

T  
629.2  
BOR.



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Reconstrucción de un Vehículo”



**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención el Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**



Presentada por:

**DENNYS EDDY BORJA RIBADENEIRA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2002

## **AGRADECIMIENTO**

Es mi deseo expresar mi gratitud a cada una de las personas que de diversas maneras han colaborado para que la realización de este trabajo se materialice, especialmente al Ing. Ernesto Martínez. Director de Tesis.

## DEDICATORIA

A mi esposa, hijos, y con el mayor de los afectos a mis padres.

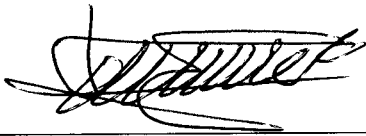
# TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Mario Patiño A.  
**SUBDECANO FIMCP  
PRESIDENTE**



Ing. Ernesto Martínez L.  
**DIRECTOR DE TESIS**



Ing. Edmundo Villacis M.  
**VOCAL**



Ing. Manuel Helguero G.  
**VOCAL**



## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dennys Borja R.', is written over a solid horizontal line.

Dennys Borja R.

## RESUMEN

A petición de los directivos del Colegio Técnico Simón Bolívar de la ciudad de Guayaquil, de seleccionar la mejor opción que permita dotar al departamento de compras del plantel de un vehículo que le permita cumplir con sus funciones, lo cual se detalla en los Antecedentes, se procede a realizar un cuadro comparativo de posibilidades.

La alternativa seleccionada fue la reconstrucción de un vehículo de propiedad del plantel, como parte del programa de prácticas estudiantiles de los alumnos del primero y segundo año del ciclo Postbachillerato de la especialización Mecánica Automotriz punto en el que se inicia el proceso objeto de esta Tesis en el año lectivo 1990 - 1991.

El vehículo a reparar en mención es una camioneta marca Internacional 1100 modelo 1975, ingresada al patrimonio del plantel por donación como parte de un lote de tres vehículos, todos en mal estado y sin funcionar,


El objetivo de la tesis es describir con detalle los procesos para la rehabilitación del vehículo mencionado.

Para poner el vehículo en condiciones de funcionamiento satisfactorio fue necesario determinar la magnitud de los daños en cada uno de los elementos que componen los diferentes sistemas del vehículo, analizar posibles soluciones con participación de los estudiantes, por lo que influyo en estas decisiones las posibilidades que al momento poseyeran de aportar soluciones prácticas, lo que ahorró recursos económicos y costos de taller y mano de obra gracias a la participación entusiasta de ellos.

Situaciones derivadas del trabajo a realizar fue la justificación técnica de los recursos económicos necesarios, la organización del trabajo de los estudiantes, el uso de las horas hombre no se ha considerado por ser una labor prioritariamente de práctica estudiantil, y horas máquina de los talleres de la institución.

Se espera que esta Tesis sea de utilidad a quién desee examinar con algún detalle los problemas prácticos típicos con los que se puede encontrar al revisar los sistemas de un vehículo de características similares al que se ha reparado.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE PLANOS.....	XIII
 <p><b>ESPOL</b> 1958 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL <b>CIB - ESPOL</b></p>	
CAPÍTULO 1	
1. ANTECEDENTES.....	1
CAPÍTULO 2	
2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	5
2.1 Alquiler de vehículo.....	5
2.2 Compra de vehículo.....	6
2.2.1. Importar vehículo.....	7
2.2.2. Compra de vehículo usado.....	8



2.3 Reconstrucción de vehículo propio.....	9
--	---

## CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS, MEDICIONES Y RECTIFICADO DE LOS ELEMENTOS DEL VEHÍCULO.....	11 13
3.1. Inspecciones y Determinación de Fallas.....	14
3.1.1. Partes Mecánicas.....	14
3.1.2. Instalaciones Eléctricas.....	15
3.2. Selección y Rectificado de Elementos.....	15
3.2.1. Motor de combustión Interna.....	15
3.2.2. Sistema de Transmisión.....	73
3.2.3. Sistema de Frenos.....	88
3.3. Montaje de Elementos y Accesorios.....	96

## CAPÍTULO 4

4. PRUEBAS Y AJUSTES.....	103
4.1. Afinamiento del Motor.....	104
4.2. Sistema de Dirección.....	104
4.3. Sistema de Frenos.....	108
4.4. Sistemas de Transmisión.....	109
4.5. Sistema Eléctrico.....	110
4.6. Puesta en marcha del vehículo.....	111

## CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	114
5.1. Costo hora-máquina.....	114
5.2. Costo de materiales.....	115
5.3. Costo de Mano de Obra.....	116
5.4. Costo de reconstrucción del vehículo.....	116

## CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	117
--	-----

APÉNDICES.....	120
----------------	-----

BIBLIOGRAFÍA.....	127
-------------------	-----

## ABREVIATURAS

A	área cilindro
cm <sup>2</sup>	centímetro cuadrado
UE	coeficiente de Rozamiento de la guarnición del embrague
STA	estandar
Fn	fuerza inercial del rozamiento [N]
Frot	fuerza de rotación del Embrague [N]
mm	milímetros
ME	momento de giro del embrague
PMI	punto muerto inferior
PMS	punto muerto superior
rm	radio efectivo del embrague [N]
(cm <sup>3</sup> -l)	volumen

## SIMBOLOGÍA

$X_a$	aplanado en (mm)
$L_1$	brazo de longitud 1
$L_2$	brazo de longitud 2
$r_1$	brazo de palanca 1 del pedal del freno (cm)
$r_2$	brazo de palanca 2 del pedal del freno (cm)
$S$	carrera
$\mu_0$	coeficiente de rozamiento.
$d_p$	diámetro cilindro principal [cm]
$d_{RD}, d_{RA}$	diámetro de los cilindros de las ruedas delantera y posterior
$d1$	diámetro exterior de la guarnición [m]
$d2$	diámetro interior de la guarnición [m]
$F_r$	fuerza de apriete [ $d_a N$ ]
$F_{RD}, F_{RA}$	fuerza de apriete de cilindros de rueda delantera y atrás [cm]
$F_p$	fuerza del cilindro en el cilindro principal [ $d_a N$ ]
$F_a$	fuerza ejercida por la mano
$F_c$	fuerza en el eje de cambios
$F_t$	fuerza periférica en el tambor de freno. ( $d_a N$ )
$F_{pie}$	fuerza pie [ $d_a N$ ]
$g$	gravedad [ $m/seg^2$ ]
$Z_c$	número de dientes del la corona diferencial
$Z2$	número de dientes de la rueda conducida
$Z1$	número de dientes de la rueda conductora
$Z_1, Z_2,$	
$Z_3, Etc.$	número de dientes de las distintas ruedas de cambio.
$Z_p$	número de dientes del piñón
$n_M$	número de revoluciones del motor [1/ min]
$n_p$	número de revoluciones del árbol principal [1/ min]
$M_p$	par del piñón [Nm]
$M_c$	par de la corona diferencial [Nm]
$M_A$	par del árbol de accionamiento [Nm]
$(\rho)$	peso en gramos
$P_L$	presión del líquido [ $daN/cm^2$ ]
$r$	radio de la rueda
$\epsilon$	relación de compresión

# ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 3. Vehículo que se seleccionó entre un lote de tres para reconstruirlo.....	11
Figura 3.2.1.1. Medición de la culata en busca de alabeos y deformaciones.....	17
Figura 3.2.1.2. Cámara de compresión.....	18
Figura 3.2.1.3. Válvula quemada por la deformación de su asiento.....	19
Figura 3.2.1.4. Válvula quemada por la falta de holgura en el taqué.....	20
Figura 3.2.1.5. Válvula quemada por detonación anticipada de la mezcla.....	20
Figura 3.2.1.6. Efecto del desgaste de la guía sobre el vástago de la válvula.....	21
Figura 3.2.1.7. Rectificado de una válvula.....	22
Figura 3.2.1.8. Asiento de la válvula.....	23
Figura 3.2.1.9. Rectificado de asientos de válvula.....	24
Figura 3.2.1.10. Verificación de la concentricidad del asiento de la válvula.....	25
Figura 3.2.1.11. Guía de válvula.....	25
Figura 3.2.1.12. Árbol de levas típico, hecho en una sola pieza.....	26
Figura 3.2.1.13. Taqué.....	27
Figura 3.2.1.14. Eje completo de balancines.....	28
Figura 3.2.1.15. Calibración de la holgura de los taqués.....	29
Figura 3.2.1.16. Bloque de cilindros típico.....	29
Figura 3.2.1.17. Verificación de la superficie mecanizada del block de cilindros.....	30
Figura 3.2.1.18. Eliminación del reborde de los cilindros.....	31
Figura 3.2.1.19. Mediciones del cilindro.....	32
Figura 3.2.1.20. Conicidad y ovalamiento.....	33
Figura 3.2.1.21. Rectificado de cilindro.....	35
Figura 3.2.1.22. Bruñido de cilindros.....	36
Figura 3.2.1.23. Conjunto completo de pistón y biela.....	37
Figura 3.2.1.24. Pistón.....	38
Figura 3.2.1.25. Segmentos de un pistón.....	39

Figura 3.2.1.26. Medición de la holgura del segmento con una galga..	40
Figura 3.2.1.27. Medición del juego en el segmento.....	40
Figura 3.2.1.28. Maneras en que puede ir montado el bulón.....	41
Figura 3.2.1.29. Cigüeñal de motor.....	43
Figura 3.2.1.30. Verificación de la alineación del cigüeñal con un calibrador de reloj.....	44
Figura 3.2.1.31. Muñón del cigüeñal con un reborde muy saliente.....	45
Figura 3.2.1.32. Medida del diámetro de un muñón con un tornillo micrométrico externo.....	47
Figura 3.2.1.33. Instalación de un segmento con un expansor.....	50
Figura 3.2.1.34. Lubricación de segmentos en los pistones y lubricación de los mismos para ser instalados.....	51
Figura 3.2.1.35. Tolerancias recomendadas para el alineado de la biela.....	52
Figura 3.2.1.36. Cuando el pistón no esta alineado con la biela el motor consume más aceite.....	53
Figura 3.2.1.37. Verificación de la holgura del cojinete de cabeza de biela.....	55
Figura 3.2.1.38. Medida del diámetro de la muñequilla del cigüeñal.....	55
Figura 3.2.1.39. Forma de instalar la cinta plástica en el cojinete.....	56
Figura 3.2.1.40. Medida de la holgura del cojinete con cinta plástica.....	57
Figura 3.2.1.41. Medida de la muñequilla que debe obtenerse antes del rectificado del cigüeñal.....	58
Figura 3.2.1.42. Rectificado del cigüeñal.....	60
Figura 3.2.1.43. Medida de la holgura axial del cigüeñal.....	62
Figura 3.2.1.44. Ubicación de cojinetes.....	63
Figura 3.2.1.45. Tolerancia de apriete para los cojinetes.....	64
Figura 3.2.1.46. Cojinetes de empuje para cigüeñal.....	65
Figura 3.2.1.47. Calibración de la holgura radial de los engranajes.....	68
Figura 3.2.1.48. Puesta a punto de la distribución.....	69
Figura 3.2.1.49. Instalación de la válvula.....	70
Figura 3.2.1.50. Orden de apriete de los pernos de la culata.....	72
Figura 3.2.2.1. Momento de giro del embrague.....	75
Figura 3.2.2.2. Mecanismo de varillaje para caja de cambios.....	76
Figura 3.2.2.3. Acople de mecanismo de varillaje a caja de cambio...	77
Figura 3.2.2.4. Varillaje de la caja de cambio.....	77
Figura 3.2.2.5. Primera marcha.....	82
Figura 3.2.2.6. Segunda marcha.....	83

Figura 3.2.2.7.	Tercera marcha.....	83
Figura 3.2.2.8.	Marcha atrás.....	84
Figura 3.2.2.9.	Puente posterior.....	86
Figura 3.2.2.10.	Relación de transmisión total.....	87
Figura 3.2.3.1.	Distribución de presión del líquido de freno que fue reemplazado.....	89
Figura 3.2.3.2.	Rectificado de tambor.....	89
Figura 3.2.3.3.	Resultado del rectificado del tambor.....	89
Figura 3.2.3.4.	Sistema de distribución doble circuito.....	90
Figura 3.2.3.5.	Generación de la presión.....	90
Figura 3.2.3.6.	Sistema de freno duplex.....	93
Figura 3.2.3.7.	Sistema de frenos simplex.....	94
Figura 3.2.3.8.	Diagrama para valor característico de los frenos.....	95
Figura 3.3.1.	Sistema de enfriamiento del motor.....	97
Figura 3.3.2.	Desenllantado y enllantado de neumático.....	98
Figura 3.3.3.	Instalación de luces altas, bajas, direccionales y de parada.....	99
Figura 3.3.4.	Calibración de luces altas y bajas.....	100
Figura 3.3.5.	Diagrama del sistema de arranque del motor.....	101
Figura 3.3.6.	Sistema de encendido primario y secundario bobina distribuidor.....	101
Figura 3.3.7.	Sistema de carga de la batería.....	102
Figura 4.2.1.	Calibración de la convergencia.....	107
Figura 4.2.2.	Calibración del ángulo de caída con el equipo de comprobación.....	108
Figura 4.6.1.	Vista lateral del vehículo.....	111
Figura 4.6.2.	Vista posterior del vehículo.....	111

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Descripción de los vehículos para su selección.....	12
Tabla 2	Descripción de los motores de los vehículos para la selección.....	13
Tabla 3	Tabla de medidas de conicidad y ovalamiento.....	32
Tabla 4	Datos para cojinetes de biela y bancada.....	59
Tabla 5	Medidas de rectificado de cigüeñal.....	59
Tabla 6	Cuadro para análisis costo hora máquina.....	114



## ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Vista Superior y Lateral Varillaje de Cambios	Pág. 78
Plano 2	Corte A-A' Varillaje de Cambios	79

# **CAPITULO I**

## **ANTECEDENTES**

El Instituto Técnico "SIMÓN BOLÍVAR" está situado en la ciudad de Guayaquil, y tiene relación muy directa con la empresa privada. Debido a que la formación técnica de los estudiantes se realiza de acuerdo con un perfil establecido por el Ministerio de Educación y Cultura, el Instituto Técnico Superior "SIMÓN BOLÍVAR" y la Empresa Privada.

De acuerdo al perfil ya establecido, los egresados del Instituto, tanto Bachilleres Técnicos, como Técnicos Superiores que prestan sus servicios en la empresa privada están capacitados tanto física, moral, como técnicamente para cumplir con las exigencias que esta amerita.

La formación que reciben los estudiantes a más de técnica es práctica, la que se realiza en los diferentes talleres instalados en la institución.

Por esta razón la institución tiene una gran demanda de compra de materiales para uso en los distintos talleres; estos materiales deben ser adquiridos sin pérdida de tiempo, ya que en caso de laborar con retrasos resultaría antieconómico para la misma, trayendo consigo el problema del retraso en los conocimientos de los estudiantes, o la pérdida de las habilidades adquiridas debido a la falta de práctica, ya que el año lectivo tiene un periodo de duración preestablecido.

Preocupado por la buena marcha de la Institución, el rector busca medidas que ayuden a solucionar el problema de abastecimiento de materiales y herramientas en caso de ser necesario.

En el mes de febrero de 1990, el rector del Instituto ha requerido de mis servicios y a la vez me invitó a observar la manera como se desarrollaba el proceso de adquisición de suministros, lo cuál realicé durante un periodo de 30 días laborables, a partir de lo cual puedo relatar algunas observaciones realizadas.

Entre los pasos realizados para la adquisición se encuentra el proceso de obtener proformas de los elementos requeridos, para ello el proveedor utilizó en diferentes oportunidades los medios de transportación pública, cancelando el valor de su uso con dinero de su propio peculio, lo que es totalmente ajeno a los intereses de una buena administración



Con estas observaciones llegué a la conclusión que era necesario obtener un vehículo tipo camioneta para agilizar la adquisición de suministros y repuestos, y así mejorar el tiempo de respuesta que el departamento de proveeduría empleaba en cumplir su función.

Conocedor que en la Institución existía varias camionetas totalmente abandonadas y desmanteladas en uno de sus talleres, le sugerí al Rector rehabilitar una de ellas, puesto que mi función dentro de la institución era laborar como jefe de área y profesor de mecánica automotriz del ciclo Post-Bachillerato.

Aceptada esta petición, la rehabilitación quedó bajo mi responsabilidad en conjunto con alumnos que tomarían la materia de taller automotriz.

El Instituto Técnico "SIMÓN BOLÍVAR", encierra en su área técnica 5 talleres:

- Mecánica Automotriz
- Mecánica Industrial
- Electricidad.
- Electrónica
- Refrigeración y aire acondicionado

Los mismos que tienen relación con la empresa privada, ya que la organización de cada taller se asemeja a la de los talleres de mantenimiento que posee la empresa privada.

El taller tiene dentro de su infraestructura equipo, maquinaria, y herramientas que nos permiten desarrollar trabajos de reparación y rectificado de todos los elementos que conforman el vehículo.

Uno de los problemas fundamentales ha sido siempre el abastecimiento de materiales para los talleres, ya que estos han llegado siempre retrasados; ocasionando pérdidas de tiempo.

Los principales motivos son:

- La Burocracia de las instituciones estatales.
- La falta de un profesional adecuado o preparado para esta finalidad.
- La falta de un medio de movilización rápida y oportuna.

De los causales anteriores, el último es el que ocasiona más pérdida de tiempo.

Tomando en consideración todos estos parámetros se ha llegado a la conclusión de que la institución debe adquirir un vehículo para cumplir con dicho objetivo.

# CAPITULO 2

## 2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

### 2.1 Alquiler de Vehículo.

Para cumplir con la demanda de materiales, efectuar la compra, u obtener proformas, así como también para realizar operaciones afines, sería necesario el empleo de vehículos ajenos a la institución y de esta manera se obtendría mayor rapidez en el suministro y podríamos reducir la pérdida de tiempo.

Esta alternativa presenta la siguiente desventaja: por no ser vehículo propio, solo se dispone por tiempo limitado; provocando de esta manera las molestias en la adquisición de materiales, motivo por el cual el suministro de materiales sería en forma parcial y no sería rentable para la institución, puesto que no podría cumplir con la gran

demanda, ya que se lo realizaría en función de periodos de tiempo y encarecería el valor.

## **2.2. Comprar un vehículo**

En la adquisición de un vehículo para la Institución el punto más importante que se debe tomar en consideración es el volumen de compras que con él se pueda transportar, sin olvidar la capacidad de carga demandadas por las características físicas, como peso, dimensiones, y volumen de los elementos a transportar.

El vehículo que se escoja deberá tener una capacidad en tonelaje superior al 50% del peso y tamaño de las piezas que se compre.

Por consiguiente, esto nos lleva a clasificar los vehículos considerando los siguientes aspectos:

- Tipo de trabajo
- Aplicación
- Tipo de Funcionamiento

El Tipo de trabajo determina esencialmente la constitución del vehículo, la aplicación tiene gran importancia en la configuración y dotación del vehículo; circunstancia que se manifiesta por ejemplo en

la cilindrada, la potencia del motor, la capacidad, el modelo y tipo, como también el costo del vehículo.

Refiriéndome al tipo de funcionamiento de los vehículos anotamos que tenemos: carros automáticos y mecánicos.

El Instituto Técnico SIMÓN BOLÍVAR es una Institución estatal que posee varios talleres como se anotó anteriormente, no necesita un vehículo para uso particular como sería el caso del carro automático, sino más bien necesita incorporar en su área un vehículo tipo mecánico, que sería el más adecuado y que serviría para múltiples usos, así como para poder satisfacer la gran demanda de compra de materiales que se genera en los talleres.

De lo expuesto se presentan tres alternativas para la adquisición del vehículo.

- Importar un vehículo nuevo
- Comprar un vehículo usado
- Reconstrucción de vehículo propio.

### **2.2.1 Importar un vehículo.**

Toda decisión que se tome en forma oportuna resulta provechosa, ya que la devaluación monetaria en nuestro país



avanza a ritmo acelerado, pero también tiene sus implicaciones de fondo ya que debe estar sujeta a un análisis profundo.

Entre las ventajas tenemos:

**Funcionabilidad.-** Un vehículo nuevo tiene todas las condiciones para que su funcionamiento sea eficiente ya que cuenta con todos sus componentes y partes completamente nuevos.

**Garantía.-** Todo fabricante de vehículos o distribuidores ofrecen garantía y servicio técnico de mantenimiento por un año o más, y algunos también ofrecen seguro para el vehículo.

Las desventajas son:

**Precio.-** Todo automotor que se adquiere nuevo está estipulado en el régimen arancelario como un bien de capital, por lo tanto el porcentaje de impuestos que se tiene que pagar es realmente muy elevado.

**Pérdidas para el País.-** Existen pérdidas de divisas para el país por los dólares que se entregan al exterior.

## 2.2.2 Compra de vehículo usado

En nuestro país se pueden encontrar vehículos usados que pertenecen a empresas estatales o privadas que ha dejado de ser utilizados, porque las empresas han cerrado sus puertas u otra razón.

Las ventajas en este caso son:

**Precio.-** El vehículo está libre de impuestos y el precio por supuesto será más bajo que el de importación.

**Ahorro de Divisas.-** No existe ningún pago de dólares al exterior.

Sus desventajas son:

**Precisión.-** Generalmente los vehículos después de varios años de servicio y la falta de mantenimiento pierde su capacidad de funcionamiento.

**Sistemas de Funcionamiento.-** Que los diferentes sistemas del vehículo; como motor, caja de cambio, freno, o de transmisión, pueden estar rotos o desgastados.

**Componentes del vehículo.-** Los elementos o partes que conforman el vehículo pueden estar incompletos.

## 2.3 Reconstrucción de vehículo propio

De las tres alternativas propuestas, ésta última es la apropiada para la institución, puesto que dispone de un vehículo tipo camioneta y no muy antigua.

Las ventajas que presenta esta alternativa son muy importantes porque:

a.- El trabajo de rectificado de los elementos que conforman los diferentes sistemas del vehículo, se realizará en el taller automotor de la institución.

b.- Sirve como real práctica para los estudiantes.

La desventaja más importante que podemos anotar, es la misma que intentamos resolver, es decir las dificultades para adquirir las partes necesarias, estas dificultades provienen en parte de que posiblemente algunas partes no existan en el mercado local, y a que el proveedor no es un técnico en vehículos y algo que acostumbran los vendedores de repuestos es ofrecer algo diferente a lo solicitado pero que según ellos también puede usarse o adaptarse, las demás dificultades son comunes a estos procesos en Instituciones públicas de nuestro país.

## CAPITULO 3

### 3. ANÁLISIS, MEDICIONES Y RECTIFICADO DE LOS ELEMENTOS DEL VEHÍCULO.

Después de observar los vehículos existentes (ver figura 3), se selecciona camioneta International, año 1975. (ver tabla 1)



FIGURA 3. VEHÍCULO QUE SE SELECCIONÓ ENTRE UN LOTE DE TRES PARA RECONSTRUIRLO.

**Tabla 1****Descripción de los vehículos para su selección**

<b>Vehículo</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo</b>	<b>Estado</b>	<b>Cant.</b>
International	1975	camioneta	incompleta	3
Toyota	1973	camioneta	incompleta	1
Datsun	1972	auto	incompleto	1
Chevrolet Luv	1975	camioneta	incompleta	1

Para tomar la decisión anotada se valoró el estado de los sistemas de los vehículos, particularmente los de mayor costo, y la factibilidad de repararlos con los elementos al alcance de la Institución. En este punto fue decisiva la existencia de tres vehículos International de características similares por lo que la intercambiabilidad de las partes garantizaba una importante disminución de costos y ahorro de tiempo, evaluado en conjunto con los demás factores involucrados fue clara la conveniencia de rehabilitar la camioneta marca International.

Un sistema de importancia es el de combustión por lo que expongo un cuadro comparativo del elemento más importante de este sistema, como es el motor. (ver tabla 2)

**Tabla 2**

**Descripción de los motores de los vehículos para la selección.**

Vehículo	Motor	Tipo	Estado
International	Rambler	6 cilindros	Malo
Toyota	Toyota	4 cilindros	Incompleto
Datsun	Nissan	4 cilindros	Incompleto
Chevrolet	Izusu	4 cilindros	Incompleto

**3.1. Inspección y determinación de fallas.**

Todo trabajo de reconstrucción se compone de un gran número de operaciones. Un vehículo de tipo mecánico de mediana capacidad requiere de múltiples operaciones desde su limpieza hasta su funcionamiento.

Para determinar el estado y necesidades del vehículo para su reconstrucción, fue necesario realizar una inspección general llegando a la siguiente conclusión:

### **3.1.1. Partes mecánicas**

Detalle del estado de sistemas mecánicos del vehículo

- El motor esta incompleto, falta el carburador.
- La caja de cambios esta completa, no tiene varillaje de mando.
- La transmisión esta completa.
- Dirección mecánica, tiene mucha holgura
- Llantas y neumáticos rotos, deben cambiarse.
- Sistema de frenos incompleto
- Carrocería, en mal estado baide y cabina

### **3.1.2 Instalaciones eléctricas**

Detalle del estado de sistemas eléctricos del vehículo

- Motor de arranque en mal estado.
- Accesorios eléctricos no existen.



- Alternador en mal estado.
- Batería, no existe.
- Sistema eléctrico de carga, en mal estado.
- Sistema de arranque, no existe.
- Sistema eléctrico de luces, no existe.
- Faros y Luces incompletas.

## **3.2. Selección y rectificado de los elementos del vehículo.**

### **3.2.1. Motor de combustión interna.**

El motor es a gasolina, de marca Rambler, de tipo 6 cilindros lineal.

En una primera inspección visual se pudo apreciar que no había recibido ese motor el mantenimiento básico por cuanto el óxido era notorio, los empaques estaban en mal estado, e incluso faltaban algunos elementos, como bujías, pernos de ajuste del cabezote, cables del distribuidor.

Para hacer la reparación del motor, el mismo se desarmó realizando marcas previas, encontrándose que las partes como el cabezote, block, cigüeñal, están en condiciones



standard de medida y que por su desgaste estos necesitan ser rectificadas. Como corolario de la afirmación anterior es de notar que es muy probable que ese motor jamás había recibido un mantenimiento interno, porque de haber sido así sus medidas ya no habrían sido standard.

### **Inspección del cabezote.-**

La deformación de la superficie de contacto mecanizada de la culata, se evidencia de la manera siguiente:

1. Limpiar cuidadosamente toda la superficie mecanizada.
2. Con una regla de gran precisión y con una galga se mide la deformación en cada extremo y entre los cilindros, como indica en la Figura 3.2.1.1 También se debe comprobar la deformación longitudinal en 6 puntos, por lo menos.
3. Comprobada la deformación o el alabeo de la culata hay que decidir si se puede reinstalar y necesita ser cepillada.

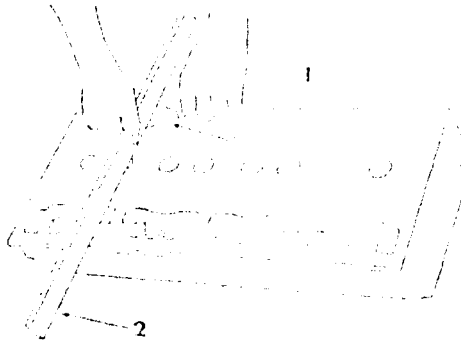


FIGURA 3.2.1.1. MEDICIÓN DE LA CULATA EN BUSCA DE ALABEOS Y DEFORMACIONES.

Se procede a rectificar la superficie plana que realiza contacto con el block con una disminución de espesor de 0,05mm con un límite máximo de disminución de hasta 0,2 mm de espesor, con el consiguiente aumento de la relación de compresión. Este fenómeno se presenta ya que se disminuye el Volumen de la cámara de compresión  $V_c$ . La relación de compresión indica cuantas veces es mayor el volumen del cilindro que la cámara de compresión, indica por lo tanto a cuanto se reduce por compresión, el volumen original de la mezcla combustible-aire.

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c} = \text{relación de compresión.}$$

La compresión en los cilindros origina lo siguiente.

1.- Aumento de la presión

2.- Elevación de la temperatura

3.- La mezcla del aire con el combustible

4.- La gasificación íntegra de la mezcla combustible-aire

La cámara de combustión es el espacio sobre el punto muerto superior y es igual a:

$$V_c = \frac{V_h}{\epsilon - 1}$$

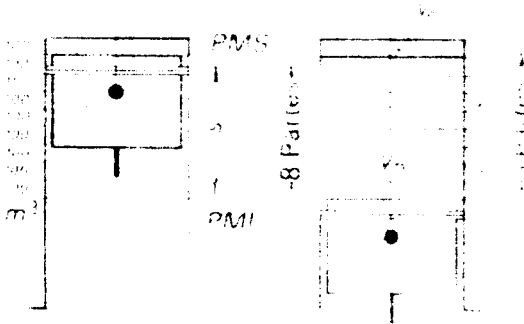


FIGURA 3.2.1.2. CÁMARA DE COMPRESIÓN.

### Válvulas.- inspección de averías

Causas principales:

Guías de válvulas gastadas

Rectificado de la válvula

Asientos de válvulas

Rectificado Asiento de válvulas

Árbol de levas.

Puesta a punto del árbol de levas

Taqués

Balancines

Holgura del árbol de levas

### **Causas Principales**

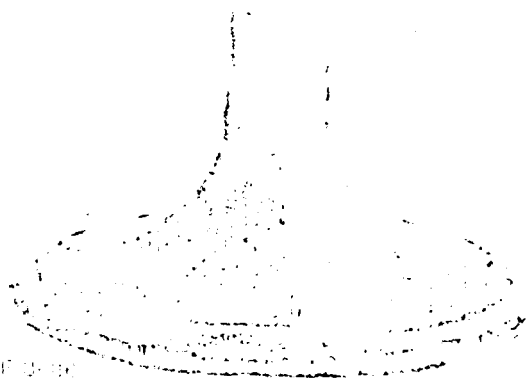
Deformación del asiento de la válvula

Válvula quemada por la falta de holgura

Válvula quemada por detonación prematura de la mezcla

Guías de válvula gastadas

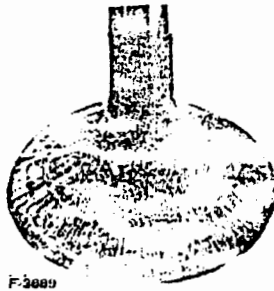
Válvula quemada por la deformación de su asiento



**FIGURA 3.2.1.3. VÁLVULA QUEMADA POR LA DEFORMACIÓN DE SU ASIENTO.**

La válvula ilustrada en la figura 3.2.1.3. está quemada por que su asiento está deformado.

## Válvula quemada por falta de holgura en el taqué.



F.3009

FIGURA 3.2.1.4. VÁLVULA QUEMADA POR LA FALTA DE HOLGURA EN EL TAQUÉ.

La avería de la válvula representada en la figura 3.2.1.4. se origino por haber trabajado con poca holgura en el taque. Al no poder cerrar la válvula herméticamente los gases escapan en plena combustión y la queman.

Válvula quemada por detonación prematura.

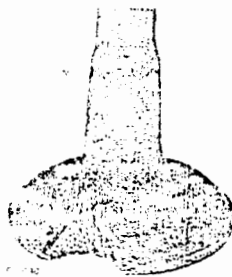


FIGURA 3.2.1.5 VÁLVULA QUEMADA POR DETONACIÓN ANTICIPADA DE LA MEZCLA.

En la figura 3.2.1.5. se ha reproducido una válvula quemada por la explosión anticipada de la mezcla. La válvula puede alcanzar

temperaturas tan altas que llega a fundirse el metal y a desprenderse a trozos por el paso de los gases.

La explosión adelantada de la mezcla se puede producir por alguna de las siguientes causas:

Puesta a punto incorrecta.

Depósitos de carbonilla en la cámara de combustión.

Bujías muy calientes o con el cono de porcelana.

Relaciones de compresión demasiado altas.

Guías de válvula gastadas



**FIGURA 3.2.1.6. EFECTO DEL DESGASTE DE LA GUÍA SOBRE EL VÁSTAGO DE LA VÁLVULA.**

La válvula ilustrada en la figura 3.2.1.6. se averió por haberse quemado. Es probable que la causa de que se quemara por la carbonilla que había llegado a penetrar en ella.

Cotas necesarias para reparar las válvulas.

Diámetro interior de la guía

Longitud de la guía

Separación entre guía y cabeza

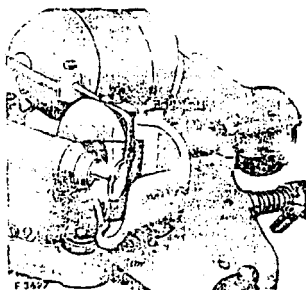
Diámetro exterior del vástago.

Ángulo del asiento.

Diámetro de las cabezas

Diámetro del asiento.

### **Rectificado de las válvulas**



**FIGURA 3.2.1.7. RECTIFICADO DE UNA VÁLVULA.**

Aplicar la válvula sobre la piedra de la máquina con el ángulo que se especifique (figura 3.2.1.7.) con objeto de que el asiento de la válvula se haga antes.

## Asientos de válvula

La superficie mecanizada en el bloque de cilindros o en la culata, sobre la que se apoya la cabeza de la válvula al cerrarse, se llama asiento de la válvula. Normalmente este asiento forma un ángulo de 30 o de 45 grados con el plano de la cabeza de la válvula. (figura 3.2.1.8.).

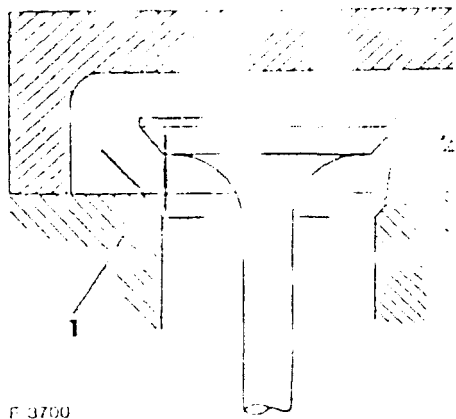


FIGURA 3.2.1.8. ASIENTO DE LA VÁLVULA

Por regla general, el asiento es del mismo material que el bloque o la culata y se mecaniza y esmerila para que haga un cierre hermético con la superficie mecanizada de la cabeza de la válvula.

**Rectificado de los asientos de válvulas.**



El asiento de válvula debe especificarse de manera que quede expuesta hacia la cámara de combustión. La menor superficie de cierre de la válvula posible.

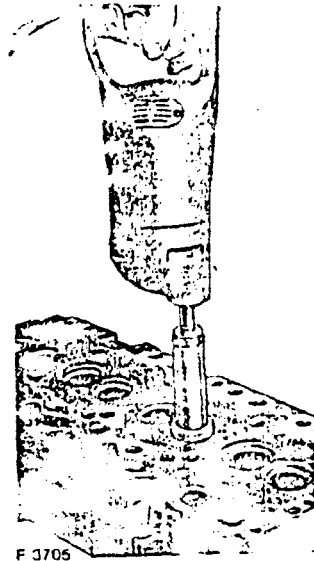


FIGURA 3.2.1.9. RECTIFICADO DE ASIENOS DE VÁLVULA.

### Precauciones en el rectificado

- a) No rectificar demasiado tiempo.
- b) No aplicar demasiada presión. Durante el rectificado se debe suspender el torno con la mano.
- c) Mantener limpia la zona de trabajo.
- d) Verificar el ancho del asiento y observar la forma de contacto con la cabeza de la válvula.



FIGURA 3.2.1.10. VERIFICACIÓN DE LA CONCENTRICIDAD DEL ASIENTO DE LA VÁLVULA.

Verificar la excentricidad del asiento de la válvula con un calibre de reloj (figura 3.2.1.10. ).

### **Guías de válvulas**

La guía de la válvula mantiene a ésta centrada para que se sitúe perfectamente. También contribuye a disipar el calor del vástago de la válvula.



FIGURA 3.2.1.11. GUÍA DE VÁLVULA

## Árbol De Levas

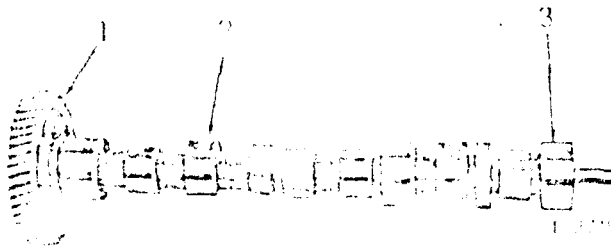


Diagrama de un árbol de levas típico, hecho en una sola pieza.

### FIGURA 3.2.1.12. ÁRBOL DE LEVAS TÍPICO, HECHO EN UNA SOLA PIEZA.

Los árboles de levas para motores pequeños o medianos suelen ser de una sola pieza, de fundición o forjados (figura 3.2.1.12.). el árbol lleva una leva de admisión y otra de escape por cada cilindro, además de varias muñequillas sobre la que gira, el diámetro de estas muñequillas es suficientemente grande para que se pueda sacar el árbol de levas por un extremo del bloque de cilindros.

### Puesta A Punto Del Árbol De Levas

En el motor de cuatro tiempos, el árbol de levas gira a la mitad de las revoluciones del cigüeñal, de manera que cada válvula se abre y se cierra una vez mientras el cigüeñal da dos revoluciones completas.

## Taqués

Los taqués se apoyan sobre la leva y abren la válvula por intermedio de una varilla empujadora y un balancín (FIGURA 3.2.1.14. ).



FIGURA 3.2.1.13. TAQUÉ

Los taqués suelen tener la forma de un platón y van alojados en una guía vertical sobre la leva.

Nota: Los taqués se pueden llamar también levanta válvulas.

## Balancines

Los motores que llevan las válvulas en cabeza necesitan balancines para actuar. Las válvulas desde el árbol de levas, situado en el bloque de cilindros. Los balancines suelen ir montados sobre un solo eje hueco, encima de la culata del motor. (figura 3.2.1.14.).

El eje lleva unos orificios por los que se hace llegar el aceite de lubricación a cada uno de los balancines.

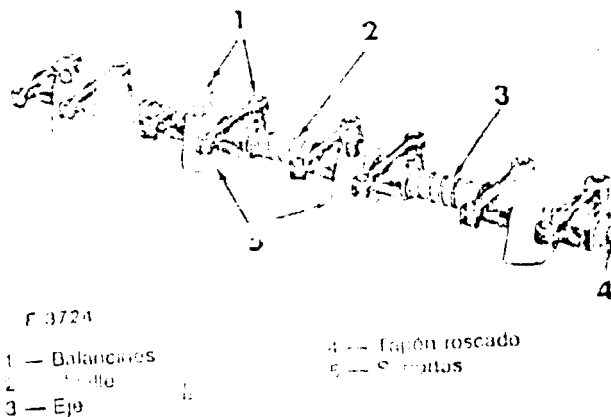


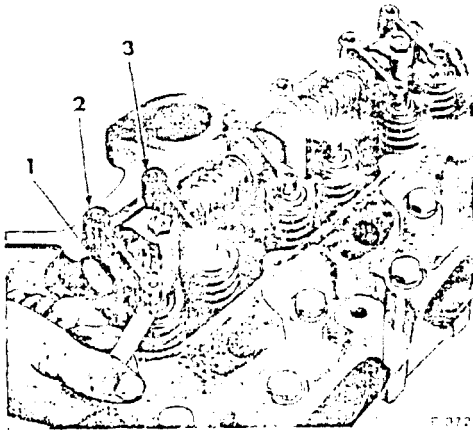
FIGURA 3.2.1.14. EJE COMPLETO DE BALANCINES.

### Holgura de la válvula

Toda válvula correctamente ajustada queda con una determinada holgura entre el extremo de su vástago y la punta del balancín. Esta holgura se suele referir más corrientemente al taqué.

Esta holgura es pequeña, pudiendo estar comprendida entre 0,15mm y 0.76 mm.

## Ajuste de la holgura de los taqués.



1 — Gargu 2 — Válvula de escape 3 — Válvula de escape

## FIGURA 3.2.1.15. CALIBRACIÓN DE LA HOLGURA DE LOS TAQUÉS.

### Block de cilindros

El bloque de cilindros es el soporte principal para los componentes básicos del motor (figura 3.2.1.16.) Suele ser de una sola pieza, de fundición de hierro gris.

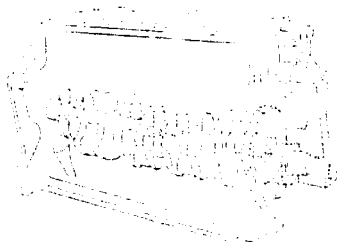


FIGURA 3.2.1.16. BLOQUE DE CILINDROS TÍPICO.

Con una regla grande y exacta y una galga, se verifica la superficie mecanizada del bloque de cilindros (figura 3.2.1.17.) esta superficie debe ser perfectamente igual y lisa para hacer un cierre hermético para la compresión, el agua y el aceite.

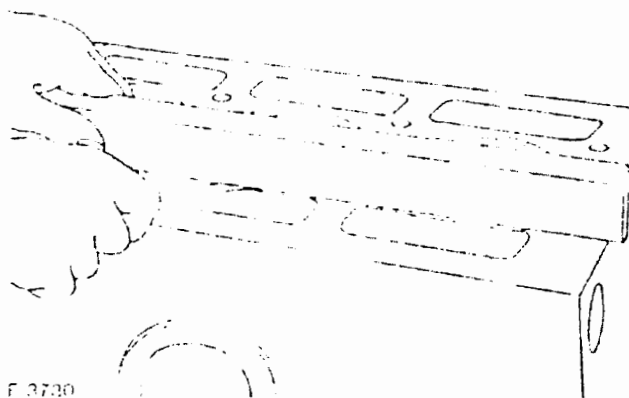


FIGURA 3.2.1.17. VERIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE MECANIZADA DEL BLOQUE DE CILINDROS

## Cilindros

El cilindro es un tubo vacío en el que se aloja el pistón.

Hay dos tipos de cilindros:

Fundidos en el bloque.

Encamisados.

## Eliminación del reborde de los cilindros

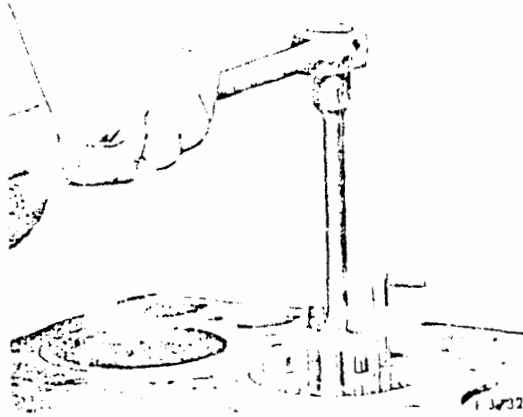


FIGURA 3.2.1.18. ELIMINACIÓN DEL REBORDE DE LOS CILINDROS.

A medida que se va desgastando el cilindro, se va formando un reborde en el límite superior de la zona barrida por los segmentos. Cuando este reborde es ya muy saliente, los pistones se pueden averiar al intentar sacarlos del cilindro.

Estos rebordes se eliminan por medio de un escariador especial para cilindros.

## Medida de la conicidad y ovalización de los cilindros

En el cilindro se hacen las siguientes medidas:

Medida del diámetro paralelo al eje del cigüeñal, en el extremo superior de la zona barrida por los segmentos.



Medida del mismo diámetro en el extremo inferior de la zona barrida por los segmentos.

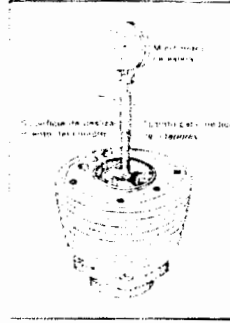
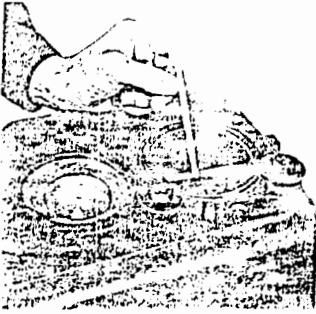


FIGURA 3.2.1.19. MEDICIONES DEL CILINDRO.

Sin embargo debería rectificarse o cambiarse la camisa siempre que la conicidad u ovalización del cilindro fuera mayor de 0,15 mm.

### Desgastes

Mediciones de conicidad y ovalamiento.

### Tabla No. 3

Tabla de medidas de conicidad y ovalamiento.

	1	2	3
A	75.10	75.08	75.05
B	75.12	75.02	75.03

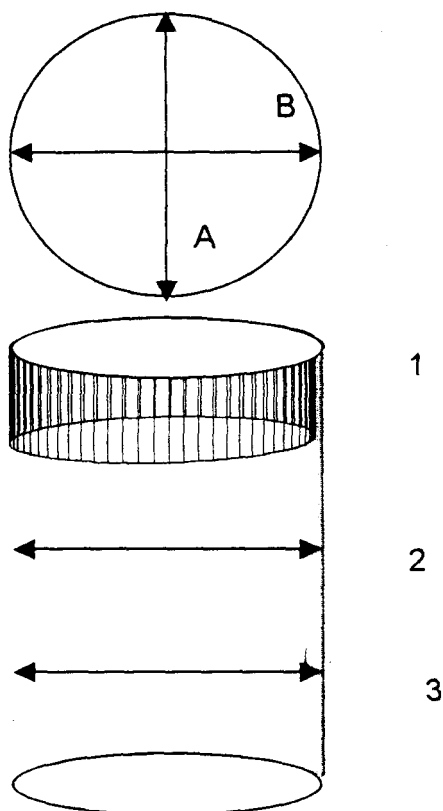


FIGURA 3.2.1.20. CONICIDAD Y OVALAMIENTO

**Conclusión.-** El cilindro en nuestro caso se debe rectificar a la siguiente medida, porque su desgaste máximo es de 0,12 y se lo realizará a + 0,50 mm que es nuestra primera sobremedida como nos indica la tabla de rectificado.

### **Rectificado de cilindro**

Las operaciones de rectificado deberán hacerse a las medidas correspondientes a las sobremedidas de los pistones, de manera que quede un huelgo de montaje entre pistón y cilindro de 0,05 mm.

Generalmente los pistones se fabrican a sobremedidas de 0,1 a 0,2, 0,4, 0,6 y 0,8 mm; pero no todos los fabricantes dan estas sobremedidas, por lo que antes de rectificar deberá saberse si existen pistones de la sobremedida a la cual se quiere rectificar.

Si se presenta la necesidad de sobrepasar las medidas límite, es necesario recurrir al encamisado del cilindro, consistente en colocar nuevas camisas en el bloque.

### **Las operaciones de rectificado.**

El rectificado se hace dejándolos en la tabla de sobremedidas en la primer sobremedida normalizada.

El rectificado de los cilindros debe hacerse tomando las siguientes precauciones:

Afilar debidamente la herramienta de corte.

Cerciorarse de que la superficie superior del bloque de cilindros está perfectamente lisa.

Limpiar muy bien la base de la barra de apoyo antes de instalarla.

Dar un primer corte más basto para terminar con un corte más fino.



FIGURA 3.2.1.21. RECTIFICADO DE CILINDRO.

### **Esmerilado del cilindro después del rectificado.**

Debe emplearse siempre una piedra del grano que se indique para obtener el acabado preciso.

Las piedras se tienen que limpiar frecuentemente con un cepillo de púas de alambre.

Deben consultarse las instrucciones del fabricante de la herramienta sobre el empleo de aceite o petróleo.

Cuando la superficie aparece ya aceptablemente limpia, se saca la esmeriladora, y se mide el diámetro del cilindro.

El desvitricado se hace de forma que deja la superficie del cilindro con un rayado oblicuo entrecruzado, que forma innumerables celdillas que retienen el aceite durante el periodo de suavizado de los segmentos.

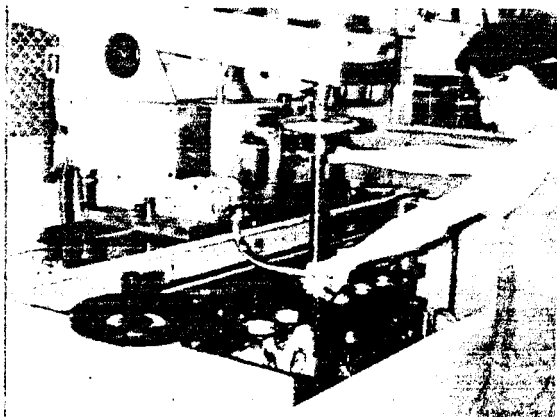


FIGURA 3.2.1.22. BRUÑIDO DE CILINDROS

Deben darse cuatro pasadas a cada cilindro. El cepillo rotatorio debe girar a poca velocidad y debe subirse y bajarse para obtener un acabado de bruñido apropiado dentro del cilindro.

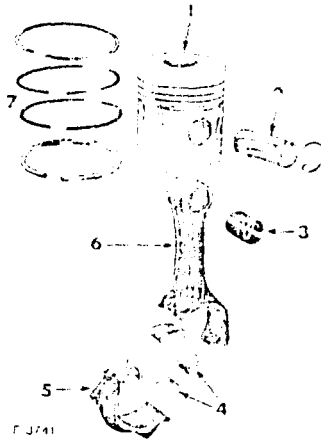
### **Pistones**

El pistón cumple las tres funciones siguientes:

Recibe la fuerza de la combustión.

transmite esta fuerza al cigüeñal

Lleva los segmentos que hermetizan y barren el cilindro.



- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| 1 — Pistón               | 5 — Codo trazo de la Biela |
| 2 — Anillos de Pistón    | 6 — Biela                  |
| 3 — Anillos para limpiar | 7 — Escobillas             |
| 4 — Medios cojinetes     |                            |

FIGURA 3.2.1.23. CONJUNTO COMPLETO DE PISTÓN Y BIELA.

## Partes del pistón

Las partes del pistón son:

Cabeza

Falda

Ranuras para los segmentos

Estrías

En la figura 3.2.1.24. se ha reproducido un pistón típico con todas sus partes.

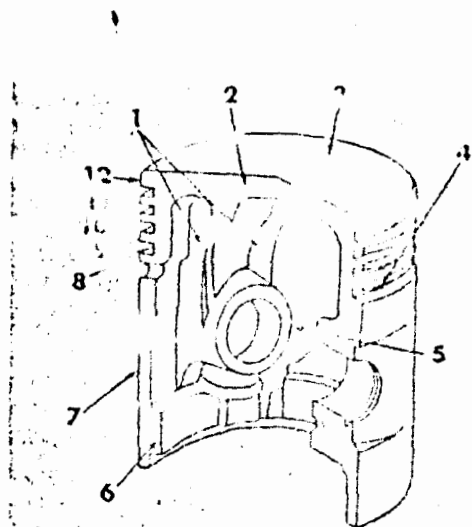


Fig. 3.2.1.24

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1 — Refuerzos para el cojinete del bulón                        | 6 — Refuerzo de la cabeza   |
| 2 — Nervio en la cabeza   | 7 — Falda para el segmento  |
| 3 — Cabeza  | 8 — Ranura para el segmento |
| 4 — Orificio para el vaciado del aceite por detrás del segmento | 9 — Cuarta estria           |
| 5 — Cojinete para el bulón                                      | 10 — Tercera estria         |
|   | 11 — Segunda estria         |
|   | 12 — Estria superior        |

FIGURA 3.2.1.24. PISTÓN.

## Segmentos

Los segmentos realizan tres funciones:

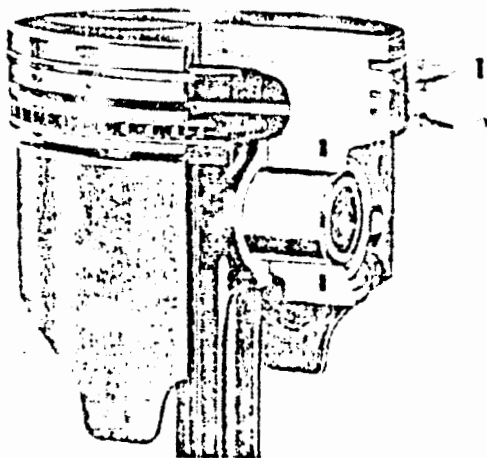
- 1) Hacen un cierre hermético para los gases entre el pistón y el cilindro.
- 2) Ayudan a enfriar el pistón derivando el calor.
- 3) Barren el aceite de lubricación entre el pistón y la pared del cilindro.

Los segmentos son de dos clases:

## De compresión

De rascado o engrase

Los segmentos de compresión (figura 3.2.1.25.) impiden que los gases pasen al carter del motor en los tiempos de compresión y explosión.



- 1 — Segmentos de compresión  
2 — Segmentos rascadores del aceite

FIGURA 3.2.1.25. SEGMENTOS DE UN PISTÓN.

El segmento para el barrido del aceite es el más inferior de los que lleva el pistón.

**Verificación del desgaste de los alojamientos para los segmentos.-**

El desgaste excesivo de los alojamientos para los segmentos, obliga a cambiar el pistón o a reacondicionar las ranuras.

Toda holgura lateral mayor de 0.20 mm debe considerarse excesiva.



### Medida de holgura del segmento con una galga.

El desgaste de las ranuras se verifica metiendo un segmento nuevo y calibrándola con una galga (figura 3.2.1.26.).

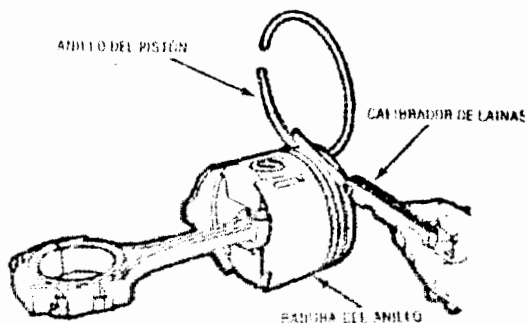


FIGURA 3.2.1.26. MEDICIÓN DE LA HOLGURA DEL SEGMENTO CON UNA GALGA.

### Medida del juego del segmento dentro del cilindro.

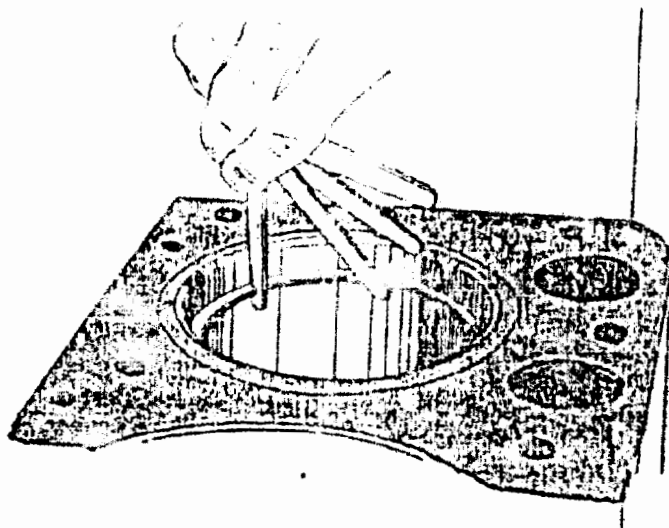


FIGURA 3.2.1.27. MEDICIÓN DEL JUEGO EN EL SEGMENTO.

Valores por cada 25 mm de diámetro deben tener 0.015mm como mínimo, por cada 25 mm de diámetro debe tener 0.03mm como máximo.

### Bulones De Pistón

El bulón une la biela con el pistón.

Los bulones pueden ir montados de tres maneras diferentes (figura 3.2.1.28.):

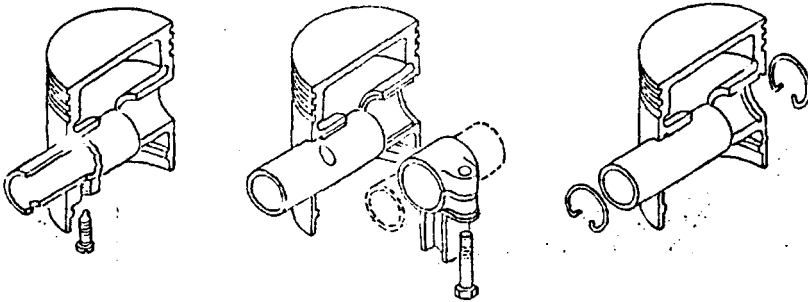


FIGURA 3.2.1.28. MANERAS EN QUE PUEDE IR MONTADO EL BULÓN.

Bulón fijo – va fijo al pistón y gira en el pie de la biela.

Bulón semi-flotante – va fijo a la biela y se mueve en el pistón.

Bulón flotante – gira en la biela y en el pistón.

Casi todos los bulones van flotantes, girando sobre cojinetes tanto en la biela como en el pistón.

## **Bielas**

La biela tiene que ser ligera y, no obstante, suficientemente robusta como para transmitir al cigüeñal la fuerza de empuje del pistón.

La biela consta de un vástago con un pie en un extremo y una cabeza, de mayor diámetro, en el opuesto. el pie es el cojinete en que gira el bulón, mientras que la cabeza de la biela recibe la muñequilla del cigüeñal.

Por regla general, las bielas no se doblan ni retuercen en el funcionamiento del motor. Cuando lo están, suele ser debido a su defectuoso mecanizado o al mal trato que han recibido al hacer la reparación del motor.

El cigüeñal.- Transforma el movimiento alternativo de los pistones, en movimiento rotatorio, recibe la fuerza de todos los pistones, para acumularla en el volante del motor.

Partes de que consta el cigüeñal.

- Muñequillas y muñones para los cojinetes de bancada y de cabeza de biela.
- Contrapesos que lo equilibran cuando gira

- Contrapesos- pesos equilibrados opuestos a las muñequillas del cigüeñal.

Los contrapesos del cigüeñal se disponen de tal manera que se consigue que: figura 3.2.1.29.



FIGURA 3.2.1.29. CIGÜEÑAL DE MOTOR.

### El equilibrio del Motor

La supresión de las vibraciones producidas por la rotación del eje.

El reparto uniforme de la carga entre los cojinetes de bancada

Compensar el orden de encendido del motor.

Los cigüeñales de 6 cilindros llevan 3 pares de contrapesos separados 120 grados entre sí.

**Reparación del Cigüeñal.** El cigüeñal se encuentra soportado por cojinetes de bancada, y se acoplan además cojinetes de cabeza de biela y se encuentra que las medidas de cojinetes de bancada y biela están con medidas estándar (STD).

## Inspección del cigüeñal

Se procede a desmontar los cojinetes de bancada y de biela, se observa el desgaste del cigüeñal y de los cojinetes.

Se desmonta el cigüeñal y se verifica la alineación con un calibrador de reloj, palpador o base magnética.

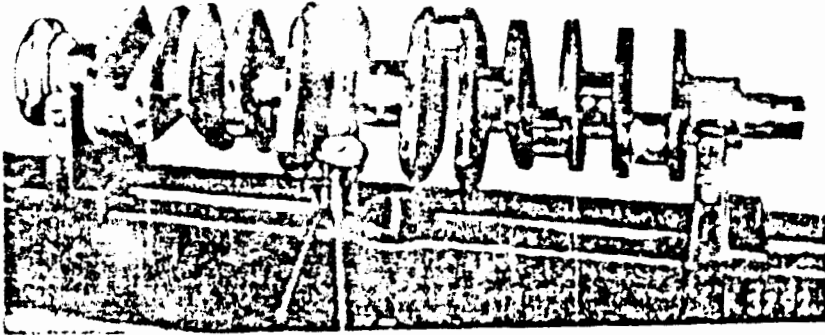


FIGURA 3.2.1.30. VERIFICACIÓN DE LA ALINEACIÓN DEL CIGÜEÑAL CON UN CALIBRADOR DE RELOJ.

Para éste caso se ubica el cigüeñal sobre dos bloques en V en los extremos, y se tomará la medida en los muñones de bancada y así sucesivamente.

La variación entre todas las medidas realizadas sobre le muñón central y los muñones, no debe sobrepasar la holgura madre tolerada para el aceite.

Medir el diámetro de todas muñequillas en todos los puntos. La diferencia entre los diámetros medidos indica la ovalización de la boquilla.

Algunos cigüeñales pueden presentar reborde causado por la ranura para el aceite que lleva el cojinete de la tapa figura 3.2.1.30. Si este reborde no se elimina antes de instalar los nuevos cojinetes, hará que estos queden excesivamente apretados durante el funcionamiento.

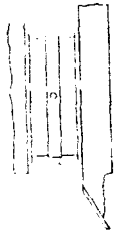


FIGURA 3.2.1.31. MUÑÓN DEL CIGÜEÑAL CON UN REBORDE MUY SALIENTE.

Cuando éste reborde es poco saliente, se consigue eliminar con papel de óxido de hierro enchapado en diesel, puliendo el muñón en forma circular, durante este trabajo se debe girar con frecuencia el cigüeñal, para no ovalizar el muñón.

Si el reborde sale más de 0.15 mm. se debe empezar por rebajarlo con papel de esmeril #120 y para el acabado final con papel de

esmeril #240. Se termina de pulir con papel de óxido de hierro húmedo.

Si los rebordes sobresalen más de 0.25mm. el cigüeñal se tiene que rectificar.

## **Cojinetes**

Los cojinetes son aquellos que sujetan el cigüeñal en su posición correcta, por tal razón las averías de los cojinetes suelen producirse por el desgaste del cigüeñal, por eso, siempre que se verifiquen los cojinetes de bancada y de cabeza de biela se tienen que verificar también los muñones y muñequillas del cigüeñal.

### **Inspección de los cojinetes.**

Sacar los medios cojinetes de la bancada y de la cabeza de la biela. Examinarlos en busca de señales de aceleración, desgaste o desprendimiento de metal, buscar también algún posible punto de máximo desgaste.

Mídase la holgura de los cojinetes de bancada o principales, después de sacar el cigüeñal del bloque, se ponen los medios cojinetes en la bancada con la tapa correspondiente dando a los tornillos el par de ajuste correspondiente recomendado.- Con un tornillo micrométrico externo, se mide el diámetro exterior del correspondiente muñón del

cigüeñal (figura 3.2.1.32.) La diferencia entre ambas medidas indica la holgura que tiene el cojinete.



**FIGURA 3.2.1.32. MEDIDA DEL DIÁMETRO DE UN MUÑÓN  
CON UN TORNILLO MICROMÉTRICO EXTERNO.**

Cojinetes principales de bancada, en todo motor los puntos que más se desgastan por tener que soportar la mayor carga, son los casquillos o los cojinetes utilizados para reducir la fricción.

Casquillo.- Funda cilíndrica que se usa en el pie de la biela, los balancines, la bomba de aceite, etc.

Cojinete.- Manguito cilíndrico o partido en dos mitades usados en las bancadas del cigüeñal en la cabeza de la biela, en el árbol de levas, donde la carga y velocidad son mayores.

**Materiales de los cuales se fabrican los cojinetes**



- 1.- Metal blando o de antifricción, a base de estaño o plomo.
- 2.- Aleaciones de Cu o Al.
- 3.- Cojinetes con varias capas de aleación de Cu o Al, alternando con Ag. Por lo general, el espesor de éstas capas viene a ser (0.33 – 0.6 )mm (0.013-0.025) pulg.

### Características

- 1.- Adaptabilidad, adaptarse en todo momento a la superficie del eje que gira en el cojinete.
- 2.- Permitir que se incrusten en él las pequeñas partículas de suciedad evitando que raspe el eje.
- 3.- No adherirse a la superficie del eje.
- 4.- Ser resistente a la corrosión por Sustancias químicas
- 5.- Tener alta resistencia térmica.

### Causas principales de las averías de los cojinetes.

Los fabricantes encontrarán que las causas más frecuentes son:

Suciedad	42.90%
Falta de lubricación	15.30%



Instalación incorrecta	_____	13.40%
Alineado incorrecto	_____	9.80%
Sobrecarga	_____	8.70%
Corrosión	_____	4.50%
Causa indeterminada	_____	5.40%

### **El volante del motor**

El volante cumple tres funciones en el motor:

- a.- Almacenar la energía cinética en cada golpe del pistón
- b.- Hacer redondo y uniforme el giro del cigüeñal
- c.- Transmitir la fuerza desarrollada por el motor

Además el Volante sirve para

- Arrancar al motor por intermedio de la corona del volante
- Para hacer de plato de fricción del embrague

### **Armado del motor**

Block de cilindros

Después de rectificadas los cilindros procedemos a hacer una limpieza total del block con sus respectivos cilindros.

Pasemos ahora a estudiar la pieza que trabaja dentro del cilindro – el pistón con sus segmentos.

### **Instalación de los segmentos en el pistón**

Cerciorarse primero de que el pistón se ha limpiado a fondo.

El segmento Rines debe instalarse con su cara superior hacia arriba para que rasque bien el aceite.

Para no retorcer o abrir demasiado el segmento, éste se debe instalar con ayuda de un expansor para segmentos (figura 3.2.1.33.).



**FIGURA 3.2.1.33. INSTALACIÓN DE UN SEGMENTO CON UN EXPANSOR.**

Normalmente, las puntas del segmento deben quedar en cualquier lugar de la periferia del pistón, puesto que, tanto los de compresión

como los de engrase, no van fijos y suelen rotar alrededor de la cabeza del pistón. A pesar de ello, las juntas de los segmentos sucesivos se deben dejar alternadas sobre la periferia del pistón.

### Instalación de los pistones.

Cada pistón debe lubricarse completamente, lo mismo que los segmentos, con aceite de motor, antes de instalarlo en el cilindro (figura 3.2.1.34.). Este aceite asegura el engrase de pistones, segmentos y cilindros durante las primeras revoluciones del motor y mientras el aceite de lubricación del mismo alcanza la presión necesaria para llegar hasta los cojinetes de las bielas.

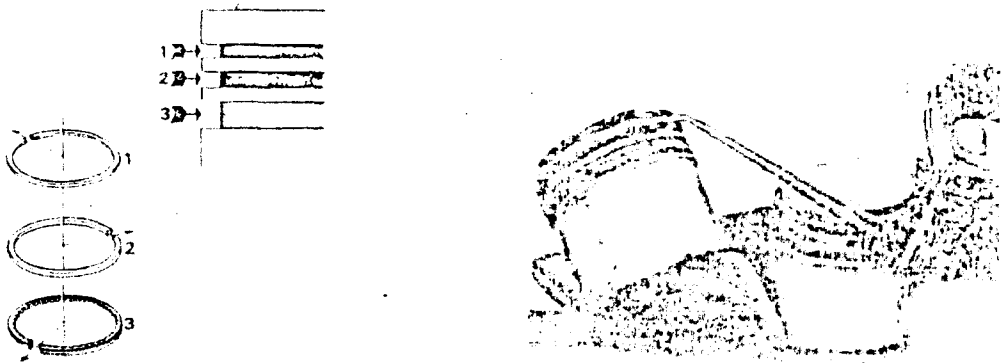


FIGURA 3.2.1.34. LUBRICACIÓN DE SEGMENTOS EN LOS PISTONES Y LUBRICACIÓN DE LOS MISMOS PARA SER INSTALADOS.

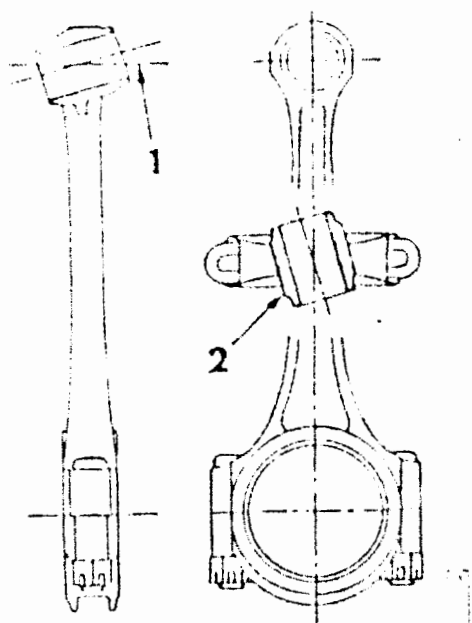
El pistón se instala después de colocarle un compresor para segmentos.

Empujar suavemente hacia abajo el pistón para hacer entrar los segmentos y se revisa el cilindro, en el que puede haberse dejado, inadvertidamente, una parte del reborde saliente superior.

Jamás se debe golpear la cabeza del pistón, para no averiar ésta o los segmentos.

### Alineado de la biela

La biela tiene que estar alineada con unas tolerancias muy pequeñas para evitar el desgaste excesivo de los cojinetes de biela. (figura 3.2.1.35.).



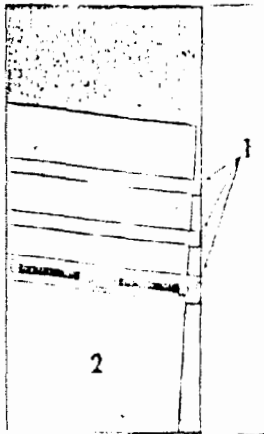
1. El taladro debe presentar un paralelismo de 0.025 mm en 152 mm.
2. La falta de perpendicularidad no debe ser mayor de 0.025 mm en 152 mm.

FIGURA 3.2.1.35. TOLERANCIAS RECOMENDADAS PARA EL ALINEADO DE LA BIELA.

El eje del taladro del pie de la biela para el casquillo del bulón, y el eje del taladro de la cabeza para el cojinete de la muñequilla del cigüeñal, deben tener un paralelismo que no se desvíe en más de 0,025 mm. en 152.4 mm.

Las bielas nuevas o reacondicionadas suelen tener materiales suficiente en el pie para permitir un rectificado, con objeto de alinearla y montar un bulón normal o de sobremedida.

#### **Alineado del pistón con la biela.**



- 1.- El ángulo superior de los segmentos se aplica contra la pared del cilindro.
- 2.- El pistón no está alineado con la biela

**FIGURA 3.2.1.36. CUANDO EL PISTÓN NO ESTA ALINEADO CON LA BIELA EL MOTOR CONSUME MÁS ACEITE.**

El pistón tiene que trabajar perfectamente cuadrado con el cilindro, para que los segmentos puedan hacer un buen cierre (figura 3.2.1.36.). Un pistón mal alineado con su biela, no solamente da lugar a un mayor consumo de aceite y pérdida de compresión, sino que también impone grandes cargas a los cojinetes de biela, los pistones y las paredes del cilindro.

### **Holgura de cojinetes**

La holgura de los cojinetes tiene como objetivo facilitar el flujo de los lubricantes, los cuales llegan hasta el espacio entre el cojinete y el muñón del cigüeñal por medio de agujeros previstos en el eje del cigüeñal.

Instalar los sombreretes en la cabeza de la biela, con los medios cojinetes correspondientes y dar a los tornillos el par de apriete indicado en el manual del taller.

Medir ahora el diámetro interior del cojinete de cabeza de biela en varios puntos (figura 3.2.1.37.). Medir también el diámetro exterior de la correspondiente muñequilla del cigüeñal en varios puntos (figura 3.2.1.38.).

Comparando las dos medidas se halla la holgura del cojinete de cabeza de biela.

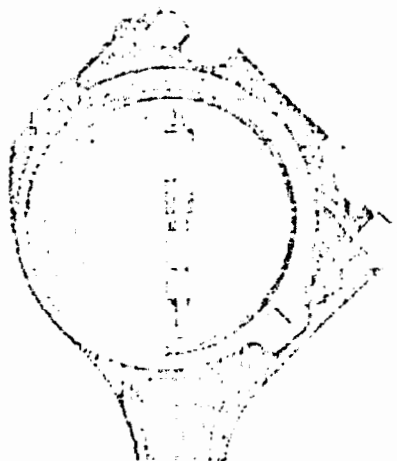


FIGURA 3.2.1.37. VERIFICACIÓN DE LA HOLGURA DEL COJINETE DE CABEZA DE BIELA.

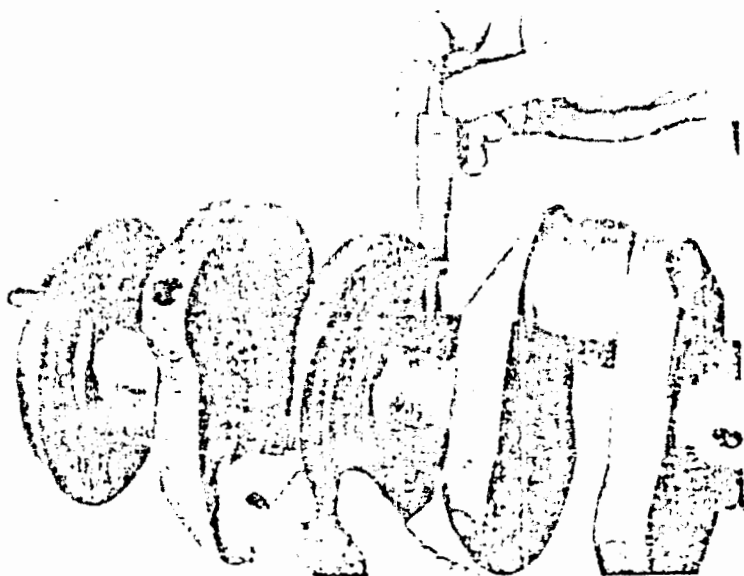


FIGURA 3.2.1.38. MEDIDA DEL DIÁMETRO DE LA MUÑEQUILLA DEL CIGÜEÑAL.



### Medida de la holgura del cojinete con cinta plástica.

La holgura de los cojinetes se puede medir también con el cigüeñal sin desmontar, por medio de cinta plástica. Esta cinta plástica se aplasta a la holgura exacta. Con este método se puede conocer la holgura, pero no se puede saber si el desgaste se ha producido en la muñequilla del cigüeñal o en el cojinete de cabeza de biela.

1. Poner un trozo de cinta plástica, abarcando todo el ancho del cojinete, a unos 6 mm del centro (figura 3.2.1.39.).
2. Instalar el sombrerete y apreta los tornillos con el par recomendado.
3. Quitar el sombrerete. La cinta plástica se encontrará adherida al medio cojinete o a la muñequilla del cigüeñal.
4. Comparar el ancho de la cinta plástica, en el punto más ancho, con las graduaciones del envase (figura 3.2.1.40.).

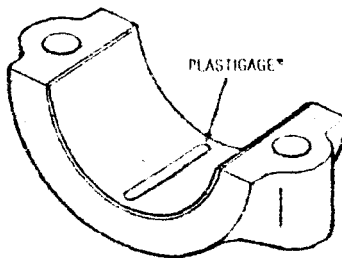


FIGURA 3.2.1.39. FORMA DE INSTALAR LA CINTA PLÁSTICA EN EL COJINETE.

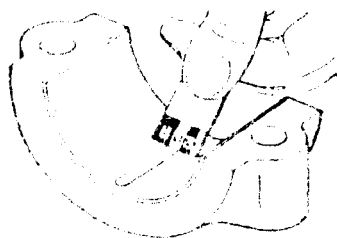


FIGURA 3.2.1.40. MEDIDA DE LA HOLGURA DEL COJINETE CON CINTA PLÁSTICA.

En el envase se encontrarán unos anchos con unos números. El número del ancho que coincida con el de la cinta aplastada, indica la holgura total en centésimas de milímetros.

La conificación del cojinete se puede reconocer porque la cinta aplastada queda más ancha por un extremo que por otro.

### **Montaje de las bielas**

Algunas bielas llevan el eje de su cojinete descentrado hacia un lado del eje de su vástago. Con este tipo de bielas el motor resulta más compacto, sin sobrecargar el cojinete. Estas bielas de cabeza descentrada sólo pueden ir montadas de una manera.

### **El cigüeñal**

Medir las muñequillas en los puntos A y B (figura 3.2.1.41.) si este valor es mayor que 0,05 deberán rectificarse, y comparar estas medidas con los diámetros de los medios cojinetes de medidas

TABLA No. 4

## Datos para cojinetes de biela y bancada



	Diámetro estándar	Holgura	
biela P-1-10-20-30	2.0948/2.0955	.0012/0034	pulgadas
	53.207/53.225		mm
bancada p-10-20-30-40	2.4996/2.5001	.0006/0031	pulgadas
	63489/63.502		mm

Tabla No. 5

## Medidas de rectificado de cigüeñal

STD	mm	pulgadas
Primera reparación	0.25	0.010
Segunda reparación	0.50	0.020
Tercera reparación	0.75	0.030

La tolerancia en los muñones de biela y de bancada es de 0.03 a 0.05 mm.

### Rectificado de cigüeñales

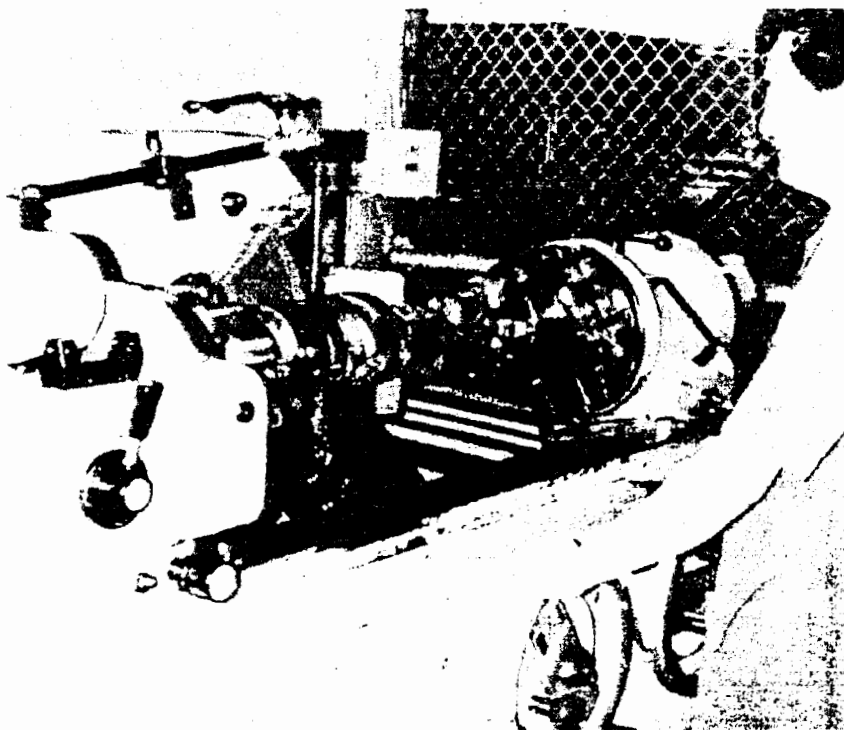


FIGURA 3.2.1.42. RECTIFICADO DEL CIGÜEÑAL.

### Regresado de cigüeñales.-

El regresado consiste en añadir metal a la superficie de los muñones y muñequillas.

El regresado se hace por uno de los métodos siguientes:

1. Por cromado

2. Por soldadura eléctrica
3. Por pulverizado metálico
4. Por soldadura de plasma.

### **Instalación del cigüeñal.-**

1. Instalar los nuevos medios cojinetes en el bloque de cigüeñal y poner las tapas en los mismos sitios en que iban. Por regla general, los medios cojinetes llevan unos salientes en la ranura para el aceite que aseguran su alineado correcto y evitan que se instalen al revés.
2. Aplicar unas gotas de aceite de motor limpio al cojinete y esparcirlo por toda la superficie. Poner cuidadosamente el cigüeñal en las bancadas con los medios cojinetes. Ponerlo exactamente paralelo al eje de las bancadas y dejarlo bajar con suavidad.
3. Instalar los restantes medios cojinetes y las tapas. Poner los tornillos de las tapas y apretarlos con los dedos nada más.
4. Antes de apretar los tornillos de las tapas, se tiene que alinear el cojinete de empuje o las arandelas,

5. Dar ahora a los tornillos de las tapas el par de apriete recomendado, empezando por la tapa central y continuado, de manera alternada, hacia los extremos del bloque.
6. Si los cojinetes se han instalado bien, el cigüeñal girará libremente después de apretar todas las tapas.

### **Verificación de la holgura axial del cigüeñal.-**

El cigüeñal tiene que tener algo de holgura en el sentido axial para desarrollar el empuje necesario durante el trabajo y para evitar el ovalado y el desgaste excesivo.

Para medir la holgura axial del cigüeñal, se empuja contra el calibre de reloj por medio de una palanca, en la (figura 3.2.1.43.), Mantener constante la presión ejercida con la palanca y poner el calibre a cero. Seguidamente, empujar el cigüeñal en el sentido opuesto y hacer la lectura de la holgura axial en el calibre.



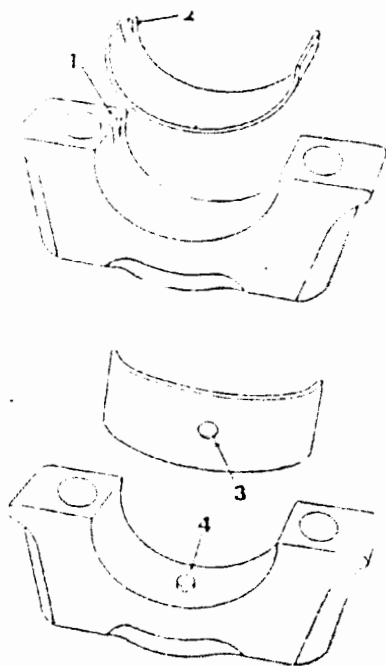
**FIGURA 3.2.1.43. MEDIDA DE LA HOLGURA AXIAL DEL CIGÜEÑAL.**

El exceso de holgura axial indica que están gastadas las superficies de empuje y debe cambiarse el cojinete.

### Los cojinetes.

#### Enclavamiento de los cojinetes.

Los cojinetes que no están diseñados para trabajo flotante, se tienen que enclavar para que no giren arrastrados por el eje (figura 3.2.1.44.). En esta figura también podemos observar dos sistemas de enclavamiento para cojinetes.



- |                                       |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| 1. Ranura para el saliente            | 3. Taladro para la espiga |
| 2. Saliente o labio de enclavamiento. | 4. Espiga                 |

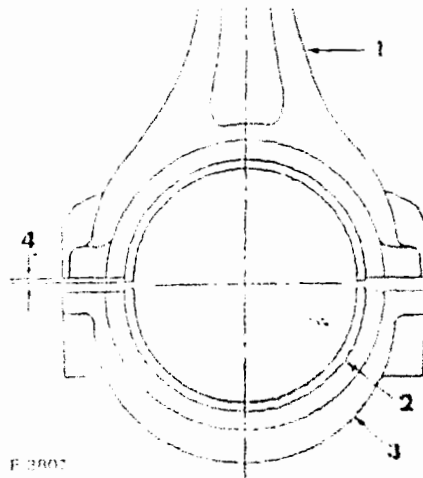
FIGURA 3.2.1.44. UBICACIÓN DE COJINETES

El saliente de uno de los medios cojinetes impide la rotación en un sentido, mientras que el de la otra mita la impide en el sentido opuesto.

### Compresión del cojinete.

Al quedar el cojinete se asegura un contacto íntimo con su alojamiento. Al apretar las tapas de las bancadas, los cojinetes quedan comprimidos en sus alojamientos.

En la figura 3.2.1.45. se ha indicado la altura que se deja para que el cojinete quede comprimido al apretar los tornillos del sombrerete de la cabeza de la biela.



- |             |                         |
|-------------|-------------------------|
| 1. Biela    | 3. Sombrerete           |
| 2. Cojinete | 4. Altura de compresión |

FIGURA 3.2.1.45. TOLERANCIA DE APRIETE PARA LOS COJINETES.



## Apertura del cojinete

Casi todos los cojinetes de bancada y de cabeza de biela constan de dos mitades ligeramente abiertas para queden más comprimidas una vez instaladas, Esta abertura hace que el diámetro del cojinete sin instalar en el punto de unión de las dos mitades, sea mayor que el de su alojamiento.

### Cojinetes de empuje del cigüeñal.-

Por regla general, el cigüeñal se mantiene en su sitio, en sentido axial, por medio de uno de los cojinetes principales o de bancada más próximo al volante del motor. (figura 3.2.1.46.).

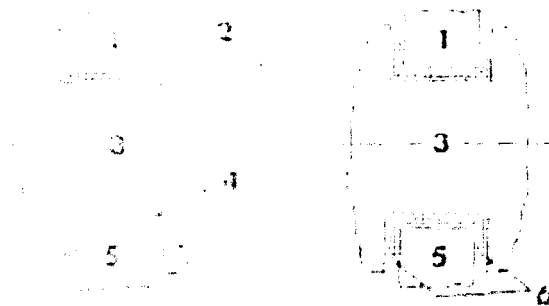


FIGURA 3.2.1.46. COJINETES DE EMPUJE PARA CIGÜEÑAL.

## Reparación de los cojinetes.

### Análisis de las averías de los cojinetes

Las averías de los cojinetes se suelen advertir por los siguientes síntomas encontrados en el motor.

1. Por la caída de la presión del aceite de lubricación.
2. Por el consumo excesivo de aceite
3. Por el funcionamiento ruidoso del motor – golpeo rítmico.

### **La bomba de aceite.**

Las bombas para el aceite de lubricación suelen ser de alguno de los dos tipos siguientes.

### **Tipos de bombas**

- De engranajes externos
- De rotor

Las más empleadas son las del primer tipo.

La bomba de engranajes externos se suelen accionar por medio del árbol de levas, mientras que la bomba de rotor se acciona desde el cigüeñal.

## **Bomba de engranajes externos**

La bomba de engranajes externos consta de engranajes iguales, en toma entre sí, encerrados en una caja, El eje de accionamiento lo lleva uno de los engranajes, que obliga a girar al otro.

A medida que los dientes de los engranajes se aproximan a las paredes de la caja, atrapan el aceite contra las paredes de ésta y lo transportan hasta la boca de salida.

En las bombas de engranajes externos lo que más se desgasta son los dientes de éstos.

El grosor de estas piezas se verifica con un tornillo micrométrico, comparando después la lectura obtenida con los datos correspondientes del manual de servicio.

Con los engranajes metidos en la caja se verifica su holgura radial con ayuda de una galga (figura 3.2.1.47.). Cuando esta holgura sobrepasa el máximo tolerable indicado en el manual de servicio, se tienen que cambiar los engranajes.

1.- Cuerpo de la bomba

2.- Engranajes de la bomba

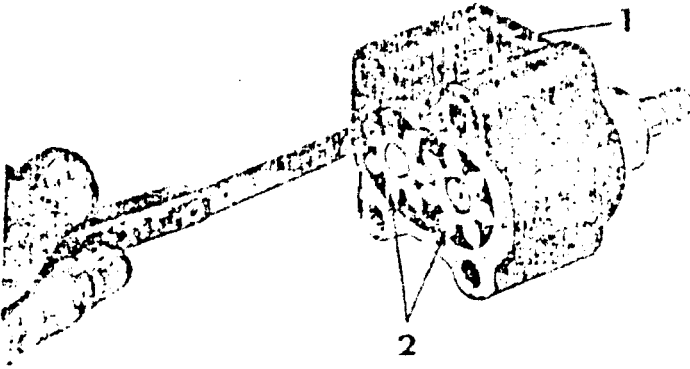


FIGURA 3.2.1.47. CALIBRACIÓN DE LA HOLGURA RADIAL DE LOS ENGRANAJES.

#### **Instalación de la corona en el volante.**

Apoyar el volante sobre una superficie plana y sólida, con el lado para la corona hacia arriba.

Poner la corona sobre una plancha metálica y calentarla uniformemente con un soplete de oxiacetileno, moviéndolo por toda la corona para no sobrecalentar ningún punto.

Meter la corona a golpes de martillo hasta dejarla aplicada contra el reborde del volante.

#### **Instalación del árbol de levas.**

Cuando el árbol de levas tiene desgaste que sobrepase las tolerancias del constructor se le cambia. El árbol no tiene reparación.

Siempre se cambia los cojinetes.

### **Engranajes de la distribución**

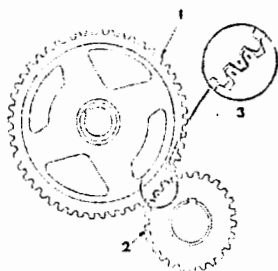
El cigüeñal es el eje con el que tienen que ponerse a punto otros mecanismos sincronizados del motor, para ello se dispone de los llamados engranajes de la distribución.

El árbol de levas gira a la mitad de las revoluciones del cigüeñal.

### **Puesta a punto de la distribución**

La mayor parte de los engranajes de la distribución se tienen que poner a punto entre sí. Por ejemplo, el árbol de levas que actúa las válvulas, tiene que sincronizarse con los pistones y el cigüeñal.

La puesta a punto del engranaje del árbol de levas con el del cigüeñal, se obtiene haciendo coincidir las marcas que llevan para este objeto, en el momento de instalarlos (figura 3.2.1.48.).



**FIGURA 3.2.1.48. PUESTA A PUNTO DE LA DISTRIBUCIÓN**

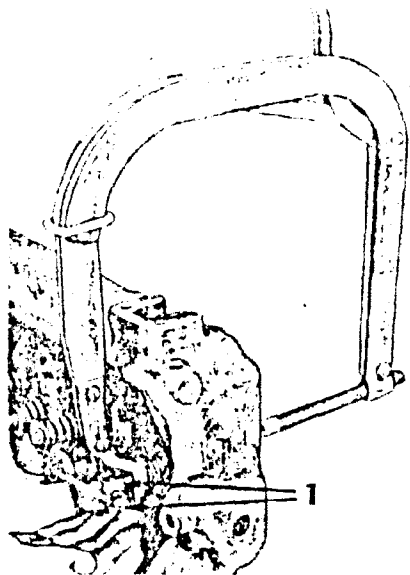
- 1.- Engranaje del árbol de levas.
- 2.- Engranaje del cigüeñal
- 3.- Se instalan haciendo coincidir las marcas

### La culata.

Instalación de las válvulas.-

Aceitar el vástago de la válvula e introducirlo en la misma guía de donde se sacó. Meter y sacar la válvula varias veces para cerciorarse de que resbala y sienta bien.

Cerciorarse de que se han instalado bien y asentado los medios conos de retención y los muelles (figura 3.2.1.49.).



1.- Medios conos de retención.

Al volver a instalar una válvula se deben poner siempre medios conos de retención nuevos.

Para asentar bien los medios conos de retención, se dan tres o cuatro golpes secos sobre el extremo del vástago con un martillo blando, después de instalada la válvula.

### **Instalación de la culata.**

Para evitar pérdidas de gas, la culata debe instalarse del modo siguiente:

1. Buscar primero cualquier defecto, como arañazos o muescas, en las superficies de contacto mecanizadas de la culata y del bloque.
2. Limpiar ambas superficies de contacto y poner una junta nueva. Atenerse a las instrucciones del fabricante para embadurnar con pasta hermetizante una o ambas caras de la junta.
3. Poner cuidadosamente la culata sobre el bloque, sin mover la junta.
4. Los tornillos o las tuercas se aprietan primero con los dedos nada más y después, de media en media vuelta, empezando por el centro de la culata y alejándose hacia sus extremos, hasta terminar de dar a todos el par de apriete recomendado. En la

figura 3.2.1.50. puede verse el orden de apriete general de la culata. Esta secuencia nivela la fuerza y se obtiene un cierre más perfecto.



FIGURA 3.2.1.50. ORDEN DE APRIETE DE LOS PERNOS DE LA CULATA.

5. Casi todos los motores necesitan un periodo de suavización después de sufrir una reparación general. Después de este periodo de suavizado, se tiene que apretar de nuevo, con el par recomendado los tornillos o tuercas de la culata.

#### Suavizado de motor

Para el suavizado de los motores modernos se requieren menos horas de funcionamiento de las que necesitan los motores antiguos. Ello se debe al perfeccionamiento en el diseño y en la técnica de la fabricación de motores, así como al hecho de contarse hoy en día con combustibles y lubricantes de mejor calidad.



### **Recomendaciones para el suavizado del motor.**

1. Antes de poner en marcha el motor se debe ajustar la holgura de taqués y carburador o la bomba de inyección, así como poner a punto el encendido con la mayor precisión posible.
2. El motor se debe mantener en marcha a medio gas durante un breve periodo de tiempo.
3. Durante estos momentos se debe vigilar la presión del aceite del motor y comprobar que no pierde aceite ni agua por ningún punto.
4. Después se para el motor y se hace lo siguiente:
  - a) Se repasa el apriete de los tornillos de la culata.
  - b) Se revisa la holgura de taqués
  - c) Se revisa la puesta a punto del encendido.

### **3.2.2.- SISTEMA DE TRANSMISIÓN**

En el sistema de transmisión de fuerza tenemos:

**Embrague.-** En el embrague el plato de presión se encuentra en buen estado, solamente se cambió el disco de embrague y el rulimán.

El embrague en los vehículos va montado entre el motor y la caja de cambios y permite cortar la transmisión de la fuerza. Sirve para la puesta en marcha, para cambiar las marchas y como seguro.

El embrague, estando acoplado absorbe el par motor y lo cede a la caja de cambios.

El par de giro del embrague es igual a:

$$M_E = F_{rot} \cdot r_m \quad M_E = \text{momento de giro del embrague}$$

$$F_{rot} = \text{Fuerza de Rotación del Embrague [N]}$$

$$r_m = \text{radio efectivo del embrague [N]}$$

$$F_{rot} = F_N \cdot U_E \quad F_N = \text{Fuerza inercial del rozamiento [N]}$$

$$U_E = \text{Coeficiente de Rozamiento de la guarnición del embrague}$$

$$d_1 = \text{diámetro exterior de la guarnición [m]}$$

$$d_2 = \text{diámetro interior de la guarnición [m]}$$

La magnitud de la  $F_{rot}$  depende de la presión de los muelles del embrague y del coeficiente de rozamiento de la guarnición de los discos.

## Radio Efectivo

La fuerza de rotación del embrague no ataca en la periferia sino en la corona que forma la superficie de fricción del Embrague y por ésta razón que se toma como radio efectivo del momento de Giro el que se marca en el dibujo.

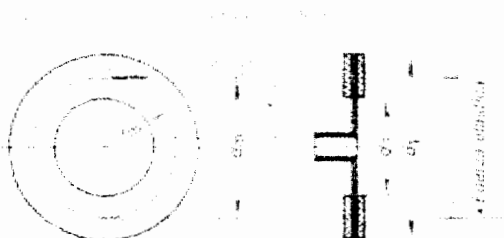


FIGURA 3.2.2.1 MOMENTO DE GIRO DEL EMBRAGUE

$$r_m = \frac{d_1 + d_2}{4} \text{ [m]}$$

$$M_E = F_N \cdot U_E \cdot \frac{d_1 + d_2}{4}$$

Para una superficie de fricción pero como todo disco de embrague tiene dos superficies de contacto.

entonces:

$$M_E = F_N \cdot U_E \cdot \frac{d_1 + d_2}{4} \cdot 2 \quad \text{[Nm]}$$

El par embrague tiene que ser por lo menos tan grande como el par motor máximo, para transmitirlo sin resbalamiento, los fabricantes lo calculan con un factor de seguridad de 1.7 - 2.

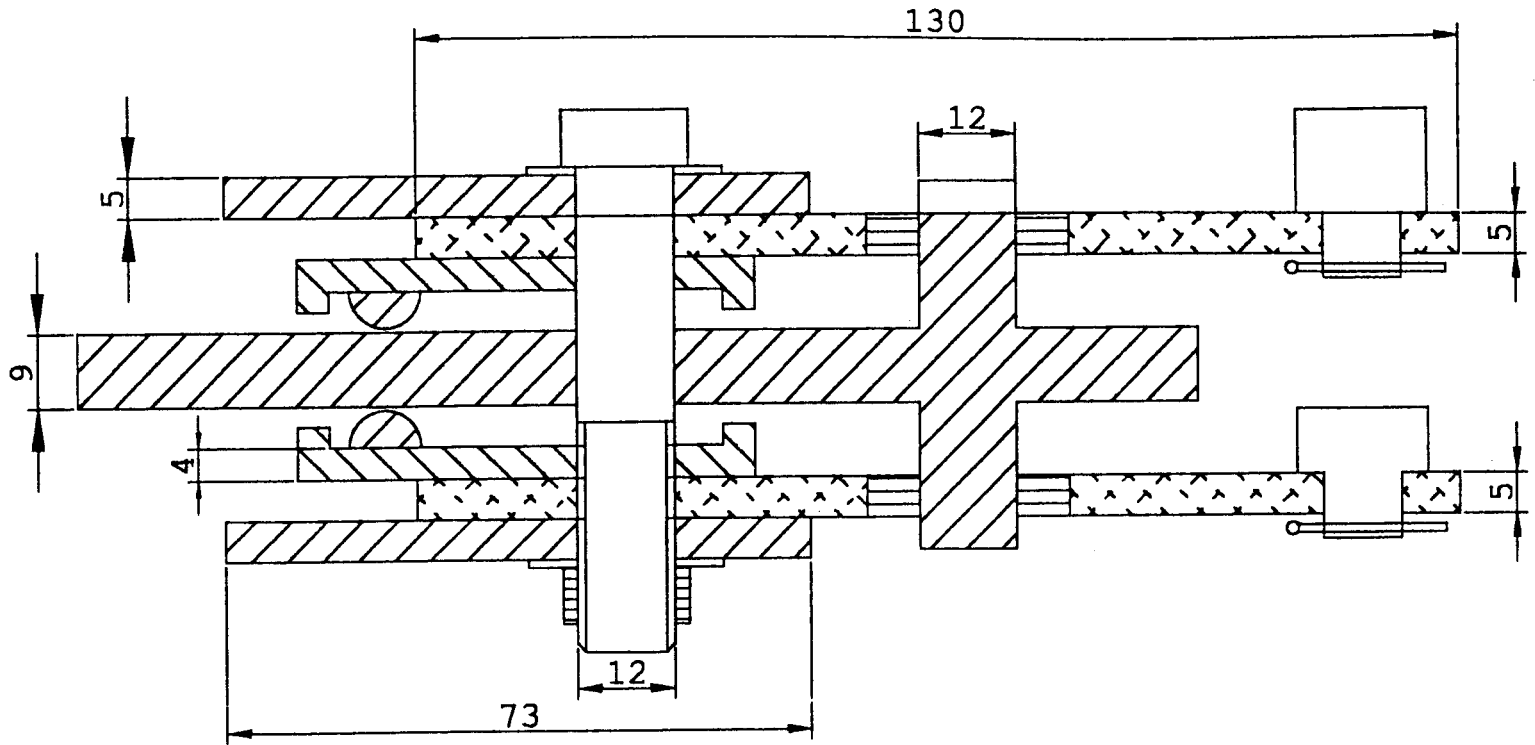
**Caja de cambios.-** La caja de cambio en su parte interna se encontró en buen estado, pero tenía su varillaje incompleto, ese diseño tiene la palanca de cambios al volante. Por lo tanto se construyó un mecanismo de eslabones para que funcione el sistema con palanca de cambios al piso, facilitando de esta manera la labor del conductor.



FIGURA 3.2.2.2. MECANISMO DE VARILLAJE PARA CAJA DE CAMBIOS.







# COLEGIO TECNICO SIMON BOLIVAR

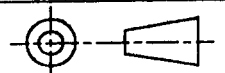
MECANICA AUTOMOTRIZ

PROF: DENNIS BORJA

PROYECTO:  
RECONSTRUCCION DE UN VEHICULO

ORDEN DE TALLER

CORTE A - A' VARILLAJE DE CAMBIOS



2 / 2

Cálculo de la fuerza en el eje.

Fuerza en el eje de cambio por longitud  $L_2$  es igual a la fuerza de la mano por longitud  $L_1$ .

$$\text{Fuerza en el eje de cambio} = \frac{\text{Fuerza en la mano por longitud } L_1}{\text{Longitud } L_2}$$

$$F_e = \frac{F_m \cdot L_{11}}{L_2} [d_a N]$$

$F_e$  = Fuerza en el eje de cambios

$F_n$  = Fuerza ejercida por la mano

$L_1$  = Brazo de longitud 1

$L_2$  = Brazo de longitud 2

La caja de cambios modifica al embragarlo las distintas marchas, la relación entre el motor y el eje motriz.

La caja de cambios es en cada una de las marchas un doble embrague y como tal se calcula.

Cuando los diámetros o los números de dientes son distintos, entonces son distintos también los números de revoluciones. Estos números de revoluciones definen la relación de transmisión de caja. Puede también ser calculada esta relación partiendo del número de dientes.



Son inversamente proporcionales a los números de revoluciones.

Una rueda intermedia modifica solamente el sentido de rotación de las ruedas sin afectar a la relación de transmisión.

La relación de Transmisión de la Caja:

$$\frac{\text{número de Rev de la rueda motora}}{\text{núm de Rev de la rueda conducida}}$$

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$n_1$  = revolución de la rueda conductora

$n_2$  = revolución de la rueda conducida

$Z_1$  = número de dientes de la rueda conductora

$Z_2$  = número de dientes de la rueda conducida

$i$  = Relación de transmisión

**Cálculo de la relación de transmisión por las revoluciones**

$$i_{\text{caja}} = \frac{\text{Revoluciones del motor}}{\text{Revoluciones del árbol Principal}}$$

$$i_{\text{caja}} = \frac{N_M}{N_p}$$

$i_{\text{caja}}$  = Relación de transmisión de la caja

$n_M$  = número de revoluciones del motor [1/ min]

$n_p$  = número de revoluciones del árbol principal [1/ min]

**Cálculo de la relación por los números de dientes para una caja de tres velocidades adelante y marcha atrás.**

**Primera marcha**

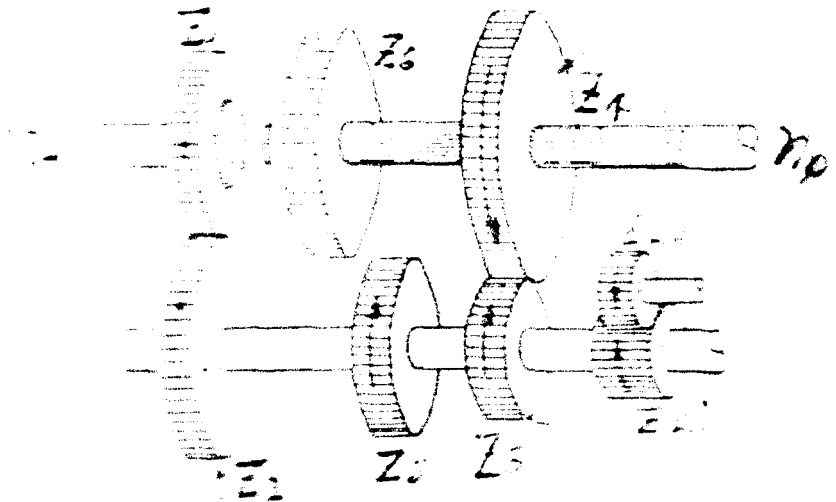


FIGURA 3.2.2.5. PRIMERA MARCHA

$$i_{\text{caja I marcha}} = \frac{Z_2 \cdot Z_4}{Z_1 \cdot Z_3}$$

## Segunda marcha

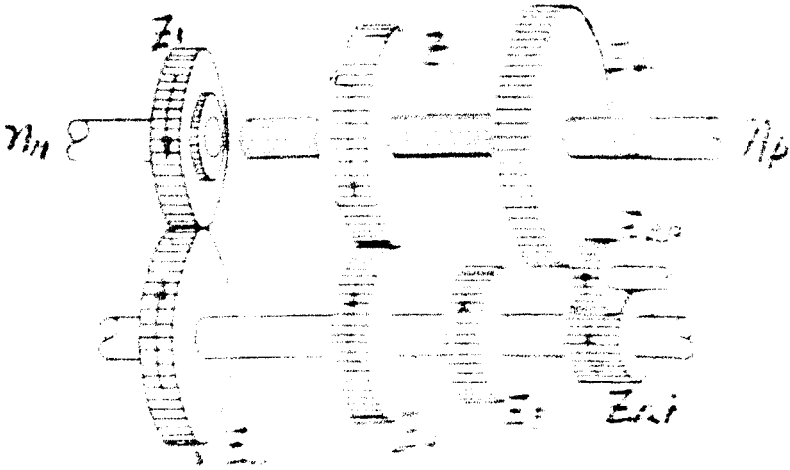


FIGURA 3.2.2.6. SEGUNDA MARCHA

$$I_{\text{caja II marcha}} = \frac{Z_2 \cdot Z_6}{Z_1 \cdot Z_5}$$

## Tercera marcha o directa

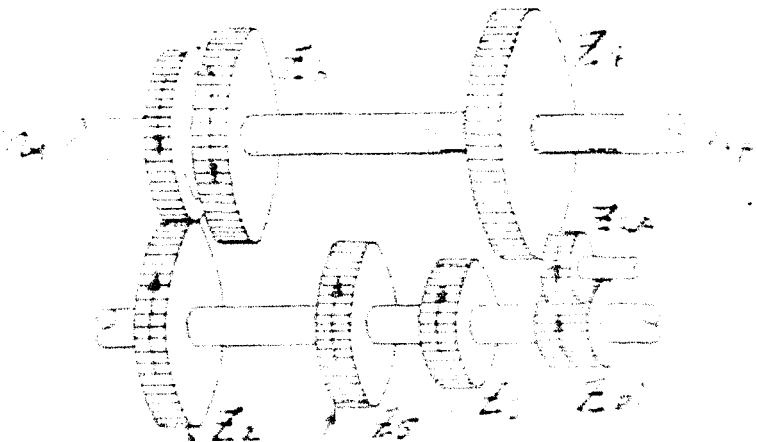


FIGURA 3.2.2.7. TERCERA MARCHA



La transmisión en la caja de cambios lo que hace es:

- Reducir las revoluciones del motor.
- Aumentar el par motor.

**Árbol de Transmisión de Fuerza.-** Se encuentra en buen estado, esta unido mediante dos crucetas, las mismas que se encuentran también en buen estado, se realizó el montaje correspondiente sin inconveniente alguno, es de notar que la lubricación con grasa funciona correctamente.

**Diferencial.-** En el diferencial se encontró en buen estado solamente se destapó la carcasa para verificar la corona dentada y el piñón de ataque, realizar limpieza y cambio de aceite.

La relación de transmisión en el puente es la existente entre las revoluciones del piñón y las de la corona del diferencial.

El piñón y la corona del diferencial transmiten al puente las revoluciones y el par de giro, las primeras se reducé y la segunda aumenta.

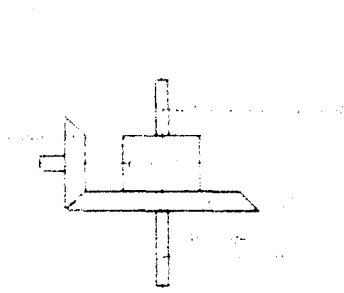


FIGURA 3.2.2.9 PUENTE POSTERIOR

Relación de transmisión en el puente.

$$i_{dif} = \frac{\text{número de revolución del piñón}}{\text{número de revolución de la corona diferencial}}$$

$$i_{dif} = \frac{n_p}{n_c(n.A)}$$

O bien;

$$i_{dif} = \frac{\text{número de revolución de la corona diferencial}}{\text{número de revolución del piñón}}$$

$$i_{dif} = \frac{Z_c}{Z_p}$$

Transmisión de las revoluciones en el puente.

$$n_c = \frac{n_p}{i_{dif}} \left[ \frac{1}{\text{min}} \right]$$

$n_p$  = revoluciones al piñón [1/min]

$n_A$  = revoluciones del árbol de accionamiento.

$Z_p$  = número de dientes del piñón

$i_{dif}$  = relación de transmisión del puente

Transmisión del par de giro en el puente

$M_c(M_a) = M_p \cdot i_{dif} [Nm]$ .

$M_p$  = par del piñón [Nm]

$M_c$  = par de la corona diferencial [Nm]

$M_A$  = par del árbol de accionamiento [Nm]

$Z_c$  = número de dientes de la corona diferencial

Relación de transmisión total del flujo de fuerza en la tracción normal.

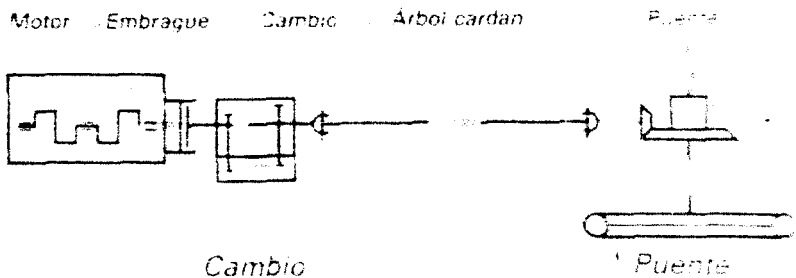


FIGURA 3.2.2.10 RELACIÓN DE TRANSMISIÓN TOTAL

La relación de transmisión total es la existente entre las revoluciones del motor y las del árbol de accionamiento, o bien entre el par del árbol de acciona

miento y el par del motor.

La relación de transmisión total se calcula multiplicando cada una de las transmisiones de la caja de cambio por la del puente.

$$i_t = i_{caja} \cdot i_{puente} \quad \text{o bien}$$

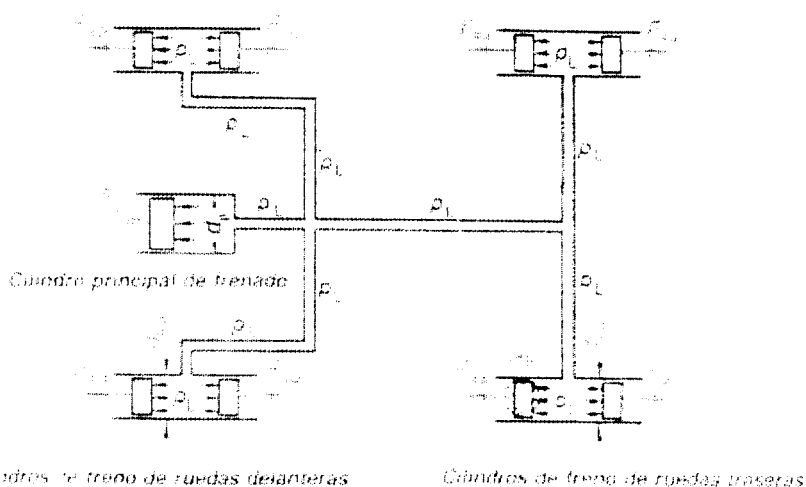
$$i_t = \frac{n_M}{n_A} = \frac{n_A}{n_M} \quad \text{de donde resulta}$$

$$n_A = \frac{n_M}{i_t} \left[ \frac{1}{\min} \right]$$

### 3.2.3.- SISTEMAS DE FRENOS

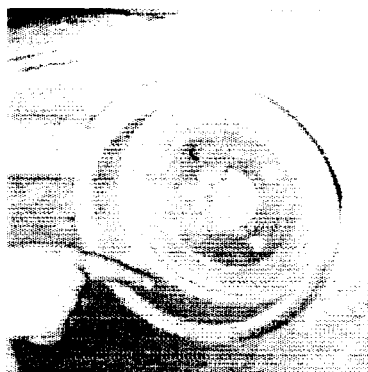
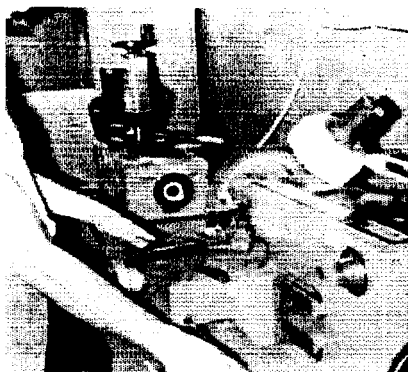
El sistema de frenos hidráulico de tipo frenos de tambor duplex en el eje delantera y simplex en el eje posterior, para el cual, el sistema fue cambiado y modificado, partiendo del cilindro principal, hasta los cilindros de ruedas, se rectificó los tambores, y se les revistió con fibra sobre medidas. Ver figura 3.2.3.1 de distribución de la presión y foto de rectificado.





Distribución de la presión en la instalación de frenos hidráulicos

### FIGURA 3.2.3.1. DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN DEL LÍQUIDO DE FRENO QUE FUE REEMPLAZADO.



### FIGURA 3.2.3.2 Y 3.2.3.3. RECTIFICADO DE TAMBOR Y EL RESULTADO.

La modificación se realiza para dar mayor seguridad de frenado, ya que con el sistema que estaba instalado, en caso de haber una fuga de líquido de freno en cualquier punto del sistema, afectaba a todos por igual, quedando el vehículo sin

freno. Por lo que se instaló un nuevo sistema semejante al original pero de doble circuito, uno para las ruedas delanteras y otro para las ruedas posteriores.

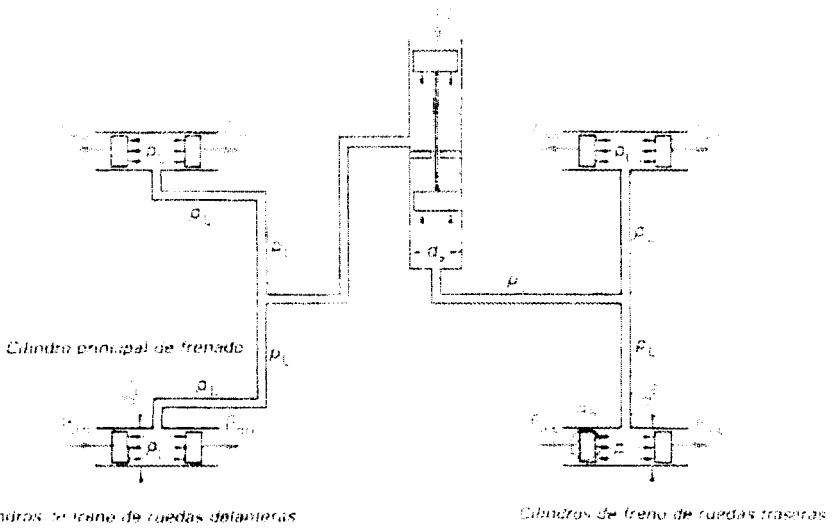


FIGURA 3.2.3.4. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DOBLE CIRCUITO.

### Presión del circuito

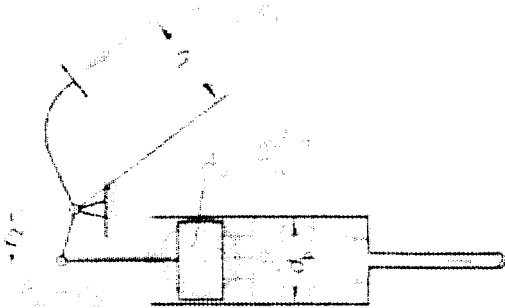


FIGURA 3.2.3.5. GENERACIÓN DE LA PRESIÓN.

Por lo general se instalan frenos hidráulicos en los vehículos. En tal caso la fuerza del pie (75 %)  $F_{pie}$  Se aumenta por efecto de las varillas del pedal de freno.

En el cambio principal de frenado actúa la fuerza aumentada  $F_p$  y genera en la salida del cilindro la presión del circuito  $P_L$ .

$$Fuerza\ Cilindro\ principal = \frac{Fuerza\ del\ pie \times Brazo_1}{Brazo_2}$$

$$F_p = \frac{F_{pie} \cdot r_1}{r_2} [daN]$$

$$Presión\ líquido = \frac{F_p}{A_p} = \frac{F_p}{\frac{d_p^2 \cdot \pi}{4}} \left[ \frac{daN}{cm^2} \right]$$

$$F_{pie} = \text{Fuerza pie } [daN]$$

$$F_p = \text{Fuerza del cilindro en el cilindro principal } [daN]$$

$$r_1 = \text{Brazo de palanca 1 del pedal del freno (cm)}$$

$$r_2 = \text{Brazo de palanca 2 del pedal del freno (cm)}$$

$$A_p = \text{Superficie del cilindro principal (cm}^2\text{)}$$

$$A_r = \text{Superficie del cilindro de rueda (cm}^2\text{)}$$

$$P_L = \text{Presión del líquido [daN/cm}^2\text{]}$$

$$d_p = \text{diámetro cilindro principal [cm]}$$

$F_{RD}, F_{RA}$  = Fuerza De apriete de cilindros de rueda delantera y atrás [cm]

$d_{RD}, d_{RA}$  = diámetro de los cilindros de las ruedas delantera y posterior

### Fuerza de Apriete

La presión de los líquidos se transmite en todas direcciones con la misma intensidad por está razón la presión  $P_L$  del circuito actúa en los émbolos de los cilindros de freno de rueda y genera en ellos la fuerza de apriete  $F_{RD}$  y  $F_{RA}$ .

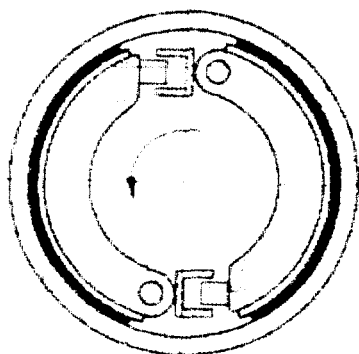
$$F_{RD} = P_L \cdot A_{RD} = P_2 \times \frac{d_{RD}^2 \cdot \pi}{4} [d_a N] \quad \text{ruedas delanteras}$$

$$F_{RA} = P_L \cdot A_{RA} = P_2 \times \frac{d_{RA}^2 \cdot \pi}{4} [d_a N] \quad \text{ruedas posteriores}$$

Tomando en cuenta la diferencia entre los sistemas simplex y duplex, y que aparte de los vehículos con sistema de frenado automático, todos usan sistema duplex para las ruedas anteriores y simplex para las posteriores, debido a que por consideraciones dinámicas y de estabilidad es conveniente que las ruedas anteriores frenen con una fuerza algo mayor que las posteriores bajo el supuesto que el vehículo se

desplaza hacia delante, mientras que el sentido contrario hacia atrás la fuerza de frenado es menor.

### Sistema Duplex

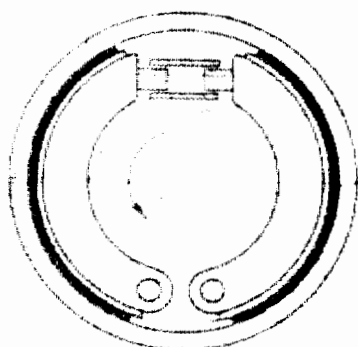


Freno dupiex

#### FIGURA 3.2.3.6. SISTEMA DE FRENO DUPLEX.

En este caso cada cilindro de rueda se encuentra en diferentes zapatas, y mientras uno de los extremos de la zapata sostiene el cilindro, un extremo de la otra zapata sostiene el émbolo que actúa sobre ese cilindro.

## Sistema Simplex



Freno simplex



### FIGURA 3.2.3.7. SISTEMA DE FRENOS SIMPLEX.

El freno simplex consta de un cilindro de rueda con dos émbolos y de dos mordazas giratorias. Si se acciona el freno ambos émbolos de los cilindros de frenos de las ruedas presionan contra las mordazas con la fuerza de apriete, con lo cual, los forros o guarniciones presionan sobre el tambor que esta en movimiento y generan un rozamiento, esa fuerza de rozamiento se denomina fuerza periférica en el tambor de freno. y depende de.

- 1°. La fuerza de apriete.
- 2°. El rozamiento entre el forro y el tambor.
- 3°. El tipo de freno: Tambor simplex o duplex.

En el diagrama que se muestra a continuación se puede apreciar las diferencias de las curvas del valor característico de los frenos el cuál es determinante para calcular la fuerza periférica de frenado, frente a coeficiente de rozamiento dinámico.

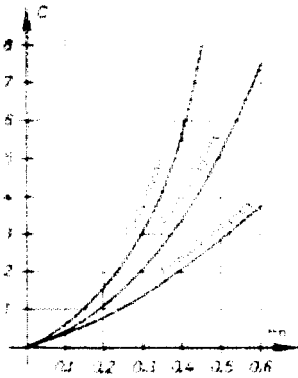


FIGURA 3.2.3.8. DIAGRAMA PARA VALOR CARACTERÍSTICO DE LOS FRENOS.

Fuerza periférica.

La Fuerza periférica en el tambor de freno se calcula con el valor característico del freno.

Fuerza periférica es igual valor característico del freno por la fuerza de apriete.

La formula es la siguiente:

$$F_T = C \times F_r \quad [N]$$

$F_t$  = Fuerza periférica en el tambor de freno. ( $d_a N$ )

$C$  = Valor característico de los frenos

$F_r$  = Fuerza de apriete [ $d_a N$ ]

$\mu_o$  = Coeficiente de rozamiento.

El proceso de regulación de las zapatas no requiere mayores cuidados por cuanto es posible regular la posición de ellas ajustando los pernos de regulación de frenos que poseen, además, una vez colocadas y ajustadas las zapatas, hay un proceso de adaptación que consiste en pisar el freno varias veces para permitir que se adapten las fibras a los tambores correspondientes.

Los cilindros de rueda tanto delanteros como posteriores fueron cambiados, para este caso se adaptaron otros cilindros de menor diámetro, por consiguiente, la fuerza que aplica el freno en las zapatas será menor, aunque aumentará la velocidad con la que reacciona el sistema.

### **3.3. Montaje de elementos y accesorios**

Preparación del bastidor

Montaje del motor



Montaje del embrague (disco y plato)

Montaje de la caja de cambio

Montaje del árbol de transmisión

Montaje del tanque de gasolina

Montaje de carburador

Montaje de radiador

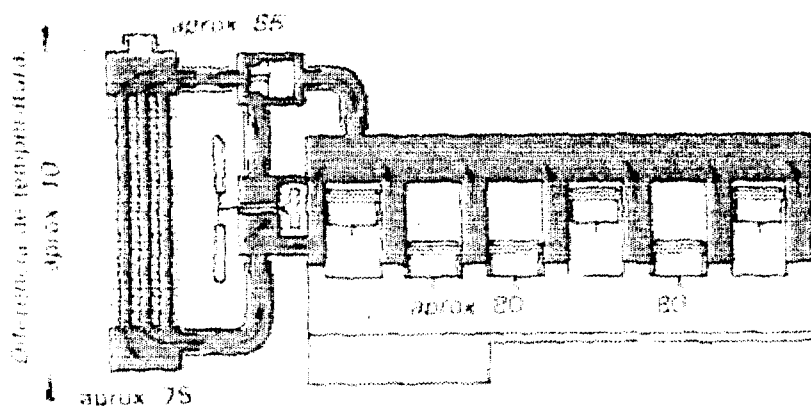


FIGURA 3.3.1. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR.

De la cantidad de calor que produce por la combustión en el motor en un vehículo, aproximadamente se entrega un tercio a la atmósfera a través del sistema de refrigeración. El calor no aprovechable restante se disipa como calor radiado por el bloque del motor y transferido al ambiente por los elementos del vehículo, una pequeña parte se ha consumido al producir los cambios químicos en los combustibles,

comburentes, y lubricantes del vehículo, si se quiere ser exacto hay que notar que alguna energía por pequeña que sea se pierde en deteriorar las partes del motor.

### Montaje de Neumáticos

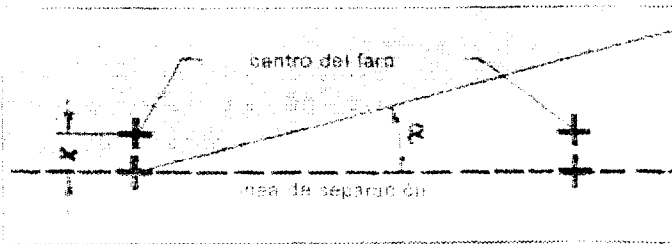


FIGURA 3.3.2. DESENLLANTADO Y ENLLANTADO DE NEUMÁTICO.

MONTAJE DE ACCESORIOS



Al conectarse la luz de carretera (luz larga) la cruz debe estar en el centro de la mancha de luz. importante es el control de límite claro oscuro a luz de cruce, tiene que estar a diez metro de distancia 10 cm. debajo del centro del faro (a cinco metros de distancia) 5 cm. El reajuste de los faros se hace en los tornillos de ajuste del faro, en este caso hay que prestar atención al sentido de giro de las diferentes marcas de faros.



12. Ajuste de los faros  
 $x = 5$  cm a 5 m de distancia (límite clarooscuro)  
 $y = 15$  cm con luz de cruce asimétrico

## FIGURA 3.3.4. CALIBRACIÓN DE LUCES ALTAS Y BAJAS.

Montaje de luces

luces de cabina

luces de panel

luces guía

luces direccionales

luces de parqueo

luces altas y bajas

Montaje de plumas

Montaje de motor de arranque

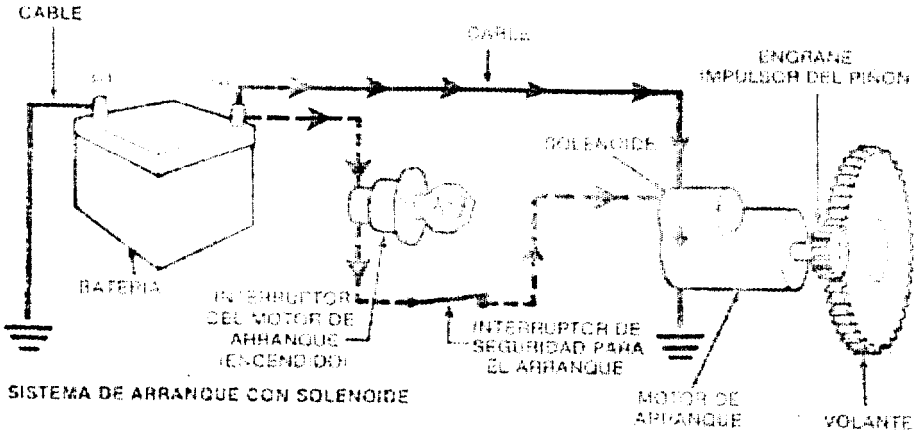


FIGURA 3.3.5. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ARRANQUE DEL MOTOR.

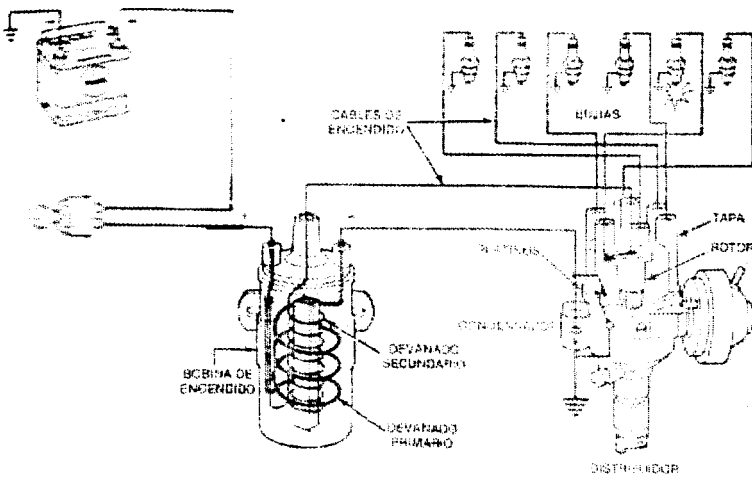


FIGURA 3.3.6. SISTEMA DE ENCENDIDO PRIMARIO Y SECUNDARIO BOBINA DISTRIBUIDOR.

## Montaje de alternador

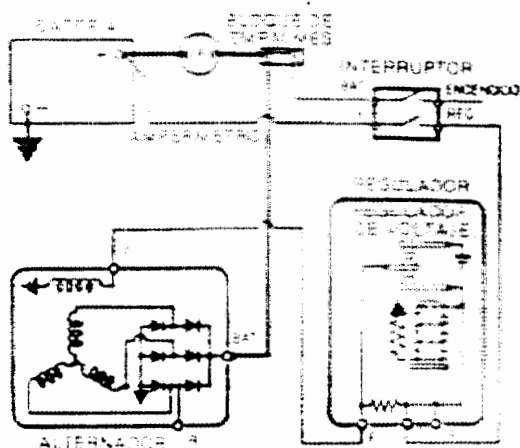


FIGURA 3.3.6. SISTEMA DE CARGA DE LA BATERÍA.

# **CAPITULO 4**

## **4. PRUEBAS Y AJUSTES**

### **4.1 Afinamiento del motor.-**

La calibración y regulación del encendido del motor.

Todo vehículo que ha sido reconstruido antes de salir a funcionamiento debe ser calibrado correctamente todos los elementos y componentes del mismo.

Se realiza primero la calibración de las válvulas de admisión y las de escape, como son: tipo hidráulico, se calibran con el motor en funcionamiento, gráfico de calibración de válvulas.

Puesta a punto de encendido del motor.

Se realiza la calibración del encendido del motor mediante el uso de una lámpara electroboscópica que nos indica los grados de avance al encendido que debe tener dicho vehículo.

Gráficos de encendido con la lámpara.

Luego se procede a calibrar correctamente el carburador para evitar que el vehículo se detenga en circunstancias de marcha alta y bajas revoluciones del motor.

#### **4.2 Sistema de dirección.**

La caja de dirección se encontraba en buen estado, solamente se realizó un ajuste para corregir el juego del timón (volante).

Se procedió a cambiar en el sistema de dirección de eje rígido los pines, bocines y los terminales que acoplan a la barra de dirección.

#### **Alineación y balanceo**

Se realiza el balanceo de las ruedas delanteras y consiste en: balanceo dinámico. Nos evita el movimiento de tambaleo que producen las ruedas que a altas velocidades provoca fuerzas dinámicas que se transmiten a través del bastidor a todos los ocupantes y carga del vehículo, lo que le resta confort y seguridad a la carga especialmente en el caso de que sea frágil o sensible a los



movimientos bruscos, razón suficiente para buscar una efectiva solución para este problema.

### Balaceo estático.

Nos evita el movimiento de golpeteo provocado por estas contra el piso debido al desequilibrio del peso que se encuentra en la rueda.

Este balanceo es muy importante ya que el sobrepeso crea en la rueda una fuerza tangencial centrífuga que soportan los pernos de sujeción de la rueda:

$$F_{central} = m \cdot \frac{V^2}{r}$$

$$m = \frac{\omega}{g}$$

$$F_{central} = \frac{\omega}{g} \cdot \frac{V^2}{r}$$

donde

$\omega$  = peso en gramos

$g$ =gravedad [m/seg<sup>2</sup>]

$v$  = velocidad del vehículo

$r$  = radio de la rueda

Ejemplo:

60 GRAMOS DE SOBREPESO A UNA VELOCIDAD DE 90 Km/h con radio de 0.43 m provocan una.

$$F_c = \frac{0.06kg}{9.81 \frac{m}{seg^2}} \cdot \frac{25 \frac{m}{seg} \cdot 25 \frac{m}{seg}}{0.43m}$$

$$F_c = 8.86kp$$

### **Alineación.**

Se realiza la alineación para evitar el desgaste incorrecto de los neumáticos, en la geometría de la dirección se regulan los ángulos de convergencia y el ángulo de caída.

### **Ángulo de convergencia**

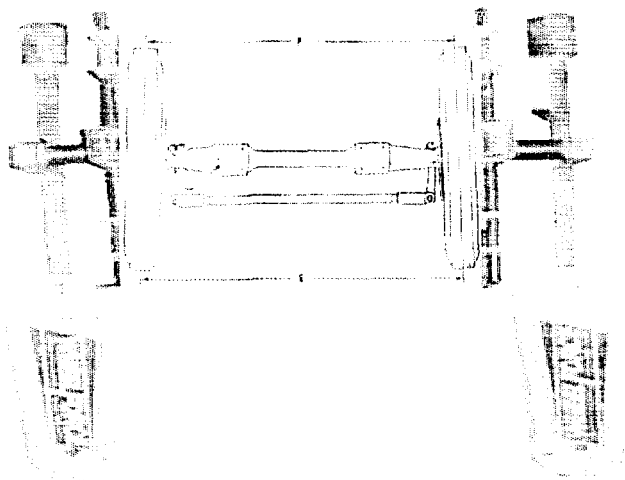
Como su nombre lo indica consiste en dar una inclinación hacia dentro en su parte delantera de tal manera que de un valor de dos grados de inclinación, vista desde arriba.

Esto nos permite que cuando el vehículo se encuentre en movimiento las ruedas tienden a abrirse a su posición correcta o paralela evitando el arrastre de las mismas y el desgaste en su superficie de contacto con el piso.

### **Regulación de la convergencia**

Aflojar las abrazaderas de apriete de los manguitos de los terminales de las barras laterales.

Girar la barra de la dirección en sentido derecho hasta obtener el valor indicado en el equipo de prueba, una vez ejecutada la regulación apretar nuevamente las abrazaderas de los manguitos de las barras laterales.



**FIGURA 4.2.1. CALIBRACIÓN DE LA CONVERGENCIA**

**Ángulo de caída.-** Consiste en calibradas las ruedas de tal manera que las mismas se asienten perpendicularmente hacia el piso, visto desde la parte frontal del vehículo.

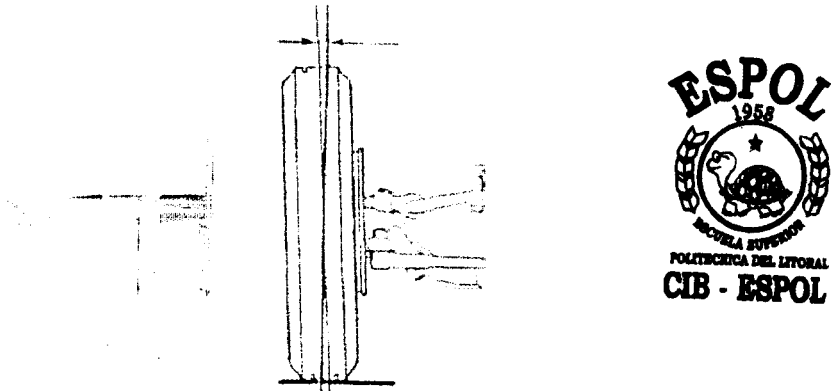


FIGURA 4.2.2. CALIBRACIÓN DEL ÁNGULO DE CAÍDA CON EL EQUIPO DE COMPROBACIÓN.

### 3 Sistema Frenos.-

Se realiza una revisión del sistema de frenos en el cilindro principal y en el Cilindro de rueda si es que no existe fugas.

Se aplica una fuerza con el pie en el pedal de freno y no debe existir desplazamiento mayor a 0.8 mm.

Se verifica nuevamente que la regulación de las zapatas en cada rueda sea la correcta de acuerdo al giro de la rueda.

## **Regulaciones.**

- 1. Calibración en el cilindro maestro.-** Consiste en que el barón regulador debe tener una holgura o juego de aproximadamente 1 mm para evitar que el vehículo se quede frenado.
- 2. Regulación de zapatas.-** Consiste que la regulación se realiza a cada rueda, las ruedas posteriores cuando están reguladas deben girar una vuelta y las ruedas delanteras una vez reguladas deben girar una vuelta y media.
- 3. Purgado del sistema.-** Consiste en llenar de líquido el cilindro principal o maestro, se presiona el freno para extraer el aire de cada una de los cilindros auxiliares de las ruedas a través de las purgas que para el efecto poseen.
- 4. Prueba.-** La prueba del frenado se realiza en carretera a bajas velocidades, hasta lograr que las zapatas hayan acoplado totalmente, y luego procede reajustar la regulación en cada una de las ruedas.

### **4.4. Sistemas de transmisión.**

Se verifica el desplazamiento de rulimán del embrague mediante el recorrido de la cuchareta de sujeción.

Se verifica la alineación del árbol de transmisión y que sus respectivos acoples (cruquetas) estén lubricadas correctamente mediante grasa.

Se prueba la sincronización de los cambios de acuerdo al nuevo proceso de mando adaptado, palanca al piso.

#### **4.5 Sistema eléctrico.**

Verificar que los distintos indicadores estén bien ubicados, probar direccionales que estén indicando correctamente la ruta a seguir.

Probar que las luces realicen correctamente el cambio de alta a baja y viceversa.

Calibrar las luces de baja y alta de tal manera que cuando se viaje en la noche no produzcas encandilamiento al vehículo que circula en sentido contrario.

Verificar que la luz de parqueo en la parte delantero o posterior estén bien ubicadas y funcionen correctamente.

Verificar que la luz de freno este bien ubicado y funcione cuando éste se lo retiré.

#### **4.6 Puesta en marcha del vehículo**

En La gráfica se aprecia el vehículo listo para operar al servicio de la Institución.

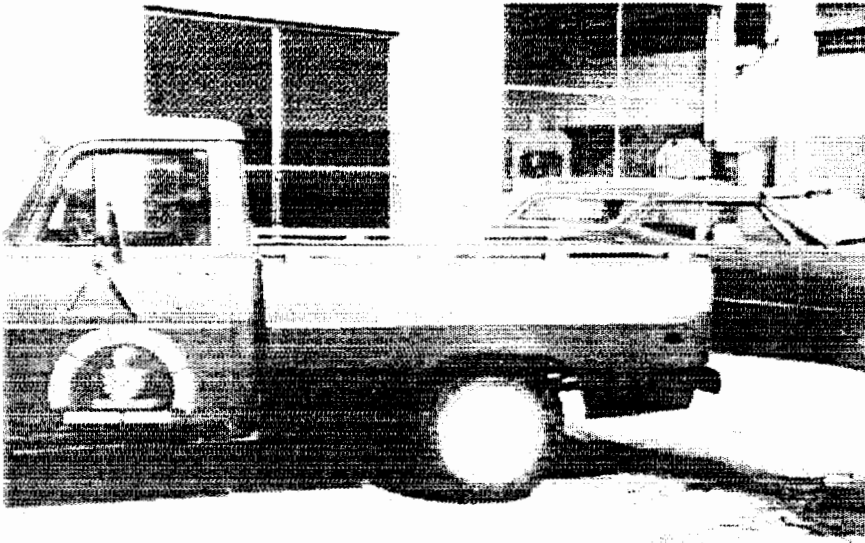


FIGURA 4.6.1 VISTA LATERAL DEL VEHÍCULO

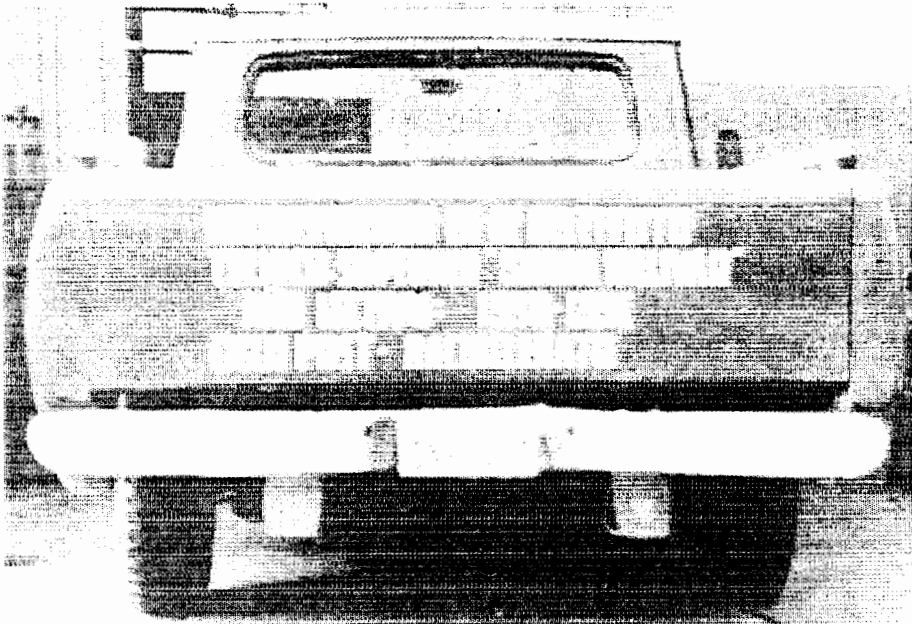


FIGURA 4.6.2 VISTA POSTERIOR DEL VEHÍCULO

Se verifica la instalación efectiva del sistema de arranque batería, motor de arranque.

Se procede a dar arranque al motor y se debe comprobar el ajuste de las válvulas en funcionamiento del mismo a bajas revoluciones.

Se ajusta el carburador, controlando la mezcla aire-combustible, mediante la regulación de sus respectivos cilindros.

Se deja funcionando el motor a bajas revoluciones por un espacio de tiempo mínimo de 3 horas

Luego se acelera el motor para escuchar el funcionamiento del mismo; de acuerdo a la calibración del distribuidor con el PMS, lo que se conoce como calibración del tiempo de encendido del motor. Esto significa adelantar el encendido en 6 grados al PMS, en este caso, es lo correcto.

Se procede a comprobar con un multímetro que el voltaje suministrado por el alternador, se lo controle correctamente para mantener en buenas condiciones el funcionamiento de la batería.

Se procede a dar marcha el vehículo, par lo cual funciona en buenas condiciones, el embrague, y la sincronización de los cambios, con su nuevo sistema de Varillaje para palanca al piso.

con el Vehículo en marcha se prueba el Sistema de frenos lo cual funciona correctamente



A altas velocidades de (60 – 70) km/hora puede verificar que en la dirección el timón (Volante) no existe movimientos anormales, esto significa que la alineación y balance fueron realizados correctamente.

# CAPITULO 5

## 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

### 5.1. Costo hora máquina

Tabla 6

Cuadro para análisis costo hora máquina

<b>Máquina</b>	<b>Horas</b>	<b>Costo hora máquina (Dólares)</b>	<b>Costo operación (Dólares)</b>
Rectificadora de cigüeñal	5	23.5	117
Rectificadora de cilindros	4	23.5	94.11
Rectificadora de	2	23.5	47

cabezotes			
Rectificadora de tambores	2	7.8	15.6
Desenllantadora de neumáticos	2	3.9	7.8
Balaceadora de ruedas	1	3	3
Costo operación			284.51

## 5.2 Costo de materiales.

Material y Repuestos	Costo total
Revestimiento de ocho zapatas de freno	\$ 15.69
22 Repuestos	\$ 195.53
6 Pistones	\$ 59.61
4 Retenedores	\$ 14.12
4 Rulimanes	\$ 50.51
Repuestos	\$ 106.67
12 Elevadores	\$ 49.02
6 Bujías	\$ 1.18
Grasa	\$ 3.14
Pernos	\$ 4.04
Batería Bosch	\$ 44.31
Radiador	\$ 111.37
Repuestos	\$ 42.35
Mangueras y abrazaderas	\$ 4.03
Cable del acelerador	\$ 1.96
Repuestos	\$ 42.26
2 Mangueras	\$ 1.22
1 Válvula PCV	\$ 2.51
2 Guías	\$ 9.10

1 Llave tanque de gasolina	\$	0.63
4 Neumáticos con cámara	\$	125.49
Tapizada del asiento	\$	31.37
Enderezada y pintada	\$	705.88
<b>Total</b>	<b>\$</b>	<b><u>1,621.98</u></b>

### 5.3. Costo de mano de obra

Valor total de la mano de obra = \$392

### 5.4. Costo de reconstrucción del vehículo.

Costo de la hora máquina.	284.51
Costo de los materiales y repuestos	1621.98
Costo de la mano de obra	392.00
Costo total de reconstrucción del vehículo	<u>2298.49</u>

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Disponer de un medio funcional de transporte adaptado a las necesidades y confiable es de vital importancia para la movilización oportuna de carga y personas
2. El tiempo y costo que conlleva realizar la reparación de un vehículo son dos parámetros a considerar en la selección de un vehículo a reconstruir.
3. Al reconstruir un vehículo necesariamente se pierde algo de la eficiencia original del mismo, pues las dimensiones originales se ven modificadas al realizar procesos de rectificación.
4. Es posible rediseñar los sistemas originales del vehículo, tomando en cuenta las funciones que deberá desempeñar ejemplos típicos son los autos arreglados para carreras.

5. Se debe ser cuidadoso al seleccionar un vehículo para proceder a reconstruirlo, pues de ya haber sido reparado en varias ocasiones puede ocurrir que no sea posible reducir aún más las dimensiones de elementos que sea necesario rectificar, y que el cálculo inicial de costos de reparación este muy por debajo del costo real, al tener que adquirir partes que incluso, quizá; ya no existan en el mercado, y cuya construcción en taller puede resultar onerosa.
6. Determinar la causa de desgaste y fallas en las partes es de vital importancia para corregir y evitar en lo posible sus causas.
7. El proceso de maquinado mediante el cual se rectifica las partes debe ser realizado con gran cuidado de evitar excesos de presión, de profundidad de corte, velocidad de avance, o de usar la herramienta equivocada, para evitar deformaciones, o sobrecalentamientos que alteren las propiedades de los materiales, esto es particularmente cierto en el rectificado de superficies endurecidas del cigüeñal, que debe ser maquinado usando muela suave.
8. Por ello la selección del vehículo adecuado debe ser cuidadosa previendo diversas eventualidades a las que probablemente sea expuesto.

9. El motor después de las reparaciones realizadas quedo en buenas condiciones y el vehículo ya en estado operativo inicio su servicio a la institución por lo que con este ejemplo me atrevo a recomendar que se busque optimizar la utilización de los recursos al alcance de nuestras posibilidades para que el país siga adelante.

# APÉNDICE





# **APÉNDICE**

## **HOJAS DE RECTIFICADO**

- 1.- Block de Cilindros (Fundición de hierro)
- 2.- Cigüeñal (acero con tratamiento térmico)
- 3.- Tambores de Freno (Fundición de hierro)
- 4.- Ciclo de construcción de varillaje de caja de cambios (varillas de acero y platinas de acero).
- 5.- Rectificado del cabezote (Fundición de hierro)

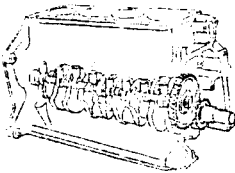
## CICLO DE RECTIFICADO

**PRODUCTO: BLOCK DE CILINDROS**

**DENOMINACIÓN CILINDRO DE DESPLAZAMIENTO  
DE LA PIEZA: DE LOS PISTONES**

**CANTIDAD: 1**

**MATERIAL: COLADA DE FUNDICIÓN**

No. Operador	Máquina	Denominación de la operación y croquis	Ustillajes	Datos técnicos	Tiempo mínimo
1	Rectificadora de block de cilindros	 <p style="text-align: center; font-size: small;">Fig. 46 - bloque de cilindros típico</p> <p>a.- Desbastado de los cilindros</p> <p>b.- Bruñido de los cilindros.</p>	Micrómetro de interiores	a+0.20mm	3 horas  1 hora

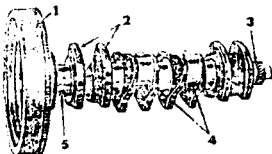
## CICLO DE RECTIFICADO

**PRODUCTO: CIGUEÑAL**

**DENOMINACIÓN DE LA PIEZA: EJE DE ACOPLA DE COJINETES DE BIELA Y BANCADA**

**CANTIDAD: 1**

**MATERIAL: ACERO CON TRATAMIENTO TÉRMICO**

No. Operador	Máquina	Denominación de la operación y croquis	Utillajes	Datos técnicos	Tiempo mínimo
1	Rectificadora de Cigueñal	 <p>a.- Rectificadora de muñecas de bancada</p> <p>b.- Rectificado de muñones de biela</p>	Micrómetro de exteriores	<p>a+0.50mm</p> <p>a+0.50mm</p>	<p>3 horas</p> <p>2 horas</p>


## CICLO DE RECTIFICADO

PRODUCTO: TAMBORES DE FRENO

DENOMINACIÓN SUPERFICIE DE  
DE LA PIEZA: ROZAMIENTO CON LA  
GUARNICIÓN DE FRENO

CANTIDAD: 1

MATERIAL: COLADA DE FUNDICIÓN

No. Operador	Máquina	Denominación de la operación y croquis	Utillajes	Datos técnicos	Tiempo mínimo
1	Rectificadora de tambores de Freno	 <p>a.- Rectificado de la superficie de contacto con la guarnición</p>	Calibrador Vernier	a+0.50mm	2 horas

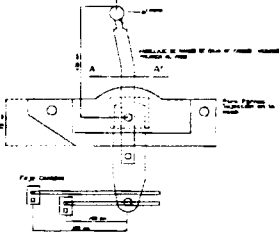
## CICLO DE CONSTRUCCIÓN

PRODUCTO: VARILLAJE DE CAMBIOS

DENOMINACIÓN CONTROL DE MANDO DE  
DE LA PIEZA: LOS CAMBIOS

CANTIDAD: 1

MATERIAL: VARILLAS Y PLATINAS DE ACERO

No. Operador	Máquina	Denominación de la operación y croquis	Utillajes	Datos técnicos	Tiempo minimo
2	Máquinas de cerrajería	 <p>a.- Cortar, doblar, soldar, esmerilar, taladrar.</p>	Fléxometro  Vernier  Escuadra  Graduador  Compás  Regla  Punzón de marcar	Según plano	5 horas

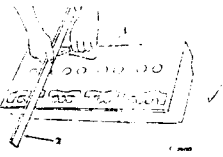
## CICLO DE RECTIFICADO

**PRODUCTO: RECTIFICADO DEL CABEZOTE**

**DENOMINACIÓN ALOJAMIENTO DE  
DE LA PIEZA: VÁLVULAS**

**CANTIDAD: 1**

**MATERIAL: ACERO CON TRATAMIENTO TÉRMICO**

No. Operador	Máquina	Denominación de la operación y croquis	Utillajes	Datos técnicos	Tiempo mínimo
1	Rectificadora de superficie plana	 <p>a.- Aplanamiento de la superficie de contacto.</p>	Regla graduada	a+0.01mm	2 horas

## BIBLIOGRAFÍA

1. H. Kudler, H. Kynast, Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) GmbH Eschborn (República Federal Alemana), Alemania, 1984. 104, 105, 109, 113, 170-172, 190-191, 204-209.
2. Mitsubishi, Heavy industries, Service Manual Engines S2E S3E., Ltd. 16,17.
3. Ken Layne, Manual de Electrónica y Electricidad Automotrices. Tomo I, año 1988. 160, 164, 185-201,250-253.
4. W H. Crouse, Transmisión y Caja de Cambios de automóvil. Edit. Marcombo, 1984. 9-12.
5. Hans Trze Biatoswsky – Karl Spaethe, Industria de Vehículos – Enseñanza Profesional Para Mecánicos y Montadores de Coches, 114-116.

6. Schowch Werner, Mecanismos .- Manual Práctico Del Automóvil. Edit. Reverte. 1988. 39-59, 622-71, 91-93.
  
7. Ing. Evrard Chard, Goez Mar. Revisión de Motores, Edit. Formación Tecnológica, año 1988 –1989, pág. 7-13, 16, 17, 21, 24-26, 38-42, 50, 52- 58, 64, 65, 84, 85, 118, 124,128-131.

