

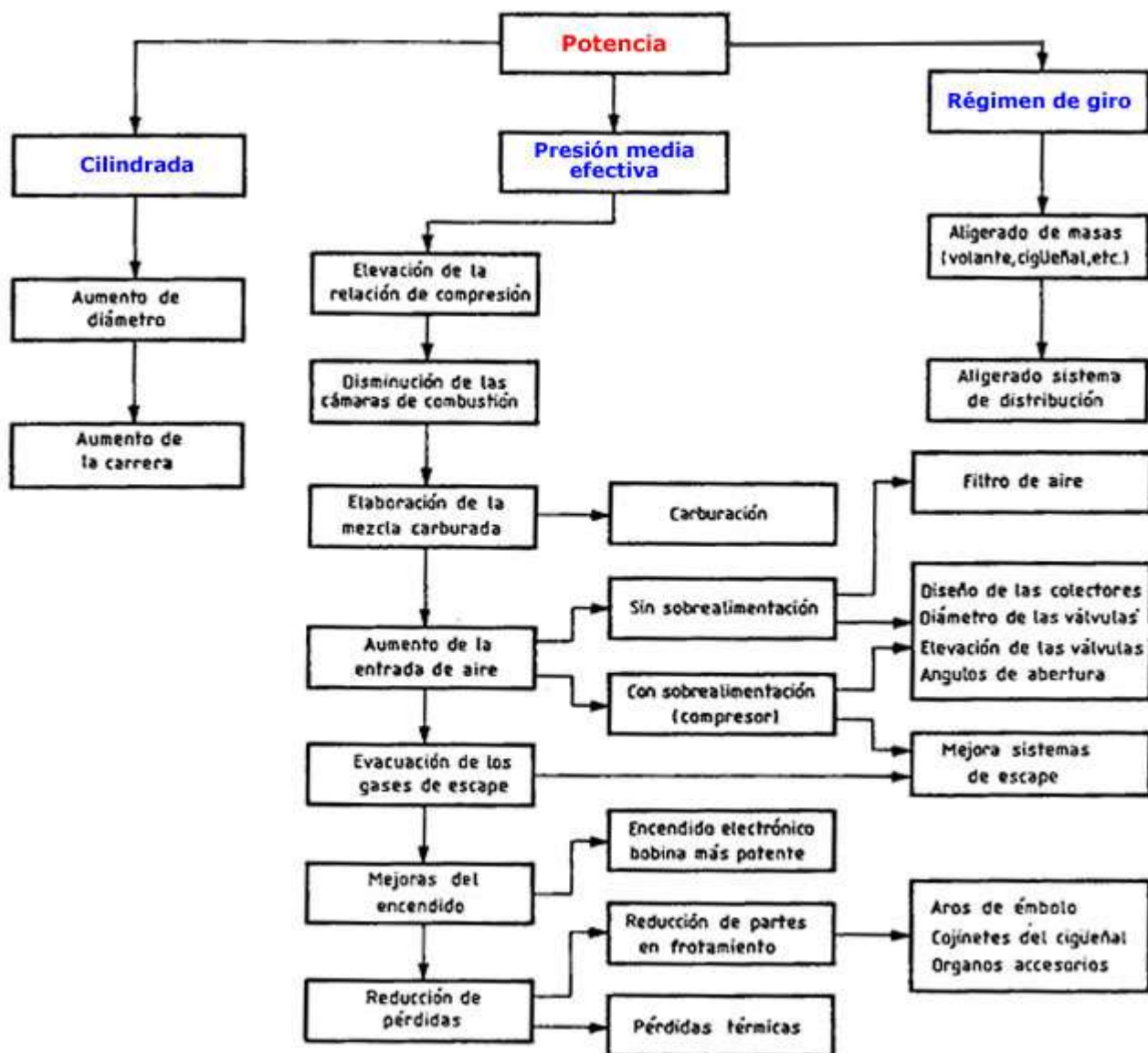
Trucaje de motores

La finalidad del trucaje es conseguir una mayor potencia del motor o un mejor aprovechamiento de la misma. Por lo general, el trucaje suele realizarse en motores cuya mecánica no es muy apurada y permiten con cierta facilidad aumentar las prestaciones de la máquina, cambiando o simplemente retocando alguno de sus elementos.

Los medios para lograr que un motor proporcione una potencia mayor son varios y se fundamentan en:

- aumentar la cilindrada
- aumentar el régimen de giro
- aumentar la relación de compresión
- mejorar la carburación para conseguir una mayor presión media efectiva.

Los llamados kits de trucaje son juegos de piezas, sueltas o conjuntos (válvulas, cigüeñal, árbol de levas, etc.), que existen en el mercado y que han sido contruidos especialmente para sustituir piezas de origen y que supone en sí un trucaje del motor.



Aumento de cilindrada

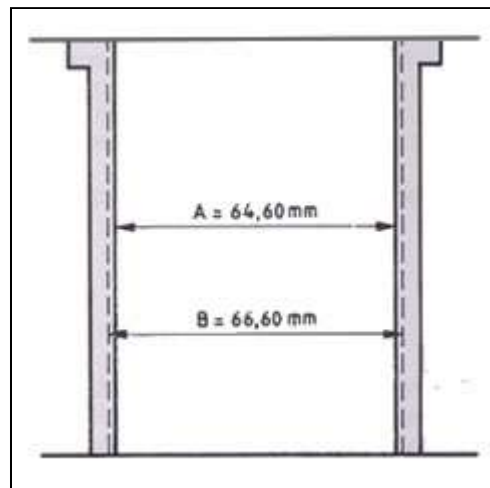
El sistema más efectivo para conseguir más cilindrada es aumentar el diámetro del cilindro. Bastan muy pocos milímetros para que se noten resultados sustanciales en el comportamiento del motor. El sistema consiste, sencillamente, en rebajar las paredes del cilindro por medio de una rectificadora, la cantidad de milímetros o fracción que sea posible, tal como se muestra en la figura 8. Si la cota original (A) del cilindro corresponde, por ejemplo, a un diámetro de 64,60 mm y nosotros calculamos que podemos ganar un milímetro por banda (en total dos mm más de diámetro) tendremos que hemos dejado un cilindro con una cota (B) de 66,6 mm de diámetro. Supongamos que se trate de un motor tetracilíndrico, de una cilindrada total de 748,60 cm³, el cual tiene de origen una carrera de 57,10 mm. Pues bien, la nueva cilindrada al aumentar el diámetro del cilindro será:

$$\frac{D^2 \times \pi \times C \times N_c}{4000} = \frac{66,6^2 \times 3,14 \times 57,1 \times 4}{4000} = 795,67 \text{ cm}^3$$

lo que representa un aumento de la cilindrada de: $795,67 - 748,60 = 47,07 \text{ cm}^3$ en total.

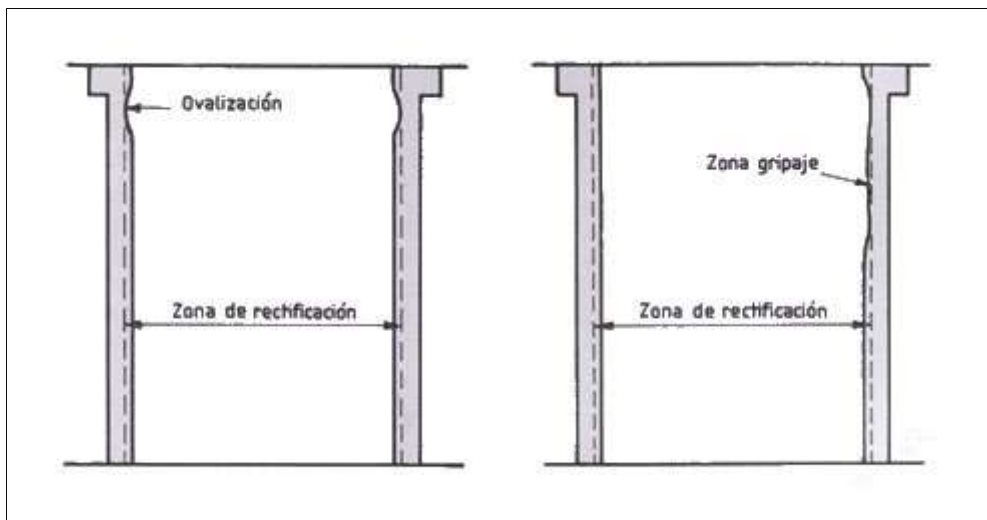
El aumento de cilindrada por este procedimiento representa la forma más racional de aumentar la potencia del motor, pues es el que menos compromete la armonía que existe en los mecanismos que intervienen en la modificación con respecto a todos los demás mecanismos del motor; pero presenta varias dificultades que hay que salvar previamente. En primer lugar nos encontramos con la necesidad de que existan en el mercado émbolos de esta misma sobremedida a que vamos a someter al cilindro para que se adapten correctamente a él. Tendrían que ser émbolos del mismo material a los anteriores que sacamos del motor, pero de mayor diámetro que éstos, y calculados para que estén de acuerdo con las dilataciones, que van a producirse entre el material del cilindro y el material del émbolo. También tendrían que tener el mismo diseño en su cabeza para permitir el mismo juego libre o aire de las válvulas, y además el valor requerido para adaptarse al interior del cilindro, es decir, los 0,035 mm que el émbolo tendría que ser de diámetro más pequeño que el cilindro. Por otra parte, la posición del bulón debería ser muy similar y del mismo diámetro a la del émbolo original para que se adaptara perfectamente al pie de biela correspondiente.

Así pues, el aumento de cilindrada por rebaje o «vaciado» (como se dice en términos de trucaje) del cilindro solamente puede ser aconsejado por el tipo de émbolo que encontremos previamente en el mercado, y tendremos forzosamente que avenirnos a sus medidas para determinar la nueva medida a que podrá llevarse el cilindro, o sea la cota B de la figura inferior.



Medidas antes y después del rectificado

Normalmente pueden encontrarse émbolos de los denominados de «sobremedida», los cuales son fabricados por las mismas marcas de fabricantes de vehículos con el fin de reajustar los motores en caso de ovalización de los cilindros en virtud del uso y los muchos kilómetros, o para salvar y poder seguir utilizando los motores en el caso de ralladuras y desgarros producidos por algún gripaje de consideración. Cuando tiene lugar cualquiera de estas averías se puede acudir a rectificar el cilindro para corregir la ovalización o la ralladura de un gripaje (Figura inferior) de modo que el cilindro aumenta su diámetro y precisa por ello de émbolos de mayor tamaño.



Causas de rectificado del cilindro

Estos émbolos sobremedida son ligeramente más grandes que los originales del motor, pero con una diferencia muy pequeña, de modo que la ganancia en el aumento de la cilindrada suele ser mínima y a veces incluso despreciable. Lo correcto es, por supuesto, encontrar émbolos con sustanciales valores de sobremedida. En este aspecto hay que acudir a producciones especiales que se encuentran muchas veces en las casas constructoras de kits de trucaje.

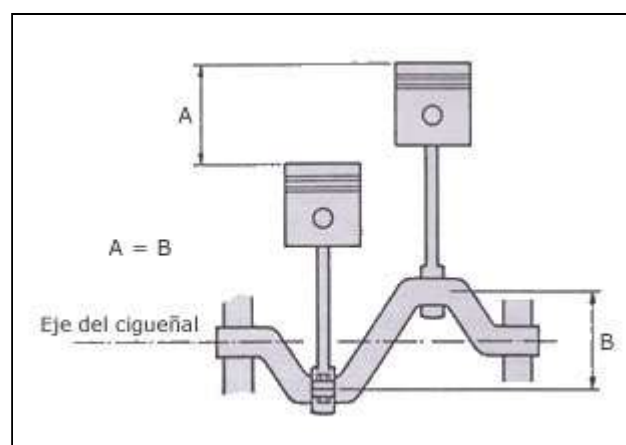
Otro sistema para aumentar la cilindrada puede llevarse a cabo también, como ya se ha dicho, por el aumento de la carrera del émbolo. En este caso no tenemos problemas del tipo que hemos visto más arriba; aunque, como veremos, los vamos a tener de otro tipo.

Si volvemos al ejemplo del motor que hemos puesto más arriba, y seguimos manteniendo su diámetro en el valor original de 64,60 mm, pero aumentamos la carrera del émbolo en, por ejemplo, unos 3,60 mm, tendremos una carrera total de $57,10 + 3,60 = 60,70$ mm. En este supuesto, la cilindrada nos quedará convertida:

$$\text{cilindrada} = \frac{64,60^2 \times 3,14 \times 60,70 \times 4}{4000} = 795,80 \text{ cm}^3$$

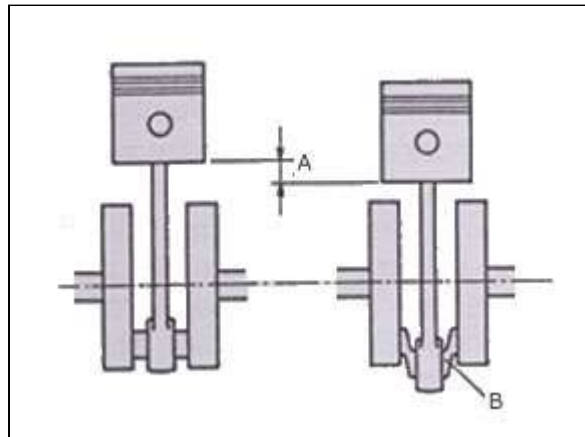
es decir, prácticamente lo mismo que se obtenía con el aumento del diámetro del cilindro, en el ejemplo anterior.

Para aumentar la carrera hemos de conseguir, sencillamente, que el émbolo suba —y baje— más milímetros de los habituales, y como que la carrera de un émbolo depende de la distancia a que está colocada, en la muñequilla del cigüeñal, tal como vemos esquematizado en la figura inferior (en donde la distancia A que constituye la carrera es la misma que la distancia B), modificando esta distancia podemos obtener una mayor carrera del émbolo.



Carrera del émbolo

En los cigüeñales que son de varias piezas, la mejor solución es aumentar la cota (B) de la figura inferior a base de aumentar el nivel de la muñequilla. Para ello se han de construir piezas especiales que se acoplen al cigüeñal en este sentido. Una solución podría ser semejante a lo que se ve en la figura inferior derecha. Aquí se puede obtener un aumento de la cota (A) (lo que en definitiva significa el mayor aumento de la carrera) por la aplicación de un gorrón postizo excéntrico que desplace a la biela hacia el exterior de los contrapesos



Carrera del émbolo modificada

Nota: este tipo de modificación o trucaje en el motor, es mas teórico que practico, por lo que apenas se utiliza. Un aumento de la carrera del pistón (émbolo) significa automáticamente un aumento de la velocidad del émbolo. Si sube la velocidad del embolo por encima de los 20 m/s se presentan problemas de temperatura y por lo tanto el desgaste prematuro de los órganos del motor.

$$V_c = \frac{n \times c \times 2}{60 \times 1000}$$

V_c = velocidad lineal del pistón (m/s).

n = numero de revoluciones a la potencia máxima del motor (también n° revoluciones al corte de inyección).

c = carrera del pistón (mm).

Un ejemplo practico:

Modelo Audi A3 2.0 16v FSi

Diámetro (calibre)/carrera (mm): 82,5/92,8

Relación de compresión: 11,5

Potencia (CV): 130 (6000)

Par motor (Nm/minuto): 200 (3400)

$$V_c = \frac{6000 \times 92,8 \times 2}{60 \times 1000} = 18,56 \text{ m/s}$$

Otro ejemplo practico:

Modelo BMW M3 2,5 16v

Diámetro (calibre)/carrera (mm): 95/87

Relación de compresión: 10,2/1

Potencia (CV): 238 (7000)

Par motor (Nm/minuto): 240 (4750)

$$V_c = \frac{7000 \times 87 \times 2}{60 \times 1000} = 20,3 \text{ m/s}$$

En este caso de BMW se ve como el motor lleva una velocidad de pistón muy alta, ya de por sí rozando el límite máximo, en este caso es imposible subir más la velocidad del pistón sin poner en peligro la vida del motor.

Aumento de presión media efectiva (relación de compresión)

El aumento de la presión media efectiva (P.M.E). constituye otro de los factores fundamentales de la posibilidad de trucaje de un motor para lograr que proporcione más potencia. En esta parte vamos a ver la forma práctica de actuar para conseguir sus beneficios.

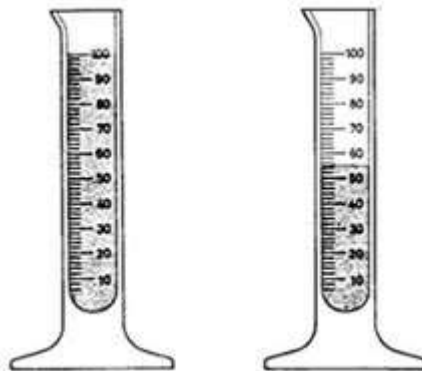
Medición de la cámara de combustión

Si una cámara de combustión tuviera una forma geométrica regular, tal como una semiesfera o un cono o una pirámide regulares, etc., el cálculo de esta cámara sería bien fácil pues bastaría aplicar la fórmula geométrica correspondiente al cuerpo en cuestión. Pero como quiera que no ocurre así ni mucho menos, sino que, por el contrario, las cámaras adoptan formas irregulares tanto en los motores de dos tiempos y mucho más en los de cuatro tiempos, de ahí la dificultad de medirlas por medio del cálculo, y además la imprecisión de éste en el caso de poder llegar a calcularlas con cierta aproximación.

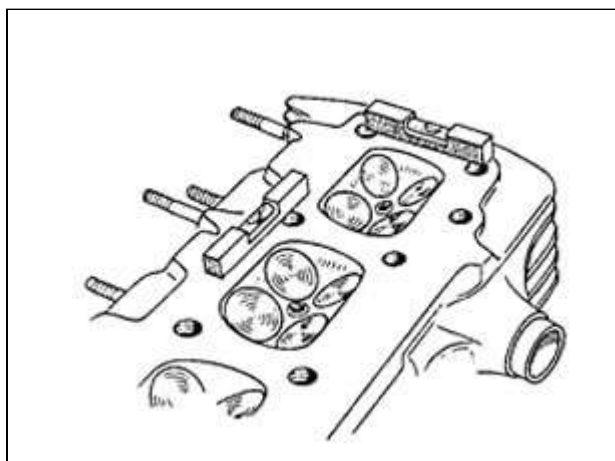
La forma más usual y práctica de medir una cámara de combustión en el taller conlleva las siguientes operaciones:

En primer lugar tenemos que hacernos con una probeta graduada de precisión (Fig. inferior) semejante a las que usan los químicos. Es preferible que sea de cristal, y no de las más baratas, pues la medición puede y debe hacerse con la máxima exactitud y las probetas de este tipo que son de plástico sufren dilataciones y distan mucho de medir con toda la precisión requerida. La escala graduada no necesita ser superior a los 100 cm³.

Pues bien: se llenará la probeta hasta la raya de los 100 cm³ con aceite del mismo tipo y densidad del que utiliza el motor del cual vamos a medir la cámara, y así ya tendremos preparada una parte de la operación.

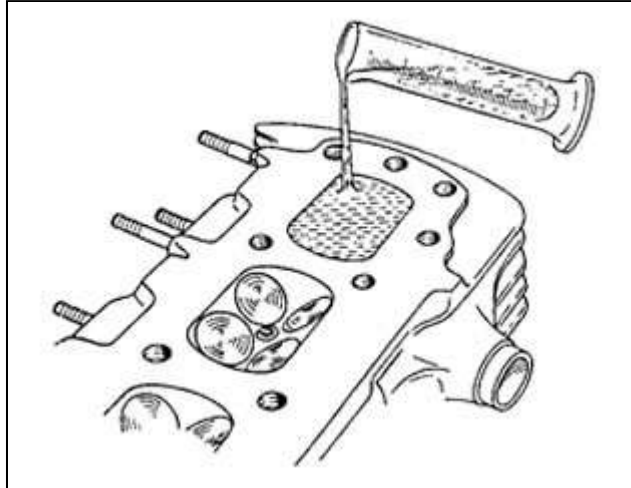


La otra consiste en desmontar la culata de su fijación al motor y colocarla boca arriba provista de las correspondientes válvulas en posición del tiempo de compresión, es decir, con las válvulas completamente cerradas y con la bujía roscada, y colocarla sobre una mesa bien plana cerciorándonos de la perfecta horizontalidad de la culata utilizando, si es preciso, la ayuda de un nivel de burbuja de aire, todo tal como muestra la figura inferior.



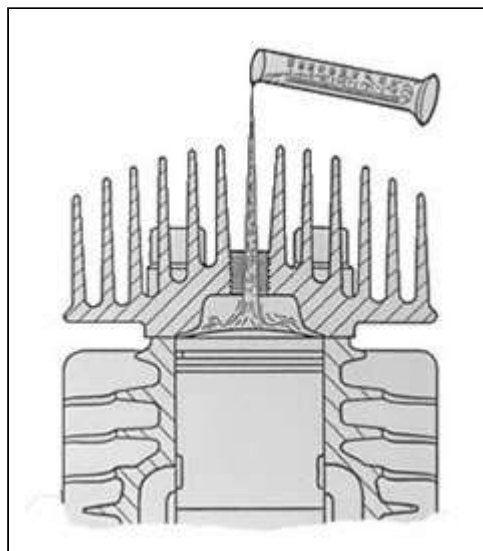
Ahora ha llegado el momento de verter cuidadosamente la parte del líquido de la probeta sobre la cámara, tal como se está haciendo en la figura inferior, hasta que el nivel quede enrasado con lo que es la pieza de contacto con el bloque, es decir, lo que es justamente la cámara de combustión. Cuando el líquido alcanza este nivel se deja de echar aceite y se pasa a comprobar el volumen de aceite que falta en la probeta con respecto al que había inicialmente, de cuya resta saldrá el volumen del líquido vertido y, consecuentemente, el volumen de la cámara.

Por ejemplo: La probeta había sido llenada inicialmente con 100 cm³ de aceite. Después de vertido y de dejar reposar el líquido que resta, se verifica que quedan 55 cm³. El volumen de la cámara será pues la diferencia. Es decir. $100 - 55 = 45 \text{ cm}^3$.

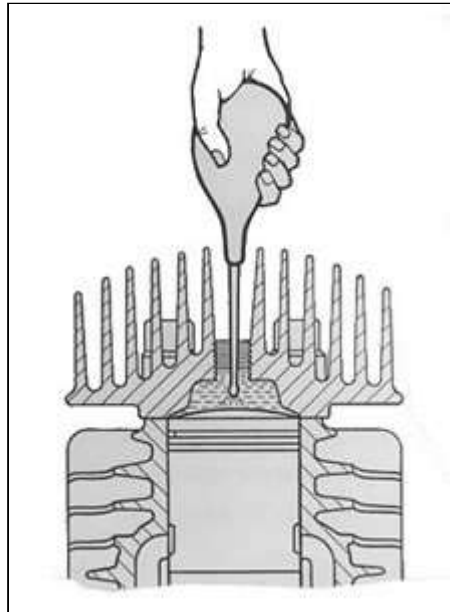


Este sencillo procedimiento no es sin embargo aplicable a todo tipo de cámaras. De hecho solamente puede ser aplicado a aquellas cámaras en las que el émbolo resulta completamente plano en su cabeza y ninguna parte de su superficie se introduce normalmente en el interior de la cámara. Así en todos aquellos motores cuyos pistones no sean planos por la parte superior tales, como por ejemplo, aquellos que la misma -cámara de combustión- se encuentra mecanizada en el propio émbolo, en estos casos hemos de buscar otros procedimientos de medición.

Uno de ellos puede ser el mostrado en la figura inferior. Aquí no ha sido necesario desmontar la culata, y por el orificio de la bujía se vierte el aceite de medición, previa comprobación de que el émbolo esté en su exacto P.M.S. y en el tiempo de compresión en los motores de cuatro tiempos para lo cual hay que comprobar que las dos válvulas estén cerradas (esto puede verse fácilmente desde el exterior por la posición de las levas). Es conveniente que el motor se encuentre algo caliente para que el émbolo se haya dilatado y ajustado al cilindro y evitar posibles fugas del aceite a través de los aros (segmentos). En cuanto a la medición se efectúa del mismo modo que hemos visto anteriormente, es decir, por diferencia entre lo que había y lo que queda en la probeta.



Una vez efectuado esto, se procede a sacar el aceite de la cámara con la ayuda de una pera de goma aspirante, tal como se está haciendo en la figura inferior. (Aunque no se pueda sacar totalmente el aceite del interior de la cámara el resto que quede no presentará gran inconveniente ya que el motor lo expulsará en unas cuantas pistonadas cuando lo pongamos en funcionamiento; pero es desde luego conveniente esforzarse por sacar la máxima cantidad posible).

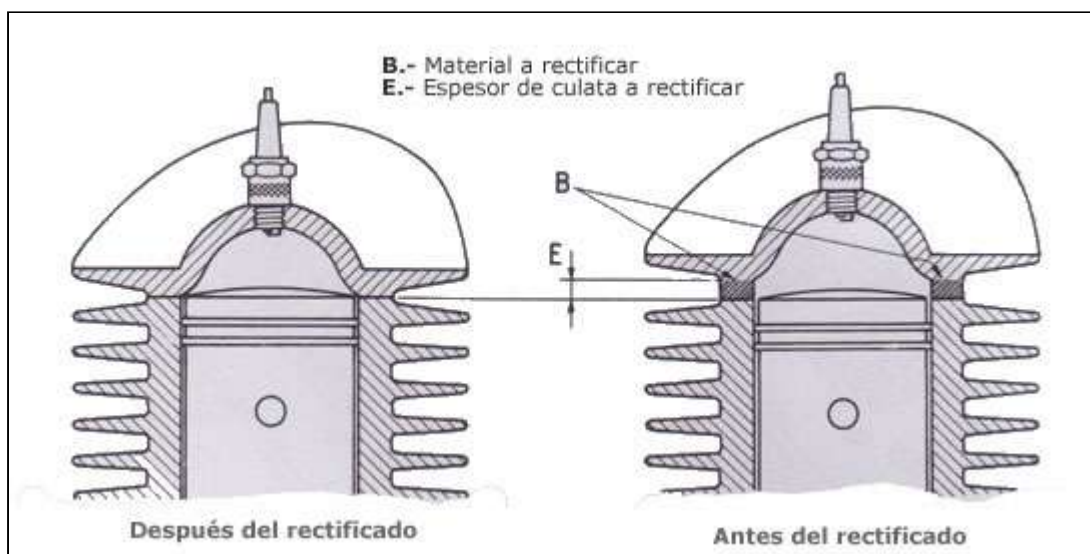


Procedimiento para aumentar la compresión de un motor

Como puede verse, el único procedimiento para aumentar la relación de compresión de un motor consiste en disminuir el volumen de la cámara (supuesto desde luego que no se aumente el volumen del cilindro en cuyo caso también cambia la proporcionalidad entre ambos volúmenes). Para ello existen varios procedimientos que son:

- Se puede proceder a rebajar la culata por la zona de las cámaras.
- Se puede proceder a rebajar el bloque
- Se puede proceder a poner émbolos mas altos o modificarlos para que su cabeza penetre en el interior de la cámara y reduzca su volumen.

De los tres procedimientos, el primero es mas fácil, barato y efectivo de llevarlo a la practica.



El rebaje de la culata consiste, sencillamente, en quitarle material de su superficie en la parte que se halla en contacto con el bloque para hacer que de esta manera la culata se «hunda» más en su posición con respecto al bloque y se disminuya el volumen ocupado por la mezcla en la cámara de combustión. Este trabajo se efectúa en talleres especializados y con la ayuda de rectificadoras y otras máquinas especiales. Y a ellos hay que acudir.

Ahora bien: hay que proporcionar al rectificador la medida exacta a que hay que rebajar la culata, y esta medida hemos de conocerla de antemano por medio de la formula de la relación de compresión.

$$Rc = \frac{V + V_c}{V_c}$$

Rc = relación de compresión del motor

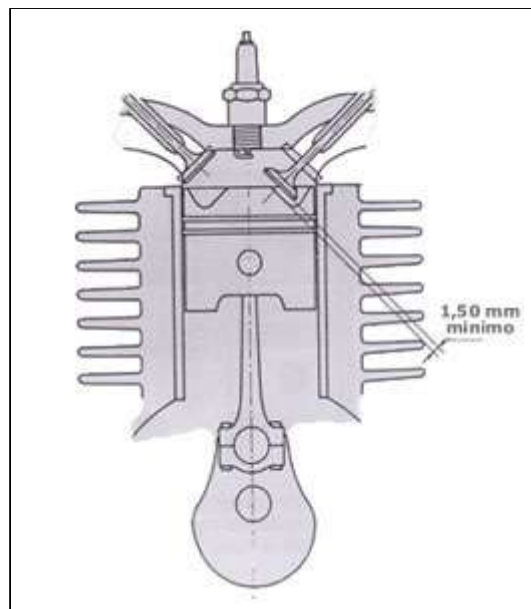
V = volumen del cilindro unitario (cm³)

Vc = volumen de la cámara de combustión (cm³)

Sabiendo cuanto queremos aumentar la relación de compresión (Rc) podemos averiguar con la formula el nuevo volumen de la cámara de combustión, y con este dato, calcular cuanto hay que rebajar la culata.

El aumento de la relación de compresión por el procedimiento de rebajar la culata puede presentar a veces algunos problemas que pueden llegar a ser muy importantes. No vamos a referirnos ahora al fenómeno de la detonación que pudiera aparecer fácilmente si exageramos el rebaje de la culata, y que hemos de cuidar siempre, por supuesto, mucho, prefiriendo siempre aumentos de compresión muy discretos (del 0,2 al 0,5:1 adicionales a los que lleva el motor); ahora vamos a referirnos a otros puntos de importancia mecánica.

El rebaje de la culata es una operación que debe considerarse, antes de llevarlo a cabo, con suma atención, no sea que planeemos la culata demasiado y luego el daño ya sea irremediable, ya que este procedimiento puede tener también sus notables limitaciones. En algunos casos no es ni siquiera posible, aún cuando en los motores de dos tiempos sea el sistema más aceptado y llevado a la práctica con mejor éxito. La limitación la presentan las válvulas y también los propios émbolos, aquéllas en su posición de máxima abertura, y éstos en su P.M.S., pues entre ambos debe quedar un espacio mínimo de separación lo que constituye la luz de estas piezas, que ha de ser, como mínimo, de 1,50 mm. Esto es lo que muestra ahora la figura inferior. Si estas condiciones no pueden cumplirse en un motor de cuatro tiempos, la culata no puede rebajarse.



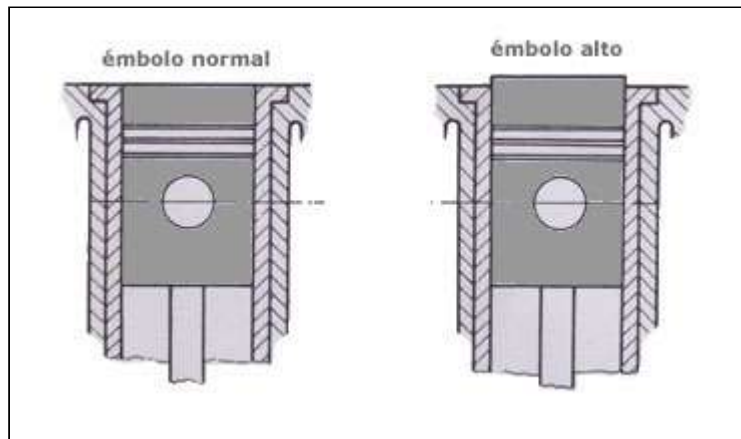
También la posición de la bujía tiene algo que decir en este aspecto: si debido a un rebaje excesivo de la culata, se prevé que los electrodos de la bujía van a quedar muy próximos al émbolo, en su P.M.S., se tendrá que desistir forzosamente de un rebaje sustancial de la culata, pues la proximidad a que quedará el émbolo de la bujía producirá pronto problemas cuando los segmentos comiencen a desgastarse y el aceite pueda subir a la cámara. Este aceite iría a proyectarse directamente sobre la bujía, y en especial en frío, los fallos de chispa podrían ser muy frecuentes.

Como es de suponer, una culata rebajada ya no es aprovechable en el caso de algún error. Si la relación de compresión resulta al final mayor de lo que nosotros habíamos previsto, si las válvulas al dilatarse llegan a

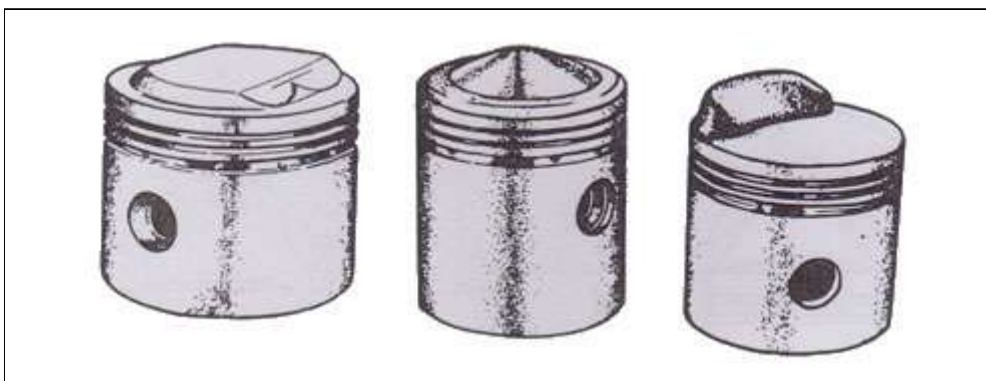
tocar al émbolo o se produce cualquier otra anomalía no prevista, a veces puede salvarse utilizando juntas de culata más gruesas (y a veces hasta dos juntas) pero si el error es más grave, la culata en conjunto —que en los motores de cuatro tiempos y de varios cilindros es una pieza muy cara— no servirá para otros usos. El rebaje de la culata es pues un trabajo comprometido en cuanto a su cálculo y su realización. Por otra parte, en los motores modernos, que ya alcanzan relaciones de compresión muy elevadas es muy poco lo que puede ganarse en este sentido sin correr grandes riesgos. Por lo tanto, hay que ser prudentes.

Émbolos especiales

El hecho de rebajar la culata por medio de un planeado no es tampoco el único sistema de que disponemos para conseguir aumentar la relación de compresión de un motor. También podemos acudir, en teoría, al sistema de cambiar los émbolos por otros ligeramente más altos, tal como muestra la figura inferior,



o bien ya preparados para el trucaje de un motor determinado y dotados de un suplemento de material en su cabeza, perfectamente estudiados para reducir el volumen de la cámara y adecuados a la luz de todas las piezas móviles del interior de la misma, tales como los que muestra la figura inferior.



Émbolos para trucaje de motores

Está claro que estos émbolos no son baratos —y muchas veces ni siquiera existen para determinados modelos— pero tienen la ventaja de que vamos con ellos sobre seguro y, en todo caso y de haber fallos, siempre se pueden restablecer en el motor los émbolos antiguos y dejar las cosas como estaban norma muy importante en el trucaje cuando se comienza a trabajar e investigar en un modelo concreto.

Nota: no se olvide que al aumentar ligeramente la cilindrada siempre se aumenta la compresión al mismo tiempo, por lo que, en según qué aumentos de aquella, ya no es necesario pensar en la compresión ya que el aumento se produce automáticamente.

LA DISTRIBUCIÓN

Al hablar de las generalidades del trucaje decíamos que otros sistema de aumentar la P.M.E. de un motor puede consistir en introducir mayor cantidad de mezcla en el interior del cilindro. Esto puede lograrse utilizando carburadores de un diámetro ligeramente mayor al original, pero mucho más importante será lo

que consigamos sin unimos a ello determinados trabajos en los órganos de la distribución que intervienen en el paso de los gases, por ejemplo, en las válvulas (que sean más grandes o se levanten más, o estén más tiempo abiertas) y en el mayor diámetro de los conductos que intervienen para dirigir el paso de los chorros de gas. Ello puede provocar varios cambios importantes en la parte superior de la culata, donde se encuentran los árboles de levas, las válvulas y los conductos de admisión, y de ello vamos a ocuparnos acto seguido.

El valor geométrico del volumen del cilindro, es decir, el que resulta del cálculo geométrico de su desarrollo, no es en la práctica el equivalente al volumen de gas que penetra en el cilindro durante el funcionamiento del motor. Más claro: cuando tenemos un motor cuyo cilindro tiene un volumen de 372,84 cm³ a los que podemos añadir los 46,60 cm³ de la cámara de combustión, con un total de: $372,84 + 46,60 = 419,44$ cm³, esto no quiere decir, ni mucho menos, que a cada carrera de admisión penetren en el interior del cilindro estos 419,44 cm³ de mezcla; por el contrario, el llenado puede llegar a ser tan deficiente que puede hablarse sin temor a cometer error de llenados de solamente un 75 % de la capacidad geométrica del cilindro. Conseguir llenar el cilindro con un volumen de mezcla igual al volumen del cilindro es el sueño ideal de los ingenieros para conseguir su máximo rendimiento convertido en potencia.

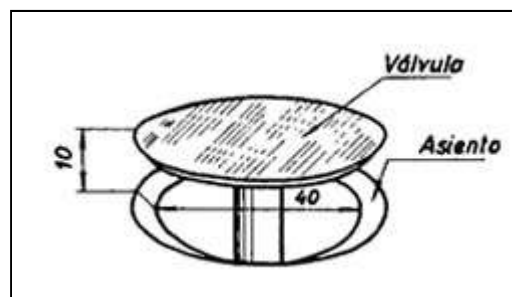
Pues bien: para conseguir el mejor llenado del cilindro, en lo que respecta a los pasajes de gas a su interior (luego hablaremos de la carburación) hemos de conseguir:

- La mayor superficie de las válvulas
- El mayor tiempo de abertura de las válvulas
- Los conductos más grandes y pulidos

Estos son los tres temas de los que vamos a ocuparnos seguidamente, y por separado.

La mayor superficie de las válvulas

En la figura inferior podemos ver representada una válvula de admisión cuyo diámetro del pasaje del conducto mide 40 mm y cuya válvula se levanta 10 mm. El pasaje abierto a la carrera de admisión de la mezcla es pues el indicado como resultado del volumen que permanece abierto.



Para mejorar la respiración del motor, es decir, su llenado del cilindro, hemos de conseguir aumentar en lo posible el tamaño de las válvulas; pero lo primero que resulta indispensable es determinar cuál va a ser el aumento, ya que éste no es siempre posible, pues estas válvulas pueden venir de fábrica rozando ya el máximo de sus posibilidades. En general, en aquellos motores en los que el diámetro de la válvula de admisión sea tan grande como el radio del cilindro y en los que se levante a una altura equivalente a una cuarta parte (1/4) del diámetro de la válvula puede decirse que ya no tenemos nada que hacer. También podemos hacer muy poca cosa en los motores provistos de cuatro válvulas por cilindro, pues de actuar sobre estas culatas acabaríamos ya (suponiendo nuestro buen acierto en el trabajo) convirtiendo el motor en uno de competición bastante deficiente y de difícil o nula posibilidad de utilización en carretera, el cual ya no es el objetivo del trucaje.

Hasta que no se tiene mucha práctica no es aconsejable actuar sobre válvulas en el sentido de sustituirlas por otras más grandes. Hay que tener en cuenta que ello conlleva, en primer lugar, lograr válvulas adecuadas en el mercado para aplicarlas al motor con la nueva medida que vamos a necesitar, cosa muy difícil. Además requeriría el cambio de la guía de válvulas y del asiento por otras piezas de mayor tamaño, lo que implicaría importantes modificaciones en el material de la culata, todo lo cual va más allá de lo que nosotros podemos hacer hasta este momento, y corremos el riesgo grave de echar a perder una culata completa, lo cual es bastante caro como sabemos.

El mayor tiempo de abertura de las válvulas

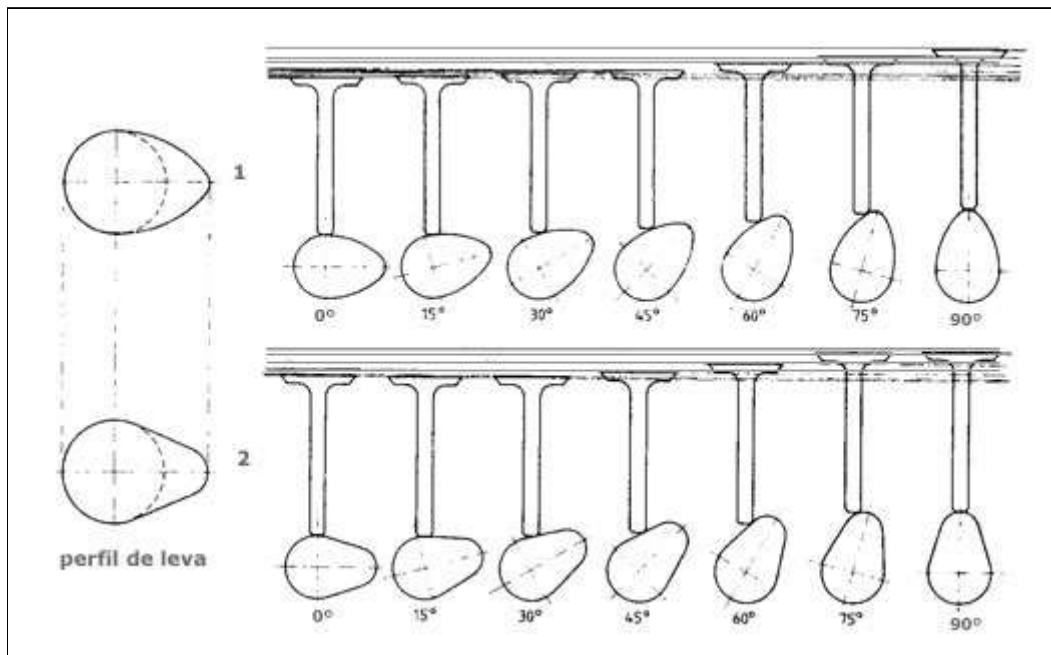
Para mejorar la respiración del motor sin necesidad de hacer cambios tan drásticos que interesen la adaptación de nuevos elementos en la culata puede acudirse a lograr una abertura de válvulas que cumpla los siguientes requisitos:

- Que la válvula de admisión se abra más deprisa y se cierre después que en el sistema original, con lo que mantendremos la válvula más tiempo abierta y en su posición más elevada, lo que, consiguientemente, mejorará el llenado del cilindro por permanecer abierta en su superficie de paso máximo durante más tiempo
- Aumentar también el tiempo en que la válvula permanezca abierta con respecto al giro del eje del cigüeñal, provocándose un cruce de válvulas más largo, y apurando hasta el máximo los efectos de la inercia de los gases para mejorar sus posibilidades de entrada en el cilindro.

Estas dos mejoras pueden realizarse por medio del eje de levas y por el perfil que las levas presenten.

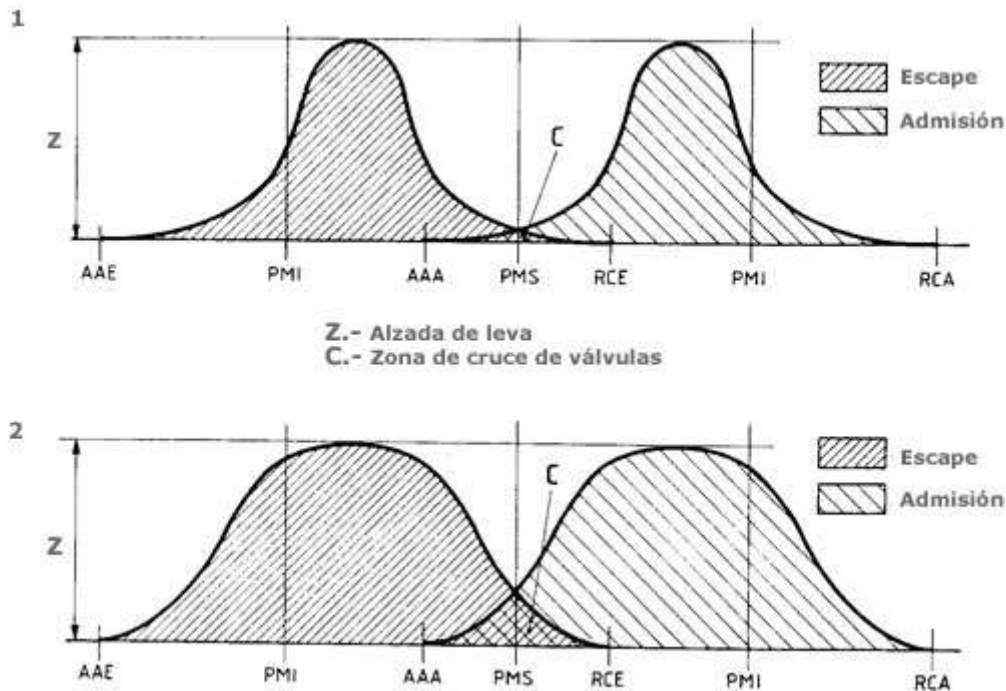


El perfil de la leva es el responsable de cómo se abre la válvula y de su movimiento de cierre posterior. Por el perfil se determina el levantamiento suave o brusco de la válvula y también el tiempo que permanece totalmente abierta, y la forma como se cierra, con o sin brusquedades, para que su caída sobre el asiento no produzca rebotes a alta velocidad por pérdida de contacto con la leva y por los efectos de la inercia que la masa de la válvula adquiere. En la figura inferior podemos ver dibujada esta característica con la ayuda de varios dibujos que representan diferentes estados de giro de la leva y su empuje a la válvula, con levas diferentes en cada ejemplo. El caso primero (1) corresponde a levas con perfil de tipo comercial utilizadas en motores tranquilos, mientras el caso segundo (2) corresponde a levas utilizadas en motores de tipo deportivo. Obsérvese cómo, a igualdad de grados de giro, la válvula 2 permanece más tiempo abierta que la válvula del ejemplo 1. Esta es la cuestión.



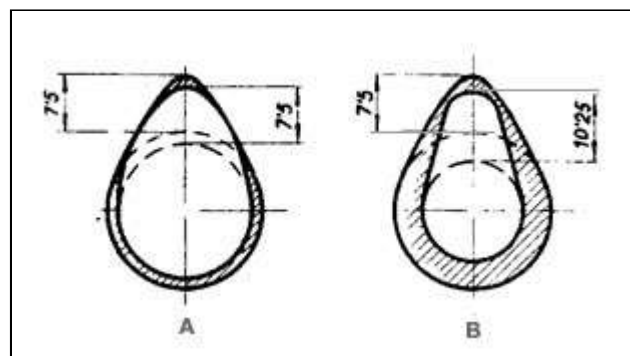
Esta característica puede representarse mejor por medio de un gráfico en el que el levantamiento de la válvula se relaciona con los grados de giro del cigüeñal, como es el caso presentado en las gráficas 1 y 2 (figura inferior). Las superficies incluidas en el interior de estos gráficos, realizadas a escala de acuerdo con el perfil de la leva y el levantamiento de la válvula, nos dan una idea muy clara del rendimiento de cada perfil. La mayor superficie ocupada en el gráfico de la figura 2 con respecto a la 1, indican la mayor entrada de

mezcla en el caso de la primera figura citada en igualdad de condiciones de velocidad del gas. También puede observarse en la parte baja de la figura, la superficie que corresponde al "cruce de válvulas", mayor en la figura 2 como corresponde a su mayor superficie. Esta característica es pues la que interesa en el perfil de las levas.



La modificación de este perfil viene dado, lógicamente, por un estudio muy cuidadoso del mismo y por un retoque, generalmente con una rectificadora, del perfil de las levas. Así podemos ver en la figura inferior la teoría de este trabajo. En A y B tenemos dos posibilidades de rebaje del perfil de las levas para obtener el objetivo previsto: en A se trata de una leva retocada en la que la zona rayada corresponde al rebaje de material que se le ha efectuado. Esta leva se halla ligeramente retocada, mientras en B el rebaje ha sido profundo, sin duda previsto para un motor de competición.

Cuando las levas han sido rectificadas, el eje de levas debe ser sometido a un proceso de endurecimiento superficial del material que forma la zona de contacto con la cola de la válvula o su intermediario, proceso de endurecimiento que ha de llevarse a cabo en talleres especializados.



En efecto: en la construcción de los árboles de levas se utilizan aceros de cementación y las rampas del perfil de las levas tiene la superficie endurecida. Al pasarles la muela con objeto de conseguir otros perfiles la parte superficial desaparece, y en estas condiciones un árbol de levas sometido a un trabajo normal, podría perder en pocos kilómetros la leva materialmente destruida por el roce con la cola de la válvula, convirtiéndose en un cilindro sin posibilidad de actuar sobre la misma válvula.

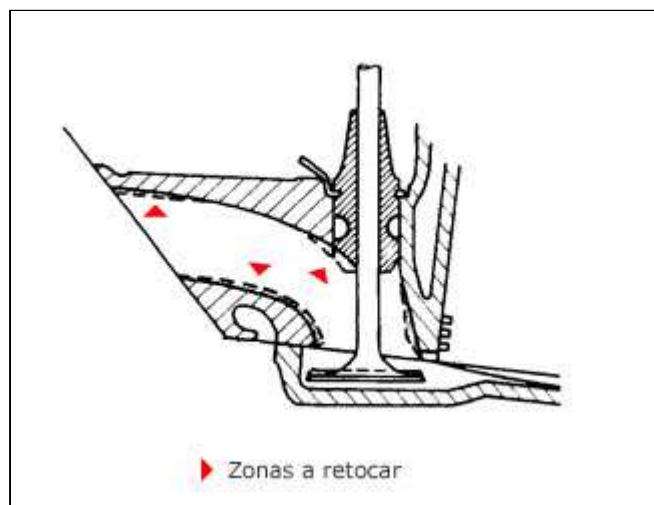
Si vas a modificar o cambiar las levas es indispensable cambiar los resortes de válvulas para que no "floten" a altas revoluciones.



Los conductos más grandes y pulidos

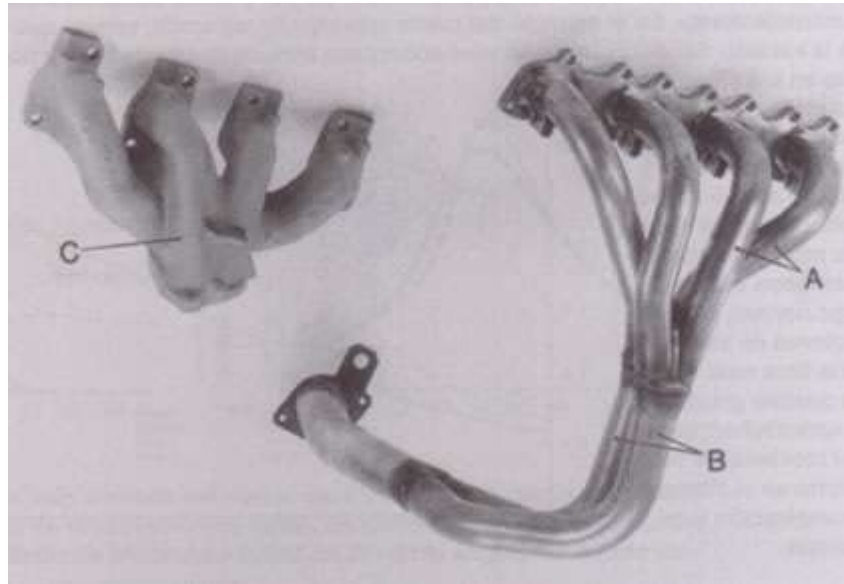
Para facilitar el paso de la mezcla, además de las válvulas, también hay que contar con los conductos que llevan la mezcla desde el carburador, es decir, los conductos de admisión, tanto exteriores como interiores de la culata. Para conseguir el libre paso del gas los conductos han de ofrecer la menor cantidad posible de obstáculos y tener las paredes lo más lisas posible, ya que el aire —y la mezcla— es muy susceptible de efectuar remolinos que engendran contracorrientes ante las más pequeñas irregularidades de la superficie por la que se deslizan.

Los retoques más sencillos y que suelen dar mejores resultados son los señalados en la figura inferior. Estas modificaciones se llevan a cabo con una muela pequeña de gran velocidad, normalmente montada en la cabeza flexible del aparato Rotaflex, y el criterio a seguir no es otro que lograr la superficie interna del conducto algo agrandada y lo más fina posible, recortando zonas como las que se señalan por la línea de trazos en la figura. Aquí vemos también cómo la propia guía de válvula ha sido recortada para facilitar el paso del gas, solución muy corriente aun cuando perjudica la refrigeración de la propia válvula que evacua la mayor parte de su calor a través de la guía.



Para conseguir que el motor expulse los gases de escape encontrando la menor resistencia posible y con ello evitando las contrapresiones en el escape que frenan el movimiento del pistón dentro del cilindro, se pueden usar colectores de escape de alto rendimiento como el que se ve en la figura inferior (derecha). Se trata de un colector construido de acero fino. Este colector une los tubos A de los cilindros 1 y 4 por un lado (B) y por el otro los tubos de los cilindros 2 y 3. Las dimensiones y otros parámetros de los tubos del colector como son la longitud, el diámetro, el grosor de la pared y el ángulo de entrada se diseñan teniendo en cuenta distintos valores como son la potencia, par motor, acústica y comportamiento de calentamiento del catalizador.

En C tenemos un colector de escape construido con hierro fundido y de pequeñas dimensiones que dará un rendimiento mucho menor que el anterior.



LA CARBURACIÓN

Si conseguimos que el carburador sea más sensible a la depresión que se crea en el interior del cilindro, y si proporciona una mezcla más rica —dentro de los límites de una mezcla correcta— podremos también contar con unos resultados de cierta importancia en los motores de máquinas potentes y, por supuesto, muy importantes en los motores de serie que salen de fábrica con la obsesión de conseguir reducidos consumos de gasolina. En estas últimas, por el solo hecho de cambiar el carburador por otro de un tamaño inmediatamente superior ya se obtienen resultados muy satisfactorios en el aumento de potencia, aunque, claro está, con el tributo de un aumento del consumo, que siempre se ha de suponer no le importa a quien pretende que su vehículo corra más.

Las modificaciones que pueden realizarse en un carburador podemos establecerlas, a grandes rasgos, en las siguientes:

- a) Cambio del carburador
- b) Cambio de los surtidores (calibres), difusor, tubos de emulsión y otros ajustes.

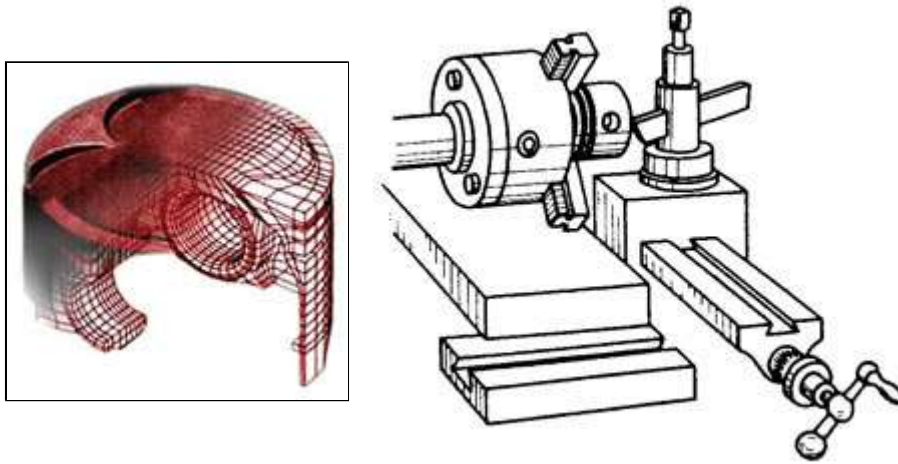
AUMENTO DEL NUMERO DE REVOLUCIONES DEL MOTOR

Otra de las posibilidades que nos queda para llevar a cabo el trucaje de un motor es el de acudir al aumento del número de revoluciones. Evidentemente, si lográramos que un motor gire más deprisa, mayor será, en una unidad de tiempo, el consumo de aire. Y si todos los requisitos de alimentación están en consonancia (carburación, válvulas, etc.) mayor será la potencia obtenida.

Para que un motor pueda elevar su régimen de giro de una manera sustancial necesita aligerar las masas que están en movimiento. Los contrapesos del cigüeñal debieran pesar menos, las bielas ser más ligeras; el émbolo, con su bulón, debiera ser también más ligero, y el volante motor también debería reducir su peso para eliminar en parte la inercia que estas masas presentan en su giro. Con ello conseguiríamos darle al motor la posibilidad de girar a un mayor número de vueltas en una unidad de tiempo. (Claro que esto nos presentará de inmediato problemas de distribución pues necesitaremos variar el diagrama para conseguir que las válvulas abran unos grados antes de lo que lo hacían en el P.M.S. para la admisión y también retrasar unos grados el momento de su cierre, ya que sin este ajuste ocurriría que a mayor número de vueltas, menor sería la P.M.E. -Presión Media Efectiva- en los cilindros por el mal llenado de los mismos. Por otra parte, al retocar las masas se puede muy fácilmente desequilibrar el motor y ello comporta también grandes problemas de vibraciones que tienen gran importancia a un elevado número de revoluciones). Para aligerar las masas de un motor las principales posibilidades las vamos a estudiar acto seguido, y por partes.

Los émbolos

Si el motor es de carrera larga se pueden obtener resultados importantes en cuanto a la pérdida de peso de las masas rodantes a base de quitar material de la falda del émbolo o a veces recortando, sencillamente, éstos. Esta operación se realiza al torno, de un modo similar a como se ve en la figura inferior.

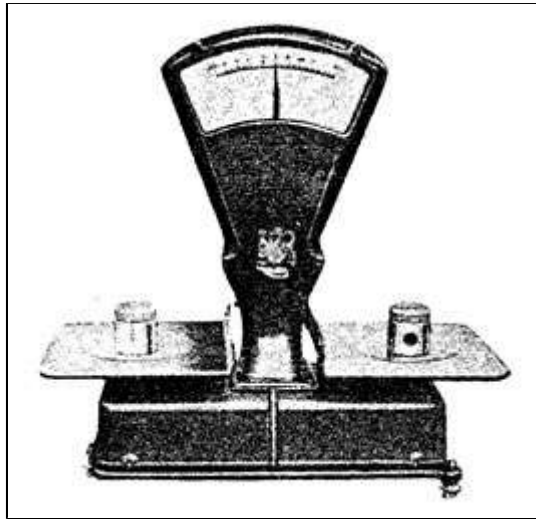


En los motores "cuadrados", o "supercuadrados", es decir, en aquellos en los que el diámetro del émbolo tiene una longitud igual o mayor que la carrera, la falda del émbolo suele ser muy corta con respecto al diámetro y entonces no puede acudir a este sistema porque si la falda resultara demasiado corta en virtud de un rebaje de material, el pistón tendría tendencia a cabecear en el interior del cilindro y podría romper la película de aceite llegando a rayar el cilindro en poco tiempo.

En estos casos el rebaje se efectúa a base de un recorte de la falda, del modo que muestra la figura inferior, conservando siempre por lo menos dos zonas de centraje diametralmente opuestas, en las que no se rebaja material para que el émbolo se mantenga centrado en el cilindro y actúe como patín.



Estas soluciones, aunque siempre comprometidas, son siempre más o menos posibles en los motores monocilíndricos. En los pluricilíndricos hay que tener en cuenta que todos los émbolos han de pesar exactamente lo mismo y, por lo tanto, han de tener recortes exactamente iguales en todos ellos. Así pues, todos los émbolos han de ser gemelos. Además, para asegurarse de que pesan todos exactamente lo mismo han de comprobarse con una balanza de cero central (Fig. inferior) para ver que ninguno excede el peso de otro, pues si no es así aparecerán en el motor las vibraciones a determinados regímenes de giro.



Para evitar todos estos problemas el mejor resultado se obtiene siempre por el procedimiento de comprar émbolos preparados para el trucaje, los cuales han sido fabricados especialmente para un trucaje y conservan las condiciones de robustez que la pérdida de peso les restaría a émbolos aprovechados.



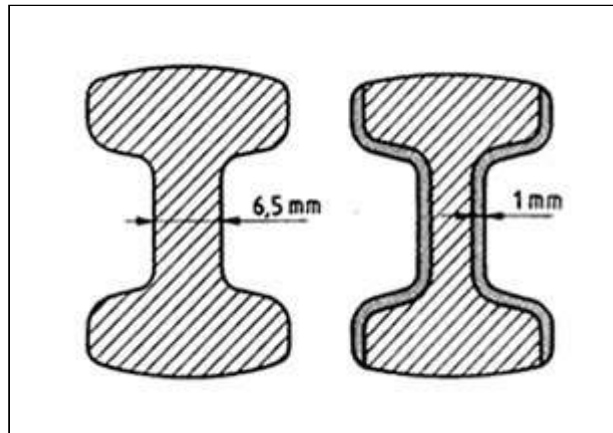
Camisas y pistones

Las bielas

A la biela también se le puede quitar peso; pero hemos de preocuparnos de que no pierda resistencia, o por lo menos que la pierda en el menor grado posible. Por esta razón, en cualquiera de las modificaciones que en ella efectuamos, hemos de pensar en los esfuerzos a que esta pieza está sometida, en especial a los esfuerzos de compresión, para no restarle esta resistencia a que nos venimos refiriendo.

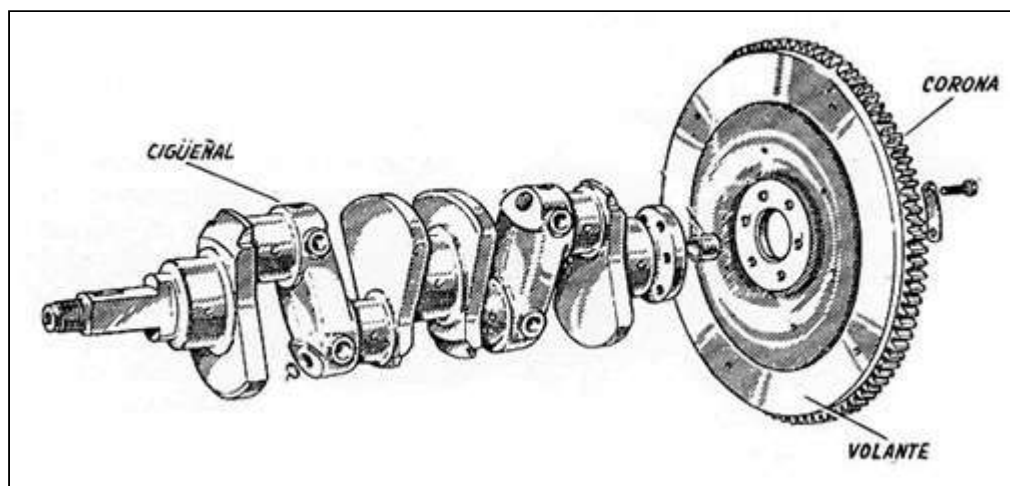


Afortunadamente, la gran mayoría de las bielas que se utilizan en los motores relativamente lentos, y que son los que, con mayor probabilidad se van a trucar, las bielas se hallan sobredimensionadas, ya que en estos motores conviene que tengan peso. Normalmente se acude a rebajar el material de la parte de la caña de la biela, sin rebajar ni la cabeza ni el pie. En la figura inferior se muestra la zona de rebaje de la caña realizada siguiendo el perfil de la misma.

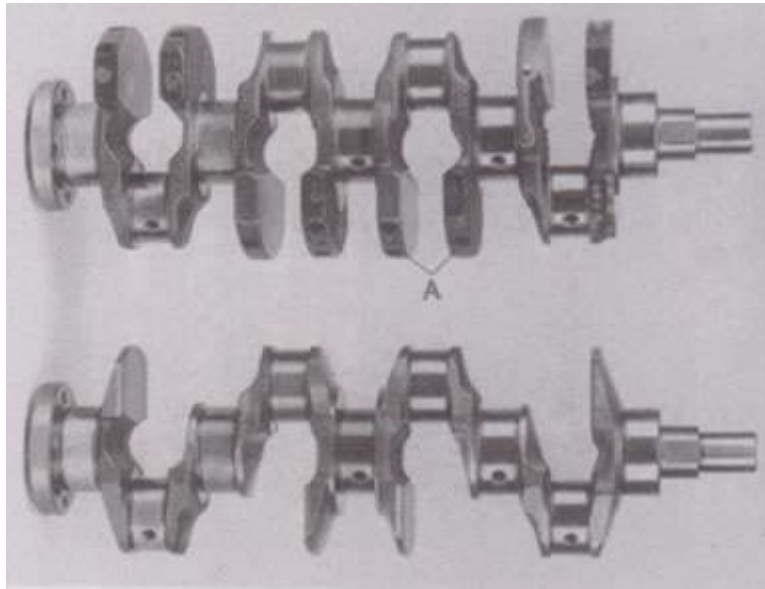


Cigüeñal y volante motor

Del mismo modo el cigüeñal puede aligerarse en sus contrapesos y también el volante de inercia. Pero esta es una operación excesivamente delicada ya que se corre gran riesgo de desequilibrar el cigüeñal si no se lleva a cabo con gran conocimiento de causar. Así pues, sobre esto, solamente debemos saber que en los motores, cuantos menos cilindros tienen, mayor importancia presenta el peso del volante y de los contrapesos del cigüeñal.



En la figura inferior tenemos dos cigüeñales uno utilizado para un motor de serie y el otro para un motor preparado (racing). El cigüeñal fabricado para un vehículo de serie dispone de dos grandes contrapesos (A) para cada cilindro, para conseguir la mayor estabilidad posible en la marcha. El cigüeñal utilizado en el motor racing pesa 4 kg menos que el anterior y no solamente por que los contrapesos sean claramente mas pequeños, sino por que 4 de ellos ya no existen.



Si lo que buscamos son aceleraciones bruscas un volante pesado no será lo más adecuado debido a la gran cantidad de trabajo que tenemos que ejercer al volante para conseguir la aceleración deseada de este. Por ello reduciremos la masa del volante, incluso hasta un tercio del original, para facilitar las rápidas aceleraciones que buscamos. En contrapartida perderemos redondeo del motor a bajas revoluciones en relación a la masa que lleguemos a quitar

Para reducir las masas giratorias, se puede recurrir al aligerado del volante motor como se ve en el motor racing de la figura inferior. Ahora la función del volante motor se limita a actuar como soporte para el embrague y para la corona de arranque.

