

**SITEBSi srl**  
**Rassegna  
del bitume**

**RIVISTA DEL SITEB-ASSOCIAZIONE ITALIANA BITUME ASFALTO STRADE**

ESTRATTO DAL N° **08/88**

**Efficacia degli additivi per il miglioramento dell'adesione dei bitumi**

*Mariano Cupo Pagano*

*Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Idraulica Trasporti e Strade*

*Carlo Giavarini*

*Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Ingegneria Chimica*

*Maurizio Mazzapicchi*

*Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Idraulica Trasporti e Strade*

# Efficacia degli additivi per il miglioramento dell'adesione dei bitumi

Mariano Cupo Pagano \*  
Carlo Giavarini \*\*  
Maurizio Mazzapicchi \*

## PREMESSA

La ricerca di un metodo speditivo per il controllo dell'adesione dei leganti idrocarburici agli inerti, al fine di una valutazione rapida della capacità di un conglomerato bituminoso a ritardare i processi di degrado (spogliamento e sgranamento) è stata esposta in una precedente relazione<sup>1</sup>.

Con la presente memoria si riferisce sui risultati ottenuti, utilizzando il nuovo metodo proposto, nello studio dell'efficacia dell'uso di additivi, sia commerciali, sia appositamente preparati in laboratorio, per il miglioramento dell'adesione dei bitumi agli inerti.

### 1. Il test "R"

Come esposto, in forma più particolareggiata nella relazione sopra citata, il test "R" si propone di verificare le capacità adesive di un bitume ad un inerte, sotto l'azione energetica delle forze aggressive del bagno d'acqua distillata, in cui è immerso il provino (graniglia rivestita di legante), portando gradatamente il bagno alla temperatura di ebollizione, e facendo perdurare tale temperatura per un tempo prestabilito (cinque minuti); l'osservazione e la valutazione della percentuale di superficie di inerti che rimane ancora ricoperta dopo tale trattamento, consente di esprimere un giudizio sulla capacità di un bitume a rimanere aderente alla superficie dell'aggregato.

Al termine della prova, la stima dello spogliamento della graniglia bitumata è agevolata dal confronto degli standards fotografici già predisposti, e corrispondenti ad alcune ben definite percentuali di ricoprimento, con una fotografia del provino, nelle condizioni finali, ottenuta rispettando gli stessi parametri fotometrici adottati nella realizzazione degli standards. In tal modo si riesce a stabilire rapidamente l'intervallo di ricoprimento corrispondente al provino esaminato.

### 2. Gli additivi per migliorare l'adesione

Il miglioramento delle qualità adesive del bitume è specialmente importante in presenza di umidità; molto spesso quindi gli additivi per migliorare l'adesione svolgono anche azione di agenti antispoliamento "antistripping".

La letteratura tecnico-scientifica è piuttosto povera in materia, data la ovvia riservatezza dei produttori. I primi brevetti aventi qualche interesse pratico risalgono agli anni quaranta.

Gli agenti di adesione più noti sono del tipo amminico, costituiti spesso da ammine grasse; sono altresì usati e proposti "derivati dalle ammine", come ammidi e imidazoline sostituite, e composti eterociclici terziari [2,5]; non mancano gli esempi di additivi "multifunzionali", per esempio a base di composti organometallici, che esplicano, oltre a quella adesiva, anche altre funzioni (antivechiamento, regolazione di viscosità).

Gli effetti degli additivi antistripping sono stati studiati da Andersen e Coli., che hanno riportato altresì una esauriente bibliografia [7]. I comuni additivi commerciali contengono spesso catene idrocarburiche e "grasse" di 10-20 (atomi) di carbonio ed uno o più gruppi amminici o ammidici; la catena di tipo idrocarburico ne favorisce la compatibilità con il bitume, mentre la porzione amminica contribuisce a migliorare le proprietà adesive.

Essendo basici, questi additivi funzionano meglio con gli aggregati di tipo acido (ad es. silicatici, granitici, contenenti silice attiva), nei confronti dei quali il potere adesivo è parzialmente dovuto all'azione esercitata dalle cariche di segno opposto.

Gli additivi, però, contengono gruppi funzionali che influenzano anche la dispersione e peptizzazione dei costituenti di tipo asfaltenico, con conseguenti cambiamenti nella consistenza del bitume e nelle forze coesive.

\* Dipartimento di Idraulica Trasporti e Strade dell'Università di Roma "La Sapienza"

\*\* Dipartimento di Ingegneria Chimica dell'Università di Roma "La Sapienza".

### 3. Parte sperimentale.

#### 3.1 Prove sui bitumi non additivati

La ricerca, condotta mediante il test "R" [1], ha messo in evidenza che la conservazione della capacità di adesione di un bitume ad un aggregato lapideo, nelle condizioni "aggressive" determinate da un bagno d'acqua in cui si realizza un gradiente termico fino alla temperatura di ebollizione, dipende sia dal tipo di inerte, sia dal tipo di legante bituminoso.

I risultati ottenuti utilizzando il suddetto metodo di prova, sono evidenziati dalle Figure 1 e 2, relative ai due materiali lapidei (un calcare ed una leucitite) che, nell'ambito degli inerti esaminati, hanno manifestato rispettivamente il migliore ed il peggiore comportamento di capacità adesiva, nei confronti di vari tipi di bitumi.

#### 3.2 Prove sui bitumi additivati

Per valutare l'efficacia dell'uso di additivi, al fine di un miglioramento dell'adesione dei bitumi agli aggregati lapidei, si è proceduto alla preparazione di provini, in analo-

gia a quanto già effettuato per lo studio dell'adesione di bitumi non additivati.

Poiché, a seguito delle prove di adesione condotte su vari tipi di aggregato e di bitume, si è evidenziata la minima capacità adesiva per i materiali lapidei di tipo leucititico, rivestiti col più tenero dei bitumi esaminati (180-200), è sembrato interessante sperimentare l'efficacia dell'aggiunta di additivi a tale bitume, per verificare l'incremento di adesione agli inerti leucititici.

#### 3.3 Materiali impiegati

**BITUME:** è stato utilizzato un bitume di distillazione, ottenuto da greggio Kirkuk-Gash Saran, del tipo 180-200. Dagli esami di laboratorio, esso risulta caratterizzato da:

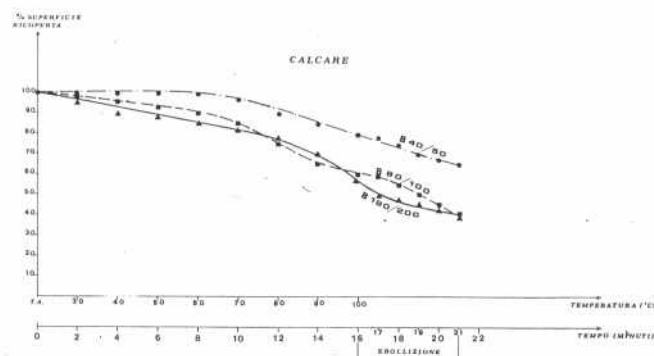
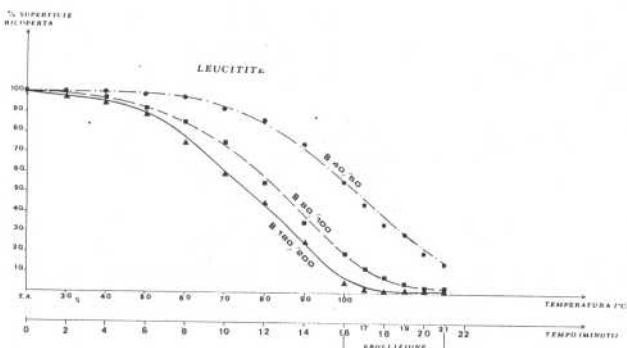
— Penetrazione	193 dmm
— Punto di rammollimento (P. e A.)	41°C
— IP	+ 0,34
— Viscosità dinamica (60°C)	359 poise
— Viscosità cinematica (135°C)	191 stokes
— Contenuto di asfalteni (in peso)	9,3%

**INERTI:** per i motivi sopra esposti, l'indagine sperimentale è stata effettuata utilizzando una graniglia (5-10) leucitica del vulcano laziale, caratterizzata da:

— Massa volumica apparente dei granuli	2,90 g/cm <sup>3</sup>
— Abrasione Los Angeles	15%
— Coefficiente di frantumazione	109

**ADDITIVI:** Sono stati utilizzati due tra gli additivi reperibili sul mercato, contraddistinti nella ricerca con le lettere Q e K (scelti in base al diverso comportamento riscontrato, in laboratorio, a seguito di prove "pilota"), e due additivi preparati in laboratorio (contraddistinti con le lettere A1 e B1), messi a punto dopo numerosi tentativi per l'individuazione del prodotto, che sviluppasse al meglio le proprietà adesive.

Le caratteristiche degli additivi commerciali, dichiarate dai produttori, sono riassunte nella Tabella I:



**Figg. 1 e 2** - Test di adesione «R»  
Bitumi vari  
Aggregati: leucitite, calcare.

**Tab. I.**

Contrassegno	Densità a 20°C (g/cm <sup>3</sup> )	Peso molecolare	Viscosità a 20°C (cP)	tipo
K	0.893	n.d.	170	poliammina
Q	n.d.	n.d.	n.d.	composto organo-metallico
A1	1.018	400	1000	ammina modificata
B1	1.016	540	300	ammina modificata

n.d. = non dichiarato

Gli additivi sintetizzati in laboratorio fanno parte di una serie di prodotti preparati modificando opportunamente alcuni composti amminici; essi hanno la caratteristica di poter essere chimicamente strutturabili in modo da adattarsi al tipo di inerte e di bitume impiegato.

Le caratteristiche dei due prodotti di laboratorio impiegati nella sperimentazione effettuata sono pure riportate nella Tabella I.

### 3.4 Preparazione dei provini

I provini sono stati confezionati mescolando 100 grammi di graniglia con 5 grammi di legante idrocarburico, alla temperatura di 140°C (temperatura di equiviscosità per il bitume 180-200, secondo quanto indicato nella norma CNR B.U. 30/1973), mediante agitazione della miscela con 60 movimenti della spatola, in 30 secondi, in becker da 600 cc. Dopo raffreddamento a temperatura ambiente per 45 minuti, si è proceduto all'aggiunta di circa 200 cc di acqua distillata.

Per i bitumi additivati, è stata preventivamente realizzata l'omogeneizzazione del bitume con l'additivo, mediante mescolamento a temperatura costante (circa 120 °C) per un tempo prestabilito (5 minuti).

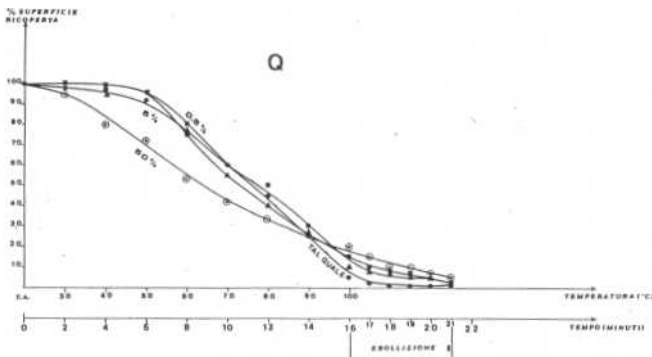
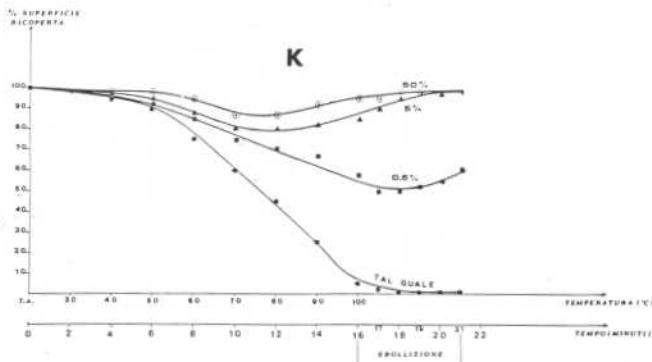


Figura 3

Figura 4



## 4. Risultati

Il test di adesione "R" ha evidenziato (Figg. 3 e 4) la differenza di comportamento tra le due miscele utilizzando due diversi tipi di additivo, tra quelli reperibili sul mercato, nelle seguenti percentuali (in peso del bitume): 0,5%, 5%, 50%.

Il migliore dei due prodotti commerciali (K) è stato preso come riferimento per la messa a punto di un prodotto di laboratorio che potesse ulteriormente potenziare le capacità adesive del legante additivato.

Per l'utilizzo della quantità ottimale di additivo, che permettesse di risolvere il problema tecnico e consentisse anche il raggiungimento di una soluzione valida dal punto di vista economico (a conferma di quanto riscontrato nell'indagine di laboratorio, e secondo le indicazioni fornite dalla letteratura tecnica sull'argomento [6,8,9, 11], si è ritenuto di stabilire la quantità di additivo (da aggiungere al legante idrocarburico), in ragione dello 0,5% in massa del bitume dell'impasto.

Con tale percentuale sono stati preparati i provini per l'effettuazione di prove termostatiche, in cui sono stati messi a confronto provini confezionati con il bitume tal quale, provini realizzati con il bitume additivato con il migliore dei prodotti commerciali esaminati, e provini realizzati con il migliore dei prodotti ottenuti dalla ricerca di laboratorio. Le Figure 5, 6 e 7 indicano il comportamento dei suddetti provini di graniglia leucitica, a seguito di immersione in acqua distillata a 25 °C per 28 giorni; le percentuali di superficie ricoperta sono indicate nella Tabella II.

Tab. II. Bitume 180-200 su leucite (Temperatura del bagno = 25°C).

Giorni	% Superficie ricoperta		
	Tal quale	Con K	con B1
0	100	100	100
3	95	100	100
7	90	100	100
14	90	100	100
21	87	98	100
28	85	98	100

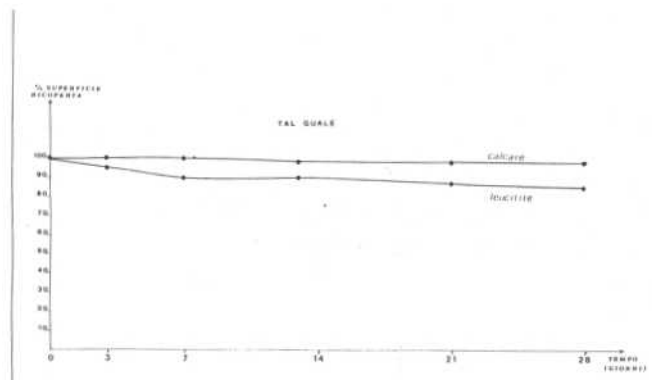
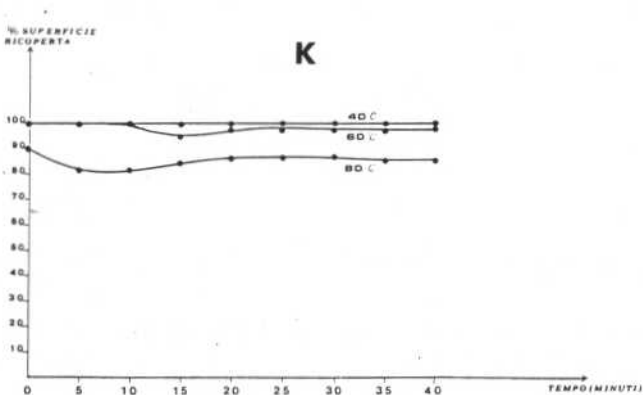
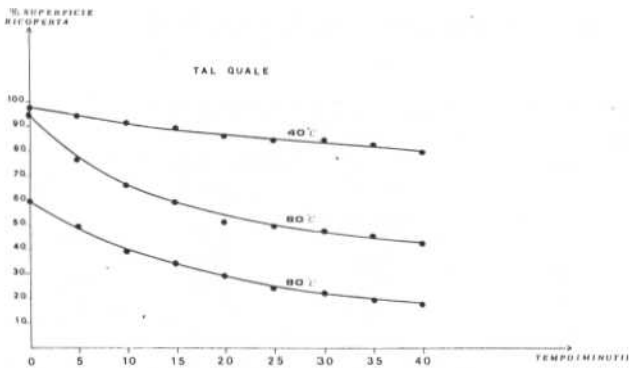
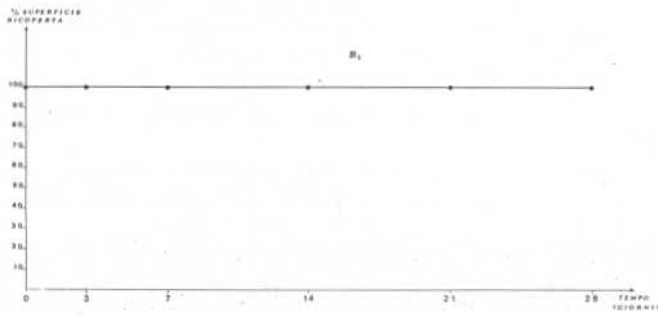
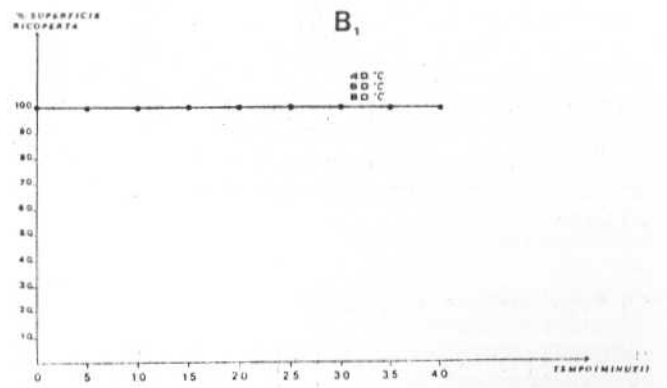
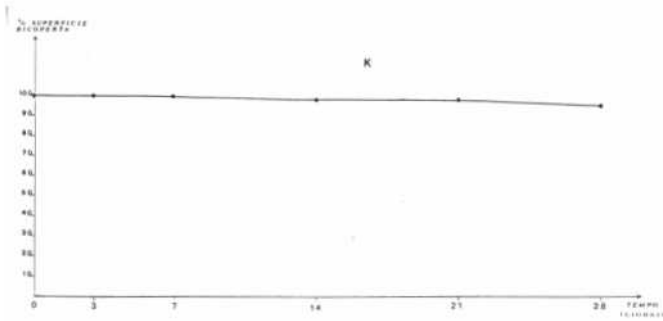


Figura 5 - Test di adesione: immersione statica in acqua per 28 giorni. Temperatura di prova: 25°C. Bitume 180/200. Leucite.



A tale temperatura non si notano sostanziali differenze tra i provini confezionati con bitume tal quale, rispetto a quelli con bitume additivato con K o con B1.

Le differenze si esaltano se si osservano gli andamenti delle curve di spogliamento alle temperature più elevate (40°C, 60°C, 80°C): dalle Figure 8, 9 e 10 si evidenzia il notevole beneficio, espresso dalla capacità di conservazione della superficie ricoperta di legante, per gli impasti utilizzanti additivi del tipo K (reperibile in commercio) e del tipo 131 (prodotto dalla ricerca di laboratorio).

Una più immediata valutazione dell'effetto delle diverse temperature si ottiene dall'osservazione delle Figure 11, 12 e 13.

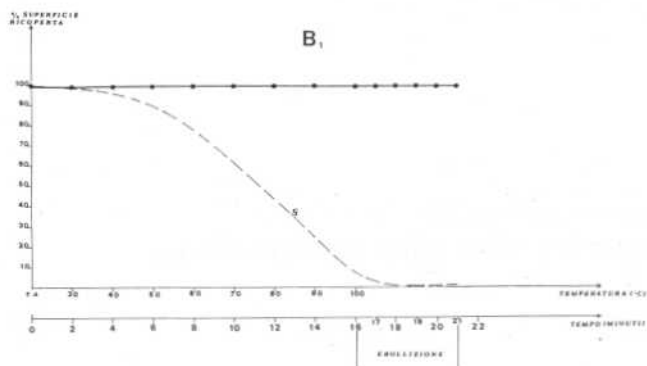
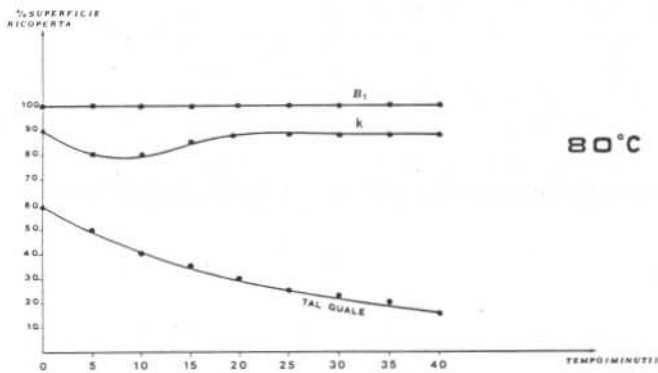
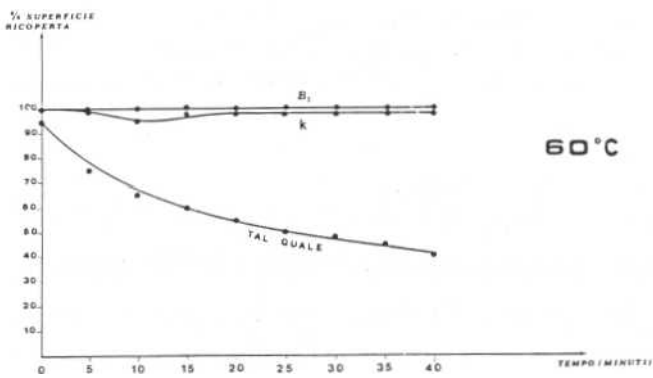
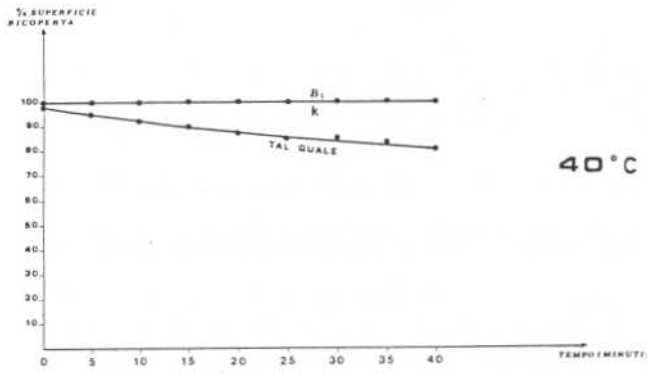
La maggiore efficacia del nuovo additivo 131 (ricavato in laboratorio), anche nei confronti del migliore dei prodotti commerciale, K (vedi Fig. 4, dosaggio 0,5%), è deducibile dal comportamento del provino sottoposto al test "R", rappresentato nella Figura 14, dove è anche indicato il comportamento di un provino confezionato con il solo bitume tal quale (curva s).

Per un immediato confronto tra i benefici apportati dagli additivi K e 131, le percentuali di superficie ricoperta, nel test "R", sono indicate nella Tabella III.

Tab. III. Percentuale della superficie ricoperta dopo effettuazione del test "R" su provini confezionati con bitume additivato con 0,5% di K o B1

Temperatura	K	B1
T.A.	100	100
30	98	100
40	98	100
50	95	100
60	85	100
70	75	100
80	70	100
90	65	100
100	55	100
ebollizione		
1 minuto	50	100
2 minuti	50	100
3 minuti	55	100
4 minuti	60	100
5 minuti	65	100

Nell'ordine: **Figure 6, 7, 8, 9 e 10.**

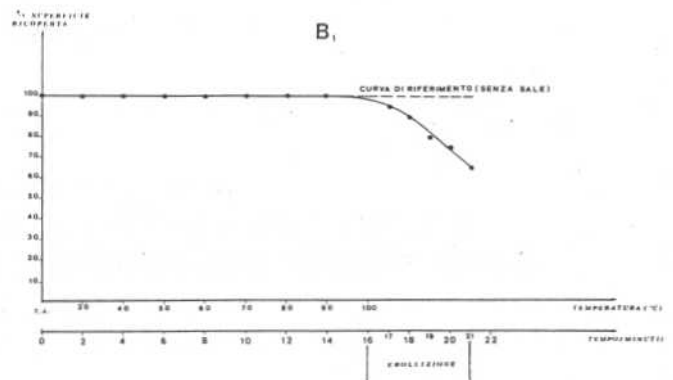
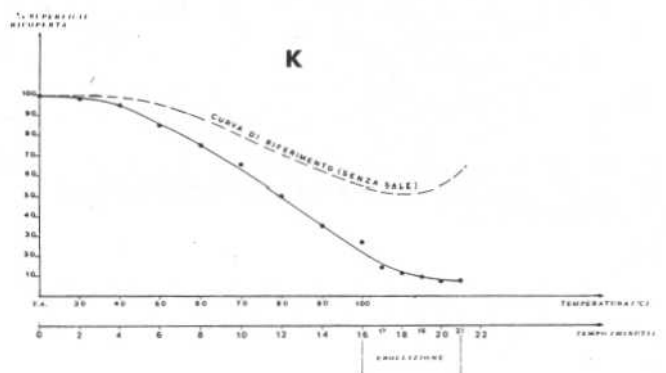


L'indagine sperimentale, sempre su provini di graniglia leucitica rivestita con bitume arricchito con lo 0,5% di additivo, è stata completata con un confronto dell'efficacia dell'utilizzazione dei due additivi suddetti, anche in condizioni ambientali più aggressive, costituite, in laboratorio, da una soluzione di cloruro di sodio al 3%, in acqua distillata, con cui si è proceduto all'effettuazione del test "R".

I risultati sono indicati nella Tabella IV e rappresentati nelle Figure 15 e 16.

**Tab. IV.** Percentuale della superficie ricoperta dopo effettuazione del test "R" in soluzione (3%) di cloruro di sodio, su provini confezionati con bitume additivato con 0,5% di K o B1

Temperatura	K	B1
T.A.	100	100
30	98	100
40	95	100
50	85	100
60	75	100
70	65	100
80	50	100
90	35	100
100	30	100
ebollizione		
1 minuto	15	95
2 minuti	12	90
3 minuti	10	80
4 minuti	8	75
5 minuti	5	65



Nell'ordine: **Figure 11, 12, 13 e 14.**

**Figure 15 e 16**

## CONCLUSIONI

Dall'indagine sperimentale condotta, anche se effettuata con una serie limitata di additivi, peraltro scelti opportunamente di caratteristiche costitutive ben differenziate, ed utilizzando un unico tipo di materiale litico che, dalla precedente ricerca, aveva manifestato la maggiore criticità (tra gli inerti considerati), nei confronti dell'adesione con i leganti idrocarburici, sembra che possano trarsi le seguenti considerazioni conclusive:

- Appare evidente il beneficio dell'uso degli additivi, sempreché siano prodotti idonei, al fine del potenziamento delle capacità adesive tra bitume e inerte.
- Non tutti i prodotti reclamizzati allo scopo e reperibili in commercio sono in grado di manifestare spiccate proprietà di incremento dell'adesione.
- Le indagini sperimentali di laboratorio hanno permesso di individuare che, nella formulazione chimica industriale di tali prodotti, possa esserci la possibilità di un ulteriore miglioramento prestazionale rispetto agli attuali prodotti commerciali; in particolare, si ritiene che il miglior comportamento degli additivi preparati in laboratorio sia probabilmente attribuibile ad una più adatta distribuzione e "regolazione" della polarità e basicità del materiale, e ad una più marcata interazione con i costituenti dei bitume, con conseguenti maggiori variazioni delle sue proprietà.
- Un'indagine più approfondita, basata su una maggiore consultazione di prodotti e di tipi litologici, con estensione della sperimentazione alle caratteristiche meccaniche delle miscele, potrà confermare il beneficio dell'uso degli additivi per il miglioramento dell'adesione, permettendo di valutarne l'opportunità economica anche in funzione della loro compatibilità alle successive operazioni di recupero delle miscele dalle pavimentazioni, e di riutilizzazione, mediante riciclaggio.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) M. CUPO-PAGANO, M. MAZZAPICCHI: *Una proposta per il controllo dell'adesione dei bitumi*. Rassegna del bitume, n. 7, I trimestre 1988.
- 2) J.M. JOHNSON: *Bituminous composition having increased adhesion to mineral aggregate*. U.S. Patent 2, 426, 220. Appl. Sept. 2, 1942.
- 3) C.M. BLAIR Jr, W. GROVES, K.J. LISSANT: *Carbonate rock aggregate bonded with bitumen containing a polyalkylene polyamino imidazoline*. U.S. Patent 21, 812, 339. Appl. Sept. 2, 1957.
- 4) M.L. KALINOSKI, L.T. CREWS: *Graf Polymer-fortified bitumen additives*. U.S. Patent 2, 812, 339. Appl. Sept. 2, 1957.
- 5) H. PLANCHER, J.C. PETERSEN: *Tertiary nitrogen heterocyclic material to reduce moisture-induced damage in asphalt-aggregate mixtures*. U.S. Patent 4, 325, 738. Appl. Apr. 20, 1982.
- 6) Y. MOUTON: *Les dopes et l'adhesivité*. Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers, n. 27, 1967.
- 7) D.A. ANDERSEN, E.L. DUCATZ, C. PETERSEN: *The effect of antistrip additives on the properties of asphalt cement*. Proceedings of the association of asphalt paving technologists, Vol. 51, 1982, p. 298.
- 8) G. DIANA, E. CORBELLI: *I dopes di adesività per i leganti stradali*. Le Strade, dicembre 1969.
- 9) M. CASANOVA, V. CASTAGNETTA: *Impiego dei dopes di adesione nei conglomerati bituminosi stradali*. Atti del XVI Convegno Nazionale Stradale, Salerno 1970.
- 10) A. BRUYNEEL: *Uso pratico dei dopes di adesività nelle costruzioni stradali*. Strade e Traffico n. 138, 1965.
- 11) A. FRANSENS, E. CORBELLI, W. PETRENI: *Miglioramenti dei leganti con additivi*. Atti del XVII Convegno Nazionale Stradale, Venezia 1974.