

# 1. CIRCUITOS DE FLUIDOS, SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN.

---

## 1.1. SUSPENSIÓN

Debido a la simplicidad de los elementos empleados y a su sencillo montaje, las suspensiones presentan raras averías de funcionamiento, limitándose simplemente a las averías lógicas por desgaste o rotura de sus elementos.

Un diagnóstico realizado por el propio conductor sobre el sistema de suspensión pone de manifiesto el comportamiento de sus componentes y la presencia de posibles deficiencias de funcionamiento que se concretan en las tres siguientes:

- Suspensión blanda.
- Suspensión dura.
- Ruidos en la suspensión.

### 1.1.1. SUSPENSIÓN BLANDA

Esta avería está determinada, en condiciones normales de uso, por el desgaste lógico de sus elementos constituyentes, al ceder con el tiempo la carga elástica de los resortes debido al peso que tienen que soportar constantemente.

- Carga excesiva del vehículo.

También puede estar provocada al cargar excesivamente el vehículo, por encima del límite de peso para el cual han sido calculado, lo cual puede producir una deformación permanente en los mismos.

- Desgaste de los amortiguadores.

Otra de las causas de suspensión blanda es el desgaste de los amortiguadores, cuya vida útil es muy inferior a la de los resortes, debido al continuo trabajo de absorción de energía producida por la masa oscilante que tiene que transformar en calor, llegando éste a descomponer el aceite interno. Este desgaste se acentúa más cuando el vehículo rueda constantemente por caminos malos y muy sinuosos, ya que, al ser mayor el trabajo de los resortes, mayor es la energía que tiene que frenar el amortiguador, llegando a deteriorarse rápidamente.

- Falta de recuperación de los muelles.

Si los resortes han cedido, esto se pone de manifiesto por un descenso de la carrocería con respecto a su nivel normal sobre el suelo. En caso de duda deben desmontarse y comprobar su carga elástica con máquinas especiales, teniendo en cuenta las características dadas por el fabricante. Los muelles y ballestas también se pueden comprobar por comparación con otros nuevos de las mismas características, comparando la altura de los muelles sobre una base plana o la flecha de la ballesta. En caso de defecto acusado, deben sustituirse por otros, teniendo en cuenta el cambio simultáneo de los dos resortes del mismo eje para obtener una suspensión equilibrada.

- Falta de efectividad de las barras de torsión.

En caso de suspensión con barras de torsión, éstas suelen estar provistas de un sistema de reglaje que consiste en variar la posición de anclaje de la barra sobre el punto fijo de la carrocería. Esta operación debe efectuarse cuando se note que la altura libre de la carrocería con respecto al suelo ha disminuido.

- Fuga de líquido en los amortiguadores.

Las fugas de líquido en los amortiguadores o la destrucción de sus válvulas de paso, que determinan el mal estado de los mismos, se pueden verificar si se desmontan del vehículo y se comprueba que, al abrirlos y cerrarlos, oponen resistencia a esta operación. Si resulta fácil la apertura o cierre del mismo, el amortiguador está en mal estado y, en este caso, debe sustituirse.

- Instalaciones para la verificación de la suspensión.

Existen también, en los grandes servicios de entretenimiento, máquinas e instalaciones especiales para comprobar la suspensión montada en el vehículo. Esta prueba consiste en colocar las dos ruedas del mismo sobre una plataforma de la máquina que somete al vehículo a una serie de vibraciones, trazando sobre un papel los gráficos producidos por las oscilaciones de ambas ruedas. Estos gráficos, comparados con los gráficos de características de la máquina, determinan el estado de la suspensión, en los que se pueden leer la flexibilidad de los resortes, amortiguación, etc.

### 1.1.2. SUSPENSIÓN DURA

Esta situación de la suspensión se debe generalmente a un agarrotamiento parcial en los resortes, sobre todo en las ballestas, que por suciedad u oxidación de sus láminas

impiden el deslizamiento mutuo entre ellas. Para su reparación deben desmontarse, efectuando la limpieza y engrase de las mismas.

- Agarrotamiento de los elementos móviles.

Otra de las causas de dureza es el agarrotamiento de los elementos móviles de la suspensión (brazos de articulación, rótulas, gemelas de ballesta, etc.), que impiden el normal movimiento elástico entre los elementos de suspensión. El problema se resuelve cambiando los elementos necesarios, si es por deformación; o comprobando el sistema de engrase en los bulones y ejes de articulación, si es por esta causa.

La dureza es un defecto raro en un amortiguador, a no ser que trabaje forzado por deformación del mismo o a la no alineación entre sus puntos de amarre.

### 1.1.3. RUIDOS EN LA SUSPENSIÓN

Estos son debidos, generalmente, a la rotura de uno de sus elementos, a la pérdida o mal estado de los tacos de goma en la unión de amarre en los amortiguadores o a holguras existentes entre los elementos de suspensión y la carrocería, generalmente en sus puntos de amarre.

Estos defectos se corrigen localizando primero el ruido, comprobando las holguras y cambiando después la pieza defectuosa o apretando las uniones.

Otra causa de ruido puede ser la vibración de algún elemento de chapa de la carrocería, producida por la reacción de los resortes y no ser amortiguada al estar esta pieza suelta o mal amarrada al conjunto del bastidor.

### 1.1.4. AVERÍAS EN LA SUSPENSIÓN NEUMÁTICA Y HIDRONEUMÁTICA

En estos tipos de suspensión, además de las averías lógicas por desgaste de sus elementos y de las holguras entre sus puntos de amarre, están las inherentes a su circuito de alimentación, localizándose en los siguientes puntos:

- Suspensiones neumáticas.
  - ☐ Falta de presión de aire en el calderín principal.
  - ☐ Fugas de aire por las canalizaciones o racores de unión.
  - ☐ Nivelador defectuoso o mal regulado.
  - ☐ Pérdida de presión en los elementos neumáticos de rueda por falta de hermeticidad o agrietamiento en las paredes de su cuerpo elástico.
- Suspensión hidroneumática.
  - ☐ Obstrucción en el depósito de aceite.
  - ☐ Mal funcionamiento de la bomba o falta de presión en la misma.

- ❑ Falta de presión en el acumulador por fugas o mal reglaje de la válvula de presión.
- ❑ Fugas de aceite en las canalizaciones.
- ❑ Obstrucción en las canalizaciones.
- ❑ Agarrotamiento en la válvula niveladora.
- ❑ Mal funcionamiento de los elementos de rueda por pérdidas de líquido en los mismos o deformación en sus ejes de articulación (eje del pistón, brazo de rueda, etc.).

Cualquiera de estas averías se nota rápidamente en una pérdida de suspensión, debiéndose revisar el sistema para localizar la avería y efectuar su reparación.

## 1.2. DIRECCIÓN

Las averías en la dirección son consecuencia de las holguras por desgaste en sus elementos de mando, del mal reglaje en la alineación de las ruedas o de un mal mantenimiento. Puede estar también afectada indirectamente por la intervención o mal estado de otros elementos del vehículo, como pueden ser las ruedas, frenos y la suspensión.

Para diagnosticar la avería que acusa el sistema de dirección, antes de proceder a su revisión y reparación, conviene someter el vehículo a una prueba por carretera, observando la causa o causas que afectan el normal funcionamiento de la misma.

### 1.2.1. DIAGNÓSTICO DE AVERÍAS EN LOS MECANISMOS SIMPLES

Los defectos más frecuentes acusados por el conductor en la dirección del vehículo, son los siguientes:

#### 1.2.1.1. Holguras en el volante

Esta es una de las averías más frecuentes del sistema, debido al desgaste lógico de sus componentes mecánicos por el uso. Estas holguras en los elementos de mando, ya sean por desgaste ya por mal apriete en los sistemas de amarre y fijación, se traducen en un excesivo recorrido libre del volante, que no debe exceder de unos 12 mm en condiciones normales.

Estas holguras suelen localizarse en los siguientes puntos:

- Rótulas de las barras de dirección flojas o desgastadas.
- Holgura en la palanca de mando.

- Mal apriete en la fijación de la caja de dirección al chasis.
- Holgura en el mecanismo de la dirección.

Conviene revisar estos puntos, realizar un apriete al par recomendado en todos los elementos de unión y hacer el reglaje del mecanismo de dirección según las instrucciones específicas del fabricante.

### 1.2.1.2. Dirección muy dura

Este defecto se acusa porque el conductor debe realizar un esfuerzo excesivo en el volante para mover las ruedas. También se nota en la falta de reversibilidad de las ruedas para volver a su posición de línea recta.

Esta dureza en la dirección se produce, generalmente, por las siguientes causas:

- Baja presión de inflado en los neumáticos.
- Desalineación en las ruedas.
- Dureza en las articulaciones de mando por un excesivo apriete.
- Excesivo ataque en el mecanismo de la dirección.
- Falta de engrase en la caja de dirección.

Para realizar esta revisión conviene comprobar en primer lugar la presión de inflado en las ruedas, así como el engrase en las articulaciones y la caja de dirección. En estas condiciones, se comprueba, con las ruedas delanteras levantadas, la dureza en el volante, realizando la operación por medio de un dinamómetro como se indica en la figura. El esfuerzo a realizar debe ser inferior a 5 kgf.

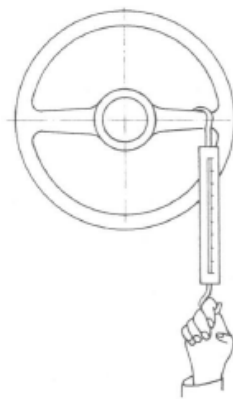


Figura. Comprobación de la dureza de la dirección en el volante

Si la dureza persiste, se comprueba el par de apriete en la palanca de mando y se hace el reglaje del mecanismo de la dirección, comprobando nuevamente la dureza en el volante.

Generalmente, con estos reglajes la dureza en el volante debe quedar dentro de los límites establecidos; en caso contrario, hay que verificar y corregir las cotas de la dirección.

#### 1.2.1.3. El vehículo tiende a girar a un lado

Este defecto se debe, generalmente, al mal estado de alguno de los componentes del vehículo ajenos al sistema direccional o al mal reglaje de la alineación.

Las causas más frecuentes que hacen que el vehículo tienda a desplazarse lateralmente son las siguientes:

- Presión de inflado desigual en ambas ruedas.
- Cubiertas desiguales o más desgastada una que la otra.
- Uno de los frenos agarrotado o mal reglado.
- Amortiguador en mal estado.
- Brazo de mando mal colocado.
- Mal reglaje en la alineación de ruedas.
- Deformación de la mangueta o sistema de suspensión.

#### 1.2.1.4. Oscilación de las ruedas

Este defecto, de no ser por una excesiva holgura en los elementos de mando, es acusado por el conductor cuando circula a grandes velocidades por terreno liso, produciéndose una serie de oscilaciones continuas que se traducen en una trepidación en el volante.

Las causas más frecuentes que originan este defecto son las siguientes:

- Presión de inflado incorrecta en los neumáticos.
- Cubiertas con desgaste no uniforme en su banda de rodadura.
- Ruedas desequilibradas.
- Órganos de mando flojos o con holgura.
- Ángulos de caída o avance con un valor excesivo.

#### 1.2.1.5. Ruidos extraños

Este defecto, menos generalizado y acusado en un momento determinado, es producido generalmente por holguras o rotura en alguno de los elementos mecánicos por mala calidad o mal montaje.

Estos ruidos pueden ser producidos por las siguientes causas:

- Rodamiento de rueda en mal estado.
- Holgura o mal montaje en el interior de la caja de mecanismos.
- Órganos de mando flojos.
- Ruedas muy desequilibradas.

#### 1.2.1.6. Desgaste anormal de los neumáticos

Uno de los defectos más acusados por los propietarios de vehículos es el desgaste anormal de las ruedas que, aunque no puede considerarse como una avería propia de la dirección, sí incide directamente sobre ella. Este defecto se produce generalmente por un mal reglaje en la alineación, lo cual indica que su funcionamiento no es correcto, sirviendo como índice para una revisión de las cotas direccionales.

Una excesiva convergencia produce un desgaste lateral en la zona exterior de los neumáticos, y una falta de convergencia produce el desgaste en la zona interna lateral de los mismos, debido, en ambos casos, al arrastre de la rueda sobre el terreno. Cuando el ángulo de viraje es incorrecto, por el mismo efecto de arrastre, se produce un desgaste desigual en los neumáticos delanteros, localizado en la banda de rodadura.

Cuando el desgaste se produce por igual en uno o en los dos neumáticos en ambos lados de la banda de rodadura, se debe generalmente a falta de inflado en las ruedas.

### 1.2.2. AVERÍAS DE FUNCIONAMIENTO EN LOS SERVOMANDOS

Además de las averías que normalmente pueden presentarse en el sistema direccional de las ruedas, con independencia del sistema de mando empleado, están las averías propias que afectan a estos servomecanismos, producidos generalmente por desgaste natural de sus elementos u otras causas circunstanciales, como roturas o falta de entretenimiento.

En cada caso particular dentro de los sistemas estudiados, se pueden destacar las siguientes:

#### 1.2.2.1. Averías en la servodirección hidráulica y sus posibles causas

- La servodirección no funciona.
  - Falta de aceite.
  - Fallos de presión en la bomba.
  - Obstrucción o rotura en las tuberías.

- ☐ Comunicación entre ambos lados del émbolo del cilindro de mando hidráulico.
- ☐ Avería en la válvula distribuidora.
- ☐ Obstrucción en el depósito de aceite.
- ☐ Correas de mando de la bomba deterioradas o rotas.
- Dureza en la dirección.
  - ☐ Falta de aceite.
  - ☐ Aire en el circuito.
  - ☐ Obstrucción en las tuberías.
  - ☐ Avería en la válvula distribuidora.
  - ☐ Baja presión en los neumáticos.
- El vehículo tiende a girar a un lado.
  - ☐ Ajuste incorrecto de la válvula de distribución.
  - ☐ Defectos de alineación o inflado.
- Vibraciones o ruidos extraños en la servodirección.
  - ☐ Aire en el circuito.
  - ☐ Aceite inadecuado o sucio.
  - ☐ Aireación del depósito obstruido.
  - ☐ Bomba de aceite sucia.
  - ☐ Elementos mecánicos con holgura.

#### 1.2.2.2. Averías en la servodirección neumática y sus posibles causas

- La servodirección no funciona.
  - ☐ Presión de aire insuficiente (inferior a 4 kgf/cm<sup>2</sup>).
  - ☐ Grifo de paso cerrado u obstruido.
  - ☐ Tuberías de aire rotas u obstruidas.
  - ☐ Defecto de reglaje en la válvula de control.
- Funcionamiento parcial o en un solo sentido.
  - ☐ Obstrucción en alguno de los tubos.
  - ☐ Reglaje defectuoso en la válvula de control.
  - ☐ Anillos de retención en el cilindro de mando averiados.
  - ☐ Válvula de descarga rápida obstruida.
  - ☐ Presencia de algún cuerpo extraño que impide el cierre de los tubos de las tapas (válvulas).
- Pérdidas de aire en el circuito.
  - ☐ Falta de asiento en las válvulas.

- ☐ Tuberías en mal estado.
- La dirección no retorna.
  - ☐ Reglaje defectuoso en la válvula de retención.
  - ☐ Válvula de descarga obstruida.
  - ☐ Descarga en el cojinete de la tapa del cilindro.

### 1.2.2.3. Averías en el sistema de dirección electrónica y sus posibles causas.

Este tipo de dirección alimentada por electricidad es gobernado por un módulo electrónico que solo se activa cuando se gira el volante. Es mucho más limpio al no necesitar aceite y, también, más eficiente en el consumo que la dirección asistida tradicional, ya que siempre esta activa, giremos o no el volante.

Sus componentes son muy sencillos, empleando solo en el sistema, un motor eléctrico, un módulo de control y un sensor de par, todo ello incorporado en el sistema de cremallera.

A continuación, mencionaremos las posibles causas:

- Dirección extremadamente dura.
 

En este caso es prácticamente imposible mover el volante, ya que no solo hay que mover las ruedas, sino el motor eléctrico que facilita el cambio de dirección y que, una vez averiado, ejerce demasiada resistencia para moverlo a mano.
- Dirección extremadamente blanda.
  - ☐ El volante está excesivamente flojo.
  - ☐ El vehículo se va hacia los lados.
  - ☐ Al girar la dirección a tope a un lado y metemos la marcha atrás, esta no vuelve a su sitio.
  - ☐ El vehículo no responde bien a los movimientos del volante.

Siguiendo con las posibles averías:

- La más común es el fallo del sensor de ángulo, principalmente derivado de un fallo en la unidad de control de la dirección. Lo normal es que la propia electrónica nos avise en el cuadro de instrumentos a través de la iluminación del símbolo de fallo. En caso de que no sea así, deberíamos hacer la diagnosis por OBD-2.
- También pueden derivar por fallos en el alternador, problemas con la batería, cableado en mal estado o línea CAN-BUS.
- Si el fallo se encuentra en uno de los componentes de la cremallera, se debe cambiarla completa.

## 1.3. RUEDAS

Durante su funcionamiento, y debido a la forma de utilización, mal entretenimiento y estado direccional en la geometría de la dirección, las ruedas están sometidas a una serie de desgastes y efectos destructivos que pueden comprometer seriamente al comportamiento del vehículo en su desplazamiento.

### 1.3.1. AVERÍAS EN LAS CÁMARAS

Las averías de las cámaras, aparte del clásico e imprevisto pinchazo, se deben, en general, a defectos de montaje, deficiencias en la cubierta o inadecuada presión de inflado.

El montaje incorrecto de la cámara en la cubierta produce lesiones en la superficie del caucho de forma que, al inflarlas o durante el rodaje en carretera, perforan la cámara sin causa aparente de pinchazo visible.

Defectos y averías que se pueden ocasionar en el montaje de las cámaras. Los defectos más frecuentes en el montaje de las cámaras son los siguientes:

- Montar la cámara arrugada cerca de la base de la válvula.
- Arrugas en la cámara por inadecuadas dimensiones con respecto a la cubierta.
- Perforación en el montaje por utilizar herramientas inadecuadas.
- Montaje defectuoso de los protectores.
- Introducción de cuerpos extraños durante el montaje.
- Pellizcos o aprisionamiento de la cámara con el talón de la cubierta sobre la llanta.

Las cámaras pueden ser también dañadas por deficiencias en la cubierta, como es la existencia de roturas en la cara interior de la misma, lo cual produce roces que llegan a perforar el caucho de la cámara. Otra de las causas de avería en las cámaras es el empleo de cubiertas desgastadas o envejecidas por el uso.

La presión de inflado influye también en el deterioro de la cámara, ya que, si es insuficiente o el vehículo está sobrecargado, los talones de la cubierta están sometidos a un continuo deslizamiento que da origen a roturas y perforaciones en la cámara.

### 1.3.2. AVERÍAS EN LAS CUBIERTAS

Las averías más frecuentes que se pueden presentar en las cubiertas son los desgarros y cortes laterales sobre los flancos, así como el desgaste prematuro en la banda de

rodadura debido a una inadecuada utilización o por defectos en la rodadura del vehículo.

Las causas que influyen directamente sobre el deterioro de las cubiertas son las siguientes:

- Presión de inflado.
- Temperatura.
- Velocidad de desplazamiento.
- Estado del terreno.
- Defectos mecánicos en la geometría de la dirección.

A continuación, veremos con más detalle las posibles averías y las causas:

- Grietas en la cubierta.
  - Exposición a los rayos solares.
  - Prolongado contacto con hidrocarburos.
  - Envejecimiento.
  - Almacenamiento no adecuado.
  - Insuficiente presión de inflado.
- Despegado de la banda de rodadura.
  - Funcionamiento prolongado en sobrecarga.
  - Insuficiente presión de inflado.
  - Elevada velocidad.
  - Aceleraciones bruscas y repetidas.
- Lesiones en flancos y bordes de la banda.
  - Golpes laterales.
  - Roce de las cadenas (mal colocadas o inadecuadas).
- Cortes o desgarros en la banda de rodadura.
  - Roce con la carrocería.
  - Deslizamiento sobre objetos cortantes.
- Lesiones en los talones.
  - Escasa presión de inflado.
  - Carga excesiva.
  - Llantas deformadas o inadecuadas.
  - Recalentamiento por bloqueo de los frenos.
- Rotura del armazón.
  - Golpes laterales o frontales.
  - Rodaje a baja presión.
  - Sobrecargas.

### 1.3.3. PRESIÓN DE INFLADO EN EL NEUMÁTICO

El neumático está calculado en su fabricación para resistir la presión de inflado prescrita por el fabricante sobre cada tipo de vehículo; por tanto, la correcta presión de inflado es factor fundamental para evitar deterioros en las lonas y obtener el máximo rendimiento de utilización.

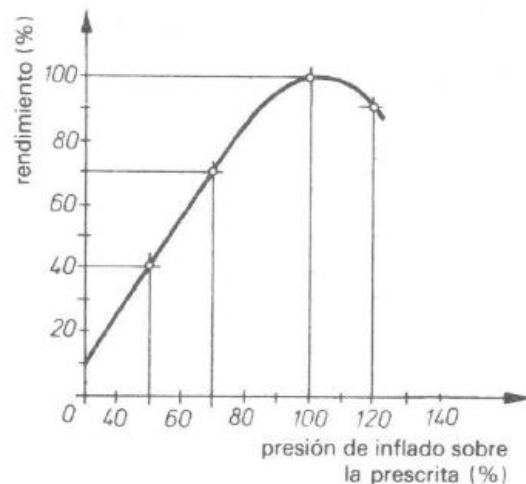


Figura. Rendimiento de los neumáticos en función de la presión de inflado

La presión de inflado en el neumático debe comprobarse en frío, ya que durante el rodaje la presión aumenta hasta alcanzar valores de un 20 % sobre la prescrita, falseando con ello la medición y, por tanto, el inflado correcto.

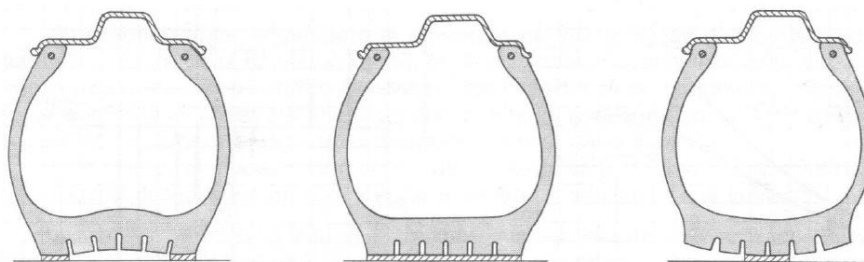


Figura. En orden de izquierda a derecha; presión insuficiente, presión normal y presión excesiva

La mayor o menor presión de inflado sobre la prescrita provoca una alteración en el equilibrio de las fuerzas que actúan sobre las lonas y flancos y, por tanto, una destrucción prematura de la cubierta.

#### ■ Efectos de una excesiva presión de inflado.

Todo exceso de presión provoca en el neumático los siguientes efectos:

- Los flancos no pueden flexionar debidamente, lo cual hace que éste no sea capaz de absorber elásticamente los impactos que recibe. En estas

condiciones, al pasar sobre piedras o desigualdades del terreno, pueden producirse en el neumático roturas en cruz o en diagonal de las capas de tejidos situadas en la banda de rodadura y originar un posible reventón del neumático.

- El neumático tiene tendencia al rebote sobre el terreno, aumentando con ello el peligro de derrape a grandes velocidades.
- Origina además un excesivo desgaste en la zona central de la banda de rodadura, reduciendo con ello la superficie de contacto y por tanto la tracción, facilitando el patinaje del neumático.

■ Causas que se originan en un neumático insuficientemente inflado.

Cuando el neumático está insuficientemente inflado, los defectos que se originan son los siguientes:

- Mayor aplastamiento debido a la carga que soporta, con lo cual los flancos sujetos a presiones anormales generan un fuerte calor que dilata los tejidos.
- La menor presión interna disminuye la rigidez lateral de los flancos, de forma que al golpear contra un obstáculo puede causar cizallamiento entre la llanta y el obstáculo que actúa sobre la cubierta.

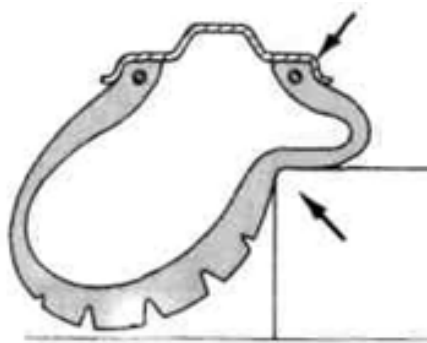


Figura. Golpeo contra bordillo

- El calor generado reblandece el caucho en la banda de rodadura, lo cual acelera su desgaste.
- Debido a la menor presión de inflado, el neumático rueda apoyado sobre los hombros, lo que produce un desgaste lateral en la banda de rodadura.

### 1.3.4. TEMPERATURA

El calor que se genera en los neumáticos es debido a la flexión que experimentan durante el rodaje y es proporcional a la velocidad de desplazamiento.

La temperatura en la cubierta se eleva por este efecto hasta un punto en que la cantidad de calor generada es igual a la disipada por efecto del aire circundante y el transmitido al terreno. La rapidez de enfriamiento depende de la diferencia de temperatura existente entre la generada y el medio ambiente. Según sea esta temperatura y bajo ciertas condiciones de carga y velocidad, un neumático puede alcanzar temperaturas medias de 90 a 125 °C.

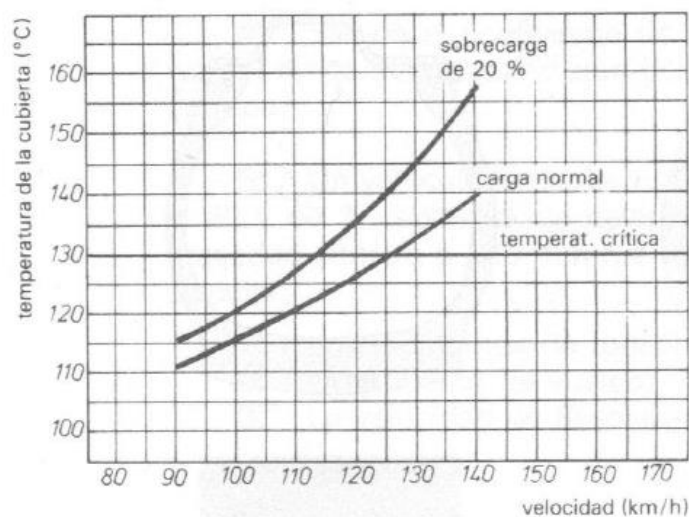


Figura. Variación de la temperatura de la cubierta en función de la velocidad

En un vehículo que rueda de forma sostenida a elevada velocidad, con sobrecarga o con presión de inflado inferior a la prescrita, la temperatura puede llegar a los 150 °C. Teniendo en cuenta que la temperatura aproximada de vulcanización en las cubiertas es de 137 °C, cuando la temperatura del neumático se aproxima a dicho valor se producen alteraciones en las características del caucho, con peligro para la integridad de la cubierta.

Estas alteraciones en las características del caucho debilitan la banda de rodadura, hombros y talones, así como el tejido del armazón, que pierde su resistencia a la tracción lo cual, con el aumento de presión por dilatación del aire, hace que la cubierta sea muy sensible a la rotura y estallido.

### 1.3.5. EFECTOS DE LA VELOCIDAD

Como el calor generado en la cubierta es fundamental para el rendimiento de la misma y el calor depende de la velocidad de desplazamiento, el rendimiento de una cubierta está supeditado a la velocidad de utilización, aumentando el desgaste de la misma a medida que se sobrepasa el límite de velocidad para el que ha sido construida.

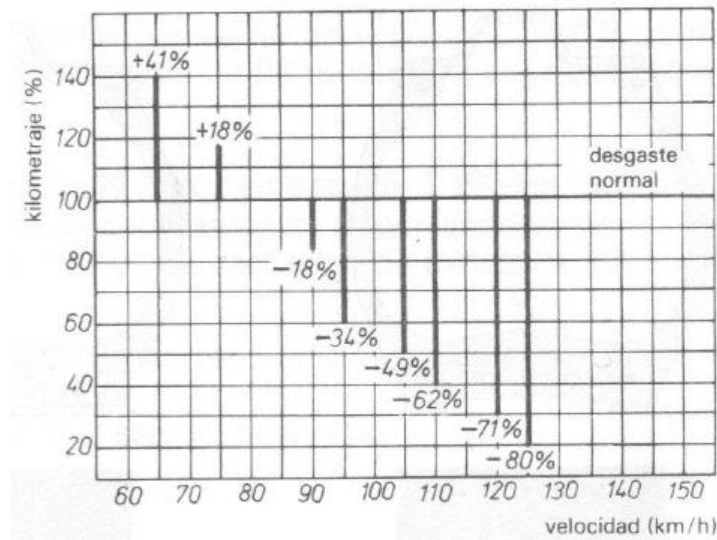


Figura. Rendimiento de la cubierta en función de la velocidad

El desgaste rápido originado por circular a elevadas velocidades se puede reducir aumentando la presión de inflado de 0,2 a 0,3 kgf/cm<sup>2</sup> por encima de la presión prescrita.

### 1.3.6. INFLUENCIA DE LA CALZADA

Debido a la presión que se transmite al terreno y que origina el rozamiento de la cubierta, el estado y características de la calzada influye también directamente sobre el mayor o menor desgaste de los neumáticos, que será tanto mayor cuanto más rugosa sea la misma.

### 1.3.7. DESGASTES POR DEFECTOS MECÁNICOS

Los defectos mecánicos en la alineación de las ruedas son causa de desgastes irregulares y prematuros de los neumáticos. Estos defectos actúan modificando la forma de rodaje de la rueda y hacen que el neumático pise incorrectamente y realice un arrastre de costado, lo que produce en dicha zona un mayor desgaste.

Los defectos mecánicos más frecuentes que influyen sobre el desgaste irregular de las cubiertas son los siguientes:

- Falta de paralelismo en los ejes.
- Desalineación de las ruedas.
- Bamboleo de las ruedas.
- Desigualdad en el frenado.
- Paralelismo entre ejes. Cuando los ejes no son paralelos entre sí, o no son perpendiculares al eje direccional del vehículo, se produce en el mismo una

tendencia al giro por donde convergen los ejes. Esta anomalía, producida generalmente por deformación del bastidor o chasis, origina un desplazamiento lateral en las ruedas que provoca un desgaste prematuro de las mismas.

- Desalineación. Un mayor ángulo de caída en la rueda influye sobre el desgaste de la cubierta en dos formas:
  - Produce un mayor desgaste en el hombro exterior de la cubierta debido a un mayor aplastamiento de esa zona sobre el terreno.

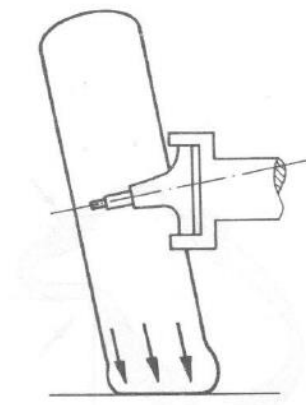


Figura. Ángulo de caída grande

- En segundo lugar, y debido a la diferencia en los radios de giro de la rueda para cada punto de la banda de rodadura, la distancia a recorrer por cada uno de ellos es distinta. Como la rueda impone un radio medio de giro durante la marcha, la zona interior es arrastrada mientras que la exterior está sometida a deslizamiento, efectos ambos que originan el desgaste irregular de la cubierta.

Este efecto, en combinación con el mayor aplastamiento lateral, hace que el desgaste se produzca en la zona lateral de caída de la cubierta.

Cuando la inclinación de la rueda no es constante por defectos mecánicos en el eje o mangueta, el desgaste suele producirse irregularmente por zonas.

Otra de las causas de desgaste irregular de las ruedas es la excesiva convergencia o divergencia, que provocan un mayor desgaste sobre la zona exterior o Interior de la banda de rodadura.

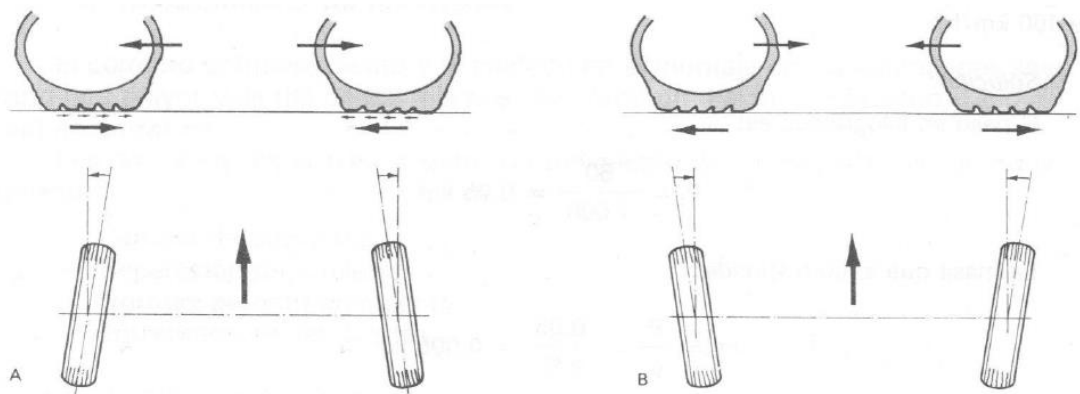


Figura. Desgaste y deformación en la banda de rodadura: A; exceso de convergencia y B; exceso de divergencia

- **Bamboleo.** El bamboleo se pone de manifiesto cuando el neumático no rueda siempre en un mismo plano de simetría, lo cual produce desplazamientos laterales bruscos e intensos causados por movimientos oscilantes sobre el terreno.

Este efecto, producido generalmente por deformación de la mangueta, llantas ladeadas, o defectuoso montaje de la cubierta, origina desgastes irregulares sobre determinados puntos o zonas de la banda de rodadura.



Figura. Desgaste irregular de la cubierta

- **Frenos.** El frenado desigual en las ruedas provoca un roce excesivo de la cubierta que frena más, ya que ésta absorbe un mayor porcentaje de energía en el frenado.

Lo mismo ocurre cuando los tambores están ovalados, excéntricos o mal ajustados, ocasionando, en determinadas zonas, una mayor concentración de esfuerzos que absorbe la cubierta y origina un mayor desgaste de la misma.

### 1.3.8. DESEQUILIBRIO DE LAS RUEDAS

El desequilibrio de las ruedas puede ser estático o dinámico y se produce como resultado del desigual reparto de las fuerzas centrífugas originadas durante el giro de la rueda.

Es una de las causas principales del desigual desgaste en los neumáticos y sus efectos son particularmente importantes para los vehículos que ruedan a grandes velocidades.

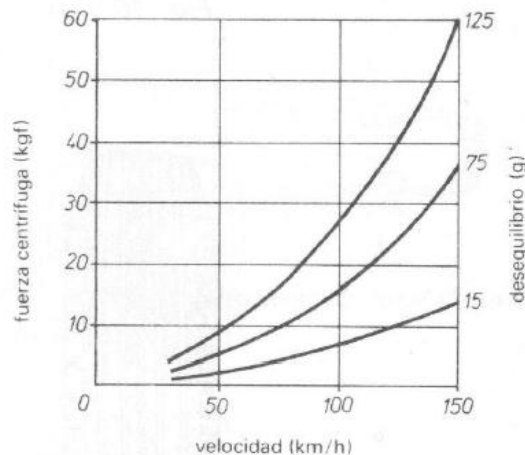


Figura. Efecto de la fuerza centrífuga en rodaje de la rueda

Se produce generalmente por las siguientes causas:

- Distribución no uniforme de la masa con respecto al eje de rotación.
- Desequilibrio entre los elementos que componen la rueda (llanta y neumático).
- Descentrado lateral de la rueda.
- Descentrado radial o excéntrico de la rueda.
- Deformación de la llanta por golpes.
- Reparaciones defectuosas en la cubierta o llanta.

#### 1.3.8.1. Desequilibrio estático

Este desequilibrio se produce cuando la masa de la rueda tiene una distribución desigual con respecto al eje de rotación.

El exceso o falta de peso considerado en un punto del plano medio del neumático y perpendicular al eje de rotación, hace que el centro de gravedad de la rueda no coincida con el centro geométrico. Este desplazamiento del centro de gravedad en la rueda hace que, al girar, efectúe un movimiento perpendicular al terreno, produciendo continuos golpes contra el mismo durante la marcha.

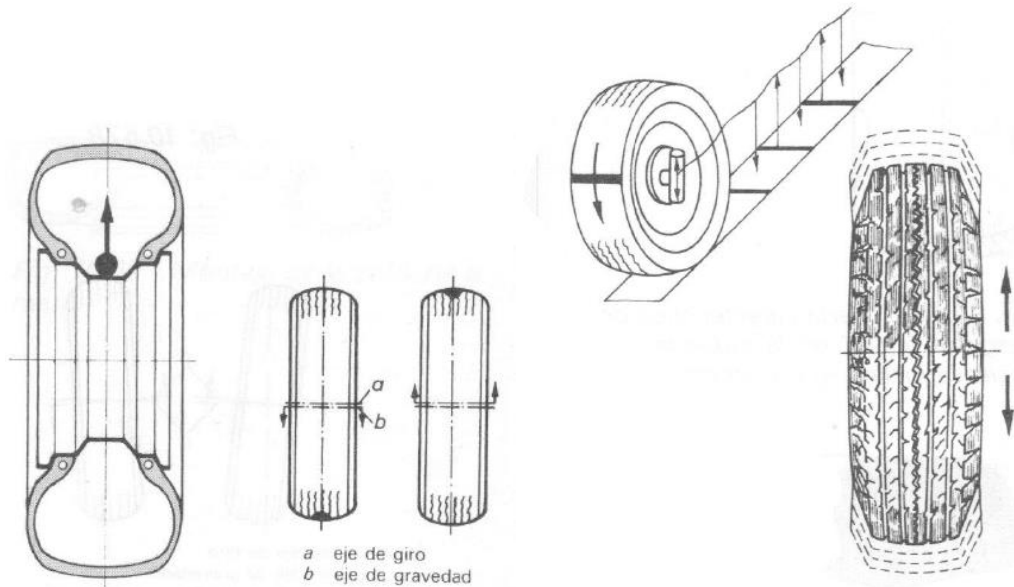


Figura. Eje de giro, eje de gravedad y su efecto negativo

Estos golpes dan lugar a la rotura por fatiga en los elementos de giro y sustentación de la rueda, así como un rápido desgaste irregular en el neumático. La mayor amplitud de esta vibración suele presentarse alrededor de los 80 km/h.

Para solucionar este inconveniente hay que proceder al equilibrado estático de las ruedas.

### 1.3.8.2. Desequilibrio dinámico

Este desequilibrio, igualmente debido a una distribución desigual de la masa, se origina cuando la desigual distribución se encuentra concentrada sobre puntos asimétricos con respecto al eje vertical o eje longitudinal de rodadura.

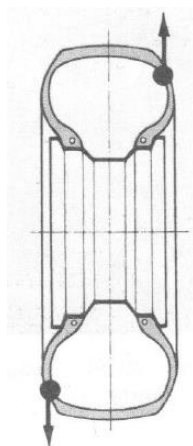


Figura. Distribución desigual de la masa

Este desequilibrio provoca un movimiento basculante de la rueda y, por consiguiente, esfuerzos anormales sobre los cojinetes de apoyo y elementos de suspensión, así como vibraciones en la dirección si es sobre las ruedas delanteras. Por tanto, el curso de la rueda es perturbado, ya que las fuerzas centrífugas no actúan en el mismo plano.

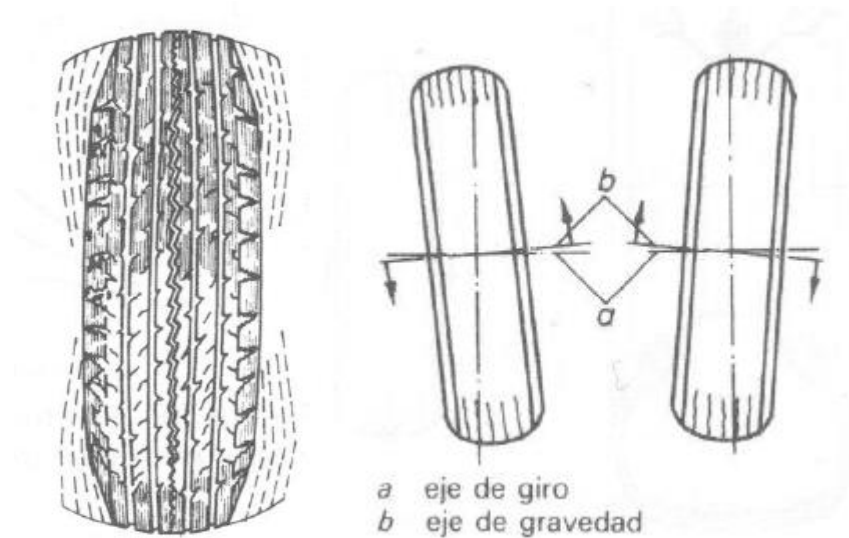


Figura. Desequilibrio y fuerzas centrífugas

Las fuerzas centrífugas crean un momento de torsión que modifica la situación del curso de la rueda y origina en ella un movimiento como el indicado en la figura.

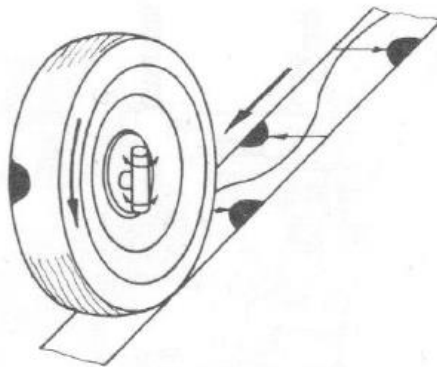


Figura. Efectos del desequilibrio dinámico

Cuando aparece este desequilibrio, que aumenta con la velocidad, la seguridad del vehículo queda comprometida, ya que la dirección se ve afectada al ser defectuosa la adherencia de las ruedas al terreno, sin contar con el peligro de rotura en los órganos de dirección y el deterioro de los neumáticos.

Para salvar todos estos graves inconvenientes las ruedas se deben equilibrar dinámicamente.

### 1.3.8.3. Shimmy

Se conoce como Shimmy al conjunto de movimientos oscilantes mantenidos en las ruedas delanteras del vehículo por efecto del desequilibrio y que se pone de manifiesto por reacciones vibratorias en el volante de la dirección.

El origen de dicho fenómeno además del desequilibrio, reside en las oscilaciones que se producen en las ruedas directrices por efecto de oscilaciones verticales transmitidas por la suspensión.

Las causas principales que originan el Shimmy son las siguientes:

- Desequilibrio en las ruedas.
- Ángulos de avance y caída excesivos.
- Montaje incorrecto de los neumáticos.
- Presión de inflado insuficiente.
- Anomalías de la suspensión.
- Incompatibilidad entre los sistemas de suspensión y dirección.