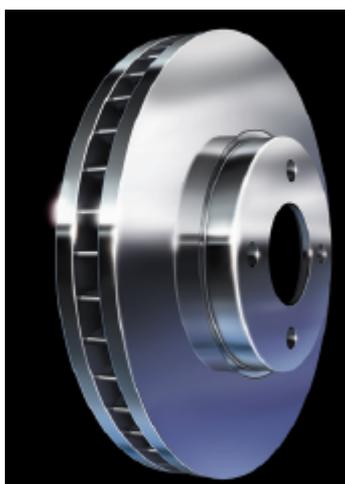


CAPÍTULO 5: LOS DISCOS DE FRENO

1. LOS DISCOS DE FRENO:



Disco de freno

Los discos de freno son la superficie contra la cual interactúan las pastillas para frenar el vehículo, debido a que el disco gira solidario con las ruedas. Ese rozamiento entre discos y pastillas produce la transformación de energía cinética en energía calorífica, provocando una reducción de la velocidad.

Los discos de freno no solo deben producir la transformación de energía sino que además deben conseguir que el calor producido sea transmitido a la atmósfera lo más rápidamente posible, ya que sino, las temperaturas a las que operaría el sistema serían muy elevadas llegando incluso al colapso del sistema.

El material escogido para fabricar los discos de freno es la fundición gris nodular de grafito laminar, ya que garantiza una estabilidad de las prestaciones durante el periodo de vida de los discos. Existen también, discos de materiales compuestos en matriz de carbono, usados en la alta competición y en los frenos de los aviones, aunque debido al alto coste que tienen son inviables para los vehículos comunes. En la actualidad se están desarrollando discos de freno en aluminio con una base de carburo de silicio, ya que su menor peso los hacen muy atractivos, pero la mala disipación de calor que tienen los hacen inviables de momento, ya que necesitan un sobredimensionamiento importante que hacen que pierdan las ventajas del reducido peso.

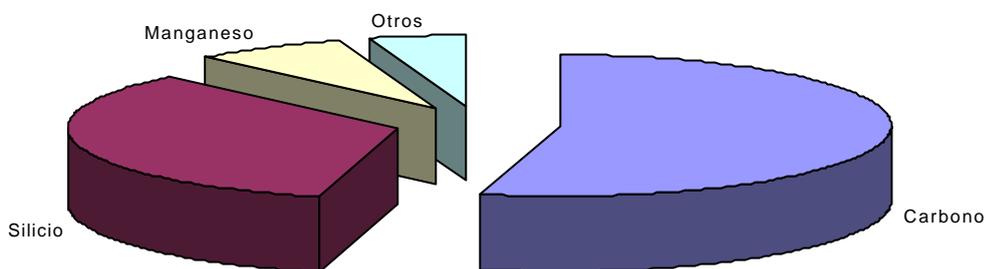
Las características básicas de la fundición de los discos la podemos ver la siguiente tabla.

| Propiedades físicas | Valores |
|------------------------|-------------------------|
| Resistencia a tracción | 240 N / mm ² |
| Dureza | 170 – 250 HB |

La composición básica del material de los discos es una fundición gris nodular de grafito laminar, que contiene entre un 92% y un 93% de hierro. Además

del hierro otros componentes básicos tales como el silicio, manganeso y otros garantizan la calidad de un elemento crítico en el frenado como es el disco. En el gráfico siguiente podemos ver el porcentaje de los diferentes materiales que junto con el hierro, que supone el 93% del total, el resto de materiales suponen entre el 7% y el 8% que resta de la composición total del disco.

Composición de los discos

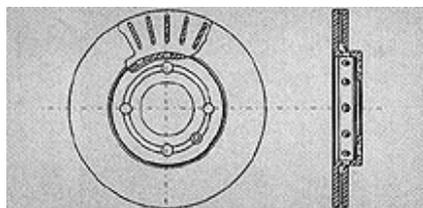


Composición de los discos (Resto de componentes excluyendo el 92% de hierro)

2. LA GEOMETRÍA DEL DISCO DE FRENO.

La geometría de los discos de frenos siempre es la misma, es decir, una superficie circular perfectamente plana. Vamos a ver a continuación, las soluciones que se han ido aportando para mejorar la disipación del calor que almacena el disco.

En primer lugar vamos a ir comentando las diferentes partes de las que está compuesto un disco.



- ❖ LA PISTA: es la superficie en la cual tiene lugar la acción de fricción entre las pastillas y el disco. Está dimensionada de forma que su potencia de disipación se acerque al valor de 250 W/cm^2 , pero dicho valor puede variar dependiendo de la geometría del disco, ya que si

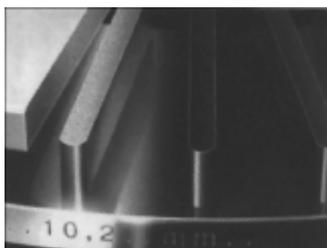
este es ventilado el valor de la potencia de disipación puede alcanzar un valor de 750 W/cm^2 . Por encima de dichos valores, pueden aparecer daños en el disco, tales como deformaciones geométricas, grietas, depósitos de material de fricción u otros que dañarían el disco de forma irreversible.

- ❖ **FIJACIÓN:** La fijación de los discos está situada en la parte central del mismo. Existe un taladro donde se aloja el buje, así como por la parte trasera un chaflán que debe de apoyarse perfectamente en la mangueta para que el ajuste del disco sea perfecto. Alrededor del taladro donde se aloja el buje, la fijación tiene un cierto número de taladros que permiten el paso de los pernos de anclaje de la rueda. En la mayoría de los discos la fijación del disco se garantiza por unos taladros de menor diámetro que fijan el disco.
- ❖ **LA CAMPANA:** La campana es el cilindro que une la banda, con el plano de fijación. En algunos casos en el interior de la campana sé esta aprovechando para montar un pequeño sistema de freno de tambor de accionamiento mecánico, con la finalidad de que sirva de freno de estacionamiento (Peugeot 406 u otros).
- ❖ **EL FILTRO TÉRMICO:** El filtro térmico es un canal mecanizado, que separa la pista de la fijación, para reducir el calor que pasa de la pista hacia la campana. Con este tipo de canales se evita el calentamiento excesivo de la llanta y por consiguiente del neumático que ya sufre los efectos de la temperatura por su propio uso.

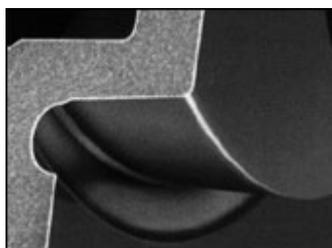
El principio de funcionamiento de los frenos como ya hemos visto anteriormente se basa en que la energía cinética que lleva el vehículo debe de disiparse en forma de calor. Este calor se acumula principalmente en los discos. Pero lógicamente los discos no pueden almacenarlo infinitamente, sino que debe ser disipado a la atmósfera de una forma eficiente. La forma más sencilla es realizar una circulación de aire que, en contacto con el disco, se caliente y mantenga la temperatura del disco en valores razonables a efectos de su integridad mecánica.

Los discos deben de desempeñar dos funciones principales: mover el aire a su alrededor como lo haría un ventilador, y transmitir su energía a la atmósfera como lo hace un radiador.

Para cumplir la primera de sus funciones, la propia geometría del disco hace que sea posible la circulación del aire desde la campana hacia el exterior de la pista. Además la velocidad de dicho aire es mayor cuanto mayor sea la temperatura que va adquiriendo. Este proceso se da en los discos macizos, que cumple con su función cuando la energía que han de disiparse es reducida o media. Cuando la energía térmica disipada aumenta, las superficies de un disco macizo ya no son suficientes. Si se intentase aumentar su tamaño tendríamos la limitación impuesta por el tamaño de la rueda por lo cual la solución adoptada por unanimidad es el disco ventilado que permite una mayor disipación térmica en el mismo espacio.



El disco ventilado es la composición de dos pistas separadas por aletas en su interior. Estas aletas garantizan la cohesión del disco permitiendo el paso de aire por su interior. Gracias a estas aletas, el enfriamiento del disco no solo se produce en la superficie exterior del disco sino que además se produce su enfriamiento por el interior. Este intercambio de energía depende en gran medida de la forma y la orientación de las aletas, ya que en algunos casos las aletas se oponen al movimiento del aire en su interior con lo cual su utilidad es negativa. Por ello debe existir un compromiso entre la eficacia y la orientación - forma de las mismas. Generalmente son radiales y por lo tanto la colocación de los discos en la rueda izquierda o derecha, no afecta a las propiedades autoventilantes. Sin embargo existe alguna aplicación en el mercado en la cual las aletas están orientadas de tal forma que obligan a que esos discos sean montados en una rueda o en la otra, ya que no sería eficaz su ventilación si se intercambiara su ubicación.



Una de las mejoras más significativas encaminada a la reducción de la temperatura que alcanza la campana del disco, se consigue mediante una ranura en forma de canal en la zona situada entre la campana y la banda frenante del disco, lo que antes hemos denominado filtro térmico. La sección de paso de calor se reduce, el gradiente térmico aumenta, es decir, la diferencia de temperatura entre un lado del canal y el otro se hace mayor, lo cual hace que la temperatura de la campana sea menor. Esto es muy importante ya que el calor que se transfiere a la llanta y por consiguiente a la goma del neumático es menor, consiguiendo así que no sufra en exceso la carcasa del neumático. También se consigue una reducción en la deformación del disco al reducirse la temperatura de la campana y sus consiguientes tensiones térmicas.

En los discos ventilados la fabricación de un espesor diferente entre las bandas reduce la deformación del mismo. Esto se consigue aumentando el espesor de la pista que va unida a la campana exclusivamente, ya que de

aumentar el espesor de las dos pistas, el grueso total del disco aumentaría excesivamente con la necesaria reducción del grueso del material de fricción.

Existen discos fabricados en dos piezas independientes, nacidos para la competición. Estos discos constan de una corona de hierro fundido a modo de pistas frenantes y un buje de aleación de aluminio. Las dos partes son solidarias gracias a unos casquillos de fijación. Durante la frenada el disco presenta dos partes diferenciadas: las bandas frenantes (parte caliente) y la campana (parte fría). Este tipo de disco soluciona los problemas de deformación, ya que las bandas frenantes pueden dilatarse sin provocar tensiones que creen grietas. Este tipo de discos permite la deformación radial de las pistas evitando las deformaciones permanentes y las tensiones. Además supone una reducción importante del peso del conjunto. Sin embargo, dado su elevado coste, normalmente solo se utiliza este tipo de disco en competición pero son la solución más extendida en las motocicletas.

3. EL BUEN MANTENIMIENTO DE LOS DISCOS DE FRENO.

Una gran mayoría de los conductores, piensan que los discos de freno no se deben de sustituir nunca, ya que son piezas metálicas lo suficientemente duras como para no requerir su sustitución o una revisión. Lógicamente están equivocados y desde aquí vamos a intentar dar una visión de porqué el mantenimiento de **todo** el sistema de frenos de un vehículo es fundamental.

En primer lugar hay que tener presente que los discos de freno no son infinitamente rígidos sino que como cualquier pieza de un vehículo se deforma. Para evitar lo máximo posible esta deformación, hay que tener en cuenta muchos parámetros, ya que incluso el valor de apriete de las ruedas es uno de los factores que afectan a la deformación del disco. Es necesario que en el montaje de los neumáticos se lleve a cabo bajo el par de apriete que recomienda el fabricante. Usando una llave dinamométrica tarada a 10 kg· m si la llanta es de chapa y a unos 11 kg· m si la llanta es de aleación. Procediendo al apriete de forma equidistante. Las llaves de apriete neumáticas pueden deformar los discos, dando lugar a problemas de vibraciones, ruidos, e incluso roturas de la propia llanta, principalmente si esta es de aleación.

Para un buen mantenimiento de los discos de freno conviene revisarlos cada 20000 km. como norma general. Este control no debe de ser solo visual, ya que existe una cota mínima tras la cual el disco debe de ser sustituido. Esta medida llamada MINIMUM THICKNESS (mínimo espesor) viene grabada en los cantos de los discos. Más adelante veremos que sucede cuando este espesor no es respetado. Los controles que se



Comprobación del alabeo de los discos.

deben realizar, no son solo la medida del espesor con ayuda de un micrómetro de exteriores, sino que además debe de comprobar el alabeo del disco con ayuda de una base magnética y un reloj comparador unido a ella. El proceso de verificación del alabeo se lleva a cabo, pegando la base magnética en la mangueta del vehículo y la punta del reloj comparador debe estar en contacto con la pista frenante del disco. En esta posición se debe poner a cero el reloj. Una vez colocado todo el sistema debemos de hacer girar el disco fijándonos en la desviación que el reloj comparador nos va a ir dando. Si esta variación es mayor a 0,125 mm. debe de ser sustituido el disco por estar alabeado. Esto se hará patente en el freno ya que al frenar nos producirá vibraciones en el volante, incluso si el alabeo es muy grave se producirán pulsaciones en el pedal.

La planitud del disco es una característica crítica para una frenada progresiva y libre de vibraciones no solo en frío sino en caliente. Si esta planitud no se encuentra dentro de los valores requeridos, pueden aparecer puntos calientes “judder” que producen vibraciones muy desagradables al frenar. Como se verá más adelante el “judder” puede aparecer como vibraciones acústicas, vibraciones estructurales en la dirección del vehículo o como pulsaciones en el pedal del freno.

Resolver este tipo de problemas es complejo y desde luego, pasa por la instalación de discos de freno de primerísima calidad y pastillas de freno con la compresibilidad y el coeficiente de fricción adecuado.

En algunos casos, también podemos observar óxido en las pistas frenantes de los discos, formado al estar el vehículo en un entorno muy húmedo. Esto no implica un problema serio ya que en unas cuantas frenadas ese óxido debe ser eliminado por el contacto entre las pastillas y el disco. Si una vez realizadas estas frenadas existe alguna zona donde ese óxido no se haya eliminado, significa que puede existir algún problema en la pinza, debido a que la pastilla no hace un perfecto contacto en el disco.

Si se observan rayas circulares profundas o grietas radiales numerosas deberán de cambiar los discos obligatoriamente.

LOS DISCOS HAN DE SUSTITUIRSE POR PAREJAS Y A SU VEZ SE DEBEN DE CAMBIAR LAS PASTILLAS AUNQUE NO SE HAYA AGOTADO LA VIDA ÚTIL DE ESTAS.

4. PROBLEMAS PRINCIPALES ASOCIADOS A LOS DISCOS.

El estudio de los diferentes problemas de los discos demuestra que la mayoría de los mismos podrían evitarse si se prestara más atención al montaje. Esto no solo concierne a ciertos controles cuantificables mediante mediciones, sino que además debemos realizar un atento examen visual de los componentes.

LA SOLUCIÓN A TODOS LOS PROBLEMAS, QUE EN ESTE APARTADO SE DESCRIBEN, ES LA SUSTITUCIÓN DE AMBOS DISCOS ASÍ COMO LAS PASTILLAS.

APRIETE INCORRECTO

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

El apriete excesivo de los discos crea grietas en la superficie de la campana que apoya sobre el buje. Estas grietas puede no ser visibles, o ser simplemente un principio de deformación que con el paso del tiempo y los continuos cambios de temperatura, producen, en casos extremos, que se acabe desprendiendo la campana de la banda frenante. Este problema también se produce por no respetar ni el orden de apriete ni las presiones de apriete, determinadas en este capítulo, para los neumáticos.

Esta deformación es perceptible desde el principio del montaje y se detecta por vibraciones tanto en el pedal como en el volante con independencia de la velocidad, de la presión o de la temperatura del sistema de freno, con lo que resulta fácil atribuir este problema a un apriete incorrecto del disco o al montaje de un disco de freno defectuoso o mal mecanizado.

MONTAJE INCORRECTO DE LA PINZA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:



Disco defectuoso por mal montaje de la pinza.

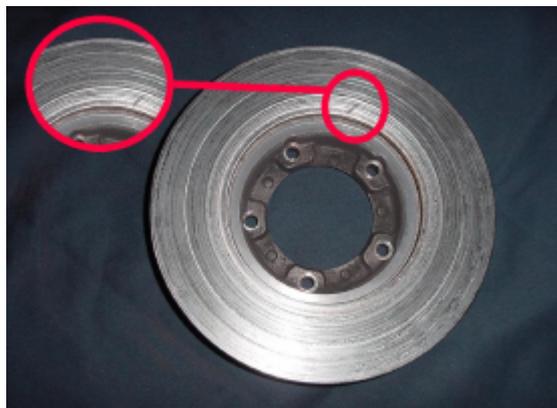
Si la pinza no ha sido colocada correctamente en su posición apreciaremos un desgaste irregular de las pastillas en forma cónica y antisimétrica.

Se puede apreciar el defecto desde el principio del montaje ya que escucharemos ruidos muy fuertes al frenar, así como el golpeo de las pastillas y una fuerte reducción de la eficacia del sistema de freno.

EXCESIVA HOLGURA DE LOS RODAMIENTOS DEL BUJE

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Una excesiva holgura de los rodamientos del buje provoca un desgaste irregular de las bandas frenante de los discos. Se observa un recalentamiento del disco localizado en la zona donde rozaban las pastillas al girar el disco, debido a la holgura en los rodamientos del buje. Además se aprecia un desgaste excesivo en la zona en la que el contacto era permanente.



Disco defectuoso por holguras en los rodamientos.

Se notaran vibraciones frecuentes desde el principio que cada vez se irán haciendo más graves.

LIMPIEZA INCORRECTA DEL BUJE

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

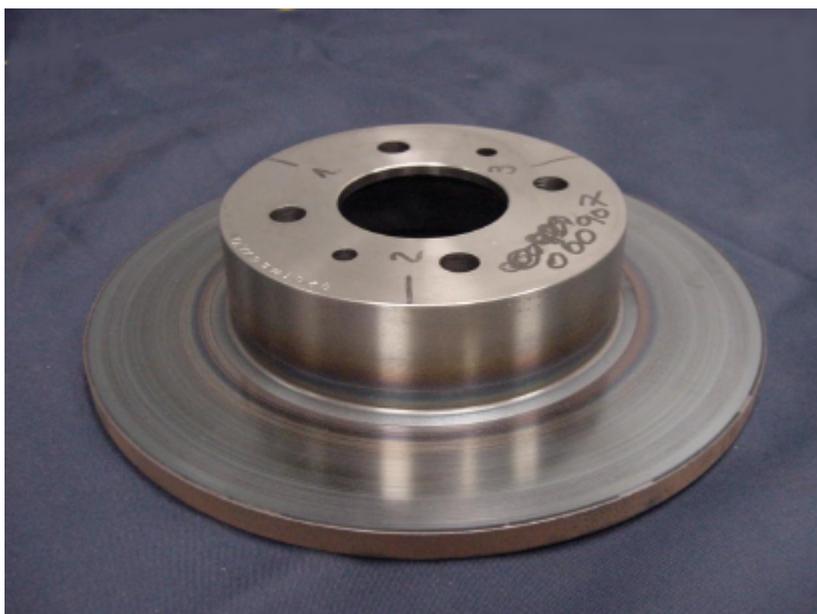
Cuando durante el montaje de un disco nuevo no se limpia correctamente la superficie de apoyo del disco en el buje, se puede producir un asentamiento inestable del disco en el buje. Esto provoca que al girar el disco se produzca una oscilación del mismo, y en cada giro, roce contra las pastillas provocando no solo el desgaste excesivo de las pastillas sino el deterioro del disco.

Esto provoca vibraciones que irán creciendo con el paso de tiempo. Además aparecerá un desgaste irregular debido a las vibraciones que se provocan en el disco. Para prevenir este efecto es fundamental limpiar perfectamente la superficie del buje. Siempre, para evitar este problema, medir con el comparador que las desviaciones máximas están dentro de las permitidas.

TEMPERATURA EXCESIVA:

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Los discos presentan vivos colores en la gama de los azules, que principalmente son visibles en la zona del filtro térmico donde se une las pistas frenantes con la campana. Esta zona cambia de color al sufrir un calentamiento brusco que transforma la estructura del material.



Disco defectuoso por ser sometido a temperaturas excesivas.

El aumento de la temperatura hace variar la estructura del material de los discos que incluso puede formar zonas de cementita (Fe_3C), cuya estructura es nefasta para el sistema de frenos. Ya que la cementita es una estructura del hierro muy dura que provoca la aparición de vibraciones en el sistema de freno y un comportamiento del material de fricción diferente cuando entra en contacto con esa parte del disco. En comparación con el resto de la superficie del disco, en la zona donde se ha formado cementita, el coeficiente de fricción (μ) es diferente, lo tiene como resultado la diferencia de comportamiento del material de fricción en afectada por la transformación de la estructura. Además en esta zona se acumulan tensiones térmicas que favorecen la aparición y propagación de grietas.

Para que este problema no aparezca es necesario el rodar las pastillas y los discos nuevos durante unos 250 o 300 km. Periodo durante el cual las frenadas deben de ser suaves y progresivas. Y luego durante la vida de los discos evitar el calentamiento excesivo de los mismos.

Dicho calentamiento excesivo, suele tener los orígenes claramente diferenciados: una conducción en condiciones límite, o la costumbre de algunos

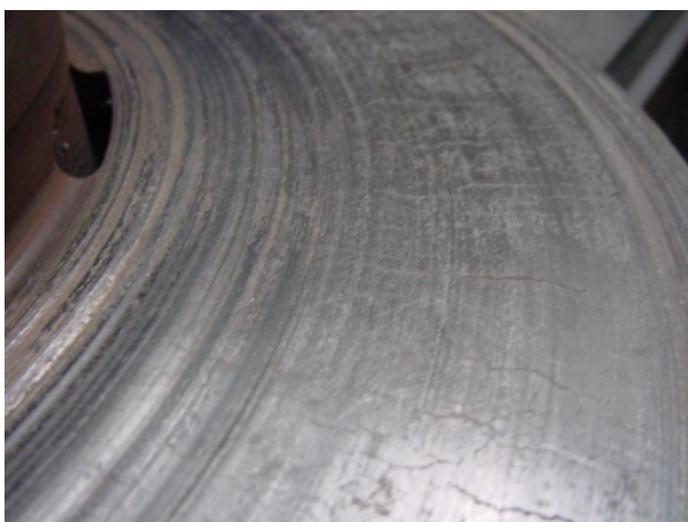
conductores de mantener el pie sobre el pedal, ejerciendo poca presión, en descensos prolongados para retener el vehículo.

Este problema provoca vibraciones en los discos debido a las transformaciones estructurales del disco sufridas por los excesos de temperatura. Además estas vibraciones se harán cada vez más pronunciadas con el paso de los kilómetros.

DESGASTE POR ENCIMA DEL LÍMITE MÁXIMO.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Cuando el disco ha sido usado más allá de su vida útil, es decir, cuando se han sobrepasado el espesor mínimo expresado por el fabricante, aparece un escalón en las pistas del disco que provoca una reducción de la masa del disco. Esto produce la mala disipación del calor debida a la pérdida de masa comentada anteriormente. Lo que llevará a un calentamiento excesivo, provocando la aparición de grietas, así como manchas de color más oscuro debido al sobrecalentamiento de dichas zonas.



Disco defectuoso por un excesivo superior a su límite máximo.

Es importante recordar que la pérdida de masa del disco provoca que disminuya la conductividad térmica del mismo con lo cual se produce un aumento de la temperatura mucho mayor y más rápida. Debido a ese exceso de temperatura los discos se deforman con la consiguiente aparición de ruido y vibraciones.

*Es recomendable la verificación periódica del espesor del disco, así como sustituir los discos cada dos juegos de pastillas. **Es imprescindible siempre que se sustituyan los discos, sustituir las pastillas.***

DISCOS AGRIETADOS

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los discos han sido sometidos a temperaturas de funcionamiento muy altas. En la parte exterior del disco se ven claros síntomas de sobrecalentamiento. Las altas temperaturas favorecen la aparición de las grietas, las cuales se forman al existir pequeños poros en el material, los cuales debido a las altas temperaturas, crecerán hasta forman la grieta. Las grietas hacen que el disco sea



Disco defectuoso por un la aparición de grietas.

frágil, lo cual en definitiva, favorece el crecimiento de la grieta hasta romper en los partes el disco.

Las grietas se producen debido a las deformaciones a las que son sometidos los discos y los impactos que las pastillas producen sobre los mismos. Se provocan vibraciones y existe la posibilidad de que una de las grietas crezca tanto que rompa el disco, con el consiguiente riesgo que ello conlleva.

Antes de llegar a la rotura del disco, las características friccionales del conjunto pastilla / disco se ven fuertemente alteradas como consecuencias de la ruptura de la tercera capa. Con resultados imprevisibles sobre el frenado del vehículo y en cualquier caso mostrando un desgaste prematuro de las pastillas de freno. En la imagen vemos como el desgaste prematuro de las pastillas ha hecho muescas en el disco. Se aprecia claramente el surco que el soporte de la pastilla ha dejado sobre el borde exterior del disco.

Este tipo de problema se reconoce por las fuertes vibraciones que vamos a tener sobre el pedal y dirección, así como el ruido que provoca en cualquier situación de marcha.

DESGASTE EXCESIVO DE LOS DISCOS DEBIDO AL DESGASTE TOTAL DE LAS PASTILLAS

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Si las pastillas se han desgastado tanto que ha llegado haber un contacto metal – metal entre el disco y el soporte de la pastilla, se aprecia un desgaste muy abrasivo que deja unos surcos muy pronunciados, también se observa transformación de material entre el disco ya que aparecen zonas oscuras.



Disco defectuoso por el desgaste total de las pastillas.

Se puede reconocer este problema por la disminución de la eficacia del freno así como por el ruido que produce al frenar, con el consiguiente incremento de la temperatura que se produce en el contacto metal – metal. Para evitarlo se debe de verificar el desgaste de las pastillas cada 10.000 km. así como debe de verificarse el estado del circuito eléctrico del testigo del desgaste para que un fallo de este no produzca el problema descrito.

DISCO DAÑADO PORQUE EL MATERIAL DE FRICCIÓN ESTABA VITRIFICADO

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Este problema está causado por materiales de fricción de baja calidad y en vehículos muy exigentes con el freno; debido a sus altas prestaciones, a ser vehículos dedicados al reparto u otras condiciones extremas impuestas por el conductor.

Los principales síntomas de este problema son frenadas muy largas, ya que hay una pérdida importante de propiedades de frenado. El pedal además de sentirse muy duro, se pierde toda la sensación de frenado.



Disco defectuoso por la mala calidad del material de fricción.

Este problema es frecuente cuando se emplean pastillas de freno con un alto contenido de resinas para facilitar su producción o cuando las pastillas no “scorchadas” no han sido suficientemente curadas en prensa o en el horno. Normalmente este problema va asociado también a un alto nivel de chirridos.

Es importante destacar que las pastillas de freno no se recuperan después de haber sufrido este problema. Con lo cual, deben ser sustituidas por unas nuevas pastillas de freno de calidad contrastada.

SURCOS Y RAYAS PROFUNDAS

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



Discos defectuosos por la generación de surcos y grietas profundas.

La formación de rayas o surcos profundos pueden haber sido causados por la interposición de diferentes materiales extraños entre la pastilla y el disco. Estos materiales se pueden haber introducido entre la pastilla y el disco durante la conducción. También puede estar provocado por una acumulación del material duro de la pastilla al tener un mal proceso de mezclado o elementos extraños durante el proceso de fabricación.

Los síntomas que podemos detectar son la aparición de ruidos muy desagradables tanto durante el proceso de frenado, como sin frenar. Se aprecia una reducción de la eficacia de frenado debido a la reducción de la superficie útil de contacto entre el disco y la pastilla.

DEPÓSITOS DE MATERIAL DE FRICCIÓN EN LOS DISCOS

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se forman depósitos del material de fricción sobre el disco que se han quedado adheridos sobre el mismo debido a una alta temperatura.

Se aprecian vibraciones muy leves en un principio y dependiendo de la presión de frenado, pero al ir transcurriendo el tiempo las vibraciones se hacen mayores así como aparecen ruidos.



Disco defectuoso debido a los depósitos de material dejado por las pastillas.

Este tipo de problemas es típico de materiales de fricción de baja calidad en los que a partir de una cierta temperatura se produce la transferencia del material de fricción al disco con la consiguiente pérdida de la planitud de éste, así como la modificación de las características funcionales del conjunto pastilla / disco.

5. RESUMEN.

- μ Inspeccionar periódicamente (cada 20000km. el estado de los discos).
- μ **Siempre cambiar los discos por eje (pareja)** ya que el coeficiente de fricción(μ) correspondiente al disco de freno, no sólo varía ligeramente de un fabricante a otro, sino que evoluciona con el desgaste del disco. Un mayor coeficiente de fricción(μ) en una rueda supone necesariamente, el no poder frenar el vehículo sobre una trayectoria recta.
- μ Es imprescindible el **limpiar** correctamente **el asiento del disco en el buje**, ya que de no asentar bien el disco en el buje, se puede producir la deformación del disco, produciéndose un frenado irregular que haría vibrar el volante.
- μ Proceder al apriete de los tornillos de sujeción alternativamente y de forma gradual antes de realizar el apriete final con la **llave dinamométrica** y según los valores del par recomendados por el fabricante del vehículo.
- μ **Limpiar** correctamente **el aceite anti-corrosión** de los discos, ya que de otra forma, los restos de dicho aceite podría contaminar el material de fricción modificando sus características friccionales.
- μ **Medir el alabeo** de los discos mediante un reloj comparador. Si la diferencia, entre el valor máximo y mínimo, fuese mayor de 0,125 mm. proceder a desmontar el disco para inspeccionar la superficie de asiento de éste y del buje de rueda y volver a montar en una posición diferente a la anterior para comprobar que el alabeo está dentro del valor máximo admisible.
- μ Es imprescindible **frenar suavemente durante los primeros 250 km.** a fin de realizar un buen asentamiento entre las pastillas y los discos. Este asentamiento prolongará la vida de los discos así como el de las pastillas, además de mejorar la eficiencia del frenado.
- μ Inspeccionar periódicamente el espesor de los discos, en la superficie de trabajo. Si el espesor medido está por debajo del mínimo espesor especificado por el fabricante, deberá de ser sustituido el juego de discos. Para saber cual es el mínimo espesor del disco suele venir grabado sobre el canto del disco, con las letras MIN-TH-XX (MINimum THickness XX). En el catalogo del fabricante también aparece la medida del mínimo espesor. Es importante sustituir los discos cuando se encuentran por debajo de esta medida, debido a que la rampa de calentamiento es mucho más acusada produciendo fading,

desgaste prematuro en las pastillas y otros tipos de problemas no deseados en el sistema de frenos, como consecuencia del incremento de temperatura.

- μ Nunca se deben rectificar los discos a menos que el torno con el que se cuente tenga la precisión necesaria para ello, y la pasada sea una pasada a limpiar, no a desbastar. Esto significa que para rectificar discos se deben dar una serie de consideraciones, ya que nunca debemos de sobrepasar el mínimo espesor recomendado por el fabricante. Al igual que no se debe de rectificar discos en tornos, cuya precisión, rigidez de bancada, etc. no sea la requerida para dejar un acabado superficial bueno. Recordaremos que los discos cuando son fabricados, como todo elemento rotante del vehículo y para que no introduzca vibraciones en el automóvil, deben de ser equilibrado tanto estática como dinámicamente. En ningún caso cuando nos rectifican un disco nos comprueban si el disco sigue estando equilibrado, con lo cual será muy probable, y sobre todo si el rectificado ha sido muy profundo que los discos nos produzcan vibraciones, pero no solo al frenar sino que incluso por el mero hecho de girar.

- μ Cambiar siempre las pastillas con el cambio de discos ya que mantener las pastillas usadas, se reducirán de forma importante tanto la vida de los discos como de las pastillas y disminuirá la eficacia del sistema de freno.