



SITEB
STRADE
ITALIANE
E BITUMI

PERIODICO UFFICIALE DI INFORMAZIONE DELL'ASSOCIAZIONE SITEB

Rassegna del bitume

il secolo della strada moderna

A JOHN DEERE COMPANY

 **WIRTGEN GROUP**

107/24

Rivista del Siteb - Anno L - II quadrimestre 2024 - Tariffa R.O.C. Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento postale - 70% DCB



**Nuova fresa compatta W 150 Fi
della Serie F di Wirtgen: elevate
prestazioni di fresatura in spazi ristretti**

Storia recente dell'asfalto

Recent history of asphalt

Riassunto

Sulle pagine della Rassegna abbiamo pubblicato più volte articoli relativi alla storia millenaria dell'asfalto con le sue testimonianze nell'antico Egitto e in Mesopotamia. Raramente ci siamo soffermati ad analizzare con attenzione l'evoluzione che tale prodotto ha avuto nell'ultimo secolo. Lo ha fatto l'ing. Mauro Maschietto, tecnico esperto e profondo conoscitore della materia, che in questo articolo, parte dalle esperienze dell'esercito statunitense dei primi decenni del '900, passa per l'AASHO Road Test dell'Illinois, attraversa la standardizzazione ASTM, per approdare in Europa o meglio in Italia con le prime esperienze sui bitumi modificati con polimeri della Società Autostrade negli Anni Settanta, fino al conglomerato bituminoso di nuova generazione a base di grafene e materiali alternativi dei giorni nostri. Nel mezzo incontriamo l'asphalt rubber con la gomma dei pneumatici triturati, il bitume schiumato, le tecniche di rigenerazione della pavimentazioni a caldo e a freddo e altro ancora.

L'articolo è anche un giusto riconoscimento al lavoro di persone che hanno contribuito con il loro impegno e genialità allo sviluppo di prodotti, macchinari e tecnologie che oggi utilizziamo senza alcun problema per la realizzazione e manutenzione dei manti stradali. Questa è la storia recente dell'asfalto a cui, giustamente, l'autore augura lunga vita.

On the pages of the Review we have published several articles relating to the millenary history of asphalt with its testimonies in ancient Egypt and Mesopotamia. We rarely stop to carefully analyze this product's evolution in the last century. Ing. Mauro Maschietto (an expert technician and profound connoisseur of the subject), start this article from the experiences of the US army in the early decades of the 20th century, touches on the AASHO Road Test in Illinois, goes through the ASTM standardization, to land in Europe, or rather in Italy, with the first experiences on polymer-modified bitumen of the Società Autostrade in the 70s, up to the new generation of graphene-based bituminous conglomerate and modern-day alternative materials. In between, we meet asphalt rubber with the rubber of shredded tyres, foamed bitumen, hot and cold pavement regeneration techniques and more.

The article fairly recognises the work of people (some mentioned) who have contributed with their commitment and genius to the development of products, machinery and technologies that we use today without any problem for the construction and maintenance of road surfaces. This is the recent history of asphalt to which, rightly, the author wishes a long life.

Summary

Storia recente dell'asfalto

Dal metodo Marshall al Superpave, dallo schiumato al grafene

“Materiale banale ed economico, l'asfalto (meglio sarebbe definirlo conglomerato bituminoso) è a tal punto connaturato con il paesaggio urbano che non vi prestiamo più attenzione. L'asfalto, a cui indissolubilmente associamo la presenza dell'automobile, ci appare come un materiale contemporaneo e spesso lo disprezziamo di fronte alla naturalità di materiali come il cotto, le pietre, i ciottoli. Eppure l'asfalto compare nella città europea già nella prima metà dell'Ottocento (molto prima quindi dell'apparire delle automobili). [Mirko Zardini, Asfalto: il carattere della città, Triennale di Milano 2001-2004].

Da allora l'asfalto ha percorso un lungo cammino fatto di studi e innovazioni che lo hanno trasformato in un materiale dalle molte sfaccettature, non più banale ma speciale.

La storia moderna dell'asfalto affonda le sue radici in un periodo molto precedente, negli anni successivi al primo conflitto mondiale del secolo scorso. Infatti nel 1919 un giovane tenente dell'esercito americano intraprendeva la traversata da Washington D.C. a San Francisco come staffetta del primo convoglio militare motorizzato transcontinentale. Sulla strada verso ovest, il convoglio ebbe modo di sperimentare tutti i guai noti agli automobilisti e una serie infinita di difficoltà meccaniche: veicoli bloccati nel fango o nella sabbia; camion e altre attrezzature schiantate nell'attraversamento di ponti di legno; strade scivolose come il ghiaccio o polverose o con la consistenza di una zuppa; condizioni meteorologiche estreme, dal caldo del deserto al congelamento delle Monta-



1919 transcontinental motor convoy

gne Rocciose. Durante la seconda guerra mondiale il giovane tenente, nel frattempo diventato generale, ebbe modo di apprezzare la velocità di spostamento che poteva avere un esercito lungo strade ben pavimentate rispetto alla sua esperienza nell'attraversamento degli Stati Uniti. Questo contribuì a formare quella coscienza che fu alla base del Federal Aid Highway Act del 1956 e che diede il via al grande piano Marshall per le strade nazionali negli Stati Uniti. Alla base di questo progetto c'erano quasi 66.000 chilometri di strade a veloce scorrimento che avrebbero messo in connessione le maggiori città degli Stati Uniti.

Inizia così l'era moderna dell'asfalto.

1. Dal Dopoguerra al boom economico

Quello che sostenne questo grandioso progetto fu quel formidabile esperimento pratico, vero spartiacque tecnologico nel mondo stradale, rappresentato dall'AASHO Road Test costruita ad Ottawa nell'Il-

linois e finanziata da: U.S. Bureau of Public Roads (BPR), Department of Defense, Automobile Manufacturers Association, American Petroleum Institute, American Institute of Steel Construction, paesi stranieri e associazioni di trasporti statunitensi.

La costruzione iniziò nel 1956 e furono realizzate 7 miglia (11.265 metri) sotto forma di 6 circuiti a due corsie costituiti da due anelli raccordati tra di loro e pavimentati per metà in conglomerato e per l'altra metà in calcestruzzo. Sulle 836 sezioni di prova furono utilizzati un'ampia gamma di spessori degli strati di base, collegamento ed usura. I test iniziarono due anni più tardi, nel 1958 e si conclusero nel 1960. L'ASHO Road Test fornì le basi per la valutazione analitica degli sforzi e delle deformazioni derivanti dal carico dinamico costituito dai veicoli in movimento. Nei due anni successivi al 1956 si ebbero due fondamentali innovazioni che costituiranno altrettante pietre miliari nella storia dell'asfalto.

La prima ci riporta all'intuizione del dottor Ladis H. Csanyi, professore della Iowa State University, il quale con una serie di test condotti nei laboratori dell'università, scoprì la possibilità di utilizzare il bitume schiumato, ottenuto miscelando bitume caldo con vapore, per stabilizzare i terreni. Nel 1968 la compagnia petrolifera Mobil Oil, che aveva acquisito il brevetto, modificò il sistema di produzione del bitume schiumato introducendo l'uso dell'acqua fredda in sostituzione del vapore. Questo processo non ebbe per decenni una grande diffusione ma, come vedremo più avanti, allo scadere dei diritti di Mobil verso la fine degli Anni Novanta, trovò una nuova giovinezza dando impulso alle esigenze ambientali in crescita.



Schema della produzione del bitume schiumato

La seconda costituisce uno dei capisaldi dello studio dei conglomerati bituminosi ed è rappresentata dal metodo Marshall per il progetto delle miscele bituminose (mix design) la cui standardizzazione avvenne nel 1958 a cura dell'ASTM (*American Society of Testing and Materials*) con la norma D 1558.

Il metodo, concepito da Bruce Marshall del Mississippi Highway Department nel 1939, trovò l'interesse del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti (*U.S. Army Corps of Engineers*) che, nel corso della Seconda guerra mondiale necessitava di un metodo di progettazione delle miscele bituminose destinate agli aeroporti militari per poter accogliere velivoli sempre più grandi e con carichi sulle ruote e dalla pressione degli pneumatici sempre crescenti. I primi lavori avevano l'obiettivo di sviluppare: "...un semplice apparato adatto all'uso con l'attuale attrezzatura California Bearing Ratio (CBR) per progettare e controllare miscele bituminose..." (*Gerald Huber*). Il WES (*U.S. Army Waterways Experiment Station*) prese l'iniziale Marshall Stability Test aggiungendoci una misura dello scorrimento che aiutasse nella valutazione di contenuti eccessivi di bitume.

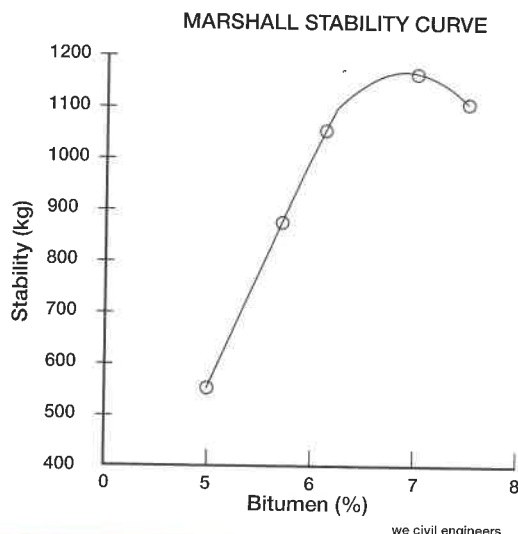
Con l'avvio del grande piano di costruzione delle strade interstatali statunitensi il metodo rielaborato dall'Esercito venne ulteriormente adattato dal National Highways System per renderlo efficace anche per le esigenze delle pavimentazioni stradali.

Ad oggi il metodo Marshall, nonostante i suoi limiti, è probabilmente il metodo di progettazione delle miscele più utilizzato al mondo, probabilmente in virtù della sua semplicità, compattezza delle apparecchiature ed economicità.

I seguenti Anni Sessanta segnano l'inizio delle sperimentazioni tendenti alla modifica del bitume mediante l'uso della gomma riciclata da pneumatici. Non possiamo ancora parlare di polverino di gomma date le dimensioni utilizzate nei primi esperimenti ma questi furono comunque sufficienti a definire le due differenti tecnologie di utilizzo, dry e wet.

L'uso della gomma naturale all'interno dell'asfalto era noto fin dal 1840, ma bisogna aspettare il 1964 quando Charles McDonald, ingegnere dei materiali dell'amministrazione della città di Phoenix in Arizona, scoprì che lasciando reagire il granulato derivante dalla frantumazione degli pneumatici con il bitume per 45-60 minuti si otteneva un materiale che

Prova Marshall e curva della stabilità Marshall



assommava le caratteristiche tecniche benefiche di entrambi gli ingredienti di base. McDonald lo chiamò "Asphalt Rubber", primo esempio di metodo wet. La successiva diffusione della tecnologia che si ebbe negli USA a partire dalla seconda metà degli Anni Settanta fece sì che l'ASTM includesse nel 1988 all'interno della norma D8 "Standard Terminology Relating to Materials for Roads and Pavements" la definizione di bitume gommato (*rubberised bitumen*) e dieci anni più tardi, nel 1997 desse luogo alla specifica per l'asfalto a legante modificato con gomma con la norma ASTM D6114-97.

Allo scadere del brevetto del processo di McDonald

nel 1992, la tecnologia dell'Asphalt Rubber, languente fino ad allora, trovò un percorso di rinascita all'interno dei conglomerati bituminosi modificati.

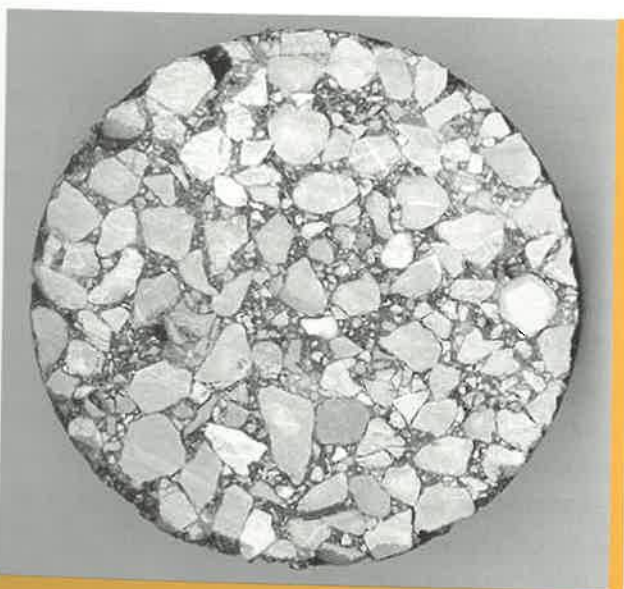
Negli stessi anni in cui McDonald metteva a punto l'Asphalt Rubber in Svezia due aziende, Skega e Vægförbaetringar, nel 1968 producevano una miscela bituminosa per strati di usura che incorporava dal 3 al 4% di granulato di gomma, delle dimensioni comprese tra 2 e 4 mm, in sostituzione di una parte degli aggregati fini. L'obiettivo era di creare un conglomerato resistente agli pneumatici chiodati e alle catene da neve. Questa miscela, denominata "Rubit", costituisce il primo esempio di additivazione di granulato di gomma con metodo dry.

Nel 1978 questa tecnologia venne brevettata negli Stati Uniti con il nome "PlusRide".

Sempre nel 1968 viene pubblicata in Gran Bretagna la Road Note 36 "Specification for the manufacture and use of rubberized bituminous road materials and binders" specifica che tiene in conto anche dell'uso del lattice di gomma naturale.

Nel frattempo in Germania il dottor Zichner, un ingegnere tedesco della Strabag Bau AG, allo scopo di rispondere alla necessità di produrre un conglomerato che, al contrario del Gussasphalt (asfalto colato) in voga a quel tempo in Germania come strato di usura, fosse in grado di resistere ai pneumatici chiodati, ideò una miscela che venne denominata:

- MASTIMAC destinato a strati di 2-3 cm di spessore
- MASTIPHALT per strati di spessore maggiore di 3 cm.



Scheletro litico di uno SMA

Negli anni a seguire questo tipo di conglomerato sarebbe diventato noto in Europa come *SplittMastix Asphalt* e in quelli di lingua inglese come *Stone Matrix Asphalt* o più semplicemente SMA.

La composizione della miscela e le modalità di messa in opera furono brevettate da Zichner in Germania, Stati Uniti, Svezia, Francia e Lussemburgo descrivendo così la sua idea:

“la distribuzione granulometrica delle miscele è composta...in modo che la percentuale dell'aggregato più grosso sia maggiore di quella delle frazioni inferiori. In questo modo si ottiene da un lato un volume interstiziale relativamente grande nella miscela secca, e dall'altro si assicura un buon incastro dei singoli elementi.... La quantità e la fluidità del mastice è tale che durante e dopo la compattazione, il mastice fluisce negli interstizi tra i singoli aggregati dando luogo al summenzionato strato d'usura, e il cui volume del mastice è inferiore al volume dei vuoti della miscela secca....” (*Charles McDonald*).

Ad oggi, superate le iniziali diffidenze e le formulazioni ricche di bitume che necessitavano dell'apporto di fibre (inizialmente anche quelle di amianto), lo SMA rappresenta la miglior soluzione per uno strato di usura.

2. Lo shock petrolifero

Gli Anni Settanta sono caratterizzati dalla crisi petrolifera causata dalla guerra del Kippur nel 1973. La guerra dello Yom Kippur, che vide Egitto e Siria attaccare Israele, portò prima a un rincaro del greggio da parte dell'Opec verso gli stati che appoggiavano Tel Aviv, poi a un vero e proprio embargo, conseguentemente il prezzo del petrolio schizzò da 3 a 12 dollari al barile. Tutti i paesi dovettero adottare misure per il contenimento del consumo energetico. Questo clima di austerità che compor-

tò in Italia l'emanazione di un Decreto Legge che tutti ricordiamo come quello delle domeniche senza auto e, successivamente al termine dell'embargo, delle targhe alterne, ebbe ovviamente un forte impatto anche nel mondo dell'asfalto, dipendente da un prodotto petrolifero quale il bitume. Quello che fu a tutti gli effetti la prima battuta d'arresto di uno sviluppo incontrollato conseguente agli anni del boom economico, come spesso accade funzionò da stimolo per la ricerca di alternative alla penuria di materie prime.

Sono gli anni del riciclaggio dell'asfalto sempre a caldo, quasi sempre in sito, più raramente all'impianto. Alla fine di quel decennio nel 1979 esordiva tutta una serie di tecnologie che prendevano il nome dal produttore dei macchinari: Marini, Montanari-Loro Parisini, Voegelé-Soave, Wirtgen. Queste tecnologie che si differenziavano fra di loro per la tecnica di rimozione: a freddo la prima, a caldo le altre, avevano tutte come fine comune il riciclaggio dell'asfalto esistente per produrne uno nuovo a condizioni economicamente convenienti. La rimozione a caldo prevedeva il riscaldamento della pavimentazione, punto critico di tutte le tecnologie che la utilizzavano a causa della scarsa trasmissibilità del calore nell'asfalto. Il riscaldamento era eseguito con lampade ad infrarossi alimentate a GPL ed era molto sensibile alla presenza di umidità nella pavimentazione che ne riduceva la profondità. Val la pena di ricordare una ricerca condotta da Società Autostrade con il geometra Chiostrini in collaborazione con Ansaldo per l'utilizzo delle microonde come strumento riscaldante, sperimentazione poi abbandonata per motivi tecnici. Per cui le tecnologie con fresatura a caldo, detta anche termorigenerazione, erano in grado di eseguire solo un riciclaggio superficiale,



ART Marini - Treno riciclaggio SOAVE

la tecnologia con fresatura a freddo, essendo in pratica i macchinari costituiti da una fresatrice e da un drum mixer semovente, poteva spingersi molto più in profondità, fino anche a 18-20 cm.

A tutto ciò si affiancò la ricerca del comparto petrolifero per cui vennero studiati e prodotti gli additivi ringiovanenti o rigeneranti che in Italia erano il Rigebit dell'Agip e il Rigbit dell'IP.

Pur se inizialmente ci si muoveva per tentativi, successivamente le tecnologie si consolidarono fornendo, se ben eseguite, un risultato efficace che, anche quando le esigenze energetiche vennero meno, assolveva al compito di ridurre il consumo di legante, il riutilizzo degli aggregati e la riduzione quasi totale dei trasporti garantendo dei cantieri più snelli.

A fianco del riciclaggio a caldo si andava sviluppando con tempi e modalità diversi anche quello a freddo.

Nel 1985 si hanno i primi esperimenti di riciclaggio a freddo con emulsioni bituminose grazie alle iniziative di Pavimental e del suo direttore l'ingegner Foschi condivise da Autostrade e utilizzando un impianto mobile sviluppato in collaborazione con la Marini. I risultati che furono raggiunti vennero però ritenuti insufficienti per la rete autostradale. Sempre in quell'anno sbarcava in Gran Bretagna una tecnologia di riciclaggio in sito degli strati di base e fodazione con l'utilizzo del bitume schiumato. Questa tecnica, denominata Foamstab e basata su macchinari utilizzati nella stabilizzazione a emulsione bituminosa opportunamente modificati per l'uso del bitume schiumato con il brevetto Mobil ancora in vigore per un lustro, era stata già testata negli USA, in Australia e Sud Africa e più recentemente in Norvegia. Furono eseguiti dei campi prova nell'East Sussex e nel Kent che furono il preambolo allo sviluppo l'anno successivo di lavori che oltre alle citate contee interessò lo Shropshire e l'area delle Grampian in Scozia. Si gettava così il seme per quella che sarebbe stata una tecnica che avrebbe trovato un considerevole sviluppo negli Anni Novanta al decadere del brevetto Mobil.

Nel 1995 con l'avvento delle emulsioni di bitume modificato riprendevano gli esperimenti di Pavimental, con risultati questa volta soddisfacenti e

che proseguirono fino al 2001, anno in cui venne costruito un nuovo treno di riciclaggio in grado di utilizzare oltre alle emulsioni anche il cemento e il bitume schiumato convalidando la tecnologia che passò negli anni successivi dalla fase sperimentale a quella di esercizio.

Nella seconda metà degli Anni Ottanta si può individuare il *turning point* della tecnica stradale relativa ai conglomerati bituminosi, anni di grande fermento nei quali la sperimentazione produceva interesse e non spavento. Negli anni precedenti, quelli del riciclaggio, in Italia gli sviluppi e la ricerca avvenivano in maniera un po' dilettantesca, non supportati dal mondo accademico che era più occupato a migliorare le soluzioni tradizionali affette dall'incremento dei carichi e da una minore qualità dei bitumi tradizionali. Forse anche per questo nonché per il traino prodotto dal settore autostradale, sono di quegli anni il completamento della A23 fino Tarvisio, dell'A26 fino a Gravellona Toce, dell'A27 fino a Pian di Vedoia, che esigeva materiali sempre più prestazionali. In ciò brillò per capacità il gruppo di ricerca dell'allora società Autostrade del gruppo IRI, una sorta di ragazzi di via Panisperna dell'asfalto, che val la pena di ricordare gli ingegneri Camomilla, Luminari, Malgarini, Peroni, Pallotta e i geometri Chiostrri, Lanucara, Botto, tecnici che, ognuno per la sua parte, contribuirono a studiare e sperimentare soluzioni per migliorare le pavimentazioni stradali e la strada in generale. Al loro lavoro e alle loro ricerche si devono realizzazioni quali la P.C.P. Pavimentazione Composita Polifunzionale messa in opera sulla bretella di Fiano Romano della A1 e sul tratto Modena-Bologna della stessa autostrada e sull'A12 nei pressi di Fiumicino; le pavimentazioni ecotecniche, ossia tecnicamente ecologiche come la pavimentazione eufonica, sviluppo della P.C.P. e la P.E.S.C. Pavimentazione Ecotecnica a Sconnessione Collaborante purtroppo rimaste a livello sperimentale ma molto interessanti dal punto di vista scientifico.

3. *L'era moderna dei polimeri*

In questo contesto in Italia e all'estero maturarono le prime esperienze e applicazioni dell'uso dei polimeri come modificanti dell'asfalto e del bitume.

L'intento era quello di disporre di un conglomerato meno suscettibile alle temperature che ampliasse, quindi, l'intervallo termico di utilizzo che i bitumi di distillazione dell'epoca non erano in grado di dare. Il Nord Europa necessitava di soluzioni che contrastassero la formazione delle ormaie, l'Italia, che in parte aveva risolto questo problema con l'adozione di bitumi più duri, si trovava molto spesso ad avere a che fare con asfalti più fragili e incapaci di resistere alle sollecitazioni del traffico pesante che incrementava volumi e pesi costantemente.

Inizialmente, forse perché di più facile e immediato utilizzo si fece uso dei plastomeri – polietilene (PE), etilvinilacetato (EVA), poliolefine in genere – impiegando anche le conoscenze provenienti da altri settori dell'industria, che venivano introdotti nel conglomerato dando luogo alla cosiddetta tecnologia dei PmA (*Polymer modified Asphalt*). La tecnologia in sé era di facile gestione e flessibile all'uso in piccole quantità, presso impianti non predisposti e anche datati; insomma l'ideale per convincere anche i più scettici alla prova.

Dall'altra parte si faceva largo sempre di più la tecnologia dei bitumi modificati PmB (*Polymer modified Bitumen*). In Italia la Società Autostrade aveva adottato con risultati contrastanti la tecnica austriaca del Novophalt, che faceva uso del polie-

tilene come modificante e necessitava di mulini colloidali mobili, per cui di fronte all'affermazione della modifica effettuata con elastomeri di tipo SBS scelse decisamente quest'ultima strada soprattutto indirizzata alle ricerche contemporanee che si andavano sviluppando con i conglomerati drenanti. Nacque e si sciolse velocemente il consorzio CO.BI.MOD che aveva come obiettivo lo sviluppo della tecnologia del bitume modificato puntando sulle basi bituminose provenienti dalla raffineria di Livorno per la loro qualità costante. Si andò diffondendo una classificazione di fantasia della modifica che distingueva tra bitumi "soft", derivanti da mescole con plastomeri o elastomeri di tipo lineare e aventi come risultato una riduzione della deformabilità del conglomerato e un miglioramento della resistenza a fatica, e bitumi "hard" la cui modifica era ottenuta utilizzando elastomeri, principalmente SBS radiale, che si distinguevano per garantire un ritorno elastico e valori della resistenza alla deformazione e alla fatica molto maggiori dei bitumi "soft", ma nell'immaginario collettivo rimasero due aggettivi riproducenti la qualità del prodotto senza mai entrare effettivamente in una valutazione reologica della modifica. Nel tempo, poi, si imparò a gestire la modifica attraverso anche la selezione dei bitumi visto che per ottenere un bitume modificato stabile era necessario di disporre di basi ricche di malteni ben disposte, quindi, all'inversione di fase caratterizzante i bitumi modificati PmB ma non quelli di tipo PmA. Fu così che nacquero, si evolvettero e a volte sfumarono nel tempo bitumi modificati come Olexobit (EPDM e poi SBS) della BP, Polybilt 103 (EVA) dell'Exxon, Cariphalte (SBS) della Shell, Bituflex HV (SBS) della Esso e i bitumi dell'Agip modificati con i polimeri elastomerici SOL T. In Italia una buona fetta del merito nella diffusione dei bitumi modificati va assegnata ad una meritoria azione promossa dal SITEB attraverso il Gruppo Bitumi Modificati (GPM) che elaborò un paio di documenti, relazione generale e capitolato d'appalto, con lo scopo "di portare l'Italia a livello di altre nazioni europee, come Francia e Germania, nell'uso dei modificati. Ciò con la convinzione che lo sviluppo delle applicazioni dei bitumi modificati con polimeri potesse giovare alla sicurezza, all'am-



Viscosità di un bitume modificato



Confronto in un'autostrada francese, tra una pavimentazione drenante, a destra, e una tradizionale, a sinistra

biente e alla qualità dei lavori stradali” come scrisse nella presentazione l'indimenticabile professor Giavarini, allora presidente dell'associazione.

Di pari passo allo sviluppo dei bitumi modificati si ebbe l'avvento e la diffusione dell'asfalto drenante ben documentata al XXI Congresso della Strada del 1987 ove assunse il ruolo di strato di usura di massima efficacia per ottimizzare le caratteristiche superficiali. È interessante notare come il bitume modificato abbia alimentato il diffondersi dei conglomerati drenanti ed allo stesso tempo questi ne abbiano giustificato lo sviluppo e la crescita entrambi funzionando da volano per lo sviluppo dell'altro. La necessità di utilizzare un bitume modificato per il confezionamento di un drenante è legato al fatto che le miscele di tipo aperto lavorano per incastro con uno scheletro litico collegato per punti e che questa struttura precaria deve sopportare le sollecitazioni cicliche di milioni di assi di mezzi pesanti.

Nel 1987 videro la luce le prime applicazioni dei conglomerati drenanti in Italia. Le primizie furono opera della Società Autostrade sull'A14 utilizzando la tecnologia del Novophalt e del concessionario S.A.L.T., sul tratto Viareggio-Forte dei Marmi dell'A12, in collaborazione con una piccola società veneta la Soave Recycling, esclusivista per l'Italia di una polialfaolefina satura (APAO) derivante dall'industria degli adesivi da utilizzare con la tecnica del PmA. A queste prime applicazioni seguì un'intensa diffusione che per il gruppo IRI riguardò la rete autostradale pubblica, virando ve-

locemente verso l'utilizzo di bitumi modificati di tipo “hard”, mentre le autostrade private furono oggetto di diversi campi prova con la tecnologia proposta dalla Soave.

La novità fu molto apprezzata dall'utenza per il maggior confort che offriva una pavimentazione che con la pioggia annullava completamente la nebulizzazione a retro dei veicoli. Dal punto di vista del gestore l'asfalto drenante poneva una serie di oneri non sempre sopportabili quali un costo iniziale maggiore, una diversa e più attenta manutenzione invernale con trattamenti preventivi e a base di salamoia, una durata funzionale breve a causa dell'occlusione della porosità. Tutto ciò porterà nel tempo a un minore interesse verso questa soluzione quantomeno al di fuori della rete autostradale. Per ovviare a queste problematiche e in particolar modo a quella dell'occlusione dei pori che costituiva il limite maggiore ad un utilizzo massiccio del drenante in quanto ne riduceva la vita funzionale nel migliore dei casi a cinque anni o poco più si misero in campo tutta una serie di pratiche e di ricerche allo scopo di contrastare il fenomeno di decadimento della proprietà drenante.

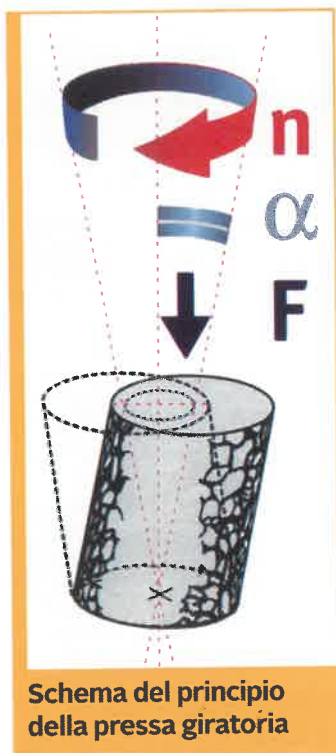
La prima, forse perché la più semplice, fu quella di utilizzare delle spazzatrici stradali modificate con l'aggiunta di sistemi di lavaggio ed aspirazione ad alta pressione. I tentativi effettuati davano dei discreti risultati nel breve periodo, ma i conglomerati tendevano a occludersi in un tempo minore. Si scoprì qualche tempo dopo che lo sporco che intasava i pori veniva in parte risucchiato e in parte

spinto sul fondo dello strato riducendo così la parte attiva, quella dotata di i vuoti intercomunicanti, a un paio di centimetri.

Non ritenendo né risolutiva né efficace questa tecnica, in Francia si scelse una via più interessante che era quella di utilizzare la tecnica del riciclaggio in sito a caldo con la tecnologia brevettata Soave per rigenerare il drenante. Nasceva così la termorigenerazione dei drenanti denominata "Thermodrain". La "prima" di questo processo innovativo ebbe avuto luogo nell'ottobre del 1990 in Francia sull'autostrada Al Paris-Lille, grazie a una collaborazione Soave-Gruppo Beugnet da una parte e Sanef (Société Autoroute du Nord Est de la France) e LCPC (Laboratoire Centrale de Ponts e Chaussées) dall'altra. Grazie ai buoni risultati ottenuti negli anni successivi vennero effettuate diverse sperimentazioni in Italia presso diverse concessionarie autostradali: S.A.L.T., Autostrada dei Fiori e infine Società Autostrade che la utilizzò sull'A14, A23, A27 e A4 traendone una memoria presentata al congresso Euraspalt&Eurobitume svoltosi a Strasburgo nel 1996.

4. Gli anni dei cambiamenti

Il 1987 è anche l'anno nel quale il Congresso degli Stati Uniti finanzia con 150 milioni di dollari il programma SHRP, acronimo di Strategic Highway Research Program, il cui obiettivo era quello di sviluppare un sistema che mettesse in relazione le caratteristiche del conglomerato bituminoso con le prestazioni della pavimentazione. Questa esigenza nasceva dalla constatazione della riduzione delle prestazioni alla quale nessuna delle teorie formulate, di seguito esposte, era ritenuta



Schema del principio della pressa giratoria

programma SHRP, acronimo di Strategic Highway Research Program, il cui obiettivo era quello di sviluppare un sistema che mettesse in relazione le caratteristiche del conglomerato bituminoso con le prestazioni della pavimentazione. Questa esigenza nasceva dalla constatazione della riduzione delle prestazioni alla quale nessuna delle teorie formulate, di seguito esposte, era ritenuta

soddisfacente come spiegazione:

- peggioramento della qualità del bitume a seguito di una distillazione più forzata verso la produzione di carburanti leggeri;
- il maggiore utilizzo di fresato con conseguente riduzione della durata delle miscele;
- l'uso di impianti di tipo continuo (drum mixer) rispetto agli impianti discontinui in grado di produrre miscele più controllate.

Per cui si rendeva necessaria una miglior comprensione dei materiali bituminosi e delle prestazioni della pavimentazione.

Il prodotto finale dell'area di studio relativa ai conglomerati - le altre erano relative a calcestruzzo e strutture, manutenzione e sicurezza dei cantieri e studio delle prestazioni a lungo termine delle pavimentazioni - fu il sistema Superpave (*Superior Performing Asphalt Pavements*), uno strumento per la progettazione delle miscele bituminose ideato per facilitare la selezione e la combinazione dei materiali costituenti per ottenere il livello richiesto di prestazioni in funzione dei carichi di esercizio e delle condizioni climatiche e di invecchiamento previste dal progetto.

Il sistema Superpave sancisce la fine dell'epoca del sistema Marshall introducendo tutta una serie di nuove apparecchiature e metodi di prova tra i quali spicca la pressa giratoria, un'apparecchiatura che da quel momento diventerà strumento indispensabile per le determinazioni di laboratorio relative ai conglomerati.

Il programma SHRP si concluderà nel 1993.

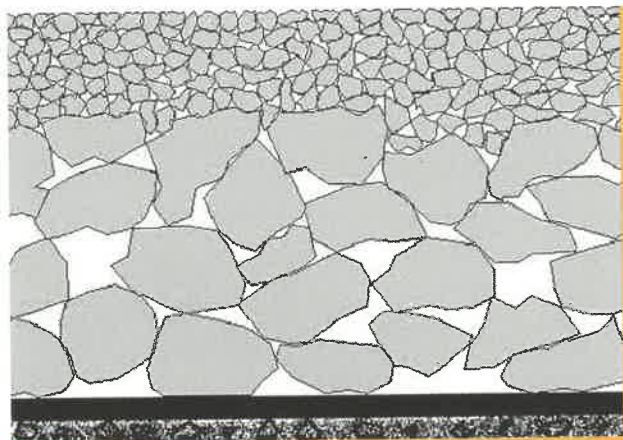
Si affacciavano oramai gli Anni Novanta con una grande sbornia di lavori e gli sprechi legati alle grandi manifestazioni, da Italia 90 alle Colombiane del 1992, valga come esempio per tutti il ponte della Libertà a Venezia pavimentato in conglomerato drenante, un nonsense tecnico.

5. Le pavimentazioni speciali

Ma era anche sempre più sentita e necessaria la disponibilità di nuovi conglomerati con maggiori capacità di contrastare le sempre più aggressive sollecitazioni del traffico pesante. Si comincia, quindi, a parlare di conglomerati bituminosi ad alto modu-

lo complesso o più brevemente di alto modulo. Si trattava di miscele bituminose destinate agli strati portanti caratterizzate da un modulo di rigidezza 2 o 3 volte superiore a quelle di conglomerati tradizionali. La tecnologia si sviluppa inizialmente in Francia dove a seguito di esperienze maturate negli Anni Ottanta con miscele confezionate con bitumi particolarmente duri di penetrazione 10/25 si arrivò, nel 1992, alla normazione da parte dell'AFNOR di questi conglomerati identificati con l'acronimo EME (*Enrobés à Module Élevé*). All'interno di questa classificazione si distinguevano due tipologie: una più anziana, gli EME 2 caratterizzati da un dosaggio di legante più elevato, generalmente tra il 5,5% e il 6%, e una più recente con dosaggi ridotti attorno al 4,5% denominata EME 1.

Contemporaneamente, in Italia, all'interno del laboratorio Autovie CRS, società partecipata dalla concessionaria autostradale Autovie Venete, si cominciava a studiare qualcosa di simile in collaborazione con i tecnici di Agip bitumi. Il principio su cui si fondavano queste ricerche non era quella di ottenere un conglomerato meno deformabile ma un conglomerato che a parità di deformabilità fosse in grado di sopportare sollecitazioni maggiori. Questa peculiarità passava necessariamente per l'utilizzo di leganti bituminosi modificati di grande qualità. I conglomerati non erano caratterizzati da eccessive quantità di legante, pur se superiori a quelle utilizzate nei conglomerati tradizionali, ma comunque tali da restituire nel bilanciamento tra curva granulometrica e dosaggio di legante una porosità non superiore al 4% sia per i conglomerati per strati di base che per strati di collegamento. Il risultato era un conglomerato estremamente flessibile caratterizzato da un mo-



**Schema pavimentazione DDL
(Double Draining Layer)**

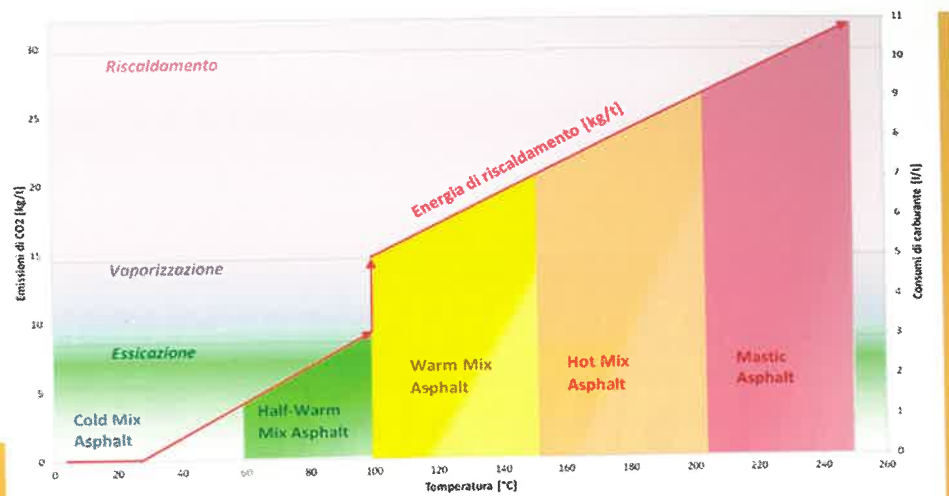
dulo di rigidezza inferiore ai 10.000 MPa a differenza degli EME francesi che vantavano moduli superiori ai 14.000 MPa.

In quegli anni Autovie Venete CRS, sotto la guida precisa del geometra Grandesso, si distingueva anche per un'altra ricerca mettendo a punto il conglomerato a doppio strato drenante (DDL Double Draining Layer) ideato con l'obiettivo di assolvere a due funzioni senza compromessi: alte prestazioni in termini di fonoassorbimento e di permeabilità, non suscettibili di rapidi decadimenti nel tempo d'esercizio. Il problema di ottenere una maggior drenabilità stava nello sfruttare lo strato superiore, a granulometria più fine, come filtro per le impurità che si accumulano in superficie riservando allo strato inferiore più grossolano la formazione dei vuoti intercomunicanti necessari per lo smaltimento dell'acqua. Per quanto riguarda l'assorbimento acustico il doppio strato drenante sfrutta il fenomeno della risonanza di Helmholtz laddove lo strato poroso agisce come smorzatore dinamico per le onde sonore. La maggiore difficoltà che i tecnici seppero risolvere con grande capacità in collaborazione con Monteshell Bitumi era quella di saldare i due strati di drenante a diversa pezzatura senza interposizione di mano d'attacco, utilizzando esclusivamente la capacità adesiva del legante. La prima applicazione, a livello di campo prova, avvenne nel settembre 1995 a cui seguirono l'adozione come strato drenante su tutta la rete Autovie Venete e anche su quella dell'allora Società delle Autostrade di Venezia e Padova (ora CAV). La ricerca venne



Granella® di forno elettrico

Consumi di energia ed emissioni di CO₂



presentata nel corso di Eurobitume&Eurasphalt nel 1996 contemporaneamente a quella analoga presentata da una delle maggiori imprese olandesi del doppio drenante denominato Twinlay.

6. Verso la sostenibilità

Mentre agli inizi degli Anni Novanta ci si concentrava su applicazioni di conglomerati con leganti modificati sempre più sofisticati a Rio de Janeiro nel 1992 si svolgeva la conferenza delle Nazioni Unite su ambiente e sviluppo che avrebbe gettato le basi per gli impegni del Protocollo di Kyoto del 1997 sulla riduzione delle emissioni. Tutto ciò portò anche il mondo dell'asfalto a interrogarsi su come fare la propria parte per la salvaguardia del pianeta. Da questo momento in avanti, anche se inizialmente non fu percepito adeguatamente, la ricerca si rivolge sempre più verso le tematiche ambientali. I primi frutti di questa presa di coscienza furono costituiti dai conglomerati tiepidi (WMA Warm Mix Asphalt in contrapposizione a HMA Hot Mix Asphalt).

Inizialmente furono il frutto di una cooperazione tra la Shell e Kolo Veidekke, un'impresa norvegese, che portò alla messa a punto della tecnologia Wam Foam basata su un legante a due componenti introdotti in momenti diversi nel ciclo di miscelazione durante la produzione del conglomerato: un bitume morbido, per un iniziale ricoprimento degli aggregati, e un bitume duro che viene espanso. Successivamente furono implementate ulteriori tecnologie facenti uso di cere sintetiche quali

quelle Fischer-Tropsch e di Montan, zeoliti sintetiche, surfattanti e additivi organici, fino ad arrivare alle sabbie umide che ancora una volta sfruttano il principio della schiumatura del bitume.

I conglomerati a tiepido, frutto della ricerca di diversi paesi europei, suscitano l'interesse dei tecnici delle associazioni statunitensi dell'asfalto. Nel 2002 la National Asphalt Pavement Association organizzò un viaggio di studio in Europa con lo scopo di conoscere ed esaminare le tecnologie WMA. Nel corso del tour che ebbe luogo tra il 2006 e il 2007 il gruppo di tecnici interessati ebbe modo di apprendere utili informazioni sull'ampia gamma di tecnologie esistenti, visitare i cantieri e vedere le pavimentazioni realizzate. Tutto ciò condurrà gli Stati Uniti ad essere uno dei maggiori fruitori e promotori di questa tecnologia con circa 160 milioni di tonnellate prodotte in 44 stati e corrispondenti al 40% del mercato totale.

Siamo così arrivati alla soglia del nuovo millennio il cui primo secolo dovrebbe portare alla sostenibilità delle attività umane e quindi l'indirizzo comune, al quale non si sottrae nemmeno il mondo dell'asfalto, è orientato alla filosofia delle 4 R: Riduzione, Riutilizzo, Riciclo e Recupero, per cui molti dei portatori d'interesse del nostro mondo si ingegnano nelle più diverse declinazioni di queste indicazioni. Si assiste, quindi, con maggior frequenza all'introduzione nel conglomerato del cosiddetto fresato in percentuali sempre maggiori, tecnologia che spesso va a braccetto con l'uso della produzione a tiepido. Si fanno largo tante delle cosiddette

materie prime seconde (MPS) o End of Waste (EoW) e dei sottoprodotti, distinzioni più burocratiche che di sostanza tra residui che perdono la loro qualifica di rifiuti dopo specifiche operazioni di recupero e quelli che costituiscono dei "non rifiuti" fin dalla loro nascita.

In questo contesto un'ulteriore ricerca condotta da Autovie CRS avendo come partner Ferriere Nord del Gruppo Pittini individuò nella scoria di acciaieria, sottoprodotto della produzione dell'acciaio con il forno elettrico ad arco, un aggregato artificiale che se opportunamente lavorato poteva essere un ottimo sostituto degli aggregati naturali. Il progetto "granella®", così definito dal nome dato al prodotto finale, iniziato nel 1998 si sviluppò attraverso le prime forniture fin dal 1999 e si completò con l'acquisizione del marchio CE nel 2004 e della certificazione EPD nel 2018. Nel 2010 si affiancò a questo prodotto un altro aggregato artificiale del tutto analogo al precedente e con caratteristiche e costituenti simili a quelle del basalto naturale.

Per alcuni anni le nuove tecnologie e nuove applicazioni sembrarono sparire dall'orizzonte asfaltico soppiantate da un impulso di unificazione normativa dettata dall'Europa. Questo movimento ebbe come risultato rilevante l'obbligo della marcatura CE per la commercializzazione dei conglomerati che entrò in vigore nel 2008 a seguito della Direttiva CPD 89/106/CE da parte della Comunità Europea, ponendo in capo ai produttori tutta una serie di attenzioni e controlli che hanno contribuito a migliorare sia la cultura che il prodotto.

Arriviamo oramai ai giorni nostri per individuare, si potrebbe dire finalmente, nella durabilità dei conglomerati uno dei punti chiave della loro sostenibilità. La coscienza di ciò viene a ruota di

un'interessante applicazione dell'uso del grafene, un super materiale dalle superlative proprietà: fortissimo, flessibilissimo e leggerissimo, trasparente, impermeabile e con una conducibilità elettrica del 60% superiore a quella del rame. Frutto della collaborazione di Iterchimica con G.Eco, l'Università degli Studi di Milano Bicocca e Directa Plus il Gipave, questo è il nome commerciale, è un modificante dell'asfalto contenente grafene e una specifica tipologia di plastica dura da recupero che viene additivato al conglomerato con la tecnica del PmA. A partire dal 2017 anno della sua messa a punto sono stati eseguiti diversi lavori in Italia e Inghilterra.

7. Il futuro

Cosa ci riserverà nel futuro l'asfalto? Questa è una domanda alla quale mi piacerebbe saper rispondere, ma che produce in me sconcerto, disorientamento dettato dal chiacchiericcio improduttivo che avvolge il mondo della strada a cui l'asfalto appartiene e che ben si rappresenta nei mitici CAM strade, documento di gestazione decennale che fa intravedere la mortificazione dell'avanzamento tecnologico fin qui rappresentato.

Se dovessi fare una previsione la spenderei verso i "biobinders", leganti alternativi che non derivano da fonti fossili e prodotti di solito da bio-oli frutto della lavorazione di biomasse o di sottoprodotti industriali. Ma fintanto che una sola goccia di petrolio sarà distillata in fondo alla torre di distillazione ci sarà del bitume la cui naturale destinazione è nell'asfalto.

LUNGA VITA ALL'ASFALTO!



* Consulente

BIBLIOGRAFIA

Christopher Klein The Epic Road Trip That Inspired the Interstate Highway System - History.com

Scott Lewis Interstate Construction - ENR Engineering News Record, 16 marzo 2006

Wirtgen GmbH Foamed Bitumen

Gerald Huber History of asphalt mix design in North America - Asphalt, The Magazine of the Asphalt Institute

O.D. Park Charles McDonald Father of Asphalt Rubber - rubberpavements.org Ottobre 2011

The Concept of Stone Matrix Asphalt - Boulderlibrary-net

A. Crespo - M. Tazzi Impiego del trattamento di rigenerazione delle pavimentazioni stradali bitumate recycling - Autostrade 10/1979

M. Botto - F. Neri Ricerca sperimentale per l'impiego delle microonde nella rigenerazione dei conglomerati bituminosi - Seminario O.C.S.E., Roma, marzo 1981

M. Bonola Riciclaggio in situ delle pavimentazioni stradali - La strada dell'innovazione e dell'ambiente, Perugia, 1° ottobre 2004

G. Camomilla Pavimentazioni del futuro: eufoniche ed ecotecniche - Convegni Infravia, Verona, 11 maggio 2000