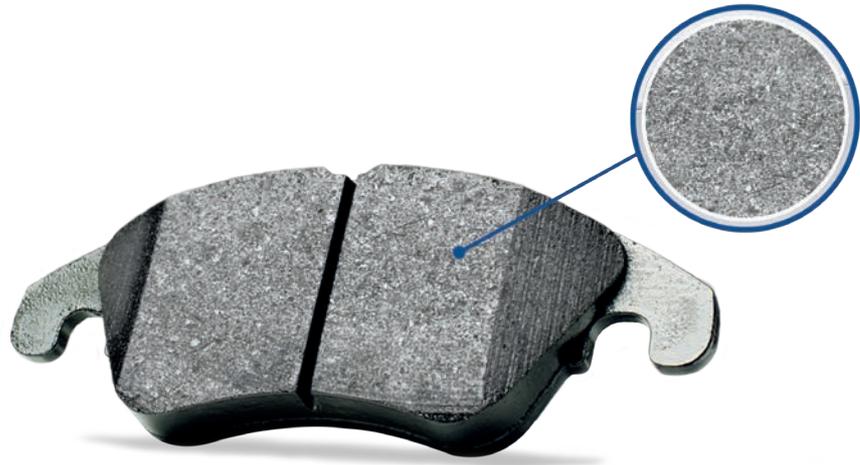


Le pastiglie freno

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.

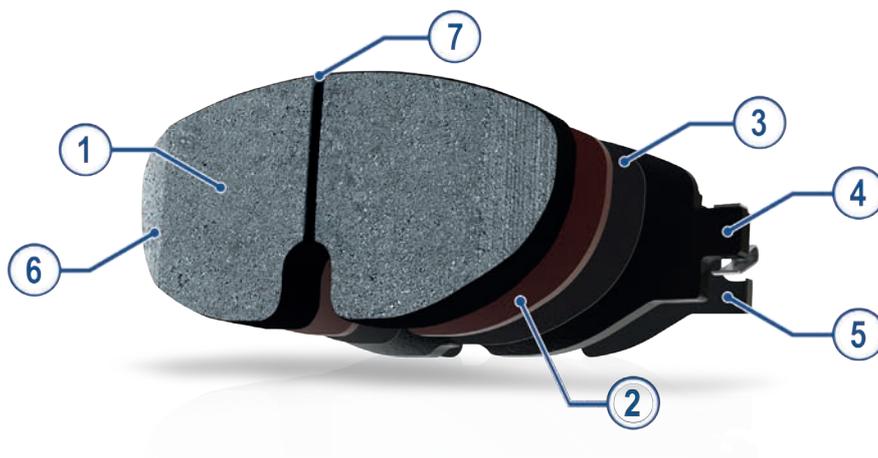
Tuttavia una moderna pastiglia freno, in realtà, rivela una struttura articolata, infatti a seconda delle varie soluzioni progettuali, possono essere presenti:

- 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.

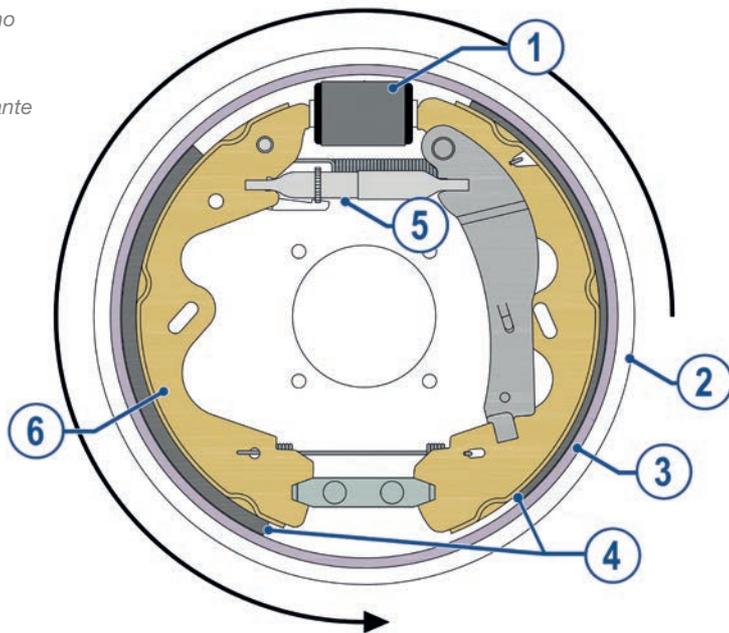
Tale differenza consiste nel fatto che il materiale di frizione sia lineare e che il supporto metallico sia più complesso e costoso. Per questo motivo, nel passato, si riutilizzava il supporto metallico rimuovendo il materiale di frizione usurato sostituendolo con uno nuovo.

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'impiante 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

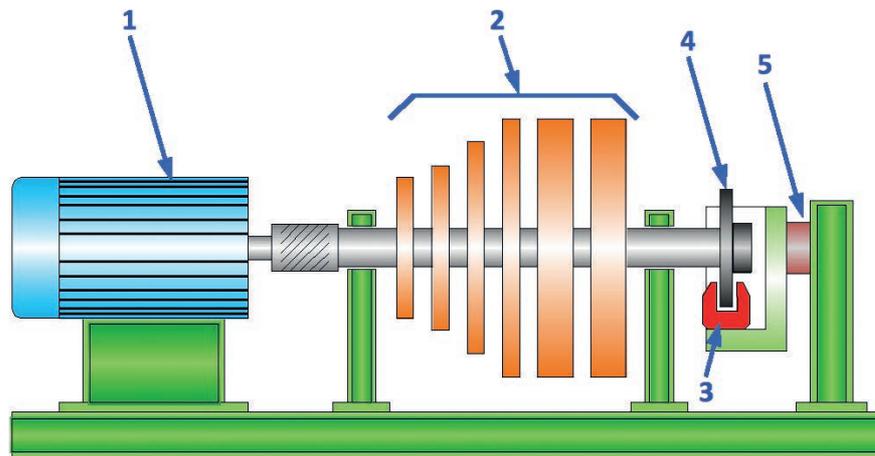
Grazie alla struttura dei nostri banchi prova, per investigare ogni aspetto del comportamento dei nostri prodotti, possiamo eseguire una enorme varietà di test differenti, tra cui:

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

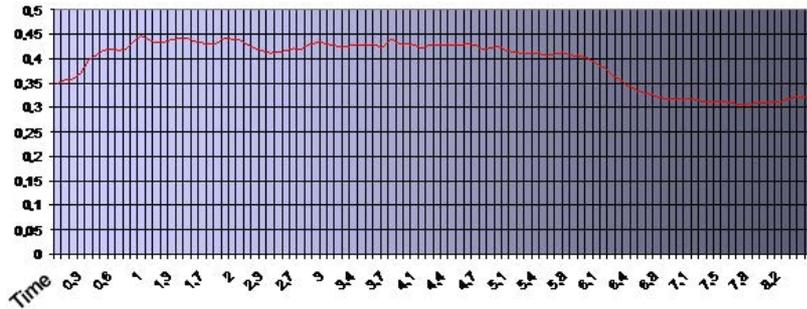
La frenata è un fenomeno fortemente transitorio, nell'arco di pochi secondi la velocità viene azzerata (o fortemente ridotta)

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.

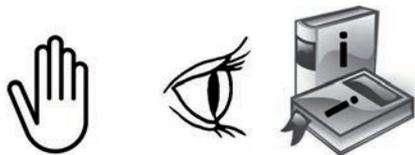


Sostituzione del disco freno e delle relative pastiglie freno

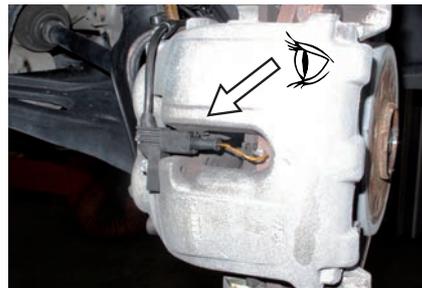
1. Sollevare la vettura da terra in modo stabile e sicuro; rendere accessibile l'area di lavoro rimuovendo la ruota per accedere facilmente alla zona del disco



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



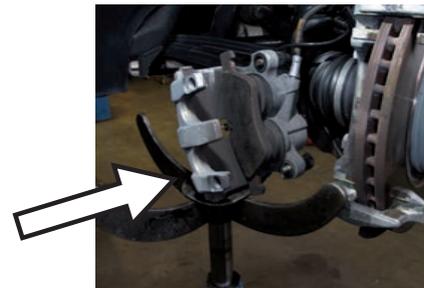
3. Controllare la presenza di eventuali collegamenti elettrici per i sensori di usura pastiglia, scollegarli facendo attenzione a non danneggiare il connettore



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

OK?



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!

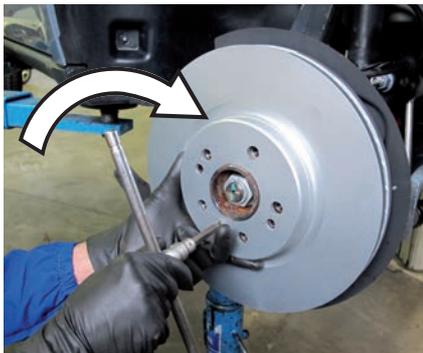
10. Controllare con l'ausilio di un comparatore magnetico lo sbandamento del piano del mozzo pulito, lungo una rotazione completa dello stesso; un valore di sbandamento superiore a pochi decimi può essere un segnale di potenziali problemi al mozzo ruota, ai cuscinetti o magari al gambo del giunto omocinetico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



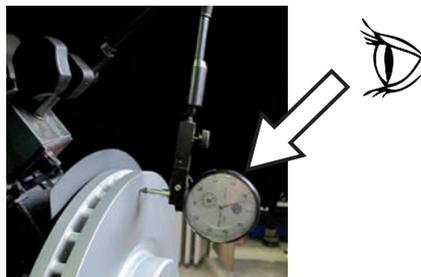
12. **Montare** sul mozzo con la superficie già pulita il **nuovo disco freno**. Se il disco è fornito con il trattamento DSP (**D**isc **S**urface **P**rotection) non serve eliminare il trattamento dalle fasce frenanti, in caso contrario si raccomanda una pulizia delle fasce con un prodotto detergente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



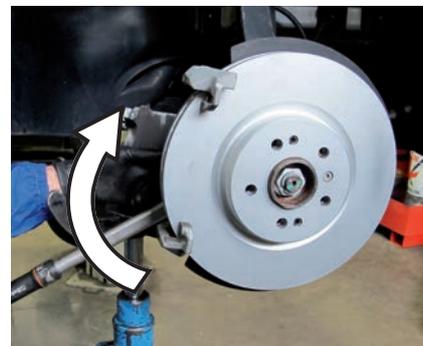
13. **Rimontare le viti di bloccaggio del disco**, verificandone il buono stato generale, assicurarsi che il filetto non sia rovinato e che la testa della vite sia in buono stato



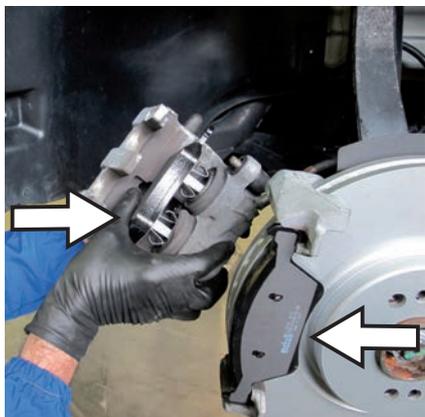
14. **Rieseguire il controllo di sbandamento** una volta montato il disco freno per assicurarsi che giri correttamente senza oscillazioni anomale; l'oscillazione complessiva nell'arco di un giro completo non dovrebbe mai superare 0.1 mm



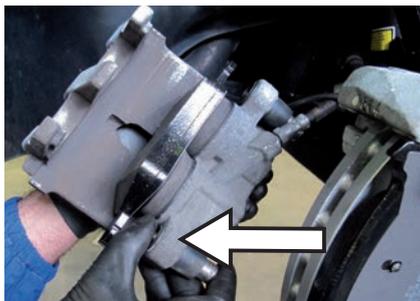
15. **Rimontare la parte fissa della pinza freno** avendo l'accortezza di **utilizzare viti di fissaggio nuove con adeguata resina anti svitamento e serrare a coppia controllata** utilizzando una chiave dinamometrica, rispettando le prescrizioni di serraggio raccomandate della casa costruttrice



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



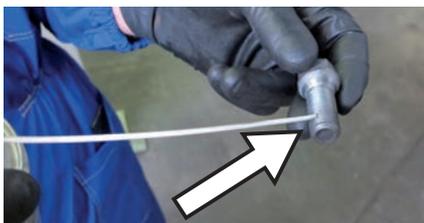
19. **Avvitare le viti della pinza;** anche in questo caso è importante **serrare a coppia controllata** utilizzando una chiave dinamometrica, rispettando le prescrizioni di serraggio raccomandate della casa costruttrice



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

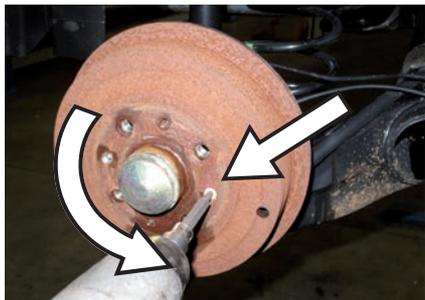
1. Sollevare la vettura da terra in modo stabile e sicuro; **rendere accessibile l'area di lavoro** rimuovendo la ruota per accedere facilmente alla zona del tamburo



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



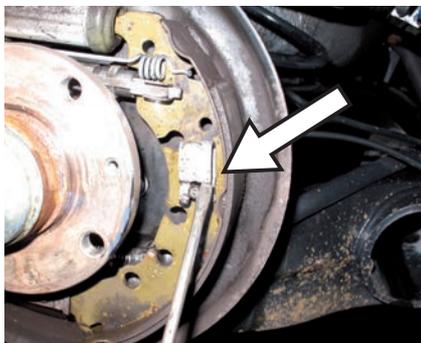
4. Una volta eliminate tutte le viti di fissaggio, **rimuovere il tamburo**



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



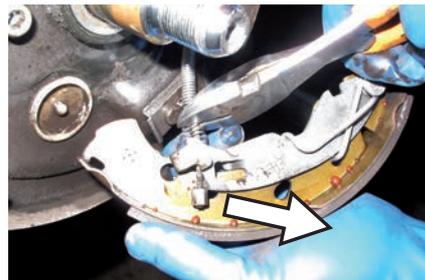
9. Se necessario **rimuove il mozzo** centrale sul quale era fissato il tamburo



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



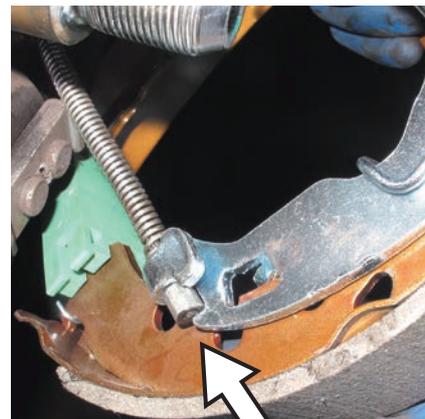
11. **Rimuovere il cavo del freno a mano**, se necessario aiutarsi con un attrezzo, ma fare attenzione a non danneggiare il cavo durante la sua rimozione



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

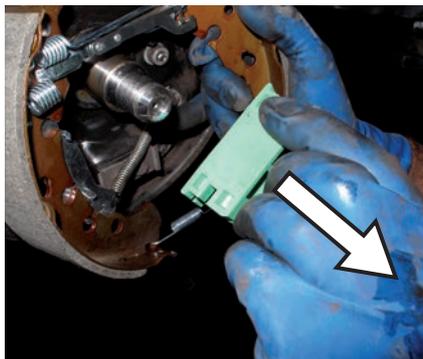


13. **Riagganciare il cavo del freno a mano** ed assicurarsi che sia inserito correttamente nella sua sede



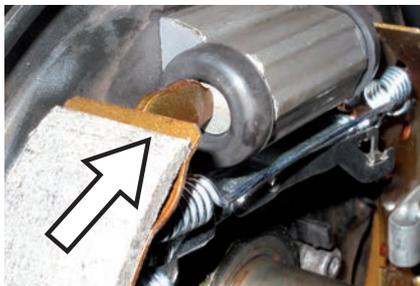
14. Nel caso di utilizzo di Rapid Kit, **rimuovere il distanziale plastico** posizionato tra le due ganasce, serve solamente a tenere in posizione la molla e deve essere rimosso prima del posizionamento delle ga-

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.



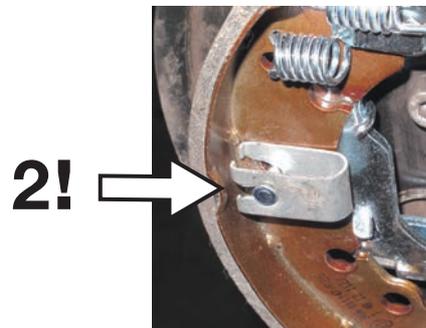
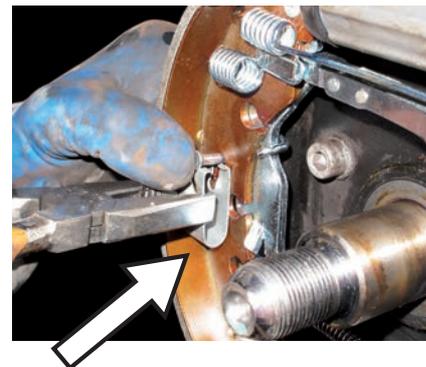
15. Dopo avere sistemato le ganasce nel piatto ruota **assicurarsi che le estremità delle stesse siano ben accoppiate con i pistoncini del cilindretto**; fare attenzione che la

parte metallica delle ganasce non tocchi le cuffie del cilindretto

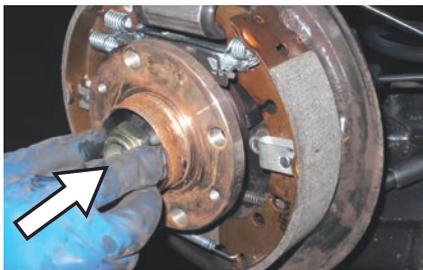


16. Riposizionare le due clip metalliche sui relativi perni, questo assi-

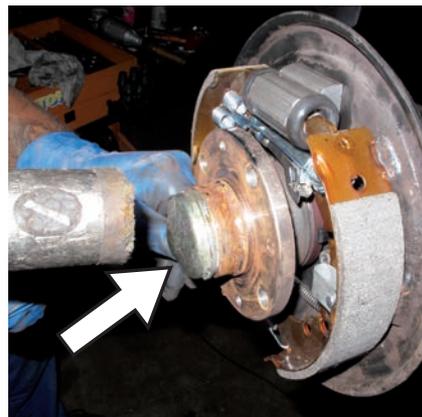
cura in posizione le ganasce nuove. All'occorrenza aiutarsi con una pinza ed assicurarsi che i perni siano ben posizionati nelle sedi



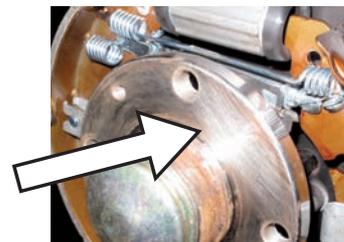
17. Riposizionare il mozzo centrale e serrare il dado che lo blocca utilizzando una chiave dinamometrica ed attenersi scrupolosamente ai valori di coppia indicati dal costruttore del veicolo



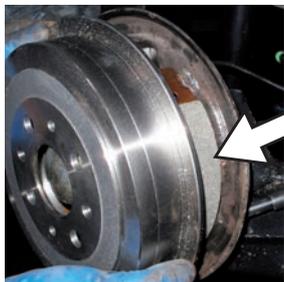
18. Riposizionare il tappo metallico centrale a protezione del dado e reinserirlo stabilmente in sede, se necessario aiutarsi con un martello di plastica



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

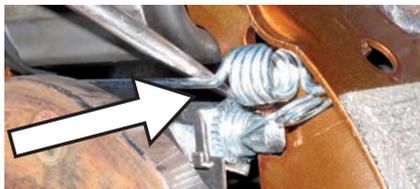


20. Provare a posizionare il tamburo in sede per verificare che sia correttamente montabile

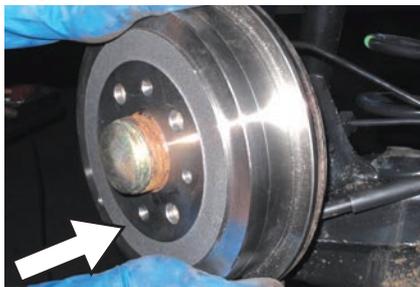


OK?

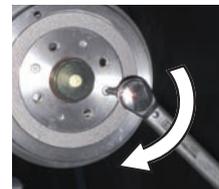
21. Se l'ingombro delle ganasce nuove dovesse risultare eccessivo, è necessario **agire sul meccanismo di registrazione del gioco delle ganasce** stesse in modo da ridurre l'apertura e rendere possibile il montaggio corretto del tamburo; utilizzare un cacciavite in modo da sbloccare il meccanismo di 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

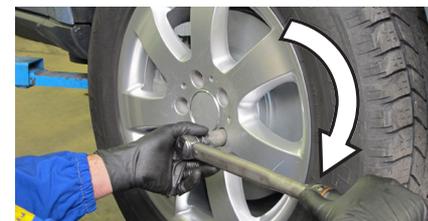


23. Un volta posizionato il tamburo nuovo, è possibile **serrare nuovamente le viti** che lo fissano sempre **attenendosi scrupolosamente ai valori di coppia** indicati dal costruttore del veicolo



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

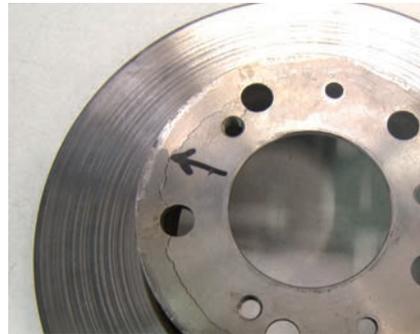
Fase di rodaggio non rispettata: Il disco presenta una forte colorazione blu violacea dovuta ad un surriscaldamento. Surriscaldamenti di questa intensità alterano le caratteristiche meccaniche della ghisa in quanto avviene un cambiamento nella struttura molecolare del materiale.

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.

