

SITEBSi srl

Rassegna del bitume

RIVISTA DEL SITEB-ASSOCIAZIONE ITALIANA BITUME ASFALTO STRADE

ESTRATTO DAL N° **10/88**

**Modificazione polimerica dei leganti stradali
con plastomeri di nuova generazione**

U. Petrossi

Modificazione polimerica dei leganti stradali con plastomeri di nuova generazione

U. Petrossi

INTRODUZIONE

Nel solo 1987 il consumo totale di polimeri (elastomeri e plastomeri) per modificare il bitume è stimato ad oltre centomila tonnellate in Europa.

Il grosso di tale quantitativo è utilizzato dalla industria delle guaine impermeabilizzanti: ma mentre in questo settore il consumo è oggi stagnante, quello dei leganti stradali fa registrare un incremento annuo superiore al dieci per cento.

Non sorprende quindi l'impegno, da una parte dell'industria chimica e dall'altra delle Autorità Stradali, per sviluppare rispettivamente polimeri modificatori efficaci e nuove raccomandazioni d'impiego, aggiornando specifiche e capitolati.

Ciò nonostante si deve riconoscere che per gli addetti ai lavori non è facile orientarsi tra i tanti prodotti immessi sul mercato. Il rischio è ovviamente quello d'incorrere in errori, come spesso accade nei settori in cui il rapido sviluppo tecnologico non è seguito da un altrettanto tempestivo aggiornamento della normativa.

Con il presente lavoro ci proponiamo di presentare una famiglia estremamente significativa di polimeri modificatori dei bitumi stradali, i Polybilt, ed in particolari d'illustrare le prestazioni di una specifica gradazione, il Polybilt 103, che per l'efficacia dimostrata in oltre cinque anni di applicazioni commerciali ha ampiamente confermato le valutazioni di laboratorio e le prove di campo, condotte da vari Enti europei privati e pubblici.

Ci riserviamo invece di analizzare con una memoria separata la gamma di prodotti offerti oggi dal mercato per un aggiornamento comparativo a vantaggio della chiarezza e di scelte consapevoli.

Generalità della famiglia chimica

Qualche breve ragguaglio sulla chimica di questi polimeri si rende necessario per facilitare la discussione.

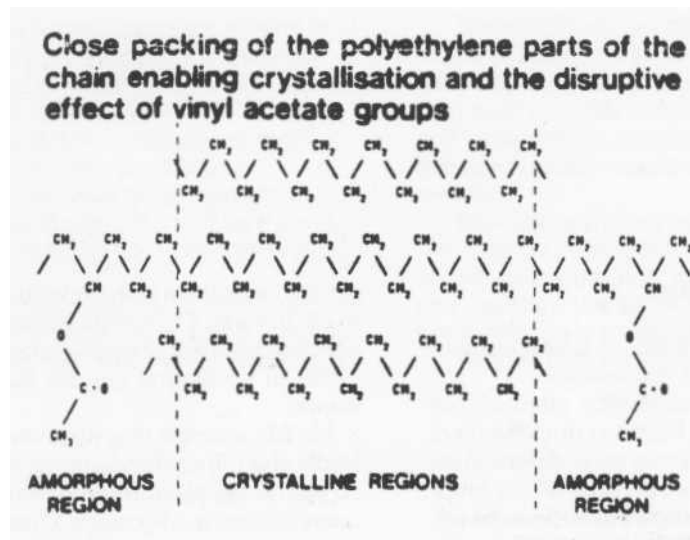
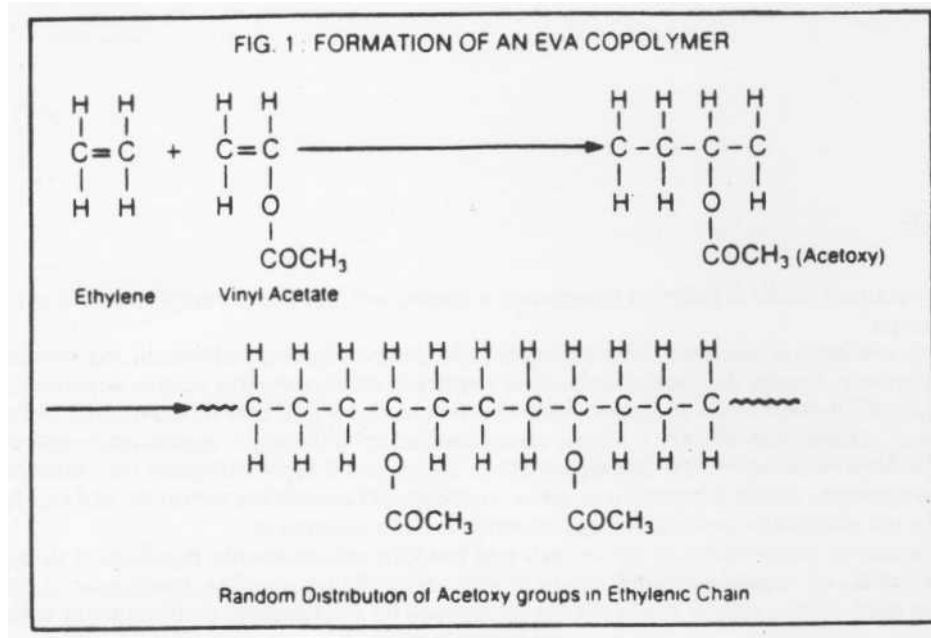
Il POLIBILT è un polimero termoplastico ottenuto per copolimerizzazione dell'etilene con l'acetato di vinile (vedi Fig. 1). Le proprietà di questa molecola sono determinate principalmente dal peso molecolare e dal contenuto di gruppi acetato. Il peso molecolare può essere indirettamente misurato con il melt flow index, un test di viscosità il cui valore è inversamente proporzionale al peso molecolare: valori elevati dell'indice indicano pesi molecolari bassi e viceversa.

La Tabella I mostra a titolo orientativo l'influenza del M.F.I. e quindi del pm su alcune proprietà merceologiche:

modulo e durezza restano virtualmente simili, mentre punto di fusione e viscosità variano sensibilmente. È facile pertanto immaginare come quest'ultime influenzino le proprietà di un bitume che sia stato additivato con tale sostanza.

Ma è la quantità di gruppi vinilacetato presenti nella molecola che più profondamente incide sulle proprietà chimico fisiche del plastomero determinandone la sua efficacia come bitume-modificatore. Questa quantità può essere predeterminata selezionando le condizioni che governano il processo di copolimerizzazione; consideriamo due casi estremi: quando la quantità di gruppi acetoxi (vinil acetato) è estremamente bassa, ad esempio 2-3%, il polietilene con un minimo ingombro di queste catene laterali tende a formare una struttura per oltre il cinquanta per cento cri-

Figura 1



Tab. I. Effetto del peso molecolare.

MFI	VA contenuto %	Modulo	P.to rammoll. °C	Durezza shore	Fragilità in Pa.s
2	18	47	177	99	100
45	33		116		
150	19	44	102	86	31
530	19	-	87	84	20

stallina. Viceversa, quando i gruppi acetoxi superano il 30% (vedi anche Fig. 2) la cristallizzazione è fortemente inibita. Si ottiene allora una molecola essenzialmente amorfa e semielastica, le cui proprietà sono assimilabili a quelle di un elastomero. La Tabella II mostra l'influenza dei gruppi acetoxi su alcuni parametri fisici del polimero.

Si comprenderà pertanto come combinando in diversa misura peso molecolare e grado d'elasticità, si possa ottenere una famiglia di agenti modificatori, le cui proprietà, diverse tra loro, consentono un ampio spettro di performance e d'applicazione. Il POLYBILT 103, con oltre il 32% di VA, è tra questi modificatori uno dei più versatili e dei più impiegati.

Tab. II. Effetto del contenuto in Vinil Acetato.

VA cont. %	P.to ramm. °C	Durezza shore	Fragilità °C
12		92	- 25
19	102	86	- 30
28	89	69	- 35
33	116	67	- 38

Risultati ed osservazioni

I risultati ottenuti con i test tradizionali sul bitume tal quale di riferimento e su quello modificato con il plastomero in esame sono riassunti in Tabella III.

Ciò consente una prima valutazione comparativa.

Come si noterà, la solubilità e lo spot test non sono alterati dalla presenza del polimero, provando indirettamente la sua solubilità nel solvente impiegato, e parimenti il punto fiamma non subisce indesiderabili abbassamenti. D'interesse è invece l'ammorbidimento del bitume modificato, come testimonia l'aumento del valore di penetrazione in apparente contraddizione con il significativo aumento della viscosità a 60 e 135°C. Questo duplice effetto, indotto dall'additivazione su penetrazione/viscosità, sta ad indicare una ridotta suscettibilità termica rispetto al bitume non modificato, ovvero una desiderabile caratteristica per un legante

Tab. III.

	60/70	60/70 + 59 Polybilt 103	
Solubilità in Tricloroet. %	100	99.93	
Spot test	neg.	neg.	
Flash c.oc, °C	343	349	
Penetrazione 25°C	60	65	
Rammollimento °C	52	61	
Viscosità 60°C poise	2.041	2.823	
	135 cST	750	
TFO test; — Pen. 25°C	45	50	
	— Visc. 60°C	2.741	3.846
	— Duct. 4°C,		
cm	4	42	
RIFO test: — Pen. 25°C	38	36	
	— Visc.		
60°C	3.711	5.929	
4°C, cm	3	32	

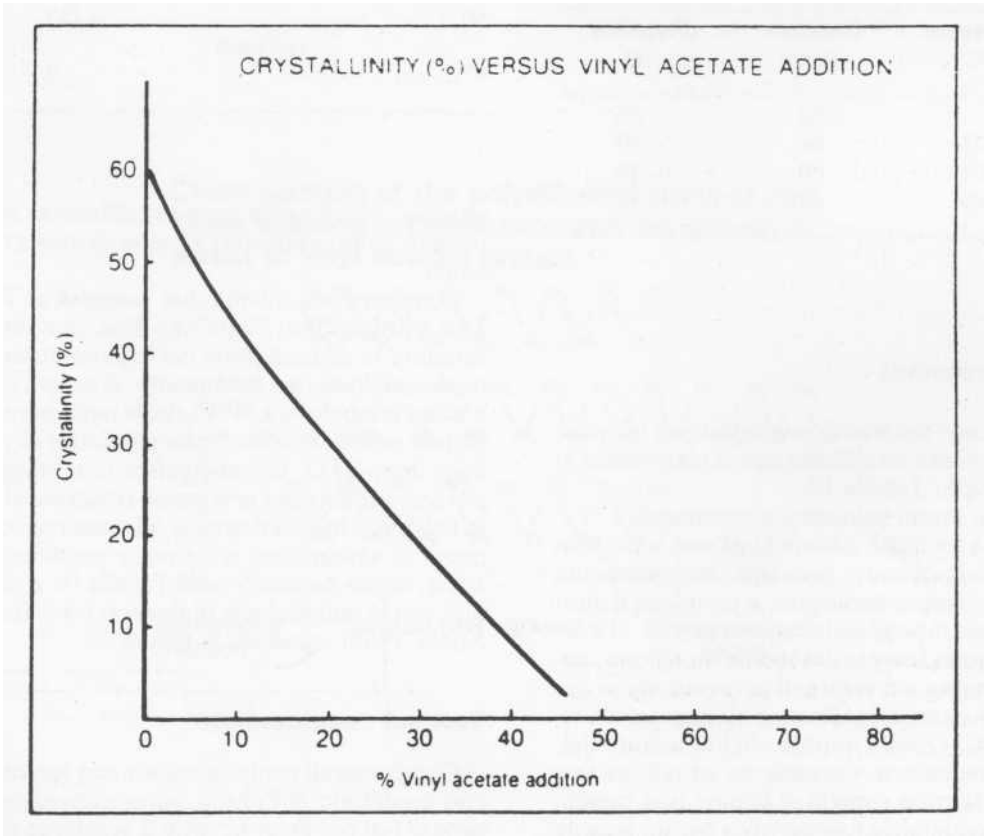
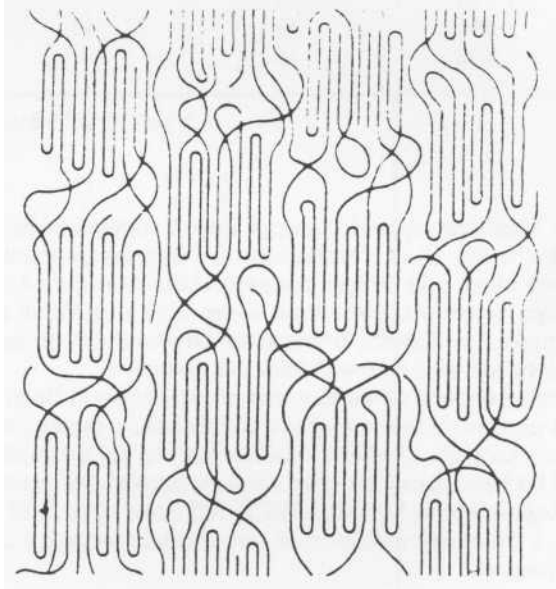
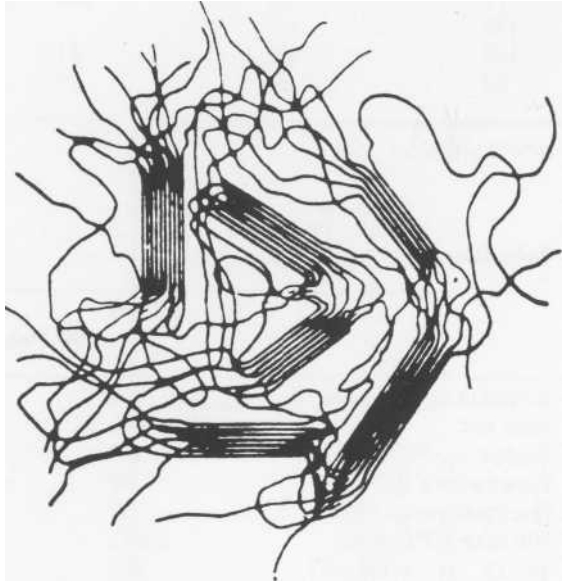
stradale. Significative anche le differenze tra i due leganti nel loro comportamento a prove di invecchiamento accelerato.

Sottoponendo infatti i due materiali al Thin Film Oven Test e Rolling Thin Film Oven Test, che simulano con cicli standard la degradazione del legante durante la confezione di conglomerato in impianto, si noterà come la duttilità a bassa temperatura (4°C) risulti nettamente superiore nel bitume modificato: otto volte più duttile dopo RTFO e ben dieci dopo TFO. Ciò suggerisce una maggiore resistenza alla fessurazione per una pavimentazione che contenga tale legante. Una conferma a tale osservazione viene dalle prove di elongazione a rottura e resistenza alla deformazione, come mostrato nella Tabella IV e dai risultati ottenuti con la metodologia di Benson (vedi Road and Street, Aprile 1955), mostrati in Figura 3.

Test sul conglomerato

Conglomerati confezionati sia con legante tal quale che con modificato al Polybilt, sono state assoggettati ad una serie di test per determinarne la resistenza alla deformazio-

Figura 2
Eva Crystallinity



Tab. IV. Elongazione a Rottura

Polimero (%)	Temperatura (°C)	Elongazione (%)	Tensile stress (K pa)
0	- 5	15 +	90
0	- 10	2	1.190
0	- 15	0.4	1.480
5	- 5	15 +	500
5	- 10	3.3	1.740
5	- 15	1.3	2.750

ne, alla fatica, ed il tenore massimo di legante incorporabile.

I test sono stati eseguiti su carote cilindriche secondo la metodologia ERDT (Esso Road Design Technology), le cui apparecchiature e procedure standard sono state oggetto di precedenti comunicazioni.

Qui di seguito ci limiteremo a commentare i dati più significativi ottenuti, rimandando alla bibliografia già esistente sullo stesso argomento per ogni maggiore dettaglio.

Test dinamici di resistenza alla deformazione

Il test consente uno studio della deformazione di un conglomerato bituminoso come funzione di una compressione assiale ciclica a temperatura costante. Lo studio è stato condotto in assenza di stress laterale ed in un intervallo di temperatura compreso tra i 30 ed i 50°C. Le miscele utilizzate erano rappresentative di un conglomerato chiuso con curva granulometrica leggermente discontinua (French Dense Graded Surface Course Mix) confezionata con aggregati di frantumazione di pezzatura 0/10 e bitume 80/100 al 5,7% in peso sugli aggregati secchi. Nel modificato il legante è al 5% in polimero. I risultati delle prove, mostrati nella Figura 4, non necessitano di molti commenti: la resistenza alla deformazione migliora drasticamente nei provini formulati con il Polybilt, anche quando il legante di riferimento utilizzato è un 60/70.

Wheel tracking test

Lo studio è stato effettuato presso il Politecnico di Sheffield (UK) su un conglomerato per usura di tradizionale impiego in Inghilterra, l'Hot Rolled Asphalt, formulato in accordo alle specifiche British Standard 594.

L'interesse del test sta nella possibilità di studiare la resistenza alla deformazione a 60°C; le prove sono state realizzate su un conglomerato contenente bitume 60/70 tal quale e modificato al 5%, misurando quindi la deformazione in millimetri/ora a 60°C e 45°C.

I dati riassunti nella Tabella 5 confermano le buone prestazioni indotte dal polimero, già rilevate con i test dinamici.

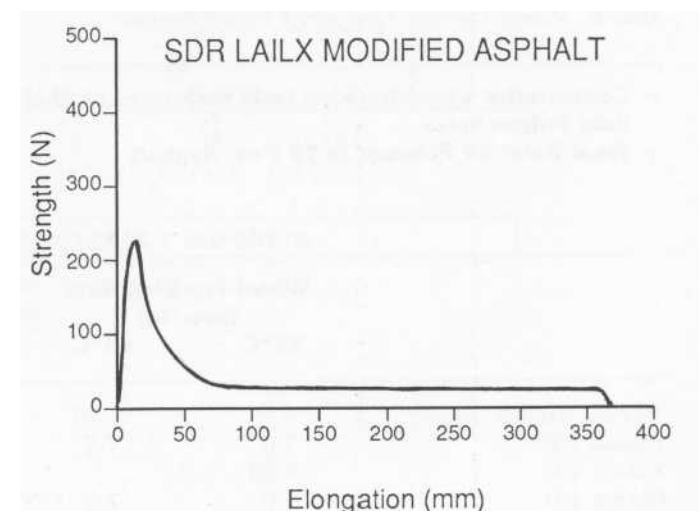
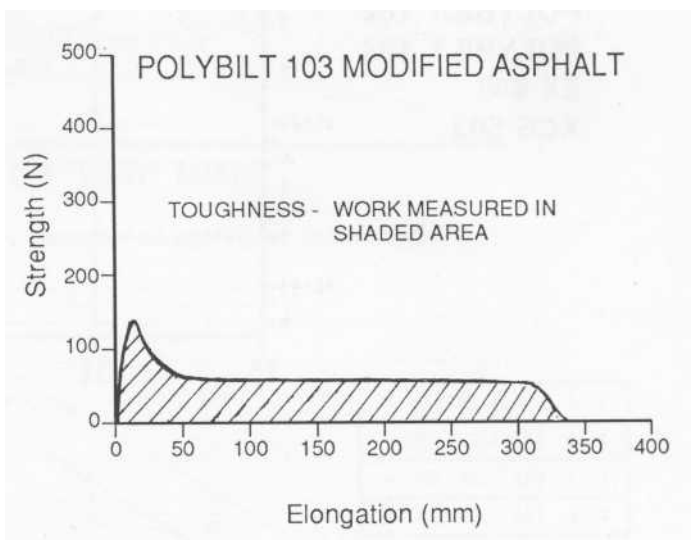
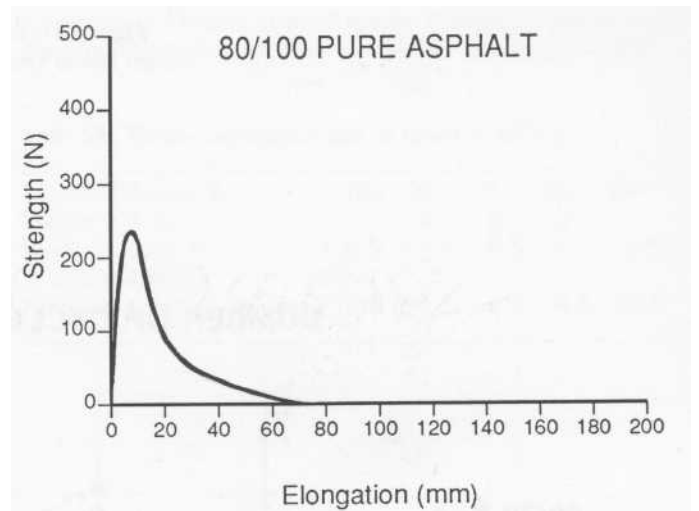
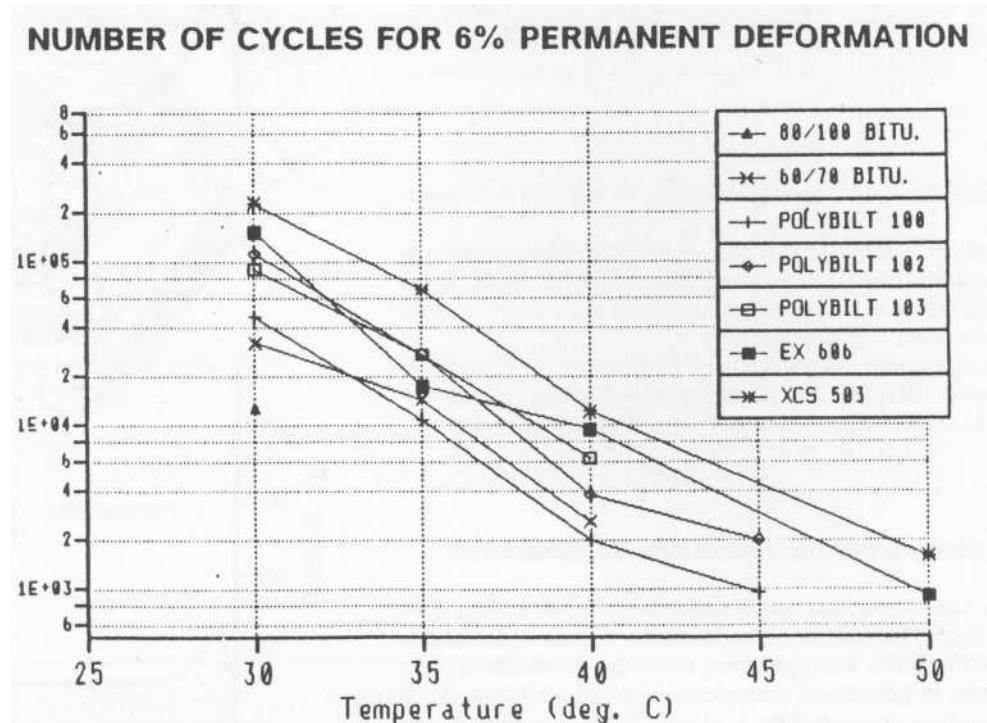


Figura 3

Figure 4 - Dynamic Creep Test
French Dense Graded Asphaltic Concrete

60/70 Pen.
POLYBILT 100
POLYBILT 102
POLYBILT 103
EX 606
XCS 503



Tab. V. Wheel-Tracking Tests - Hot Rolled Asphalt

- Comparative wheel-tracking tests performed at Sheffield Polytechnics
- Treat Rate: 59 Polymer in 70 Pen. Asphalt

	Wheel-Tracking Rate (mm/hr)	
	45°C	60°C
70 Pen. Asphalt	4.4	> 30
Polybilt 100	1.0	7.5
Polybilt 102	0.80	-
Polybilt 103	1.0	7.5
Ex 606	0.45	3.4

Miscela drenante in Polybilt 103

È generalmente noto che con un bitume non modificato il tenore massimo di legante incorporabile in un conglomerato di tipo drenante non può superare il 4,5% se si vogliono evitare fenomeni di segregazione del bitume dagli inerti alle consuete temperature di stoccaggio e trasporto. Tale limite di dosaggio può essere superato modificando il legante con il Polybilt a tutto vantaggio del comportamento a fatica e del tempo di vita della pavimentazione. Infatti il polimero, generando una viscosità dal 50 al 100% superiore, assicura la desiderabile coesione ed adesione, impedendo gli inconvenienti ora accennati anche a dosaggi relativamente più elevati. A sostegno di queste assunzioni è stata sviluppata un'ampia analisi comparativa su conglomerati drenanti formulati con tenori crescenti di bitume modificato al 5% con Polybilt 103.

Il problema della segregazione legante-elementi lapidei, è stato affrontato con una simulazione di laboratorio in cui il conglomerato caldo e non compattato viene lasciato in-

stufa per 6 ore a 160°C, misurando successivamente le perdite. I risultati riportati in Tabella VI sono di facile interpretazione. Essi mostrano chiaramente l'efficacia del polimero impiegato nell'inibire "il fluaggio" anche ad elevati dosaggi di legante.

Per quanto riguarda invece la durabilità ovvero il tempo di vita in esercizio del drenante modificato, ci si è avvalsi del push-pull fatigue test: i risultati delle prove graficati in Figura 5 mostrano l'eccellente comportamento delle miscele con bitume additivato rispetto a quelle con legante tal quale.

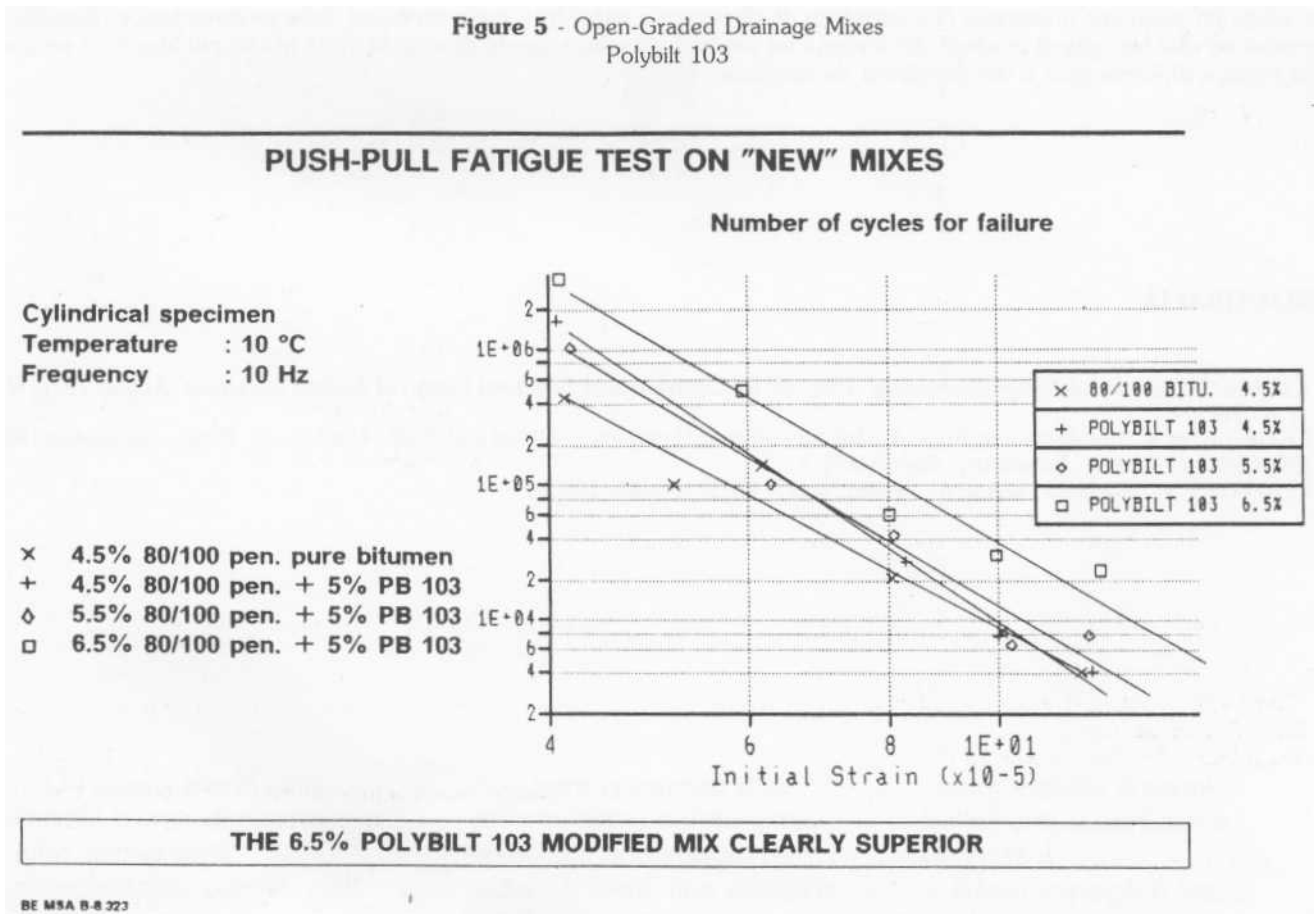
Per concludere si deve sottolineare che tali risultati hanno trovato puntuale riscontro nei molti tronchi commercia-

li costruiti in Francia in cui il manto d'usura in drenante è stato realizzato con bitume modificato con Polybilt 103.

Tab. VI. Binder segregation test (6 hours at 60°C)

80/100 Bitumen %	100	95	95	95	100
Polybit 103 %	-	5	5	5	-
Binder content %	4.5	4.5	5.5	6.5	6.5
% of initial binder					
Percolating through the mix	1.4	1.3	4.4	4.5	28.5

Figure 5 - Open-Graded Drainage Mixes
Polybilt 103



CONCLUSIONI

Come già anticipato, la valutazione del Polybilt non è stata limitata ai test di laboratorio. Un considerevole lavoro sperimentale è stato effettuato con prove di campo su sezioni sperimentali e commerciali, diverse per condizioni di temperatura e traffico.

A titolo di riferimento ne vogliamo citare qualcuna:

- In Olanda, presso Breda, nel 1984, manto d'usura drenante. La pavimentazione è ancor oggi in ottime condizioni.
- In Belgio sulla RN 5 Bruxelles-Rocroi, nel 1985, manto d'usura in Open Graded Mix. Il tronco, tenuto sotto osservazione dal Centro di Costruzioni Stradali Belga, è riportato come in buone condizioni rispetto alle sezioni limitrofe con legante tradizionale.
- In Inghilterra numerosi tronchi commerciali in hot mix rolled asphalt realizzati tra l'84 e l'88.
- In Francia, presso Macon e recentissimamente sul Ponte dell'Ile de Re (1988), manti d'usura in drenante e cappe impermeabilizzanti al 15% di Polybilt 103.

Esperienze di campo e tronchi commerciali hanno comprovato soddisfacentemente le incoraggianti prestazioni tecniche e la competitività di questa famiglia di polimeri modificatori. Sul piano pratico si deve inoltre aggiungere che il loro impiego è risultato particolarmente facile e versatile. Facile in quanto la premiscelazione con il bitume non comporta problemi specifici ed è indipendente dal greggio da cui il legante proviene. Versatile perché impiegabile anche direttamente in impianto di confezionamento con i vantaggi logistici che è facile immaginare.

Per concludere va comunque sottolineato che l'esperienza e gli studi di molti anni in questo settore insegnano che non esiste un polimero universale che consenta di affrontare e risolvere i molti problemi delle pavimentazioni flessibili. È viceversa ad una famiglia di prodotti che bisogna far riferimento selezionando di volta in volta quello più idoneo a seconda della tecnica da impiegare e del problema da risolvere.

BIBLIOGRAFIA

- 1) CELARD B. *Esso Road Design Technology*. Proc. 4th Int Conference of Structural Design of Asphalt Pavement. August 1977, Vol. 1, p. 249.
- 2) EKMAN B. et al. *Modification of Road Asphalt by Polymers*. International Road and Traffic Conference. Berlin, September 1988.
- 3) DENNING J.D. *TRRL Laboratory*. Report 989.
- 4) CHOYCE P.W. *Sheffield Polytecnic*. Project No 27/0312. October 1987.