

SITEBSi srl
**Rassegna
del bitume**

RIVISTA DEL SITEB-ASSOCIAZIONE ITALIANA BITUME ASFALTO STRADE

ESTRATTO DAL N° **50/05**

**CLA mix: sistema di calcolo per la stima delle prestazioni di
aderenza delle pavimentazioni stradali**

*CLA mix: calculation system to estimate adhesion performances of
road pavements*

*Camomilla Gabriele
Autostrade per l'Italia*

*Fornaci Massimo Giulio
Autostrade per l'Italia*

*Berardinetti Pierluigi
Autostrade per l'Italia*

*Lanucara Roberto
Tecnoroad Sas*

CLA mix: sistema di calcolo per la stima delle prestazioni di aderenza delle pavimentazioni stradali

CLA mix: calculation system to estimate adhesion performances of road pavements

GABRIELE CAMOMILLA,
MASSIMO GIULIO FORNACI,
PIERLUIGI BERNARDINETTI
Autostrade per l'Italia Spa
ROBERTO LANUCARA
Tecnoroad Sas

Riassunto

L'articolo descrive il metodo di prova e di calcolo utilizzato da *Autostrade per l'Italia* per la valutazione delle prestazioni globali di aderenza fornita dagli inerti costituenti una miscela bituminosa per strato di usura. Il conglomerato può essere considerato una "roccia composita" con un proprio particolare valore di CLA, risultante dalla matrice di CLA (degli inerti) tra loro differenti.

Summary

The paper describes test and calculation methods used by Autostrade per l'Italia to evaluate global adhesion performances of a bituminous mixture's inerts employed for wearing course. The mixture could be considered as a "composed rock", with a specific CLA value, deriving from the CLA matrix of different inerts.

1. Introduzione

Uno dei parametri più importanti che si richiede ai manti stradali è l'aderenza (CAT – Coefficiente di Aderenza Trasversale), misurata mediante vari strumenti (SUMMS, Skid Tester, ecc.).

Questo parametro è legato direttamente al valore di CLA (Coefficiente di Levigabilità Accelerata - CNR 140/92), test di abrasione misurato su campioni di inerti selezionati ed incollati ad un supporto rigido (Fig. 1). La conoscenza di tale valore risulta di fondamentale importanza, in quanto esso influenza in modo considerevole l'aderenza tra il pneumatico e la pavimentazione (CAT).

Indirettamente, tale parametro viene influenzato dalla mescola del pneumatico, dalla velocità del

mezzo, dagli agenti esterni, dalla geometria della strada e dalla tessitura e tipologia dello strato superficiale della pavimentazione. La natura petrografica degli inerti che costituiscono lo strato influisce fortemente sui valori iniziali di CAT e sulla sua durata nel tempo, ma risulta sempre più difficile trovare inerti naturali con la caratteristica necessaria, per cui si è cercata una alternativa legata ad un fenomeno già noto e studiato nel passato.

Si tratta dell'effetto "contrasto di durezza" che si è visto fornire vantaggiosi risultati sull'aderenza fornibile; infatti, conglomerati bituminosi formati con inerti che abbiano durezza (e quindi CLA) diverse danno luogo ad un buon comportamento di aderenza perché il consumo dei medesimi inerti si ha in tempi diversi. È come se ci si trovasse di fronte ad una "roccia compo- ➤

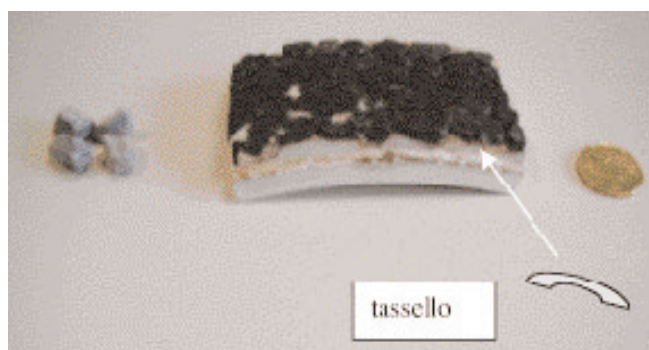


FIG. 1 Supporto di incollaggio delle graniglie

sita" (il conglomerato bituminoso) che ha un particolare CLA, risultante da una matrice di CLA (degli inerti) tra loro differenti. Nel passato questo contrasto di durezza era stato studiato con misure di durezza Vickers fatte su cubetti di roccia madre; la percentuale di presenze superficiali delle diverse rocce, data l'assenza di computer, era valutata da foto ingrandite delle superfici di conglomerato, ottenute le quali, venivano ritagliate e suddivise, per poi essere pesate per ottenere le percentuali di diverse presenze in superficie delle rocce di diversa durezza.

Sulle esperienze del tipo ricordato, seguite da impieghi operativi soddisfacenti, si può allora ipotizzare che anche il mix di inerti di rocce diverse possa essere considerato con un CLA specifico, il CLA mix.

Si è pensato allora di definire criteri di misura e di calcolo di questa caratteristica, che deriva dalla mescolanza studiata degli inerti per gli strati superficiali, che sfrutta sia la diversità delle durezza (per le rocce naturali) che i diversi meccanismi di consumo (per le rocce artificiali come l'argilla espansa) e che dà una idea delle durate di CAT ottenibili.

In questo articolo si descrivono questi sistemi di calcolo e di prova per la valutazione delle prestazioni globali di aderenza fornita dagli inerti presenti in una miscela bituminosa per strati di usura che sfrutta l'estrema variabilità della natura dei materiali presenti sul territorio italiano e/o disponibili per via artificiale. L'impiego operativo che è seguito a queste metodologie di prova (in particolare con l'uso di inerti artificiali che si consumano lasciando una microporosità elevata) ha permesso di verificare la validità degli assunti sopra riportati.

2. La prova di CLA

La prova individua il valore del coefficiente di levigabilità accelerata CLA che caratterizza l'attitudine delle graniglie a levigarsi sotto l'azione del traffico stradale. Il CLA è l'equivalente italiano della sigla inglese PSV (*Polished Stone Value*) e quello francese CPA (*Coefficient de Polissage Accélééré*).

La prova, normata dal BU del CNR n. 140/92 consiste nel far levigare, con pezzature diverse di corindone, la superficie di tasselli sui quali sono stati incollati inerti selezionati da testare insieme ad inerti di riferimento (sempre gli stessi - *flintstone* roccia silicea inglese, Fig. 2).

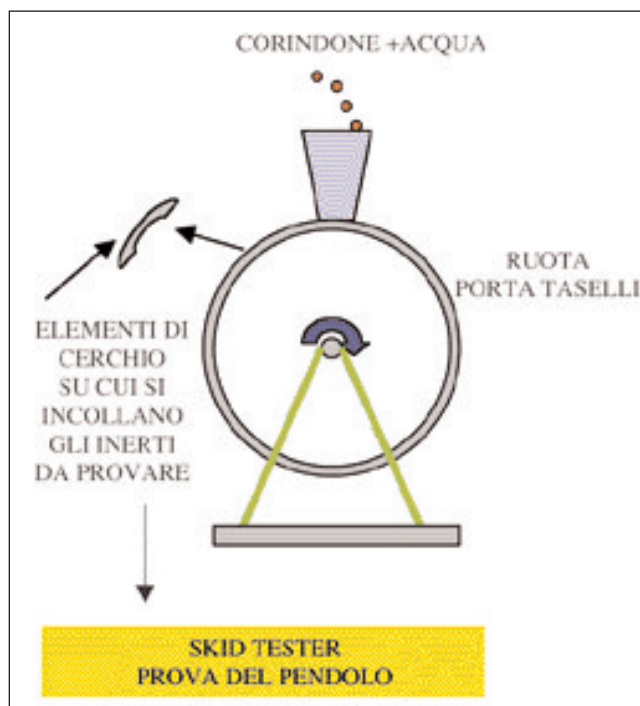


FIG. 2 Schema test CLA

Alla fine dei cicli di levigazione i campioni così levigati sono sottoposti a misura con lo *skid tester* (pendolo a pattino di gomma, che rileva l'attrito fornibile tra gli inerti levigati e la gomma del pattino) per il rilevamento finale del valore di CLA.

Tale valore risulta dal rapporto tra lo *skid* (attrito) fornito dal riferimento e quello del materiale testato (Fig. 3).

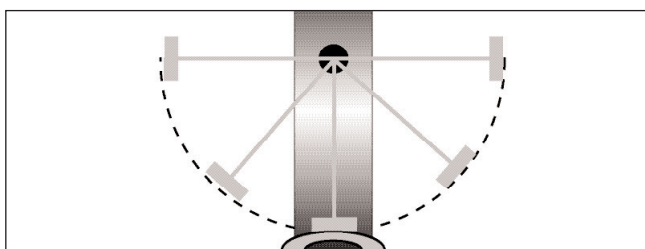


FIG. 3 Schema skid tester su tassello

3. Miscele bituminose superficiali

Le miscele bituminose sono formate da inerti (circa 95% del peso) e bitume (circa 5% del peso); l'estrema variabilità della natura degli inerti presenti nel conglomerato ha portato alla necessità di individuare un sistema di calcolo preventivo al fine ottimizzarne l'impiego secondo le loro "capacità" di fornire aderenza.

Tale sistema è scaturito dalla necessità di utilizzare anche inerti con CLA non ottimale, reperibili nelle vicinanze degli impianti di produzione, affiancandoli ad inerti con elevata "aderenza". Come noto, le miscele bituminose sono progettate e realizzate dosando gli inerti a peso mentre sulla strada si "stendono" volumi di materiale; di conseguenza, a determinati rapporti in peso degli inerti non corrispondono, nella maggior parte dei casi, uguali rapporti in volume: ciò in funzione del loro peso specifico. Pertanto, ai fini dell'aderenza totale è più efficace, a parità di percentuali di impiego, un inerte di basso peso specifico (poroso) ad elevato CLA di un inerte di pari CLA con peso specifico più elevato.

4. Calcolo CLA mix

Si fornisce di seguito un esempio numerico di *mix design* che passa attraverso la determinazione del CLA mix di una miscela di cinque diversi tipi di inerti (più il filler). Ipotizzando la progettazione di una miscela superficiale, si procede secondo i seguenti passi:

- a) si misura il valore di CLA per ogni pezzatura utilizzata, comprese le sabbie (roccia di provenienza);
- b) si misurano le MVA (massa volumetrica apparente) di tutte le pezzature, escludendo il passante al 2 mm;
- c) il valore CLA mix degli inerti si ricava dagli elementi uguali o superiori a 2 mm, per ciascuna pezzatura

- impiegata (nel caso di miscele con vuoti superiori al 18% il valore viene ricavato dagli elementi > 5mm);
- d) la somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto di ogni singola pezzatura, è riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 2 mm;
- e) le nuove percentuali di impiego sono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le MVA e riportate anch'esse a 100%;
- f) il valore CLA mix si calcola dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese le sabbie) utilizzata per il relativo valore di CLA.

Dall'esempio riportato si evince che l'inerte n° 2 (con elevato CLA e bassa massa volumica apparente) pur utilizzato al 15% in peso fornisce alla miscela il 40% di volume degli elementi lapidei > 2mm. Sostituendo all'inerte n° 2 un inerte con massa volumica di 2,980 gr/cm³, a parità di percentuale di impiego di CLA e di granulometria, il CLA mix risulta 0,45 con un volume occupato pari al 20%.

5. Conclusioni

Il CAT misurato sulla pavimentazione ha origine, oltre che dai parametri riportati al punto 1, da un insieme di proprietà appartenenti ad ogni singola tipologia di inerti presenti in volume nella miscela.

Da quanto sopra è nata la necessità di individuare a supporto del CLA mix una prova di laboratorio che intervenga sulla superficie del conglomerato (sia da provini realizzati con pressa girevole che carotaggi) misurando in continuo l'aderenza tra il provino ed un supporto in gomma che ruota su di esso secondo una modalità che riproduce l'azione dei pneumatici sulla strada (abrasimetro rotazionale). La ricerca della correlazione tra abrasimetro rotazionale, CLA mix e dati di rilievo ad alto rendimento (CAT) risulta di fondamentale importanza. Inoltre, l'analisi volumetrica proposta è applicata anche all'individuazione dei costi reali delle miscele seguendo lo stesso criterio del CLA mix (potremmo chiamarlo € mix). In conclusione, il sistema di calcolo proposto e testato da Autostrade per l'Italia, inserito nelle relative NTA, ha fornito ai tecnici uno strumento utile per il progetto complessivo delle miscele bituminose. ■

Esempio di calcolo del CLA mix

Crivelli e setacci CNR/UNI (*)	Granulometrie: % trattenuti					
	Inerte 1	Inerte 2	Inerte 3	Inerte 4	Inerte 5	filler
	Pezzature					
	10/16 mm	5/10 mm	5/10 mm	0/5 mm	0/15 mm	
40						
30						
25						
15	17,2	3,2			2	
10	78,1	13,8	8,2		11,7	
5	4,3	73,4	88,6	3,7	29,3	
2		8,9	1,9	24,4	19,2	
0,4				46,9	19,8	
0,18				12,6	5,4	1,2
0,075				6,4	5,8	12
filler	0,4	0,7	1,3	6	6,8	86,8

(*) Sono in corso gli aggiornamenti per l'adeguamento alle nuove normative europee

Pezzature	Percentuali impiego						Curva granulometrica della miscela	
	20	15	15	30	15	5	trattenuti %	passanti %
40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
15	3,4	0,5	0,0	0,0	0,3	0,0	4,2	95,8
10	15,6	2,1	1,2	0,0	1,8	0,0	20,7	75,1
5	0,9	11,0	13,3	1,1	4,4	0,0	30,7	44,4
2	0,0	1,3	0,3	7,3	2,9	0,0	11,8	32,6
0,4	0,0	0,0	0,0	14,1	3,0	0,0	17,0	15,6
0,18	0,0	0,0	0,0	3,8	0,8	0,1	4,7	10,9
0,075	0,0	0,0	0,0	1,9	0,9	0,6	3,4	7,5
filler	0,1	0,1	0,2	1,8	1,0	4,3	7,5	
massa volumica apparente (gr/cm³)	2,728	1,151	2,733	2,652	2,634	2,641		

Calcolo del CLA mix							
							somme
Somma trattenuti al 2 mm per pezzatura	19,9	14,9	14,8	8,4	9,3	0,0	67,4
Trattenuto al 2 mm rapportato a 100	29,6	22,1	22,0	12,5	13,8	0,0	100
Volume pezzature	10,8	19,2	8,0	4,7	5,3	0,0	48,0
Volume pezzature rapportato a 100	22,6	40,0	16,7	9,8	10,9	0,0	100
CLA inerte	0,41	0,65	0,44	0,34	0,34	0,30	
CLA attivo per ciascuna pezzatura	0,09	0,26	0,07	0,033	0,037	0,000	CLA mix 0,50