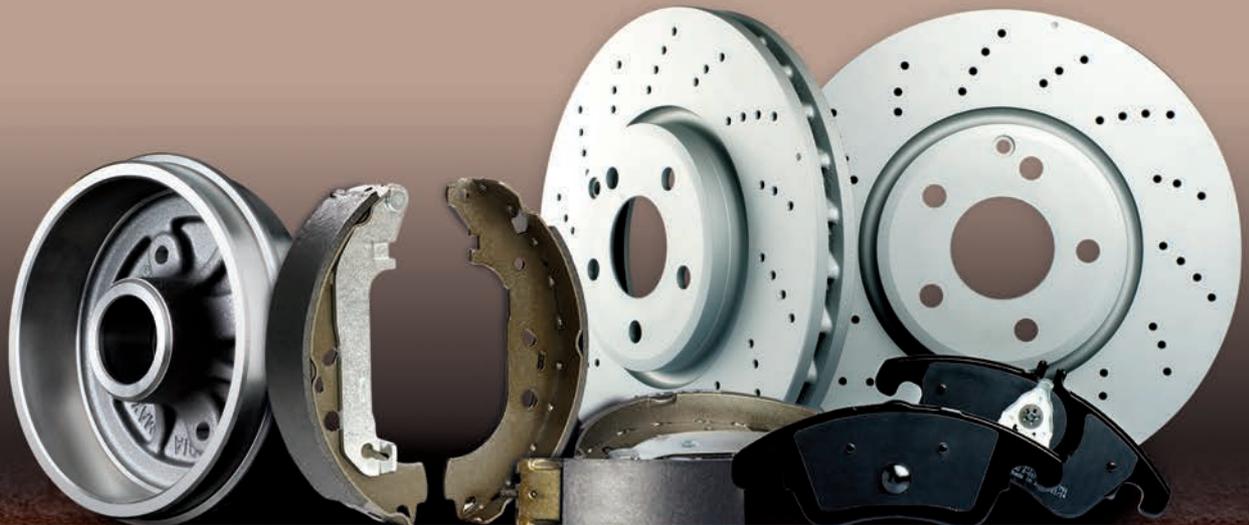


PARTI FRENO: ATTRITO

manuale tecnico



more than just aftermarket

metelli

AUTOMOTIVE PASSION

ciFAM

TRUSTING

fri.tech.

metelli group



more than just aftermarket

Manuale tecnico sulle parti freno:

- Attrito



metelligroup





AVVERTENZE

1. Il presente MANUALE TECNICO costituisce parte integrante ed essenziale del prodotto in quanto contiene istruzioni e note dettagliate relative alle caratteristiche ed al funzionamento dello stesso.
2. Ai fini della sicurezza e per rendere più agevole l'installazione, si raccomanda di leggere il MANUALE TECNICO con attenzione prima di montare il prodotto e di conservarlo a portata di mano per consultazioni rapide.
3. Per garantirne l'efficienza ed il corretto funzionamento è indispensabile che il prodotto sia destinato all'uso per il quale è stato specificamente progettato e realizzato.
4. L'installazione deve essere eseguita in ottemperanza alle norme ed alle leggi vigenti in materia di sicurezza e secondo le istruzioni del MANUALE TECNICO, da personale qualificato e con una specifica competenza tecnica nel settore.
5. Metelli spa è responsabile del prodotto nella sua configurazione originale e non autorizza in alcun caso modifiche che ne alterino o cambino le caratteristiche tecniche o il funzionamento.
6. Metelli spa si riserva di apportare variazioni sul prodotto e di conseguenza al MANUALE TECNICO senza alcun obbligo di preavviso. I cambiamenti saranno inclusi nelle versioni del MANUALE TECNICO successive all'attuale.

© Proprietà riservata – Vietata la riproduzione, anche in parte, dei contenuti.
Metelli spa tutela a termine di legge i propri diritti su disegni, testi, fotografie.

indice

Fermare i veicoli: introduzione generale	1
Evoluzione degli impianti: cenni storici	3
Com'è fatto l'impianto frenante	6
Dischi freno	8
Materiali usati per la produzione dei dischi freno	12
Il design dei dischi	14
Le lavorazioni meccaniche	16
Il trattamento DSP	18
I controlli di processo	19
I tamburi freno	20
Le pastiglie freno	21
Il supporto metallico	23
Il materiale di attrito	23
Pastiglie da competizione	24
Underlayer	25
La verniciatura	26
Molle e accessori	26
Antivibranti	26
Segnalatori di usura	28



Prestazioni dinamiche.....	29
La progettazione e la produzione.....	30
Le ganasce freno.....	31
Progettazione e produzione ganasce.....	33
Ganasce per freno a mano.....	33
I test di Metelli su dischi e pastiglie freno.....	34
Quando è il caso di sostituire dischi e pastiglie?.....	37
Rodaggio.....	38
Istruzioni ed accorgimenti per un corretto montaggio.....	38
Premessa.....	38
Sostituzione del disco freno e delle relative pastiglie freno.....	39
Sostituzione del tamburo freno e delle relative ganasce freno.....	43
Dischi freno: casistiche di danneggiamento.....	49
Pastiglie e ganasce freno: casistiche di danneggiamento.....	51

Fermare i veicoli: introduzione generale

Nel normale funzionamento di un'automobile è necessario prevedere un sistema che consenta la riduzione della velocità e l'arresto del veicolo ogni volta che sia richiesto dal guidatore, oppure quando le esigenze della strada o una situazione di pericolo lo rendano necessario. Tale sistema, detto anche impianto frenante, è nato con il compito principale di arrestare i veicoli, ed è rimasto per decenni un impianto completamente meccanico, ossia privo di componenti elettrici. Il principio di base è quello di trasformare tutta o parte dell'energia cinetica della massa in movimento in calore e di dissipare tale calore nell'ambiente circostante. Per produrre tale trasformazione di energia, il metodo più usato consiste nel creare attrito fra due superfici di materiali op-

portuni.

Un freno, in generale, è costituito da:

- una parte rotante (tamburo oppure disco), solidale con le ruote del veicolo;
- una parte fissa (ceppi o pinze), solidale con le strutture fisse del veicolo;
- un sistema di azionamento (cilindretto freno o pistone), meccanico o idraulico, avente lo scopo di portare le parti fisse a contatto con quelle rotanti premendole contro di esse con una forza adeguata e proporzionale alla quantità di energia che si vuole dissipare.

Durante la frenata sulla vettura si nota un aumento del carico sulle ruote anteriori compensata da una uguale di-

1. *Ganasce freno*
2. *Autoregistro*
3. *Cilindretto freno*
4. *Materiale frenante*
5. *Piatto ruota*

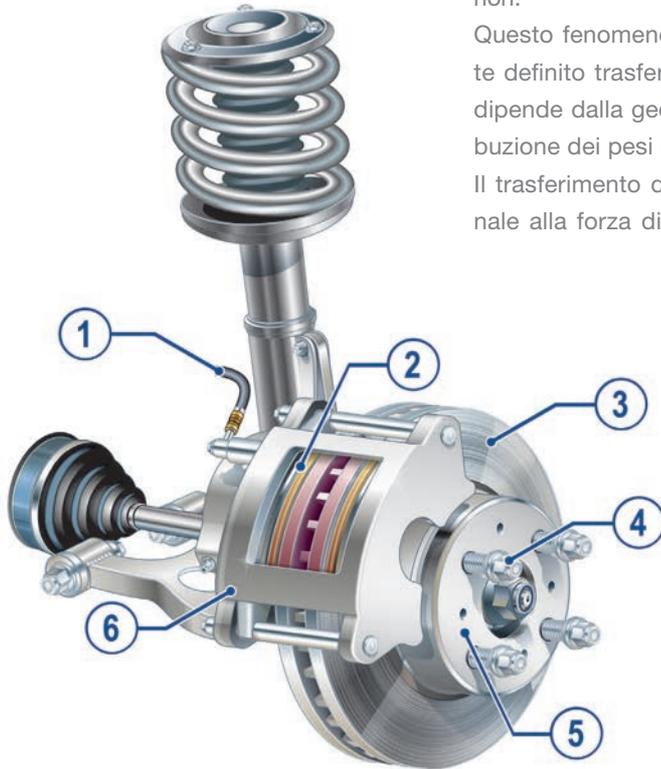


I componenti principali di un sistema frenante a tamburo

minuzione di carico sulle ruote posteriori.

Questo fenomeno viene comunemente definito trasferimento di carico che dipende dalla geometria e dalla distribuzione dei pesi del veicolo.

Il trasferimento di carico è proporzionale alla forza di frenata complessiva



I componenti principali di un sistema frenante a disco

ed all'altezza del baricentro ed inversamente proporzionale al passo.

Quindi i componenti frenanti sull'asse anteriore sono normalmente più grossi di quelli montati sull'asse posteriore, dimensionati in funzione della massima forza frenante che possono esercitare, tenendo opportunamente conto dell'effetto indotto del trasferimento di carico, mentre l'impianto frenante posteriore deve principalmente stabilizzare la frenata, quindi viene progettato per evitare bloccaggi che potrebbero provocare sbandamenti del veicolo.



AUMENTO DEL CARICO	CENTRO DI GRAVITÀ	DIMINUZIONE DEL CARICO
-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------

Il fenomeno del trasferimento di carico

Evoluzione degli impianti: cenni storici

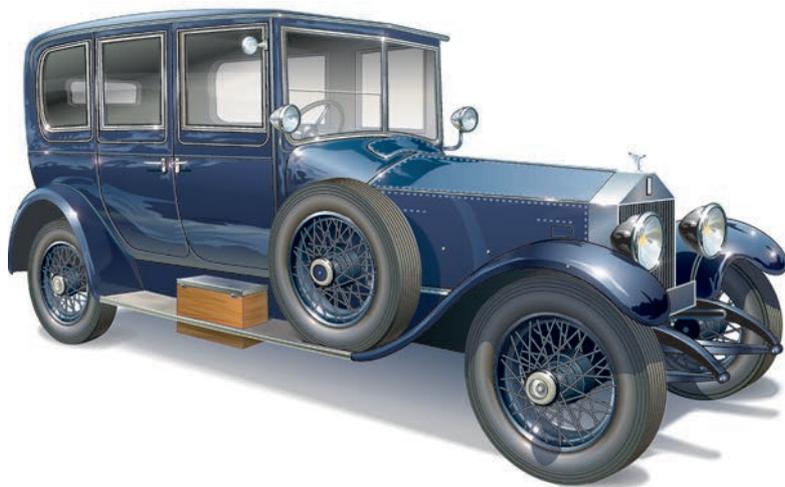
I primissimi freni usati nell'800 erano: a ceppi esterni, con guarnizioni d'attrito in legno o cuoio, che agivano direttamente alla periferia della ruota per aumentare la modesta coppia frenante

che allora si poteva ottenere. L'introduzione delle ruote ricoperte con bande in gomma o in cuoio e l'aumento delle velocità segnò la loro fine e vennero sostituiti da freni a nastro.

Questi erano costituiti da un nastro metallico avvolto attorno ad una puleggia solidale alle ruote, con guarnizioni in cuoio o legno, che poteva essere teso per mezzo di una leva.

Tuttavia il problema di un'efficiente frenatura era di difficile soluzione per svariati motivi, essenzialmente legati ai materiali a disposizione in quel tempo: infatti il cuoio ed il legno garantivano un effetto frenante superiore a quello ottenibile con superfici di attrito metalliche, ma si consumavano in breve tempo e, specie con guarnizioni in legno, c'era anche il reale pericolo che si incendiassero.

Un certo miglioramento si ebbe con l'avvento dei freni a tamburo, noti anche come freni a espansione o a ceppi interni. I ceppi, inizialmente in ghisa o in bronzo e privi di guarnizioni d'attrito,



Una delle prime auto con quattro freni a tamburo del 1914

venivano spinti da una camma, azionata meccanicamente, a contatto con la superficie interna di un tamburo, generando così per attrito la necessaria coppia frenante.

Il problema più importante sui freni a tamburo era il calore sviluppato per attrito: si cercò di dare soluzione a tale problema creando delle alettature circolari all'esterno del tamburo con lo scopo di aumentare la superficie disperdente.

Rimasti a lungo impiegati solamente sulle ruote posteriori per problemi tecnici di applicazione legati alla presenza di ruote sterzanti sull'avantreno, i tamburi anteriori vennero brevettati ed introdotti solamente nei primi anni del '900. Tra i primi esempi di vetture con freni a tamburo sulle quattro ruote vi sono senza dubbio l'Isotta Fraschini del 1910 e la Argyll del 1911.

Sempre nei primi decenni del 900 risale l'adozione dei primi impianti frenanti

idraulici con freni a disco, che, rispetto alla soluzione meccanica, ha permesso in termini di prestazioni, capacità di frenata e modulabilità, di fare un vero e proprio balzo in avanti. Da allora la struttura generale ed il funzionamento dell'impianto frenante è rimasto immutato nei suoi concetti principali fino all'invenzione e la successiva introduzione dei sistemi ABS utilizzati tutt'oggi.

Il sistema ABS, in grado di intervenire sull'impianto frenante in modo autonomo, sovrapponendosi all'azione del guidatore che sta effettuando la frenata, ha per la prima volta messo nel sistema frenante una vera e propria gestione elettronica della frenata.

L'evoluzione successiva ha dotato l'impianto frenante di una maggiore autonomia d'intervento, totalmente indipendente dalle azioni di chi guida, attraverso sensori che rilevano le accelerazioni a cui il veicolo è sottoposto, sia come intensità che come direzione.

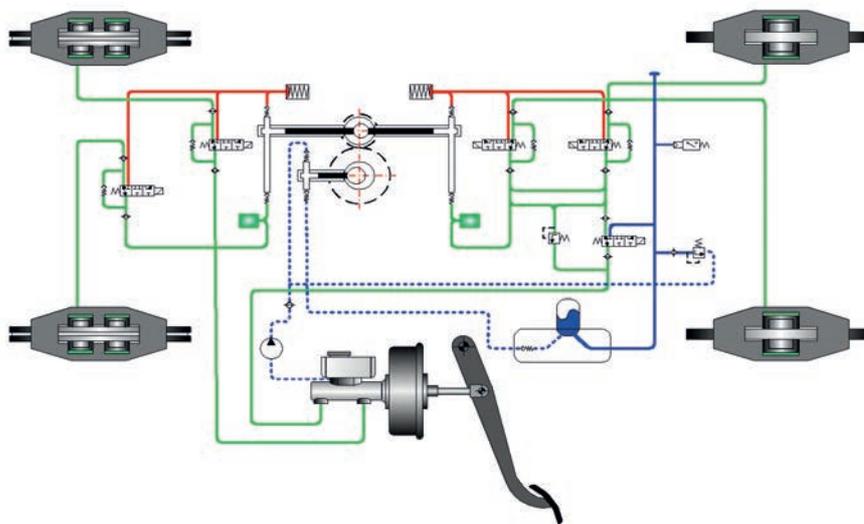
In questo modo l'elettronica è in grado di "capire" se la traiettoria è sotto controllo oppure il veicolo ha un comportamento dinamico anomalo (es. sbanda perché ha perso aderenza).

I sistemi di controllo elettronico della stabilità (noti con la sigla ESP) non fanno altro che agire in modo attivo sull'impianto frenante andando a controllare la chiusura delle pinze sulle singole ruote e sfruttando non solo i sensori di accelerazione, ma anche la capacità di leggere la velocità delle ruote introdotta con l'ABS.

I sistemi definiti "anti pattinamento" ed i cosiddetti "differenziali a controllo elettronico" derivano da una gestione con logiche di controllo differenti dello stesso impianto frenante, che è ormai un sistema attivo a tutti gli effetti ed il cui funzionamento, in alcune condizioni, è in stretta relazione con interventi della centralina sull'alimentazione del motore.

L'impianto frenante negli anni è quindi passato da essere un meccanismo per arrestare il veicolo ad essere un sistema con una certa autonomia d'intervento completamente integrato nell'elettronica del veicolo ricoprendo un ruolo attivo nella gestione della dinamica del veicolo stesso.

Il costante aumento delle prestazioni dei veicoli e del loro peso, ha richiesto impianti sempre più performanti che devono essere in grado di dissipare sempre maggiori quantità di energia. Queste esigenze hanno via via fatto diminuire l'impiego dei tamburi che hanno una limitata capacità di dissipare il calore (e che sono attualmente rimasti solo nelle ruote posteriori di vetture piccole) lasciando di fatto i dischi freno come la soluzione oggi più largamente impiegata.



Schema idraulico di un impianto con ABS ed ASR

Com'è fatto l'impianto frenante

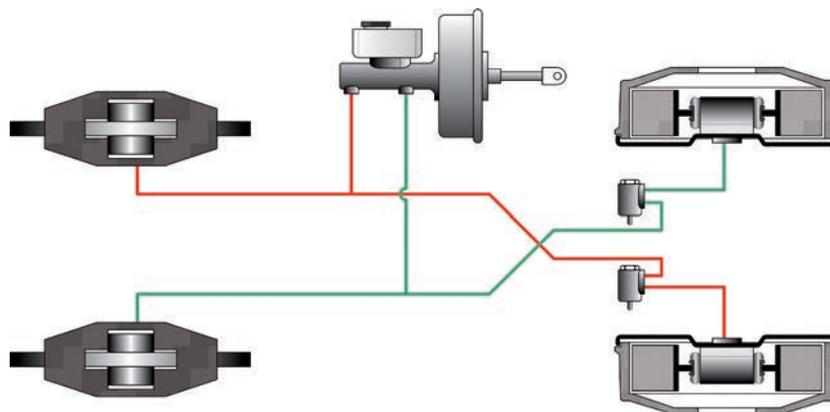
Il sistema frenante è l'impianto a cui affidiamo la nostra sicurezza ed incolumità ogni volta che ci mettiamo alla guida di un veicolo, sia per normali frenate di esercizio, sia per frenate di emergenza.

Tutti gli impianti frenanti degli autoveicoli moderni sono progettati e realizzati ormai soltanto in due configurazioni tipiche:

- la prima configurazione, la più diffusa, impiega 4 freni a disco, uno per ruota. Viste le prestazioni elevate della quasi totalità dei veicoli, i dischi anteriori (ed a volte non solo quelli) sono ormai sempre auto-ventilanti;
- la seconda configurazione, su autoveicoli appartenenti alla fascia delle utilitarie e principalmente per ragioni di costo, prevede l'impiego dei tamburi per il retrotreno anziché i dischi e

spesso, viste le energie più modeste in gioco, i dischi anteriori non sono nemmeno auto-ventilanti (essendo

le utilitarie generalmente più leggere e lente, le energie da dissipare sono molto inferiori).



Struttura di un impianto idraulico tradizionale a 2 dischi, 2 tamburi e correttori di frenata

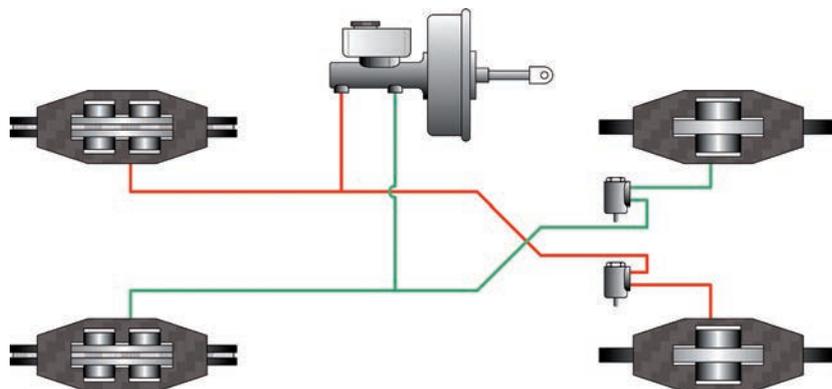
Contro le superfici frenanti dei dischi o dei tamburi, vengono premuti i materiali d'attrito (pastiglie per i dischi, ganasce per i tamburi) che, strisciando contro le prime, dissipano l'energia cinetica del veicolo per semplice attrito. La pompa freno porta alle pinze (o ai cilindretti nel

caso dei tamburi) l'olio freno con una pressione adeguata per premere con la dovuta forza il materiale d'attrito contro i dischi o i tamburi.

L'impianto frenante, essendo uno dei più importanti sistemi di sicurezza del

veicolo, deve sottostare a rigide norme di omologazione ed è costituito da due impianti fisicamente separati che hanno in comune solo la pompa freno costruita in modo tale da avere due camere olio completamente distinte.

Questi accorgimenti costruttivi fanno in modo che, in caso di cedimento di una parte dell'impianto, rimanga comunque possibile rallentare ed arrestare il veicolo.



Struttura di un impianto idraulico tradizionale a 4 dischi e correttori

Dischi freno

Le moderne autovetture pesano una o più tonnellate e raggiungono velocità anche superiori a 200 Km/h.

Quindi è subito chiaro quanto le energie in gioco siano rilevanti: infatti basta una singola frenata di un veicolo a pieno carico per far raggiungere alle fasce frenanti temperature anche superiori ai

400 °C. I materiali di cui sono fatti dischi e pastiglie sono estremamente differenti: metallo il primo, materiale composito con poco metallo, il secondo.

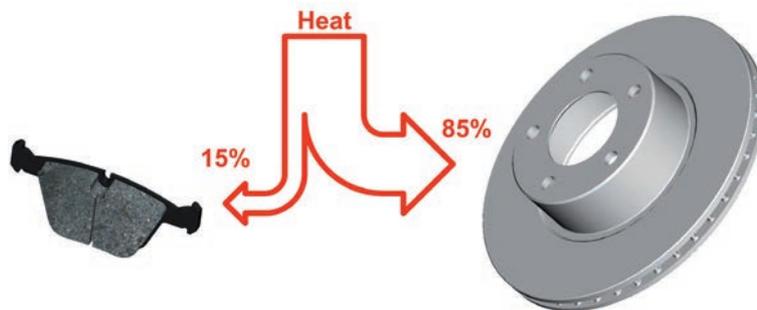
La differenza nella composizione di questi due materiali si traduce anche in proprietà meccaniche e fisiche molto differenti: queste diverse proprietà

sono causa voluta di una grande differenza nella distribuzione del calore nel disco rispetto alla pastiglia.

Infatti a causa della profonda differenza nella capacità di accumulare e condurre il calore esistente tra la ghisa ed il materiale d'attrito, l'energia generata

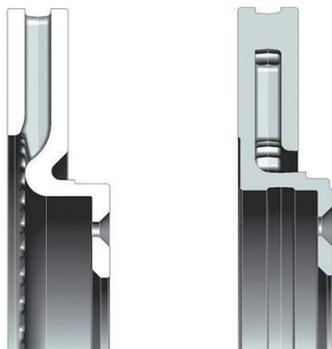


Un disco freno rovente dopo prove in condizioni molto severe al banco



Quantità di calore che finisce nel disco e nella pastiglia

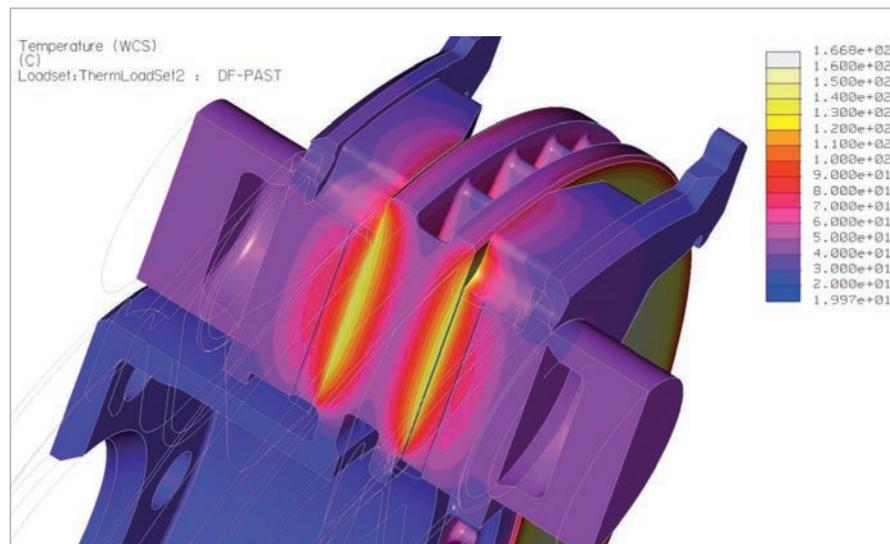
durante la frenata che finisce nel disco è maggiore di oltre 7 volte rispetto a quella che finisce nel materiale d'attrito. Quindi il disco si scalda molto di più della pastiglia freno. La pastiglia freno stessa ha altri accorgimenti costruttivi specificamente volti ad accentuare ulteriormente questo fenomeno. Il risultato finale è che la gran parte dell'energia finisce con lo scaldare la superficie del disco che può raggiungere facilmente temperature di diverse centinaia di



Sezioni di differenti dischi autoventilanti

gradi Tutto questo calore deve essere poi “smaltito”, ceduto cioè all'ambiente esterno. Per aiutare il disco a raffreddarsi quasi tutti gli impianti montano, almeno per l'avantreno, dischi autoventilanti. Le due facce della fascia frenante sono separate da un'alettatu-

ra che durante la rotazione del disco è percorsa da un flusso d'aria che aiuta l'asportazione del calore che viene generato durante la fase di frenata. I dischi autoventilanti hanno varie soluzioni geometriche tra cui le alette radiali o le “gocce”, il cui duplice scopo è creare



Distribuzione del calore tra disco e pastiglie

un passaggio di aria tra le fasce frenanti del disco ed aumentare lo scambio termico.

La capacità di effettuare simulazioni termiche del disco, costituisce un requisito importante per poter verificare gli aspetti termici salienti.

La grande quantità di energia sviluppata durante la frenata finisce con lo scaldare il disco, ma tale riscaldamento è tutt'altro che uniforme.

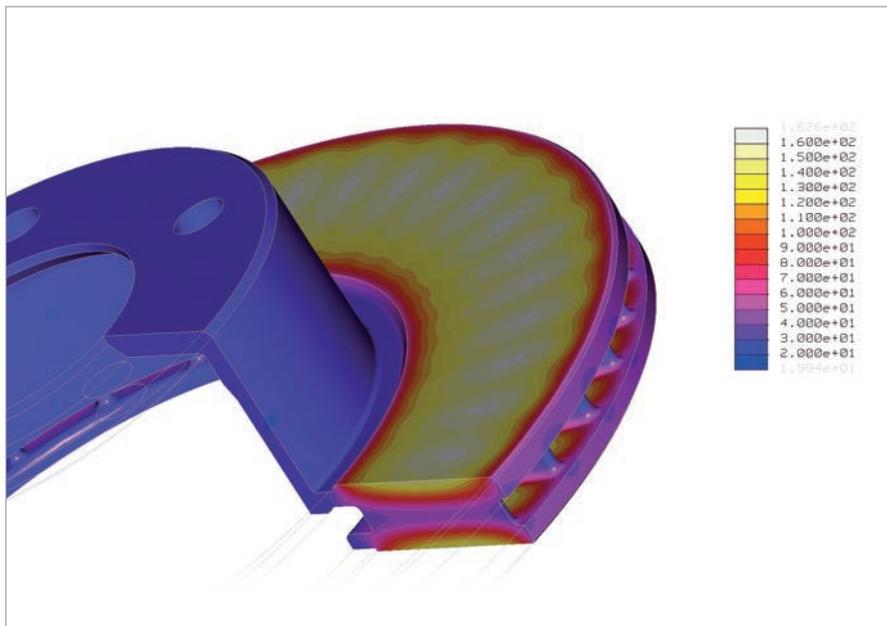
Questo forte gradiente di temperatura che si forma nel disco, con zone caldis-

sime vicine a zone a bassa temperatura, a causa della dilatazione termica del materiale, è esso stesso fonte di sollecitazioni che vanno a loro volta a som-

marsi a quelle di origine prettamente meccanica (es. la pressione pastiglie, la coppia frenante, ecc.).

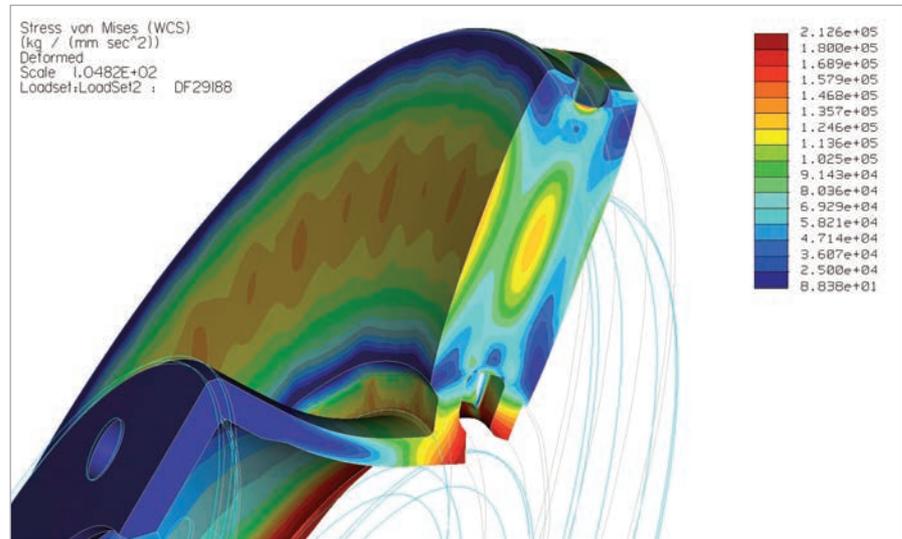


Varie geometrie per la ventilazione



Il calore concentrato nella fascia frenante

La presenza contemporanea di tutte queste azioni rende il disco freno un componente fortemente sollecitato durante una frenata. Il disco deve essere in grado di sopportare contemporaneamente elevati stress meccanici e termici.



Le sollecitazioni generate dal solo gradiente termico

Materiali usati per la produzione dei dischi freno

Nelle fonderie moderne il metallo viene riscaldato in una fornace fino a temperature che raggiungono i 1500°C per

poi essere colato all'interno di una cavità, che ha forma tale da poter realizzare in una singola colata anche 5 fusioni dello stesso disco.

In questa unica cavità le impronte dei dischi sono unite tra loro da una serie di

canali che servono ad assicurarsi che la ghisa liquida riempia correttamente le impronte dei dischi da realizzare.

La maggior parte dei dischi per vetture di serie sono ricavati da fusioni di ghisa che vengono successivamente lavorate a macchina utensile.



Fusioni in ghisa pronte per essere lavorate

La ghisa utilizzata per i dischi è comunemente definita come ghisa grigia a grafite lamellare.

Le uniche eccezioni a questo sono rappresentate solamente da alcune auto GT ad alte prestazioni che possono anche impiegare dischi in materiale carbo-ceramico (più leggeri e con una migliore resistenza in condizioni di impiego particolarmente gravose, ma molto più costosi rispetto ai dischi realizzati in ghisa).

La ghisa è tutta uguale? Assolutamente no, generalmente va sotto il nome generico di “ghisa” una lega ferro-carbonio quando il carbonio supera una certa percentuale (al di sotto di questa percentuale si parla di acciaio), ma anche quando il tenore di carbonio è sufficientemente elevato si fanno ancora almeno due distinzioni:

- Carbonio fino al 3%: Ghisa bianca
- Carbonio superiore al 3%: Ghisa grigia

Ci sono decine di tipi di ghisa diversi l'uno dall'altro, e, come per qualunque lega metallica, non si parla mai solo di ferro e carbonio.

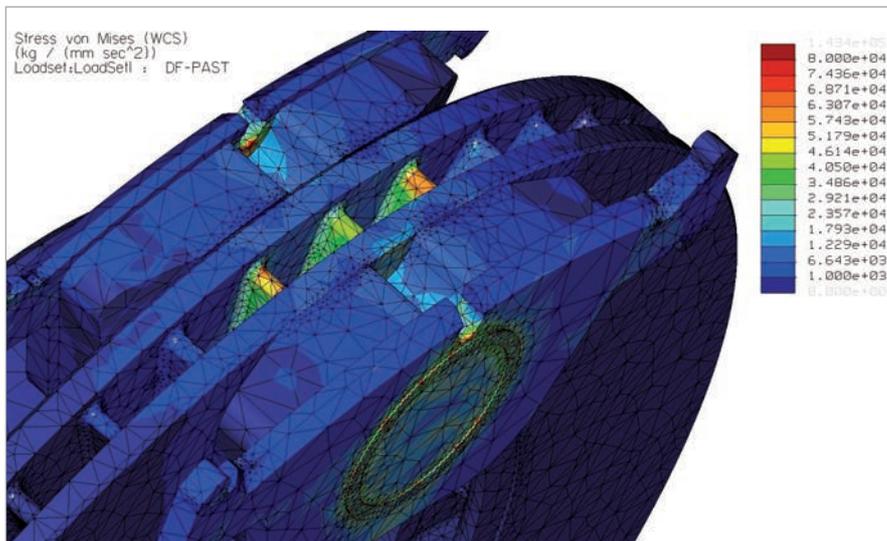
Una ghisa per dischi freno è costituita da molti altri elementi presenti in percentuali differenti (es. Silicio, Manganese, Cromo, Rame, ecc). Questi elementi in lega conferiscono alla ghisa particolari caratteristiche meccaniche quali ad esempio una miglior resistenza ad usura, una miglior resistenza alla formazione di cricche legate a fenomeni di fatica termica, conducibilità termica, ma non solo, alcuni elementi vengono inseriti per migliorare la fluidità del metallo fuso in modo da agevolare il processo di colata dei dischi grezzi. Le caratteristiche chimiche e metallurgiche della ghisa di un disco sono una parte fondamentale della capacità del disco stesso di sopportare sia le forti sollecitazioni termiche e meccaniche che una frenata violenta comporta, quanto l'usura derivata

dalle innumerevoli frenate “normali” cui un disco è sottoposto nella sua vita. Per questo motivo la capacità di tenere sotto stretto controllo la qualità delle fusioni è molto importante, sia in termini di proprietà meccaniche, sia in termini di composizione chimica della lega.

Il design dei dischi

La progettazione dei dischi freno Metelli viene effettuata presso il nostro ufficio tecnico: progettisti specializzati su questo prodotto con esperienza pluridecennale, si dedicano alla realizzazione dei modelli 3D ed alla preparazione dei disegni costruttivi di ogni nostro riferimento. Se necessario, vengono anche effettuate analisi ad elementi finiti sul comportamento del disco, per prevenire ogni possibile inconveniente su un prodotto che deve essere, sotto il profilo della sicurezza in esercizio, assolutamente ineccepibile.

I progettisti Metelli, in collaborazione con i reparti di lavorazione meccanica eseguono la progettazione delle attrezzature di lavorazione. Questo garantisce che per ogni riferimento venga ipotizzato e seguito il ciclo di lavorazione meccanica più adatto per assicurare il rispetto delle tolleranze necessarie al



Analisi FEM strutturale di disco e pastiglie sottoposti alla pressione della pinza freno

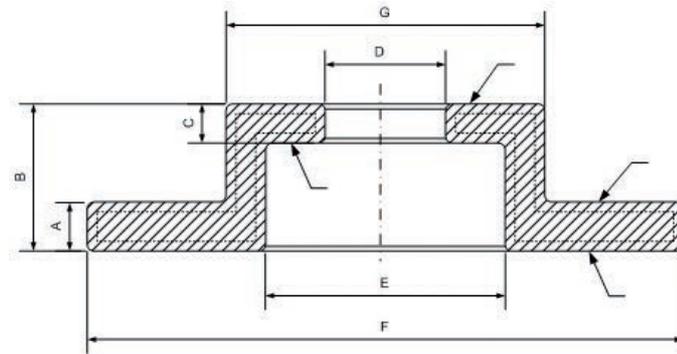
pezzo, già specificate a progetto.

Rigide specifiche dimensionali regolano la quantità minima di ghisa destinata ad essere asportata durante la lavorazione meccanica. Questo assicu-

ra che il disco finito sia tutto costituito dal cuore della fusione in modo che le naturali alterazioni metallurgiche della ghisa, tipiche delle zone superficiali di una fusione, vengano asportate duran-

te la lavorazione meccanica e non si trovano nel prodotto finito.

Le fusioni stesse vengono sottoposte periodicamente ad analisi al quantometro per stabilire se la composizione chimica della ghisa sia corretta e rispetti appieno i parametri di specifica. Analogamente viene controllata ed analizzata la struttura metallurgica della ghisa, che, in quanto principale responsabile del buon comportamento del disco in condizioni di esercizio, deve rispondere a normative europee. Periodici controlli sulla durezza delle fusioni assicurano l'integrità della realizzazione del grezzo, intercettando fusioni che potenzialmente possono creare problemi alle lavorazioni meccaniche successive.



Dimensioni e prescrizioni di un tipico disegno per una fusione di un disco non ventilato



Tipica struttura lamellare della ghisa grigia fortemente ingrandita

Le lavorazioni meccaniche

Sia il disco sia il tamburo devono essere sottoposti a lavorazioni meccaniche che garantiscano il rispetto delle più strette tolleranze geometriche e delle migliori finiture superficiali. È fondamentale che una frenata sia progressiva, confortevole e sicura, garantendo contemporaneamente un corretto assestamento del disco sulla pastiglia e viceversa.

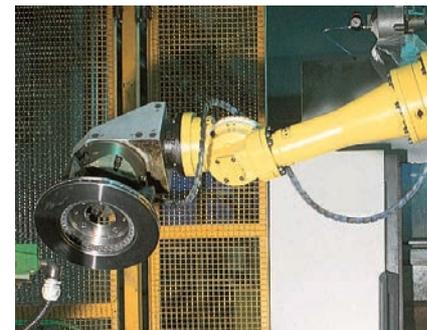
Ogni fase di lavorazione meccanica deve essere effettuata nel completo rispetto di stretti standard qualitativi: la realizzazione di attrezzature con bloccaggi e supporti specifici su ogni prodotto è fondamentale per ottenere le caratteristiche di elevata qualità che da sempre distinguono i dischi Metelli. Le macchine utensili, a controllo numerico, con l'impiego di Robot, assicurano un elevato grado di automazione

industriale, una grande produttività ed una costante qualità durante il processo di lavorazione meccanica. L'utilizzo di utensili ceramici per le operazioni di finitura assicura che le tolleranze e la finitura superficiale delle fasce frenanti siano qualitativamente garantite. Dopo la lavorazione i dischi vengono inseriti in contenitori metallici e prelevati da questi ultimi soltanto per effettuare l'eventuale trattamento di verniciatura DSP (vedi capitolo successivo) o direttamente per il confezionamento.



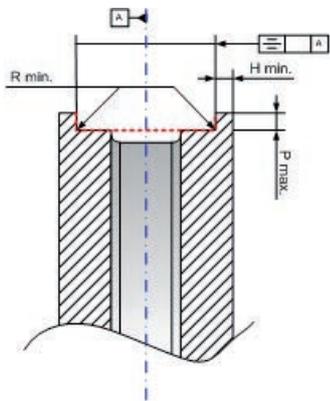
Attrezzatura speciale per la foratura della fascia frenante

Per i dischi ventilati, al termine delle fasi di tornitura, viene eseguita al 100% la bilanciatura dinamica: ogni disco viene controllato e accuratamente bilanciato.



Robot in fase di carico della macchina utensile

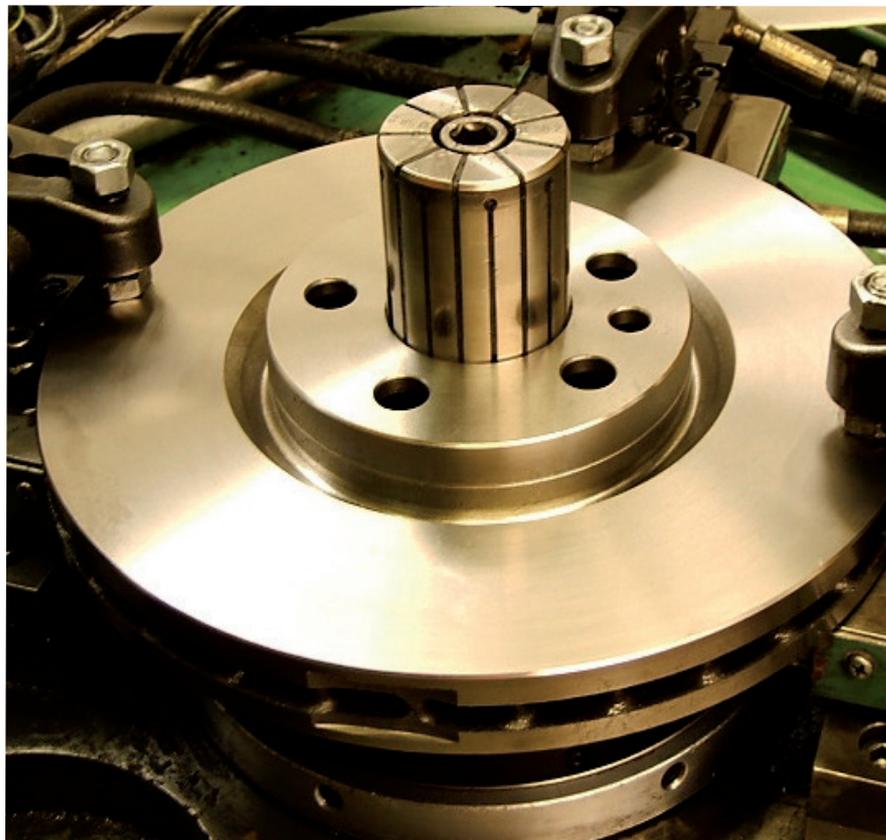
Una bilanciatura dinamica accurata assicura l'assenza di vibrazioni percetibili sul volante e nel veicolo, mantenendo i cuscinetti dei mozzi ruota nelle loro condizioni operative ideali.



Specifiche geometriche



Cassone metallico con dischi lavorati



Esecuzione della bilanciatura

Il trattamento DSP

Sulla maggior parte dei suoi dischi freno, Metelli propone anche il trattamento superficiale DSP (Disc Surface Protection).

Tale trattamento serve per proteggere i dischi dalla corrosione (ruggine) e mantenere caratteristiche funzionali integre nel tempo, nonostante i dischi siano per loro natura soggetti all'esposizione ad agenti atmosferici e corrosivi, quali il sale delle strade in inverno.

Dotata di un impianto di ultima generazione interamente robotizzato per l'esclusivo trattamento dei propri dischi, Metelli è in grado di fornire i dischi con uno speciale trattamento di protezione superficiale resistente agli agenti atmosferici e contemporaneamente alle alte temperature (400°C ed oltre). La fase finale del processo è un trattamento in

un forno continuo che permette al rivestimento di cuocere ed aderire stabilmente al disco.

In questo modo si ottiene una copertura completa del disco che permette una protezione duratura.



Forno continuo per la cottura finale



Disco durante la fase vera e propria di verniciatura

I controlli di processo

Misurazioni sistematiche ed accurate avvengono sia durante le fasi di lavorazione, sia fuori processo nella sala metrologica.

Il processo produttivo è costantemente monitorato e le sue eventuali “de-

rive” tenute strettamente sotto osservazione mediante metodi di controllo statistico di processo (SPC).

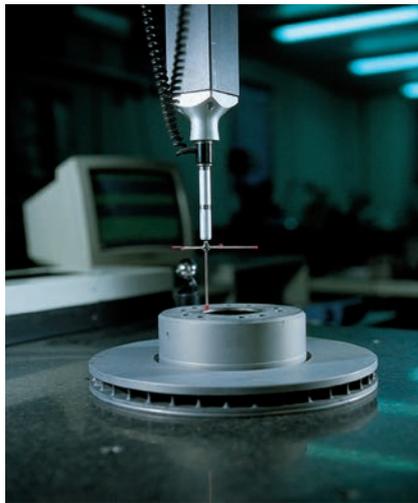
Il ciclo di controllo, specificatamente definito per ogni disco, viene eseguito totalmente in modo automatico: questo assicura che i controlli siano eseguiti in piena conformità a quanto

stabilito e siano sempre perfettamente ripetibili.

I risultati delle misurazioni vengono esaminati per assicurarsi che ogni lotto prodotto risulti conforme alle specifiche di progetto.



Stazione di controllo dimensionale a bordo macchina



Disco freno alla macchina di misura coordinate per un verifica dimensionale completa



Strumentazione di verifica disco in sala metrologica

I tamburi freno

Sebbene la geometria sia radicalmente differente, un tamburo freno svolge la stessa identica funzione di un disco.

La soluzione che impiega l'accoppiata tamburi e ganasce è storicamente nata prima della soluzione dischi e pastiglie, ma è stata progressivamente abbandonata in favore di quest'ultima, essenzialmente per la capacità di dischi e pastiglie di disperdere calore generato da una frenata in modo nettamente superiore rispetto al tamburo.

L'accoppiata ganasce e tamburi, complessivamente più economica, è tuttavia rimasta valida per il retrotreno di alcune vetture, le cui prestazioni non sono tali da giustificare l'impiego dei dischi anche sulle ruote posteriori.

Anche il tamburo, come il disco, è realizzato lavorando una fusione di ghisa.

La geometria è apparentemente differente, ma per ottenere delle tolleranze corrette ed una lavorazione di alta qualità, gli accorgimenti tecnologici da adottare, seppur differenti nei dettagli, sono sostanzialmente i medesimi dei dischi.

Anche in questo caso quindi una fusione ben realizzata con una ghisa di buona composizione chimica ed un ciclo di lavorazione meccanica non solo accurato, ma studiato ad hoc, sono le basi indispensabili per ottenere un prodotto di qualità elevata.



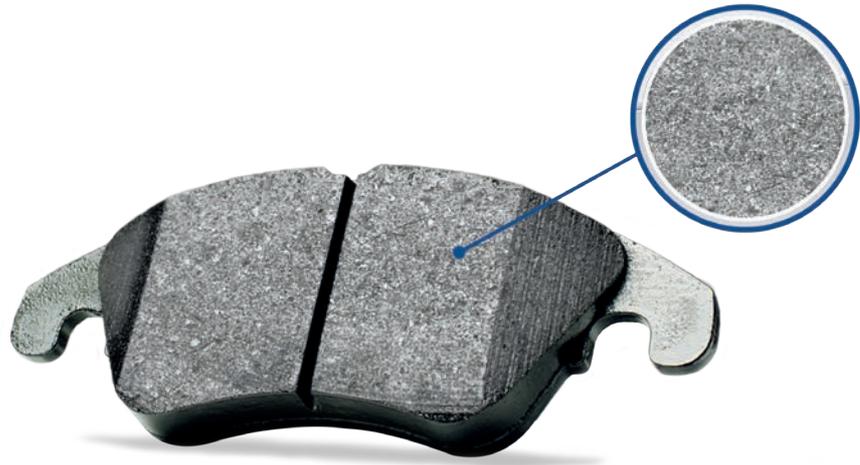
Alcuni tamburi freno finiti

Le pastiglie freno

Antagonista alla superficie frenante del disco troviamo il materiale d'attrito della pastiglia: materiale di consumo per eccellenza, le cui caratteristiche, (meccaniche, termiche, di durata, ecc.) spesso contrastanti che deve possedere, lo rendono un componente tutt'altro che banale da sviluppare.

Una buona pastiglia freno destinata ad un'auto di serie infatti deve:

- Avere una buona durata;
- Non essere eccessivamente aggressiva sul disco;
- Possedere un buon coefficiente di attrito, con le minori variazioni possibili, in un ampio intervallo di temperatura e pressione;
- Funzionare bene anche in condizioni di bagnato;
- Non fare rumore;
- Non essere causa di insorgenza di vibrazioni;
- Resistere alle forti sollecitazioni meccaniche;
- Ridurre la trasmissione di calore;
- Resistere anche se sottoposta a forti surriscaldamenti;
- Essere ovviamente conforme alle normative ambientali.



Una tipica pastiglia freno e l'aspetto superficiale del materiale d'attrito

Una pastiglia è sempre costituita da due elementi principali: il supporto ed il materiale d'attrito vero e proprio.

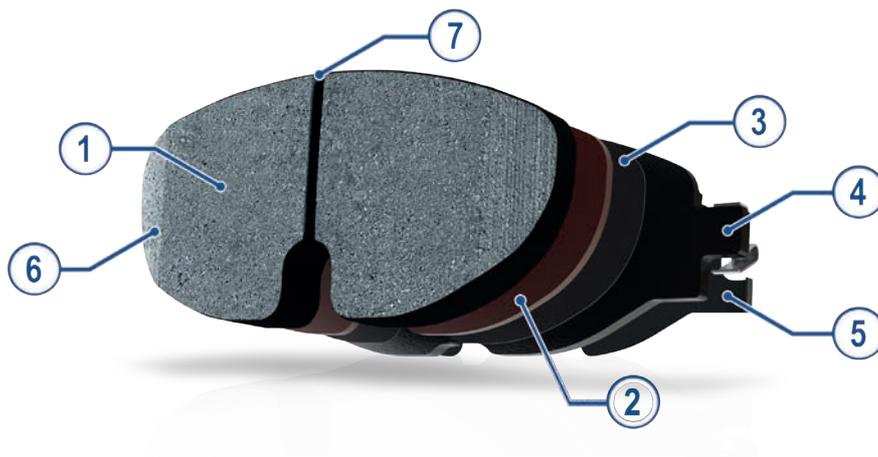
Tuttavia una moderna pastiglia freno, in realtà, rivela una struttura articolata, infatti a seconda delle varie soluzioni progettuali, possono essere presenti:

- un substrato per migliorare le caratteristiche fisiche del complesso pastiglia;
- una verniciatura a polvere, per proteggere le pastiglie dalla corrosione;
- molle e clip per fissare le pastiglie al pistone della pinza freno;
- bulloni e clip per sostituire particolari della pinza durante il cambio delle pastiglie;
- una lamina multistrato "antivibrante" posizionata dietro il supporto per ridurre vibrazioni e rumorosità;
- segnalatori di usura per informare il conducente della necessità di cambiare le pastiglie.

Vi sono poi accorgimenti dimensionali e progettuali per adattare le pastiglie alle specifiche condizioni di uso, quali geometrie del materiale di frizione con

smussi e scanalature per migliorare le caratteristiche dinamiche e profilo del supporto per interagire efficacemente con le pinze e con il disco.

1. Materiale di attrito
2. Underlayer
3. Adesivo
4. Supporto metallico
5. Antivibrante
6. Smusso
7. Scanalatura



Struttura di una pastiglia freno in evidenza

Il supporto metallico

Il supporto è normalmente prodotto in acciaio tranciato e funge da base per il materiale d'attrito, trasferendo in modo uniforme la spinta derivata dal pistone della pinza freno verso il materiale d'attrito stesso. Deve comunque rispettare rigorose tolleranze per poter correttamente inserirsi nelle guide della pinza, garantire una buona tenuta del materiale di attrito e quindi spesso presenta fori o sistemi speciali per aumentare la resistenza al distacco.

Il materiale di attrito

È il cuore e il componente principale delle pastiglie, da questo dipende la qualità della frenata e quindi la sicurezza della guida; la sua composizione è un vero segreto industriale.

Le pastiglie freno hanno subito negli anni una grandissima evoluzione, per

certi versi molto superiore a quella dei dischi. Fino alla metà degli anni '70 erano diffusi i materiali a base di amianto, con effetti però devastanti sull'ambiente e sulla salute. Successivamente alla messa fuori legge di questo materiale, la ricerca si è indirizzata verso altri componenti, di tipo ferroso, metallico, organico o ceramico. Per le particolari caratteristiche che deve possedere, infatti, nelle moderne pastiglie freno il materiale d'attrito è un composito costituito da un gran numero di materiali diversi. Tuttavia si possono comunemente considerare quattro tipologie di

base, ciascuna con caratteristiche peculiari:

- Semi-Metallic

Sono pastiglie composte da una matrice di resina nella quale sono inserite fibre metalliche, quali acciaio, rame e altri metalli per garantire resistenza e conducibilità termica. Le caratteristiche positive sono una buona resistenza meccanica, stabilità ad alte temperature, buona durata e costo di fabbricazione contenuto; tuttavia risultano piuttosto rumorose, in quanto le fibre metalliche trasmettono facilmente le vibrazioni e tendono a



Varie tipologie di supporti metallici

consumare il disco a causa dell'attrito metallo/metallo.

- NAO (Non Asbestos Organic)

Sono composte da materiali di derivazione organica o comunque di natura non metallica, quali fibra, gomma, vetro o perfino Kevlar.

Data la loro natura costruttiva, hanno poca resistenza alle alte temperature e si consumano velocemente, producendo molta polvere, ma compensano con una bassa rumorosità, una bassa azione abrasiva sul disco e una bassa tossicità per l'ambiente.

- Low-Metallic

Sono di base NAO, con aggiunta di metalli quali rame e acciaio per migliorare la conduzione termica e la resistenza meccanica. Hanno caratteristiche intermedie fra i primi due gruppi.

- Ceramic

Sono composte da materiali ceramici, che garantiscono una elevata durezza ed attrito, con altri componenti per

migliorare la conducibilità termica.

Essendo dure e resistenti, producono poca polvere e hanno una lunga durata, tuttavia la ridotta conducibilità termica le rende instabili con la temperatura e possono provocare rigature del disco. Il costo del materiale e del processo produttivo è generalmente elevato. Presentate intorno agli anni '80 in Giappone, per il motivo prevalente della poca polvere, solo da poco hanno riscontrato un interesse nel mercato Europeo, sempre più attento a problematiche ambientali.

La Metelli sta sviluppando un materiale innovativo di tipo ibrido, che unisce le caratteristiche positive delle tipologie suddette, garantendo inoltre un rigoroso rispetto delle problematiche ambientali e di salute. Tutte le pastiglie comunque dovrebbero avere un coefficiente di frizione ottimale intorno a 0,40-0,45; troppo basso richiede una forza elevata sul pedale, con evidente

rischio di allungare la distanza di arresto, troppo alto rischia di bloccare le ruote e comunque rende difficile regolare la frenata per fare solo rallentamenti.

Pastiglie da competizione

Le pastiglie per competizione hanno caratteristiche peculiari rispetto a quelle stradali. Intanto raggiungono valori di attrito anche superiori a 0,60 richiedendo l'esperienza del pilota per essere utilizzate al massimo delle possibilità. Le temperature in gioco si alzano in modo rilevante, raggiungendo facilmente i 500 °C stabili con punte di 800 °C. Pertanto si devono usare materiali speciali, che hanno costi produttivi più elevati di quelli tradizionali. Possono essere soggette a elevata rumorosità per la natura costruttiva del materiale.

Metelli ha sviluppato due linee di pastiglie in ambito racing: una destinata al tuning e alle competizioni leggere e una più performante per competizioni estreme.

Underlayer

Tra il supporto metallico ed il materiale di frizione si può trovare un substrato interposto tra essi che ha lo scopo di migliorare 3 funzioni particolari:

- Resistenza meccanica:

il materiale di frizione tende ad essere fragile e quindi soggetto a rotture accidentali in caso di cadute o trattamento con utensili (cacciavite, martello, ecc.), la presenza del substrato riduce le crepe da vibrazioni (edge lifting) e le rotture in genere. Migliora inoltre la forza di tenuta tra materiale di frizione e supporto.

- Riduzione vibrazioni:

Purtroppo le caratteristiche peculiari dei materiali frenanti rendono questi molto critici per la generazione di rumore. Il substrato serve per isolare la fonte delle vibrazioni (materiale frenante) dalla cassa di risonanza acustica (supporto metallico) e quindi contribuisce a rendere la pastiglie più silenziose, anche in situazioni difficili.

- Barriera al trasferimento di calore:

Il calore sprigionato dalla frenata deve restare sul disco, che è preposto a dissipare il calore stesso, mentre un eccessivo calore sulla pastiglia e sul sistema frenante può avere effetti negativi. Quindi il substrato evita il surriscaldamento del sistema frenante, in particolare del pistone (possibile danneggiamento delle guarnizioni in gomma) e dell'olio (possibile variazione della viscosità e perdita di forza frenante).



La verniciatura

La verniciatura delle pastiglie freno serve come barriera contro le correnti galvaniche, evita la formazione di ruggine e ha la funzione di migliorarne l'aspetto estetico.

Anche molto importante è la conservazione delle marcature necessarie sia per motivi legali (omologazione) e per permettere la tracciabilità del prodotto.

Ovviamente deve resistere alle sollecitazioni meccaniche e termiche, mantenendosi integra per quanto possibile anche scorrendo sulle guide della pinza.

Molle e accessori

Per ridurre le vibrazioni ed assicurare il ritorno della pastiglia una volta terminata l'azione frenante, molte applicazioni prevedono una molla per fissare la pastiglia al pistone della pinza, così che

quando il pistone torna indietro, porta con sé la pastiglia.

Una corretta dimensione e qualità della molla permette di alloggiare semplicemente e senza sforzo la pastiglia e di mantenere il fissaggio nel tempo.

Inoltre, poiché per cambiare le pastiglie è necessario smontare la pinza, per rimontare la stessa, è spesso necessario usare bulloni con la punta rivestita di materiale ad alto attrito ed utilizzare delle molle "piatte" per tenere in posizione le pastiglie.

Antivibranti

Le vibrazioni, principale causa del rumore, sono un fenomeno connaturato con due superfici che creano attrito.

Pertanto anche se non si può impedire la generazione del rumore, si può ridurre l'impatto mediante la attenuazione delle vibrazioni e lo spostamento delle frequenze nella fascia non udibile.

A questo scopo sono state sviluppati nel tempo dei dispositivi specifici.

In alcuni casi questi sono delle masse fissate sul supporto, che variano la frequenza di risonanza, in altri sono degli ammortizzatori statici, in altri soluzioni ancora diverse, quali geometrie particolari, variazione della distribuzione di forze o adesivi specifici.

Gli ammortizzatori statici - o antivibranti - sono delle lamine di materiali composti, generalmente gomma-acciaio-gomma, che vengono posizionate sopra il supporto (cioè tra il supporto e la pinza). Per poter assolvere alla funzione suddetta, è necessario che tali dispositivi siano saldamente fissati al supporto e ammortizzino realmente le vibrazioni.

Inoltre gli antivibranti contribuiscono all'isolamento termico della pinza, riducendo la possibilità di surriscaldamento del sistema idraulico.

I materiali devono essere particolarmente adatti, una gomma speciale capace di resistere alle altissime temperature che raggiungono le pastiglie (oltre 400°C) e acciaio armonico capace di ammortizzare le vibrazioni. Vi sono anche soluzioni con adesivi

siliconici, tipo 3M, il cui scopo è quello di incollare le pastiglie alla pinza e quindi impedire la vibrazione del supporto metallico e variarne la frequenza di risonanza, inoltre servono anche a facilitare il distacco della pastiglia dal disco a fine frenata per eliminare at-

trito residuo e rumorosità. Altre soluzioni prevedono lo spostamento delle frequenze di risonanza mediante variazioni della pressione e asimmetrie delle forze in gioco, prodotte da geometrie particolari (smussi, pistoni o supporti asimmetrici, ecc.)



Varie tipologie di antivibrante

Segnalatori di usura

In alcune pastiglie sono presenti dei segnalatori di usura, che servono ad informare il conducente quando è opportuno cambiare le pastiglie.

Esistono 2 tipologie di segnalatori:

- Meccanici o acustici
- Elettrici

I segnalatori acustici sono delle molle posizionate sul bordo delle pastiglie che toccano la superficie del disco quando le pastiglie hanno raggiunto un livello di usura predeterminato.

Lo sfregamento della molla sul disco produce un forte rumore, che induce il conducente a cambiare le pastiglie immediatamente.

Hanno un indubbio vantaggio per la semplicità, il costo e l'efficacia, ma richiedono una stretta tolleranza e una qualità elevata, in quanto non devono piegarsi troppo, non fare troppo rumore, né danneggiare il disco.

I segnalatori elettrici sono dei cavi inseriti nel materiale di frizione o posizionati vicino allo stesso, a volte provvisti di una sonda ricoperta di materiale iso-

lante, così che quando si consuma per lo sfregamento con il disco, si crea un contatto elettrico che fa accendere una spia sul quadrante.

È evidente che il costo di questo sistema è maggiore e si rimanda alla attenzione del conducente la sostituzione delle pastiglie in tempo.

Risulta anche critica la qualità del segnalatore, dovendo l'isolamento sopportare alte temperature e l'azione corrosiva delle intemperie e del sale.



Sensore elettrico ad innesto



Sensore elettrico incollato



Sensore acustico

Prestazioni dinamiche

Una delle caratteristiche che deve avere il materiale di frizione è la stabilità del coefficiente di attrito in ogni condizione.

Ovviamente questo non è possibile da ottenere come valore assoluto, per cui in misura più o meno marcata sono presenti i seguenti macro-effetti:

- Effetto “Fading”

Si tratta della perdita di efficienza con la temperatura. Particolarmente pericoloso in caso di guida in discesa, con carico elevato.

Nelle pastiglie di bassa qualità questo effetto comincia intorno a 150-200 °C ed il coefficiente di frizione cala rapidamente. È all’origine di incidenti dove commentatori poco esperti affermano “si sono rotti i freni”!

Le pastiglie di alta qualità, come quelle Metelli mantengono una efficienza pressoché costante sino a oltre 500°C, garantendo una buona frenata

anche in condizioni critiche.

- “Scorching”

Lo “scorching” è un trattamento termico superficiale ad alta temperatura, che vaporizza parte delle resine migliorando l’efficienza della pastiglia nelle prime frenate, risultando fin da subito “pronte all’uso”. Infatti, in mancanza di questo trattamento, dopo l’installazione di pastiglie nuove si sviluppa un forte calore che brucia le resine sulla superficie, creando del vapore che funge da cuscinetto d’aria tra le pastiglie e il disco riducendo fortemente il coefficiente di frizione. Successivamente il calore trasmesso brucia le resine ad una maggiore profondità, pertanto i vapori generati restano profondi e diffusi all’interno del materiale (che non è compatto come sembra, ma praticamente poroso).

- Effetto “Judder”

È una elevata variazione del coefficiente di frizione durante una singola

frenata. Dipende da diversi fattori, ma il più importante è la instabilità con la pressione.

Il risultato è una vibrazione del pedale e dello sterzo, ed anche una differente forza frenante sulle due ruote. È pericoloso perché può far perdere aderenza alle ruote, ma è comunque fastidioso e aumenta lo stress dei pneumatici e del sistema sterzo.

- Compressibilità

È una caratteristica della variazione di volume con la pressione sul materiale. Deve rimanere entro limiti determinati, in quanto una eccessiva elasticità del materiale comporta una lunga corsa del pedale, per cui si regola male la frenata. All’opposto una eccessiva rigidità comporta una corsa del pedale troppo breve, con il rischio di “inchiocciare” anche quando non si vuole.

- Durezza

Le pastiglie, che per loro natura sono destinate all’usura, non devono dan-

neggiare il disco. Naturalmente una certa usura sul disco è normale, ma non sono normali effetti di rigature o addirittura perdita di planarità del disco, dovute ad una eccessiva aggressività delle pastiglie.

- Stabilità

È necessario che il comportamento delle pastiglie sia costante durante tutta la vita utile delle stesse. Quindi il comportamento dinamico non deve variare con il consumo delle pastiglie.

- Consumo

Pur essendo, come detto sopra, un materiale di consumo, tuttavia le pastiglie devono durare un periodo abbastanza lungo della vita della vettura. Non è facile dire quanto, poiché il consumo dipende da molti fattori (condizione della strada, tipo di guida, ambiente, ecc.), tuttavia una durata di 40/50.000 Km rappresenta una buona media.

La progettazione e la produzione

Visto la quantità e complessità delle caratteristiche necessarie ad avere delle pastiglie freno che rispettino tutti i parametri sopra brevemente illustrati, la loro progettazione e la tecnica di produzione si rivela estremamente difficile e critica. In Metelli ogni fase del processo è rigorosamente pianificato e tenuto sotto stretto controllo.

A partire dal laboratorio di Ricerca e Sviluppo, dove vengono continuamente testati e sviluppati nuovi materiali di frizione sempre migliori, alla progettazione, dove le geometrie delle pastiglie e i relativi accessori, pur nel rispetto dei parametri originali, vengono adattati alle condizioni peculiari del nostro prodotto. La produzione prevede rigorosi controlli di qualità dei materiali e dei processi produttivi per garantire un prodotto di caratteristiche costanti e di

elevato valore aggiunto. Tutto questo perché le pastiglie sono un particolare di sicurezza critico, una frenata corretta può significare la differenza tra la vita e la morte del conducente o di pedoni. Per la Metelli quindi la sicurezza e la qualità delle pastiglie non è soggetta a compromessi o a revisioni di costo, la nostra missione è di dare solo quanto più sicuro sia possibile.

Le ganasce freno

Così come le pastiglie lavorano contro la fascia frenante del disco, le ganasce lavorano sul diametro interno del tamburo freno.

Osservando la struttura di una ganasce si notano subito due grandi differenze rispetto alla pastiglia:

- Una superficie di contatto nettamente maggiore
- Minor spessore dello strato del materiale d'attrito



Una serie di ganasce freno pre-montate

Si intuisce subito come le pressioni che si esercitano siano generalmente inferiori rispetto alla pressione che subisce una pastiglia freno. In compenso la superficie di contatto con la ghisa è molto maggiore.

L'efficacia frenante di una soluzione a tamburo non è inferiore ad un disco, che risulta però superiore nella capacità di sopportare le elevate temperature e dissipare meglio il calore generato durante una frenata.

Gli accorgimenti costruttivi tecnologici sembrano analoghi: infatti anche nelle ganasce troviamo un supporto metallico (anche se è più complesso) che sostiene il materiale d'attrito vero e proprio.

Tuttavia le differenze sono molte sia per la diversa meccanica di azionamen-

to, che per la funzione frenante vera e propria, infatti nelle moderne vetture i tamburi sono usati solo sull'asse posteriore con funzione di stabilizzazione della frenata.

Pertanto il coefficiente di attrito è minore, in quanto non deve bloccare le ruote anche in assenza di dispositivi ABS.

Per la meccanica di funzionamento è utile notare che mentre le pastiglie vengono direttamente premute verso il disco con una spinta ortogonale, il cilindretto agisce solo su un estremo delle ganasce, essendo l'altro appoggiato ad un blocco fisso che funge da leva. Pertanto la pressione non è uniformemente distribuita e di conseguenza il consumo del materiale frenante non è uniforme.

Questo comporta anche la necessità di registrare la posizione delle ganasce mediante dispositivi complessi e registratori incrementali, ed inoltre la necessità di sostituire le ganasce dopo un consumo di materiale di frizione relativamente modesto.

La tecnica costruttiva che differenzia sostanzialmente tra le pastiglie e le ganasce è che nelle seconde infatti non ci sono elevate criticità termiche in quanto la temperatura di esercizio non deve superare i 100 °C.

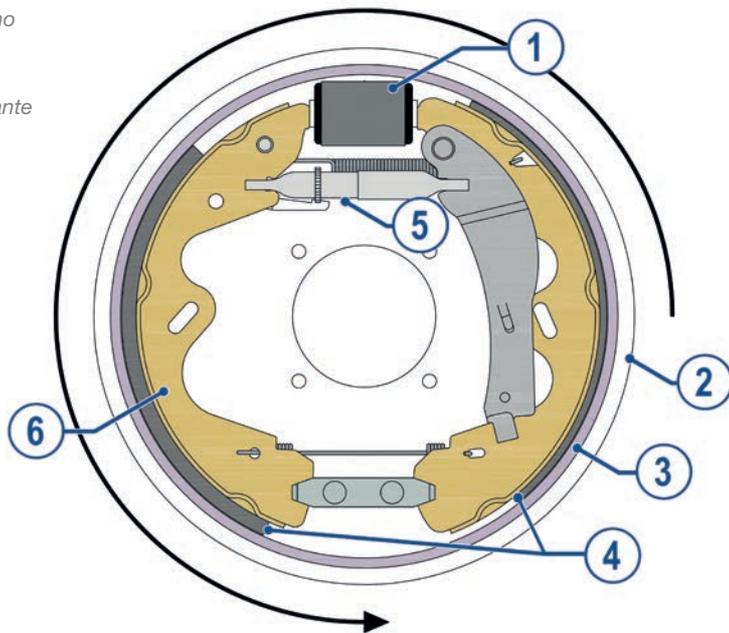
Tale differenza consiste nel fatto che il materiale di frizione sia lineare e che il supporto metallico sia più complesso e costoso. Per questo motivo, nel passato, si riutilizzava il supporto metallico rimuovendo il materiale di frizione usurato sostituendolo con uno nuovo.

Tale tecnica è stata progressivamente abbandonata, in quanto sempre più dis-economica e soggetta a criticità per la qualità dei vari componenti.

La progressiva ricerca di soluzioni di maggior qualità e di valore aggiunto ha invece reso interessante per il mercato l'uso di kit di ganasce pre-montati e pre-registrati.

Questi sono prodotti che evitano di dover smontare e rimontare le molle ed il meccanismo di registrazione delle ganasce, con evidente risparmio di tempo e sicurezza di montaggio.

1. Cilindretto freno
2. Piatto ruota
3. Tamburo freno
4. materiale frenante
5. Autoregistro
6. Ganasce freno



Progettazione e produzione ganasce

Il supporto metallico costruttivamente complesso, deve essere sottoposto a lavorazioni di precisione e rigorosi controlli, per garantire la perfetta curvatura e la corretta ortogonalità.

Il materiale di frizione deve essere correttamente progettato e realizzato per presentare un coefficiente di frizione ben preciso, ed inoltre deve essere garantita una perfetta aderenza con il tamburo sin dalla prima installazione, per poter efficacemente svolgere la funzione ausiliaria di freno a mano.

In Metelli ogni possibile problema è ben conosciuto e sono costantemente controllati e assoggettati a verifiche tutti i materiali e ogni variazione dallo standard è rigorosamente valutata.

Ganasce per freno a mano

Un caso particolare è quello di ganasce usate esclusivamente per i freni a mano.

Infatti ci sono dischi posteriori nei quali viene ricavato un tamburo, tali dischi sono comunemente chiamati “drum-in-hat”, in quanto la loro forma ricorda quella di un cappello.

Un sistema simile a quello del tamburo viene realizzato sul mozzo, ma in questo caso serve solo come freno di stazionamento, essendo evidentemente usate come freno di servizio le pastiglie posteriori.

I test di Metelli su dischi e pastiglie freno

I dischi e le pastiglie Metelli, sono sottoposti a rigorosi collaudi e test che possono essere su banco prova, ma anche direttamente su strada, verificando il comportamento dei componenti in un ambiente reale d'utilizzo selezionato in funzione del tipo di test stesso che si desidera effettuare.

Impiegando un determinato banco prova i nostri dischi vengono sottoposti a test di prestazioni e durata che ne collaudino il comportamento specifico accoppiato a tipi di pastiglie differenti in condizioni di prova accuratamente ripetibili. Nello stesso modo è possibile accoppiare le pastiglie con diversi dischi, così da avere risultati indipendenti per entrambi i prodotti e valutare l'accoppiamento ottimale fra dischi e pastiglie Metelli.

I test possono riguardare aspetti generali del comportamento del solo disco, delle sole pastiglie o del sistema disco pastiglia; possono anche essere prove molto specifiche per investigare particolari aspetti (la capacità di dispersione del calore, la resistenza all'usura, il livello di rumore, la resistenza alla fatica

termica, comportamento in condizioni di bagnato, ecc.).

In laboratorio la Metelli ha due banchi dinamometrici specificatamente progettati e realizzati per eseguire test con dischi e tamburi freno: ogni banco simula la massa di un veicolo da frenare tramite una serie di grossi volani accelerati in rotazione da un potente motore elettrico e successivamente fermati dal disco o dal tamburo in prova, con software esclusivi sviluppati per simulare anche il comportamento su strada o perfino in competizione.



La discesa dello Stelvio, da sempre un banco di prova molto impegnativo per l'impianto frenante

Da questo schema si possono vedere i componenti principali del banco:

1. Il motore elettrico per accelerare i volani ed il disco
2. La serie di volani inseribili per avere l'inerzia corretta
3. La pinza freno con le relative pastiglie
4. Il disco freno in prova
5. Il sensore che misura la coppia frenante applicata

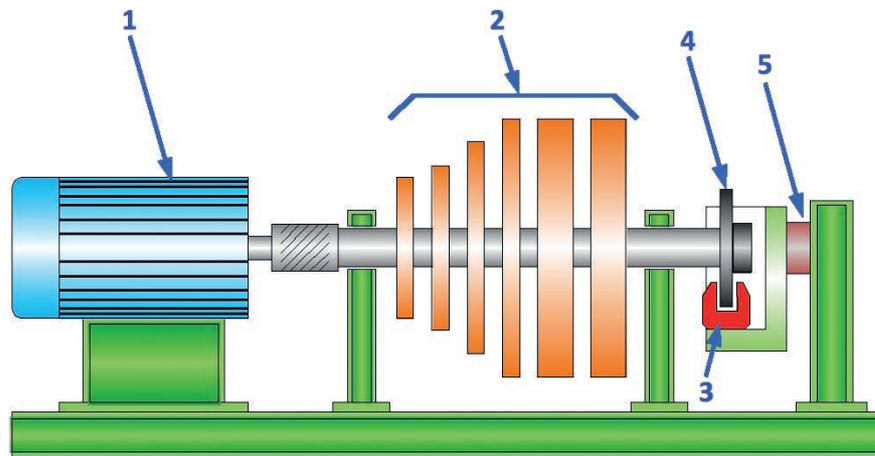
Grazie alla struttura dei nostri banchi prova, per investigare ogni aspetto del comportamento dei nostri prodotti, possiamo eseguire una enorme varietà di test differenti, tra cui:

- Prove a coppia frenante costante
- Prove ad energia dissipata costante
- Prove con disco bagnato
- Prove di resistenza a fatica termica

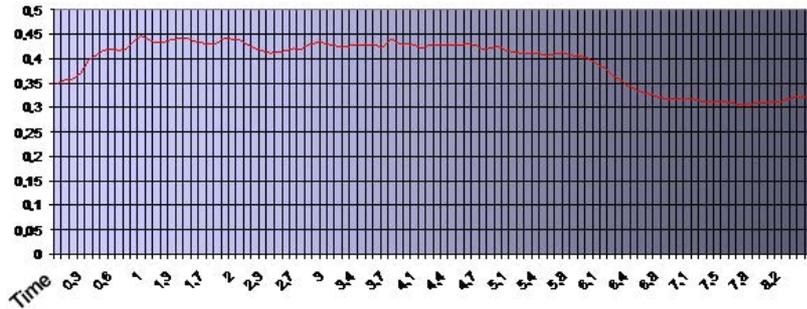
La frenata è un fenomeno fortemente transitorio, nell'arco di pochi secondi la velocità viene azzerata (o fortemente ridotta)

e quasi tutta l'energia del veicolo viene trasferita alle fasce frenanti dei dischi. In pochissimo tempo cambiano velocità, temperatura e sollecitazioni meccaniche: lo stesso coefficiente d'attrito tra disco e pastiglia subisce delle variazioni durante una singola frenata e questo si accentua

effettuando frenate in rapida successione. È quindi necessario valutare il comportamento dei dischi e delle pastiglie in ogni momento della frenata, per verificare le variazioni del coefficiente di attrito istantaneo, non solo come effetto complessivo sulla frenata.



Struttura del banco prova dinamometrico



Esempio di variazione del coefficiente d'attrito nello spazio di una singola frenata

Oltre alle prove di laboratorio, è essenziale fare anche prove su strada, in quanto nessun banco dinamometrico potrà mai sostituire un collaudatore esperto per riportare le sensazioni di comfort, precisione, stabilità, ma neppure simulare le molteplici variazioni ambientali che avvengono in mesi di guida su strada, temperatura esterna, ghiaccio, sale, acqua, polvere, ecc. il tutto a favore della sicurezza dei nostri clienti.



Uno dei nostri banchi prova dinamometrici

Quando è il caso di sostituire dischi e pastiglie?

Dischi e pastiglie, come ganasce e tamburi, sono componenti naturalmente soggetti ad usura e pertanto DEVONO ESSERE periodicamente sostituiti per garantire la sicurezza del veicolo.

È sempre bene far eseguire un'ispezione ai freni della propria auto ogni volta che si esegue un tagliando o un cambio olio ed è comunque consigliato effettuare un controllo ogni 20.000 Km circa.

Lasciando al giudizio del meccanico la decisione specifica, come indicazione generale è bene procedere alla sostituzione nei seguenti casi:

DISCHI

- Spessore prossimo al limite minimo come da indicazione sul disco;

- Presenza di cricche o solcature;
- Presenza di colorazione scura o non uniforme;
- Deformazione.

PASTIGLIE

- Segnalazione da parte del dispositivo specifico (elettrico o acustico);
- Spessore del materiale di attrito vicino a 2-3 mm;
- Consumo anomalo o irregolare;
- Deformazione del supporto;
- Presenza di residui stradali (chiodi, sassi, ecc.).

Quando si sostituiscono dischi o tamburi è sempre fortemente consigliato sostituire contestualmente anche il materiale d'attrito (pastiglie e ganasce): montare infatti materiale d'attrito già

usato su un disco o un tamburo nuovi è inevitabilmente causa di un'usura non uniforme della fascia frenante.

Rodaggio

Dopo aver sostituito i componenti freno ad una vettura è sempre bene fare un assetamento per dare modo ai componenti nuovi di accoppiarsi perfettamente.

Questi non hanno infatti un contatto uniforme tra la fascia frenante del disco/tamburo e la superficie della pastiglia/ganascia, quindi le pressioni esercitate durante le prime frenate sono distribuite su di una superficie ridotta rispetto ad una condizione di esercizio normale.

Istruzioni ed accorgimenti per un corretto montaggio

Premessa

Ogni operazione legata alla sostituzione di un disco, di un tamburo freno o anche delle sole pastiglie o ganasce deve essere sempre eseguita con la massima cura: **l'impianto frenante è un sistema di sicurezza**, perciò un montaggio non corretto di un qualunque suo componente può essere causa di un funzionamento non ottimale di tutto l'impianto con possibili serie conseguenze per la sicurezza dei suoi occupanti. Come regola generale **tutte le operazioni**, anche le più semplici, **devono sempre essere fatte in sicurezza**: Metelli infatti raccomanda sempre di lavorare con gli attrezzi adatti ed in

condizioni di sicurezza per l'ambiente e per la persona.

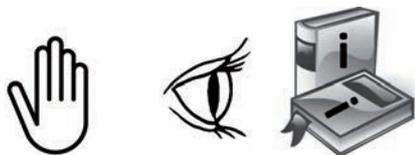


Sostituzione del disco freno e delle relative pastiglie freno

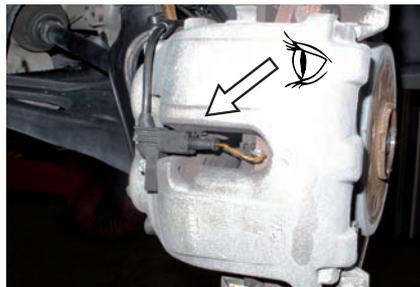
1. Sollevare la vettura da terra in modo stabile e sicuro; rendere accessibile l'area di lavoro rimuovendo la ruota per accedere facilmente alla zona del disco



2. Leggere sempre ed attenersi alle eventuali prescrizioni di operazioni particolari date dal costruttore del veicolo



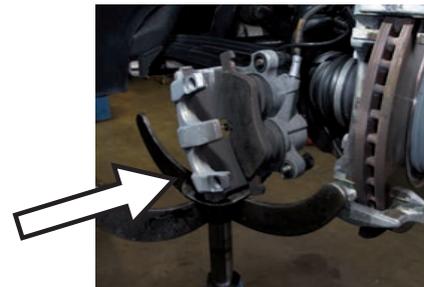
3. Controllare la presenza di eventuali collegamenti elettrici per i sensori di usura pastiglia, scollegarli facendo attenzione a non danneggiare il connettore



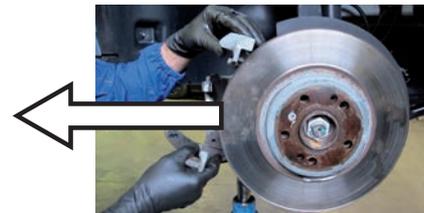
4. Allentare le viti di bloccaggio e liberare la pinza freno per sfilarla dalla sua sede



5. Appoggiare la parte mobile della pinza freno appena smontata su di un supporto; non lasciarla per nessun motivo appesa al tubo dell'olio freno



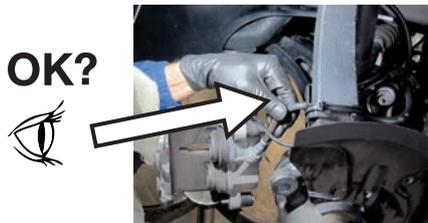
6. Una volta appoggiata in modo stabile la parte mobile della pinza è possibile rimuovere anche la parte fissa della pinza



7. Svitare tutte le viti di fissaggio che tengono il disco bloccato sul mozzo e successivamente rimuovere il disco freno



8. Controllare scrupolosamente lo stato delle tubazioni olio, se presentano fessure o segni di invecchiamento della gomma, sostituirle immediatamente

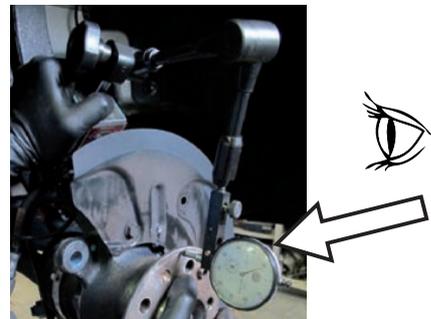


9. Prima di effettuare ogni operazione di montaggio di componenti nuovi **pulire il piano del mozzo ruota con carta abrasiva** (in alternativa è possibile utilizzare una spazzola metallica)



OK!

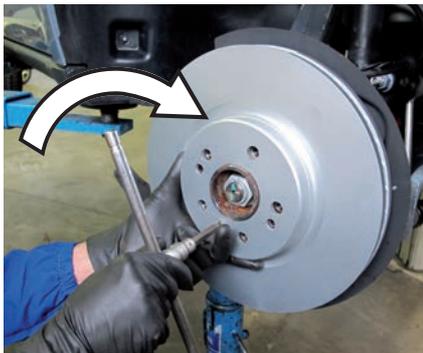
10. Controllare con l'ausilio di un comparatore magnetico lo **sbandamento del piano del mozzo pulito**, lungo una rotazione completa dello stesso; un valore di sbandamento superiore a pochi decimi può essere un segnale di potenziali problemi al mozzo ruota, ai cuscinetti o magari al gambo del giunto omocinetico e necessita un'indagine specifica



11. Prima di montare le pastiglie nuove è necessario far arretrare i pistoni della pinza in modo da avere lo spazio sufficiente ad inserire le pastiglie con il materiale d'attrito completo (che sono più spesse di quelle usurate). Si devono perciò **comprimere i pistoni della pinza freno utilizzando un utensile idoneo**



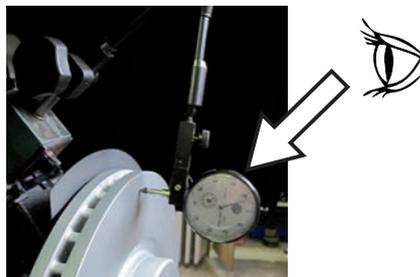
12. **Montare** sul mozzo con la superficie già pulita il **nuovo disco freno**. Se il disco è fornito con il trattamento DSP (**D**isc **S**urface **P**rotection) non serve eliminare il trattamento dalle fasce frenanti, in caso contrario si raccomanda una pulizia delle fasce con un prodotto detergente per rimuovere il protettivo



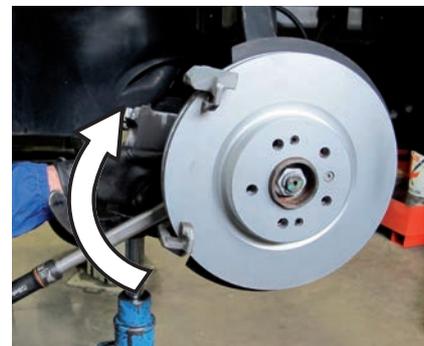
13. **Rimontare le viti di bloccaggio del disco**, verificandone il buono stato generale, assicurarsi che il filetto non sia rovinato e che la testa della vite sia in buono stato



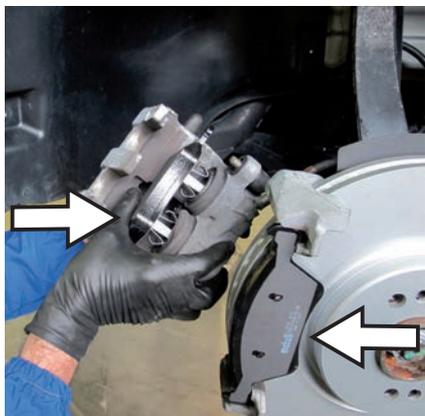
14. **Rieseguire il controllo di sbandamento** una volta montato il disco freno per assicurarsi che giri correttamente senza oscillazioni anomale; l'oscillazione complessiva nell'arco di un giro completo non dovrebbe mai superare 0.1 mm



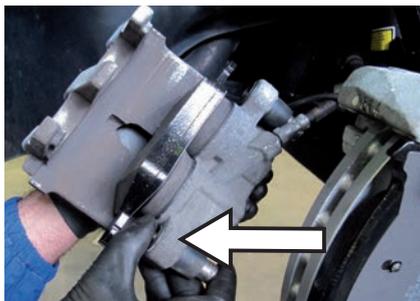
15. **Rimontare la parte fissa della pinza freno** avendo l'accortezza di **utilizzare viti di fissaggio nuove con adeguata resina anti svitamento e serrare a coppia controllata** utilizzando una chiave dinamometrica, rispettando le prescrizioni di serraggio raccomandate della casa costruttrice



16. **Montare le pastiglie freno nuove** sia sul lato pinza con i pistoncini sia sulla parte fissa, assicurandosi che il montaggio sia effettuato in modo stabile e che la sagoma delle pastiglie sia correttamente in sede. Per avere un contatto migliore possibile tra la pastiglia ed il disco fin da subito, si consiglia di molare leggermente il materiale d'attrito della pastiglia freno lungo i suoi spigoli prima dell'assemblaggio sulla pinza della stessa



17. **Inserire le nuove viti di fissaggio** della parte mobile della pinza e successivamente rimettere la stessa in posizione



18. **Collegare l'eventuale cavo del sensore usura pastiglia** facendo attenzione a non danneggiare cavo e relativo connettore



19. **Avvitare le viti della pinza;** anche in questo caso è importante **serrare a coppia controllata** utilizzando una chiave dinamometrica, rispettando le prescrizioni di serraggio raccomandate della casa costruttrice



20. Rimontare eventuali altri componenti della pinza (clip metalliche o altri componenti del genere)



21. Assicurarsi che i bulloni ruota siano in buone condizioni generali e mettere sui filetti un prodotto protettivo anti ruggine



22. Infine rimontare la ruota serrando i bulloni con chiave dinamometrica rispettando le prescrizioni della casa costruttrice



Sostituzione del tamburo freno e delle relative ganasce freno

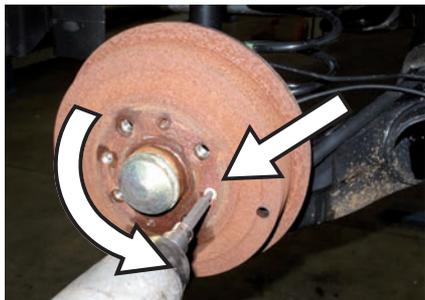
1. Sollevare la vettura da terra in modo stabile e sicuro; rendere accessibile l'area di lavoro rimuovendo la ruota per accedere facilmente alla zona del tamburo



2. Leggere sempre ed attenersi alle eventuali prescrizioni di operazioni particolari date dal costruttore del veicolo



3. **Eliminare le viti che tengono fissato il tamburo** facendo attenzione a non rovinare la testa



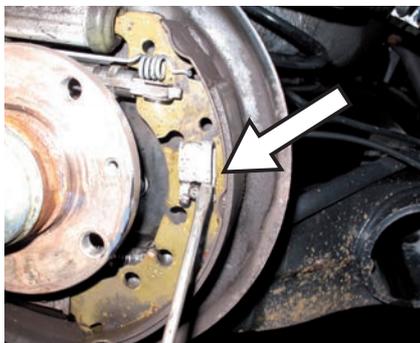
4. Una volta eliminate tutte le viti di fissaggio, **rimuovere il tamburo**



5. **Rimuovere la molla inferiore tra le due ganasce**, se necessario aiutarci con un cacciavite o altro utensile adatto



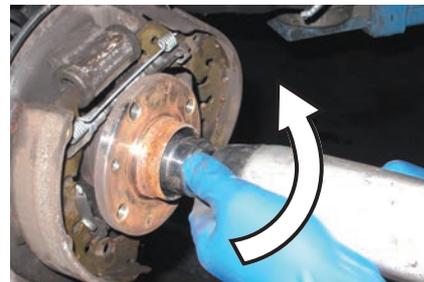
6. **Rimuovere entrambe le clip metalliche ai lati delle ganasce** facendo attenzione a non deformarle, andranno riutilizzate



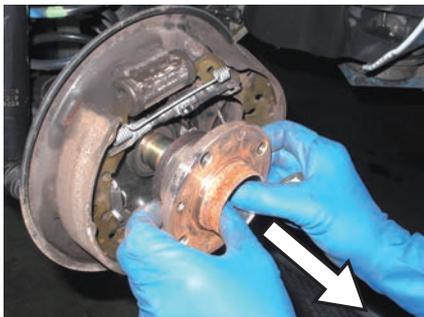
7. **Rimuovere il coperchio metallico centrale**, aiutarsi se necessario con un grosso cacciavite o uno strumento per fare leva



8. **Svitare e rimuovere il dado centrale** che si trova sotto il coperchio di lamiera



9. Se necessario **rimuove il mozzo** centrale sul quale era fissato il tamburo



10. Una volta rimosso il mozzo centrale, è possibile **sfilare le ganasce** dalla loro sede



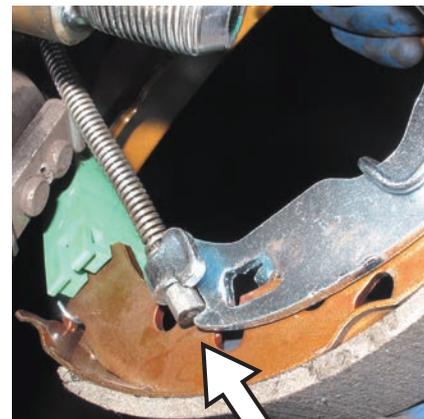
11. **Rimuovere il cavo del freno a mano**, se necessario aiutarsi con un attrezzo, ma fare attenzione a non danneggiare il cavo durante la sua rimozione



12. Per rimontare le ganasce nuove, la prima operazione è **posizionare i due nuovi perni laterali** nella loro sede nel piatto ruota



13. **Riagganciare il cavo del freno a mano** ed assicurarsi che sia inserito correttamente nella sua sede



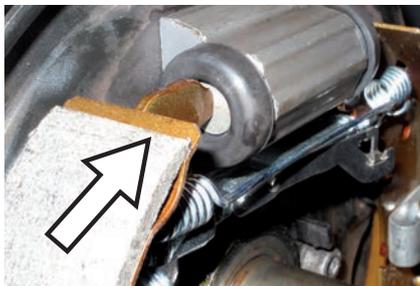
14. Nel caso di utilizzo di Rapid Kit, **rimuovere il distanziale plastico** posizionato tra le due ganasce, serve solamente a tenere in posizione la molla e deve essere rimosso prima del posizionamento delle ga-

nasce nella loro sede. Se invece si utilizzano **serie di ganasce standard**, allora è necessario **smontare le molle ed il registro dalle vecchie ganasce e rimontare il tutto sulle nuove**, facendo particolare attenzione a rimontare i particolari esattamente come erano nelle ganasce smontate.



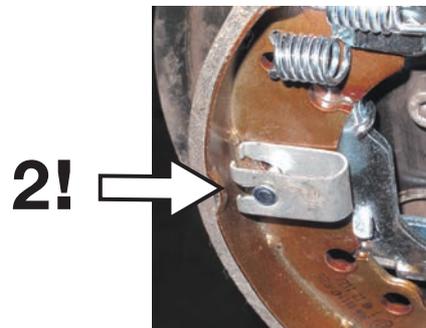
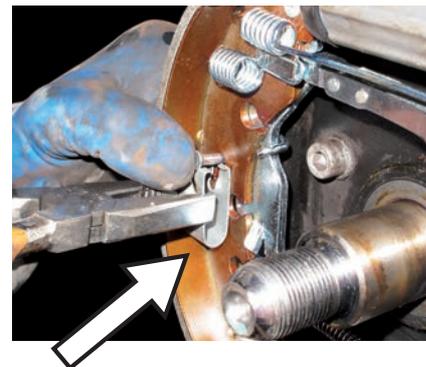
15. Dopo avere sistemato le ganasce nel piatto ruota **assicurarsi che le estremità delle stesse siano ben accoppiate con i pistoncini del cilindretto**; fare attenzione che la

parte metallica delle ganasce non tocchi le cuffie del cilindretto

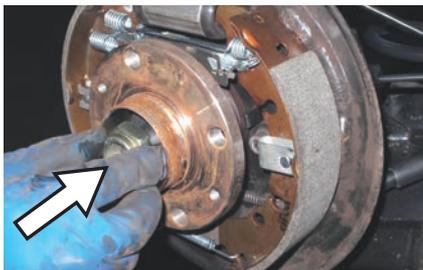


16. Riposizionare le due clip metalliche sui relativi perni, questo assi-

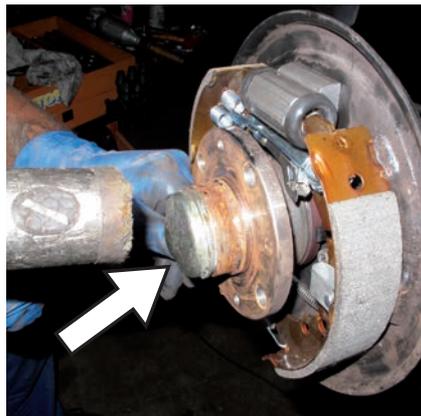
cura in posizione le ganasce nuove. All'occorrenza aiutarsi con una pinza ed assicurarsi che i perni siano ben posizionati nelle sedi



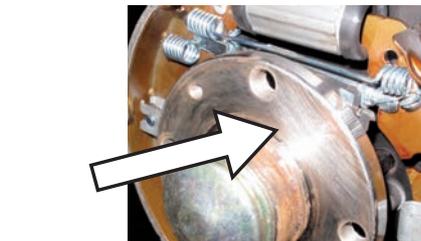
17. Riposizionare il mozzo centrale e serrare il dado che lo blocca utilizzando una chiave dinamometrica ed attenersi scrupolosamente ai valori di coppia indicati dal costruttore del veicolo



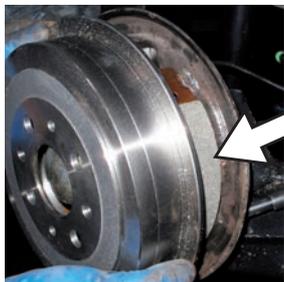
18. Riposizionare il tappo metallico centrale a protezione del dado e reinserirlo stabilmente in sede, se necessario aiutarsi con un martello di plastica



19. Passare il piano del mozzo con tela o carta abrasiva a grana fine in modo da eliminare ruggine e sporco dalla superficie (in alternativa utilizzare una spazzola metallica), al termine pulire la superficie e usare aria compressa per eliminare residui eventuali di abrasivo

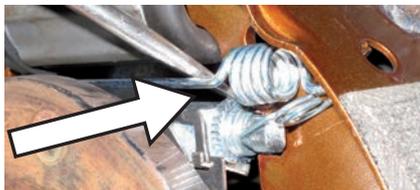


20. Provare a posizionare il tamburo in sede per verificare che sia correttamente montabile

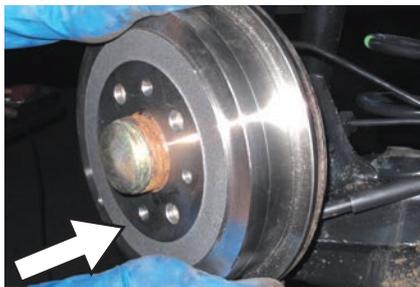


OK?

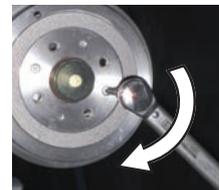
21. Se l'ingombro delle ganasce nuove dovesse risultare eccessivo, è necessario **agire sul meccanismo di registrazione del gioco delle ganasce** stesse in modo da ridurre l'apertura e rendere possibile il montaggio corretto del tamburo; utilizzare un cacciavite in modo da sbloccare il meccanismo di recupero del gioco e registrarne opportunamente la lunghezza con molta cautela vista la delicatezza dei componenti interessati.



22. Una volta che le ganasce sono state registrate è possibile riposizionare correttamente il tamburo nuovo in sede

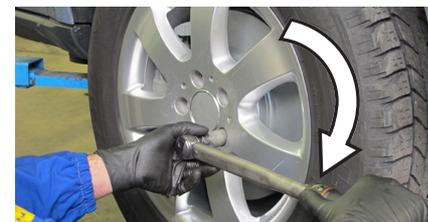


23. Un volta posizionato il tamburo nuovo, è possibile **serrare nuovamente le viti** che lo fissano sempre **attenendosi scrupolosamente ai valori di coppia** indicati dal costruttore del veicolo



24. Verificare il corretto azionamento del freno a mano e in caso effettuare la sua registrazione come da libretto istruzioni della vettura

25. Infine **rimontare la ruota serrando i bulloni con chiave dinamometrica** rispettando le prescrizioni della casa costruttrice



Dischi freno: casistiche di danneggiamento

Fase di rodaggio non rispettata: Il disco presenta una forte colorazione bleu violacea dovuta ad un surriscaldamento. Surriscaldamenti di questa intensità alterano le caratteristiche meccaniche della ghisa in quanto avviene un cambiamento nella struttura molecolare del materiale.

Conseguenze: Leggera vibrazione iniziale che aumenta progressivamente.



Serraggio viti errato: Formazione di cricche sul piano in contatto con il mozzo dovuta all'errata sequenza e coppia di serraggio delle viti. L'errato serraggio delle viti causa una deformazione del piano di fissaggio anche se quest'ultimo non presenta cricche visibili.

Conseguenze: Vibrazioni in frenata.



Temperatura di esercizio eccessiva/ utilizzo intensivo: Il disco presenta cricche sulla fascia frenante dovuta a fatica termica.

Questo problema si manifesta generalmente con un uso intensivo quando lo spessore delle fasce frenanti ha raggiunto o è vicino al TH min.

Conseguenze: Vibrazione in frenata.

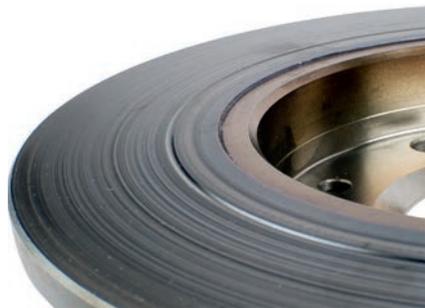


Corpi estranei frapposti tra le pastiglie e la fascia frenante: La fascia frenante presenta profondi solchi circolari.

Conseguenze: Rumorosità in frenata e minore efficienza a causa della diminuzione della superficie a contatto con la pastiglia.

NON accurata pulizia del piano appoggio mozzo: Il disco presenta zone a diversa colorazione dovute a non accorta pulizia del piano di appoggio del mozzo ruota.

Conseguenze: Vibrazione in frenata e rumorosità.



Pastiglie e ganasce freno: casistiche di danneggiamento

Cadute e forzature: Il materiale di attrito presenta caratteristiche di fragilità. È sufficiente una caduta sul pavimento o una forzatura con cacciavite o un martello per creare fessure e danneggiamenti nel materiale.

Conseguenze: Rottura del materiale di attrito.



Errato montaggio o pinze danneggiate: Montaggio non corretto o guide delle pinze danneggiate provocano un blocco nello scorrimento delle pastiglie, mentre il pistone continua a premere.

Conseguenze: Piegature del supporto o distacco del materiale di attrito.



Utilizzo su dischi usurati: La presenza di profonde fessure dimostra che il disco non era in buone condizioni ed ha consumato in modo anormale le pastiglie. Le forze in gioco si distribuiscono in modo non uniforme aumentando l'ampiezza delle vibrazioni.

Conseguenze: Rumore e vibrazioni.



Mancata rettifica dei bordi: Se le pastiglie devono essere accoppiate a dischi usati si devono molare i bordi delle stesse per evitare interferenze con spigoli di usura del disco.

Conseguenze: Rumorosità in frenata e minore efficienza a causa contatto ridotto con il disco.



Pinze non efficienti: La spinta del pistone è irregolare e/o lo scorrimento difficoltoso. La pressione non è uniforme e le pastiglie tendono a rimanere a contatto del disco, quindi il consumo delle pastiglie irregolare.

Conseguenze: Vibrazioni, rumore ed elevato consumo.



Mancato uso degli antivibranti: A volte gli antivibranti vengono forniti come accessori, il mancato uso degli stessi non ostacola la propagazione delle vibrazioni.

Conseguenze: Rumore.



Guida con freno a mano tirato:

Il tamburo e le ganasce raggiungono temperature elevate $>200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Conseguenze: perdita di caratteristiche e distacco del materiale frenante.





more than just aftermarket



METELLI GROUP

METELLI SPA

Via Bonotto, 3/5
25033 Cologne (BS) Italia
Tel. +39 030.705711 - Fax +39 030.7057237
metellispa@metellispa.it - www.metelligroup.it

TRUSTING

Via Guido Rossa, 11
50032 Borgo San Lorenzo (FI) - Italia
Tel. +39 055 8457591 - Fax +39 055 8456381
info@trusting.it - www.trustingparts.com

FRI.TECH.

Via Gratteria, 3/L
12084 Mondovì (CN) - Italia
Tel. +39 0174 551877 - Fax +39 0174 551104
info@fritechparts.com - www.fritechparts.com



AUTOMOTIVE PASSION



metelligroup