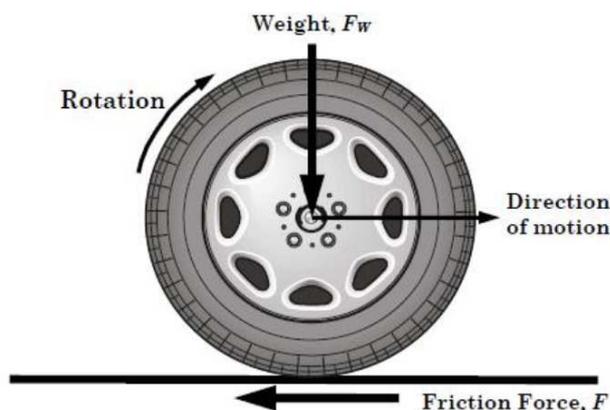


Aderenza in ambito stradale (grip)

23/07/2019

Cos'è l'aderenza?

L'aderenza in ambito stradale (μ) è una forza che resiste al moto relativo tra "pneumatico" e "pavimentazione". Durante la rotazione o lo scivolamento dello pneumatico, che è caricato dal peso del veicolo (F_w), si crea una forza resistente (F) nella zona di contatto con la pavimentazione stradale. Si può schematizzare il tutto con la figura qui sotto:



L'aderenza (μ) è quindi rappresentata dal rapporto tra la forza di attrito e il carico verticale:

$$\mu = F/F_w$$

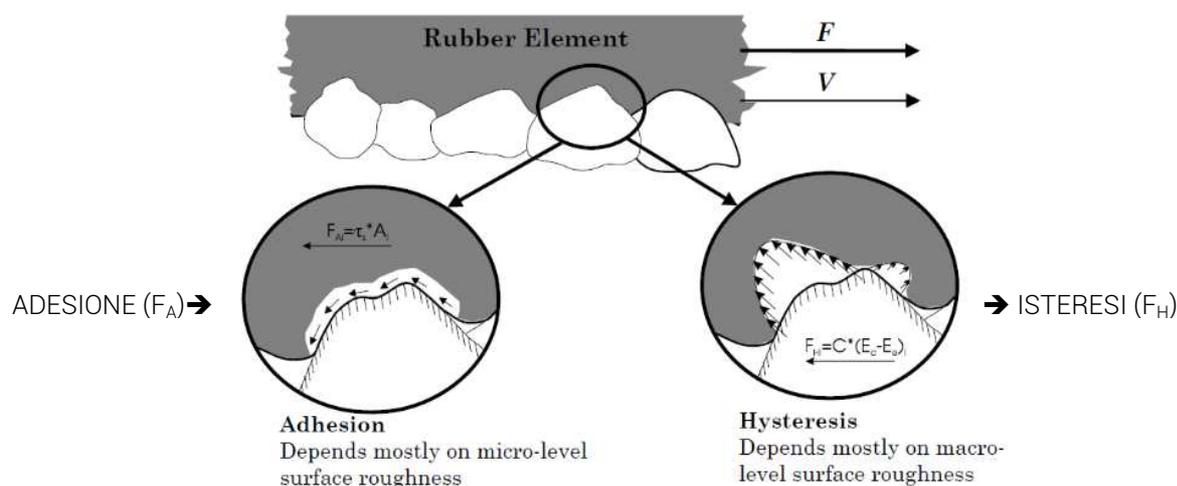
E' un valore fondamentale per la sicurezza stradale: in assenza di aderenza infatti il guidatore non potrebbe mai mantenere la traiettoria di un veicolo, in modo sufficientemente sicuro, in entrambe le direzioni (longitudinale e trasversale).

Il meccanismo di aderenza

La rugosità superficiale della strada (superficie dura) influenza fortemente l'aderenza con il corpo "gommoso" rappresentato dallo pneumatico.

La aderenza è infatti dipendente da 2 forze:

- adesione;
- isteresi.



Aderenza in ambito stradale (grip)

23/07/2019

Sono due forze molto diverse tra loro, che si attivano in presenza dei "microlivelli" e "macrolivelli" tipici della rugosità:

- Adesione (F_A). → Dipende dalla resistenza al taglio e dall'area di contatto. E' data dall'incastro tra la "gomma" e la "superficie della pavimentazione". In linea generale si può dire che all'aumentare della "rugosità" della superficie e della "morbidezza" della gomma, si avrà un aumento della forza di adesione.
- Isteresi (F_H) → E' causata dalla perdita di energia dovuta dalla "deformazione" subita dallo pneumatico (= avvolgimento dello pneumatico attorno alla tessitura). Semplificando molto si può dire che l'isteresi è come una "colla" che tende ad unire pneumatico e strada.

L'aderenza può perciò essere espressa come la sommatoria tra le due forze sopraindicate, secondo la logica indicata qui sotto:

$$F = F_A + F_H$$

$$(\mu) = (F_A + F_H) / F_w$$

Cosa influenza l'aderenza?

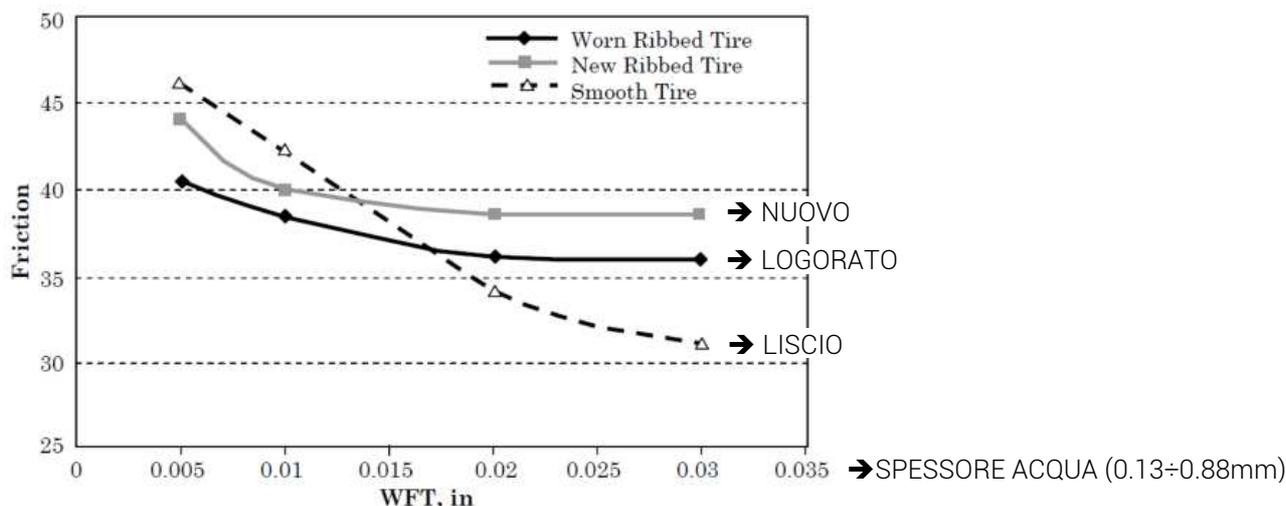
Molti sono i fattori in grado di influenzare l'aderenza:

- Caratteristiche superficiali (tessitura, temperatura, proprietà materiali);
- Proprietà pneumatico (disegno, tipo gomma, temperatura, carico, pressione);
- Parametri veicolo (velocità, azione frenante, svolte, sorpassi,...);
- Fattori ambientali (vento, temperatura, acqua, neve, ghiaccio,...);
- Contaminanti (sporco, fango, detriti, sabbia, sale,...).

In fase di progettazione il progettista deve principalmente tenere conto di:

- tessitura (micro e macro);
- proprietà dei materiali che costituiscono la strada;
- temperatura;
- presenza di acqua.

A titolo di esempio, vedasi tabella sottostante, si possono paragonare 3 tipologie di pneumatici (lisci, logori e nuovi) testati su diversi spessori di pellicola d'acqua (da 0.13 a 0.88mm). Le differenze di aderenza sono assai notevoli, con una riduzione dell'aderenza tra il 15 e il 30%.



Aderenza in ambito stradale (grip)

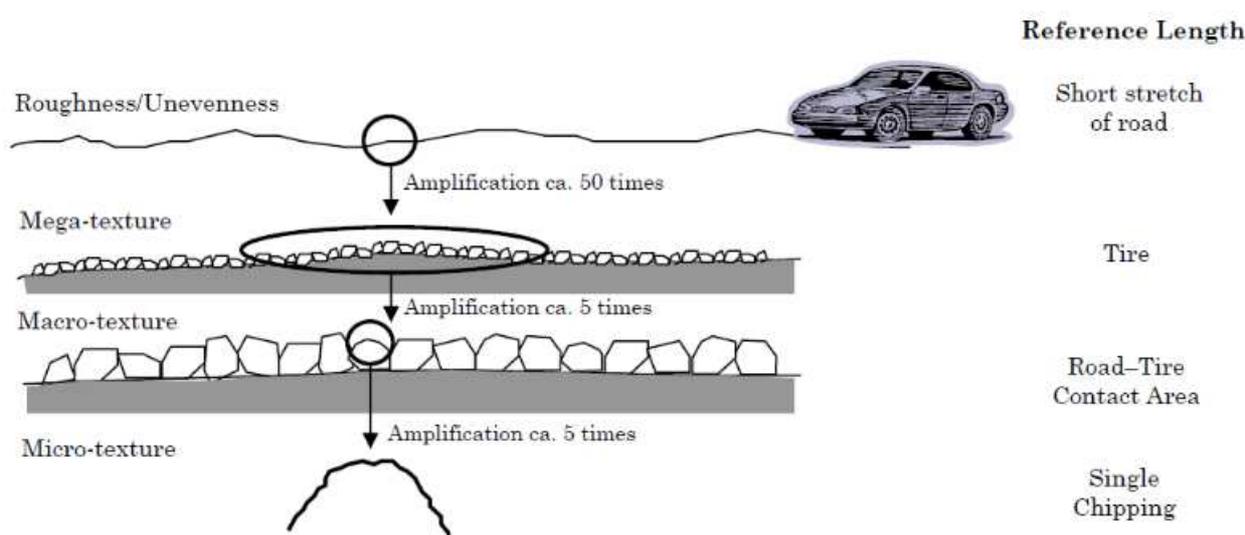
23/07/2019

La tessitura della pavimentazione

La tessitura è data dalla differenza tra la "forma di una superficie perfettamente piana" e la "forma di una superficie irregolare". Esiste anche una classificazione della tessitura (PIARC – 1987) in funzione della rugosità superficiale che viene riscontrata:

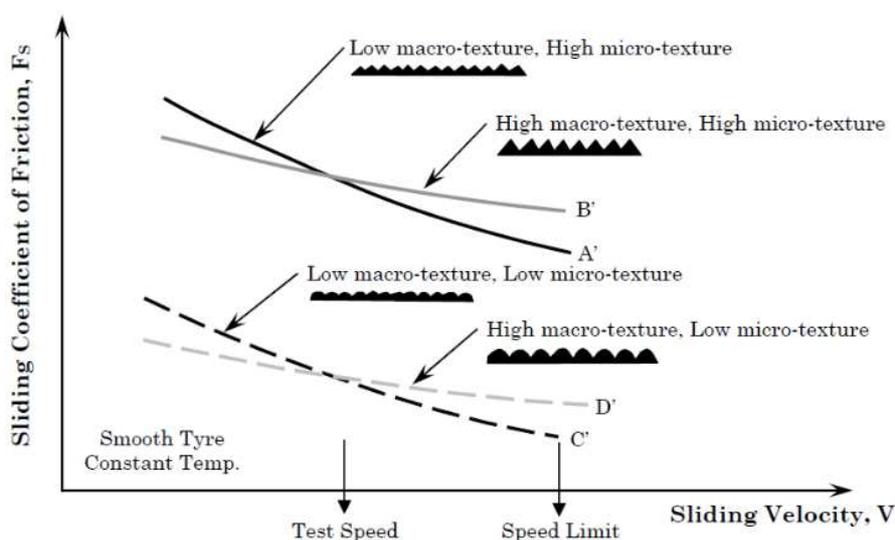
- micro-tessitura → caratteristiche riscontrabili al microscopio degli aggregati);
- macro-tessitura → aggregati e mix design;
- mega-tessitura → difetti ed ondulazioni macroscopici (stradali) nella zona di contatto tra pneumatico e pavimentazione.

La figura qui sotto rappresenta le differenze tra le varie tipologie di tessitura, considerando asperità di lunghezza <50cm (date dalla mega-tessitura):



L'aderenza è molto influenzata dall'interazione tra ruota e micro/macro tessitura, visto l'innescarsi dei fenomeni di adesione e isteresi.

Studi dimostrano che a velocità sostenuta l'aderenza si riduce meno nel caso di maggiore macro-tessitura superficiale; a velocità più ridotte favorisce maggiormente l'aderenza una superficie con una maggiore micro-tessitura.

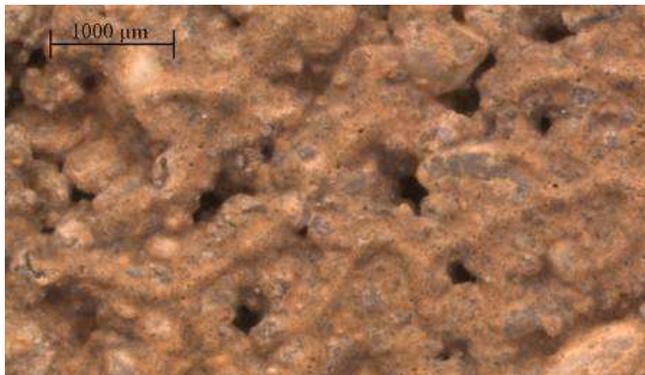


Aderenza in ambito stradale (grip)

23/07/2019

Cosa influenza la tessitura di una pavimentazione?

Nel caso di una pavimentazione in masselli autobloccanti la tessitura dipende fortemente dal tipo di aggregati utilizzati (tipologia, petrografia, granulometria), dal mix design, dai trattamenti superficiali.



La foto al microscopio della superficie di una nostra pavimentazione mette in evidenza oltre agli aggregati la presenza di micro-fori.

E' chiaro che maggiore è la "durezza" degli aggregati, minore sarà la loro levigatura data dal passaggio dei veicoli e quindi maggiore sarà il mantenimento del grip nel corso degli anni.

Un altro fattore importante della pavimentazione sono le fughe tra i vari masselli/lastre. La larghezza delle fughe varia molto in funzione del modello di pavimento: ci possono infatti essere fughe strette e rade (3-5%) oppure larghe e frequenti (fino al 20%).

In base alle considerazioni del precedente paragrafo, le pavimentazioni a maggiore percentuale di foratura (data dalle fughe) sono da evitare nelle zone dove la velocità è sostenuta; infatti le fughe riducono l'area di contatto tra la pavimentazione e lo pneumatico. Nelle zone a bassa velocità (zone 30 urbane) la percentuale non influenza sostanzialmente il valore di aderenza.

La presenza "critica" di acqua su una superficie

Il fattore che influenza maggiormente l'aderenza è la presenza di acqua sulla superficie. Si stima che più del 25% degli incidenti avvengono in condizioni di strade bagnate a causa dello slittamento dei pneumatici sulla superficie.

La fughe di una pavimentazione, di cui al precedente capitolo, incidono fortemente sulla quantità di acqua presente su una superficie stradale: se riempite in sabbia favoriscono infatti il rapido deflusso delle acque durante gli eventi meteorici.

Una pavimentazione che sia in grado di drenare l'acqua in modo soddisfacente e con una aderenza di buon livello, potrebbe ridurre sensibilmente gli incidenti stradali causati da slittamento dei veicoli.

Infatti, su una superficie poco porosa e non drenante, basta una pioggia appena percettibile (0.1 mm/h) oppure condizioni di umidità elevata (nebbia) per creare una pellicola di acqua sulla stessa. Tale pellicola agisce come un "lubrificante" tra pneumatico e pavimentazione, portando ad una drastica riduzione dell'aderenza.

Il caso più drastico invece è quello del ben noto fenomeno "acqua planning": presenza di acqua notevole e velocità sostenuta sono un mix micidiale per la circolazione stradale.

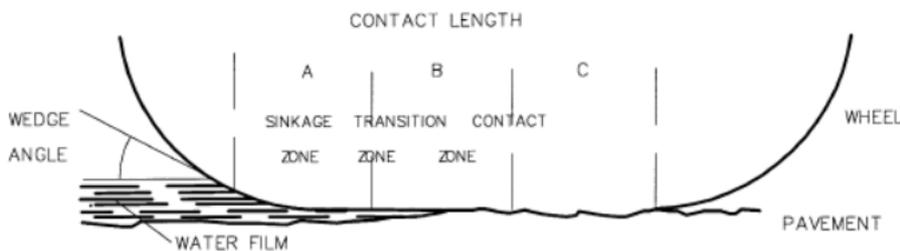
C'è da dire che su una pavimentazione autobloccante è impossibile, vista la presenza delle fughe e per la rugosità intrinseca del materiale, che si formi un "film" omogeneo di acqua.

Le sporgenze della superficie, la macro-tessitura e presenza di vuoti (tutte caratteristiche di una pavimentazione autobloccante) sono elementi a favore della sicurezza stradale dei veicoli.

Aderenza in ambito stradale (grip)

23/07/2019

Quando lo pneumatico appoggia sulla superficie stradale si formano infatti 3 zone di contatto:



- affondamento (A)
- transizione (B)
- contatto (C)

Nella prima zona (A) non c'è contatto tra pavimentazione e pneumatico. Nella seconda zona (B) la pellicola di acqua viene parzialmente interrotta dalle rugosità della pavimentazione a favore di un primo contatto tra pneumatico e superficie. Nella terza zona (C) l'acqua viene espulsa, dalle scanalature dello pneumatico, rendendo possibile il completo contatto ed aumentare l'aderenza.

Queste 3 zone possono avere larghezza diverse in funzione di parecchie variabili:

- spessore film d'acqua;
- modello battistrada;
- pressione pneumatico;
- caratteristiche macro-tessitura;
- velocità del veicolo.

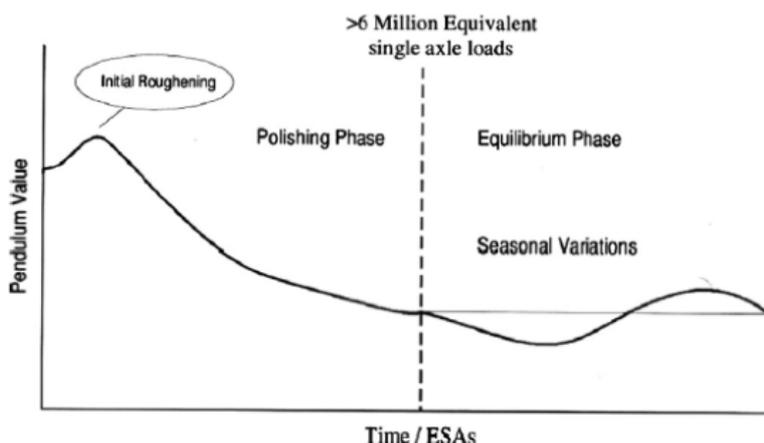
Una pavimentazione autobloccante è in grado di limitare al massimo la presenza di acqua sulla superficie, eliminando quindi il problema della presenza del film d'acqua; è inoltre in grado di fornire, per le sue caratteristiche intrinseche, una superficie composta da micro e macro rugosità

Una pavimentazione autobloccante induce peraltro, inconsciamente, i conducenti dei veicoli a rallentare (per il diverso rumore/rollio) e li stimola ad una maggiore attenzione (per il diverso colore rispetto all'asfalto).

Il fenomeno della lucidatura ("polishing")

La superficie di una pavimentazione (stradale soprattutto) è assoggettata a continue e progressive variazioni durante il ciclo di vita della stessa.

Il continuo passaggio di veicoli tende naturalmente a levigare gli aggregati che compongono la micro-rugosità superficiale del pavimento, specialmente se gli aggregati sono scoperti e petrograficamente "morbidi".



Il fenomeno del polishing tende comunque a stabilizzarsi nel tempo.

Esso è fortemente influenzato dalle caratteristiche petrografiche e chimiche degli inerti utilizzati per comporre la superficie.

Aderenza in ambito stradale (grip)

23/07/2019

Nel caso delle pavimentazioni autobloccanti questo fenomeno può essere maggiormente controllato in quanto gli aggregati utilizzati hanno una pezzatura, granulometria ed eterogeneità diversa rispetto agli asfalti.

Inoltre varie prove comparative eseguite su superfici stradali, dimostrano che a distanza di anni una superficie in masselli mantiene una aderenza molto più elevata rispetto ad asfalto, porfido e pietra naturale.

Le prove sul campo condotte da Ferrari BK

Durante il mese di Dicembre 2015, sono state condotte alcune prove per la determinazione della resistenza di attrito radente mediante Pendulum Test (CNR B.U. n°105).



La misurazione dell'attrito radente avviene su una superficie, abbondantemente bagnata, sulla quale viene fatto oscillare più volte il *pendulum* e calcolando la media della ultime 3 misurazioni fatte.

Al termine della prova si misura la temperatura della superficie al fine di correlare il valore BPN misurato alla temperatura standard di riferimento (15°C). Più alto sarà il valore BPN, maggiore sarà il "grip" (aderenza) della pavimentazione.

Sono stati sottoposti a misurazione due ambiti di tipo stradale: il primo a Vago di Lavagno (VR) ed il secondo a Negrar (VR). Le finiture dei masselli "Via Del Centro", presenti in entrambe i cantieri, sono: "Adige" (liscia) e "Granitica" (bocciardata). Avendo gli ambito epoche di realizzazione diverse è risultato possibile per i masselli avere dei valori di aderenza a "nuovo" e dopo qualche anno di utilizzo.

Queste le misurazioni:

1) Ambito di Vago di Lavagno (VR)

Tipo di pavimentazione	Finitura	Età	Valore medio BPN
Masselli "Via Del Centro"	Adige	Nuova	72
Masselli "Via Del Centro"	Granitica	Nuova	75
Conglomerato bituminoso (usura)	-	Nuova	71

Questi primi valori mostrano che entrambe le finiture dei masselli hanno ottenuto elevati valori di attrito radente BPN, di poco superiori a quello del manto di usura in conglomerato bituminoso.

2) Ambito di Negrar (VR)

Tipo di pavimentazione	Finitura	Età	Valore medio BPN
Cubetti di porfido	-	>10 anni	45
Cubetti in marmo Carrara	-	>10 anni	Non misurabile
Masselli "Via Del Centro"	Adige	2 anni	63
Masselli "Via Del Centro"	Granitica	2 anni	48
Lastre in pietra calcarea	Levigata	2 anni	23
Conglomerato bituminoso (usura)	-	Nuova	53

Questi valori invece evidenziano il decremento del valore BPN dovuto all'azione di lucidatura dato dal passaggio dei mezzi (effetto "polishing").

Aderenza in ambito stradale (grip)

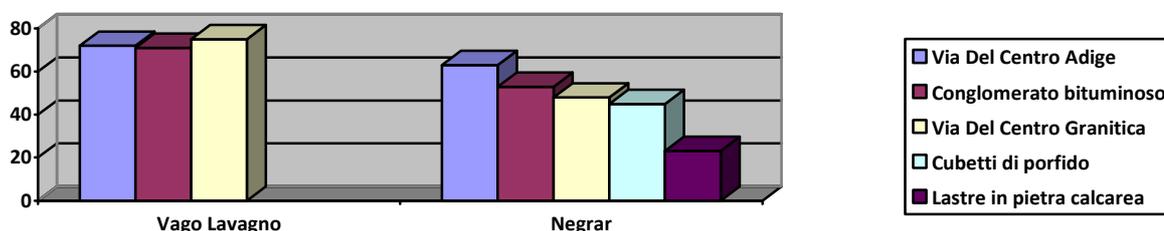
23/07/2019

Il calo del valore BPN, per le pavimentazioni comparabili, è riassunto nella tabella seguente:

Tipo di pavimentazione	Valore medio BPN		Variazione
	Vago di Lavagno	Negrar	
Masselli "Via Del Centro" finitura Adige	72	63	-12.5%
Masselli "Via Del Centro" finitura Granitica	75	48	-36%
Conglomerato bituminoso (usura)	71	53	-25.3%

Si evidenzia inoltre:

- il basso valore BPN della "pietra calcarea" (23) e quello dei "cubetti di marmo carrara" (addirittura non misurabile);
- il valore BPN dei "cubetti di porfido" (45) è simile a quello della finitura "Granitica" di "Via Del Centro" (48).



Rappresentazione grafica delle misurazioni nei 2 ambiti di prova

Per tirare le somme si può quindi affermare che:

- la superficie "invecchiata" con il maggiore valore di attrito radente è risultata essere d gran lunga "Via Del Centro" finitura "Adige" (BPN 63);
- "Via Del Centro" con finitura "Adige" ha inoltre subito il minor calo di valore BPN (-12.5%);
- "Via Del Centro" finitura "Granitica" ed il "conglomerato bituminoso" d'usura, vista la loro peculiare superficie con "aggregati a vista", hanno subito il maggiore decremento % di attrito radente, attestandosi ad un valore BPN simile;
- I cubetti in porfido, di età >10 anni, raggiungono un valore di BPN=45 inferiore a quelli del "conglomerato bituminoso" e della finitura "Granitica" di "Via Del Centro".

Richiedi maggiori informazioni a ufficiotecnico@ferraribk.it