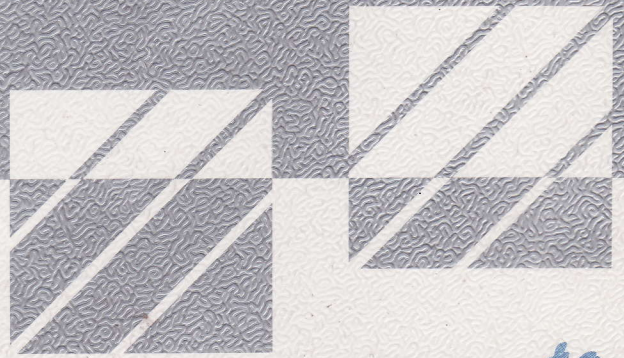


**TOYOTA**  
SERVICE TRAINING



*Manual de Entrenamiento*

**Volumen 10**  
**Sistema de Suspension**





# INTRODUCCION

Este Manual de Adiestramiento ha sido preparado para ser utilizado por los técnicos de los Concesionarios y Distribuidores de Toyota en Ultramar. Este Manual, Sistema de Suspensión, es el décimo volumen de una serie de 18 Manuales de Adiestramiento, los cuales constituyen el Segundo Nivel del Programa New TEAM \* de Toyota, el cual todos los técnicos deben dominar. Este Manual debe ser utilizado por el Instructor acompañado de la Guía de Instrucción.

Los títulos de los Manuales de Adiestramiento del Nivel 2 del New TEAM son los siguientes:

VOL	MANUALES DE ADIESTRAMIENTO
1	Motor a Gasolina
2	Sistema de Combustible
3	Sistema de Encendido
4	Sistema de Control de Emisiones
5	EFI (Inyección Electrónica de Combustible)
6	Motor Diesel
7	Embrague, Transeje y Transmisión Manual
8	Arbol de Transmisión, Diferencial, Arbol de Propulsión y Ejes
9	Transeje y Transmisión Automática

VOL	MANUALES DE ADIESTRAMIENTO
10	Sistema de Suspensión
11	Sistema de Dirección
12	Alineamiento de Ruedas y Neumáticos
13	Sistema de Frenos
14	Fundamentos de Electricidad
15	Sistema de Arranque
16	Sistema de Carga
17	Electricidad de la Carrocería
18	Calefactor y Sistema de Acondicionamiento del Aire

No es suficiente sólo "conocer" ó "entender", es necesario dominar cada tarea que se realice. Por esta razón, la teoría y la práctica han sido combinadas en este Manual de Adiestramiento. La parte superior de cada página está señalada con un símbolo  para indicar que es una página de teoría ó un símbolo  para indicar que es una página de práctica.

Este Manual de Adiestramiento contiene sólo los puntos principales a ser aprendidos, en lo concerniente a los procedimientos de reparación total referirse a los respectivos Manuales de Reparación para talleres.

Este Manual de Adiestramiento explica diversos mecanismos automotrices basados en el Toyota Corolla (Serie AE). Sin embargo, también se han presentado otros modelos para explicar mecanismos que no se encuentran en el Corolla. De esta manera, ha sido posible incluir explicaciones de los mecanismos más diversos.

Para todos aquellos mecanismos que no han sido incluidos en este Manual, referirse a los Manuales de Reparación del modelo pertinente y aplicar los conocimientos adquiridos a través del estudio del Manual de Adiestramiento para llevar a cabo el trabajo necesario.

Toda la información contenida en este Manual, es la más reciente hasta la fecha de publicación. No obstante, nos reservamos el derecho de hacer cambios sin previo aviso.

**TOYOTA MOTOR CORPORATION**

\*TEAM: TEAM significa "Educación Técnica para la Maestría Automotriz", el cual es un programa de adiestramiento dividido en tres niveles de acuerdo al nivel de conocimientos de los técnicos. Este programa hace posible que los técnicos, reciban de manera sistemática el adiestramiento apropiado a su nivel de conocimientos, el cual contribuirá a lograr la habilidad y eficiencia de técnicos experimentados en el menor tiempo posible.

# INDICE DE MATERIAS

Página

## SISTEMA DE SUSPENSION

DESCRIPCION.....	1
OSCILACION Y COMODIDAD DE MARCHA.....	2
1. Peso apoyado en resortes y peso no apoyado en resortes.....	2
2. Oscilación del peso apoyado en resortes.....	2
3. Oscilación del peso no apoyado en resortes.....	3
TIPOS DE SUSPENSION Y CARACTERISTICAS.	4
1. Suspensión de eje rígido.....	4
2. Suspensión independiente.....	8

## RESORTES

CARACTERISTICAS.....	12
1. Elasticidad.....	12
2. Constante elástica.....	12
3. Oscilación del resorte.....	13
TIPOS DE RESORTE.....	13
1. Resortes de láminas.....	14
2. Resortes espirales.....	16
3. Resortes de barra de torsión.....	17
4. Resortes de goma.....	17
5. Resortes neumáticos.....	18

## AMORTIGUADORES

DESCRIPCION.....	19
1. Principio de funcionamiento.....	19
2. Tipos.....	21
CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO.....	21
1. Amortiguador de un solo tubo.....	21
2. Amortiguador de dos tubos.....	23
3. Amortiguadores llenos de gas a baja presión.....	25
4. Manipulación de los amortiguadores llenos de gas.....	26

## REMOCION E INSTALACION DE LA SUSPENSION

OBJETIVO Y PREPARACION.....	28
SUSPENSION DELANTERA.....	29
SUSPENSION TRASERA.....	35

## REPARACION GENERAL DEL AMORTIGUADOR.....37



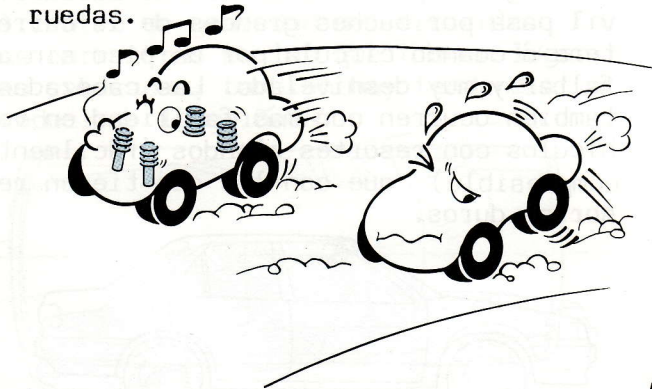


# SISTEMA DE SUSPENSION

## DESCRIPCION

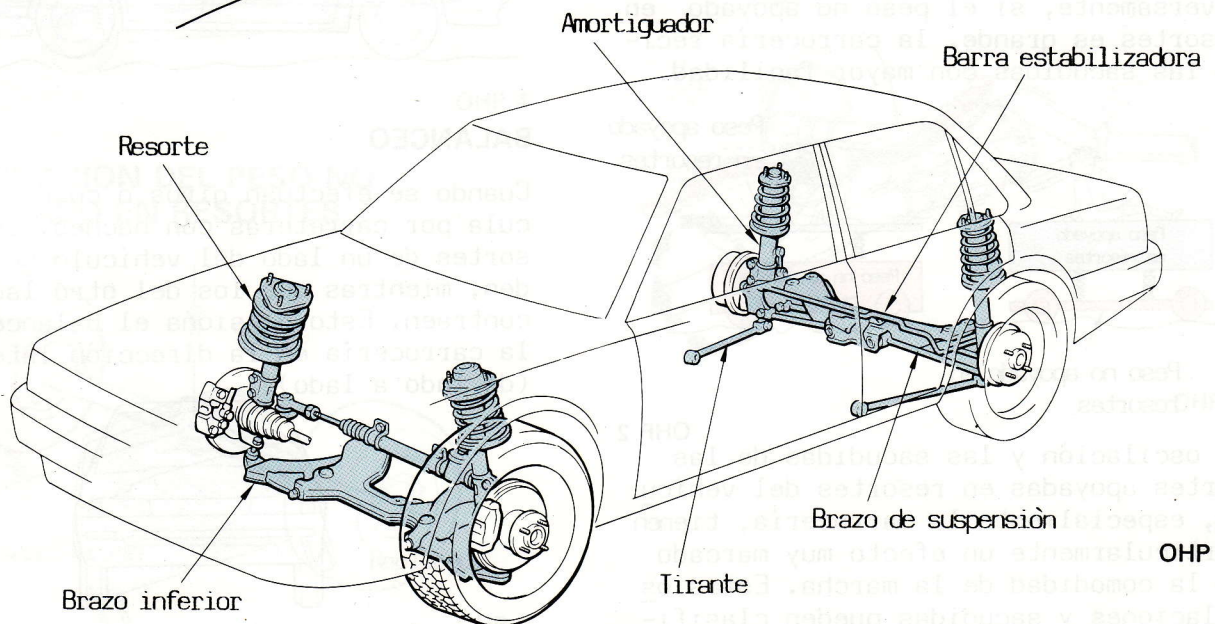
La suspensión conecta la carrocería del vehículo con las ruedas y desempeña las funciones siguientes:

- Durante la marcha se encarga, junto con las ruedas de absorber y amortiguar las vibraciones, oscilaciones y sacudidas que recibe el vehículo debido a las irregularidades de la superficie del piso de la carretera, todo ello con el fin de proteger a los pasajeros y el equipaje, así como de mejorar la estabilidad de la dirección.
- Transmite a la carrocería la fuerza de marcha y de frenaje, que se genera debido a la fricción entre la superficie de la carretera y las ruedas.
- Soporta la carrocería sobre los ejes y mantiene la adecuada relación geométrica entre la carrocería y las ruedas.



El sistema de suspensión está compuesto de los siguientes componentes principales:

- Los resortes, los cuales neutralizan los sobresaltos de la superficie del camino.
- Los amortiguadores, los cuales actúan para mejorar la comodidad de marcha limitando la libre oscilación de los resortes.
- Los estabilizadores (barra de oscilación lateral o barra anti-balanceo) y los cuales previenen la oscilación del vehículo.
- Un retenedor de articulaciones, las cuales actúan para mantener los componentes arriba mencionados en su lugar y controlar el movimiento longitudinal y lateral de las ruedas.



OHP 1

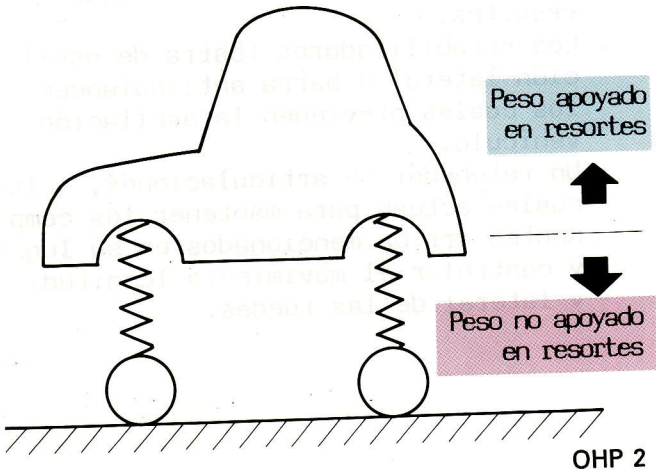




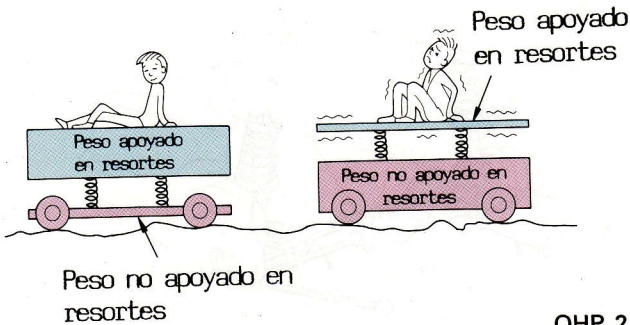
# OSCILACION Y COMODIDAD DE MARCHA

## 1. PESO APOYADO EN RESORTES Y PESO NO APOYADO EN RESORTES

La carrocería de un automóvil se apoya en unos resortes. El peso de la carrocería, etc., soportado por resortes, se denomina peso apoyado en resortes. Por otro lado, las ruedas y los ejes, así como las demás partes del automóvil que no están soportadas por resortes, se denominan peso no apoyado en resortes.

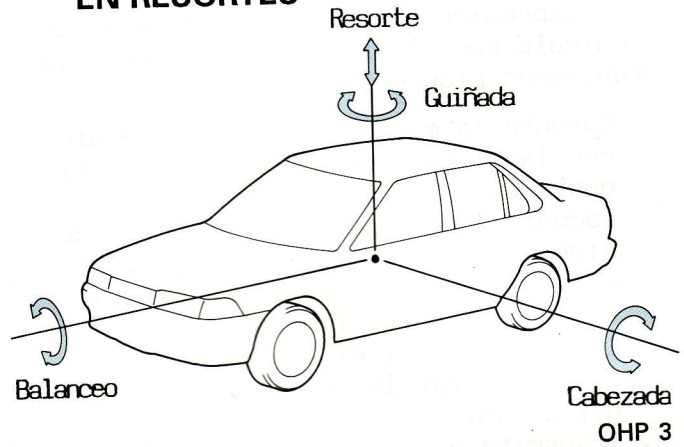


Normalmente se acepta que, cuanto mayor es el peso apoyado en resortes en un automóvil, mejor es la comodidad de marcha porque cuanto mayor es el peso apoyado en resortes, más se reduce la tendencia de la carrocería a recibir sacudidas. Inversamente, si el peso no apoyado en resortes es grande, la carrocería recibe las sacudidas con mayor facilidad.



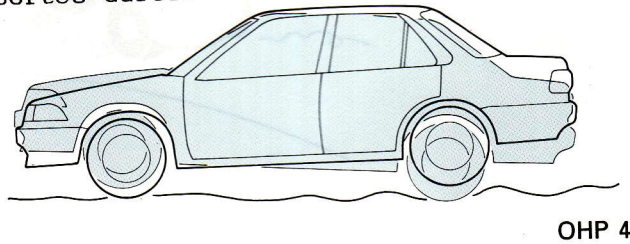
La oscilación y las sacudidas de las partes apoyadas en resortes del vehículo, especialmente la carrocería, tienen particularmente un efecto muy marcado en la comodidad de la marcha. Estas oscilaciones y sacudidas pueden clasificarse del modo siguiente:

## 2. OSCILACION DEL PESO APOYADO EN RESORTES



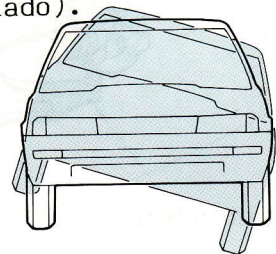
### CABEZADA

Las cabezadas son las oscilaciones hacia arriba y abajo, con relación al centro de gravedad del vehículo, de las partes frontal y posterior del automóvil. Tienen lugar especialmente cuando el automóvil pasa por baches grandes de la carretera o cuando circula por un piso sin asfaltar y muy desnivelado. Las cabezadas también ocurren con más facilidad en vehículos con resortes blandos (fácilmente compresible) que con los que tienen resortes duros.



### BALANCEO

Cuando se efectúan giros o cuando se circula por carreteras con baches, los resortes de un lado del vehículo se expanden, mientras que los del otro lado se contraen. Esto ocasiona el balanceo de la carrocería en la dirección lateral (de lado a lado).

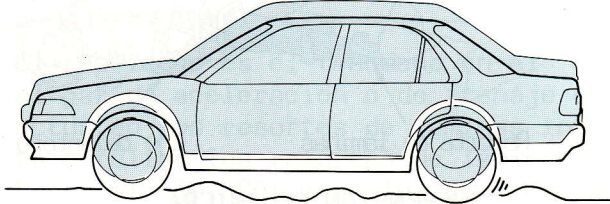






### REBOTE

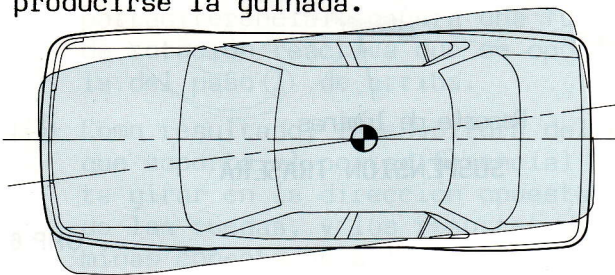
Los rebotes son los movimientos hacia arriba y abajo que tienen lugar en toda la carrocería del automóvil. Cuando el automóvil circula a altas velocidades sobre una superficie ondulada hay muchas posibilidades que se produzcan rebotes. También tienden a producirse cuando los resortes son blandos.



OHP 4

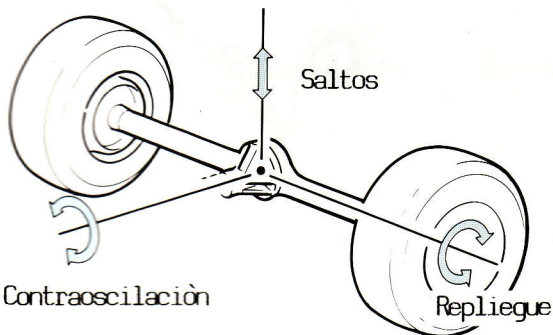
### GUIÑADA

La guiñada es el movimiento de la línea central longitudinal hacia la izquierda y derecha del automóvil, en relación con el centro de gravedad del vehículo. En las carreteras en las que tienen lugar las cabezadas, también hay tendencia a producirse la guiñada.



OHP 4

### 3. OSCILACION DEL PESO NO APOYADO EN RESORTES



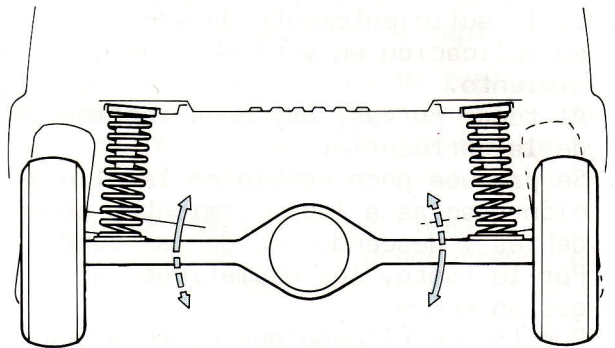
OHP 5

### SALTOS

Los saltos son los rebotes hacia arriba y abajo de las ruedas, que ocurren normalmente en carreteras en mal estado cuando se circula a velocidades medias y altas.

### CONTRAOSCILACION

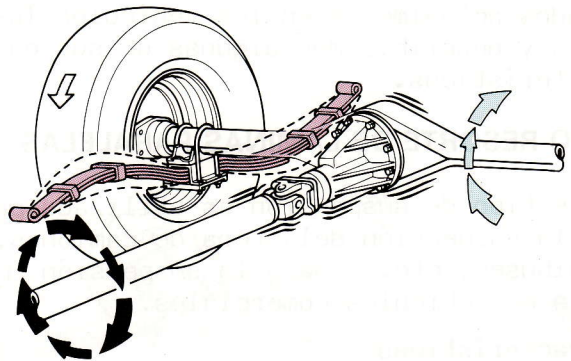
La contraoscilación es la oscilación hacia arriba y abajo en direcciones opuestas de las ruedas izquierdas y derechas, haciendo que las ruedas patinen por el piso. Este efecto ocurre con facilidad en vehículos cuya suspensión es del tipo de eje rígido.



OHP 5

### REPLIEGUE

El repliegue es el fenómeno que se produce cuando los resortes de láminas intentan enrollarse en torno al eje debido al par torsor de la marcha. (Ver pág. 5).



OHP 5





## TIPOS DE SUSPENSION Y CARACTERISTICAS

La suspensiòn puede dividirse opcionalmente en dos tipos, basados en las diferencias en sus construcciones. Las características de cada tipo son las siguientes:

### 1. SUSPENSION DE EJE RIGIDO

Una suspensiòn de eje rìgido tiene las siguientes características:

- El número de piezas que componen la suspensiòn es reducido y la construcciòn es simple. Por lo tanto, el mantenimiento es tambièn simple.
- Es lo suficientemente duradera para su aplicaciòn en vehìculos de gran rendimiento.
- Al tomar curvas, hay poca inclinaciòn de la carrocerìa.
- Se produce poco cambio en la alineaciòn gracias a los movimientos ascendentes y descendentes de las ruedas. Por lo tanto, los neumáticos se desgastan menos.
- Puesto que el peso que no se apoya en resortes es mucho, la comodidad de la marcha es insuficiente.
- Puesto que los movimientos de las ruedas izquierda y derecha se influyen entre sí, las vibraciones y oscilaciones ocurren con mayor facilidad.

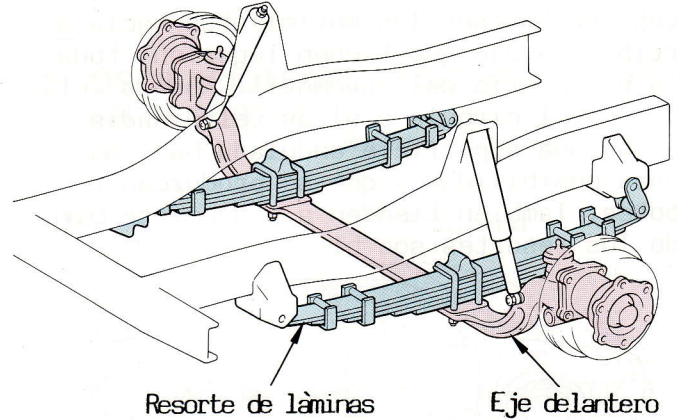
Existen varios tipos de suspensiòn de eje rìgido. Aquì explicaremos los principales tipos de suspensiòn de eje rìgido usados actualmente en los vehìculos Toyota y describiremos algunas de sus características.

#### TIPO RESORTE DE LAMINAS PARALELAS

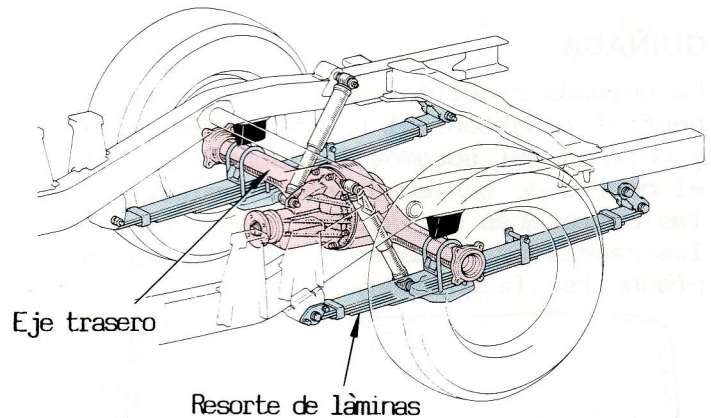
Este tipo de suspensiòn es utilizado para la suspensiòn delantera de camiones, omnibuses, etc. y para la suspensiòn trasera en vehìculos comerciales.

#### Características

Puesto que el resorte de lÀminas actúa tambièn como articulaciòn para posicionamiento del eje (manteniéndolo en su lugar), generalmente no se requieren articulaciones separadas. Por lo tanto, la construcciòn de la suspensiòn es simple y comparativamente fuerte.



SUSPENSION DELANTERA



SUSPENSION TRASERA





• Puesto que el posicionamiento del eje se lleva a cabo mediante los resortes de láminas, es difícil emplear un resorte muy blando (un resorte con una constante elasticidad). Por lo tanto, esta suspensiòn no es muy adecuada con respecto a la comodidad de marcha.

• Se degrada la comodidad de marcha debido a la fricciòn entre las láminas del resorte de láminas. La aceleraciòn y el par de frenaje tienden a causar repliegue y vibraciones, y el repliegue ocasiona el asentamiento de la parte trasera y el hundimiento de la delantera.

\* Fricciòn entre láminas: ver pág. 14

REFERENCIA

El repliegue es el fenómeno en el que el par de aceleraciòn   de frenaje que actúa en los resortes de láminas intenta enrollar los resortes de láminas en torno al eje. Por ejemplo, el repliegue debido al par de aceleraciòn se genera del modo siguiente:

① El par del motor se transmite a las ruedas del modo siguiente con el fin de impulsar el vehículo hacia adelante:

Transmisiòn → Arbol de mando → Pi n de mando → Corona → Semieje → Ruedas

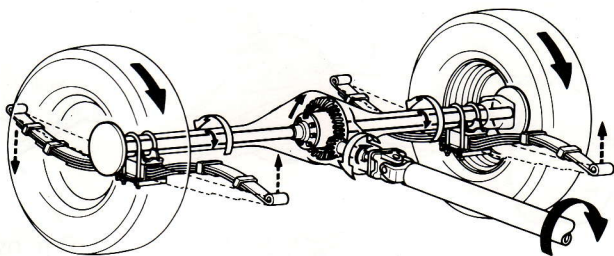
② Al mismo tiempo que se genera la fuerza de rotaciòn de arriba, el pi n de mando que est  soportado por el portadiferencial, genera una fuerza de rotaciòn reactiva que se opone a la del paso ① de arriba.

③ Como resultado, la envoltura del eje, que soporta el portadiferencial intenta girar en la direcciòn opuesta a la de las ruedas, y los resortes de láminas conectados a la envoltura del eje intentan enrollarse en torno al eje.

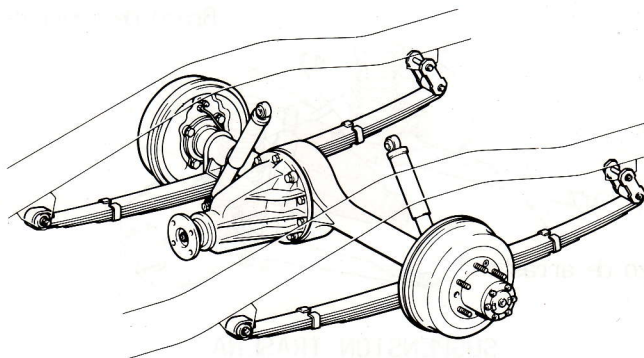
④ El par impulsor cambia de acuerdo con los cambios del par del motor, por lo que las fuerzas reactivas tambi n cambian como respuesta. Esto hace que la flexiòn de los resortes tambi n cambie, ocasionando la generaciòn de vibraciones (vibraciones de repliegue).

Puesto que las vibraciones de repliegue ejercen una influencia adversa en la comodidad de la marcha, generalmente se toman las medidas siguientes para evitarlas:

- Resortes de Láminas Asimétricas  
El repliegue se reduce descentrando el eje trasero de modo que quede situado un poco hacia adelante del centro del resorte de láminas. Esto sirve tambi n para comprobar el movimiento ascendente y descendente de la carrocería durante la marcha y el frenaje.
- Situaciòn del Amortiguador  
El repliegue puede reducirse separando los amortiguadores del centro de asentamiento y mont ndolos desfasados, es decir, montando uno delante y uno detrás del eje.



➔ FUERZA DE ROTACION  
➞ FUERZA REACTIVA







**TIPO BRAZO GUIA CON BARRA LATERAL,  
TIPO BRAZO DE ARRASTRE CON BARRA  
LATERAL**

Este tipo de suspensi3n es utilizada por las suspensiones delantera y trasera del Land Cruiser.

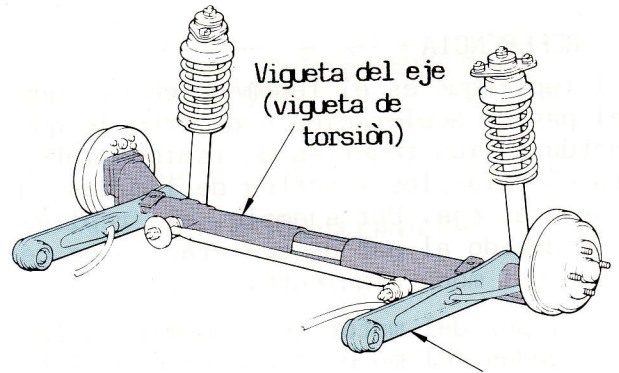
**Caracteristicas**

En este tipo, la situaci3n del eje, el cual es acoplado por los resortes de l3mina en el tipo de resorte de l3minas paralelas, mencionado previamente, es preferiblemente acompa1ado por brazos guias 3 brazos de arrastre y una barra de control lateral. Esto es superior a los resortes de l3mina en los siguientes puntos:

- Como la constante el3stica\* puede ser menor la comodidad de marcha es buena.
  - Como la rigidez del brazo de arrastre es alta es dif3cil que ocurra enroscamiento del mismo.
- \* Constante el3stica: ver p3g. 12

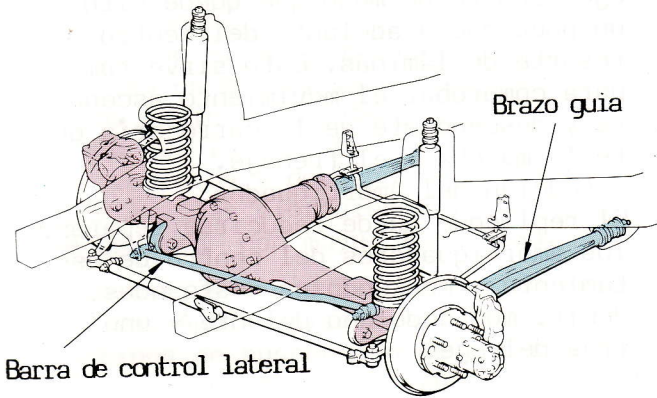
**TIPO DE BRAZO DE ARRASTRE CON VIGUETA DE TORSION**

La construcci3n de este tipo es simple y compacta y es utilizada por la suspensi3n posterior de los veh3culos con motor dispuesto transversalmente y tracci3n delantera (FF).

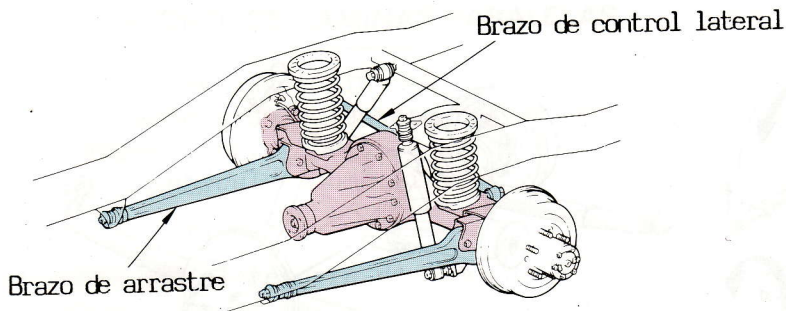


Brazo de suspensi3n (brazo de arrastre)

OHP 8



SUSPENSION DELANTERA



SUSPENSION TRASERA

OHP 7



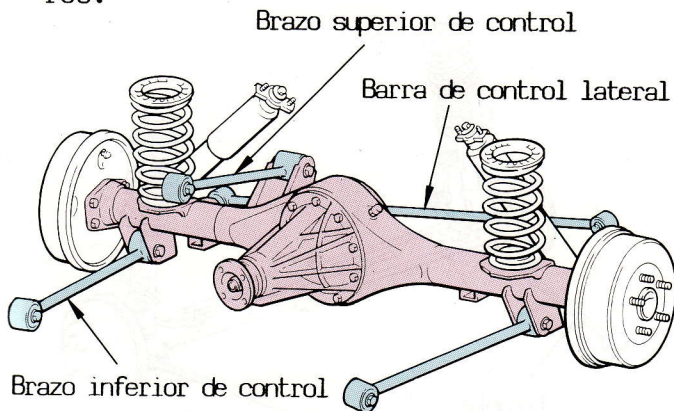


## TIPO DE 4 ARTICULACIONES

Este tipo es utilizado para la suspensi3n posterior. Proporciona la mayor comodidad de marcha de todas las suspensi3n de eje rígido.

### Características

- Puesto que una amortiguaci3n se encarga del posicionamiento del eje, pueden utilizarse resortes blandos y el confort de marcha es satisfactorio.
- Debido a la disposici3n geométrica de las articulaciones, se evitan las cabezadas delanteras durante el frenaje y el asentamiento trasero durante la aceleraci3n. Ademàs el movimiento ascendente y descendente de la parte de lantera del diferencial durante el bote y rebote puede minimizarse haciendo los brazos superiores de control màs cortos que los brazos inferiores de control. Esto a su vez significa que puede bajarse el piso sobre la parte delantera del diferencial, permitiendo màs espacio para el compartimiento de pasajeros.
- El empleo de resortes espirales minimiza la fricci3n en la suspensi3n, por lo que las pequeñas sacudidas de la carretera pueden amortiguarse y mejorarse así el confort de la marcha.
- Por lo general, cuando se usa este tipo de suspensi3n en la parte posterior, la articulaci3n se sitúa hacia adelante del eje y, como resultado, puede aumentarse la capacidad del portaequipajes en autom3viles de pasajeros.



OHP 8





## 2. SUSPENSION INDEPENDIENTE

Las características de la suspensión independiente son las siguientes:

- El peso no apoyado en resortes puede mantenerse reducido y las características de adhesión a la carretera son buenas, por lo que la comodidad de marcha y la estabilidad de la dirección son satisfactorias.
- En las suspensiones independientes, los resortes sólo soportan el peso de la carrocería, no ayudan a posicionar las ruedas (de lo cual se encargan las articulaciones), lo cual significa que pueden utilizarse resortes más blandos.
- Puesto que no hay ningún eje que conecte las ruedas izquierda y derecha, puede bajarse la posición de montaje del piso y del motor, lo cual significa que el centro de gravedad del vehículo es más bajo y el compartimiento de pasajeros y de equipajes pueden hacerse más grandes.
- La construcción es algo compleja.
- La rodada y la alineación cambia con los movimientos ascendente y descendente de las ruedas.

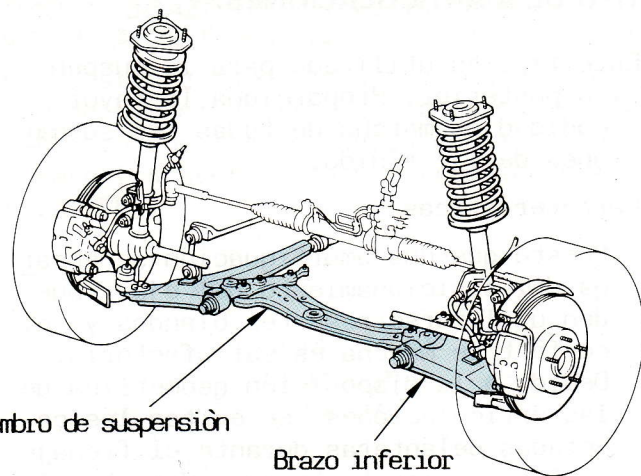
Existen varios tipos de suspensión independiente.

### TIPO TIRANTE MACPHERSON

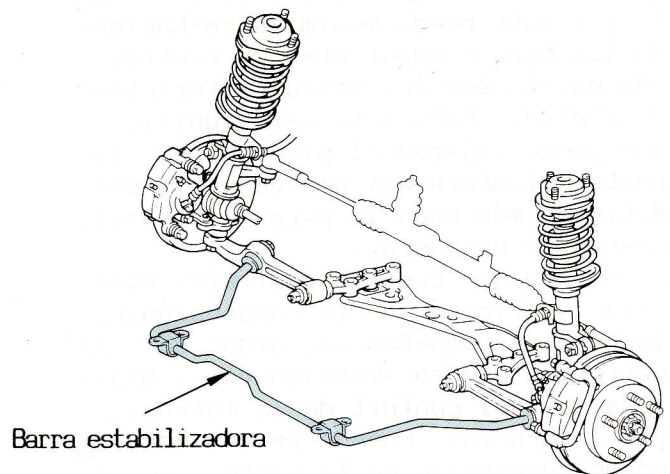
Este es el sistema de suspensión independiente más ampliamente usado para la suspensión delantera de vehículos pequeños y medianos. Este tipo es también usado para la suspensión trasera de los vehículos FF.

#### Características

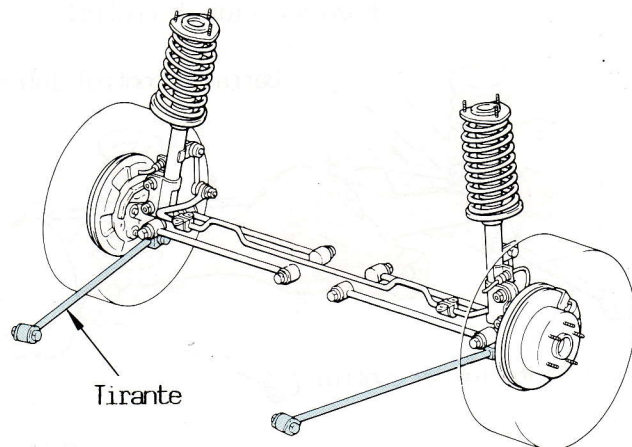
- La construcción de la suspensión es relativamente simple.
- Puesto que el número de piezas es reducido, pesa poco, por lo que puede reducirse el peso no apoyado en resortes.
- Puesto que el espacio que ocupa la suspensión es pequeño, puede aumentar se el espacio utilizable en el compartimiento del motor.
- Puesto que la distancia entre los puntos de soporte de la suspensión es grande, hay poca perturbación de la alineación de las ruedas debido al error del fabricante de piezas. Por lo tanto, a excepción de la convergencia, los ajustes de alineación son normalmente innecesarios.



SUSPENSION DELANTERA PARA CELICA



SUSPENSION DELANTERA PARA CAMRY



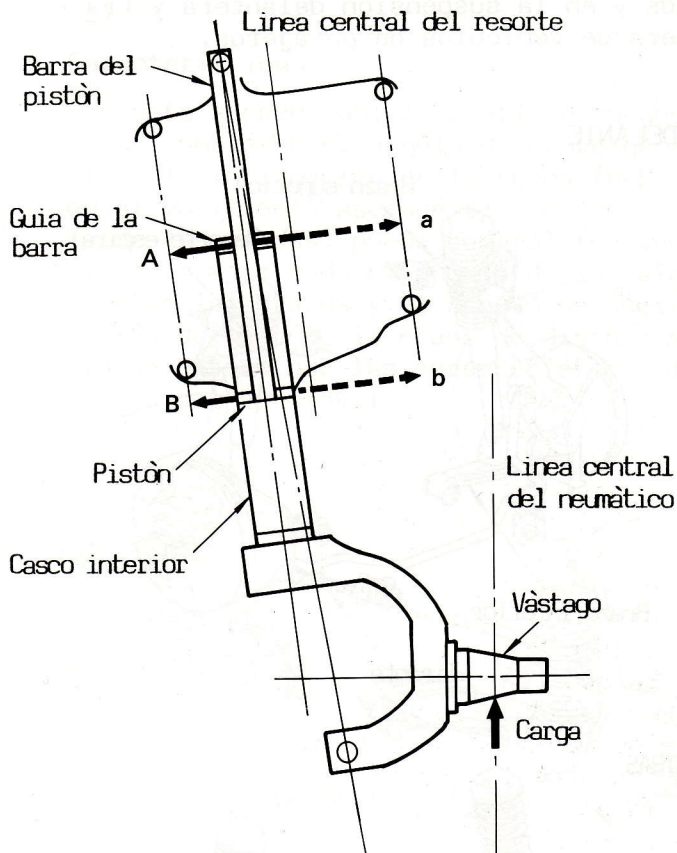
SUSPENSION TRASERA PARA CELICA





REFERENCIA

En la suspensiòn de tirantes del tipo MacPherson, los amortiguadores actúan como parte de la articulaciòn de la suspensiòn, soportando la carga vertical. Sin embargo, puesto que los amortiguadores estàn sujetos a la carga de los neumáticos, se doblan muy poco. Esto causa la generaciòn de esfuerzo lateral (A y B, como se muestra en la ilustraciòn), creando fricciòn entre la barra del pistòn y la guià de la barra, y entre el pistòn y el casco interior causando ruidos anormales y afectando adversamente la comodidad de la marcha. Estos problemas pueden minimizarse des-centrando los resortes desde la linea central del tirante ò amortiguador para que las fuerzas respectivas a y b se generen en oposiciòn a las fuerzas A y B.



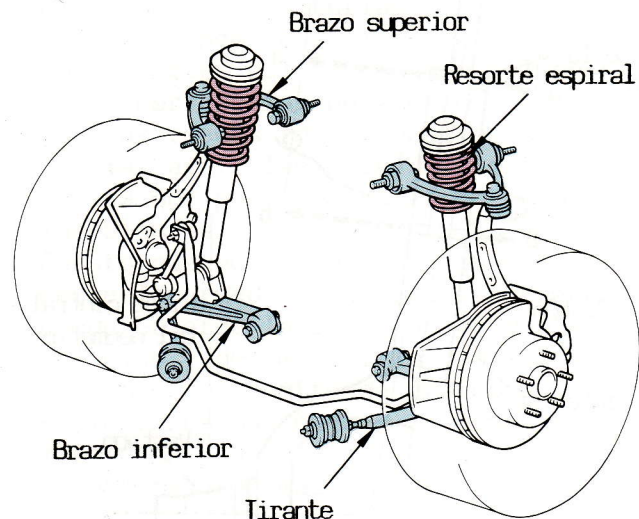




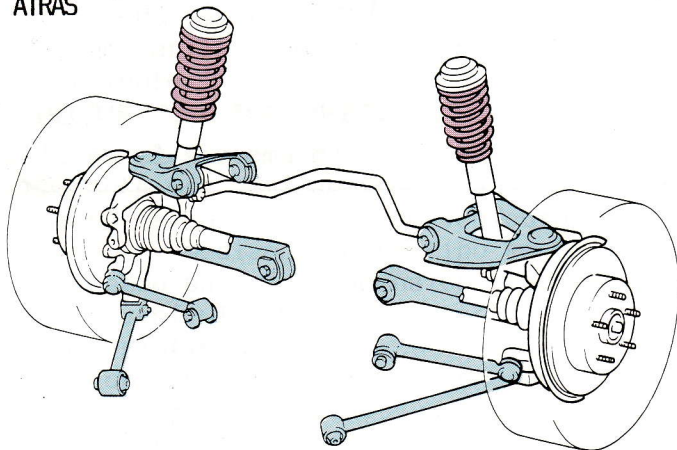
## TIPO DOBLE HORQUILLA

Este tipo es usado ampliamente para la suspensi3n delantera de camiones peque1os y en la suspensi3n delantera y trasera de vehculos de pasajeros.

ADELANTE

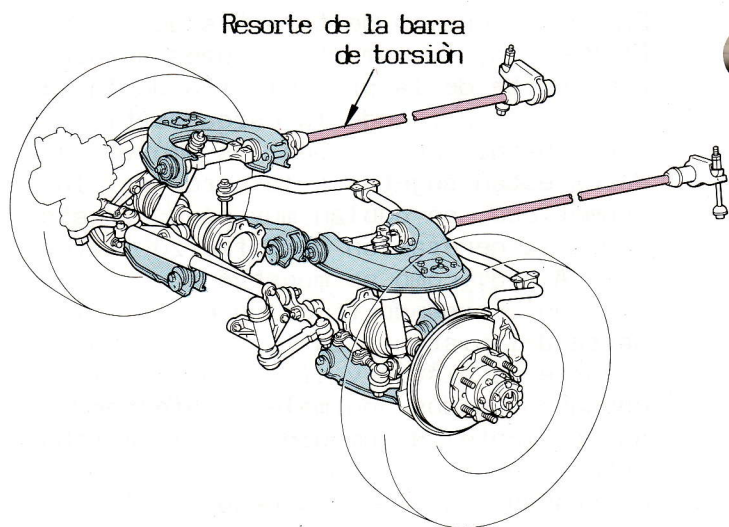


ATRAS



PARA LEXUS LS 400

OHP 10

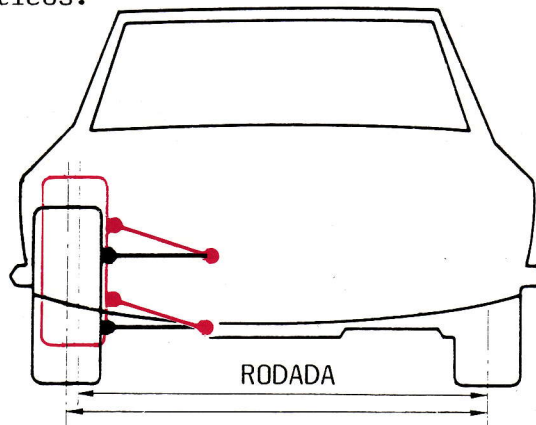


SUSPENSION DELANTERA PARA HILUX

OHP 10

### Características

La geometría de la disposici3n de los brazos, es decir, las longitudes, posiciones y ángulos de los brazos, controlan la trayectoria de las ruedas cuando el autom3vil toma una curva 3 pasa por un bache. Esta trayectoria a su vez afecta la direcci3n, la adhesi3n a la carretera, y el desgaste de los neumáticos. Si los brazos superior e inferior fueran paralelos y de la misma longitud, las ruedas no se inclinarían al moverse hacia arriba y abajo al pasar sobre baches, lo cual causaría la variaci3n de la rodada (la distancia entre las ruedas izquierda y derecha) ocasionando giros insatisfactorios y demasiado desgaste de los neumáticos.

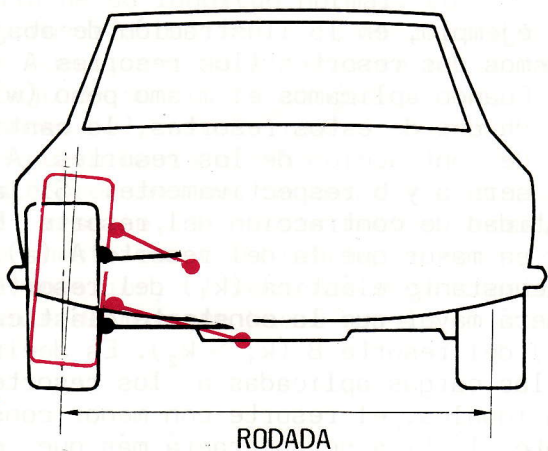


OHP 11





Por lo tanto, en los sistemas de suspensiòn mäs modernos, los brazos estàn hechos de modo que no son paralelos ni de la misma longitud. Esto hace que las ruedas se inclinen hacia adentro un poco al pasar sobre baches, de modo que la rodada no cambia, de este modo se mejora la toma de curvas porque la rueda exterior, que recibe la mayor parte de la carga y que por lo tanto ejerce mayor fuerza de viraje, permanece mäs ò menos en ángulos rectos con la superficie de la carretera, mejorando de este modo la adhesiòn.



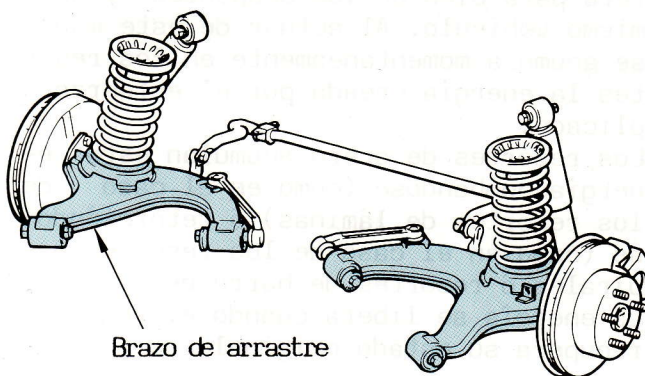
OHP 11

### TIPO BRAZO DE SEMI-ARRASTRE

Este tipo es usado para la suspensiòn posterior en el Crown y otros pocos modelos.

#### Características

Con esta suspensiòn, la cantidad en que puede cambiarse el ángulo de convergencia y la inclinaciòn de la rueda (debido al movimiento ascendente y descendente de las ruedas) puede controlarse variando y ajustando el ángulo de instalaciòn de los brazos y el ángulo de oscilaciòn del eje en la etapa de diseño, a fin de determinar las características de manejo del automòvil.



OHP 12





# RESORTES

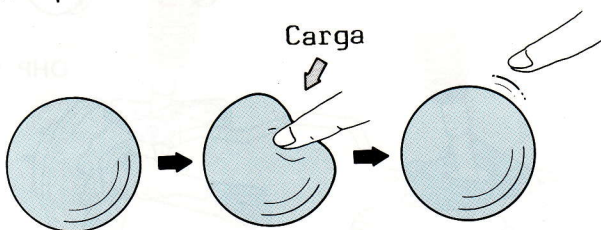
## CARACTERÍSTICAS

### 1. ELASTICIDAD

Si se aplica una fuerza a un objeto hecho de un material como puede ser la goma, creará un esfuerzo (deformación) en tal objeto. Al sacar dicha fuerza, el esfuerzo desaparecerá y el objeto volverá a adquirir su forma original.

A esto lo llamamos elasticidad característica. Los resortes de un automóvil emplean el principio de la elasticidad para amortiguar los baches de la carretera para bien de los ocupantes y del mismo vehículo. Al actuar de este modo, se acumula momentáneamente en los resortes la energía creada por el esfuerzo aplicado.

Los resortes de acero acumulan esta energía combándose (como en el caso de los resortes de láminas) o retorciéndose (como en el caso de los resortes espirales o resortes de barra de torsión). La energía se libera cuando el resorte recupera su estado original.



### 2. CONSTANTE ELÁSTICA

La flexión de un resorte varía en proporción con la fuerza (carga) aplicada al mismo.

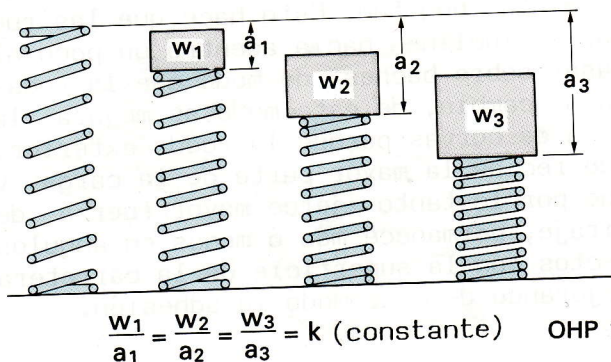
En otras palabras, el valor obtenido al dividir la fuerza ( $w$ ) entre la cantidad de flexión ( $a$ ) es constante. Este valor constante ( $k$ ) se denomina constante elástica.

$$k = \frac{w}{a}$$

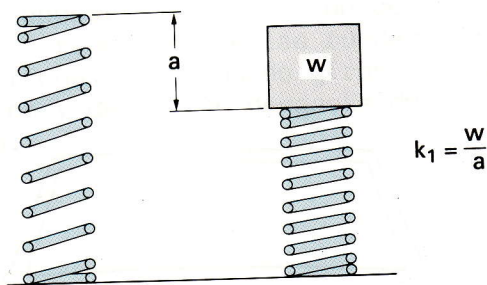
Donde  $w$  = fuerza externa (carga), en kg.

$a$  = cantidad de contracción (deformación) en mm

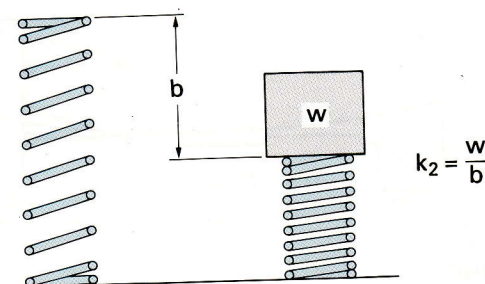
$k$  = constante elástica, en kg/mm



Por ejemplo, en la ilustración de abajo tenemos dos resortes (los resortes A y B). Cuando aplicamos el mismo peso ( $w$ ) a cada uno de estos resortes, la cantidad de contracción de los resortes A y B será  $a$  y  $b$  respectivamente. Si la cantidad de contracción del resorte B ( $b$ ) es mayor que la del resorte A ( $a$ ), la constante elástica ( $k_1$ ) del resorte A será mayor que la constante elástica ( $k_2$ ) del resorte B ( $k_1 > k_2$ ). Es decir, si las cargas aplicadas a los resortes son iguales, el resorte con menor constante elástica se contraerá más que el resorte con mayor constante elástica. Los resortes con baja constante elástica se denominan "blandos", mientras que los que tienen alta constante elástica se denominan "duros".



RESORTE A (DURO)



RESORTE B (BLANDO)

En la ilustración de arriba,  $a < b$ , por lo que  $k_1 > k_2$ .





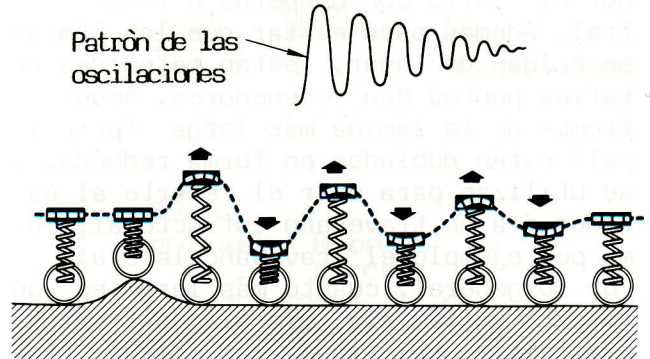
### 3. OSCILACION DEL RESORTE

Cuando las ruedas de un vehículo pasan por un bache, los resortes del vehículo se comprimen rápidamente. Puesto que cada resorte intenta inmediatamente volver a su longitud cargada original, rebotará, levantando la carrocería del vehículo.

Sin embargo, puesto que el resorte acumuló energía durante su compresión, debe rebotar después de pasar de su longitud normal para poder liberar tal energía. El movimiento ascendente del vehículo ayuda también a hacer que rebote más allá de su longitud normal. Cuando la carrocería del vehículo empieza a bajar de nuevo, empuja el resorte hacia más abajo de su altura cargada normal. Entonces, el resorte reacciona rebotando de nuevo hacia arriba.

Este proceso, que se denomina oscilación del resorte, se repite muchas veces, pero puesto que cada rebote es menor que el anterior, el vehículo deja eventualmente de moverse hacia arriba y abajo.

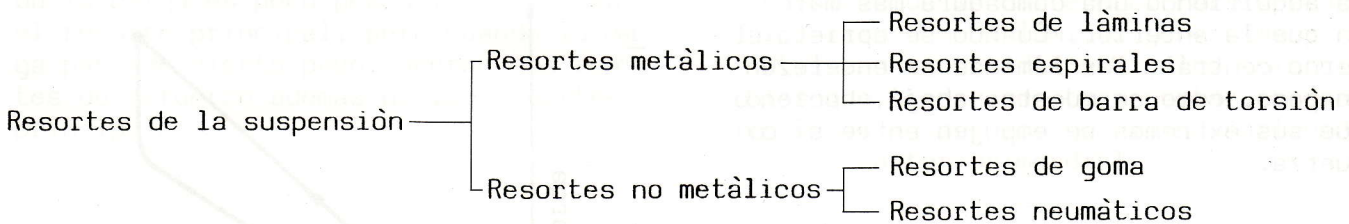
Si estas oscilaciones de arriba a abajo se dejaran incontroladas, no sólo harían que la marcha fuera incómoda, sino que originarían la inestabilidad de la dirección. Para evitarlo, se incorporan también los amortiguadores (véase la página 19).



OHP 14

### TIPOS DE RESORTE

En los sistemas de suspensión de los automóviles, los resortes utilizados son los metálicos, como por ejemplo los resortes de láminas, resortes espirales y barras de torsión, y los no metálicos, como por ejemplo los resortes de goma y resortes neumáticos.

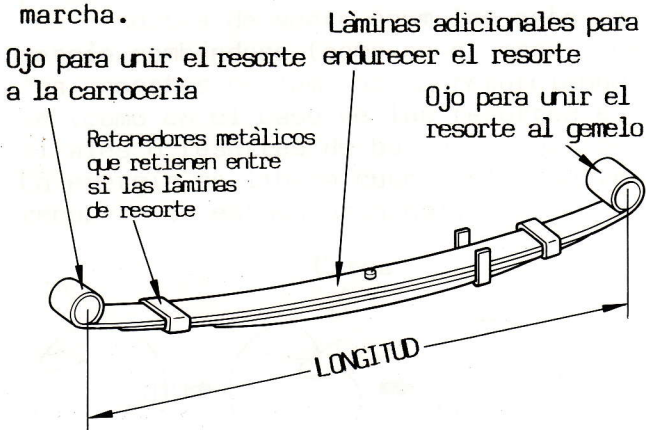




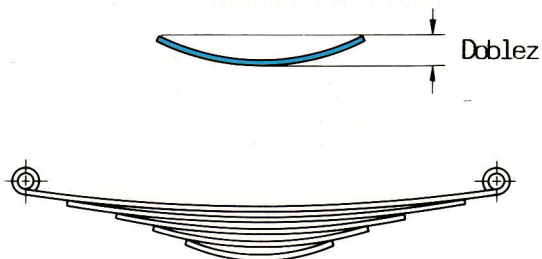


### 1. RESORTES DE LAMINAS

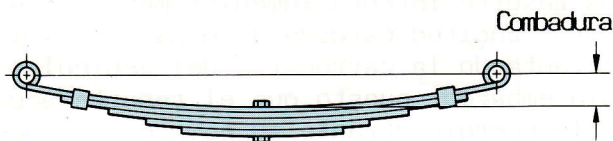
Los resortes de láminas están hechos de varias tiras encorvadas de acero el  stico, denominadas "láminas", apiladas las unas sobre las otras siguiendo un orden que va de las más cortas a las más largas. Esta pila de láminas est   fijada por el centro con un perno    remache central. Adem  s para evitar que las láminas se salgan de lugar, est  n retenidas en varios puntos con retenedores. Ambos extremos de la lámina más larga (principal) est  n doblados en forma redonda, y se utilizan para unir el resorte al bastidor    a un travesaño estructural, como por ejemplo el travesaño lateral. Por lo general, cuanto más largo es un resorte de láminas, más blando resulta. Adicionalmente, cuanto más láminas tenga el resorte, más carga podrá soportar pero, por otro lado, el resorte se endurecerá y se degradar   el confort de la marcha.



La curvatura de cada lámina se denomina doblez. Puesto que la doblez de una lámina es más pronunciada cuanto más corta es la lámina, cada lámina de la pila va adquiriendo una combadura más marcada que la anterior. Cuando se aprieta el perno central, las láminas se enderezan un poco, como se muestra abajo, haciendo que sus extremos se empujen entre sí con fuerza.



La curvatura total del resorte de láminas se denomina combadura.

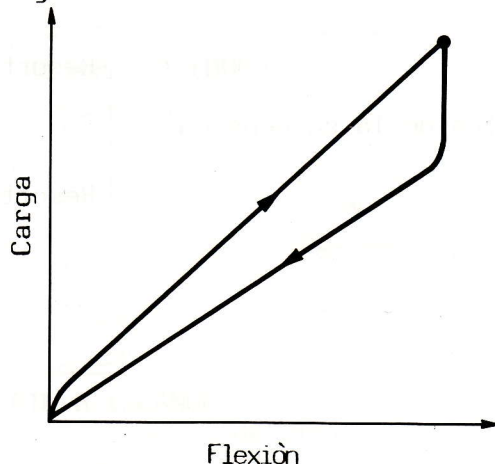


OHP 15

#### Propósito de la doblez

- Cuando se dobla un resorte, la doblez hace que las láminas del resorte froten entre sí y la fricci  n así creada amortigua con rapidez las oscilaciones del resorte. Esta fricci  n se denomina fricci  n entre láminas y es una de las principales peculiaridades del resorte de láminas. Sin embargo, esta fricci  n causa tambi  n una reducción del confort de la marcha, porque evita que el resorte se doble con facilidad. Es por eso que los resortes de láminas se utilizan principalmente en veh  culos comerciales.
- Cuando rebota el resorte, la doblez evita que se forme holgura entre cada una de las láminas, evitando de este modo que la suciedad, la arena, etc. se introduzcan entre las láminas y causen desgaste.

La relaci  n a la que el resorte de láminas retorna a su posición original cuando se reduce la carga en el mismo, es distinta que la relaci  n a la que se dobla cuando se le aplica la carga. Esta diferencia se debe a la fricci  n entre láminas, y es como se muestra en la ilustraci  n siguiente:



OHP 15

OHP 15





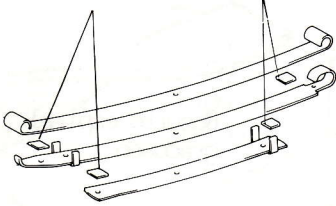
Puesto que la comodidad de marcha se deteriora si la fricción entre láminas es grande, se han tomado medidas en los actuales resortes de láminas para reducir esta fricción.

#### REFERENCIA

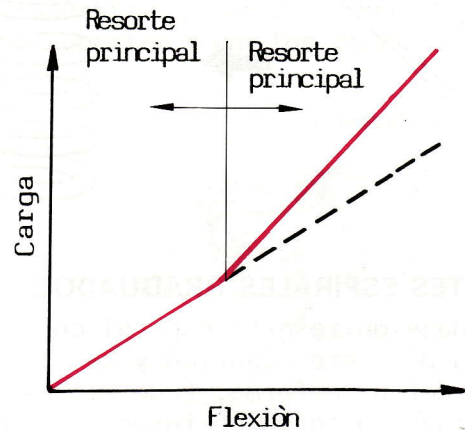
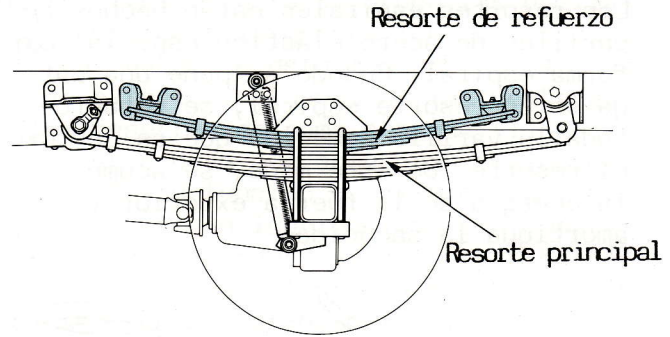
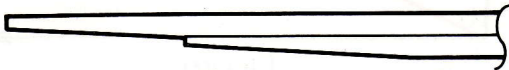
Medidas para reducir la fricción entre láminas

Se ha instalado almohadillas silenciadoras en los extremos entre cada una de las láminas para mejorar el deslizamiento de las hojas unas contra otras.

Almohadillas silenciadoras



Cada una de las hojas está también adherida en sus extremos para que ejerzan la cantidad apropiada de presión cuando están en contacto con otra.



OHP 16

### RESORTES DE REFUERZO

En camiones y en muchos otros vehículos que están sujetos a grandes fluctuaciones de carga, se utilizan resortes de refuerzo. El resorte de refuerzo se instala encima del resorte principal. Cuando la carga es poco pesada, sólo opera el resorte principal, pero cuando la carga pasa de cierto peso, operan los resortes de refuerzo además de los resortes principales.

### CARACTERISTICAS

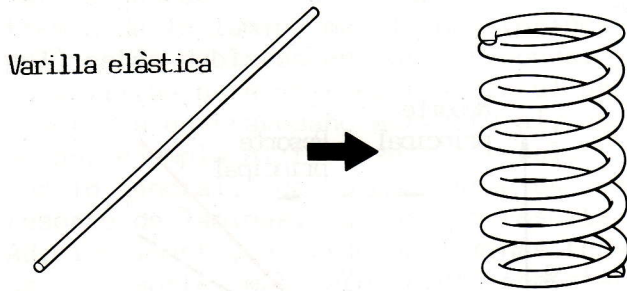
- Puesto que los resortes poseen una rigidez adecuada para retener el eje en la posición correcta, no es necesario emplear articulaciones para ello.
- Controlan sus propias oscilaciones mediante fricción entre las láminas.
- Poseen durabilidad suficiente para su empleo de gran rendimiento.
- Debido a la fricción entre láminas, les resulta difícil amortiguar las pequeñas vibraciones provenientes de la superficie de la carretera. Por lo tanto, los resortes de láminas generalmente se utilizan en grandes vehículos comerciales que tienen que transportar cargas pesadas y para los que la durabilidad es un factor primordial.





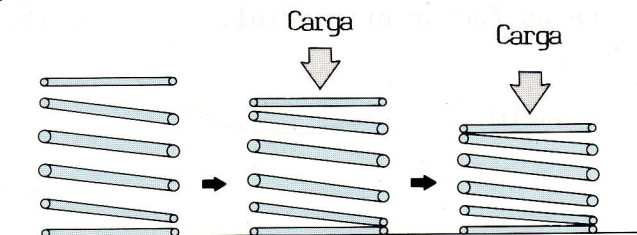
## 2. RESORTES ESPIRALES

Los resortes espirales estàn hechos de varillas de acero elàstico especial con forma espiral. Cuando se pone una carga en un resorte espiral, se retuerce toda la varilla a medida que se contrae el resorte. De este modo, se acumula la energìa de la fuerza exterior y se amortigua la sacudida.



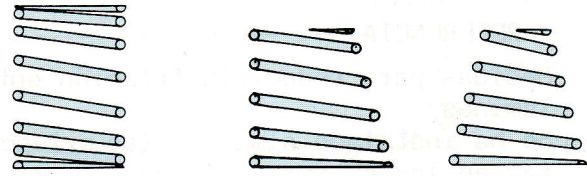
### RESORTES ESPIRALES GRADUADOS

Si se hace un resorte espiral con una varilla de acero elàstico y se le da un diàmetro uniforme, todo el resorte se doblarà en forma uniforme en proporciòn con los cambios de la carga. Esto significa que si se utiliza un resorte blando, no serà lo suficientemente rìgido como para poder amortiguar cargas pesadas, mientras que si se utiliza un resorte duro, degradarà el confort de marcha cuando se lleva poca carga. Sin embargo, si se utiliza una varilla con un diàmetro que cambia constantemente, como se muestra abajo, los extremos del resorte tendràn una constante elàstica menor que la parte central. Consecuentemente, bajo poca carga, los extremos del resorte se contraeràn y amortiguaràn los baches de la carretera. Por otro lado, la parte central del resorte serà lo suficientemente rìgida como para poder soportar bien cargas pesadas.



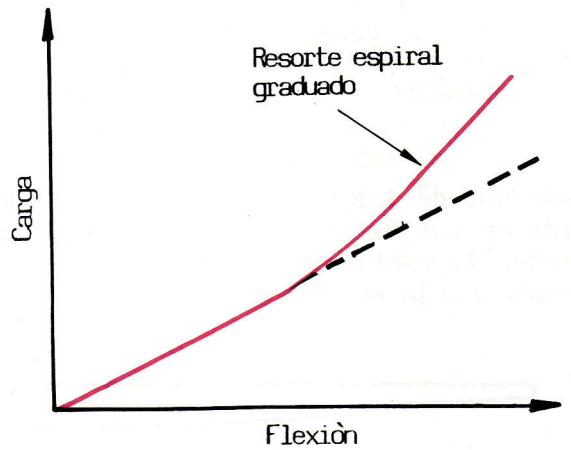
### RESORTES ESPIRALES AHUSADOS

Los siguientes tipos de resortes tambièn pueden ser usados para llevar a cabo el mismo efecto.



RESORTE DE PASO DESIGUAL

RESORTE CONICO



OHP 17

### CARACTERISTICAS

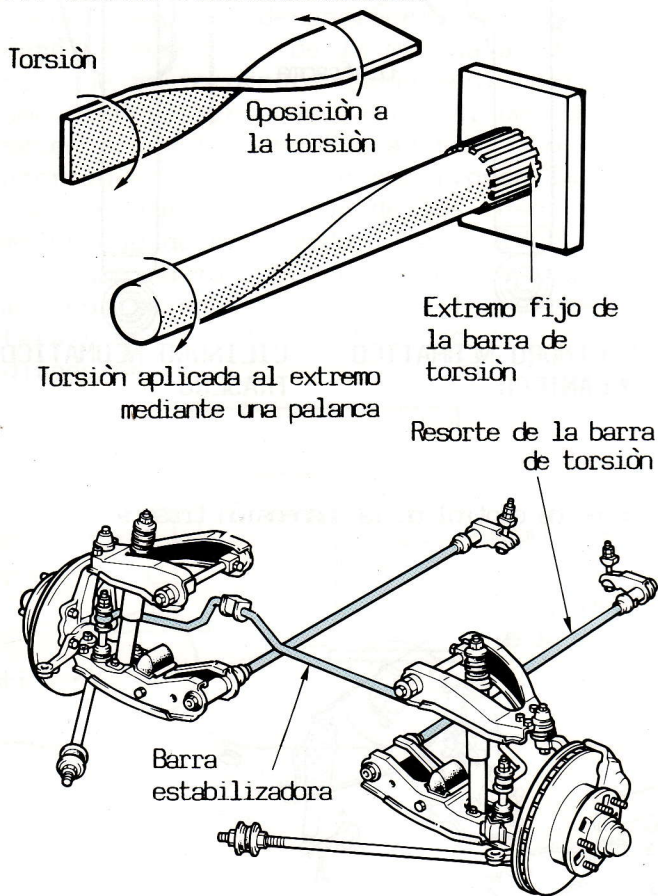
- La relaciòn de absorciòn de energìa por unidad de peso es mayor en comparaciòn con la de los resortes de l àmi nas.
- Pueden hacerse resortes blandos.
- Puesto que no hay fricciòn entre l àmi nas como en el caso de los resortes de l àminas, el mismo resorte no contro la las oscilaciones, por lo que se requiere el empleo de amortiguadores j un to a los resortes.
- Puesto que no existe resistencia alguna a las fuerzas laterales, se requieren mecanismos de articulaciones para sostener el eje (brazo de la suspen siòn, barra de control lateral, etc.).





### 3. RESORTES DE BARRA DE TORSION

El resorte de barra de torsión (denominado por lo general barra de torsión simplemente), es una barra de acero elástico que emplea su elasticidad torsional para resistir el retorcimiento. Un extremo de la barra está fijado al bastidor u otro travesaño de la estructura de la carrocería, y el otro extremo a un componente que está sujeto a la carga torsional. Los resortes de barra de torsión se utilizan también para hacer barras estabilizadoras.



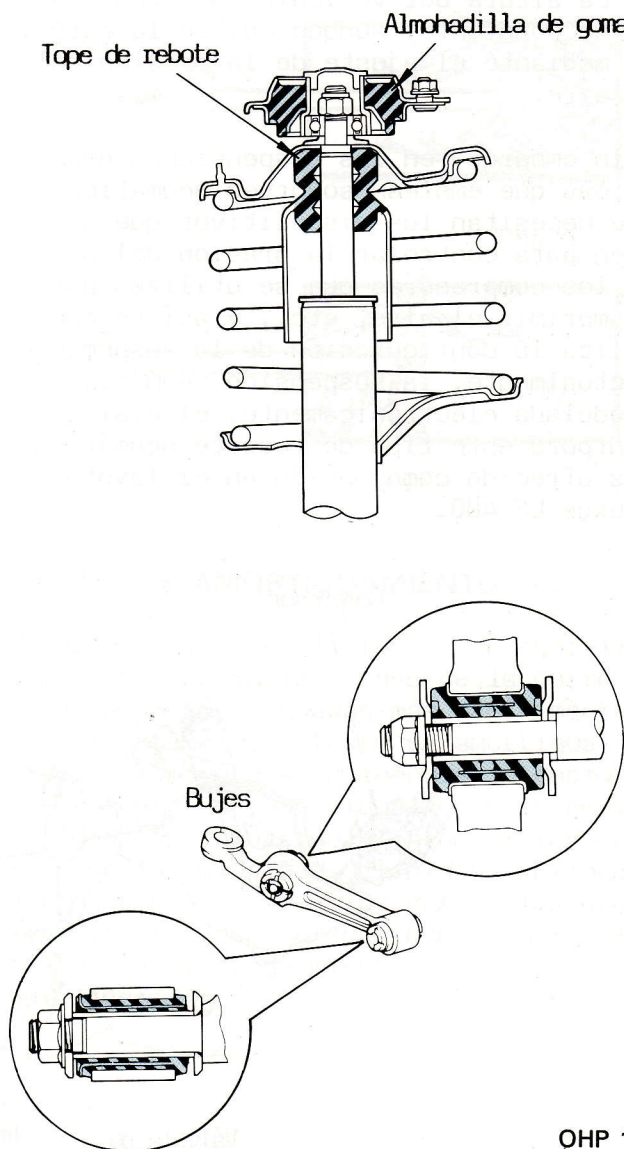
OHP 18

#### CARACTERISTICAS

- Puesto que la relación de absorción de energía por unidad de peso es grande en comparación con otros resortes, puede aligerarse la suspensión.
- Se simplifica la disposición del sistema de suspensión.
- Al igual que en el caso de los resortes espirales, los resortes de barra de torsión no controlan las oscilaciones, por lo que se requiere el empleo de amortiguadores junto con los resortes.

### 4. RESORTES DE GOMA

Los resortes de goma absorben las oscilaciones mediante la generación de fricción interna cuando se deforman debido a una fuerza exterior. Algunas de las ventajas de los resortes de goma son que (1) pueden hacerse para que adquieran cualquier forma, (2) su función es silenciosa, y (3) no necesitan lubricación. Sin embargo, no son adecuados para soportar cargas pesadas. Por todo ello, los resortes de goma se utilizan principalmente como resortes auxiliares o como bujes, espaciadores, dispositivos, amortiguadores, topes y demás soportes para los componentes de la suspensión.



OHP 19



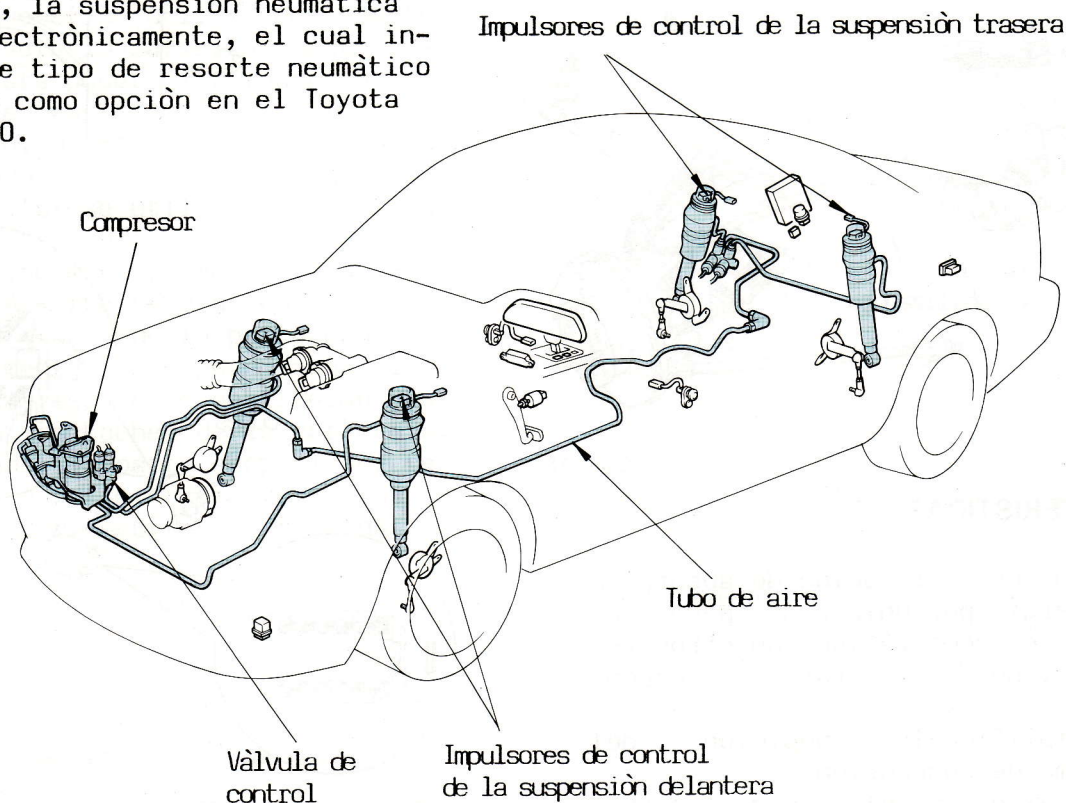
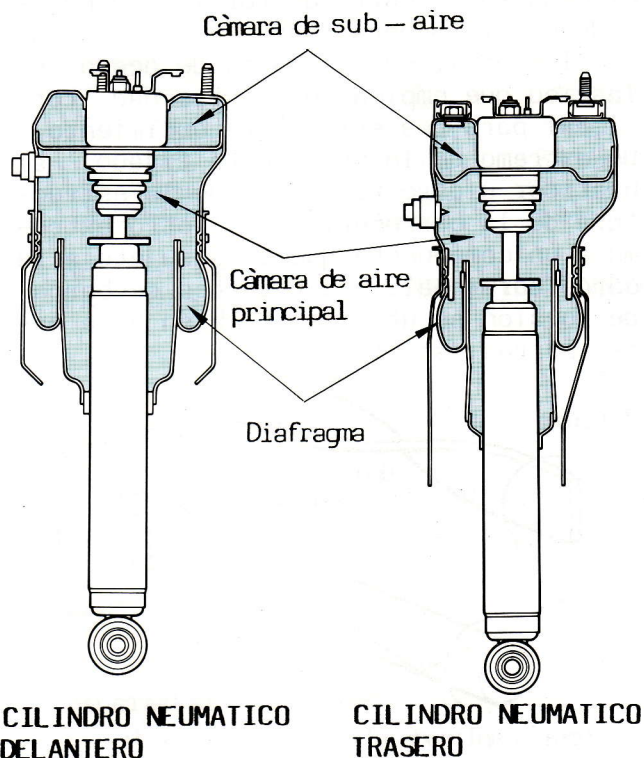


## 5. RESORTES NEUMATICOS

Los resortes neumáticos se sirven del hecho de que el aire posee elasticidad cuando se comprime. Los resortes neumáticos tienen las características siguientes:

- Son muy blandos cuando el vehículo no está cargado, pero puede incrementarse su constante elástica al aumentar la carga mediante el aumento de la presión del aire del interior de la cámara. De este modo se consigue el óptimo confort de marcha tanto cuando el vehículo lleva poca carga como cuando está cargado a tope.
- La altura del vehículo puede mantenerse constante, aunque cambie la carga, mediante el ajuste de la presión del aire.

Sin embargo, en las suspensiones neumáticas que emplean soportes neumáticos, se necesitan los dispositivos que sirven para controlar la presión del aire y los compresores que se utilizan para comprimir el aire, etc., y así se complica la configuración de la suspensión. Actualmente, la suspensión neumática modulada electrónicamente, el cual incorpora este tipo de resorte neumático es ofrecido como opción en el Toyota Lexus LS 400.



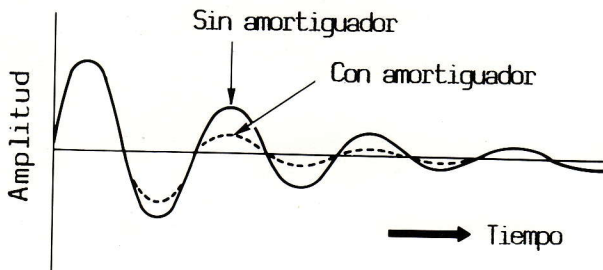
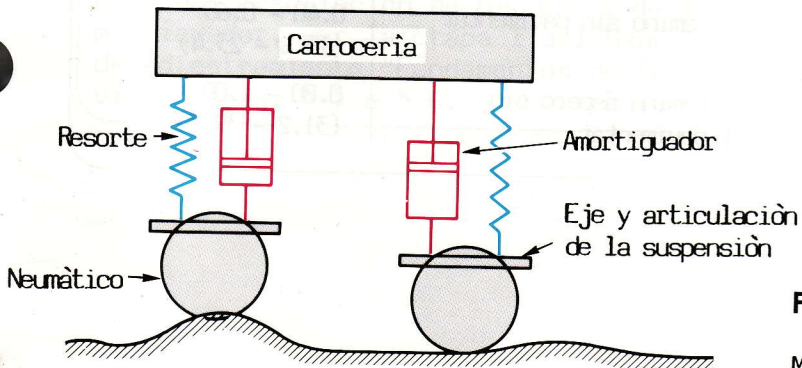




# AMORTIGUADORES

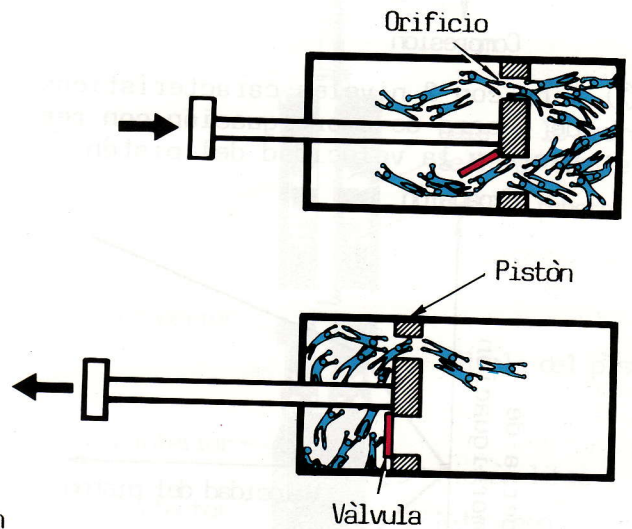
## DESCRIPCIÓN

Cuando un automóvil está sujeto a las sacudidas de la superficie de la carretera, se comprimen y expanden los resortes de suspensión con el fin de amortiguar tales sacudidas. Sin embargo, puesto que los resortes poseen características para seguir oscilando, y dado que estas oscilaciones tardan mucho tiempo en desaparecer, se degradará la comodidad de la marcha a menos que se incorpore algún medio para amortiguar tales oscilaciones. De ello se encargan los amortiguadores. Los amortiguadores no sólo amortiguan las oscilaciones excesivas de los resortes mejorando de este modo la comodidad, sino que además ayudan a que los neumáticos se adhieran mejor a la carretera y mejoran la estabilidad de la dirección.



## 1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En los automóviles se utilizan amortiguadores telescópicos, que emplean como medio un líquido especial denominado líquido de amortiguadores. En este tipo de amortiguadores, se genera una fuerza de amortiguamiento causada por el líquido al ser forzado por un orificio (pequeño) mediante el movimiento del pistón.



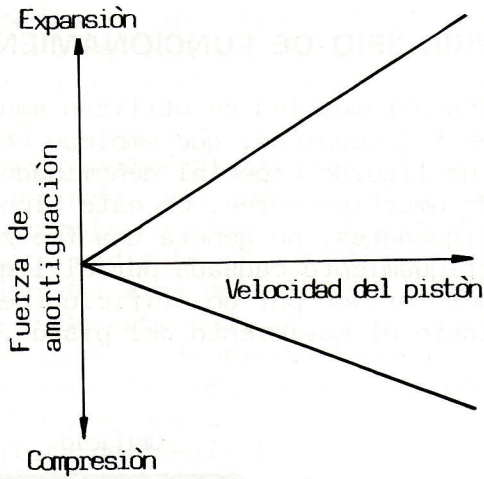
## FUERZA DE AMORTIGUAMIENTO

Mientras mayor sea la fuerza de amortiguamiento las oscilaciones de la carretera serán amortiguadas más rápidamente, pero el golpe del efecto de amortiguación será mayor tanto como la intensidad de la fuerza de amortiguamiento lo sea. La fuerza de amortiguamiento también cambia con la velocidad del pistón. Existen varios tipos de amortiguadores, los cuales difieren dependiendo como cambia la fuerza de amortiguamiento y son los siguientes:

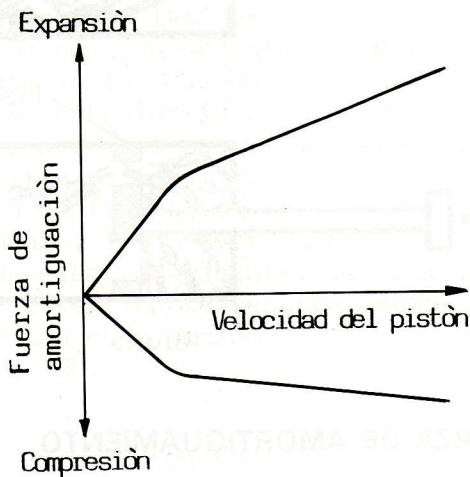




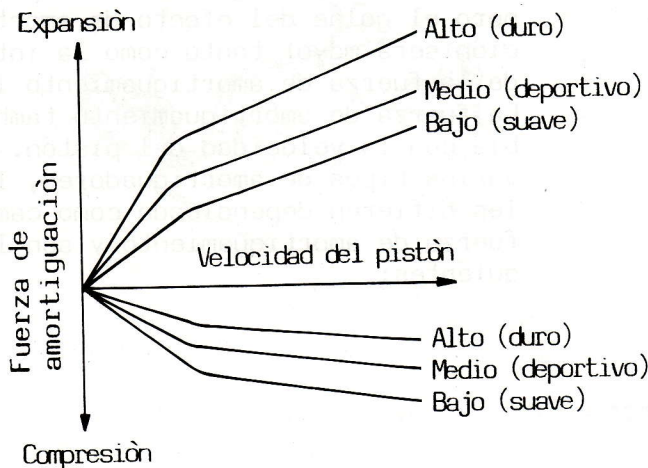
- ① Tipo cuya fuerza de amortiguación es proporcional a la velocidad del pistón



- ② Tipo con 2 niveles característicos de fuerza de amortiguación con respecto a la velocidad del pistón



- ③ Tipo cuya fuerza de amortiguación varía de acuerdo al patrón de manejo



Los sistemas de suspensión con las fuerzas de amortiguación de los tipos ① y ② son usados en la mayoría de los vehículos. El sistema del tipo ③ es utilizado en vehículos con TEMS (Toyota Electronic Modulated Suspension = Suspensión Modulada Electrónicamente Toyota).

REFERENCIA

Las velocidades del pistón cambian de acuerdo con la condición del camino en donde es conducido el vehículo. Regularmente las velocidades del pistón son las siguientes:

SUPERFICIE DEL CAMINO	VELOCIDAD DEL PISTON m/s (pulg/s)
Camino bien pavimentado	0.08 (3.1)
Camino pavimentado un poco áspero	0.10 - 0.15 (3.9 - 5.9)
Camino pavimentado áspero	0.20 - 0.30 (7.8 - 11.7)
Camino sin pavimentar	0.40 - 0.60 (15.6 - 23.4)
Camino áspero sin pavimentar	0.80 - 1.00 (31.2 - 39.3)



## 2. TIPOS

Los amortiguadores son clasificados de acuerdo a su construcción y funcionamiento de la manera siguiente:

- . Clasificación por funcionamiento
  - . Tipo de acción única
  - . Tipo de acción múltiple
- . Clasificación por construcción
  - . Amortiguador de un solo tubo
  - . Amortiguador de dos tubos
- . Clasificación por medio de trabajo
  - . Tipo hidráulico
  - . Tipo llenado con gas

De estos tipos, los amortiguadores que se usan en los modelos más comunes tienen construcción de tubos doble o de uno solo y tipo de operación de acción múltiple.

Recientemente, muchos amortiguadores llenados con gas de los tipos arriba mencionados han empezado a utilizarse.

### REFERENCIA

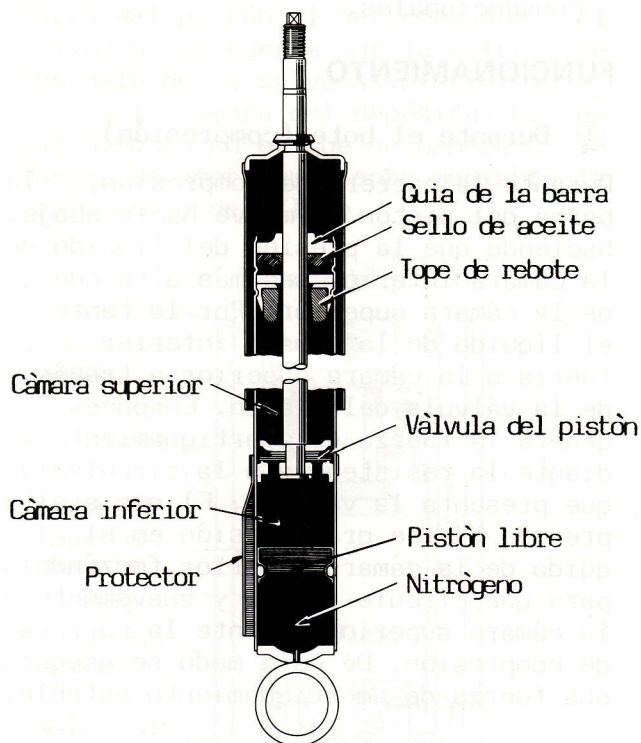
Para una descripción de los tipos de amortiguador, ver la Etapa 1 del Manual de Adiestramiento "Fundamentos de Servicio", pág. 5-5 a 5-6.

## CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO

Varios tipos de amortiguador son utilizados en los vehículos, pero aquí explicaremos su construcción y funcionamiento usando unos cuantos ejemplos representativos.

### 1. AMORTIGUADOR DE UN SOLO TUBO

Un tipo representativo del amortiguador de un solo tubo es el amortiguador tipo DuCarbon, que está cargado de nitrógeno a alta presión (20-30 kg/cm<sup>2</sup>).



OHP 22

### CONSTRUCCION

Dentro del cilindro, la cámara de almacenaje del gas y la cámara del líquido están separadas por un pistón libre, que se denomina así porque puede moverse libremente hacia arriba y hacia abajo.

### CARACTERISTICAS DEL AMORTIGUADOR TIPO DUCARBON

- . Buena radiación térmica porque el tubo único está directamente expuesto al aire libre.





- Un extremo del tubo está cargado de gas a alta presión, que está completamente cerrado por el líquido mediante un pistón libre. De este modo se asegura que no ocurren la cavitación y la aireación durante la operación, consiguiéndose de este modo un amortiguamiento más estable.
- El ruido de la operación se reduce en gran medida.
- Puesto que el gas está almacenado en una cámara separada del amortiguador, la longitud total del amortiguador es mayor que la de los amortiguadores convencionales.

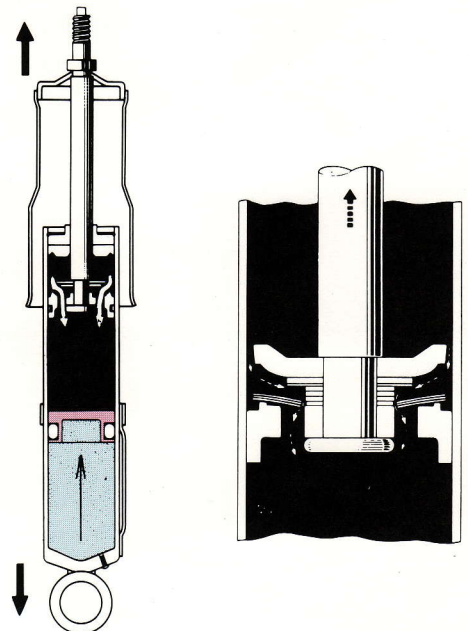
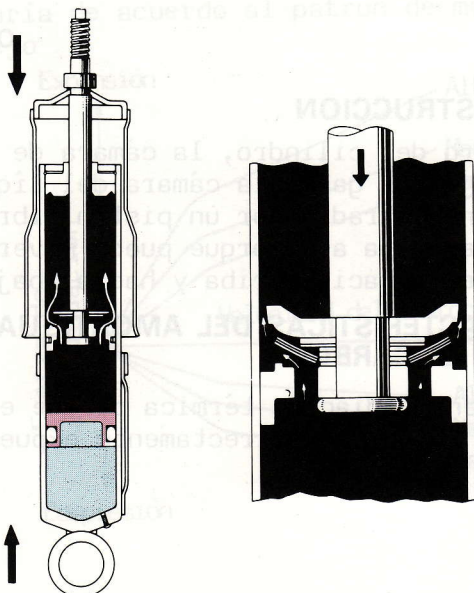
## FUNCIONAMIENTO

### ① Durante el bote (compresión)

Durante la carrera de compresión, la barra del pistón se mueve hacia abajo, haciendo que la presión del líquido de la cámara inferior sea más alta que la de la cámara superior. Por lo tanto, el líquido de la cámara inferior se fuerza a la cámara superior a través de la válvula del pistón. Entonces, se genera la fuerza de amortiguamiento mediante la resistencia a la circulación que presenta la válvula. El gas a alta presión ejerce gran presión en el líquido de la cámara inferior, forzándolo para que circule rápida y suavemente a la cámara superior durante la carrera de compresión. De este modo se asegura una fuerza de amortiguamiento estable.

### ② Durante el rebote (expansión)

Durante la carrera de expansión, la barra del pistón se mueve hacia arriba, haciendo que la presión del líquido de la cámara superior sea más alta que la de la cámara inferior. Por lo tanto, el líquido de la cámara superior se fuerza a la cámara inferior a través de la válvula del pistón y la resistencia ejercida por la válvula actúa como fuerza de amortiguamiento. Puesto que la barra se mueve hacia arriba, parte de la misma sale del cilindro, por lo que se reduce el volumen de líquido desplazado. Para compensarlo, el pistón libre se empuja hacia arriba (mediante el gas a alta presión de debajo del mismo) en una distancia equivalente a este volumen.



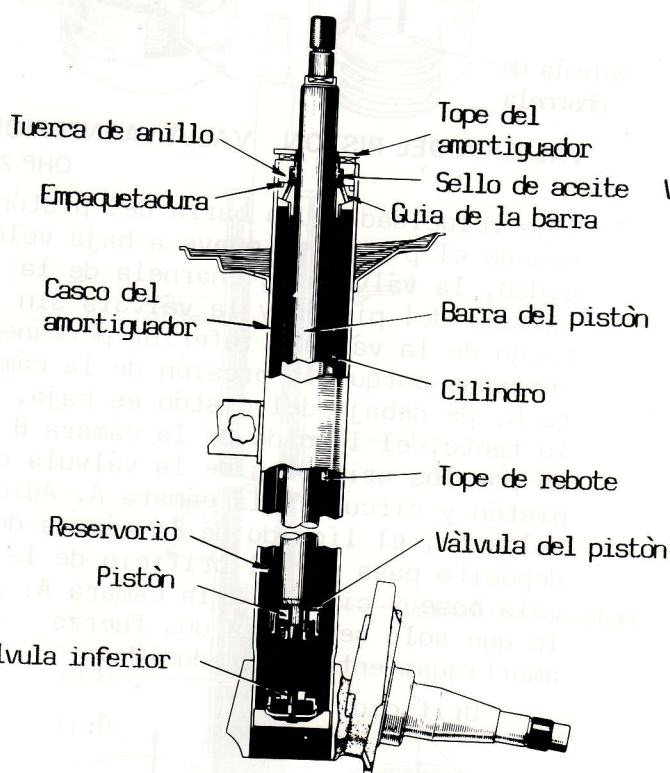




## 2. AMORTIGUADOR DE DOS TUBOS

### CONSTRUCCION

En el interior del casco del amortiguador (tubo exterior) hay un cilindro (tubo de presión) y dentro del mismo hay un pistón que se desplaza hacia arriba y abajo. En la parte inferior de la barra del pistón, hay instalada una válvula del pistón que genera fuerza de amortiguamiento cuando el amortiguador está extendido (durante el rebote). En la parte inferior del cilindro hay una válvula inferior que genera fuerza de amortiguamiento cuando el amortiguador está comprimido (durante el bote). El interior del cilindro está lleno de líquido de amortiguadores, pero sólo se llenan con el líquido las 2/3 partes de la cámara del depósito y el resto se llena de aire a presión atmosférica. El depósito sirve como tanque de almacenamiento para el líquido que se introduce y sale del cilindro.

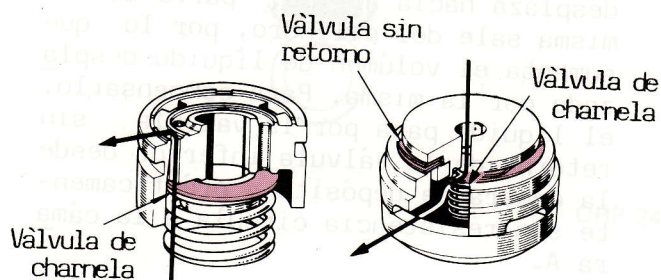
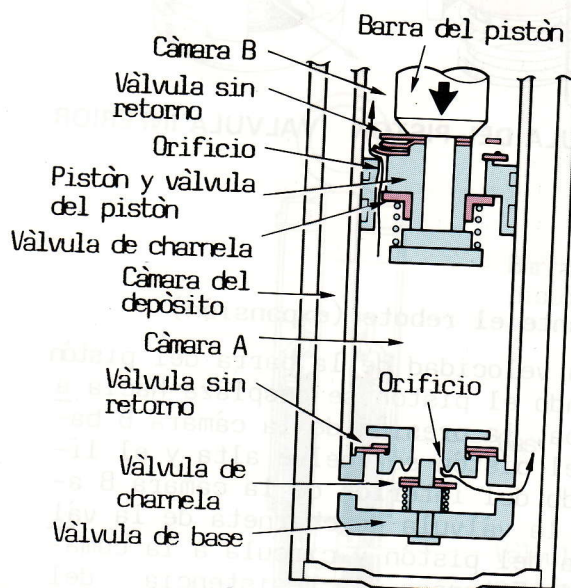


OHP 23

### FUNCIONAMIENTO

#### ① Durante el bote (compresión)

1) Alta velocidad de la barra del pistón  
 Cuando el pistón se desplaza hacia abajo, la presión de la cámara A bajo el pistón se vuelve alta. El líquido empuja y abre la válvula sin retorno de la válvula del pistón y prácticamente sin resistencia circula a la cámara B (no se genera fuerza de amortiguamiento). Al mismo tiempo, cierta cantidad de líquido, con un volumen igual al del líquido desplazado por la barra del pistón al ser empujada al cilindro, se fuerza por la válvula de charnela de la válvula inferior y circula a la cámara del depósito. Es en ese momento en el que se genera la fuerza de amortiguamiento mediante la resistencia del flujo.



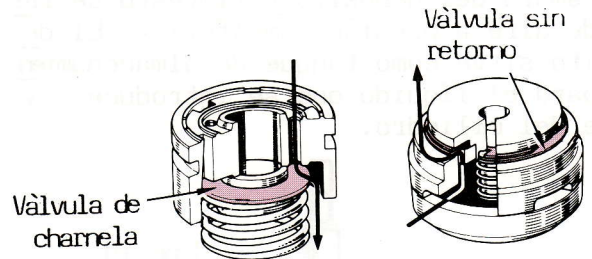
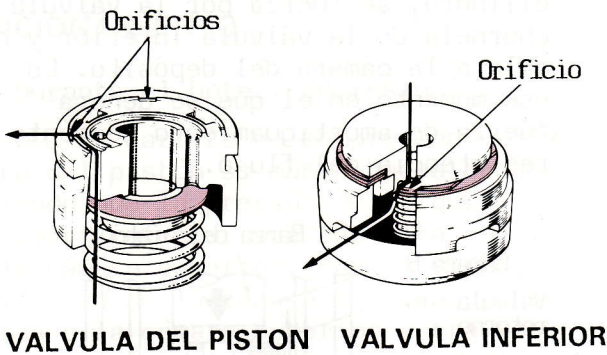
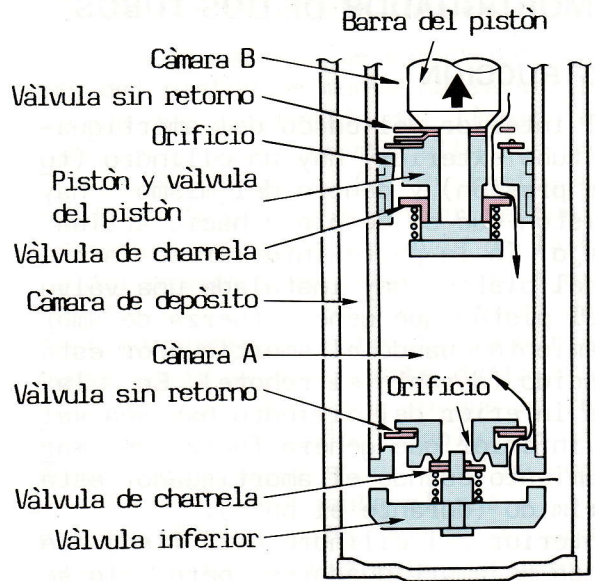
VALVULA DEL PISTON VALVULA INFERIOR

OHP 23





2) Baja velocidad de la barra del pistón  
Si la velocidad de la barra del pistón es muy lenta, la válvula sin retorno de la válvula del pistón y la válvula de charnela de la válvula inferior permanecerán cerradas porque la presión de la cámara A es baja. Sin embargo, puesto que hay orificios en la válvula del pistón y en las válvulas inferiores, el líquido de la cámara A circula por ellos para pasar a la cámara B y cámara de depósito, por lo que solo se genera un poco de fuerza de amortiguamiento.

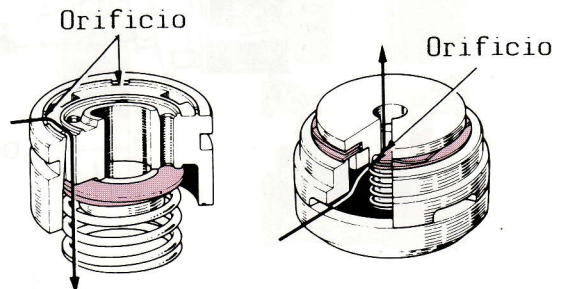


VALVULA DEL PISTON VALVULA INFERIOR OHP 23

② Durante el rebote (expansión)

1) Alta velocidad de la barra del pistón  
Cuando el pistón se desplaza hacia arriba, la presión de la cámara B bajo el pistón se vuelve alta y el líquido del interior de la cámara B abre la válvula de charnela de la válvula del pistón y circula a la cámara A. Entonces, la resistencia del líquido actúa como fuerza de amortiguamiento. Puesto que la barra se desplaza hacia arriba, parte de la misma sale del cilindro, por lo que aumenta el volumen de líquido desplazado por la misma. Para compensarlo, el líquido pasa por la válvula sin retorno de la válvula inferior desde la cámara de depósito y prácticamente sin resistencia circula a la cámara A.

2) Baja velocidad de la barra del pistón  
Cuando el pistón se mueve a baja velocidad, la válvula de charnela de la válvula del pistón y la válvula sin retorno de la válvula inferior permanecen cerradas porque la presión de la cámara B, de debajo del pistón es baja. Por lo tanto, el líquido de la cámara B pasa por los orificios de la válvula del pistón y circula a la cámara A. Adicionalmente, el líquido de la cámara de depósito pasa por el orificio de la válvula base y circula a la cámara A, por lo que solo se genera una fuerza de amortiguamiento muy reducida.



VALVULA DEL PISTON VALVULA INFERIOR





### 3. AMORTIGUADORES LLENOS DE GAS A BAJA PRESION

El amortiguador lleno de gas a baja presión es un amortiguador del tipo de dos tubos que está parcialmente lleno de gas a baja presión (10-15 kg/cm<sup>2</sup>). Así se evita la generación del ruido anormal debido a la cavitación \*1 y a la aireación \*2 que tienen lugar en los amortiguadores que utilizan sólo líquido. La minimización de la cavitación y de la aireación hace también posible obtener una fuerza de amortiguamiento más estable, mejorando de ese modo el confort y la estabilidad de la marcha.

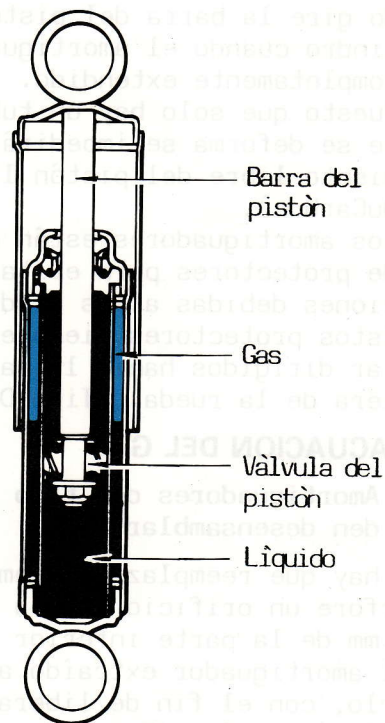
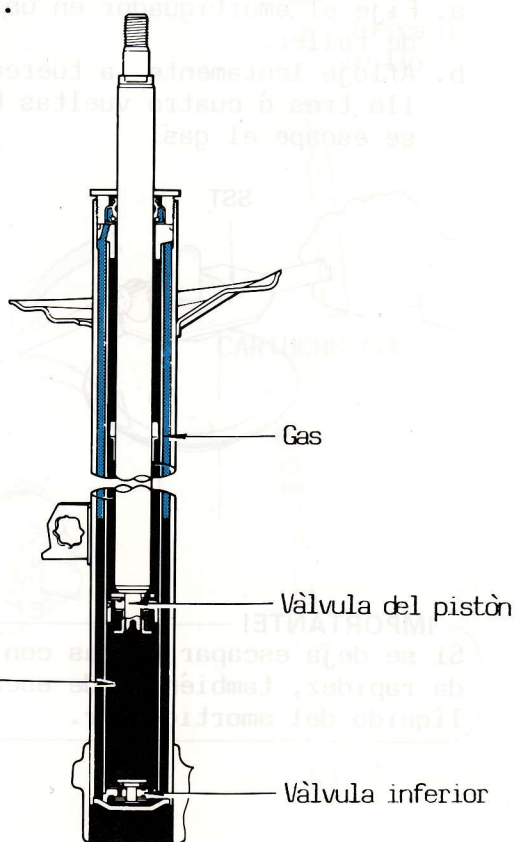
La construcción y operación del amortiguador lleno de gas a baja presión es básicamente la misma que la del amortiguador del tipo de dos tubos, pero, en algunos amortiguadores llenos de gas a baja presión, se ha eliminado la válvula inferior para que se genere la fuerza de amortiguamiento tanto durante el bote como el rebote mediante la válvula del pistón.

#### \*1 Cavitación

Cuando el líquido circula a alta velocidad dentro del amortiguador, la presión baja en algunas partes, formando bolsas de aire o cavidades en el líquido. Este fenómeno se denomina cavitación. Estas cavidades explotan cuando se llevan a partes con alta presión, ocasionando una gran presión de impacto, lo cual genera ruido, causa fluctuaciones de la presión y puede dañar hasta el mismo amortiguador.

#### \*2 Aireación

La aireación es la mezcla del aire con el líquido del amortiguador. Esto puede ocasionar ruido, fluctuaciones de la presión y pérdida de presión.



OHP 24

OHP 24





#### 4. MANIPULACION DE LOS AMORTIGUADORES LLENOS DE GAS

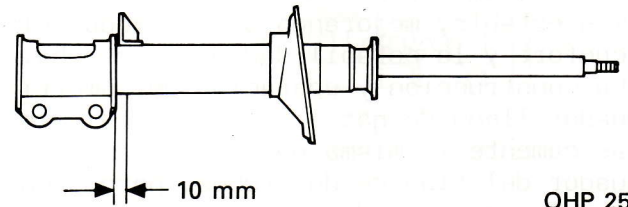
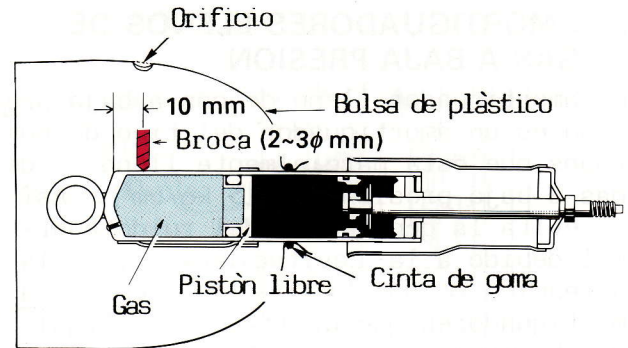
Todos los amortiguadores del tipo DuCarbon (llenos de gas a alta presión) son del tipo que no pueden desensamblarse. Además, puesto que muchos de los amortiguadores llenos de gas a alta presión empleados en suspensiones del tipo de tirantes (en las que el amortiguador está incorporado en el tirante) pueden desensamblarse, es peligroso tomarlos erróneamente por amortiguadores normales y desensamblarlos sin tomar las precauciones especiales que se mencionan a continuación:

- . No desensamble el amortiguador, porque el cilindro está lleno de gas. (Tipo que no puede desensamblarse).
- . Manipule siempre los amortiguadores con cuidado. No raye nunca la parte expuesta de la barra del pistón y no permita nunca que se adhiera pintura o aceite a la misma.
- . No gire la barra del pistón y el cilindro cuando el amortiguador está completamente extendido.
- . Puesto que solo hay un tubo, si éste se deforma se impedirá el movimiento libre del pistón libre. (Tipo DuCarbon).
- . Los amortiguadores están provistos de protectores para evitar deformaciones debidas a las piedras, etc. Estos protectores siempre deben estar dirigidos hacia la parte delantera de la rueda. (Tipo DuCarbon).

#### EVACUACION DEL GAS

##### ① Amortiguadores del tipo que no pueden desensamblarse

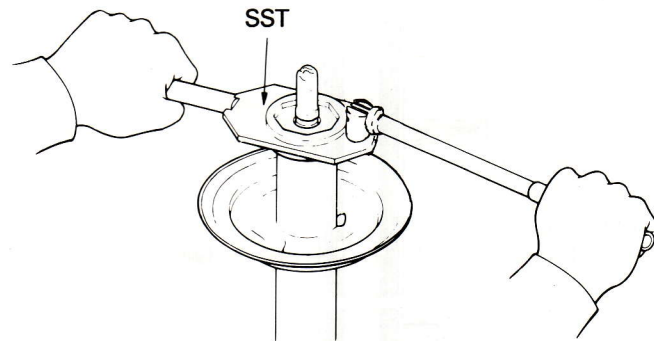
Si hay que reemplazar el amortiguador, perfora un orificio de 2 a 3 mm a unos 10 mm de la parte inferior del cilindro del amortiguador extraído antes de tirarlo, con el fin de liberar el gas que está a presión. (Este gas es inocuo e inodoro, pero pueden saltar astillas metálicas durante la perforación, por lo que hay que ir con cuidado. Es aconsejable poner una bolsa de plástico en torno al extremo a perforarse, fijando la con una cinta de goma fuerte).



OHP 25

##### ② Amortiguadores que pueden desensamblarse (para los que no se suministra cartucho)

- a. Fije el amortiguador en un tornillo de taller.
- b. Afloje lentamente la tuerca de anillo tres o cuatro vueltas hasta que se escape el gas.



#### ¡IMPORTANTE!

Si se deja escapar el gas con demasiada rapidez, también puede escaparse el líquido del amortiguador.



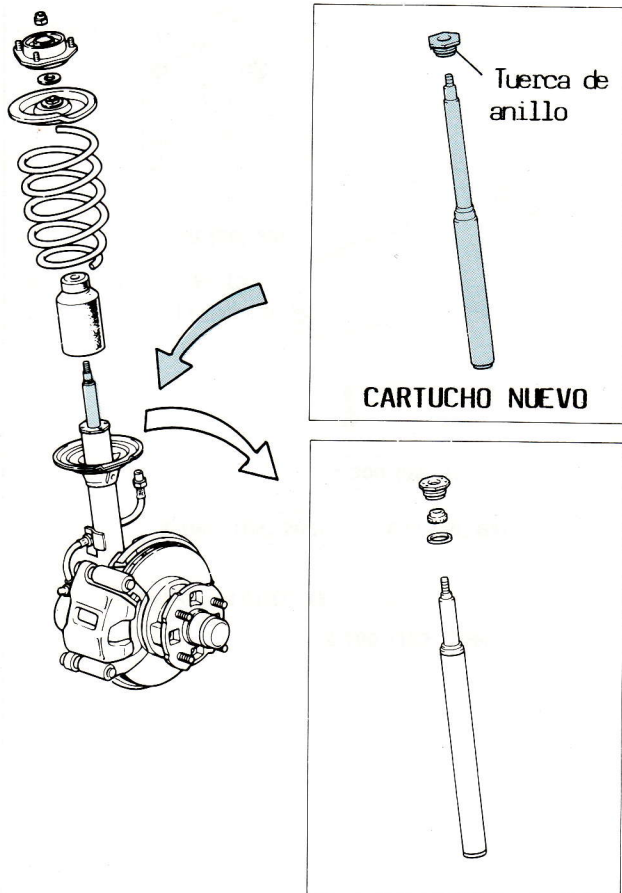
c. Cerciórese de que no quede gas en el amortiguador antes de tirarlo, lo cual podrá determinarse levantando la barra del pistón hasta la parte superior del cilindro y soltándola. Si el pistón cae de nuevo en el cilindro por su propio peso, significa que se ha sacado todo el gas.

③ Amortiguadores que pueden desensamblarse (para los que se suministra cartucho)

- a. Evacuar el gas del amortiguador tal y como se ha explicado en los pasos ① y ② de arriba.
- b. Sacar y tirar el conjunto del pistón viejo y cambiarlo por un cartucho nuevo.

**IMPORTANTE!**

No vuelva a utilizar la tuerca de anillo vieja - emplee la nueva que se suministra con el nuevo cartucho.



**IMPORTANTE!**

Si hay que cambiar el cartucho, perfora un orificio en el cartucho para que se escape el gas y luego tirélo.





# REMOCION E INSTALACION DE LA SUSPENSION

**OBJETIVO** : Aprender como remover e instalar las suspensiones delantera y trasera.

- PREPARACION** : .Herramientas especiales
- 09727-30020 Compresor de resorte espiral
  - 09727-22032
  - 09729-22031 Soporte de asiento superior del resorte delantero
  - 09720-00012 Juego de herramientas de reparaci3n del amortiguador (09721-00071 Llave de tuerca del amortiguador delantero)
  - 09751-36011 Llave 10x12 mm para tuerca de uni3n al tubo de freno
  - .Calibrador Vernier (28 mm, 1.10 pulg.)
  - .Torqu3metro (195 - 2680 kg-cm, 14-194 pies/lb, 19-263 N-m)

## MEMO

No gire la barra del pist3n y el cilindro amortiguador completamente.

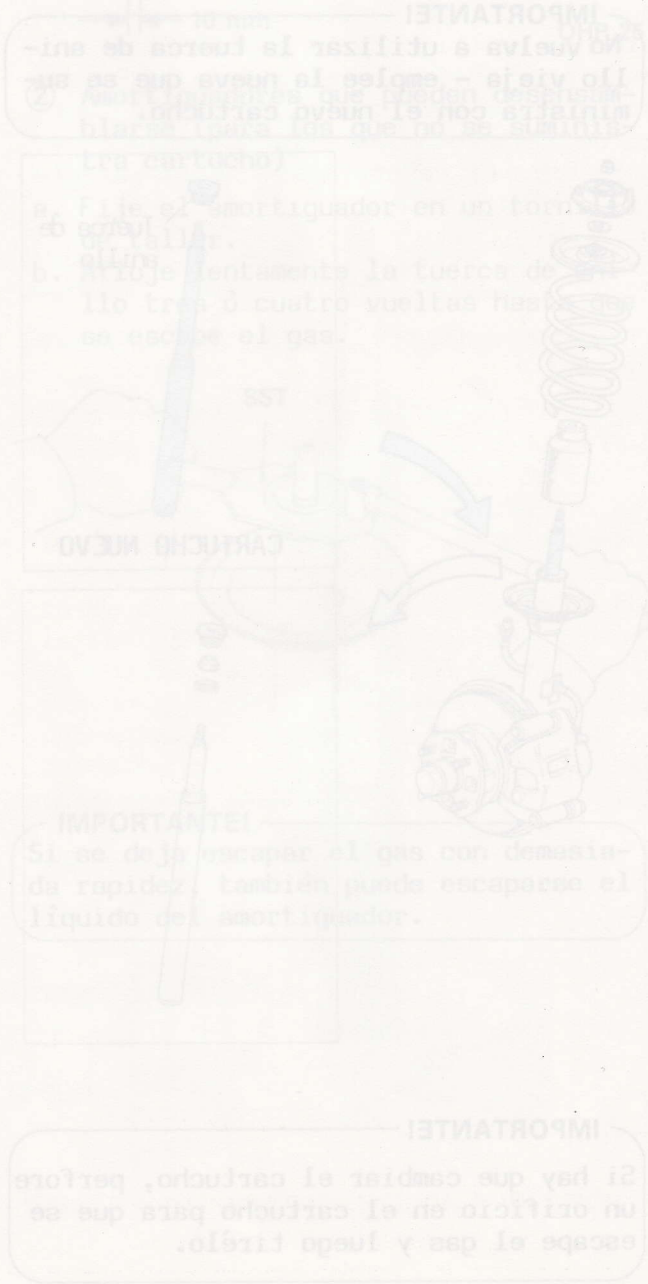
Puesto que solo hay un tubo, el aceite se movera e impedira el movimiento libre del pist3n libre (tipo DuCarbon).

Los amortiguadores est3n provistos de protectores para evitar deformaciones debidas a las piedras, etc. Estos protectores siempre deben estar dirigidos hacia la parte delantera de la rueda. (Tipo DuCarbon).

## EVACUACION DEL GAS

1 Amortiguadores del tipo que no pueden desmontarse

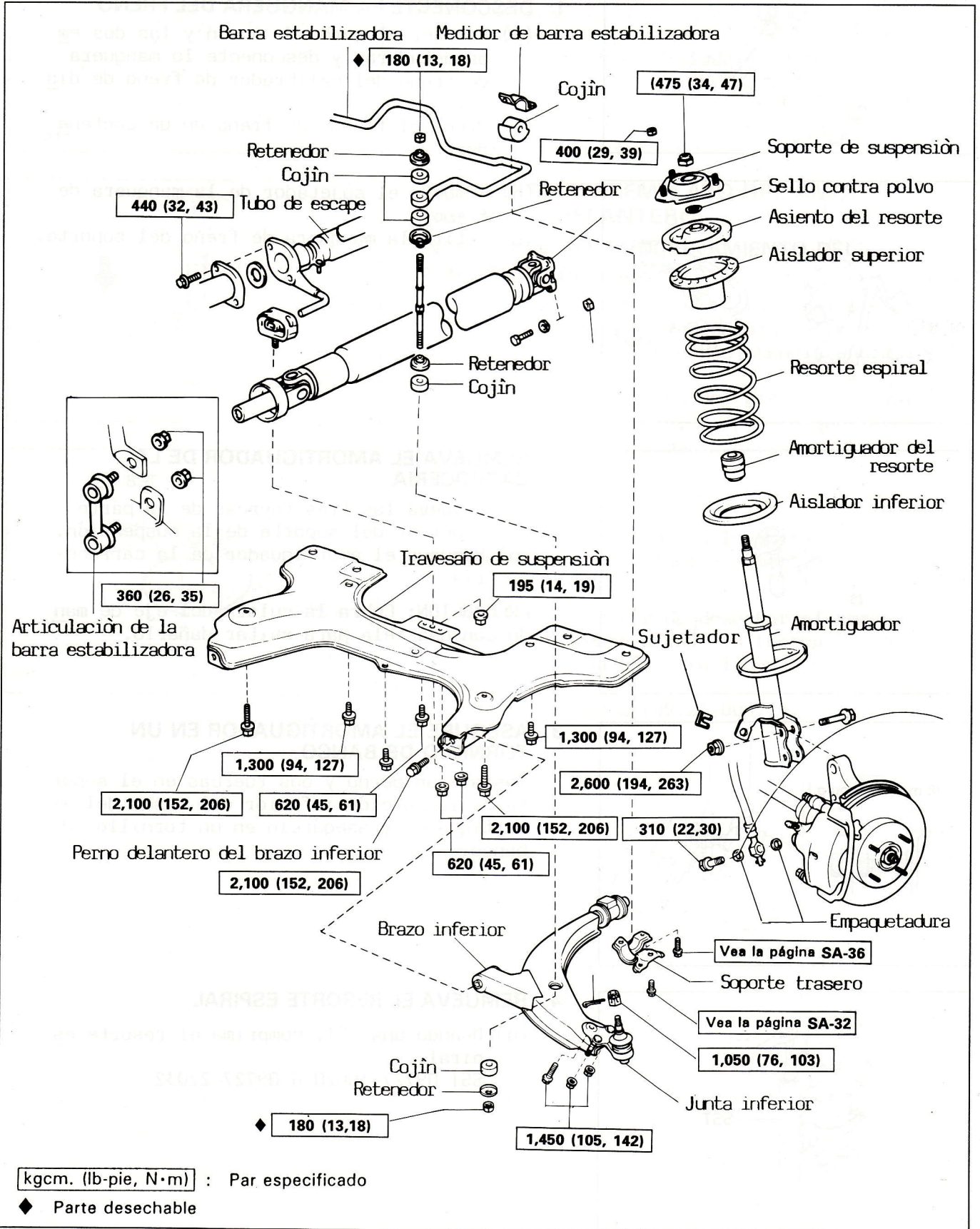
Si hay que reemplazar el amortiguador, perfora un orificio de 2 a 3 mm a unos 10 cm de la parte inferior del cilindro del amortiguador antes de retirarlo, con el fin de liberar el gas que est3 a presi3n. (Este gas es inodoro e incoloro, pero pueden aparecer algunas manchas durante la perforaci3n, por lo que hay que tener cuidado. Es aconsejable poner un bote de pl3stico en torno al extremo y perforarse, despu3s, con una cinta fuerte).





# SUSPENSIÓN DELANTERA

## Componentes





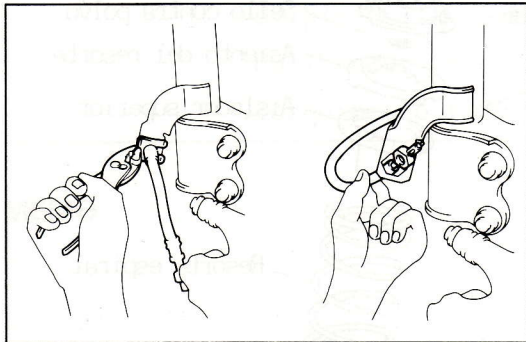
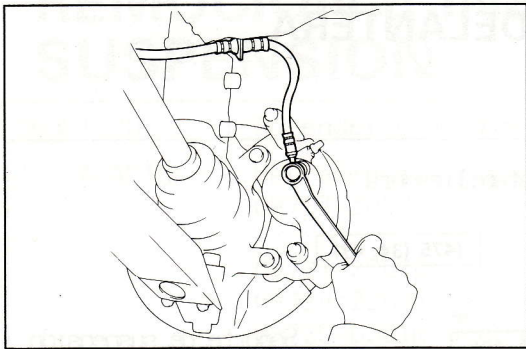


## Amortiguador Delantero

### REMOCIÓN DEL CONJUNTO DE AMORTIGUADOR DELANTERO

#### 1. DESCONECTE LA MANGUERA DEL FRENO

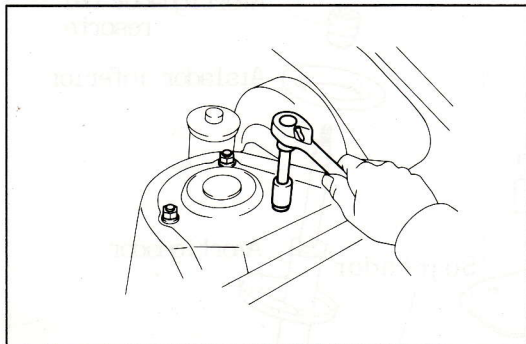
- Remover el perno de unión y las dos empaquetaduras y desconecte la manguera de freno del calibrador de freno de disco.
- Drene el fluido de freno en un contenedor.
- Remueva el sujetador de la manguera de freno.
- Retire la manguera de freno del soporte.



#### 2. REMUEVA EL AMORTIGUADOR DE LA CARROCERÍA

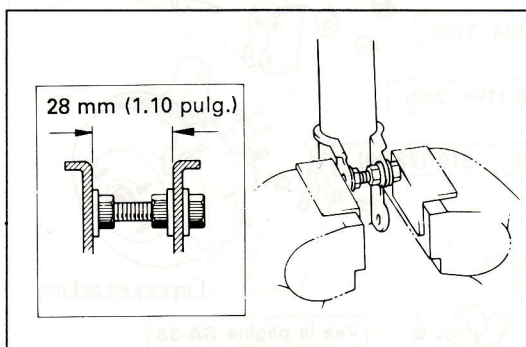
- Remueva las tres tuercas de la parte superior del soporte de la suspensión.
- Remueva el amortiguador de la carrocería.

**PRECAUCION:** Cubra la culata del eje de mando con una tela para evitar dañarlo.



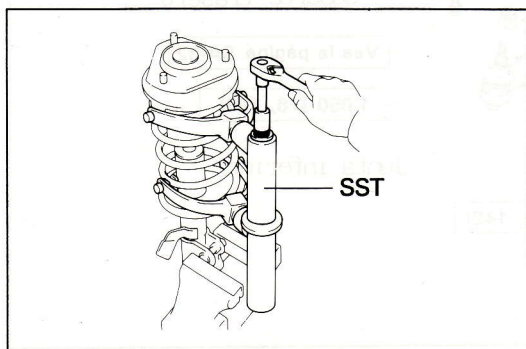
#### 3. ASEGURE EL AMORTIGUADOR EN UN TORNILLO DE BANCO

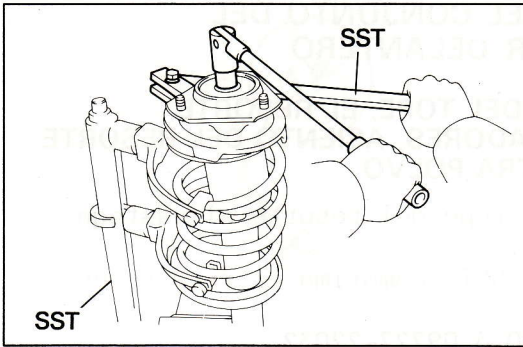
Instale un perno y dos tuercas en el soporte de la porción inferior del casco del amortiguador y asegúrelo en un tornillo de banco.



#### 4. REMUEVA EL RESORTE ESPIRAL

- Usando una SST, comprima el resorte espiral.  
SST 09727-30020 ò 09727-22032

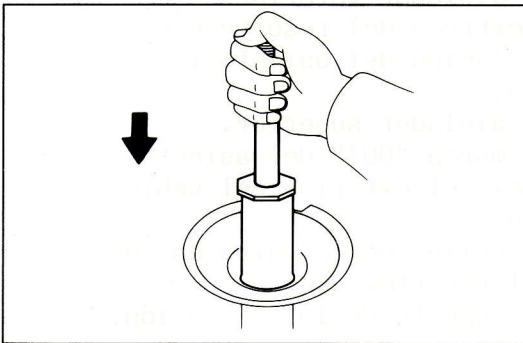




- (a) Usando una SST, sostenga el asiento del resorte de manera que no gire, y remueva la tuerca.

SST 09729-22031

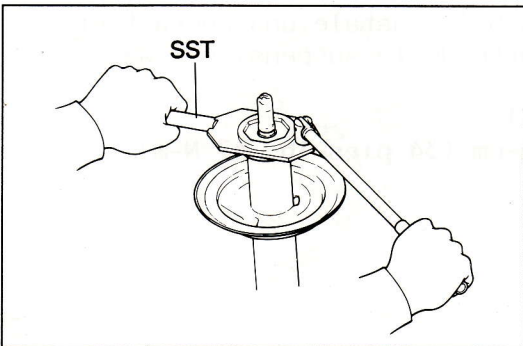
- (c) Remueva el soporte de suspensiòn y el asiento del resorte, el sello de polvo, resortes, aisladores y topes.



## INSPECCION Y REEMPLAZO DEL AMORTIGUADOR DELANTERO

### INSPECCION DEL FUNCIONAMIENTO DEL AMORTIGUADOR

- (a) Mientras empuja el vástago del pistòn, compruebe que el desplazamiento es uniforme y no existe resistencia anormal ò ruido.
- (b) Empuje el vástago del pistòn completamente y libèrelo. Compruebe que retorna a una velocidad constante a todo lo largo.

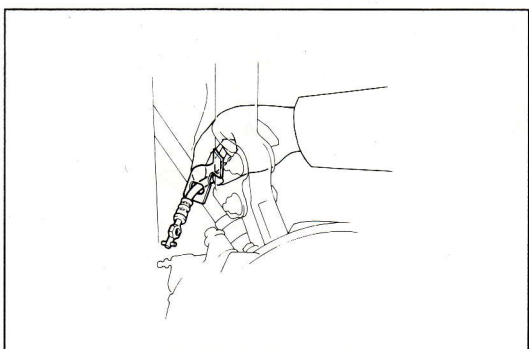
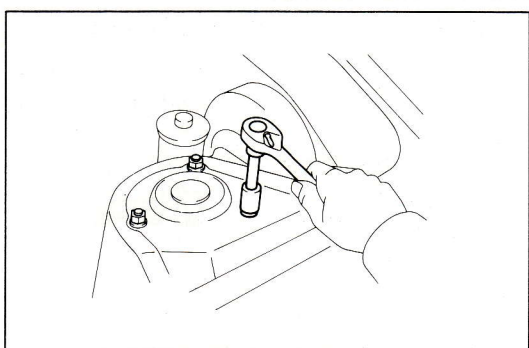
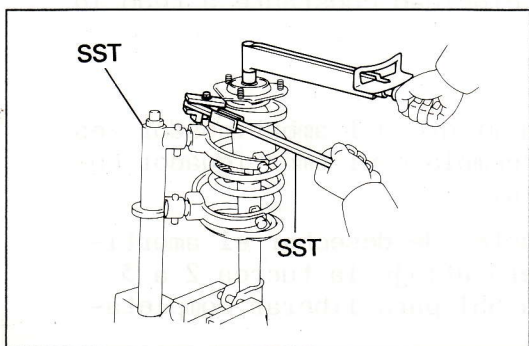
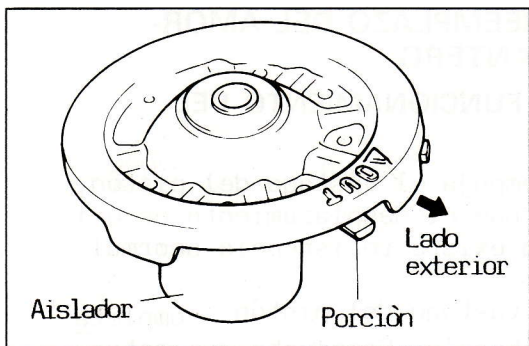
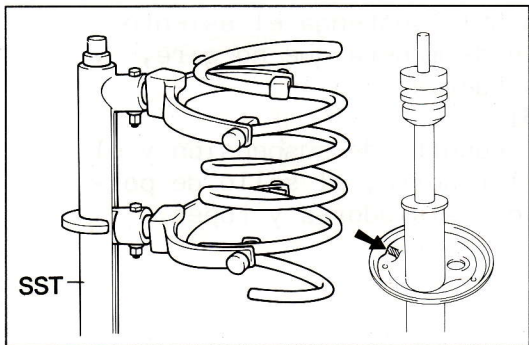


Si el funcionamiento del amortiguador es defectuoso, reemplace el amortiguador como un conjunto.

**PRECAUCION:** Antes de desechar el amortiguador, primero afloje la tuerca 2 a 3 giros con una SST para liberar completamente el gas.

SST 09720-00012 (09721-00071).





## INSTALACION DEL CONJUNTO DEL AMORTIGUADOR DELANTERO

### 1. INSTALACION DEL TOPE, EL RESORTE ESPIRAL, AISLADORES, ASIENTO DEL RESORTE Y SELLO CONTRA POLVO

- (a) Instale el tope del resorte al v3stago del pist3n.
- (b) Usando una SST, comprima el resorte espiral.
- (c) Instale el aislador inferior.
- (d) Alinie el extremo del resorte espiral con la cavilaci3n del asiento inferior e inst3lelo.
- (e) Instale el aislador superior.
- (f) Coloque la marca "OUT" del asiento del resorte hacia el exterior del veh3culo e inst3lelo.
- (g) Instale el sello contra polvo en el asiento del resorte.
- (h) Instale el soporte de la suspensi3n.

- (i) Usando una SST, instale una nueva tuerca de soporte de la suspensi3n y aj3stela.

SST 09729-22031

Torque: 475 kg-cm (34 pies-lb, 47 N-m)

### 2. INSTALACION DEL AMORTIGUADOR A LA CARROCERIA

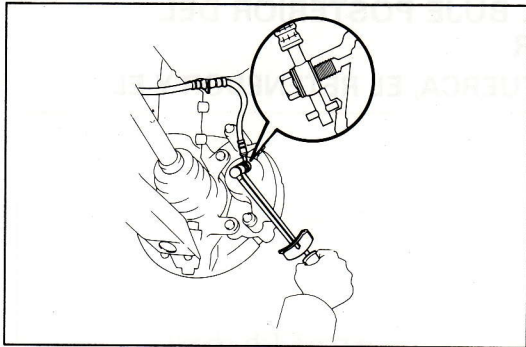
Instale el amortiguador en su ubicaci3n con las tres tuercas.

Torque: 400 kg-cm (29 pies-lb, 39 N-m)

**PRECAUCION:** Tener cuidado de no dañar la cubierta del eje de mando.

### 3. CONEXION DE LA MANGUERA FLEXIBLE

- (a) Introduzca la manguera flexible a trav3s de la manguera de freno.



- (b) Conecte la manguera flexible a través del calibrador del freno de disco con la unión y empaquetaduras nuevas.

**Torque: 310 kg-cm (22 pies-lb, 30 N-m)**

NOTA: Cuando conecte la manguera flexible al caliper, hágalo de tal manera que la clavija se alinie con el agujero.

4. INSTALE EL SUJETADOR
5. PURGUE EL SISTEMA DE FRENOS
6. INSPECCIONE EL ALINEAMIENTO DE RUEDAS DELANTERAS

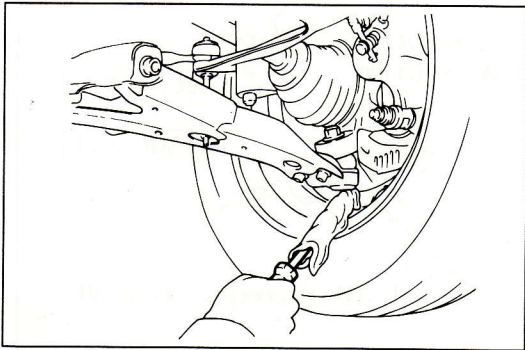
## Juntas Esfericas

### INSPECCION DE JUNTAS ESFERICAS

#### 1. INSPECCIONE SI EXISTE FLOJEDAD EXCESIVA EN LAS JUNTAS ESFERICAS

- (a) Eleve el frente del vehículo y coloque un bloque de madera a una altura de 180-200 mm (7.09-7.87 pulg.) debajo de cada neumático delantero.
- (b) Baje el gato hasta cerca de la mitad de la carga del resorte espiral delantero. Coloque soportes bajo el vehículo, para mayor seguridad.
- (c) Asegure que las ruedas delanteras están en posición recta y las ruedas bloqueadas con cuñas.
- (d) Mueva el brazo inferior arriba y abajo y compruebe que la junta esférica no tiene juego.

**Juego vertical de la junta esférica:**  
0 mm (0 pulg.)

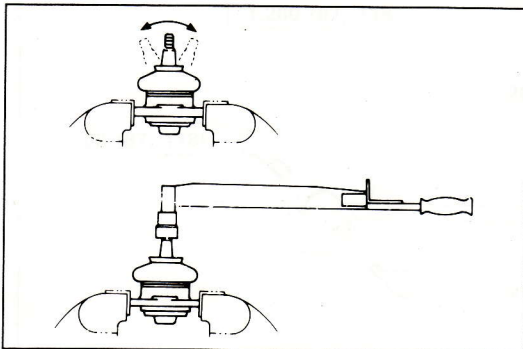


#### 2. INSPECCION DE LA ROTACION DE LA JUNTA ESFERICA

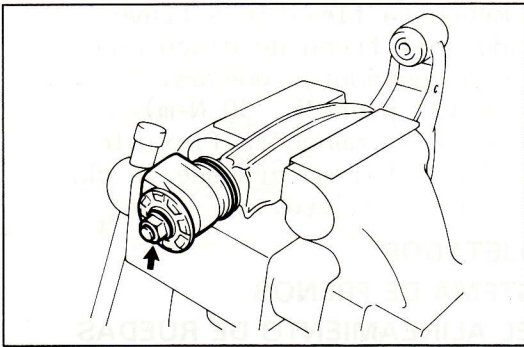
- (a) Remover la junta esférica (Ver pàg. SA-6)
- (b) Mover la junta esférica hacia atrás y adelante unas 5 veces, como se muestra en la ilustración, antes de instalar la tuerca.
- (c) Usando un torquímetro gire la tuerca en forma continua una vuelta cada 2-4 segundos y tome la lectura del torquímetro en la quinta muestra.

**Torque (girando): 10-35 kg-cm**  
(9-30 pies-lb, 1.0 - 3.4 N-m)

Si no està dentro de la especificación reemplace la junta esférica.

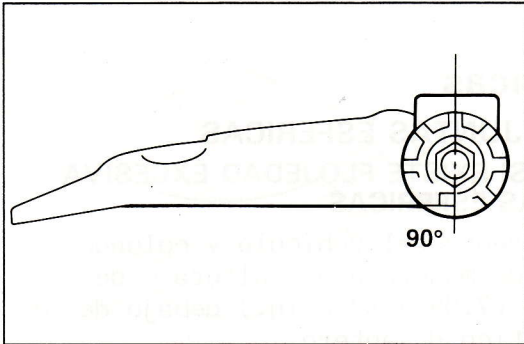






## REEMPLAZO DEL BUJE POSTERIOR DEL BRAZO INFERIOR

1. REMOVER LA TUERCA, EL RETENEDOR Y EL BUJE



2. INSTALACION DE UN BUJE NUEVO Y UN RETENEDOR

Instale un nuevo buje y un retenedor como se muestra.

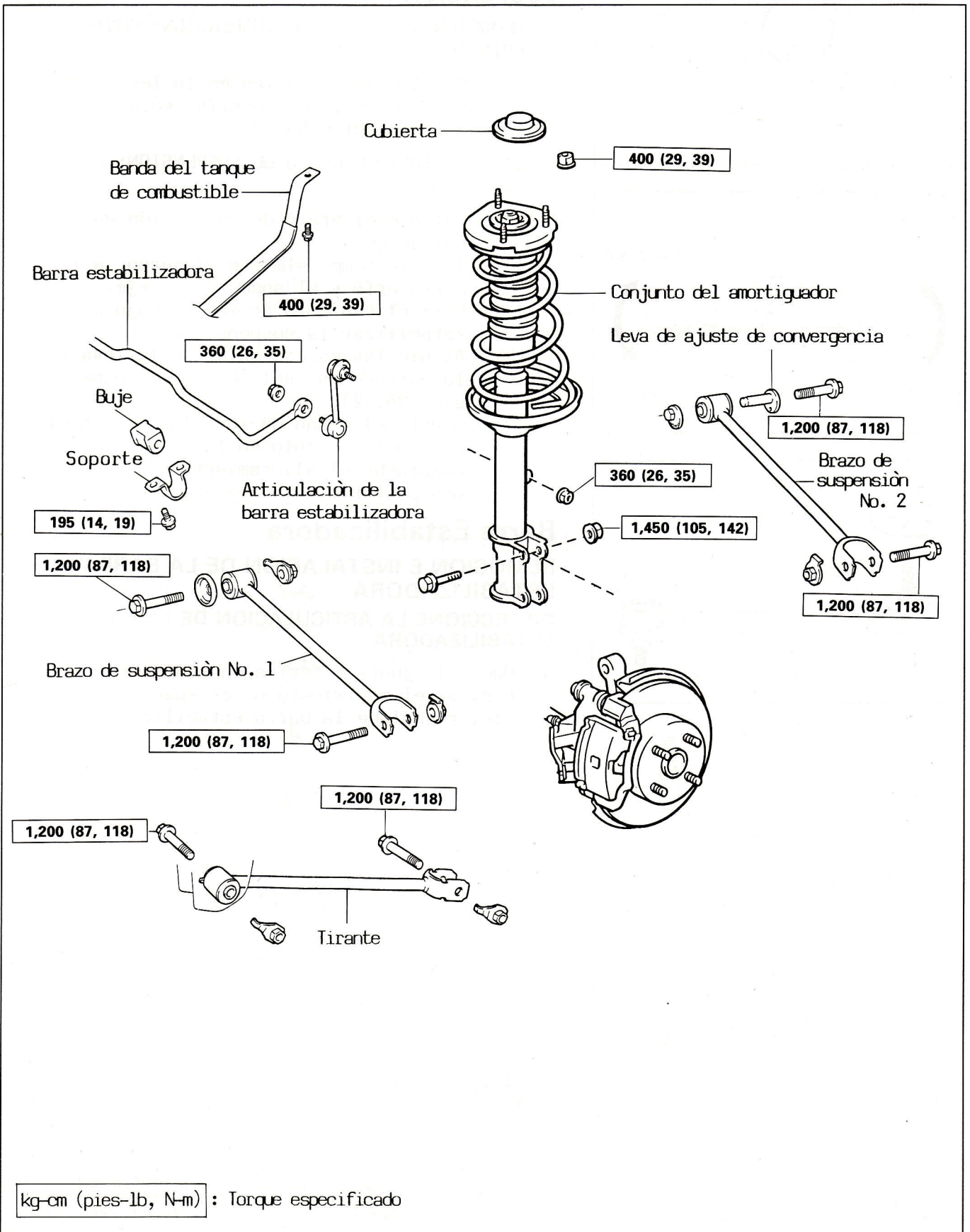
3. INSTALE Y AJUSTE LA TUERCA

Torque: 1,400 kg-cm (101 pies-lb, 137 N-m)

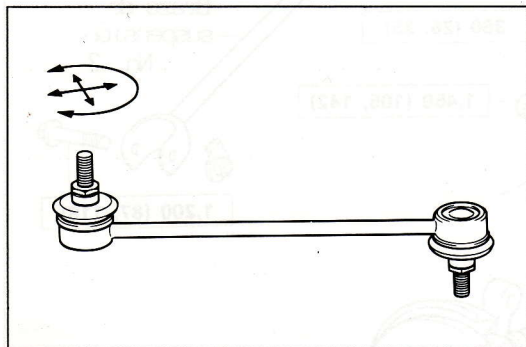
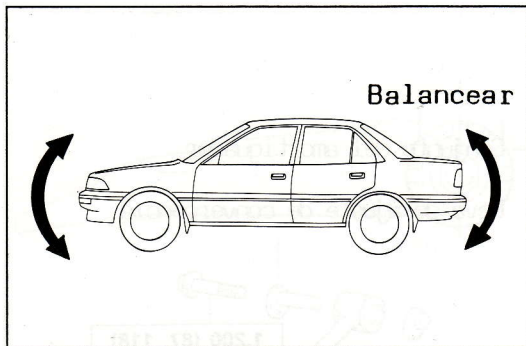
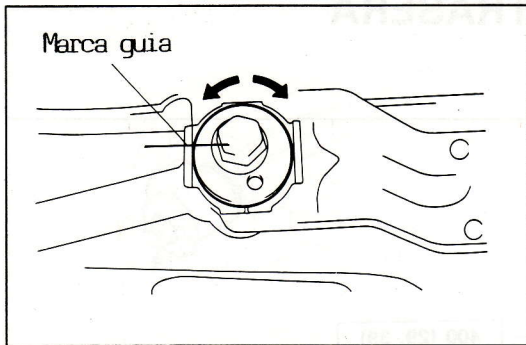


# SUSPENSION TRASERA

## Componentes







## Brazo de Suspensión

### REMOCIÓN E INSTALACIÓN DEL BRAZO DE SUSPENSIÓN

REMOCIÓN DEL BRAZO DE SUSPENSIÓN: PUNTO PRINCIPAL

- Coloque marcas guías en la leva de regulación y la carrocería (sólo brazo de suspensión No. 2)

INSTALACIÓN DEL BRAZO DE SUSPENSIÓN: PUNTOS PRINCIPALES

- Coloque el brazo de suspensión en su ubicación.
- Instale temporalmente el perno a la carrocería y al soporte del eje.
- Bote el vehículo arriba y abajo para estabilizar la suspensión.
- Alinee las marcas guías de la leva y la carrocería (sólo brazo de suspensión No. 2).
- Ajuste el perno de instalación con el peso del vehículo en la suspensión.
- Compruebe el alineamiento de las ruedas posteriores.

## Barra Estabilizadora

### REMOCIÓN E INSTALACIÓN DE LA BARRA ESTABILIZADORA

#### INSPECCIONE LA ARTICULACIÓN DE LA BARRA ESTABILIZADORA

Mueva la junta esférica en todas direcciones. Si el movimiento no es suave y flexible, reemplace la barra estabilizadora.



# REPARACION GENERAL DEL AMORTIGUADOR

**OBJETIVO** : Dominar los métodos usados en la reparación general de los amortiguadores delanteros.

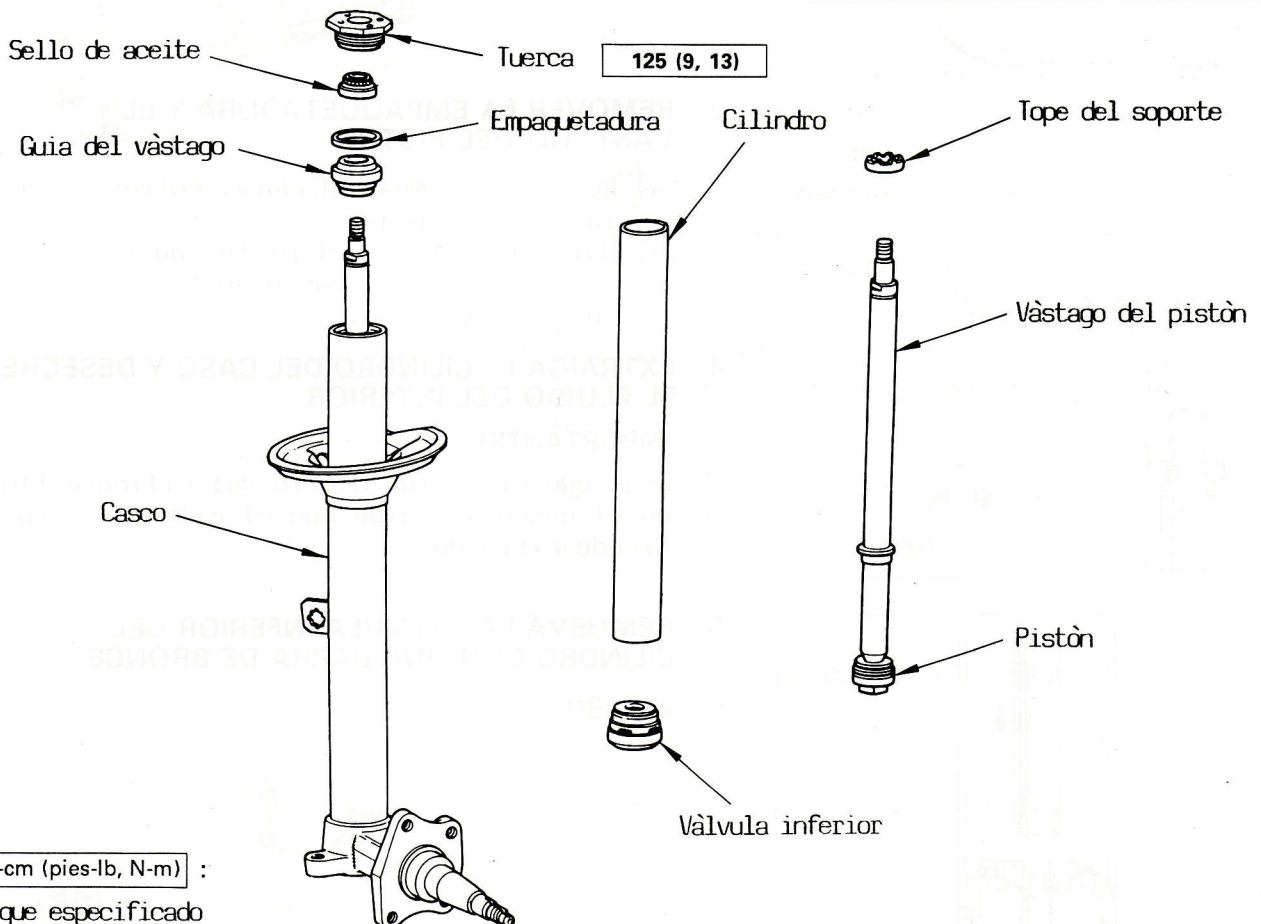
La mayoría de nuevos modelos de vehículos vendidos hoy en día utilizan los amortiguadores del tipo de gas llenados a baja presión, en la suspensión delantera. La única operación que comprende la reparación general de este tipo de amortiguador es el reemplazo del cartucho, mostrado en la pág. 26.

Sin embargo, como existen algunos tipos de amortiguadores en vehículos vendidos en años anteriores los cuales requieren reparación general, es necesario conocer como se realiza la reparación en esos amortiguadores. Aquí explicaremos el método utilizado para la reparación general del Corolla KE70.

**PREPARACION** :

- . Herramientas Especiales
  - 09720-00012 Juego de reparación general del amortiguador
  - 09721-00020 Reemplazador del sello de aceite
  - 09721-00030 Reemplazador del sello de aceite
  - 09721-00071 Llave de tuerca
  - 09721-00081 Estante
- . Indicador de dial, base magnética y bloque en V
- . Micrómetro
- . Medidor de cilindros
- . Torquímetro

## COMPONENTES







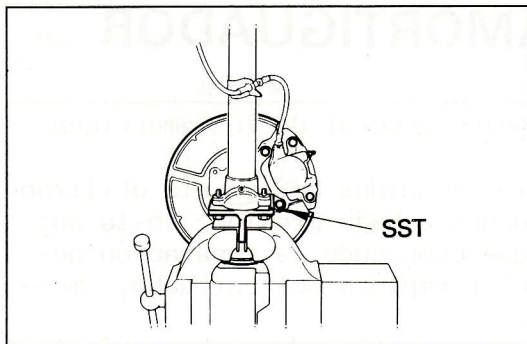
## DESENSAMBLE

### 1. ASEGURE EL AMORTIGUADOR DELANTERO EN UN TORNILLO DE BANCO CON UNA SST

SST 09721-00081

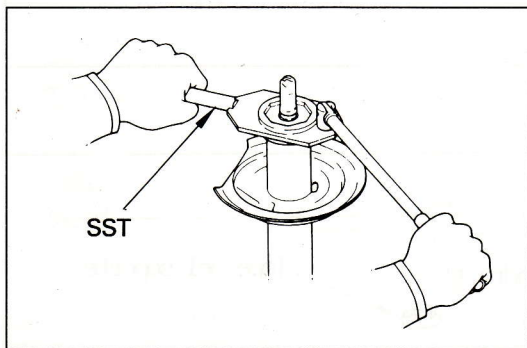
#### IMPORTANTE!

- Desensamble y ensamble los amortiguadores en un lugar limpio, cuidando que suciedad o materias extrañas entren en contacto con las partes desensambladas.
- La superficie del vástago del pistón tiene un acabado de alta presión, así están en total contacto con el sello de aceite cuando se mueve de arriba a abajo. Si la superficie del vástago del pistón tiene siquiera una leve rajadura, es probable que fluya fluido del sello. Por consiguiente, debe ejercerse mucha precaución cuando se manipule estas partes.



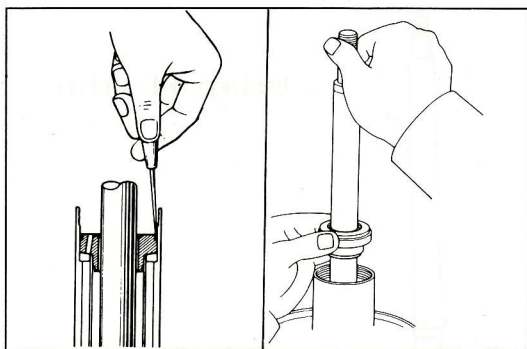
### 2. REMOVER LA TUERCA CON UNA SST

SST 09721-00071



### 3. REMOVER LA EMPAQUETADURA Y EL VASTAGO DEL PISTON

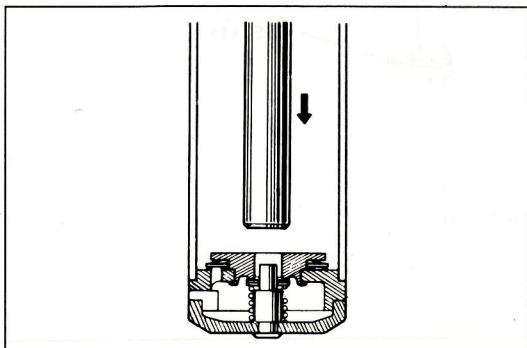
- (a) Remover la empaquetadura, entresacando la con una aguja.
- (b) Hale el vástago del pistón nuevamente y extraigalo del casco junto con la guía del vástago.



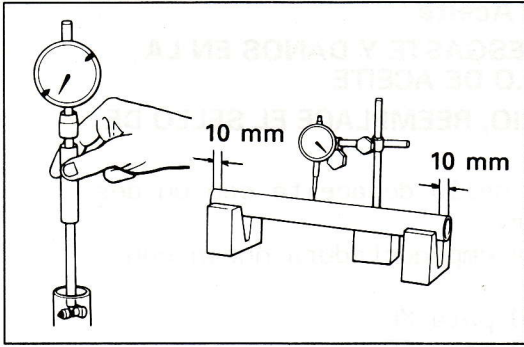
### 4. EXTRAIGA EL CILINDRO DEL CASO Y DESECHE EL FLUIDO DEL INTERIOR

#### IMPORTANTE!

Deje que el fluido dentro del cilindro fluya en el casco a medida que el cilindro está siendo extraído.



### 5. REMUEVA LA VALVULA INFERIOR DEL CILINDRO CON UNA BARRA DE BRONCE



## INSPECCION

### Cilindro

**COMPRUEBE EL CILINDRO SI TIENE DESGASTE, ESTA DAÑADO O DESCENTRADO**

Desgaste:

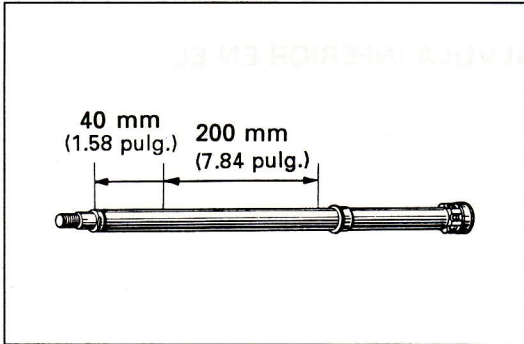
Límite	KE	30.30 mm (1.1929 pulg.)
	TE	32.23 mm (1.2689 pulg.)

Descentramiento:

Límite	0.10 mm (0.0039 pulg.)
--------	---------------------------

**IMPORTANTE!**

Mida el diámetro del cilindro sólo donde está en contacto con el pistón.



### Vástago del Pistón

#### 1. COMPRUEBE SI EXISTE DESGASTE O DAÑOS EN LAS AREAS NIQUELADAS

Inspeccione cuidadosamente la superficie entre A y B.

Aún un leve daño en la superficie podría conducir a fuga del fluido.

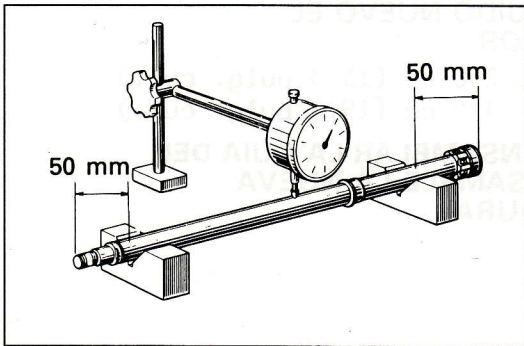
Desgaste:

Límite:	KE	19.90 mm (0.7835 pulg.)
	TE	21.90 mm (0.8622 pulg.)

#### 2. COMPRUEBE EL DESCENTRAMIENTO DEL VASTAGO DEL PISTON

Descentramiento:

Límite:	0.30 mm (0.0118 pulg.)
---------	---------------------------



### Pistón y Válvula Inferior

**COMPROBAR DESGASTE O DAÑOS DE LAS VALVULAS**

**IMPORTANTE!**

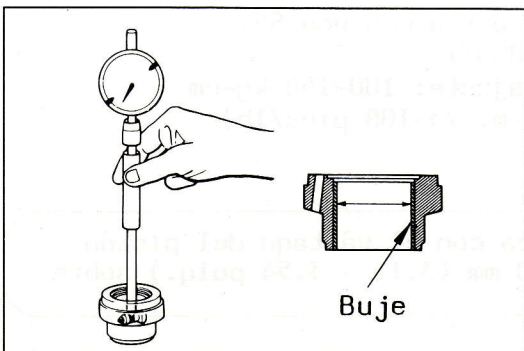
No desensamble la válvula del pistón del vástago. Si está dañada debe ser reemplazada como una unidad con el vástago.

### Guia del Vástago

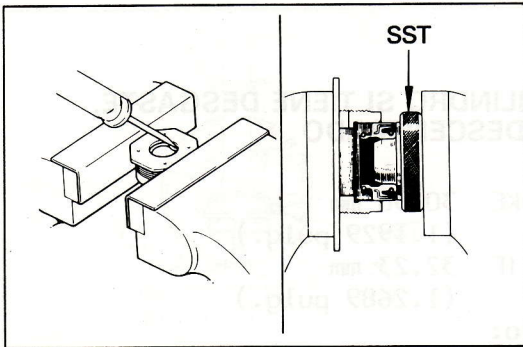
#### 1. COMPRUEBE DESGASTE O DAÑOS DE LA GUIA DEL VASTAGO

Desgaste:

Límite:	KE	20.35 mm (0.8012 pulg.)
	TE	22.35 mm (0.8799 pulg.)

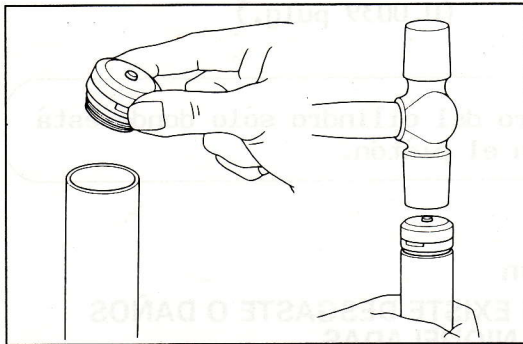






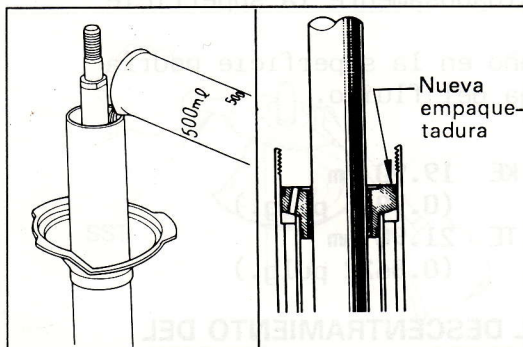
### Tuerca y Sello de Aceite

1. **COMPRUEBE DESGASTE Y DAÑOS EN LA TUERCA Y SELLO DE ACEITE**
  2. **SI ES NECESARIO, REEMPLACE EL SELLO DE ACEITE**
    - (a) Remueva el sello de aceite con un des\_tornillador.
    - (b) Instale una empaquetadura nueva con una SST.
- SST 09721-00020 para KE  
09721-00030 para TE



### ENSAMBLE

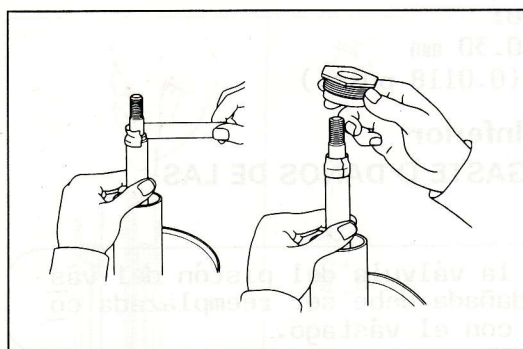
1. **INSTALE LA VALVULA INFERIOR EN EL CILINDRO**



2. **LLENE CON FLUIDO NUEVO EL AMORTIGUADOR**

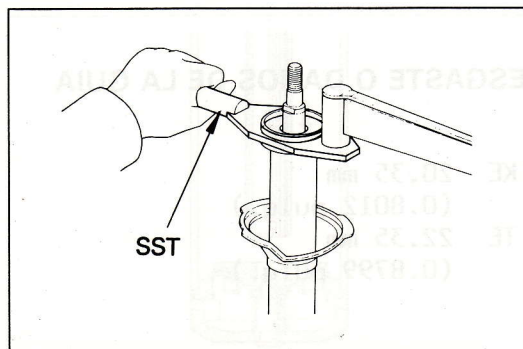
Capacidad: KE 250 cc (15.3 pulg. cub.)  
TE 315 cc (19.2 pulg. cub.)

3. **DESPUES DE ENSAMBLAR LA GUIA DEL VASTAGO, ENSAMBLE LA NUEVA EMPAQUETADURA**



4. **INSTALE LA TUERCA**

(a) Envolver una cinta alrededor de la parte superior del vástago del pistón para prevenir daños al sello de aceite cuando se fije la tuerca.



(b) Ajuste la tuerca con una SST  
SST 09721-00071  
Torque de ajuste: 100-150 kg-cm  
(10-15 N-m, 73-108 pies/lb)

### IMPORTANTE!

Ajuste la tuerca con el vástago del pistón elevado 80 - 90 mm (3.15 - 3.54 pulg.) sobre el casco.





OVERSEAS SERVICE DIVISION  
**TOYOTA MOTOR CORPORATION**

PRINTED IN JAPAN ©  
9009-01-9905

---

NOMBRE