alimentación, se atrasará el momento en que el gasoil comienza a salir por los inyectores, no efectuándose a los grados de anticipación previstos por el fabricante del motor, con respecto al giro del cigüeñal.



Si por problemas de regulación el pistón de la bomba quedara medio obstruyendo el orificio de retorno y/o alimentación, estando la leva en el ángulo de reposo, cuando ésta entre el ángulo de trabajo y comience a elevar el pistón, lo hará muy rápidamente y se adelantará el momento de inyección con respecto a la posición del cigüeñal; comparativamente es como si adelantáramos excesivamente el avance del salto de chispa en un motor a nafta.

Para evitar estos inconvenientes, cada vez que se desarma una bomba inyectora lineal, se deberá ajustar la posición del pistón que corresponda al cilindro N° 1, según especificaciones de fábrica.

Este recorrido primario del pistón o Precarrera, variará según la forma de la leva, la tolerancia del rodillo, botador o émbolo de presión; y también de acuerdo al desgaste de cada una de las piezas intervinientes.

La altura del pistón estando la leva en el ángulo de reposo se puede modificar mediante espesores calibrados tipo arandela, que van instalados entre el empujador y el asiento del resorte o por medio de tornillo de ajuste y contratuerca.

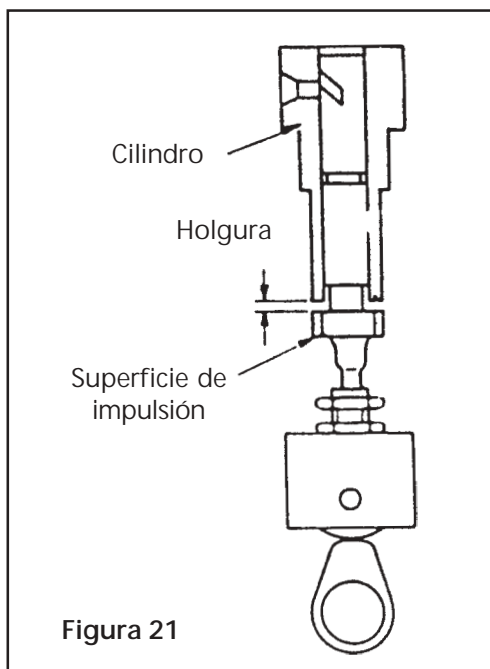
Una vez ajustado este valor en el elemento del cilindro N° 1, que es el que habitualmente se utiliza para sincronizar la puesta a punto del momento de inyección en los motores, se deberán sincronizar los demás elementos. Según el orden de inyección y cada 90° (noventa grados) de giro de árbol de levas de bomba, si se trata de un motor de cuatro cilindros o cada 60° (sesenta grados) de giro de eje de bomba, si el motor es de 6 cilindros.

Es muy importante que los intervalos de inyección entre uno y otro cilindro sean perfectamente regulares para asegurarnos una marcha pareja del motor, con un mínimo de vibraciones y una regularidad en los esfuerzos torsionales que sufrirán entre otras piezas, el cigüeñal.

## LUZ ENTRE ELEMENTO DE IMPULSIÓN Y CILINDRO:

Colocando por medio del eje de levas, el pistón a controlar en el P.M.S., se debe asegurar que existe luz entre pistón y cilindro y que se encuentre dentro de los valores especificados.

Si quedada poca luz o menos de la que se recomienda, se corre el riesgo que en altas revoluciones, comience a golpear por efecto de inercia, la superficie de impulsión del pistón la parte baja del cilindro. (ver figura 21)



## SINCRONIZADOR AUTOMÁTICO-CENTRÍFUGO:

A medida que aumentan las RPM del motor y se incrementa la velocidad de desplazamiento de los pistones en los cilindros, habrá menos tiempo para la combustión, más aún si tomamos en cuenta que tendremos mayores cantidades de combustible para quemar.

Al igual que en los motores a gasolina (nafta), se deberá incrementar el avance, en la misma medida que aumentan las RPM.

Así como en la mayoría de las bombas rotativas, esto se logra mediante la presión del combustible de la bomba de alimentación; en las bombas lineales, el sistema más utilizado es el: avanzador de contrapesos centrífugos. (figura 22)

Este sistema de avance va situado entre el engranaje impulsor de la bomba -que recibe movimiento del cigüeñal- y el propio eje de la bomba (figura 23)

Cuando el motor gira en ralentí (moderando), los contrapesos se encuentran cerrados, por la acción de unos resortes y el único avance de inyección, proviene del fijado por el mecánico al montar la bomba inyectora en el motor (Avance Inicial).

A medida que las RPM aumentan, los contrapesos comienzan a vencer la tensión de los resortes y alejarse del centro, con esto la placa conectada al eje de la bomba comienza a anticiparse en el mismo sentido de giro, con lo que se obtiene una inyección más temprana en todo los cilindros.

Figura 22

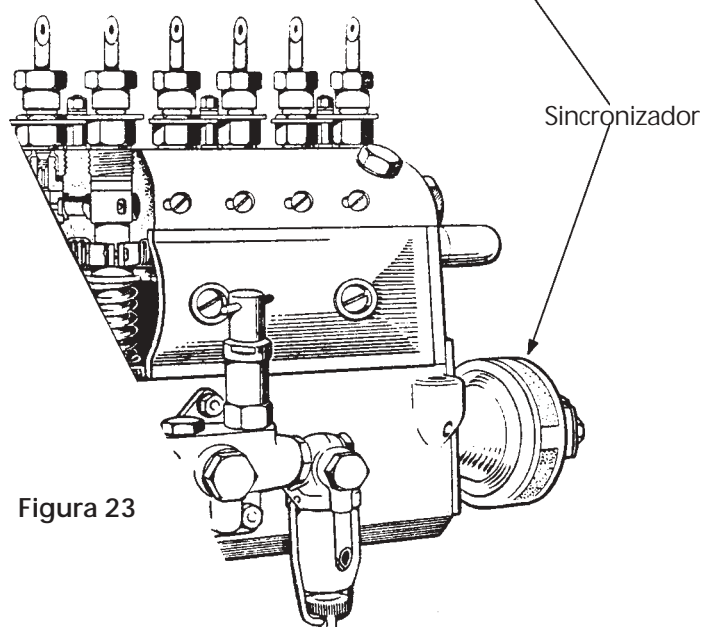
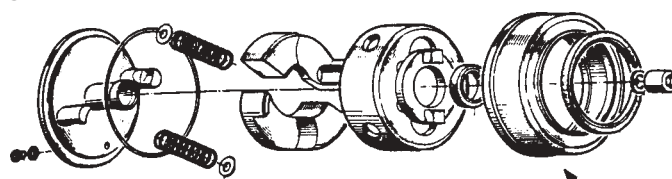


Figura 23

## REGULADOR MECÁNICO PARA BOMBA LINEAL:

El regulador, en base a la fuerza centrífuga desplegada sobre sus contrapesos -que giran recibiendo movimiento en forma indirecta del motor- controla el volumen de gasoil inyectado, regulando así la velocidad del motor en todas sus RPM.

Aunque no se modifique la posición del pedal acelerador, si el vehículo va subiendo una cuesta y el motor intenta disminuir sus RPM -debido al esfuerzo a vencer o carga- los contrapesos se cierran y por medio de una articulación, la cremallera se mueve en la dirección de aumento de combustible.

Por el contrario, si el vehículo se desplaza cuesta abajo, aunque no se modifique la posición del acelerador, los contrapesos (cuando el motor tienda a aumentar las RPM por encima del valor especificado para ese momento) moverán la cremallera en el sentido de disminuir la inyección, a fin de que el motor reduzca sus RPM, evitando que se sobreacelere.

En pocas palabras, el pedal del acelerador solicita y el mecanismo del regulador decide en que forma y tiempo.

## COMPONENTES:

Si bien existen diferencias entre los distintos fabricantes, tomaremos un sistema a modo de ejemplo, porque los principios básicos de funcionamiento son similares.

El soporte de los Contrapesos está montado sobre el eje de la bomba y gira solidario con él.

Los contrapesos están fijados al soporte por medio de un eje de palanca. Los mueve la fuerza centrífuga. Cuando el motor está detenido o girando en ralentí (moderando), se mantienen cerrados o sea contra el eje por medio de unos resortes.

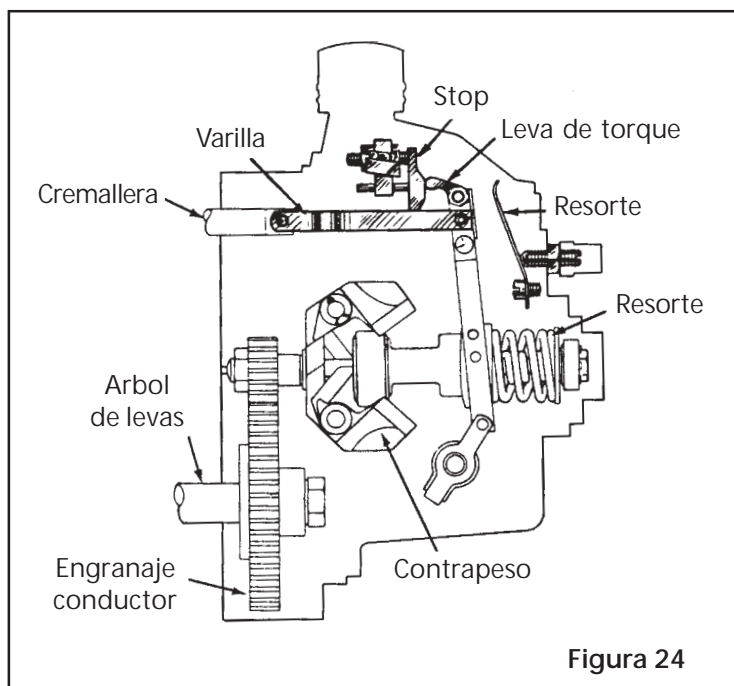


Figura 24

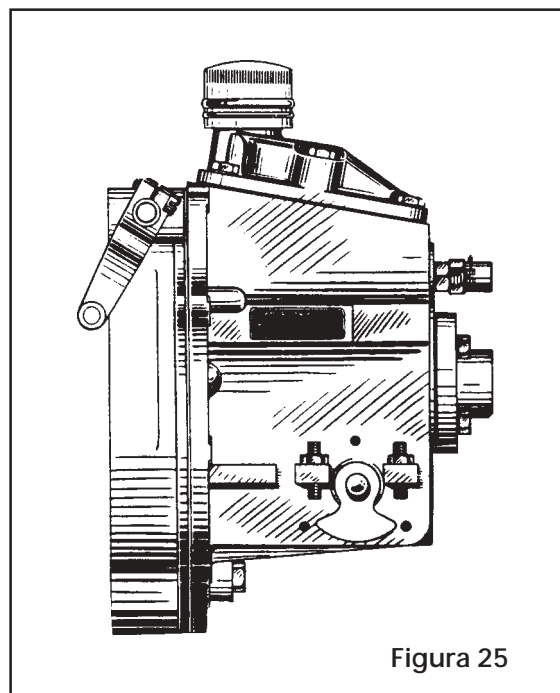
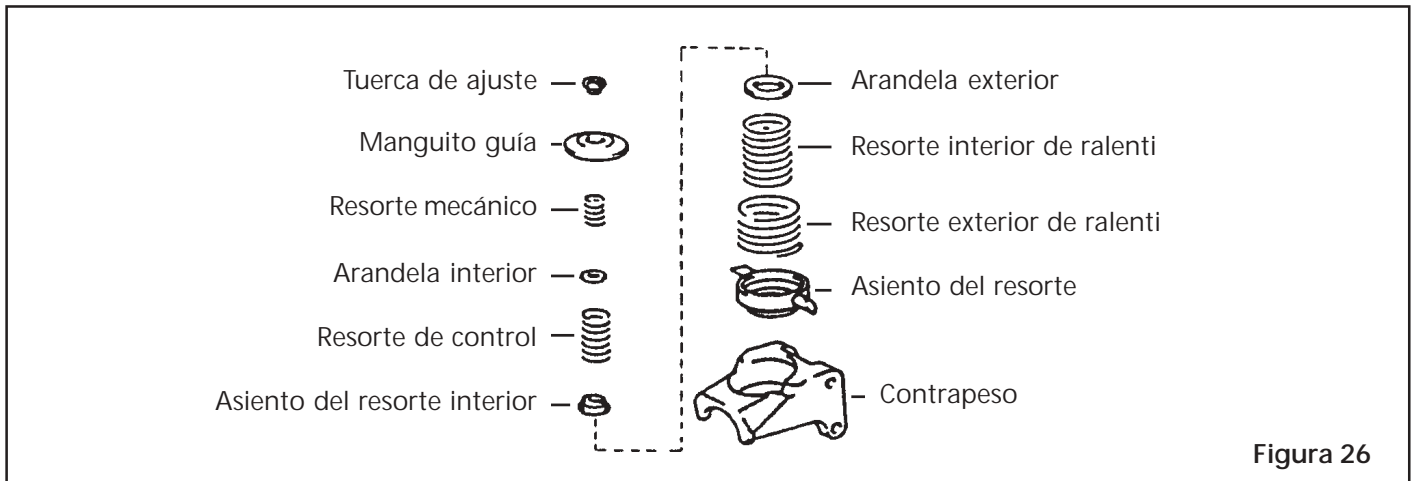


Figura 25

Estos resortes, detallados en la figura 26, controlan el accionar de los contrapesos como sigue:

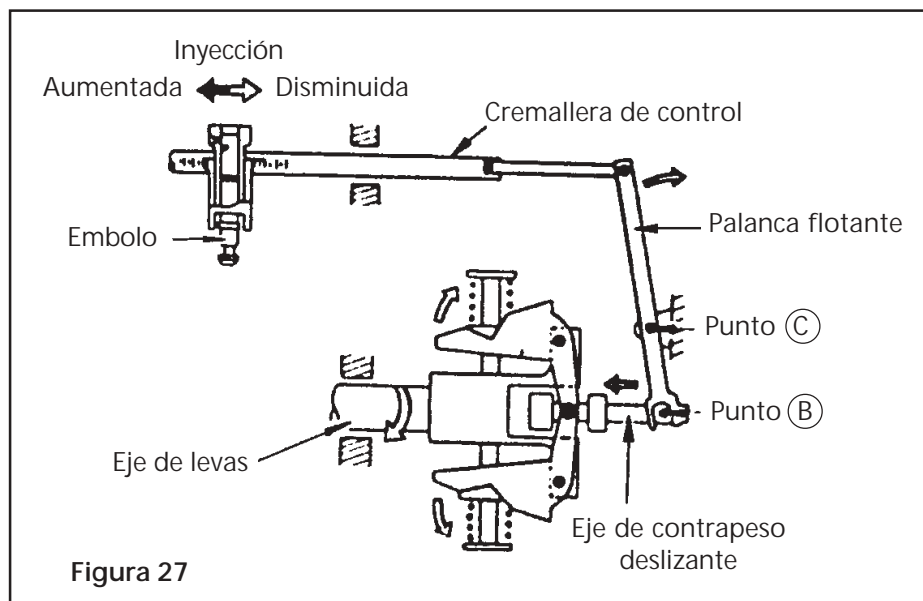


Cuando se comienza a pisar el acelerador, con el motor en marcha, al aumentar la velocidad de la bomba, los contrapesos tienden a ir hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga.

Esto comprime primero el resorte exterior de ralenti y luego el resorte interior de ralenti.

Si se continúa acelerando, los asientos de los resortes hacen contacto con el asiento del resorte interior y comprimen los resortes de control, permitiendo que los contrapesos abran un poco más.

Cuando los contrapesos se separan del eje (se abren), tiran del eje del contrapeso deslizante, que está unido a ellos, por medio del perno articulado en el árbol de levas, en dirección de la izquierda.





# FUNCIONAMIENTO

## AL MOMENTO DEL ARRANQUE:

Al estar detenido el motor, los contrapesos por acción de los resortes, están cerrados contra el eje. La guía de deslizamiento está en el extremo derecho y el punto B de la palanca está en la posición más baja.

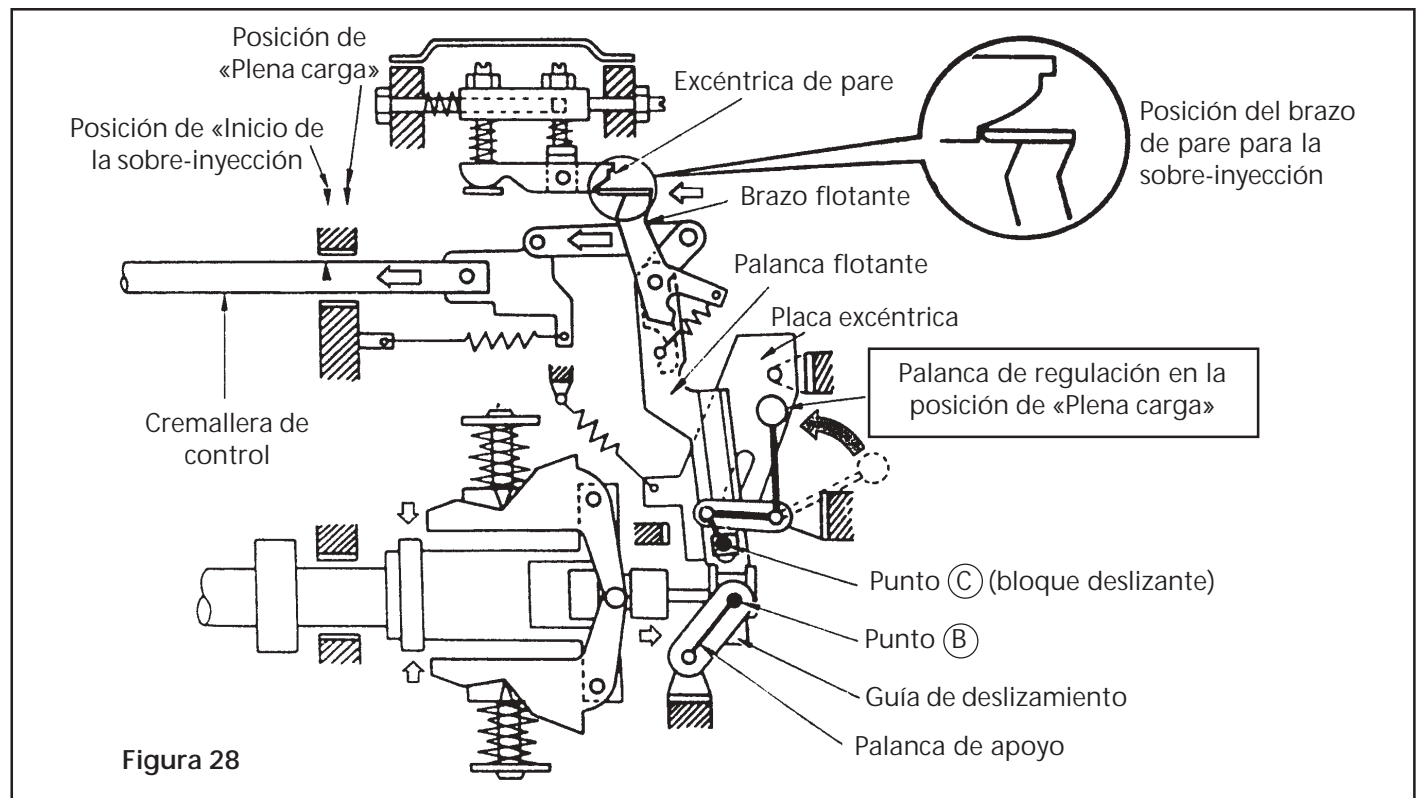
Cuando se oprime el acelerador a fondo (motor apagado), la palanca de regulación se moviliza a la posición "Plena Carga" y el bloque deslizante (punto C) se mueve dentro de la palanca flotante. (figura 28).

La palanca flotante gira en sentido antihorario con respecto al punto B y se detiene cuando el brazo flotante (parte superior), hace contacto con la excéntrica de pare.

Como el punto B, está en la posición más baja, el brazo flotante hace contacto en el extremo inferior de la excéntrica de pare (Ver destaque en círculo) = VOLUMEN máximo de inyección para arrancar el motor.

Generalmente, el volumen de inyección al arranque, es la mayor cantidad de combustible posible a inyectar en el motor; también se conoce como: SOBRECAUDALIZACIÓN DE ARRANQUE.

## AL MOMENTO DE ARRANCAR EL MOTOR



## CON EL MOTOR EN RALENTI (MODERANDO):

Cuando se suelta el pedal acelerador, una vez arrancado el motor sucede lo siguiente: La palanca de Regulación, vuelve a "RALENTÍ".

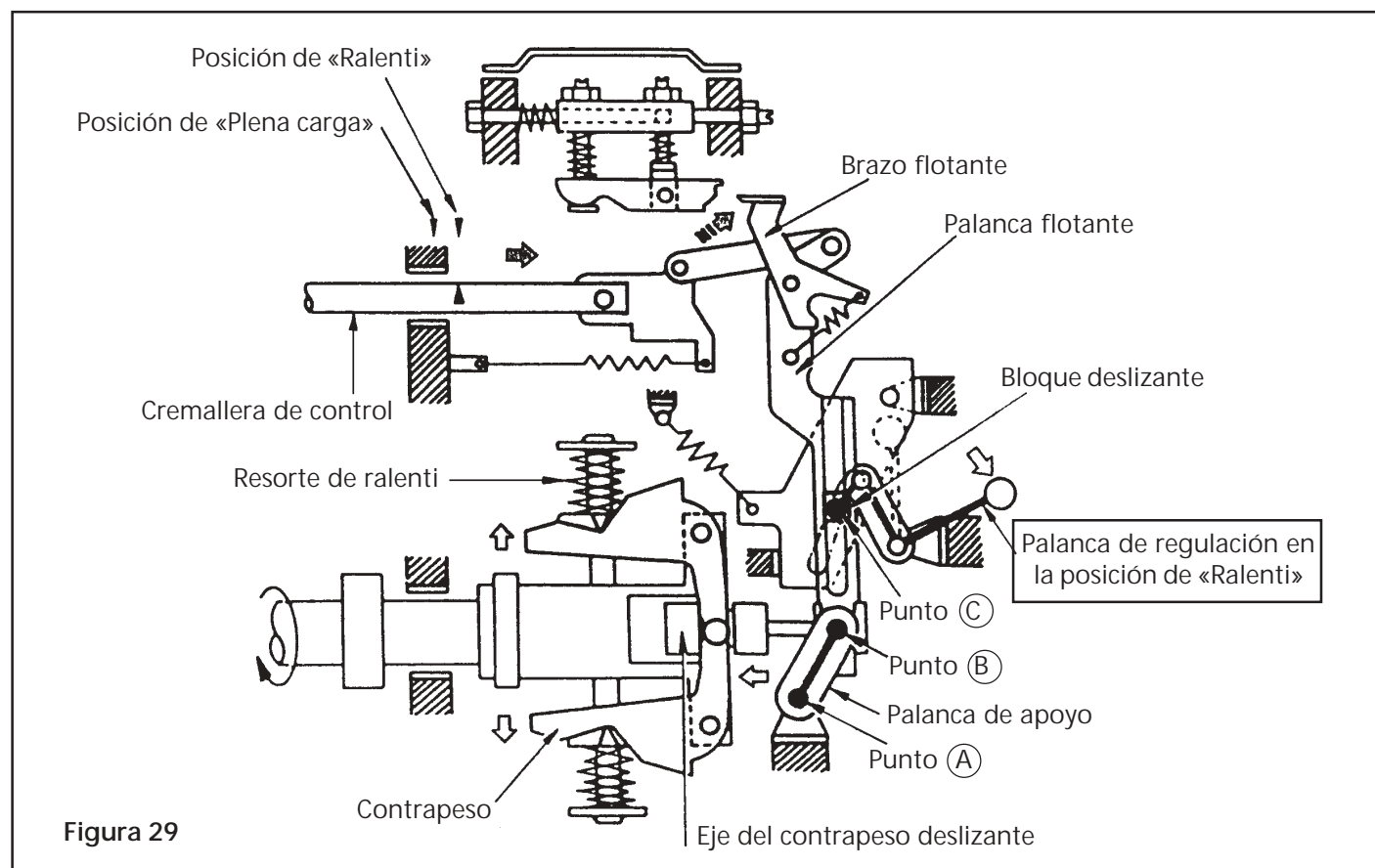
El bloque deslizante (Punto C) se desplaza hacia arriba, dentro de la palanca flotante a lo largo de la ranura de la placa excéntrica. (figura 29)

La palanca flotante gira en sentido horario alrededor del punto B, moviendo la cremallera hacia la derecha, posición del Ralentí, el motor Modera a las RMP previstas para esta marcha.

Si estando en Ralentí, el motor mostrara tendencia a incrementar las RPM, al aumentar en algo las RPM por encima de lo previsto, los contrapesos comprimen los resortes de ralentí al moverse hacia afuera y el eje del contrapeso deslizante se desplaza hacia la izquierda. Esto hace que la palanca flotante gire en sentido horario alrededor del punto C, empujando la cremallera hacia la derecha, disminuyendo el volumen de inyección y por lo tanto las RPM del motor.

Si la tendencia del motor fuera a bajar las RPM, ocurriría exactamente lo contrario.

### DURANTE EL RALENTI DEL MOTOR



## SALIENDO CON EL ACELERADOR A FONDO:

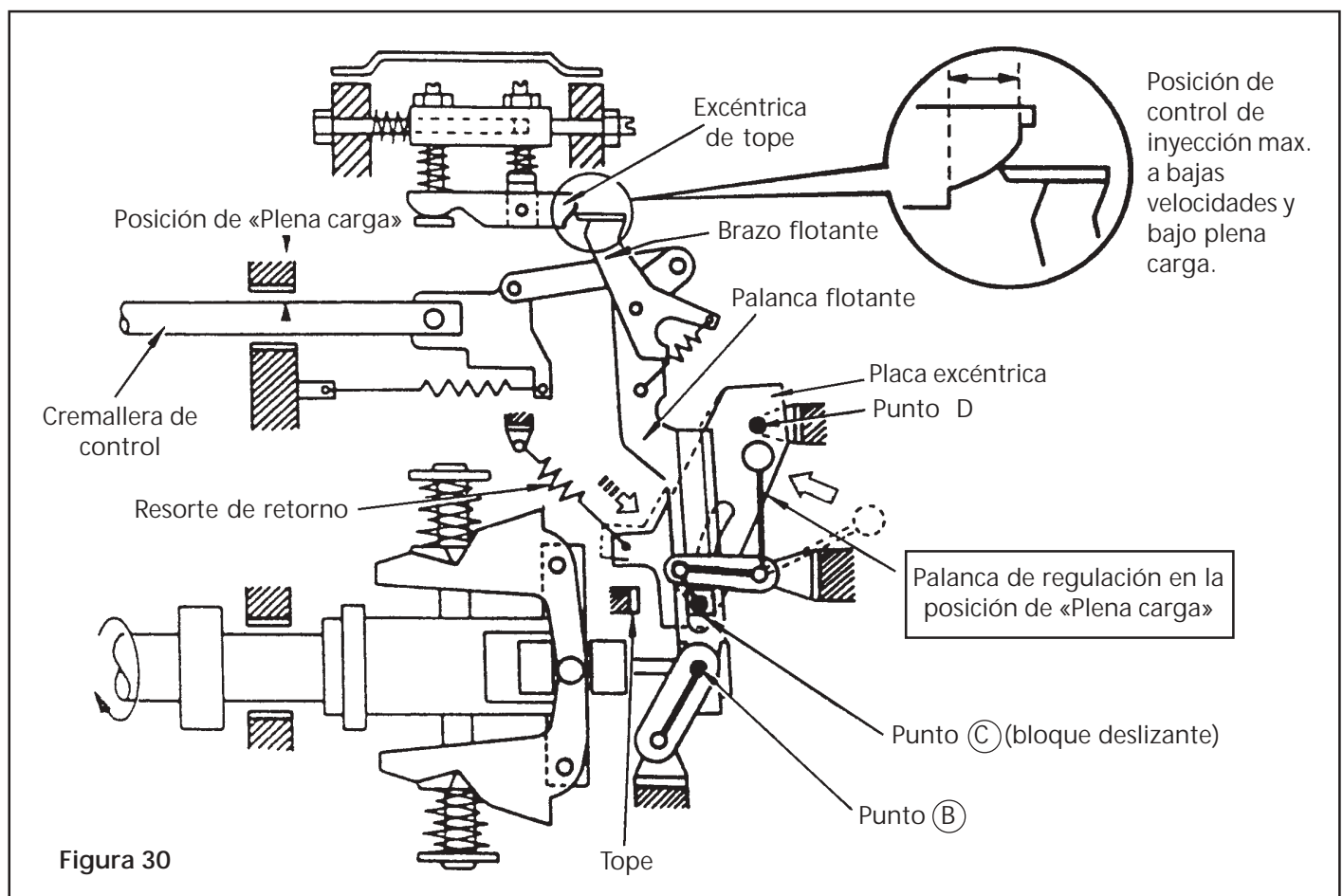
Si se oprime a fondo el acelerador, estando el motor moderando, sucede lo siguiente: El bloque deslizante (punto C) se desliza hacia abajo, a lo largo de la ranura de la placa excéntrica (figura 30)

Debido a lo anterior, la palanca flotante gira en sentido antihorario alrededor del punto B, moviendo la cremallera a la izquierda, hasta que el brazo flotante hace contacto con la excéntrica de pare. Esto aumenta el volumen de inyección al máximo requerido para bajas velocidades.

Como el punto B (de la palanca flotante), está casi en su posición inferior, el brazo flotante hace contacto en la zona media, de la superficie cóncava de la excéntrica de pare.

Una vez que el brazo flotante toca la excéntrica de pare, la placa excéntrica gira en sentido antihorario alrededor del punto D, logrando que esta placa se aleje del tope y así el bloque deslizante se mueve más abajo dentro del eje flotante.

### ACELERANDO A FONDO DESDE RALENTÍ



## ACELERANDO A FONDO CON MOTOR EN ALTAS RPM:

Cuando la velocidad de la bomba aumenta, los contrapesos se abren comprimiendo los resortes de control.

Esto hace que el eje del contrapeso deslizante se mueva a izquierda. La palanca de apoyo gira en sentido antihorario alrededor del punto A y el punto B se mueve en diagonal hacia arriba y a la izquierda. (figura 31)

El movimiento del punto B hacia la izquierda, hace que la placa excéntrica gire en sentido horario alrededor del punto D. En tanto el movimiento del punto B hacia arriba hace que la palanca flotante se mueva hacia arriba.

El brazo flotante se mueve hacia arriba a lo largo de la superficie cóncava de la excéntrica de pare. (Ver flecha en círculo chico).

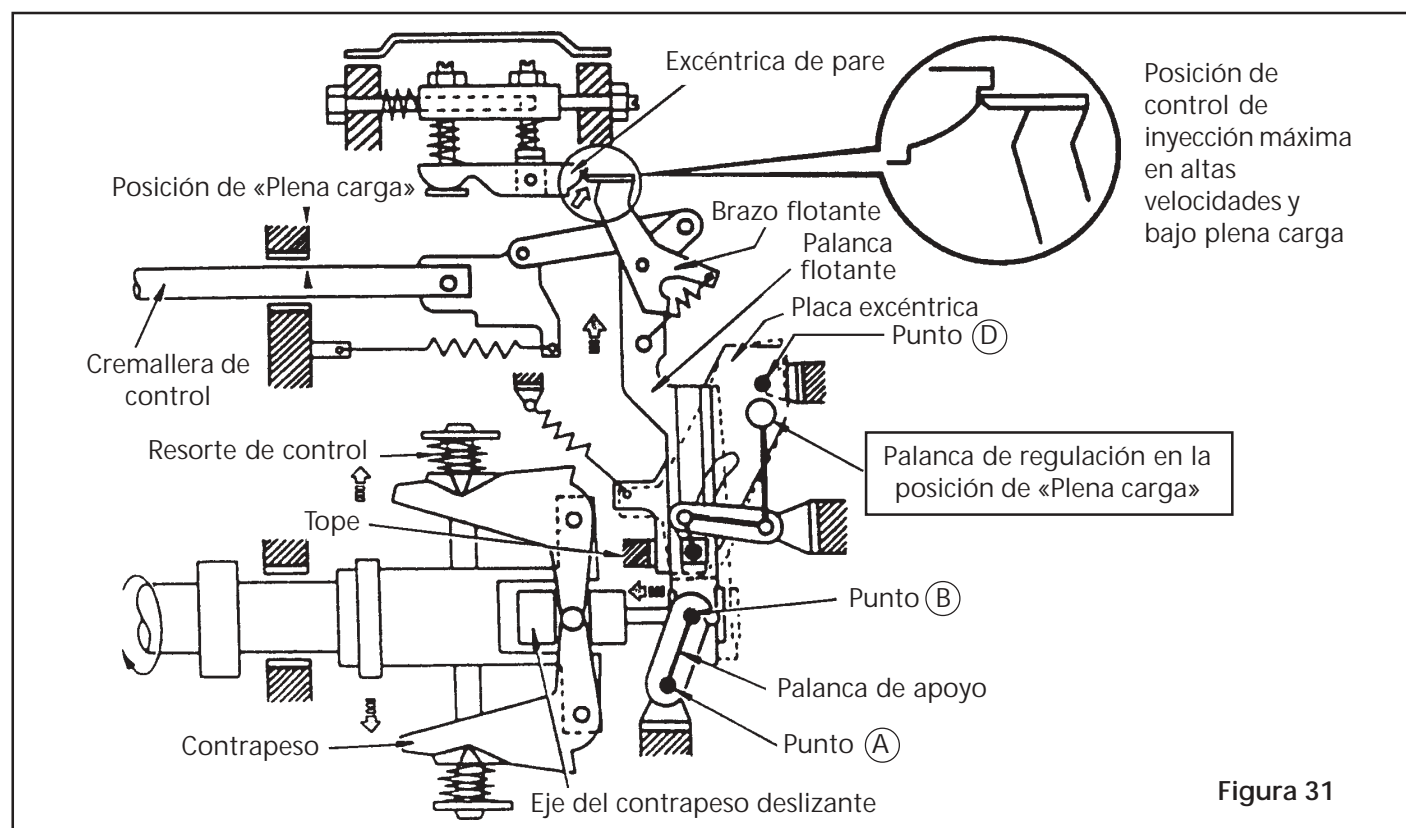
Esto cambia la posición de la cremallera de control, disminuyendo la cantidad de combustible suministrado durante plena carga a alta velocidad.

Al aumentar la velocidad de la bomba, los contrapesos continúan abriéndose, y el punto B de la palanca de apoyo se mueve hacia arriba y a la izquierda. La placa excéntrica girará en sentido horario alrededor del punto D, hasta que contacte con el tope.

Esa posición determinará el volumen de inyección máximo en alta velocidad.

Cuando disminuye la velocidad de la bomba (motor), ocurrirá el proceso inverso y la cantidad de combustible aumentará.

## ACELERANDO A FONDO CON MOTOR EN ALTAS RPM



## EN RPM MÁXIMAS:

Cuando el motor alcanza las RPM máximas permitidas por el fabricante, la placa excéntrica hace contacto con el tope. (figura 32)

Si se intentara aumentar las RPM por encima de ese valor, la palanca de apoyo se mueve hacia la izquierda, causando que la palanca flotante gire en sentido horario alrededor del punto C. Como el bloque deslizante está en su posición más baja dentro de la palanca flotante, la Cremallera de Control se moverá en la dirección de reducción de la inyección evitando que el motor se pase de revoluciones.

### MAXIMAS RPM

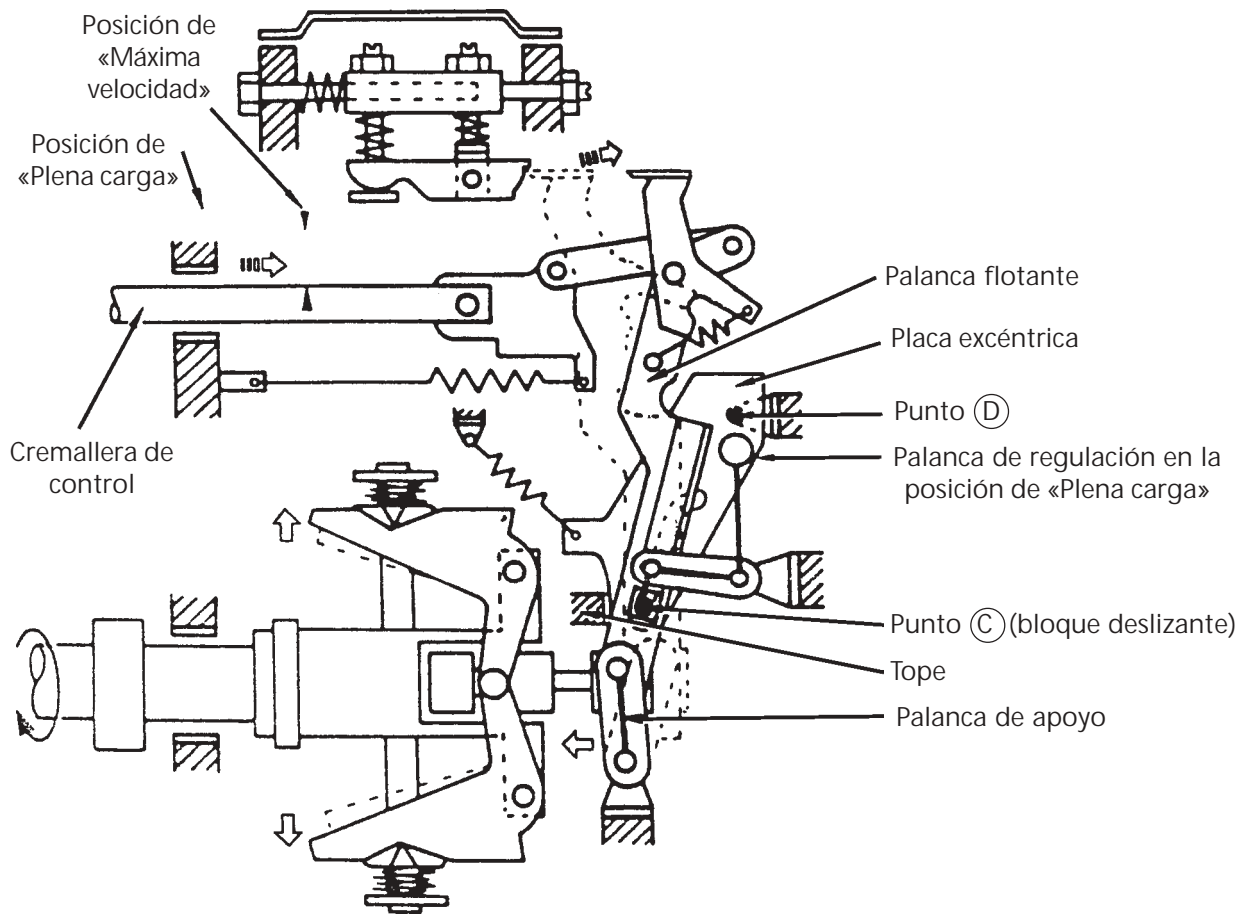


Figura 32

# REGULADOR COMBINADO PARA BOMBA LINEAL

Para lograr un mejor control de la inyección muchos fabricantes emplean dos reguladores, uno de vacío y otro de contrapesos que trabajan en la misma bomba.

## REGULADOR DE VACÍO:

Este regulador posee una cámara separada por un diafragma. De un lado del diafragma trabaja la presión atmosférica, del otro lado, el vacío de un Venturi, instalado en la admisión de aire del motor.

La característica más notoria de estos motores, es que poseen una válvula de obturación (mariposa), dentro del Venturi, lo que lleva a algunas personas a pensar que en estos motores, el pedal del acelerador controla aire y no combustible, al igual que los motores a gasolina (nafta).

Ello no es cierto, ya que la misión de dicha válvula en el Venturi, es modificar el vacío para que éste accione el diafragma controlando así el volumen a inyectar.

El vacío generado en el Venturi aumenta en forma directamente proporcional al incremento de RPM del motor e inversamente proporcional a la apertura de la válvula de obturación o mariposa.

Esto significa que para unas RPM constantes del motor, el vacío en el Venturi será menor, cuanto más se abra la mariposa; pero si la apertura de la mariposa se mantiene constante, el vacío disminuirá al disminuir las RPM del motor.

Este regulador (de vacío) está diseñado para aumentar el volumen de la inyección cuando disminuye el vacío.

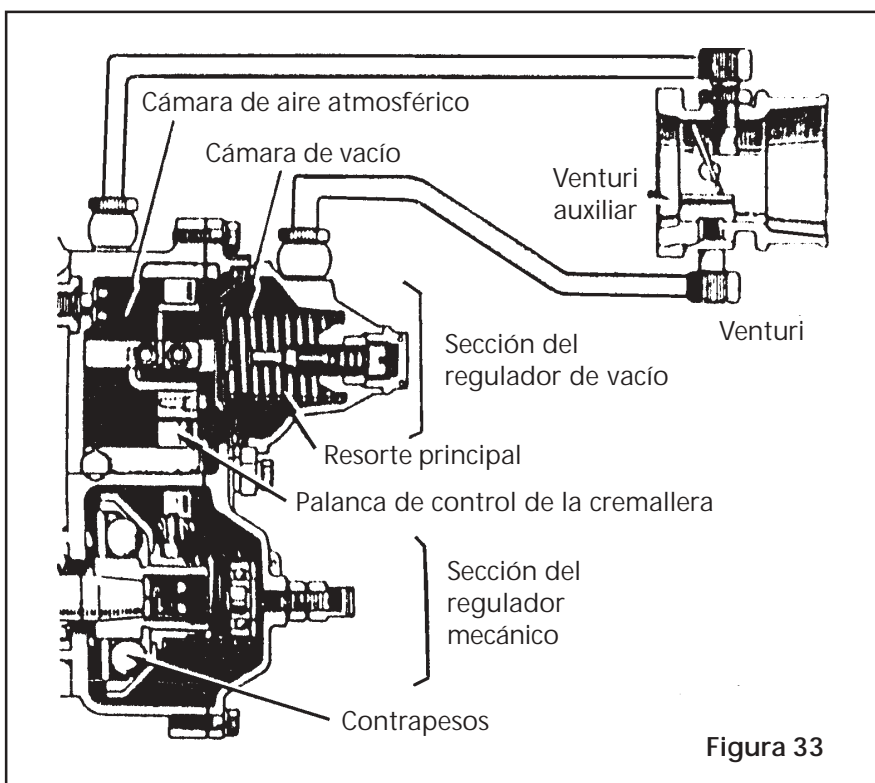


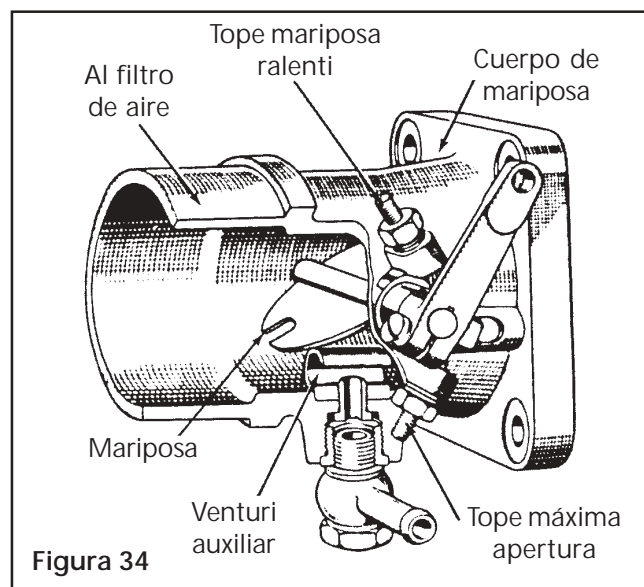
Figura 33

El regulador reducirá el volumen de inyección cuando se cierra la válvula de obturación o mariposa (vacío mayor) o cuando aumenten las RPM del motor (Vacío mayor).

### COMPONENTES DEL REGULADOR DE VACÍO

**Venturi:** Está conformado por las siguientes piezas:

- 1) Mariposa o válvula de control de aire. Se encuentra unida al pedal del acelerador.
- 2) Un Venturi auxiliar, situado en la conexión de vacío al regulador.
- 3) La toma de presión atmosférica, para el diafragma del regulador.
- 4) El tornillo de regulación de velocidad de ralentí, similar al tornillo regulador de tope de mariposa de los motores a carburador.
- 5) El tornillo tope de apertura máxima de la mariposa.



### FUNCIONAMIENTO DEL VENTURI:

Cuando el operador acelera modifica la posición de la válvula o mariposa, con la única finalidad de modificar el vacío, quien será el encargado de actuar sobre la cremallera a través del diafragma del regulador.

El Venturi auxiliar, tiene como finalidad evitar que el motor arranque a la inversa. Los motores Diesel, pueden intentar arrancar girando al revés, haciendo admisión por el escape y escape por la admisión. Significa que en el Venturi el aire circulará a la inversa (hacia el filtro de aire). Aunque esto suceda, ese pasaje generará vacío en el Venturi auxiliar, causando que el regulador neumático reduzca el volumen de inyección facilitando el apagado del motor.

#### ATENCIÓN:

Si el filtro de aire estuviera muy sucio, al intentar escapar el gas de escape por él, no lo podrá hacer, y en el Venturi auxiliar, en lugar de depresión o vacío, tendremos presión y el motor girando al revés no se detendría.

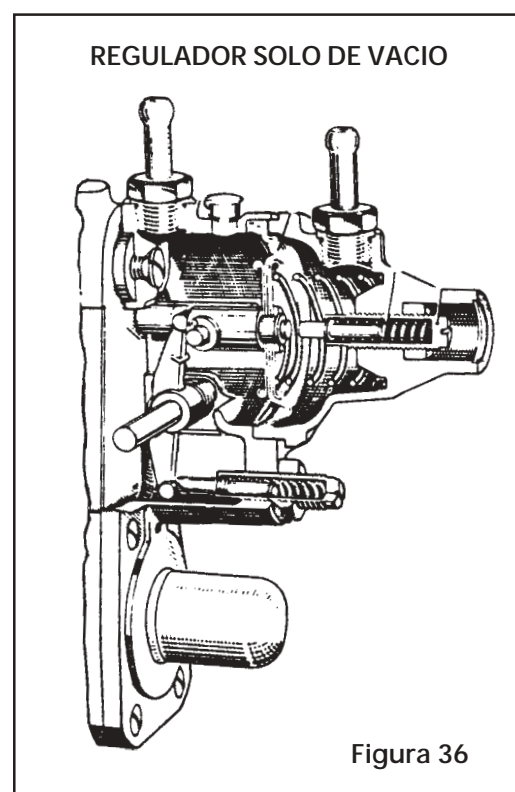
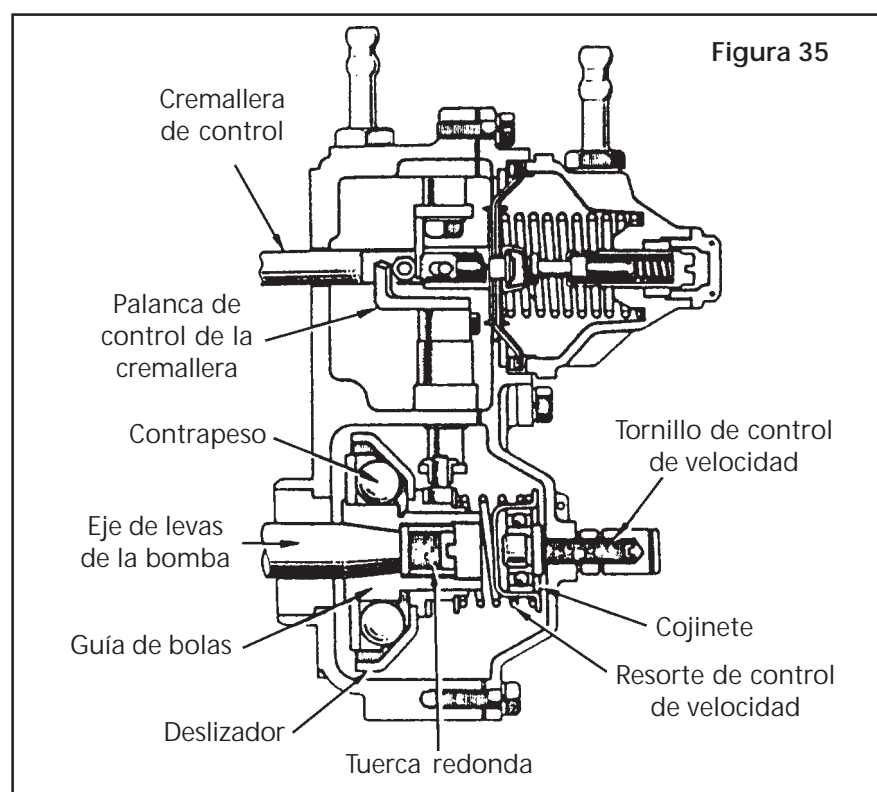
El diafragma del regulador, tendrá por un lado el vacío que se genera por debajo de la mariposa y por el otro lado la presión atmosférica. Esta última conexión se obtiene por medio de un conducto de la zona sobre la mariposa, para lograr: La entrada de aire filtrado al diafragma y principalmente que si el filtro de aire se va obstruyendo con el uso, no alterará el funcionamiento del diafragma al estar compensado por esa toma en el propio venturi.

Si se desconecta esa toma de presión atmosférica al venturi puede ocasionar una insuficiencia en el volumen de inyección

## REGULADOR DE VACÍO:

El diafragma se encuentra solidario a la cremallera de la bomba. El resorte principal en la cámara de vacío, está presionado en forma permanente sobre el diafragma, en el sentido del aumento del volumen de inyección, o sea hacia la izquierda de las figuras 35 y 36.

Existen dos cápsulas de resortes, una con el resorte de ralentí, que controla junto con el resorte principal, la cremallera durante el ralentí o cuando el motor está marchando a máximas RPM sin carga; otra cápsula de pare de plena carga, que regula el máximo volumen de inyección cuando hay carga pesada o durante la operación de puesta en marcha del motor.





## REGULADOR MECÁNICO COMO PARTE DEL COMBINADO:

Cuando el regulador mecánico trabaja en combinación con el de vacío, su funcionamiento es muy sencillo (figura 37).

La guía de los contrapesos gira solidario al eje de la bomba. Una serie de contrapesos, están fijados a la guía en una ranura.

Cuando el eje de la bomba gira, la guía de contrapesos gira y por la fuerza centrífuga los contrapesos tienden a alejarse del eje. El deslizador está sujeto a la guía de contrapesos y es empujado hacia ellos por el resorte de control de velocidad.

En la medida que se aumenten las RPM del eje de la bomba, los contrapesos jalarán hacia afuera, venciendo la tensión del resorte y empujando el deslizador hacia la derecha.

La palanca de control de cremallera, transmite el movimiento del deslizador hacia la derecha.

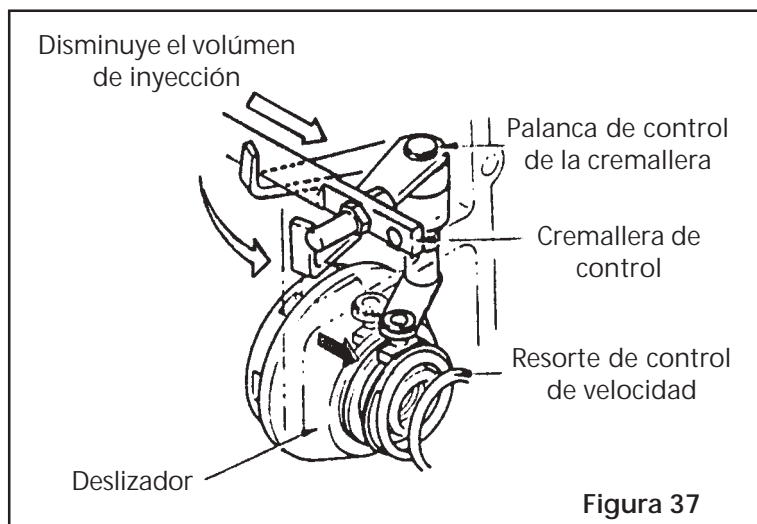
La palanca de control de cremallera conduce el movimiento del deslizador a la cremallera de control.

A medida que aumentan las RPM del motor, la palanca de control de la cremallera, mueve la cremallera en el sentido de disminución del volumen de inyección, limitando las RPM de la velocidad máxima.

El tornillo de velocidad permite la regulación de la velocidad máxima del motor.

Si el tornillo se aprieta, la tensión del resorte aumenta y se necesitará una mayor fuerza centrífuga (Más RPM) para abrir los contrapesos y vencer la acción del resorte. Si el tornillo se afloja disminuirán las RPM máximas del motor.

## FUNCIONAMIENTO DE LOS DOS REGULADORES COMBINADOS



### **ATENCIÓN:**

Para variar el tornillo de RPM máximas, será necesario el empleo de un tacómetro y conocer las RPM máximas previstas por el fabricante de ese motor y en ese servicio.

## MARCHA EN RALENTÍ:

Cuando el motor modera, la fuerza centrífuga que actúa sobre los contrapesos es insignificante y este no actúa.

Dado que la válvula del venturi está casi cerrada, un fuerte vacío actúa en la cámara de vacío del diafragma. Este es empujado hacia la derecha hasta que se equilibre con la fuerza del resorte principal y el de ralentí (figura 38).

Esto tira la cremallera de control hacia la derecha, el volumen de inyección disminuye y el motor funciona estable en ralentí.

A no ser que sea reparado el regulador, no se deben variar las regulaciones del resorte de ralentí ni la de plena carga.

Este tipo de regulaciones las deberá efectuar el técnico de bombas, con la bomba montada en el banco de pruebas y según especificaciones de fábrica.

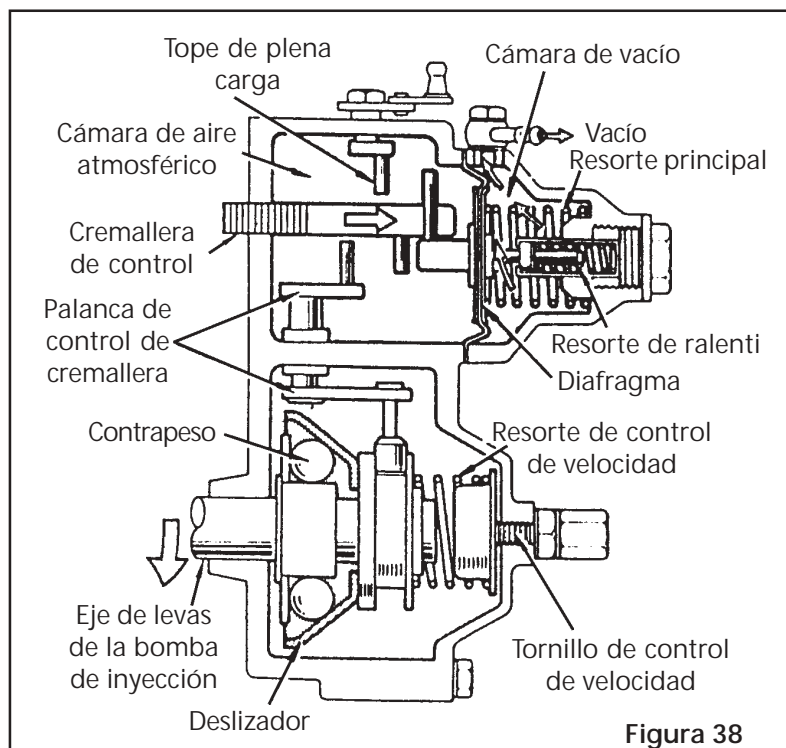


Figura 38

## MARCHA CON CARGA PARCIAL:

Cuando se pisa un poco el acelerador, se abre la mariposa del venturi y disminuye el vacío. El diafragma y la cremallera de control se mueven hacia la izquierda por efecto del resorte principal. Así aumenta el volumen de inyección y por tanto la velocidad del motor. (figura 39).

El vacío balancea solamente la tensión del resorte principal, el diafragma aparece en el centro moviéndose ligeramente hacia derecha o izquierda para mantener una estabilidad.

Al igual que en el Ralentí, el regulador mecánico no es activado, en estas velocidades medias, debido a que la tensión del resorte de control de velocidad, es más fuerte que la presión de los contrapesos.

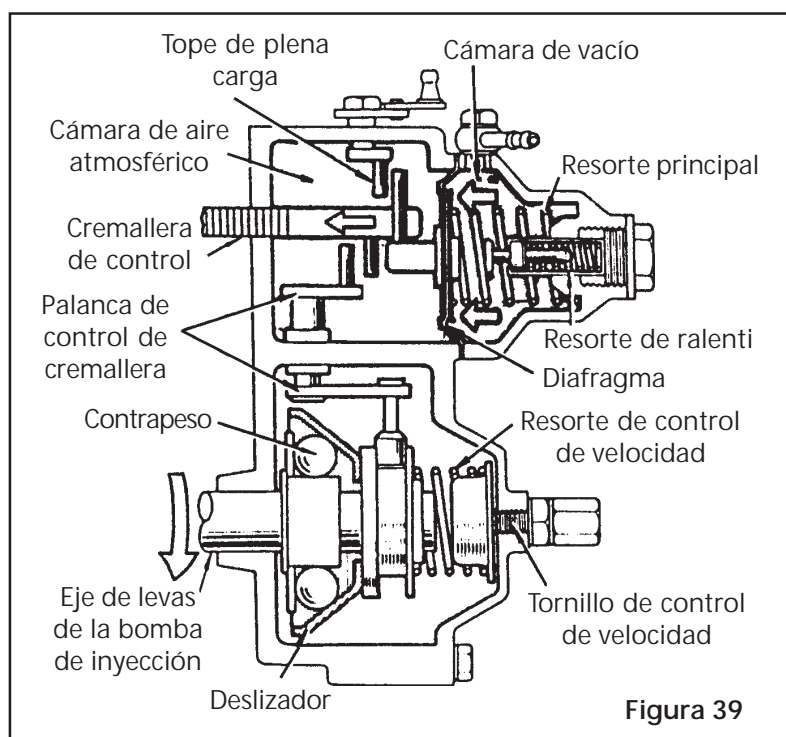


Figura 39

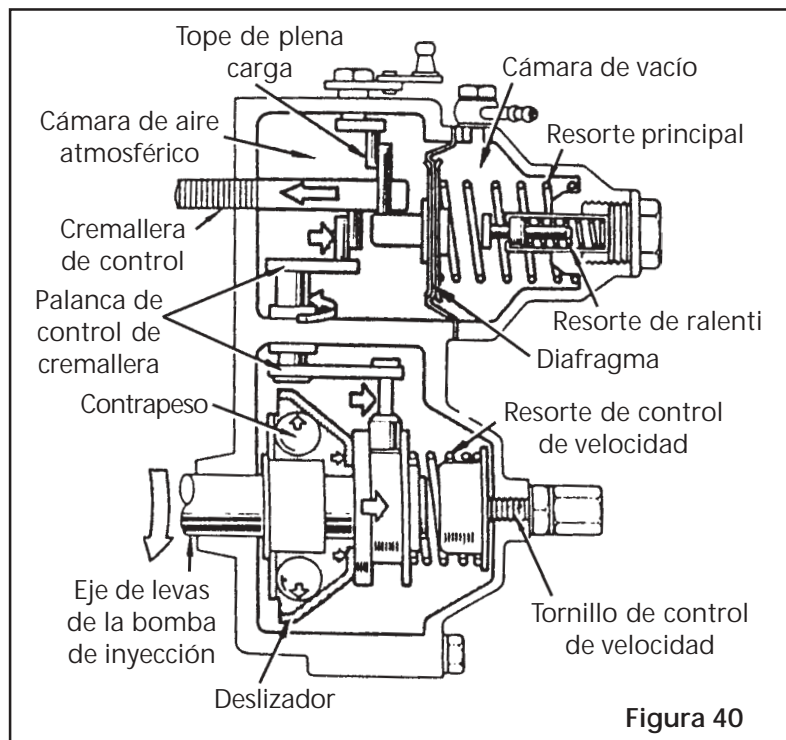
## POSICIÓN DEL ACELERADOR A FONDO:

Cuando la mariposa del venturi, queda abierta al máximo, aunque el motor no haya llegado a aumentar aún su RPM, el vacío será menor que en medias RPM.

Por ello el diafragma y la cremallera de control, son desplazados hacia la izquierda por la tensión del resorte principal, hasta que haga contacto con el tope de plena carga (figura 40)

El volumen de inyección aumenta al máximo, aumentando la potencia y RPM del motor.

El regulador mecánico no se activa en esas condiciones porque las RPM del motor son menores que las RPM máximas permitidas.



## MOTOR A MÁXIMAS RPM:

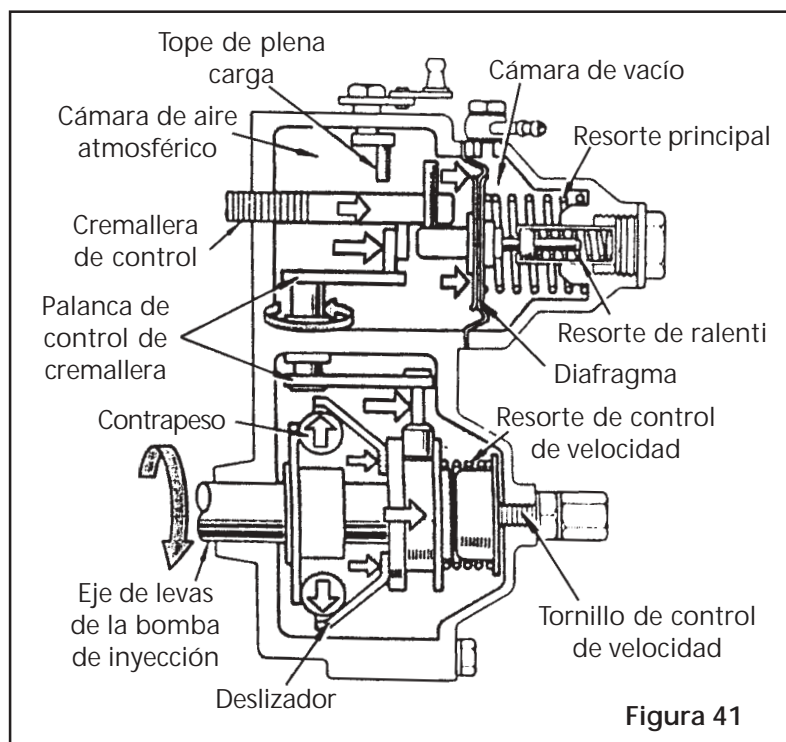
Si el acelerador se mantiene a fondo, las RPM alcanzan la velocidad máxima permitida.

La fuerza centrífuga de los contrapesos, vencerá la tensión del resorte de control de velocidad y el resorte principal.

El deslizador moverá la cremallera de control hacia la derecha por medio de su palanca, hasta lograr las RPM máximas recomendadas por fábrica.

Dado que el vacío del venturi se incrementa también a altas velocidades intentará disminuir la inyección, pero esta fuerza será mínima comparada a la de los contrapesos.

Podemos afirmar entonces, que en este modelo de regulador combinado que hemos descrito, las RPM máximas son controladas casi exclusivamente por el regulador mecánico.



# EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION

## MOTORES DIESEL

### ESTIMADO ALUMNO:

Este cuestionario tiene por objeto que Ud. mismo compruebe la evolución de su aprendizaje. Lea atentamente cada pregunta y en hoja aparte escriba la respuesta que estime correcta. Una vez que ha respondido todo el cuestionario compare sus respuestas con las que están en la hoja siguiente.

Si notara importantes diferencias le sugerimos vuelva a estudiar la lección.

Conserve en su carpeta todas las hojas, para que pueda consultarlas en el futuro.

- 1) ¿Cuáles son los 4 elementos principales que componen una bomba lineal?
- 2) ¿Hasta dónde es necesario colocar aceite de motor al intervenir una bomba de inyección lineal?
- 3) En las bombas lineales el sistema de avance más utilizado es el:
- 4) Los contrapesos se abren y comprimen sus resortes de control cuando:
- 5) Para lograr un mejor control de la inyección muchos fabricantes emplean reguladores de ..... y de ..... que trabajan en la misma bomba.
- 6) Cuanto más se abra la válvula de obturación o mariposa, el vacío en el venturi, ¿será menor o mayor?

# EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION MOTORES DIESEL

## RESPUESTAS

- 1) Carter de la bomba, árbol de levas, botadores, resortes y elementos de alta presión.
- 2) Hasta el nivel máximo indicado.
- 3) ... avanzador de contrapesos centrífugos.
- 4) ... la velocidad de la bomba de inyección aumenta.
- 5) ... vacío / ... contrapesos.

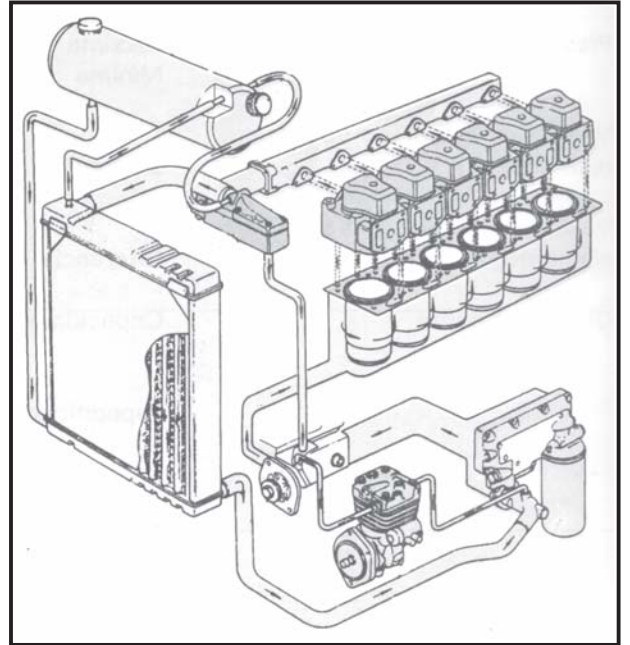


Curso de:  
**MOTORES DIESEL**  
CONJUNTO EDUCATIVO # 5 B

# SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Durante el funcionamiento normal del motor, se genera una gran cantidad de calor, el cual deberá ser intercambiado con el medio ambiente para que no cause daños a los componentes móviles del motor.

Este intercambio, se hace por medio del sistema de refrigeración a través de un fluido circulante, en un sistema específicamente construido y dimensionado para permitir que el motor trabaje dentro de una temperatura ideal, lo más constante posible.



Accionada por engranajes, con alojamiento integrado al block y rotor estampado en chapa de acero al zinc, la **bomba de agua** de gran flujo, contribuye para que la eficiencia del sistema llegue a altos índices.



Para garantizar estos índices altos y para asegurarse un mayor funcionamiento, el sistema cuenta también con **dos válvulas termostáticas**.



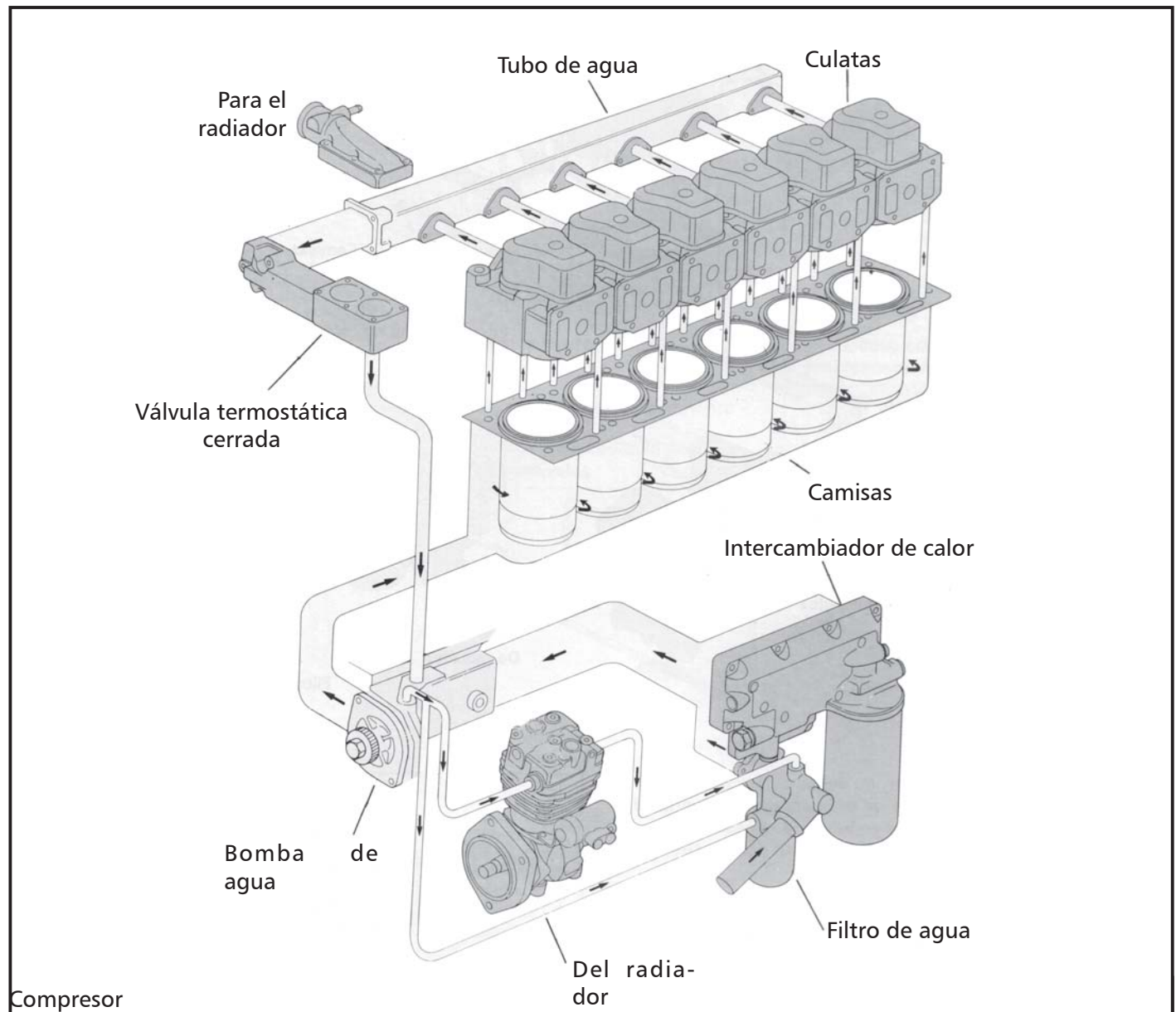


## MOTORES DIESEL

Al ser accionado el motor, el sistema de refrigeración también entra en funcionamiento, pues el conjunto de engranajes de la distribución acciona la bomba de agua que a su vez hace circular el líquido por todas las galerías y pasajes del sistema.

El volumen de líquido en circulación, varía en función de la temperatura momentánea del motor, siendo esta

variación controlada por las válvulas termostáticas. Con el motor frío, las válvulas termostáticas están cerradas en su pasaje principal, bloqueando la circulación por el radiador, haciendo que el flujo ocurra solamente por el circuito de recirculación rápida, calentando más rápidamente el líquido refrigerante y consecuentemente haciendo que el motor llegue a su temperatura normal de trabajo de manera rápida.

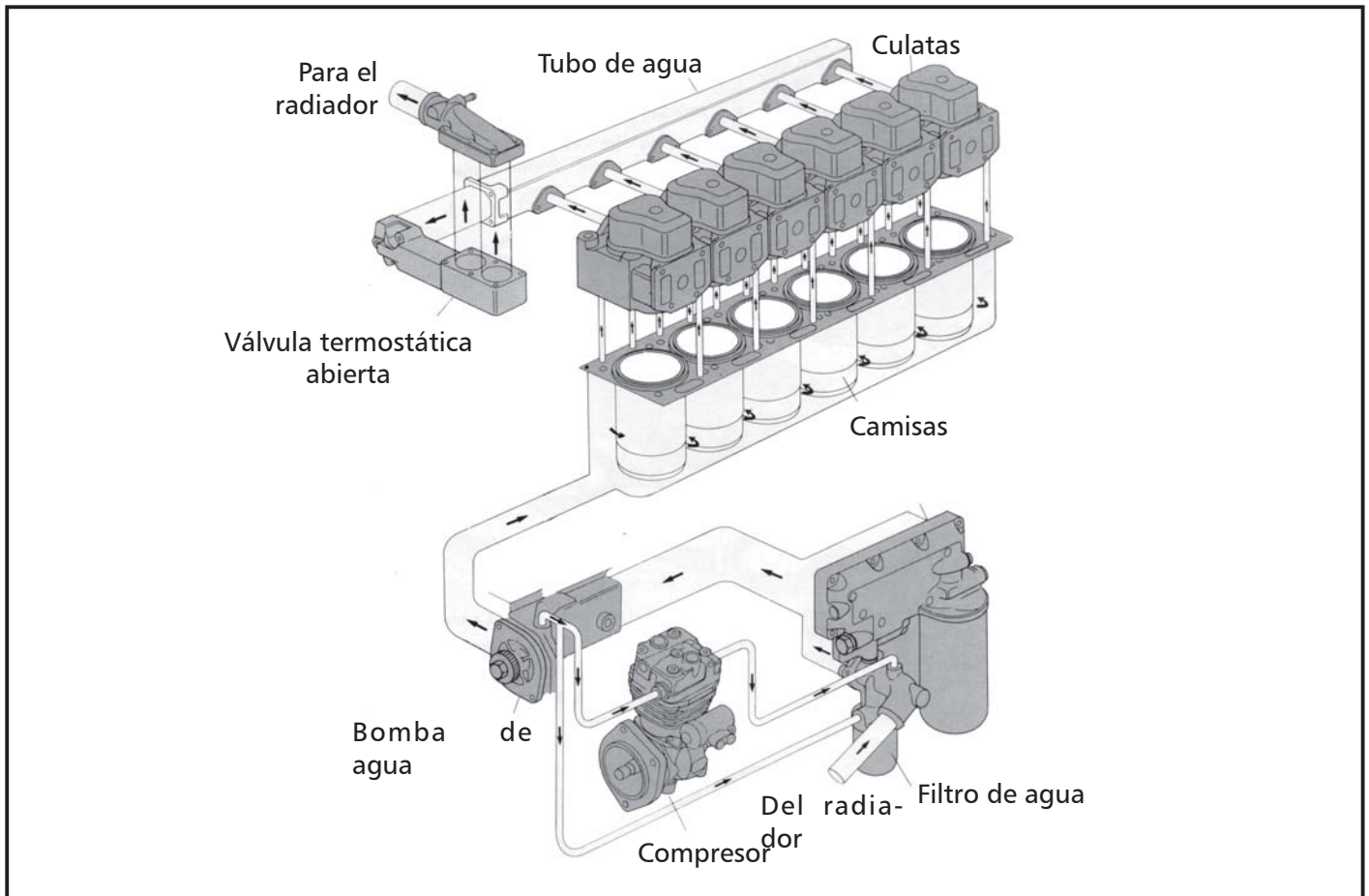




## MOTORES DIESEL

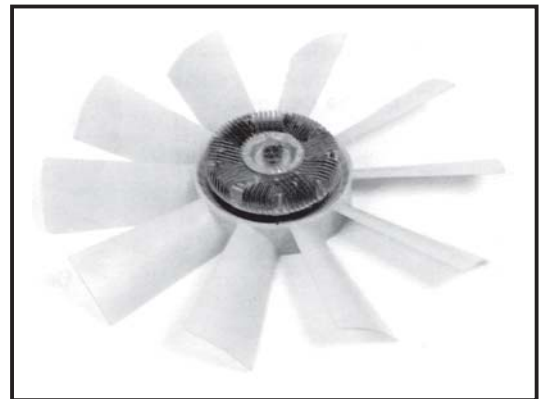
Una vez conseguida la temperatura normal del motor, las válvulas termostáticas alteran su condición de trabajo, abriendo su pasaje principal y permitiendo la circulación del volumen total del líquido refrigerante

vía el circuito interno del motor más el radiador y el depósito de compensación actuando en esta condición con el máximo de su capacidad.



Para completar el intercambio de ese calor con el medio ambiente, un flujo de aire orientado por el ventilador pasa por el radiador retirando el exceso y manteniendo la temperatura dentro de los límites preestablecidos.

El ventilador, es accionado por un embrague viscoso, entrando en funcionamiento solamente cuando lo exija el incremento de la temperatura.



## MOTORES DIESEL

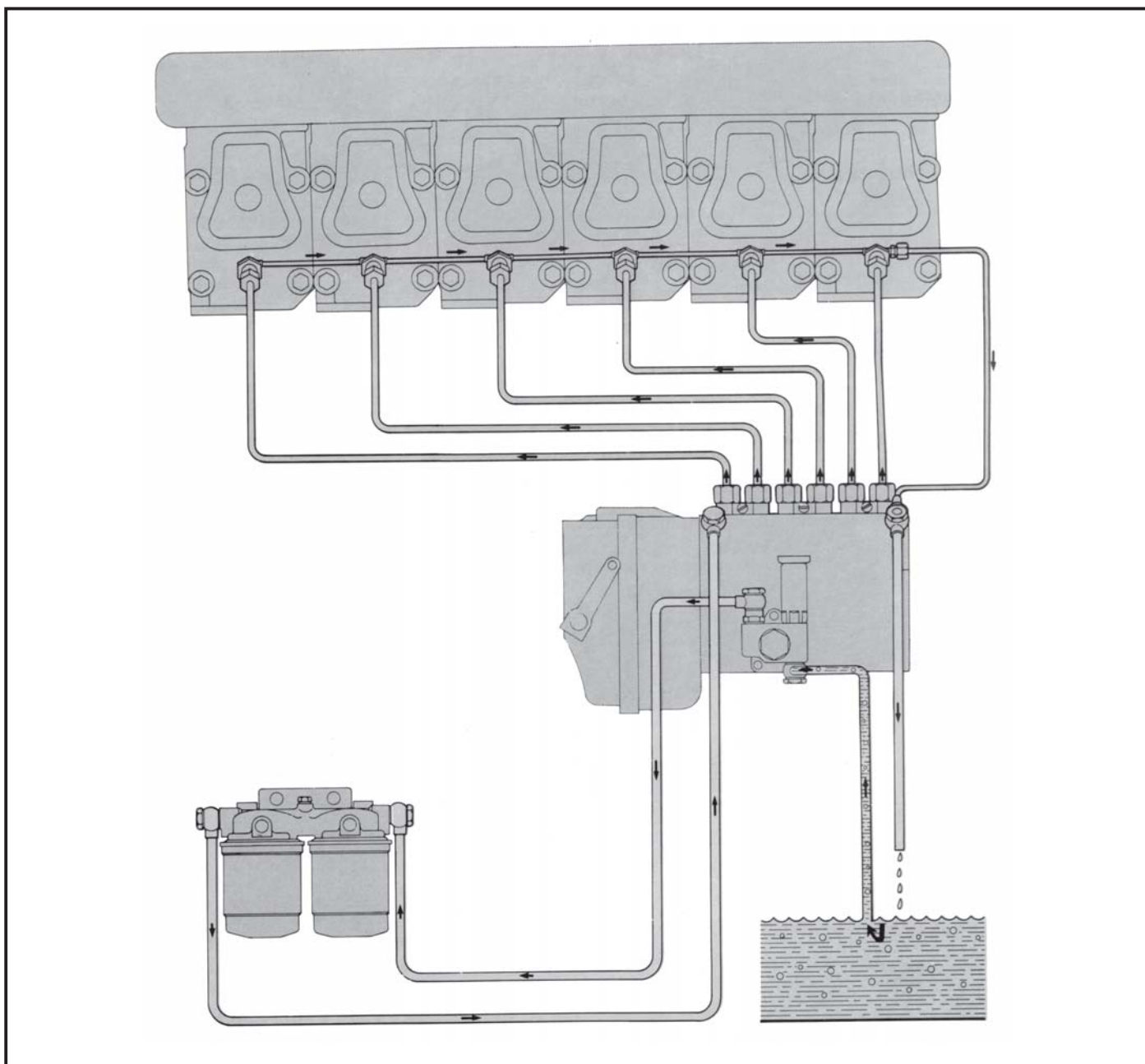
### Principales datos técnicos

Descripción		Medida	
<b>Depósito de expansión</b>	Tapa superior - presión de apertura	0,6 +/- 0,2	Bar
	Tapa lateral de seguridad - Presión de apertura	1,0 +/- 0,15	
<b>Válvulas termostáticas</b>	Inicio de apertura	80 +/- 2	°C
	Abertura total	94	
<b>Líquido refrigerante</b>	Capacidad	25.0	l
	Aditivo	Nalcool 2000	
	Solución	7	%
<b>Ventilador</b>	Nº de palas	10	
	Material	Poliamida	
	Diámetro	559	mm
	Accionamiento	Directo con embrague viscoso	
	Temperatura de acoplamiento	65	°C
	Relación rotación con cigüeñal	1,0 : 1	

### SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

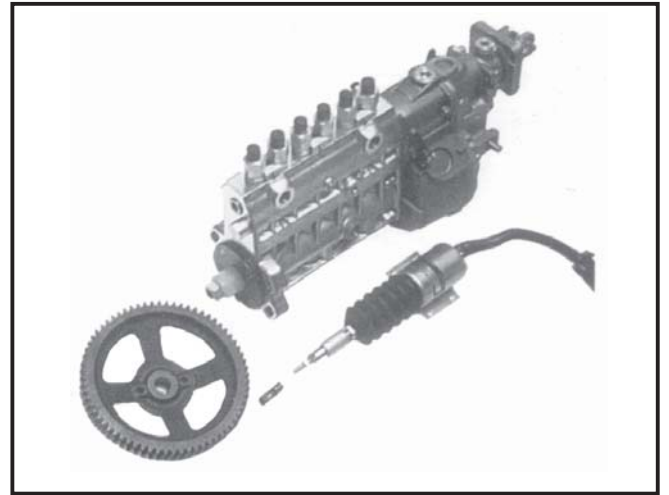
Punto vital para el buen funcionamiento del motor, el

sistema de alimentación recibió una atención especial, incorporando novedades orientadas a obtener un alto rendimiento, bajo consumo y reducida emisión de contaminantes.

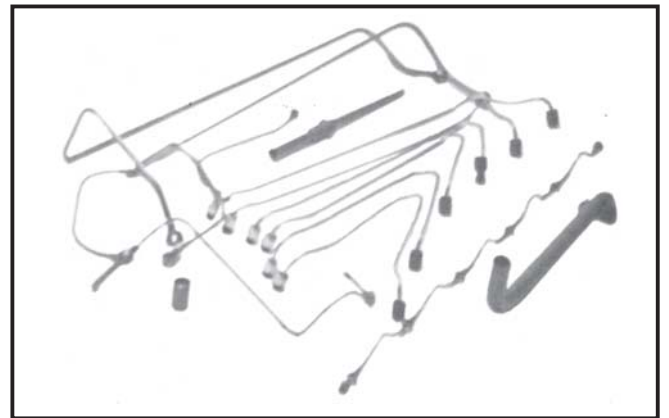


La evolución del sistema, se inicia con el dimensionamiento de la tubulación de la **tubería de baja presión**, donde se utilizan tubos con 800 mm de largo. Los filtros de combustible, se localizan cerca de la bomba inyectora.

La **bomba** Bosch PES 6A95D, acoplada a un **regulador** Bosch RQV 350, calibrados y ajustados a las características del motor, son una garantía de funcionamiento regular y constante.



La **tubería de alta presión**, con tubos de igual largo para los seis inyectores, le dan agilidad y precisión al sistema.

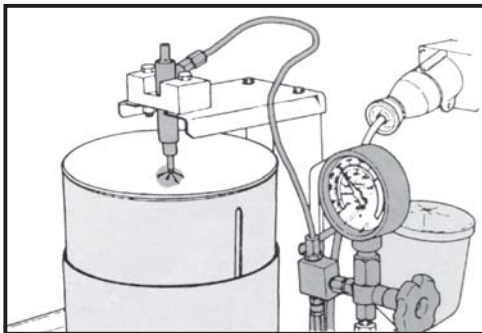


Los inyectores, fijados por una tuerca, tienen **volumen muerto cero**, orificios más cortos y área de atomización optimizada, con tiempo menor de inyección.



**Principales datos técnicos - Sistema de alimentación**

Descripción		Medida	
Bomba inyectora	Marca Tipo Modelo	Bosch En línea PES 6A95D 410	
Regulador	Tipo Modelo	Centrífugo RQV 350 1250 AB 1260 1L	
Bomba alimentadora	Accionamiento Modelo	Mecánico FP/KSG 22 AD 6/4	
Inyector	Porta pico completo Inyector	KDAL 74 P10 DLLA 150 P-314	
Tubería de alta presión	Diámetro interno Diámetro externo Largo	1,8 6,0 600 mm	mm mm
Filtro	Tipo Sistema	Papel Doble	
Filtro sedimentador		Con sensor de saturación	
Tanque	Capacidad Material Protección interna	200 Chapa de acero Anticorrosiva por pintura a polvo, base poliéster	l
Tubería de suministro		Nylon con protección de tubo corrugado bipartido anti abrasivo	
Regulaciones	Inicio de débito (estático) Presión de apertura Prueba de estanqueidad Tiempo de la prueba	19° APMS 225 190 10	bar bar seg.



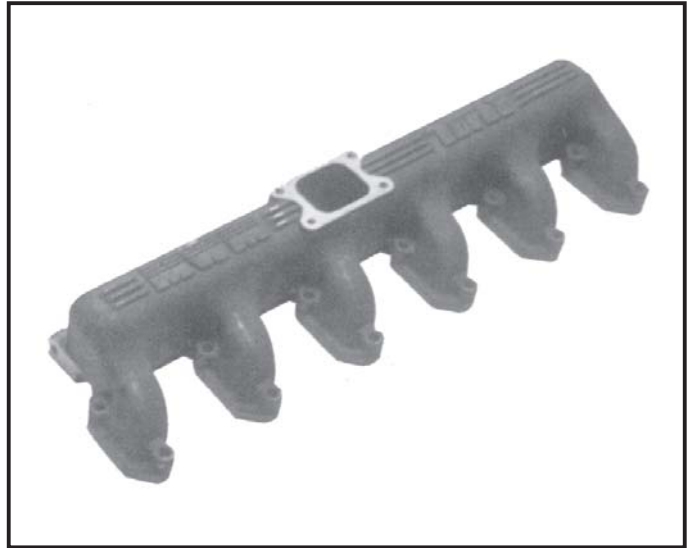
Además de las regulaciones mencionadas anteriormente, también se debe realizar la prueba de como es la forma del spray de combustible. La figura ilustra un spray con la forma correcta.

# MÚLTIPLES

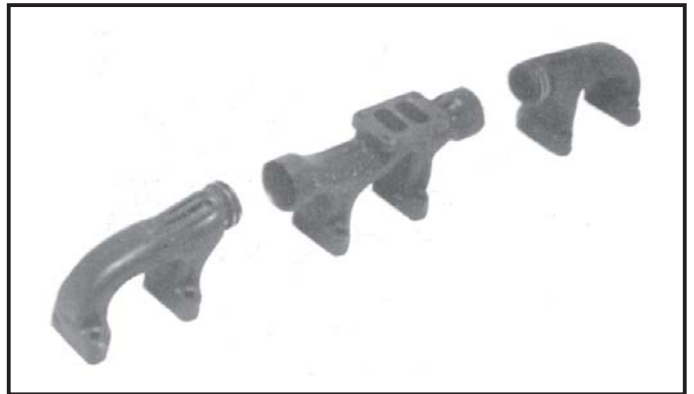
Los múltiples de admisión y escape, proyectados específicamente para la serie 10, presentan características importantes para el desempeño del motor.

El formato del **múltiple de admisión**, propicia un libre direccionamiento del flujo de aire admitido, garantizando una perfecta alimentación de los cilindros en su secuencia de trabajo.

La fijación defasada, permite la remoción e instalación independiente de cualquiera de los dos múltiples.



El **múltiple de escape**, de construcción tripartida, permite un mejor acomodamiento de las piezas y de los agentes de sellado, garantizando una buena performance del sistema.



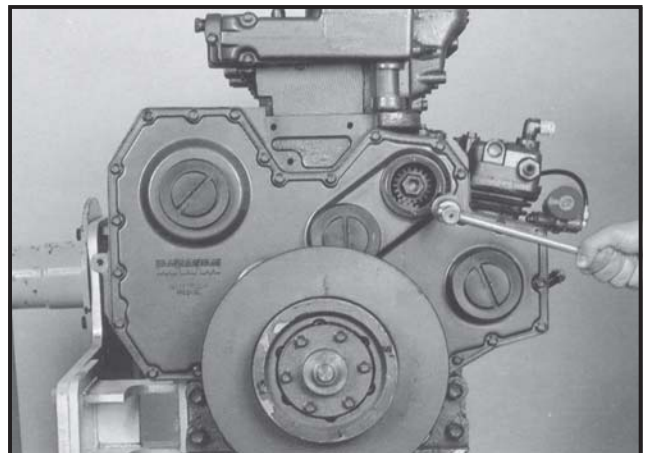
### TAPAS DELANTERA Y TRASERA

La utilización de retenes de Vitón en alojamientos del tipo laberinto, ofrecen una alta eficiencia de sellado tanto en casos de pérdidas de aceite y penetración de polvo.



Para facilitar las operaciones de servicio que necesitan el accionamiento de las partes móviles del motor, ha sido incorporado al engranaje de la bomba de agua, un dispositivo en forma de sextavado que permite **"girar"** los engranajes de la distribución.

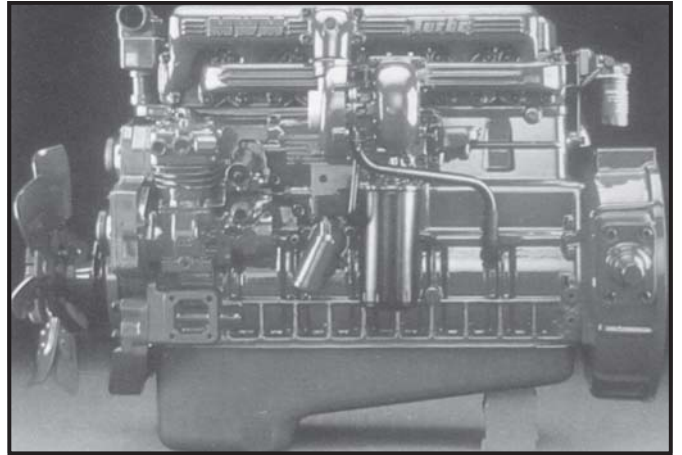
Para accionarlo, alcanza con retirar el tapón correspondiente al engranaje de la bomba de agua, localizado en la tapa delantera del motor y utilizar una llave tipo cubo.



### LATERALES

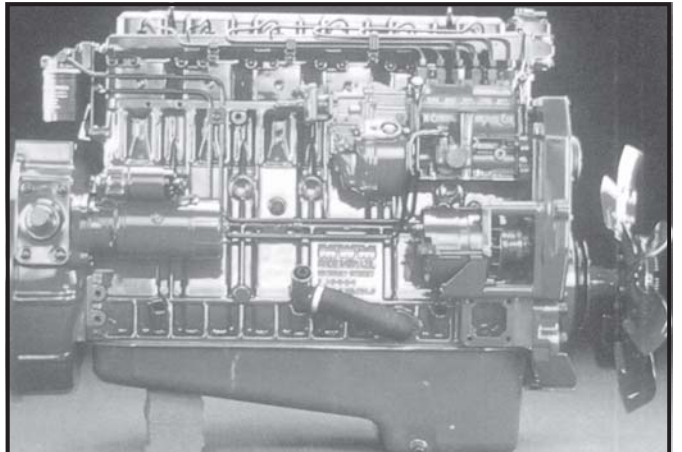
La disposición de los periféricos de los motores MWM de la serie 10, fue determinada de forma que las operaciones de servicio sean más fáciles y racionales.

Del lado caliente del motor, se encuentran **los múltiples de admisión y escape, turboalimentador, intercambiador de aceite, compresor, bomba hidráulica y ventilación del motor.**



En el lado frío, se encuentran **la varilla del nivel del aceite, la boca de llenado del lubricante, el motor de arranque, la bomba inyectora, los inyectores y el solenoide de parada. (Opcional).**

Los filtros de combustible están localizados en la cara trasera del motor, arriba de la carcasa del volante.

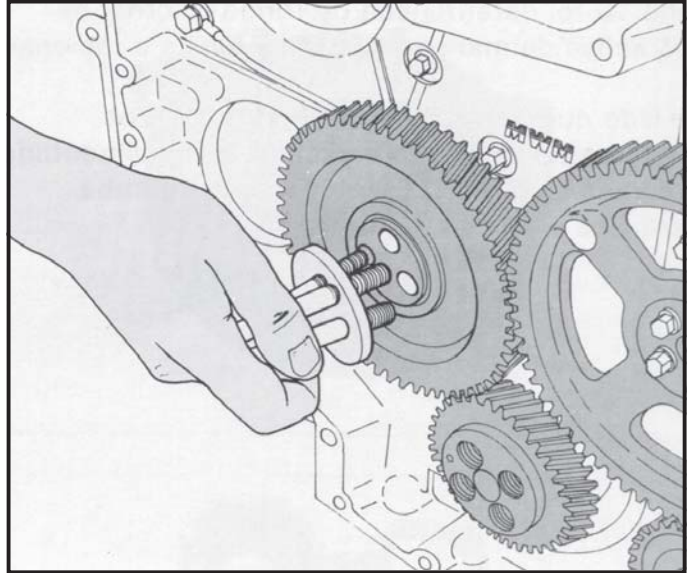




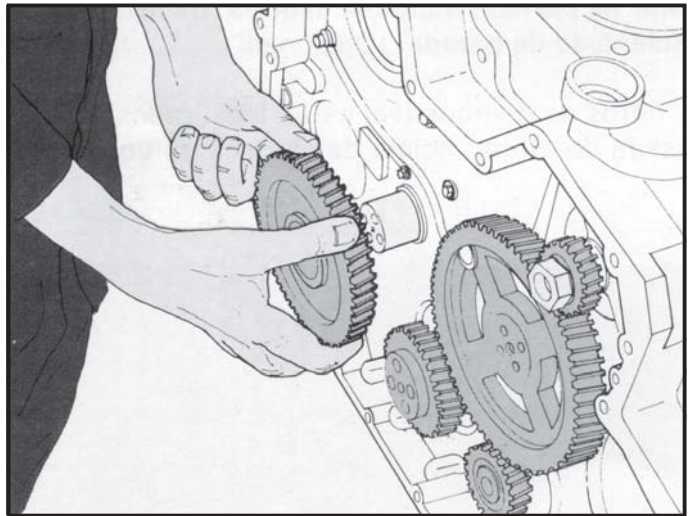
# SINCRONISMO DEL MOTOR

El acto de colocar al motor en sincronismo mecánico, es facilitado por la existencia de engranajes con marcas referenciales.

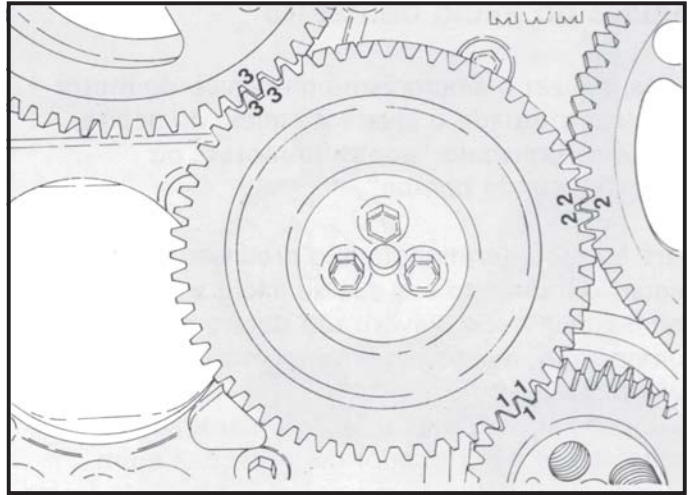
- ♦ Instalar en el block de cilindros las camisas, los botadores, el árbol de levas sin engranaje, el cigüeñal con su engranaje, la bomba de aceite, los pistones y la bancada del engranaje intermedio y la tapa intermedia.



- ♦ Colocar provisoriamente el engranaje intermedio sin la arandela espaciadora, medir el huelgo axial, separar la arandela con el espesor adecuado y quitar el engranaje.



- ♦ Instalar el engranaje del árbol de levas y la bomba inyectora. Al instalar la bomba inyectora, apretar las tuercas con los dedos, permitiendo que la bomba pueda ser movimentada durante la operación de sincronismo del motor.
- ♦ Posicionar las marcas de referencia de los engranajes del cigüeñal, del árbol de levas y de la bomba inyectora direccionadas hacia el centro de la bancada del engranaje intermedio.
- ♦ Encajar el engranaje intermedio, haciendo coincidir las marcas de referencia de este engranaje, con las marcas de los demás engranajes.

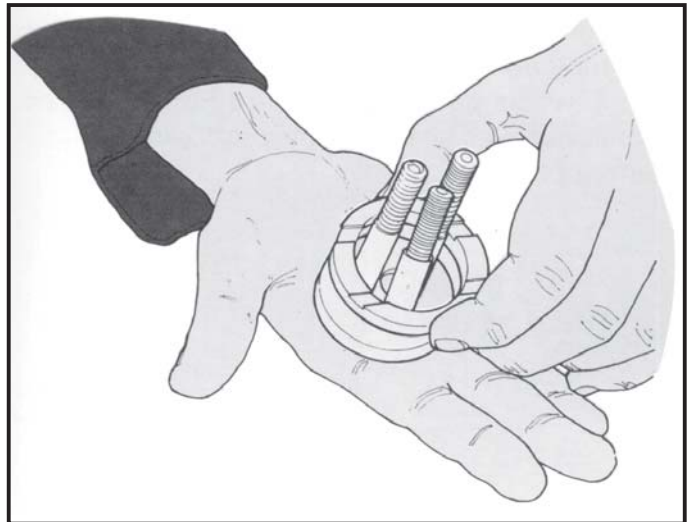


- ♦ Instalar la arandela espaciadora del engranaje intermedio y del aro de apoyo.

### **CUIDADO!!**

Al instalar la arandela espaciadora, observe que los canales de lubricación queden orientados hacia el engranaje.

- ♦ Instalar la bomba de agua para hacer más fácil el trabajo de girar el cigüeñal y los demás componentes móviles del motor.



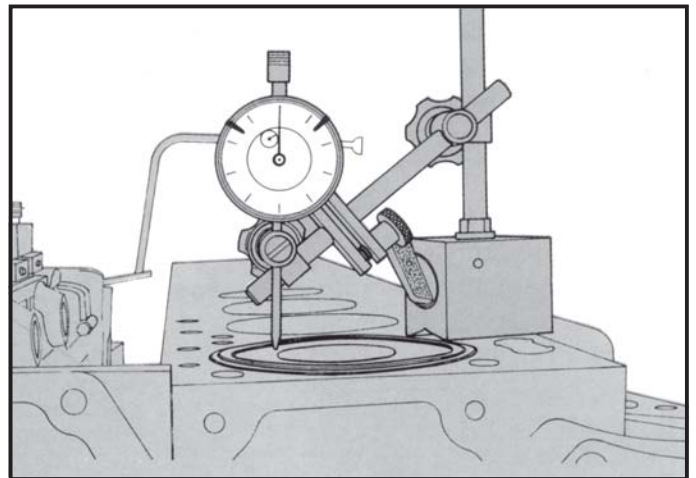
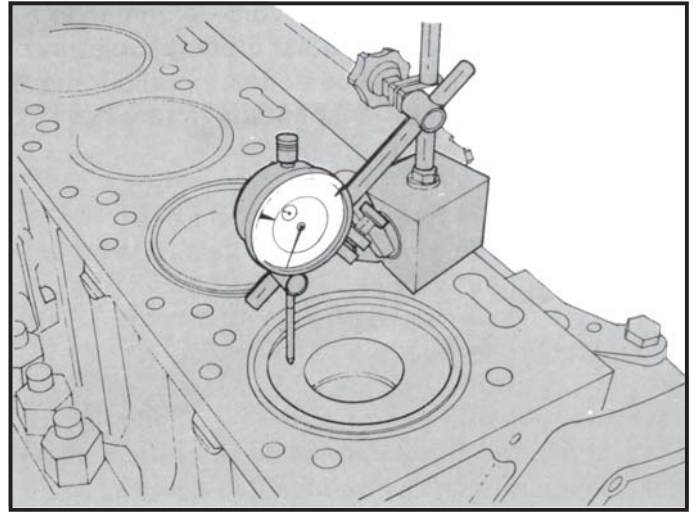
## AJUSTE DE INICIO DEL DÉBITO

Luego de realizar el sincronismo mecánico del motor, se debe efectuar el ajuste del inicio del débito, también conocido como "punto del motor" o "sincronismo de la bomba".

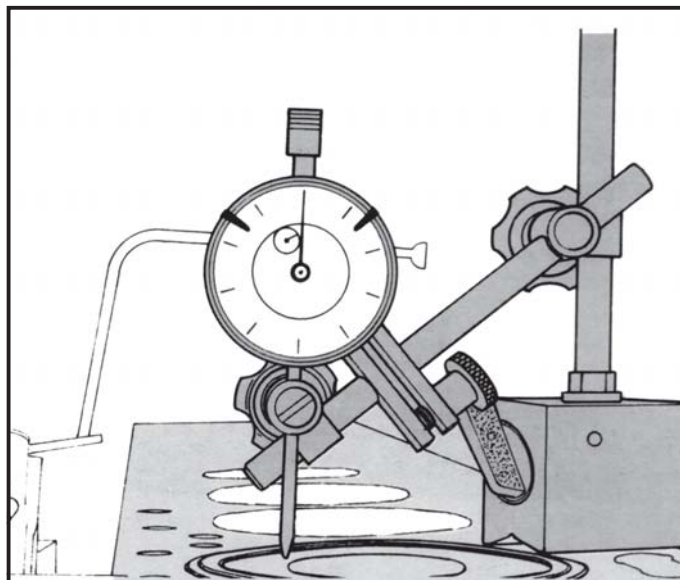
Se determinará por el proceso descrito a continuación, el momento en el cual se inicia la inyección de combustible micropulverizado dentro de la cámara de compresión, dando origen a la combustión.

Para realizar esta operación, instalar la polea graduada del amortiguador de vibraciones y un comparador con base magnética de forma que el vástago del comparador quede apoyado en la cabeza del pistón del 6° cilindro. La precarga debe ser de 10 mm.

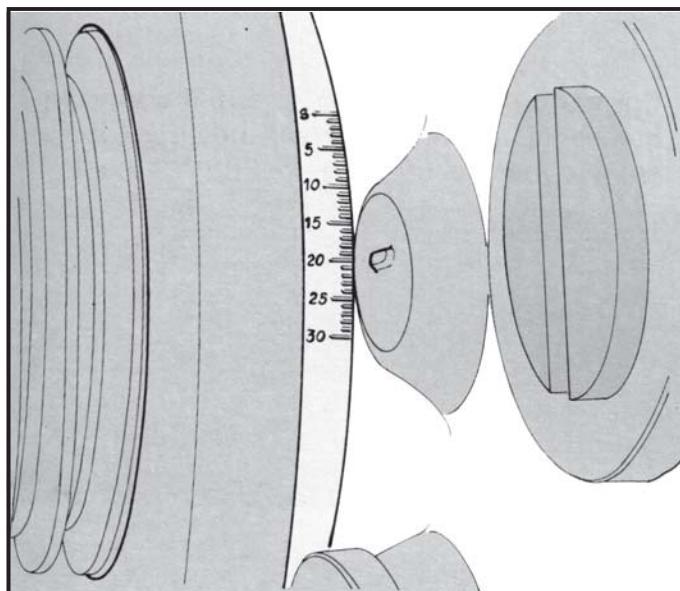
Encajar una llave cubo en el sextavado del engranaje de la bomba de agua y girar el cigüeñal para determinar el PMS exacto del émbolo del 6° cilindro. Colocar a cero el comparador.



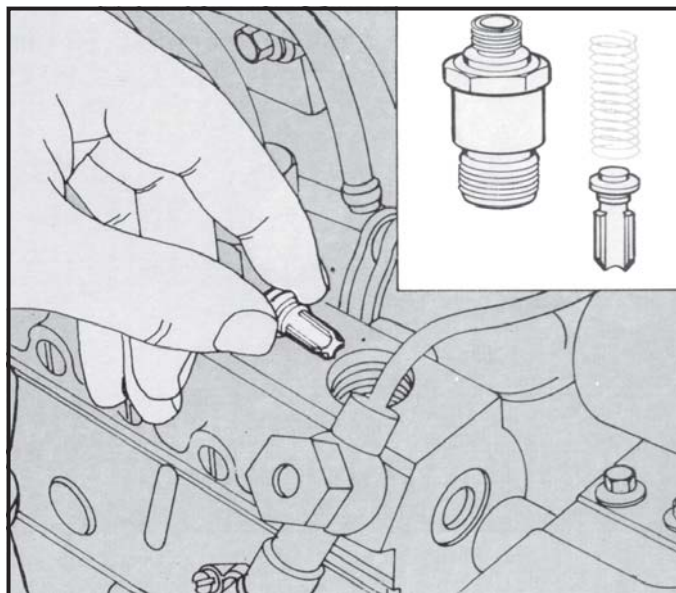
- ♦ Girar el cigüeñal en el sentido antihorario, hasta que el comparador indique 5,58 mm.



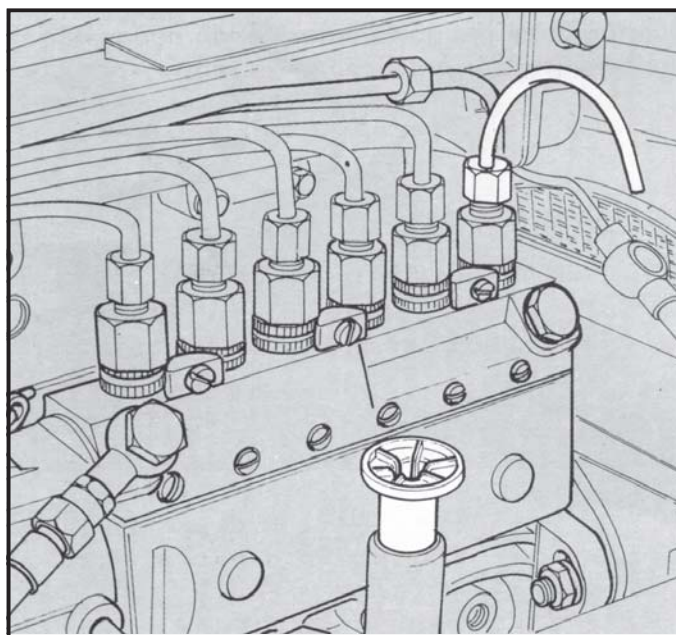
- ♦ Observar al amortiguador de vibraciones, que deberá indicar 19° APMS, momento exacto del inicio de la inyección de combustible. En caso que no haya coincidencia con estos datos, verifique si el amortiguador de vibraciones no pertenece a otra aplicación del motor.



- ♦ Posicionar el comando de corte del combustible (estrangulador) en la posición de funcionamiento del motor.
- ♦ Remover la traba de los porta-válvulas N°s 5 y 6 de la bomba inyectora.
- ♦ Remover el porta-válvula N° 6 y retirar la aguja.



- ♦ Colocar el portaválvula N° 6 sin la aguja en la bomba inyectora e instalar un tubo de goteo sobre el mismo.



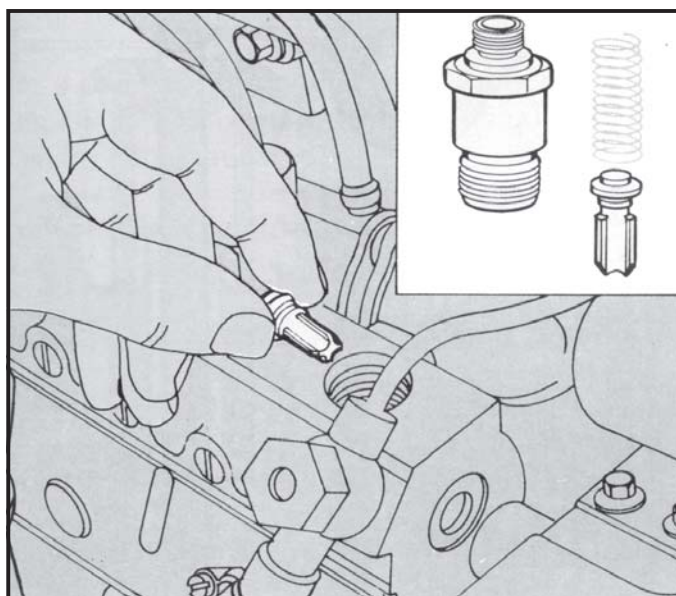
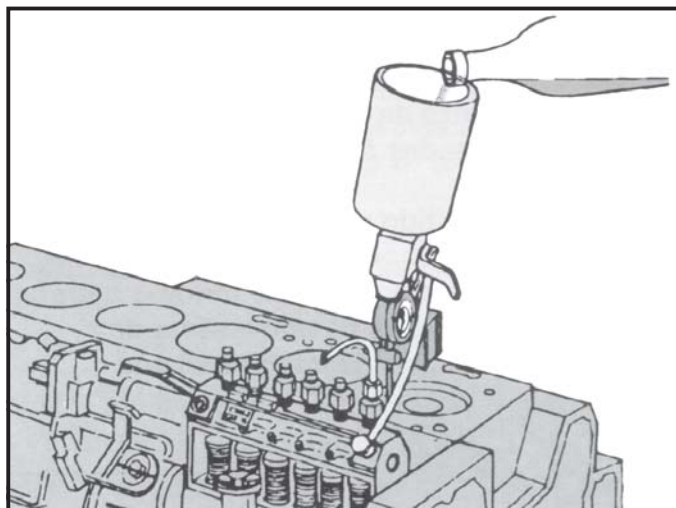


- ♦ En el orificio de entrada del combustible de la bomba inyectora, coloque un recipiente con llave de paso y abastézcalo con Diesel. Mantenerla con la llave de paso cerrada.

### ATENCIÓN!!

Para abastecer el recipiente, utilice Diesel filtrado y limpio.

- ♦ Instalar el tornillo de retorno de la bomba inyectora en su alojamiento. Abrir la llave de paso y purgar la galería, eliminando todo el aire de su interior.
- ♦ Atrasar totalmente la bomba inyectora, girándola por los orificios oblongos hacia el lado del block del motor e instalar la herramienta BR-332, apoyada en el porta-válvula y en el block del motor.
- ♦ Girar lentamente la manopla de la herramienta, hasta que por el gotero caigan de 3 a 4 gotas de combustible por minuto.
- ♦ Luego de determinar el inicio de inyección, fijar la bomba inyectora y remover todos los dispositivos auxiliares utilizados en la operación.
- ♦ Fijar el soporte inferior de la bomba inyectora y recolocar la aguja en el porta-válvula del N° 6, fijándolo.
- ♦ Dar secuencia a la operación de montaje del motor.



## Regulación de las válvulas

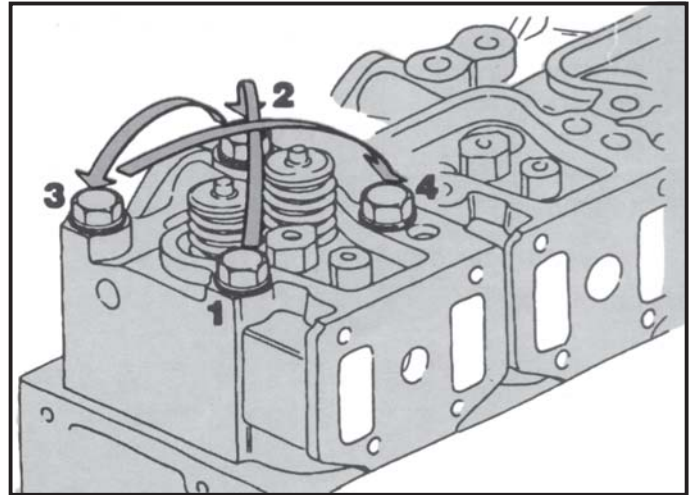
Para un buen funcionamiento del motor, sus piezas deben estar dentro de sus límites dimensionales y trabajando ajustadas a sus condiciones.

El flujo de aire admitido y el flujo de gases expulsados por el motor, tienen influencia directa en el rendimiento. De este modo, la regulación correcta de las válvulas de admisión y de escape tienen una gran importancia en el desempeño del motor.

### ATENCIÓN!

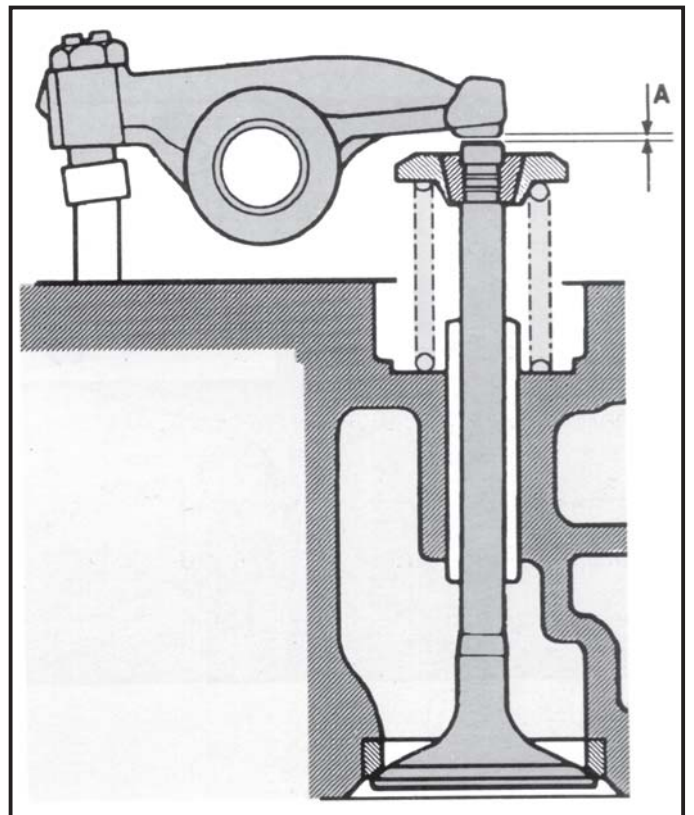
Antes de iniciar la regulación de las válvulas, asegúrese de que los tornillos de las culatas están apretados al torque indicado.

La regulación de las válvulas, debe ser realizada con el motor frío.



Torque de los tornillos de las culatas		
	Convencional	Torque-Ángulo
1er. aprete	100 N.m	60 a 70 N.m
2do. aprete	150 N.m	60°
3er. aprete	190-210 N.m	60°

Huelgo de las válvulas	
Admisión	0,40 mm
Escape	0,40 mm



## MOTORES DIESEL

En el motor MWM serie 10, el primer cilindro está localizado en el lado del volante.

Para tener acceso a las culatas, con el motor instalado en el vehículo, engranar la tercera marcha y levantar la cobertura del motor.

Después de fijar la cobertura, retornar la palanca de cambios a la posición NEUTRO.

Con el motor removido, iniciar el proceso conforme a la secuencia abajo indicada.

Quitar las tapas de válvulas y el tapón del engranaje de la bomba de agua localizado en la tapa delantera de la distribución.

Utilizar una llave tipo cubo para accionar el motor, encajándola en el sextavado existente junto al engranaje de la bomba de agua.

Iniciar el proceso de regulación identificando por la secuencia de combustión, los cilindros que trabajan conjugados:

- ♦ Tome la secuencia de combustión del motor 6.10 T
- ♦ 1-5-3-6-2-4

- ♦ Separe la cantidad de cilindros en la mitad

1-5-3-6-2-4 → 1-5-3 | 6-2-4

Sobreponga una mitad sobre la otra:

1	5	3
6	2	4

Por esta secuencia, determinamos que los cilindros que trabajan conjugados son: 1 y 6, 5 y 2, 3 y 4. Para regular las válvulas del motor, deberemos colocar en

balance a las válvulas de un cilindro y regular las de su correspondiente conjugado, ejemplo:

1
6

- ♦ Colocar en balance, las válvulas del 6º cilindro para regular las válvulas del 1er. cilindro.
- ♦ Colocar en balance, las válvulas del 1er. cilindro para regular las válvulas del 6º cilindro.

Observar la tabla a continuación y proceder a la regulación de las válvulas conforme a la secuencia indicada.

Colocar en balance las válvulas del cilindro N°	6	2	4	1	5	3
Regular las válvulas del cilindro N°	1	5	3	6	2	4

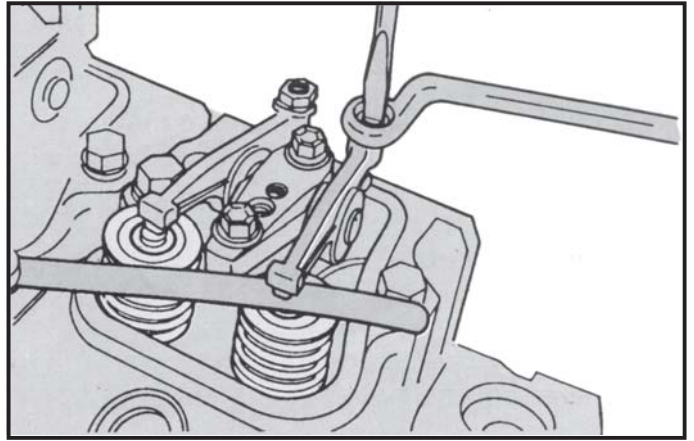
### ATENCIÓN!

- ♦ Gire el motor manualmente a través del sextavado del engranaje de la bomba de agua.
- ♦ Al colocar en balance las válvulas del 1º y del 6º cilindro, el amortiguador de vibraciones deberá indicar la posición P.M.S.



El huelgo de cada una de las válvulas, debe ser ajustado a través del tornillo regulador de la siguiente manera:

- ♦ Aflojar la tuerca-traba y el tornillo de regulación de las válvulas del cilindro N° 1, insertar la galga entre el vástago de la válvula y el balancín.
- ♦ Regular el huelgo por medio del tornillo de regulación, hasta sentir una leve resistencia en la galga.
- ♦ Fijar la tuerca-traba luego de obtener el huelgo deseado a un torque de 20-25 N.m (2,0-2,5 kgf.m) y quitar la galga.
- ♦ Luego de realizar la regulación de todas las válvulas, instalar las tapas de válvulas y la tapa frontal del engranaje de la bomba de agua.
- ♦ Engranar la 3era. marcha y bajar la cobertura del motor.
- ♦ Una vez bajada la cobertura del motor, retornar la palanca de cambios a la posición "NEUTRO".



---

Agradecemos a Volkswagen de Brasil, la libre utilización de los textos y figuras de sus manuales de entrenamiento en la confección de este capítulo.

---