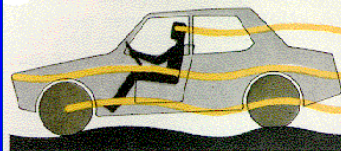


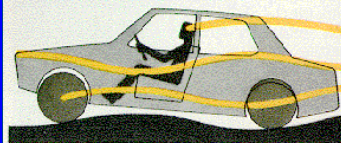
# DIRECCIÓN

# SUSPENSIÓN

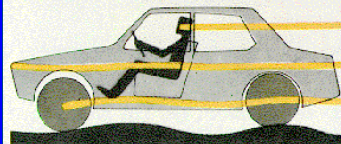
## Necesidad de suspensión



**Falta de suspensión.** Todas las irregularidades de la carretera se transmitirán a los ocupantes.

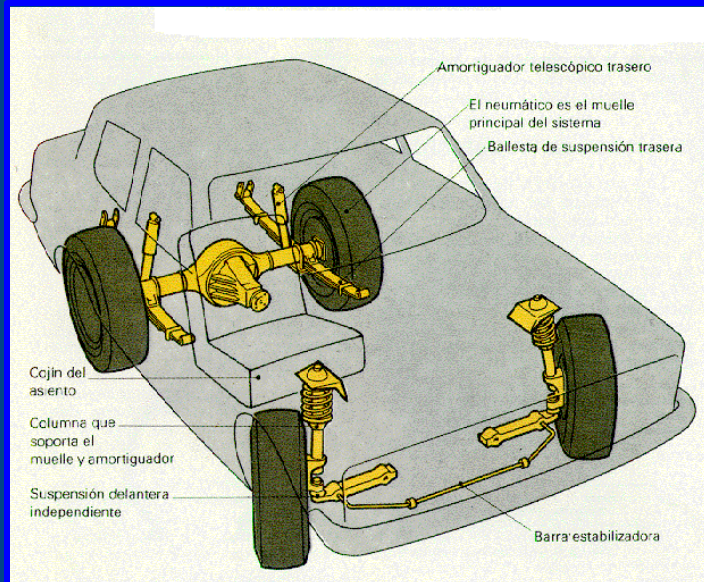


**Falta de amortiguadores.** Si las oscilaciones de los muelles no fueran absorbidas por los amortiguadores, el coche no dejaría de bctar.

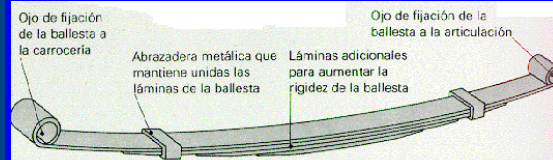


**Buena suspensión.** Las ruedas suben y bajan con facilidad y los muelles y amortiguadores aíslan a los ocupantes.

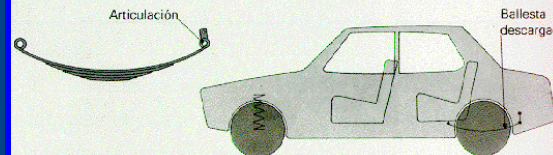
# Sistema normal de suspensión



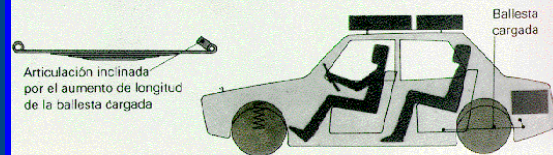
# Ballesta



**Ballesta.** Se encuentra reforzada en su parte media; a cuyo nivel es máximo el esfuerzo de flexión, por engrosamiento de las láminas o por incorporación de láminas adicionales. Los extremos forman unos ojos que alojan los tornillos de fijación.

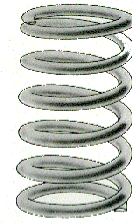


**Coche descargado.** Las ballestas traseras presentan una concavidad hacia arriba. Uno de sus extremos (generalmente el posterior) se une a la carrocería a través de una articulación, que permite variaciones longitudinales.

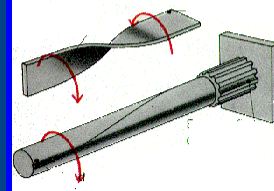


**Plena carga.** Las láminas de la ballesta se aplanan casi por completo o incluso se curvan hacia abajo. En muchos coches, han de mantener en posición el eje de la rueda y resistir el esfuerzo de torsión durante la aceleración y frenado.

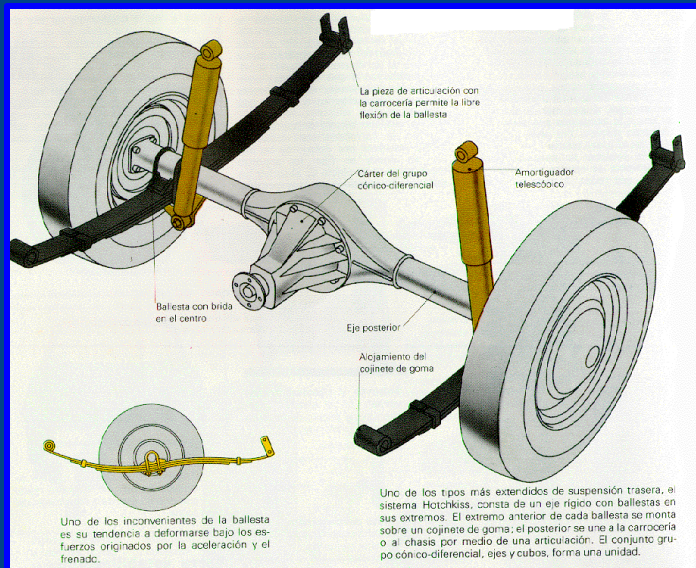
## El muelle helicoidal



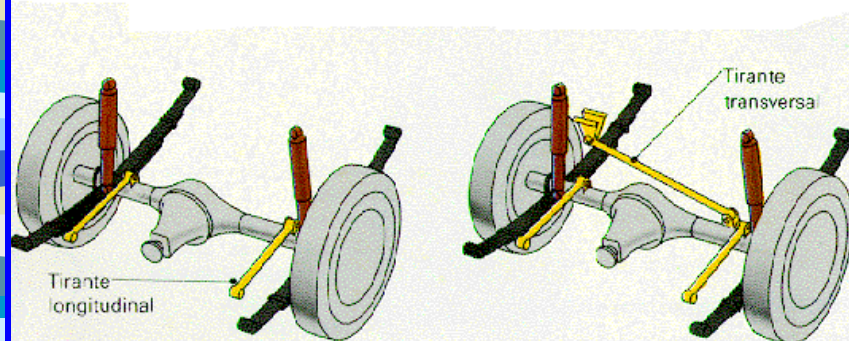
## Barra de torsión



## Sistema Hotchkiss



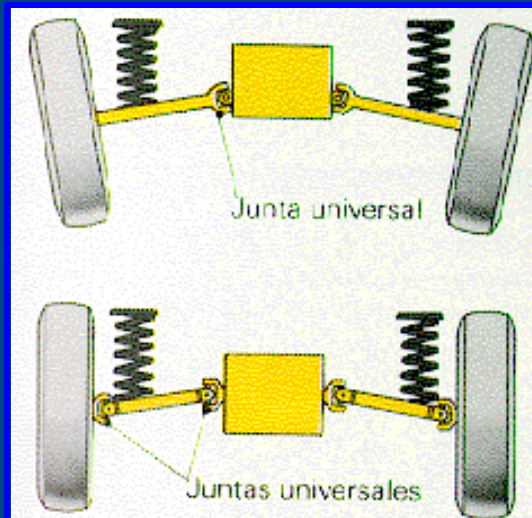
## Mantenimiento del eje en posición.



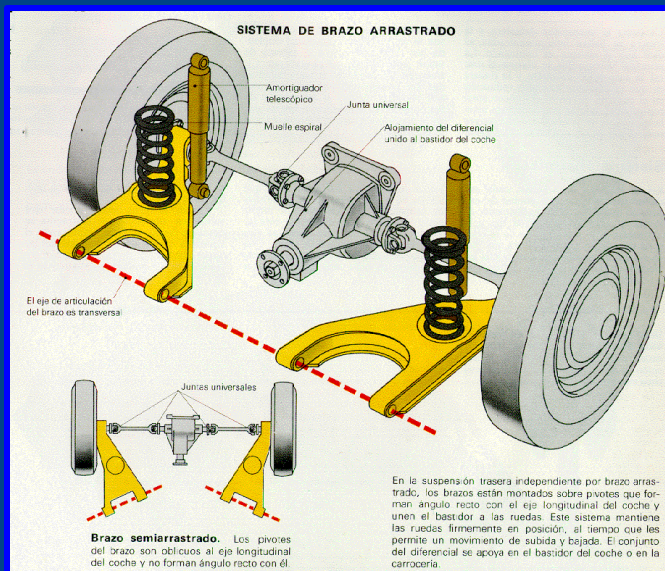
La deformación de las ballestas puede reducirse si se une el eje a la carrocería o al chasis. Los tirantes longitudinales contribuyen a mantener el eje en posición.

Las barras o tirantes transversales (barras Panhard) pivotan sobre la carrocería por uno de sus extremos, y sobre el eje por el otro, con el fin de mantener el eje en posición.

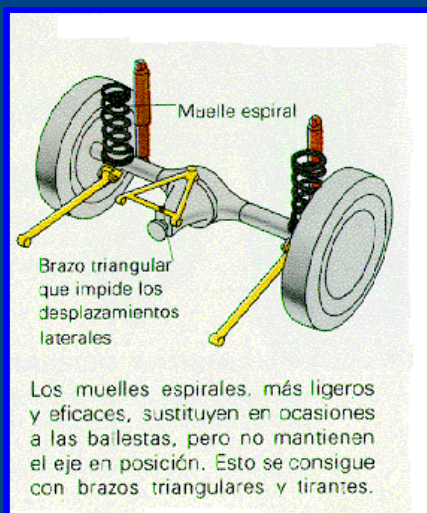
## Suspensión trasera independiente



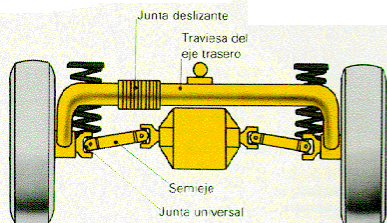
## Sistema de brazo arrastrado



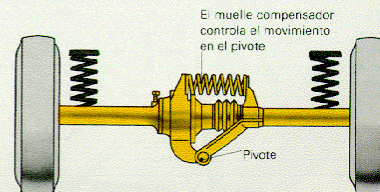
## Muelles espirales



## Otros tipos de suspensión trasera

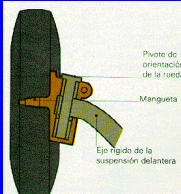


**De Dion.** No es una auténtica suspensión independiente. La travesa une ambas ruedas, pero no soporta el grupo, que se fija al bastidor, con lo que se libera al eje de los efectos de torsión que resultan de unir eje y grupo.

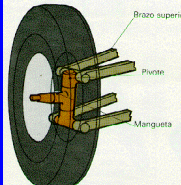


**Mercedes-Benz.** Es una variedad compleja del sistema de semiejes oscilantes. Los tubos en los que se alojan los semiejes se articulan por medio de un pivote que se halla debajo del alojamiento del diferencial.

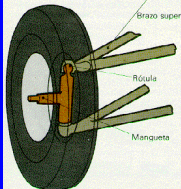
## Sistemas de suspensión



Los ejes delanteros rígidos que se montan hace años tienen pivotes sobre los que giraban las manguetas para orientar las ruedas.

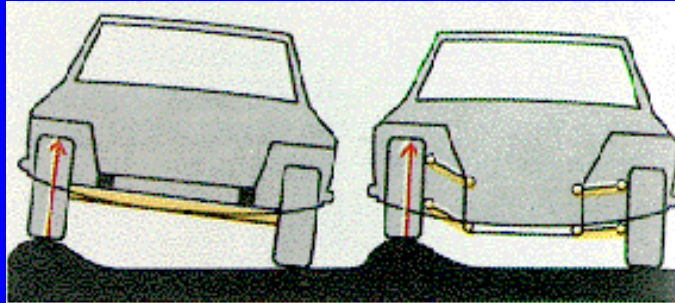


Algunos de los primeros sistemas de suspensión independiente aún tenían pivote, que se unió a los brazos a través de piezas intermedias.



En muchos coches, el sistema de giro por pivote ha sido sustituido por un par de rótulas, alrededor de las cuales gira la mangueta.

## Suspensión delantera independiente



**Suspensión delantera independiente.** Contribuye a mantener la horizontalidad de la carrocería.

## Suspensión de trapecio articulado

**Funcionamiento de los brazos.** Si el coche circula en línea recta por una carretera con muchos baches y los brazos son de igual longitud (izquierda), variará la distancia transversal entre las ruedas, pero no el ángulo de la rueda con la carretera. Si los brazos tienen longitudes diferentes (derecha), se modificará el ángulo, pero no la distancia.

**Pivote.** En los primeros diseños, la mangueta giraba alrededor del pivote.

**Barra de torsión.** A veces, la barra de torsión desempeña las funciones del muelle helicoidal.

**El muelle helicoidal** absorbe las irregularidades de la carretera.

**Topes de goma**

**Amortiguador telescópico,** que evita el rebote de los muelles.

**Tirante que absorbe los esfuerzos del frenado**

**Bravo inferior,** unido a la mangueta por una rótula

**Rótula inferior**

**Mangueta**

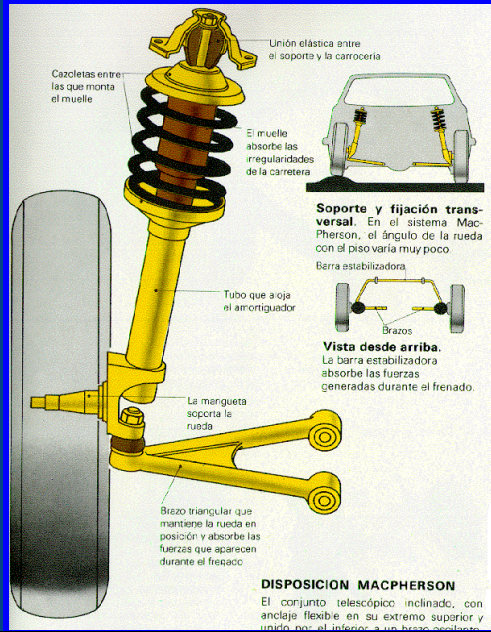
**Bravo superior,** unido por una rótula al brazo de la mangueta

**Rótula superior**

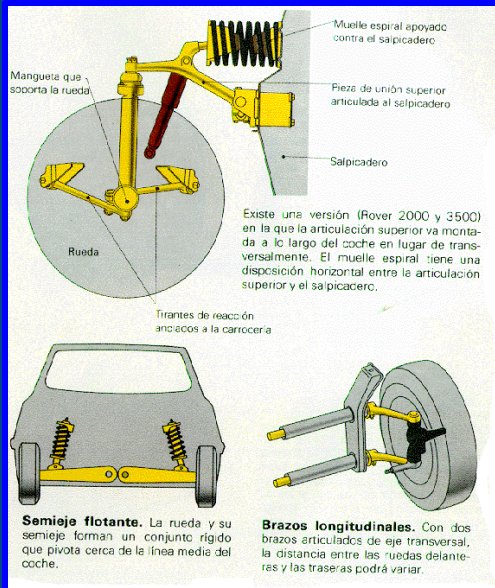
**Junta esférica o rótula.** Estas juntas cumplen la función del pivote de dirección y sirven al mismo tiempo como articulación entre mangueta y brazos.

**SUSPENSIÓN DE TRAPECIO ARTICULADO**  
En este tipo de suspensión, el amortiguador suele montarse dentro de un muelle helicoidal. Un tirante oblicuo, que une el brazo inferior con la carrocería o con la travesa de la suspensión, absorbe las fuerzas de frenado.

# Suspensión tipo MacPherson



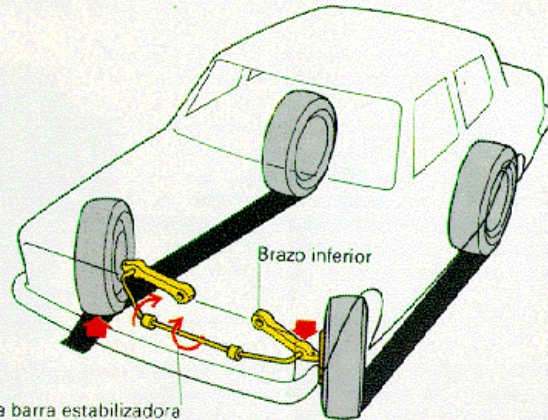
# Otras disposiciones de la suspensión delantera.





## Barra estabilizadora

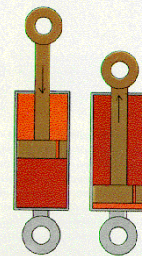
La inclinación lateral del coche, que se produce al tomar una curva, se debe a la fuerza centrífuga, que sobrecarga las ruedas exteriores. La inclinación puede reducirse si se coloca una barra estabilizadora entre las ruedas, de modo que se dificulte la inclinación al "retorcerse" la barra.



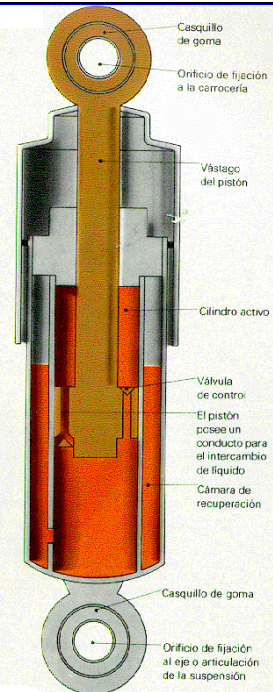
La barra estabilizadora disminuye la inclinación que se produce al tomar una curva

## Amortiguador telescópico

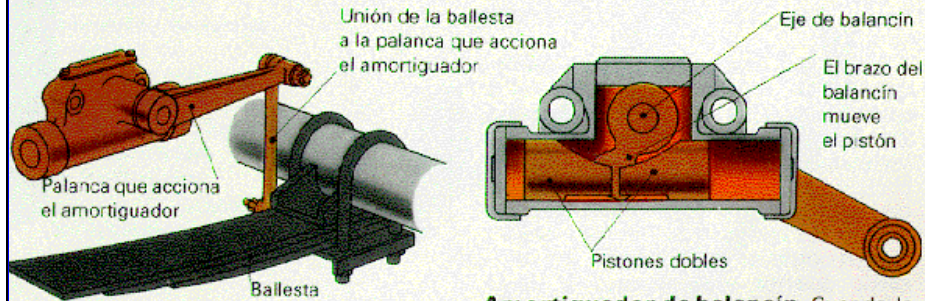
Cuando la rueda sube, el cilindro asciende con ella. El aceite situado bajo el pistón pasa por una válvula a la cámara superior. Al descender la rueda, el aceite vuelve a través de una segunda válvula que posee el pistón.



**Amortiguación.** El propósito de la amortiguación es reducir la oscilación producida al liberar la energía acumulada en un muelle. En el amortiguador hidráulico se consigue este efecto obligando al pistón, al moverse, a desplazar líquido a través de unos pequeños orificios o válvulas. Un amortiguador de doble efecto controla el muelle en ambas direcciones.



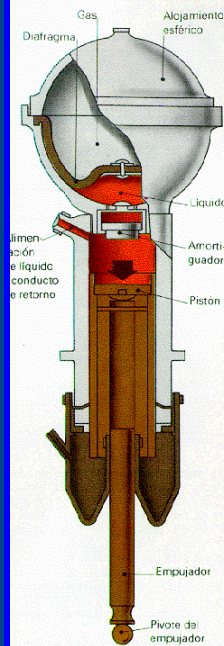
## Los amortiguadores de balancin



**Amortiguador de palanca.** El movimiento se transmite a una palanca que actúa sobre unos pistones dobles.

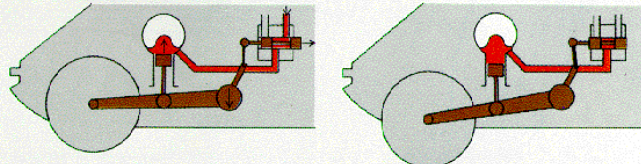
**Amortiguador de balancin.** Cuando la palanca mueve los pistones, el aceite se desplaza de un extremo del alojamiento al otro, a través de una válvula.

## Suspensión hidroneumática

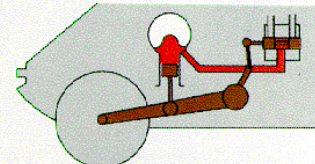


Sección transversal de la unidad de suspensión hidroneumática.

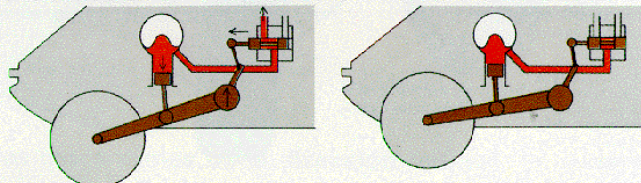
## Unidad oleoneumática



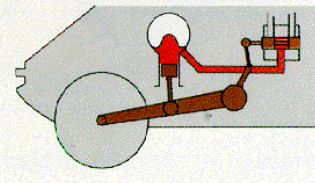
Al aumentar la carga, la carrocería se hunde y opera un dispositivo, que mueve un distribuidor de corredera, que permite el paso de líquido al cilindro.



Al pasar el líquido al cilindro se eleva la carrocería, invirtiéndose el movimiento hasta que el distribuidor alcanza su posición central y se recupera el nivel.

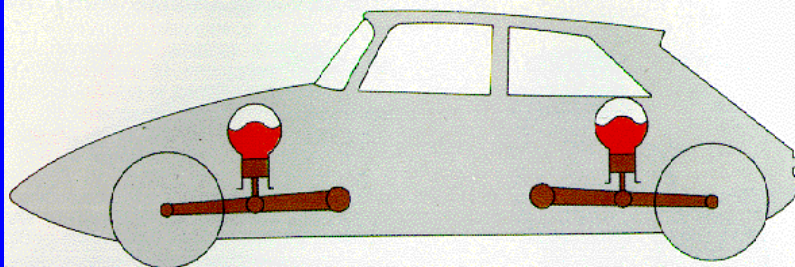


Al disminuir la carga, la carrocería se eleva y permite que el distribuidor de corredera abra el conducto de retorno, por el que fluye el líquido sobrante del cilindro. Al salir el líquido de éste, la carrocería se "asienta" sobre su suspensión.



Cuando el distribuidor se encuentra en su posición central, el líquido continúa fluyendo al depósito hidráulico hasta que el coche recupera su altura normal. La posición central se mantiene hasta que vuelve a modificarse la carga del coche.

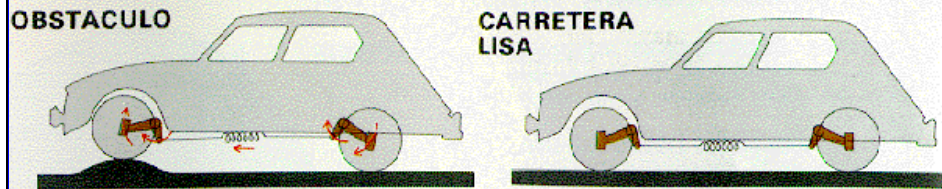
## La compresión del gas proporciona elasticidad



La unión de cada rueda al chasis es independiente y se efectúa por un brazo de suspensión unido a un pistón. Al elevarse la rueda, el pistón también lo hace. Al des-

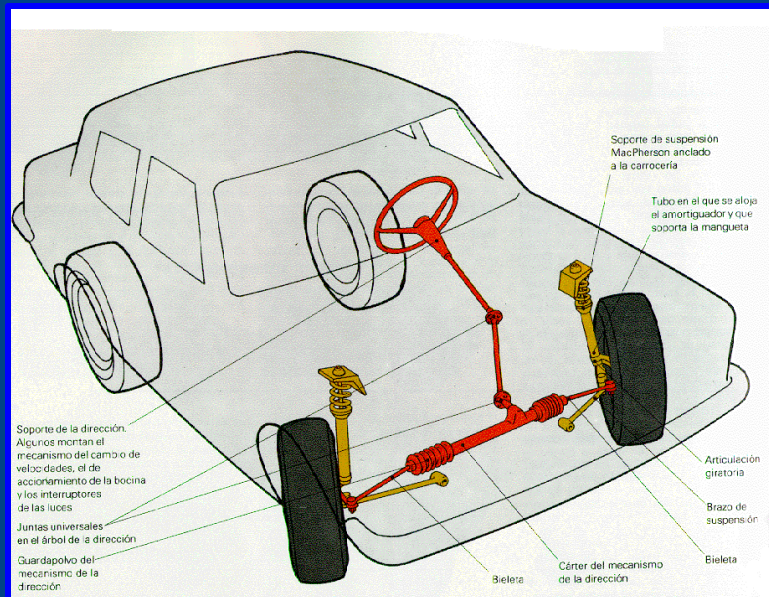
cender la rueda, la presión disminuye y el gas se expande, actuando como si fuera un muelle cuando el coche pasa sobre las irregularidades de la carretera

## Conexión entre la suspensión delantera y trasera.

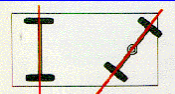


La suspensión de unión mecánica Citroën une las ruedas delanteras y traseras de cada lado por un muelle espiral. Cuando el obstáculo desplaza la rueda delantera hacia arriba, el muelle se tensa y tira de la rueda trasera hacia abajo.

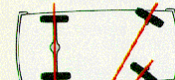
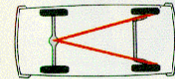
## Disposición del mecanismo de la dirección.



# Principio de Ackerman

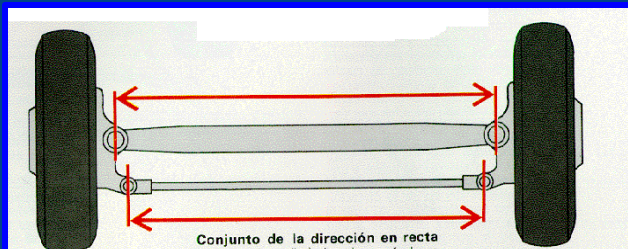


Mecanismo simple de dirección. El eje delantero gira sobre un pivote central. Las ruedas giran alrededor del mismo centro

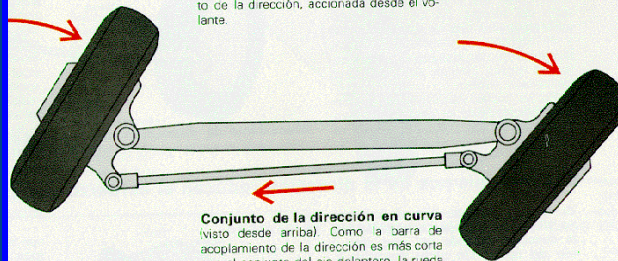


La dirección basada en el principio Ackerman emplea manguetas independientes (arriba) para que las ruedas describan círculos concéntricos (abajo).

# Conjunto de la dirección

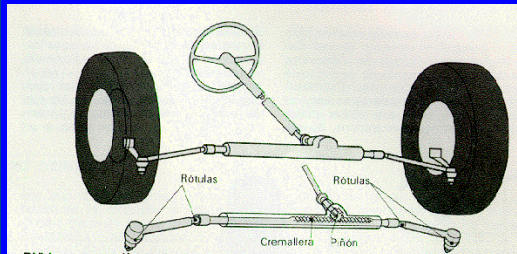


**Conjunto de la dirección en recta**  
(visto desde arriba). La pieza más larga representa el conjunto del eje delantero. La barra más corta es la de acoplamiento de la dirección, accionada desde el volante.

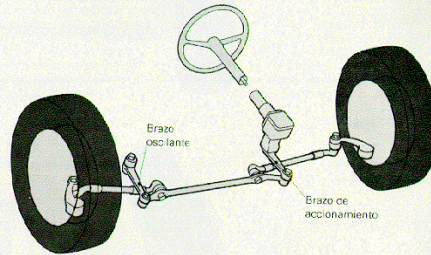


**Conjunto de la dirección en curva**  
(visto desde arriba). Como la barra de acoplamiento de la dirección es más corta que el conjunto del eje delantero, la rueda derecha se mueve con un ángulo mayor que el de la izquierda al girar a la derecha y viceversa.

## Sistemas de dirección

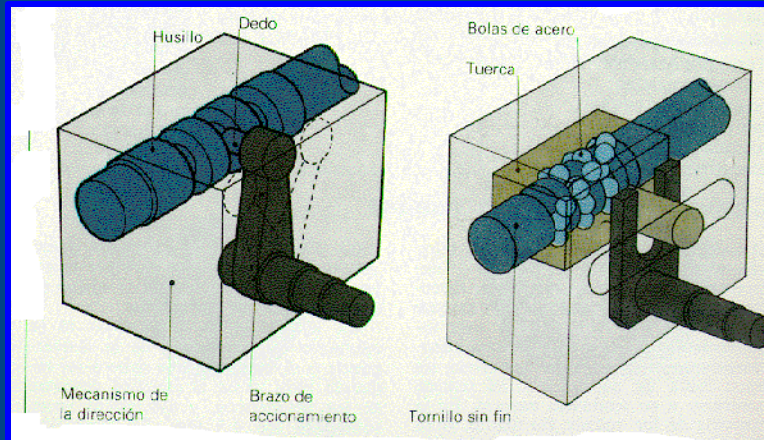


**Piñón y cremallera.** Es el tipo más sencillo de dirección: un piñón que gira con el eje de la dirección mueve una cremallera unida a las ruedas por medio de rótulas y bieletas.



**Mecanismo de dirección.** El volante acciona un husillo y un dedo, un tornillo sin fin y una tuerca, que mueven un brazo unido a las ruedas por articulaciones y bieletas.

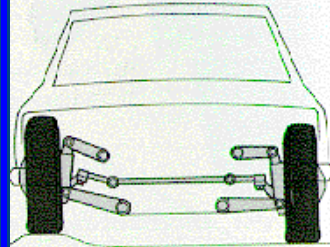
## Mecanismos de la dirección que reducen el esfuerzo del conductor



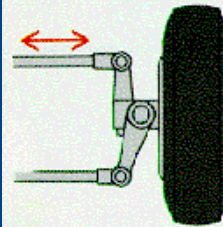
**Dirección por dedo y husillo.** Un dedo, que se desliza a lo largo de un husillo, mueve el brazo de accionamiento.

**Tornillo sin fin y tuerca.** Las bolas de acero sirven para reducir la fricción entre un tornillo sin fin, giratorio, y la tuerca.

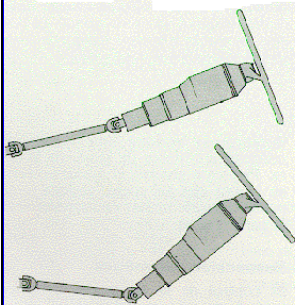
## Articulaciones



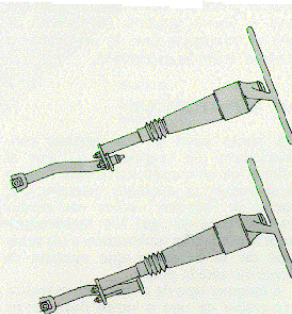
Los automóviles con suspensión delantera independiente poseen articulaciones unidas mediante rótulas.



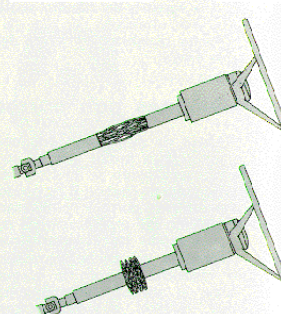
## Árboles de dirección que ceden en caso de choque.



Este tipo de dirección, cuyo ángulo puede variarse, cede por una junta universal al chocar el coche.

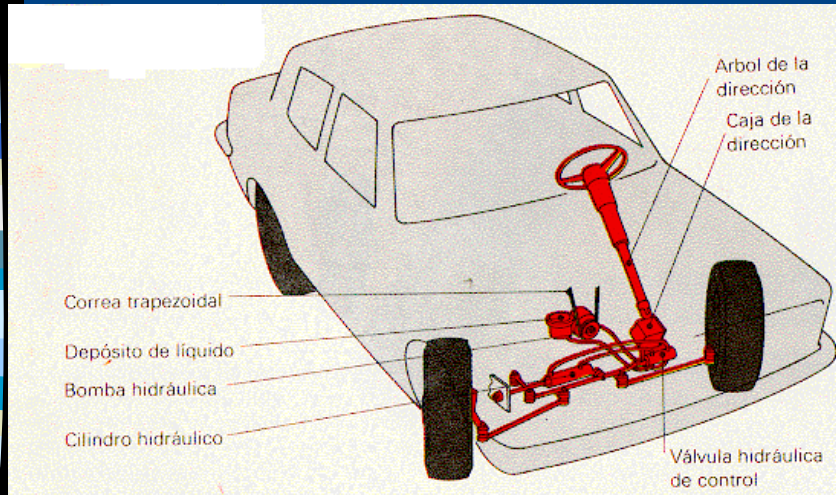


En este modelo, la porción inferior del árbol se desliza a lo largo de la superior y absorbe la energía del impacto.

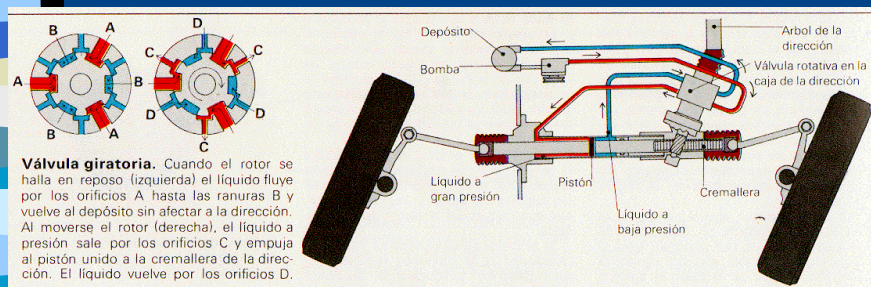


El árbol AC Delco se acorta al chocar y la sección enrejillada se comprime para amortiguar el golpe.

## Servodirección

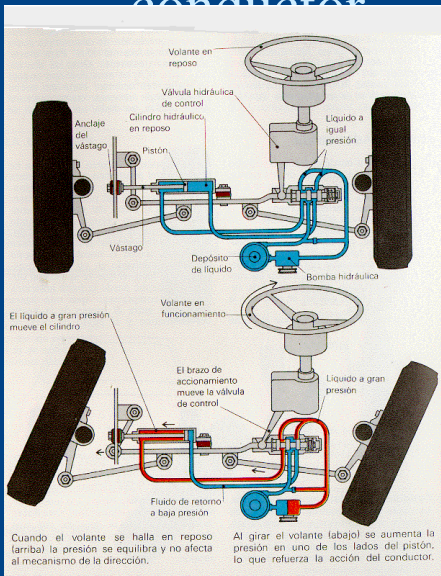


## Servodirección Adwest

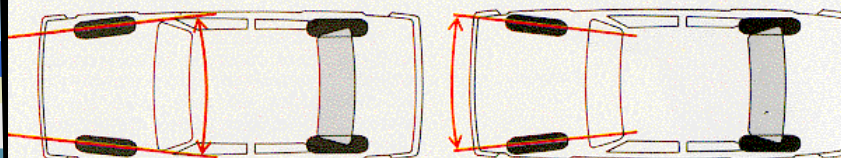




## La fuerza hidráulica ayuda al conductor



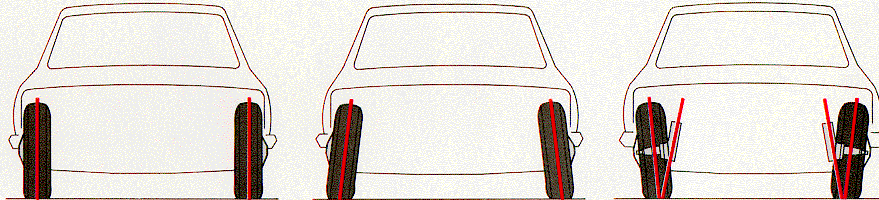
## Convergencia de las ruedas



**Convergencia.** Por su disposición, las ruedas delanteras están dirigidas una hacia la otra en su parte delantera. En los coches de tracción trasera se compensa así la tendencia de las ruedas a abrirse.

**Divergencia.** Las ruedas delanteras se dirigen ligeramente hacia afuera para compensar su tendencia a cerrarse en marcha, como se comprueba en algunos coches de tracción delantera.

## Ángulo de caída

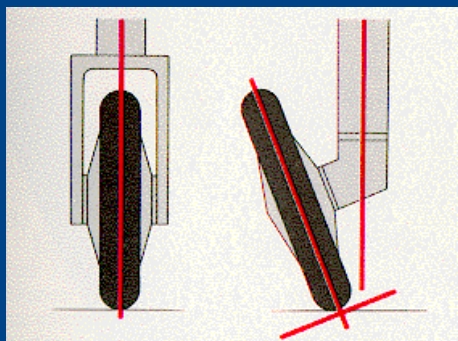


**Ángulo de caída nulo.** Las ruedas son verticales con respecto al piso. Esta disposición motiva que la dirección sea más dura ya que aumentan las cargas verticales que han de soportar los pivotes de la dirección.

**Ángulo de caída negativo.** Las ruedas están más cerca una de otra por su parte superior que por la inferior. Con suspensión independiente, una rueda puede cambiar su caída positiva a negativa y viceversa.

**Ángulo de caída positivo.** Las ruedas están más separadas por arriba que por abajo. Esto reduce el desgaste en el mecanismo de la dirección y facilita el manejo del coche, siempre que la inclinación sea la misma en las dos ruedas.

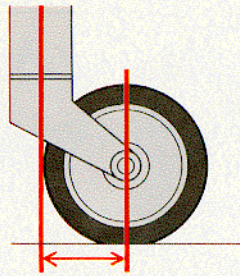
## Fundamentos del ángulo de caída



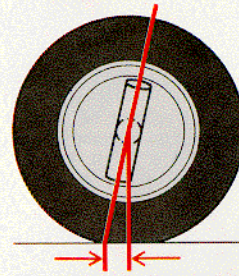
### Fundamentos del ángulo de caída.

La rueda de la izquierda es vertical con respecto a la superficie y no tiene, pues, inclinación. La otra rueda está inclinada, pero sigue haciendo contacto con el piso cerca del eje del pivote de la dirección.

## Ángulo de avance

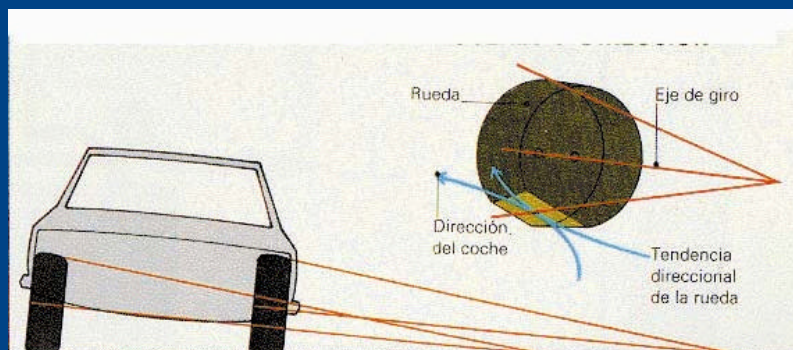


**Avance de carrito de t6.** La rueda se alinea por detrás del eje de su pivote y tiende a volver a la trayectoria recta después de tomar una curva.



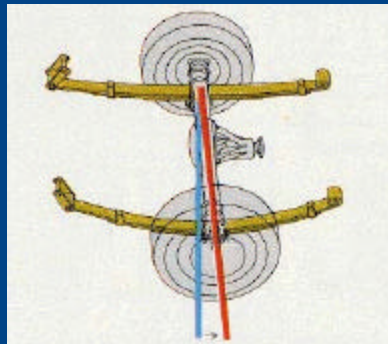
**Avance del pivote.** El eje del pivote corta el piso por delante del punto central de contacto de la carretera con la rueda, que se alinea detrás de su pivote.

## Inclinación de la carrocería y dirección



En algunas suspensiones independientes, la inclinación de la carrocería en curvas demasiado cerradas afecta también a la inclinación de los neumáticos. Entonces, las ruedas tienden a rodar en círculos cada uno con centro en el punto donde la prolongación del eje corta el piso, al igual que un cono tumbado giraría alrededor de su vértice. Esto produce un infravirado.

## Suspensión en la dirección



**Efectos de la suspensión sobre la dirección.** La suspensión por ballestas puede afectar a la trayectoria al tomar una curva. El coche se inclina por la fuerza centrífuga, la ballesta exterior se aplanará y la interior se curva.

## Sobrevirado e infravirado

