

**SITEBSi srl**

# Rassegna del bitume

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

ESTRATTO DAL N° **27/96**

**Evoluzione delle superfici stradali**

**Innovation in road surfaces**

*Carlo Giavarini*

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

# Evoluzione delle superfici stradali

## Innovation in road surfaces

CARLO GIAVARINI

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

### Riassunto

Una sessione del Congresso di "Eurasphalt & Eurobitume" (Strasburgo 1996) è stata dedicata all'innovazione nelle "road surfaces".

Presentiamo qui di seguito, in lingua italiana, gli aspetti essenziali della relazione presentata dal moderatore della sessione.

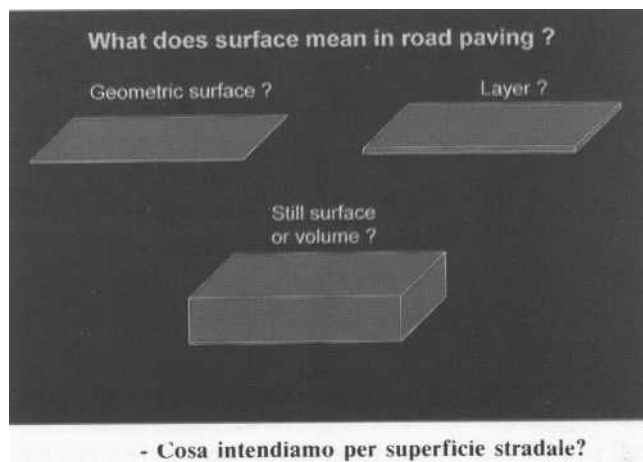
### Summary

One of the sessions of the "Eurasphalt & Eurobitumen" Congress (Strasbourg, 1996) has been dedicated to the innovation in road surfaces.

The main conclusions reached during the presentation of the session are reported in this article.

### 1. Introduzione

Quando si parla di superfici stradali, la prima domanda a cui rispondere è la seguente: cosa si intende per superficie stradale? (Fig. 1)



Nella discussione che segue si farà riferimento alla "pelle" della strada, cioè all'ultimo strato posato sulla strada, quello cioè esposto all'usura del traffico, indipendentemente dal suo spessore.

Questo è stato anche il punto di vista della maggior parte degli Autori che hanno presentato i 22 lavori della sessione "Innovation in road surfaces" al Congresso "Eurasphalt & Eurobitume" di Strasburgo. I lavori riguardano essenzialmente i seguenti tre argomenti (Tab. 1): prestazioni (soprattutto ormaia-

Tabella 1 - Principali argomenti suggeriti dai lavori presentati nella Sessione 7

Lavoro	Generale	Prestazioni	Sicurezza	Rumore	Altri
1.005				■	
1.010			■		Attrezzature
3.032				■	
7.171			■	■	Attrezzature
7.173	■				
7.174			■	■	Colore
7.175		■			
7.176			■	■	
7.177		■			
7.180				■	
7.181		■			
7.182		■			
7.183			■		
7.184		■			Prova di ormaimento
7.185			■	■	
7.186			■		
7.187			■	■	
7.188	■				
7.189		■			
7.190					Colore
8.198		■	■	■	
8.202		■			

mento e modulo), sicurezza, rumore. Per l'identificazione dei lavori, si prega di far riferimento agli atti del Congresso.

Due dei lavori presentati sono rassegne dell'esperienza francese e spagnola nel campo degli strati sottili. Gli altri lavori sono ugualmente distribuiti nei tre principali argomenti citati. Sicurezza e rumore sono in genere considerati insieme. Alcuni lavori prendono in esame anche il problema delle pavimentatrici e del colore della superficie stradale. Solo un lavoro è dedicato alle emulsioni di bitume: forse se ne prevedevano di più.

Alcuni dei lavori presentati da un certo numero di Società contengono informazioni riservate che non hanno consentito un esame e discussione scientifica sulla validità di certi prodotti o trattamenti; in altre parole non hanno permesso, a partire dai soli nomi commerciali, di migliorare la conoscenza in materia (Fig. 2).



Fig. 2 - Se non viene detto che cosa sta dietro il nome commerciale, è arduo trarre qualche conclusione da un lavoro

Vari lavori suggeriscono soluzioni, per uno o più dei citati problemi, mediante l'applicazione di strati sottili: la tendenza a ridurre lo spessore della "pelle" della strada continua tuttora; si basa soprattutto sui bitumi modificati.

In effetti la maggior parte dei lavori (circa il 75%) considera l'uso di bitume modificato con polimeri. Se si considerano anche le modifiche con fibre e polverino di gomma, si raggiunge una percentuale del 90%.

Ciò può significare che oggi il solo bitume non è più considerato sufficiente come legante per le superfici stradali.

Un lavoro propone addirittura di fare l'ultimo strato della strada solo in materiale polimerico; la strada di plastica è indubbiamente il sogno delle

società che producono polimeri (non dei produttori di asfalto!).

Sono stati ignorati i problemi relativi ai costi, pur nei lavori che potremmo definire più "commerciali". Molti articoli che hanno confrontato diversi prodotti o processi, spesso per dire che il proprio era il migliore, non hanno confrontato i costi di tali prodotti o processi. Ci rendiamo comunque conto del fatto che ciò non è affatto facile.

## 2. Lavori di carattere generale

Due lavori, uno francese di Brossead (7.173), e uno spagnolo di Gordillo, Bardesi, Costa e Ruiz (7.188), presentano una rassegna delle rispettive esperienze nel campo dei manti sottili e ultra sottili (VTAL), mettendo in rilievo le particolarità di questa tecnica rispetto ai manti tradizionali.

Riguardo le prestazioni si sottolinea quanto segue:

- In condizioni di intenso traffico, ottimo comportamento, simile a quello ottenuto con strati più spessi; solo qualche problema nei progetti con inerti 0/10 e uso di bitume non modificato.
- Miglioramento della levigatezza che permane nel tempo, a dispetto del piccolo spessore.
- Non sono riportati problemi di ormaimento. La combinazione con i conglomerati ad alto modulo produce eccellenti prestazioni antiormaiamento.
- La rugosità, specie nelle miscele VTAL 0/10 è una delle più alte, confrontabile con quelle delle miscele drenanti. La drenabilità superficiale è molto buona.
- L'aderenza è eccellente ad ogni velocità e permane nel tempo; va segnalato che VTAL 0/6 possiede la miglior aderenza rispetto a tutti i tipi di superfici stradali, per velocità che vanno da 40 a 120 km/h.
- Nonostante questa tessitura, la rumorosità dei VTAL 0/10 è simile a quella delle miscele classiche, mentre quella delle miscele 0/6 viene ridotta al livello delle miscele porose drenanti.

Quando è richiesto un buon livello di aderenza, l'uso di VTAL è molto diffuso in Francia sulle strade con buone condizioni strutturali. Il tipo 0/10 è usato soprattutto nelle strade a traffico pesante e alte velocità; il tipo 0/6 è apprezzato soprattutto nelle strade urbane e periferiche.

Il successo ottenuto dai VTAL ha portato allo sviluppo di nuovi tipi di progetto con quantità di circa 25-40 kg/m<sup>2</sup>. Trattasi sempre di miscele 0/10 o 0/6 ma con minor contenuto di sabbia, dove la mano di ancoraggio ("tack coat") gioca un ruolo essenziale. Tali prodotti sono anche una ottima alternativa co-

me tecnica per la manutenzione stradale. La rassegna spagnola conferma questi dati, dopo una esperienza decennale nell'uso di questi VTAL. In Spagna la preferenza va piuttosto alle miscele da 0/10 a 0/8, con un contenuto di vuoti di circa 8%.

### 3. Prestazioni meccaniche

Otto dei lavori presentati fanno prioritariamente riferimento ad aspetti prestazionali (moduli, fatiche, resistenza allo scorrimento plastico). In quattro di essi si analizzano diverse procedure per migliorare le prestazioni globali, soprattutto la resistenza dell'ormaiamento.

Il lavoro di Sainton, Delmé, Carré (7.181) analizza diversi tipi di conglomerato (convenzionali, porosi, ecc.) basati sull'uso di bitumi modificati con un polimero plastomerico (EMA?).

L'analisi è condotta mediante il modulo dinamico ERDT, la fatica intrinseca e i saggi di scorrimento dinamico; vengono altresì considerati il programma MOEBIUS, e altri saggi specifici, come il Cantabrian per drenanti.

Viene confermato che, pur non avendo questi leganti un significativo recupero elastico, è possibile progettare leganti e conglomerati aventi prestazioni meccaniche e durabilità maggiori di quelli modificati con polimeri elastomerici. Ovviamente questo lavoro è di una Società interessata alle miscele con plastomeri; in effetti gli elastomeri presi come riferimento non sono specificati.

Il lavoro di Grimaux e Lesage considera l'uso di un bitume a bassa penetrazione (15-25 dm a 25 °C), senza polimeri.

Tale bitume permette di preparare conglomerati con minimo modulo di rigidità (12.00 MP a 15 °C). Il comportamento a bassa temperatura è soddisfacente. Nulla viene detto relativamente alle modalità di preparazione di questo bitume speciale. L'articolo presenta un certo interesse, oltre a quello commerciale, perché confronta le proprietà (sia del legante che del conglomerato) ad alta, media e bassa temperatura, sia sulla base dei tests tradizionali che di quelli SHRP. Tuttavia, le correlazioni tra SHRP e altri tests non sono sempre chiare.

Nel lavoro di Serfass, Bense e Tessonneau (7.182) viene ottenuto un alto modulo (oltre il doppio, rispetto ai conglomerati convenzionali) incorporando direttamente un polimero poliolefinico nell'impianto di miscelazione. Il polimero viene aggiunto prima del bitume agli aggregati caldi, su cui aderisce. Questo processo viene usato sia sugli strati di base che per

quelli di superficie, con un contenuto di legante (resina più bitume) compreso tra il 5,6 e il 6%.

Il lavoro di Triquigneau e Saubot (7.184) considera l'uso di un bitume modificato con un elastomero di tipo SBS più un indurente (non meglio specificato). Viene proposto un metodo di studio della resistenza allo scorrimento plastico per i materiali assoggettati a sforzi eccezionali; ciò partendo dalla prova di ormaiamento del Ponts et Chaussées, aumentando la temperatura (70 °C) e i cicli (100.000). Usando questo metodo di prova, vengono analizzate diverse soluzioni per migliorare la resistenza all'ormaiamento: bitumi "duri" 15/25, modificati con SBS, additivi diversi come il carbon black, le fibre, scarti di materie plastiche da cavi telefonici. I migliori risultati si ottengono col bitume a bassa penetrazione; essi sono confrontabili con quelli del bitume a base SBS (per 51 dm e P&A 77 °C) e con una miscela contenente l'1% di residui plastici di cavi telefonici. Per migliorare le prestazioni del legante è stato sviluppato un prodotto a base di SBS più agente indurente (proporzione 8/1). Il conglomerato così ottenuto possiede un alto modulo (13.000 mm 18.000 MP a 15 °C 10 Hz) e buona resistenza a fatica e allo scorrimento plastico.

Un altro lavoro di Samanos e Tessonneau (7.202) descrive un sistema a base di una rete tridimensionale ad esagono di acciaio, per ridurre l'ormaiamento. Si usa un modificato con fibra posato su uno strato impermeabilizzante. Lo spessore dal tutto è 4-5 cm. La rete riduce le possibilità di scorrimento e aumenta la resistenza a trazione (Fig. 3).

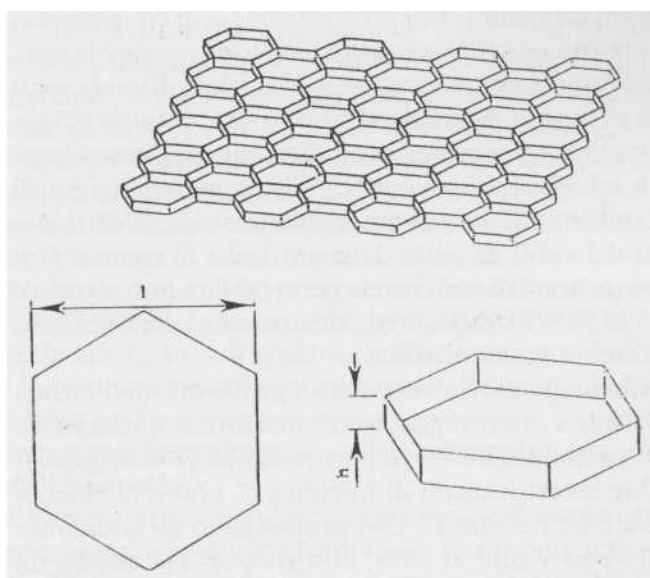


Fig. 3 - Armatura metallica per strati superficiali

Il lavoro di Goacolou e Le Bourlot (7.198) fa un confronto fra diversi tipi di leganti (non modificati, modificati con EVA, modificati con SBS) nei drenanti con alto contenuto di vuoti (ca. 30%). Per lo studio gli Autori hanno usato il "wheel tracking test" sviluppato dalla NYNAS, adattato alle miscele porose con spessore di 4 cm.

Il lavoro di Pérez, Mirò, Concer e Fonseca (7.189) studia l'effetto dell'uso di fibre acriliche sulle proprietà meccaniche dei conglomerati, con l'ausilio di due metodi di prova appositamente sviluppati.

Si conferma che le fibre aumentano generalmente gli sforzi accettabili per un conglomerato, producendo anche un notevole aumento della resistenza a rottura. Più duro è il bitume, maggiore è l'effetto.

L'unico lavoro sulle emulsioni, di Poirier (7.177), propone una emulsione che cerca di risolvere il problema del mantenimento di una consistenza adeguata del conglomerato dopo la preparazione, fino all'applicazione sulla strada. Il tempo di rottura dell'emulsione può essere regolato in funzione della sua concentrazione. Viene proposto un grafico (bitume coagulato in funzione del "grado di avanzamento") per selezionare l'emulsione migliore.

#### 4. Sicurezza e rumore

Come sopra detto, in molti lavori l'aumento degli standards di sicurezza e la riduzione del rumore sono ottenuti con lo stesso tipo di strato superficiale. Esauriamo dapprima i problemi della sicurezza, relativi ad antisdruciolamento, "hydroplaning", visibilità e antighiaccio.

Tutti sappiamo che i drenanti a base di conglomerati porosi svolgono un ruolo molto importante in questo campo: essi migliorano le condizioni di guida sotto la pioggia, e riducono al rumorosità. È tuttavia maturata la convinzione che il drenante, così come è stato inizialmente concepito, dia un certo numero di problemi, in particolare quello relativo all'ostruzione dei vuoti da parte delle particelle di sporco. Dopo un anno di esercizio la permeabilità può scendere al 40-50% di quella originale, o a valori più bassi nelle strade a scarso traffico.

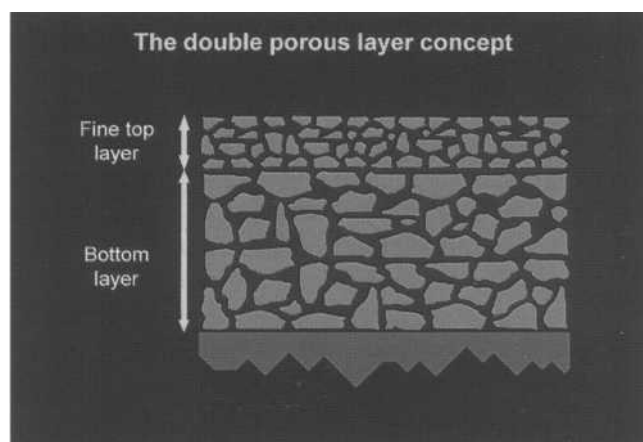
Allo scopo di risolvere questo problema, nell'ultima decade è stato suggerito di aumentare il contenuto di vuoti oltre il 20%, a partire dal 15-18% originale. Due lavori francesi di Michaut (7.176) e di Goacolou e Le Bourlot (7.198) propongono un contenuto di vuoti vicino al 30%, con spessori che vanno da 2,5 a 4,0 cm. Per raggiungere questa percentuale di vuoti il legante deve essere decisamente modificato,

sia con elastomeri come SBS (7.176) che con plastomeri come EVA (7.198).

La curva di permeabilità, nel drenante ad alto contenuto di vuoti, sembra seguire lo stesso andamento degli asfalti porosi convenzionali. Avendo tuttavia un più alto contenuto iniziale di vuoti, il risultato finale nel tempo è superiore (per ciò che concerne permeabilità e rumore).

Un'altra soluzione innovativa al problema del riempimento dei vuoti nei drenanti è l'applicazione del doppio strato drenante, proposto da due lavori, rispettivamente di Battiato, Grandesso, Donada, Rusiani (7.185) e di Van Bochove (7.187).

Una rappresentazione molto schematica del concetto del doppio strato è riportata in Fig. 4; in essa non sono però evidenziati i vuoti.



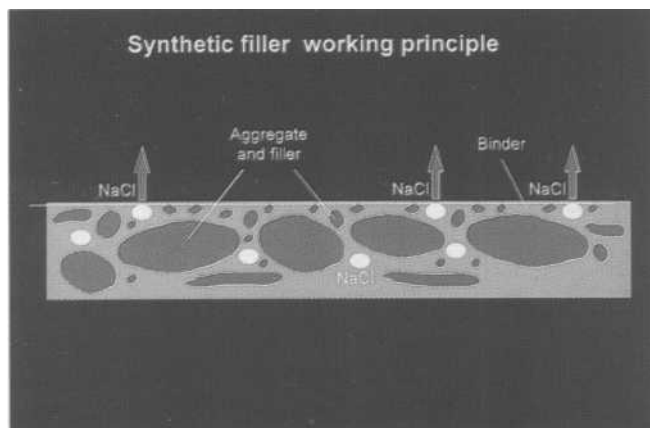
Lo scopo del doppio strato è di aumentare la durabilità del drenaggio e di migliorare la riduzione del rumore a bassa velocità. La pavimentazione è facile da posare e da pulire. È costituita da uno strato sottostante di asfalto poroso grossolano, con aggregati monogranulari, e da uno strato superiore drenante, avente granulometrie più fine. Le minori dimensioni degli aggregati superficiali riducono la vibrazione dei pneumatici e, di conseguenza, la rumorosità.

Lo strato superiore agisce da filtro e impedisce allo sporco più grossolano di entrare e intasare la pavimentazione. La portata di deflusso dell'acqua è molto superiore nella parte sottostante e ciò ha benefici effetti sulla efficienza e pulizia dello strato superiore. Nell'applicazione dei drenanti convenzionali c'è anche il timore che i vuoti a maggior dimensione possano riempirsi di neve e ghiaccio e rendere l'asfalto scivoloso; il doppio strato dovrebbe risolvere anche questo problema.

Nelle applicazioni proposte, lo strato superiore varia da 1,5 a 2,0 cm, mentre il fondo va da 3 a 5 cm. Il legante è un modificato con SBS (Battiato) o un polverino di gomma (Van Bochove).

Una recente applicazione è stata fatta su una autostrada italiana utilizzando spessori molto ridotti (4,5 cm in totale).

Un altro lavoro italiano di Pasetto (7.186) propone una soluzione per impedire la formazione di ghiaccio sulle superfici stradali (Fig. 5).



**Fig. 5 - Uso di filler antighiaccio**

Viene suggerito l'uso di un filler speciale o "sintetico" aggiunto al conglomerato per gli strati di superficie. Il componente principale del filler sintetico è il cloruro di sodio, insieme a materiali inerti come silice e carbonato di calcio, aggiunti per conferire idrofobicità al componente principale. Il filler viene omogeneamente amalgamato con il materiale costituente lo strato superficiale, che viene steso in modo convenzionale.

L'abrasione dovuta al traffico veicolare provoca un graduale rilascio del sale che, a sua volta, impedisce la formazione del ghiaccio in inverno e aumenta l'adesione.

Si afferma che con dosaggi di ca. 10% di filler non ci sono effetti inquinanti.

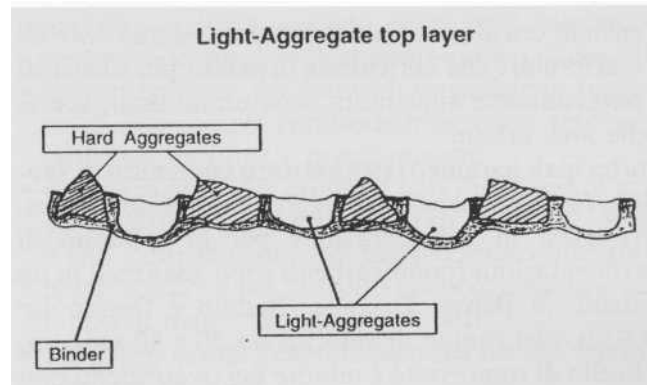
La resistenza allo slittamento è migliorata da Tessonneau e Serfass (7.183) mediante aggiunta dica. 25 0% di un aggregato leggero all'asfalto (Fig. 6).

Le proprietà anti-skid derivano dall'usura differenziata degli aggregati leggeri sotto l'azione del traffico. Ne risulta una elevata macrotestitura e, di conseguenza, un buon aumento dell'attrito.

L'aggregato leggero è argilla espansa (3-8 mm) con densità di 0,5 t/m<sup>3</sup>. Il legante è modificato con fibre. La miscela va usata per strati sottili (- 4 cm) a causa del suo costo più elevato.

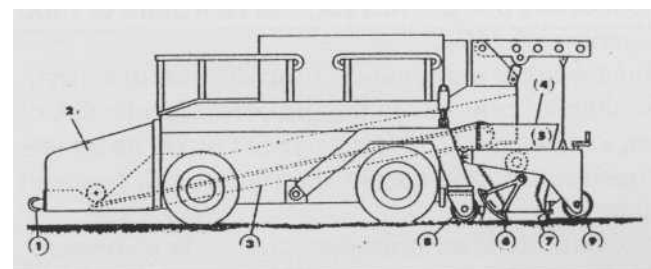
Due lavori di Soliman, Sibaud, Potier (7.010) e di

Ladehoff (7.171) prendono in considerazione nuovi sistemi di stesa per gli strati ultra sottili di drenante.



**Fig. 6 - Impiego di argilla espansa nel conglomerato**

Lo scopo di uno dei lavori (7.010) è di migliorare qualità, velocità (fino a 30 m/min), economia e sicurezza della stesa, con l'uso di una pavimentatrice speciale (Fig. 7) e di un adatto conglomerato modificato con EVA.



**Fig. 7 - La pavimentatrice speciale proposta da Soliman, Sibaud e Potier**

La pavimentatrice è dotata di una tramoggia in grado di esercitare una pressione sul suolo, così da favorire il legame tra aggregato e "tack coat". Un secondo elemento è una barra vibrante riscaldata fissata ad un supporto, che può essere regolato in posizione verticale. Tale supporto poggia su ruote libere, nella parte frontale, e su cilindri nel retro. Lo spessore dello strato posato viene definito dalla differenza di livello tra le ruote libere e i cilindri.

L'altro lavoro (7.171) propone un nuovo tipo di strato superficiale, steso mettendo ca. 2 cm di una miscela aperta su una emulsione modificata con SBS. Una pavimentatrice convenzionale, dotata di un serbatoio per l'emulsione e di uno spruzzatore, posa direttamente il conglomerato caldo sull'emulsione, così da "romperla".

Pavimentatrice e camion non passano sullo strato di emulsione, che quindi forma una membrana intatta. Tale membrana fornisce un'ottima impermeabilizzazione per la sottostante pavimentazione, al di sot-

to dello strato di usura. Questo sistema è particolarmente utile per il rifacimento di vecchie pavimentazioni.

Venendo ora al problema del rumore, si può senz'altro affermare che la richiesta di asfalti più silenziosi è notevolmente aumentata negli ultimi anni, specie nelle aree urbane.

I principali parametri (soprattutto contenuto di sabbia e caratteristiche degli aggregati) che devono essere presi in considerazione per lo sviluppo di pavimentazioni fonoassorbenti sono analizzati in un articolo di Bense, Delanne, Baudin e Desmoulin (3.032). Nel campo di velocità tra 50 e 80 km/ora, il livello di rumorosità è minore nei rivestimenti non porosi (Fig. 8); al contrario esso diventa maggiore all'aumentare della velocità. In tal caso la rimozione dell'aria dal conglomerato (e quindi la riduzione del rumore) è molto più efficace nel drenante (asfalto poroso). Può essere raggiunto un compromesso usando una miscela 0/6 con bassa percentuale di sabbia; il legante deve essere modificato con polimero. Lo spessore può essere 3 cm, con contenuto di vuoti superiore al 25%.

Due memorie propongono l'uso di strati di superficie sintetiche colorati. In particolare, il lavoro di Conan e Marchand (7.174) suggerisce l'uso di un legante "traslucido", non meglio specificato, e di pigmenti minerali.

Propone anche un procedimento per la dispersione dei pigmenti nella miscela: la miscela dei pigmenti è dispersa in olio per formare una pasta pronta per l'uso.

La memoria di Khweir e Edmondson (7.190) illustra gli studi, condotti sia in laboratorio che sulla strada, per lo sviluppo di uno strato ultra sottile colorato (5-10 mm) a base di poliuretano. In laboratorio sono state studiate diverse miscele, modificando il tipo di poliuretano, le condizioni di indurimento, le proporzioni di aggregato e di filler, il contenuto di umidità; è stato provato anche l'uso di polverino di gomma. La formulazione prescelta alla fine contiene il 9% di poliuretano e il 5% di gomma di recupero da pneumatici usati; quest'ultima unitamente al tipo e contenuto di poliuretano ha la funzione di regolare la rigidità. Secondo gli Autori, una siffatta miscela può essere fabbricata e messa in opera senza la necessità di apparecchiature speciali.

L'aggiunta all'asfalto di gomma di recupero proveniente dai copertoni usati è una vecchia storia; è un grosso problema negli Stati Uniti, dove lo smaltimento dei pneumatici usati è considerato un problema prioritario. Fino a ca. 200 °C il polverino di gomma (getto anche "farina di gomma") non si scioglie normalmente nel bitume, a meno di ricorrere a processi di ge vulcanizzazione o ge polimerizzazione, così da ottenere il rammolimento della gomma.

Due lavori francesi di Sainton (7.180) e Chaidnon (7.005) rispettivamente, propongono l'uso di polverino di gomma per ridurre la rumorosità nelle pavimentazioni asfaltiche.

Una nuova proposta consiste nel produrre un legante composto da bitume, gomma da copertoni, e da un catalizzatore "di digestione" (non meglio specificato). Tale legante viene prodotto direttamente nel-

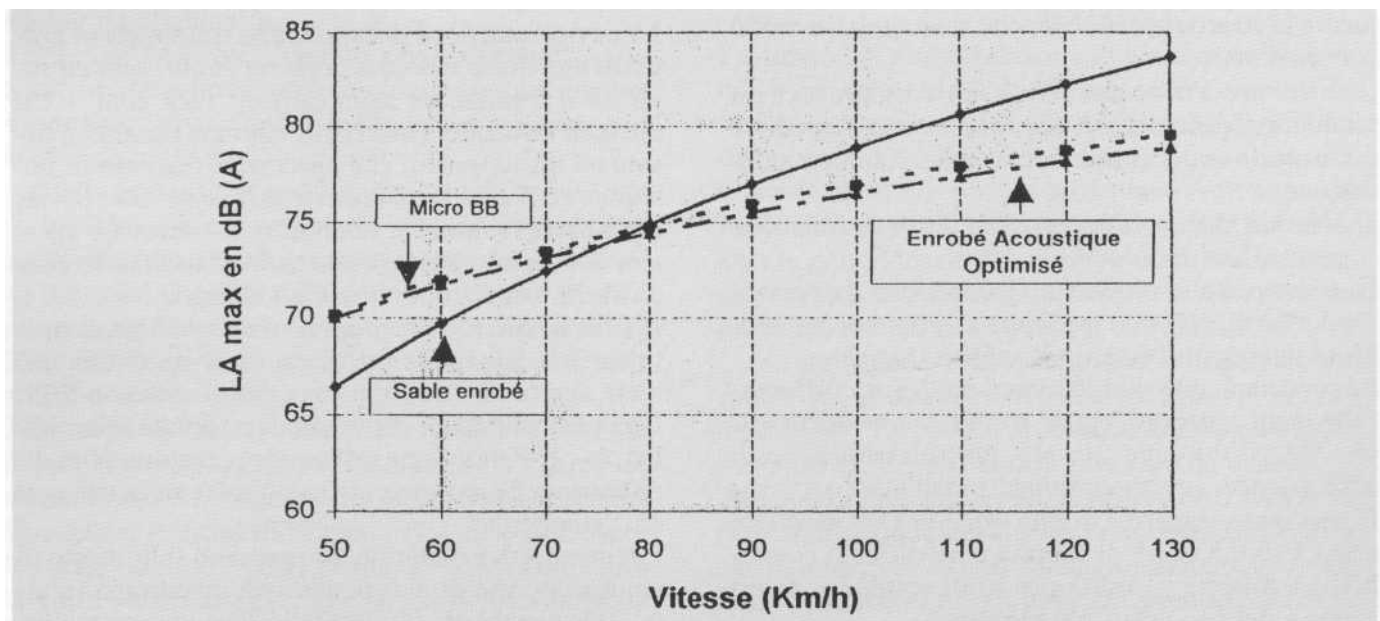


Fig. 8 - Livelli di rumorosità in funzione della velocità. Sable enrobé = manto non poroso; MicroBB = drenante

l'impianto, durante la miscelazione a caldo con gli aggregati caldi a 180 °C, senza cioè miscelare preventivamente la gomma col bitume. Il contenuto di gomma va dall'1 al 5%.

Il catalizzatore migliora la dispersione della gomma nel bitume. Questa miscela densa o semidensa si comporta come manto antivibrazione, assorbendo le onde sonore provenienti dal rotolamento dei pneumatici. Ciò è dovuto alle particelle di gomma "non digerite" (con diametro massimo di ca. 3 mm). Ne risultano migliorate anche le proprietà di resistenza all'ormaiamento. Questo tipo di asfalto è particolarmente indicato per le aree urbane, dove ha un livello di rumorosità simile a quello dell'asfalto poroso.

## 5. Conclusioni

Gli aspetti più riferibili all'innovazione nel campo dei manti di superficie possono essere così riassunti:

- conferma del successo degli strati sottili o ultrasottili;
- specializzazione dei manti di superficie in funzione di determinate caratteristiche, come tessitura, sicurezza, confort e ormaiamento;
- ottimizzazione dei drenanti con l'impiego di granulometria ad alto contenuto di vuoti (ca. 30%) e con l'introduzione del doppio strato drenante;
- preoccupazione per l'aspetto estetico, tramite lo sviluppo di manti (sintetici) colorati;
- l'impiego ormai generalizzato dei bitumi modificati con polimeri.