

Impiego dei rigeneranti nelle miscele asfaltiche

Use of rejuvenators in asphalt mixtures



RIASSUNTO

L'impiego e l'efficacia dei rigeneranti, o *rejuvenator* come meglio sono definiti in inglese, sono oggetto di vari studi e dibattiti, senza che al momento si sia riusciti a creare standard e classificazioni nel settore. L'articolo prende spunto dal Workshop organizzato a Padova (10-11 settembre 2019) da EAPA sull'uso dei rigeneranti nelle miscele bituminose, per fare un quadro della situazione attuale, anche alla luce del documento EAPA avente come oggetto le raccomandazioni per l'uso dei *rjuvenator* nelle miscele asfaltiche calde e tiepide. Le varie e interessanti relazioni del Workshop hanno concordato sul fatto che è necessario avere standard e classificazioni ben definite dei rigeneranti, per fare chiarezza sulle tecniche di riciclo e di riuso. Sull'impiego dei rigeneranti non ci sono opinioni del tutto concordi, in quanto c'è anche chi non li ritiene necessari, se si fa uso di un adatto bitume di reintegro. L'impiego sembra comunque necessario per alte percentuali di fresato nella pavimentazione riciclata. L'impiego del fresato negli strati di superficie necessita probabilmente di ulteriori approfondimenti. La possibilità di impiegare fresati in miscele contenenti PMB sembra al momento limitata.

SUMMARY

The use and effectiveness of rejuvenators in asphalt mixtures are considered in a number of projects and meetings. At the moment the world "rejuvenator" does not have an official definition and there is a growing demand to classify the various products being made available on the market seeking to be used as rejuvenators.

This article is based on the Workshop organized by EAPA in Padua (10-11 September 2019) on the subject of rejuvenators use in asphalt mixtures. EAPA has recently diffused a position paper containing recommendations for the use of rejuvenators in hot an warm asphalt production.

The decision whether the use of a softer binder or a rejuvenator is technically advised has been discussed during the Workshop, where a number of ongoing projects were presented.

The use of a rejuvenator seems useful when high percentages of RAP are considered in a recycled asphalt mixture. The use of RAP in the surface layers is still discussed and restricted in some Countries; similar problems exist for the use of RAP in combination whit polymer modified bitumen (PMB).

1. Premessa

L'Europa ricicla circa il 30% del conglomerato bituminoso, soprattutto negli strati di base delle pavimentazioni. La disponibilità EU di fresato è di 47 milioni di tonnellate, di cui il 68% viene riusato nell'asfalto e il 19% riciclato come materiale granulare.

I due maggiori fattori responsabili dell'invecchiamento del manto asfaltico sono la perdita dei componenti più volatili del legante (durante il riscaldamento: *short term aging*) e la lenta ossidazione della porzione esposta all'aria (*long term aging, con conseguente steric hardening*); il risultato è un indurimento del legante, con aumento della viscosità.

Per il riuso si impiegano spesso prodotti genericamente classificati come rigeneranti, che hanno la funzione di ripristinare la giusta viscosità del legante invecchiato e indurito. In effetti il termine inglese "*rejuvenator*" (ringiovanente) sembra più adatto del nostro "rigenerante", in quanto molto spesso questi

prodotti sono dei semplici diluenti o fluidificanti, senza una vera e propria azione rigenerante di ripristino chimico.

Da alcuni anni EAPA (*European Asphalt Paving Association*) ha creato un gruppo di lavoro per approfondire il tema dei rigeneranti nelle miscele asfaltiche e ha pubblicato un *Position Paper*, di cui si dirà nel seguito.

Lodevole quindi l'iniziativa di organizzare a Padova, nei giorni 10 e 11 settembre 2019, un Workshop sul tema "*Use of Rejuvenators in Asphalt Mixtures*". Sede dell'incontro è stato il palazzo dello storico Caffè Pedrocchi, dotato anche di una magnifica sala con annesse terrazze panoramiche (**Fig. 1**). Presenti una settantina di addetti ai lavori, motivati e provenienti da 14 Paesi.

Il nuovo Direttore tecnico di EAPA, Breixo Gomez Meijide ha ben tenuto le redini dell'incontro, dopo i saluti del nuovo Presidente di EAPA, Francois Chai-



Fig. 1 La sala Rossini per le conferenze al piano nobile del Caffè Pedrocchi



Fig. 2 Il nuovo Presidente di EAPA Francois Chaignon, insieme al Prof Giavarini

gnon (**Fig. 2**) e del Prof. Gabriele Tebaldi dell'Università di Parma. L'incontro era articolato in due sessioni dedicate rispettivamente a "Ricerca e innovazione nell'uso dei rigeneranti" e alle "Esperienze industriali nell'uso dei rigeneranti"; le sessioni sono state precedute da una dettagliata presentazione del *Position Paper* di EAPA e seguite da un workshop di gruppo, articolato in tre sessioni (1. *Knowledge gaps*; 2. *Barriers for implementation*; 3. *Roadmap*).

2. Il Position Paper di EAPA

Laurent Porot (EAPA/Kraton) ha presentato il documento recentemente emesso da EAPA, relativo all'uso dei rigeneranti o "ringiovanenti" nelle miscele di riciclo contenenti il fresato di asfalto (**Fig. 3**). Tale documento (circa 20 pagine) ha lo scopo di sintetizzare le attuali conoscenze sull'uso dei rigeneranti, in quanto c'è la necessità di una guida; lo stesso nome "rigenerante" o "*rejuvenator*" non ha

una definizione ufficiale ed esiste la necessità di classificare i vari prodotti messi sul mercato. Esiste anche il problema di capire come si possono riciclare i bitumi e gli asfalti modificati con polimeri; e, nel caso di riciclo, se essi vanno sempre classificati come PMB. L'asfalto diventa generalmente più rigido durante l'uso e quindi, se si impiegano elevate quantità di fresato nelle miscele stradali, occorre aggiungere o dei leganti più soffici, o degli agenti fluidificanti, o dei rigeneranti, per ridurre la rigidità del prodotto riciclato.

Gli additivi ringiovanenti ripristinano le proprietà reologiche, eventualmente evitando l'aggiunta di bitumi soffici; essi però non possono restaurare la composizione chimica originale del legante. Il loro »

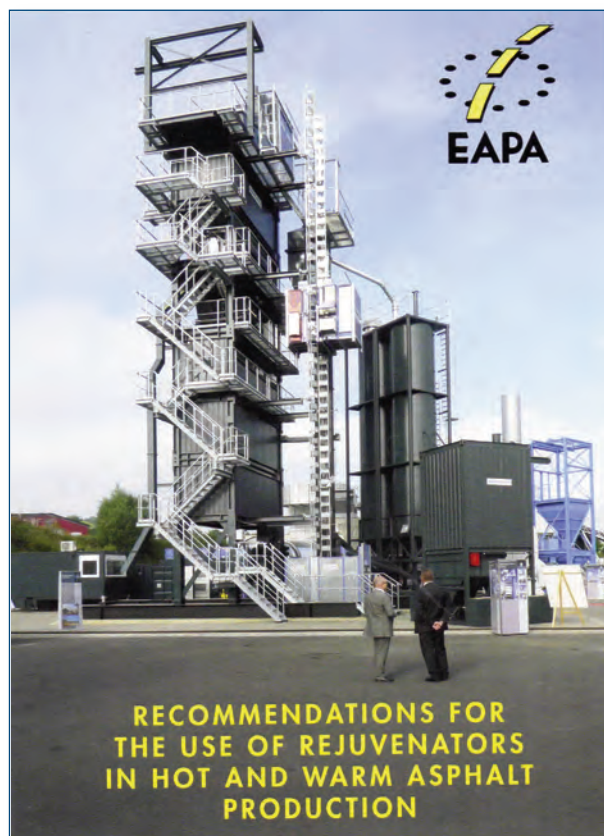


Fig. 3 Il *Position Paper* di EAPA sui rigeneranti

uso dipende dalla quantità di fresato nell'asfalto e dalla sua qualità. Essi devono ripristinare le proprietà originarie, a bassa e intermedia temperatura (flessibilità) senza però danneggiare le proprietà ad alta temperatura (ormaiamento) e l'invecchiamento. Con un approccio chiaro e pragmatico, il *Position Paper* espone i metodi per caratterizzare il bitume estratto dal fresato, con e senza rigenerante, e per caratterizzare le miscele contenenti fresato di riciclo; espone quindi i metodi per miscelare il fresato con i rigeneranti, insistendo sul fatto che i rigeneranti e le miscele finali risultanti non devono avere impatti negativi sull'ambiente. Se basati solo su prove sul legante bitume, l'efficacia di un rigenerante può affidarsi ai risultati di test empirici di consistenza: penetrazione a 25 °C, Palla e Anello (**Fig. 4**) e viscosità (quest'ultima per i bitumi soffici). Altre proprietà potenzialmente interessanti sono il test di invecchiamento RTFOT, il PAV, il reometro BBR, l'indice di penetrazione, il *flash point*; anche il DSR (*Dynamic Shear Rheometer*) può essere utile. Non si può

sperare di ripristinare le originali proprietà del bitume e quindi si deve cercare di raggiungere il miglior compromesso possibile. La **Fig. 5** riporta un esempio di possibile procedura per la valutazione di un rigenerante. L'auspicio è che si possa usare sempre più fresato e sempre più *hard*, così da poter far fronte anche a riciclaggi successivi; in altre parole, che si passi "dal riciclo al riuso" del fresato tal quale (con l'aiuto di adatti rigeneranti).

Il documento EAPA è chiaro e ben scritto, pur non dicendo molto di nuovo; in particolare non affronta il problema della classificazione ed efficacia dei vari prodotti messi sul mercato, la cui vasta gamma va dai semplici diluenti (la maggior parte) a rigeneranti con maggiori pretese di interazione chimica con il legante "vecchio" del fresato. È questo un lavoro che prima o poi dovrebbe essere fatto, con l'ausilio di maggiori competenze e analisi chimiche. Inoltre, la bibliografia del *Position Paper* è molto povera (solo tre citazioni) e sembra ignorare alcuni importanti studi sull'argomento. Anche il problema del rici-

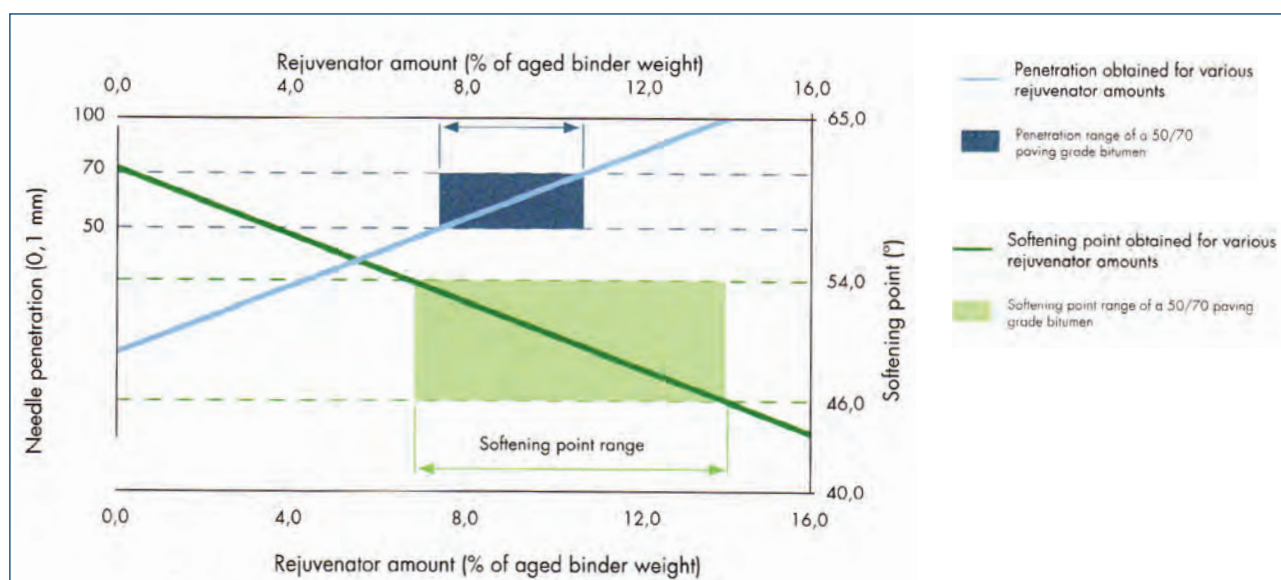


Fig. 4 Esempio di blending chart per un dato rigenerante e un dato asfalto di recupero, basata su misure di penetrazione (curva ascendente) e di Palla e Anello (curva discendente)

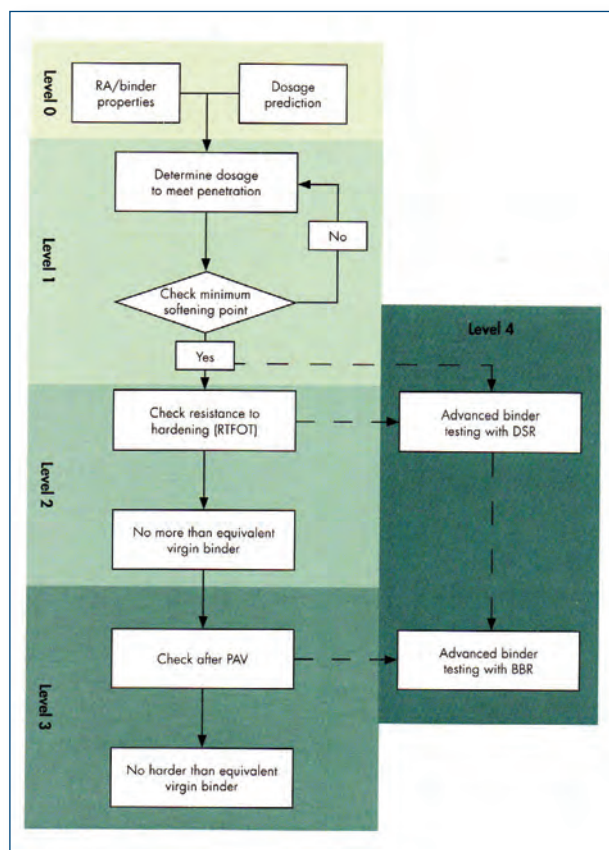


Fig. 5 Esempio di flow chart per la valutazione di un rigenerante

claggio di miscele contenenti varie quantità di componenti aggiunti, come polimeri e pastiche, gomma, fibre, ecc., andrà affrontato in successivi documenti.

3. Ricerca e innovazione

Il Belgio (relatore Tine Tanghe, BRR), che non permette l'uso del fresato negli strati superficiali, ha messo in cantiere due progetti di ricerca applicata: *Re-Race* e *Rejuvebit*. Nel primo si sperimentano e confrontano diverse procedure per aggiungere i *rejuvenator* a miscele con il 70% di fresato: nell'alimentatore del fresato (*upstream*), o direttamente nel mixer, o nella miscela. L'effetto favorevole del rigenerante usato (Sylvarod) è evidente in ogni caso.

Il *Rejuvebit* è un progetto dimostrativo (in corso) sull'uso dei rigeneranti in 5 sezioni stradali; il progetto serve a guadagnare esperienza sull'uso di alte percentuali di fresato, sia negli strati di base che in quelli di superficie. Si sperimentano diversi tipi di rigeneranti e di impianti.

Molto interessante la valutazione metodologica di laboratorio fatta da un ricercatore dell'Università di Brno (Tomas Koudelka) di ben 13 *rejuvenator*, elencati come tipologie e non col nome commerciale (Tab. 1). Sono stati misurati il punto di infiammabilità, la perdita in peso, la viscosità dinamica, i fumi, l'invecchiamento, e altre proprietà, sia sui prodotti tal quali che sui leganti additivati. Alcuni dei prodotti analizzati avevano *Flash Point* inferiore a quello previsto per il bitume (230°C); da notare però che non esiste un limite stabilito dalla normativa europea. Anche le perdite di peso al riscaldamento erano varie: alcuni campioni emettevano una grande quantità di fumi durante il test RTFOT. L'efficacia di un additivo dipende dal parametro adottato per valutarla. Tutti gli additivi provati riuscivano a ripristinare le proprietà empiriche fondamentali.

Il dosaggio richiesto per ripristinare G^* variava con »

Tab. 1 Tipologie di additivi impiegati nella ricerca dell'Università di Brno

1-Olio di colza raffinato
2-Miscela di resine, cere, polimeri
3-Residuo da vuoto
4-Miscela di oli vegetali
5-Derivati degli acidi grassi
6-Esteri di colofonia
7-Oli vegetali e alchil-amido-poli-ammina modificata
8-Esteri polioli, talloil e trementina
9-Metilesteri di acidi grassi
10-Estratti aromatici
11-Miscela di oli vegetali
12-Prodotto contenente cere-1
13- Prodotto contenente cere-2

ogni dominio di temperatura (basso, medio, alto), con grandi differenze tra i vari prodotti. Nessuno dei rigeneranti provati era in grado di ripristinare completamente le proprietà iniziali, qualsiasi fosse il dosaggio. Il dosaggio basato sui parametri intermedi (penetrazione, VET, G*) favorisce l'elasticità, con più bassa rigidità. Il parametro PI (indice di penetrazione) è diverso per i vari bitumi ed è un indice della suscettibilità all'invecchiamento. Gli asfalti riciclati sono posizionati entro i limiti del PI. Gli asfalti modificati riciclati hanno differenti PI, che tali restano anche dopo il riciclo; esiste quindi un impatto sul riciclo e anche sulla classificazione. L'auspicio è che l'industria dica chiaramente che cosa si aspetta dai rigeneranti e che vengano introdotte regole sul loro uso e dosaggio.

M. Zaumanis del prestigioso Laboratorio federale svizzero per la tecnologia dei materiali (EMPA) ha presentato un complesso e approfondito progetto di ricerca (*HighRap*) per il riciclo a caldo e la validazione del 100% di fresato, determinando l'optimum

di aggiunta del legante e del rigenerante, secondo uno schema a ciclo completo rappresentato in **Fig. 6**. Interessante, per ogni fase del processo di ricerca, la possibilità di "zoomare" all'interno delle varie fasi; ad esempio dall'edificio del laboratorio, al suo interno, alla apparecchiatura interessata, al grafico risultante. Lo scopo era di determinare il contenuto ottimale di legante per avere un dato indice di flessibilità, oltre a un ormaiamento e a un cracking accettabili. È stata constatata anche la deviazione di vari parametri, a seconda della posizione e delle modalità di prelievo di provini e carote.

E. Chailleux (IFSTTAR, Francia) ha illustrato il progetto *BioRePavation*, finalizzato alla valutazione tecnica e ambientale di tre biomateriali proposti per aiutare il riciclo del conglomerato bituminoso: *Sylvaroad*, *Biofalt*, *Epoxidized metylsoyate*. Le prove sono state fatte con 50% e 70% di fresato, applicato nello strato di base. I risultati ottenuti in campo (*full scale*) sono stati migliori di quelli in laboratorio. Le conclusioni dicono che è possibile produrre e stendere un materiale asfaltico con il 50% di fresato, riducendo la quantità di bitume fresco. Alla temperatura di 160 °C non c'è sviluppo di fumi addizionali, anche se è bene usare almeno uno degli additivi al di sotto dei 150 °C.

M. Hugener ha riassunto le attività dei gruppi di lavoro RILEM su riciclaggio e rigeneranti, concludendo col proporre tutta una serie di domande e problemi che ancora sono da risolvere: che cosa è un "buon" rigenerante? Quale è la migliore formula per calcolarne la quantità? Come fare il controllo di qualità? Come produrre maggiori quantità di bitume invecchiato? Si può usare un bitume 10/20 invece di un bitume da fresato? Attendiamo le risposte.



Fig. 6 Ciclo delle attività previste dal progetto del Centro di ricerche EMPA

4. Le esperienze industriali

Il relatore della lontana e piccola Latvia (E. Pavlo-skis) si è chiesto come l'invecchiamento del rigene-

rante potrà condizionare il legante rigenerato; la chimica di entrambi i materiali è diversa: in particolare i bio-rigeneranti sono ricchi di doppi legami, suscettibili di invecchiamento. I test di invecchiamento per i bitumi probabilmente non vanno bene per i rigeneranti.

Sono state preparate miscele con 60, 80, 100% di fresato, per simulare il riciclo. Coinvolti 20 laboratori (14 università, 4 privati, 2 amministrazioni). Con miscele ben fatte, non c'è differenza tra 60, 80, 100% di fresato.

Le miscele con i rigeneranti mostravano simile comportamento all'invecchiamento del bitume vergine. In alcuni casi però si osservava una grande dispersione dei risultati, cosa che richiede un approfondimento. Nel Paese dell'Autore l'additivo è obbligatorio con percentuali di fresato superiori al 15%. Il fresato può essere usato anche negli strati di superficie (fino al 15%).

La Francia possiede 433 impianti statici e 37 mobili (X. Carbonneau, *Routes de France*) che hanno prodotto, nel 2018, l'84% di miscele a caldo, il 10% di tiepide e il 6% di fredde, contenenti in media oltre il 18% di fresato. Il relatore ha illustrato il progetto MURE che, a partire dal 2015, ha fatto prove in campo con miscele calde e tiepide contenenti il 40% di fresato (3 siti nel 2015 e 2 siti con PMB nel 2016, con additivo *warm*); sempre nel 2016 sono state fatte prove con 50 e 70% di fresato, sempre su miscele *hot e warm*, più rigenerante (3 siti); nel 2018 prove con il 40%, per validare i risultati. Le principali conclusioni hanno confermato il buon comportamento delle miscele con il 40% di fresato, con la possibilità di arrivare al 70%.

Non ci sono effetti negativi sul modulo effettuando il multi-riciclo (3 stadi di riciclo al 40%). Gli effetti sul *cracking* sono modesti. Nessuna evidenza che il rigenerante sia necessario; è però necessario selezionare in modo giusto il legante da aggiungere. Il

rigenerante può solo migliorare la miscelazione tra il legante invecchiato e quello nuovo.

Nelle varie ricerche riportate dalla letteratura non sempre i leganti soffici (usati come correttivi) sono inclusi nel confronto degli additivi rigeneranti. Per il futuro è necessario chiarire l'effetto sui PMB e sulla durabilità dello strato superficiale di usura contenente alte percentuali di fresato.

J. L. Pena (ASEFMA) ha illustrato le esperienze spagnole, ponendo l'attenzione sulla miscibilità tra vecchio e nuovo bitume, che dipende da: affinità chimica, viscosità, temperatura, tempo, energia di miscelazione; tale miscelazione non si deve assumere sempre come completa; essa è comunque un parametro fondamentale. La avvenuta miscelazione può essere controllata tramite FTIR. Ancora una volta è stata lamentata la mancanza di standardizzazione per i *rejuvenator*.

Confrontando i dati dopo 10 anni, si è visto che il riciclaggio a caldo e a freddo presentano risultati simili. L'aumento del fresato può avere effetti negativi sul *cracking*, facendolo aumentare. Certi rigeneranti basati su composti aromatici possono aumentare le emissioni.

L'uso del fresato negli strati di superficie non è permesso, in Spagna, nelle strade a traffico alto e medio. Nel 2017 la Svezia (relatore H. Arnerdal, dell'Amministrazione) ha cambiato le specifiche ed eliminato alcune restrizioni nell'uso del fresato. Non è comunque accettato il fresato nelle miscele di superficie contenenti PMB; negli strati sottostanti, sempre con PMB, il fresato può essere aggiunto solo in ragione inferiore al 10%.

R. Hofman, dell'Amministrazione olandese, ha riassunto i principi su cui si basa l'impiego del fresato in Olanda: riciclo anche negli strati superficiali, produzione a bassa temperatura, durabilità elevata, uso di combustibili alternativi, bassa resistenza al rotolamento degli pneumatici. Per percentuali minori del

50% di fresato, non vengono impiegati additivi rigeneranti; l'impiego degli additivi richiede prove aggiuntive. C'è interesse per i prodotti *bio-based*, anche se essi hanno un impatto ambientale maggiore del bitume. Le prove di controllo comprendono FTIR, GPIC, SARA, *Peel test*, prove a fatica e di rigidità.

5. Conclusioni

Le varie e interessanti relazioni del workshop EAPA hanno concordato sul fatto che è necessario avere standard e classificazioni ben definite dei rigeneranti (intesi come *rejuvenator*) per fare chiarezza sulle tecniche di riciclo e riuso. Sul loro impiego non ci sono opinioni del tutto concordi, in quanto c'è anche chi non li ritiene necessari, se si fa uso di un adatto bitume di reintegro. L'impiego dei rigeneranti sembra comunque necessario per alte percentuali di fresato nella pavimentazione riciclata. Occorre fare attenzione a che i rigeneranti impiegati non abbiano un impatto negativo dal punto di vista ambientale e della sicurezza. Per gli strati di base e binder ci si avvia verso la possibilità di ricicli vicini al 100% di RAP. L'impiego del fresato negli strati di superficie necessita forse di ulteriori approfondi-

menti. La possibilità di impiegare fresati in miscele contenenti PMB (modificati con polimeri) sembra al momento limitata in qualche Paese: occorrono ulteriori studi. È questo un aspetto molto importante e sensibile, in quanto oggi l'uso dei modificati con polimeri è diffuso e non dovrà inficiare la possibilità, domani, di un riciclaggio. Anche il riciclo di conglomerati modificati in altro modo andrà verificato.

P.S.: Abbiamo notato le scarpe di uno dei relatori (**Fig. 7**); resta il dubbio: quella di indossare due scarpe di colori diversi è una nuova moda o è un lodevole esempio di riciclo di vecchie scarpe spaiate, magari con l'uso di un lucido rigenerante?



Fig. 7 Black and Brown