

SITEBSi srl
**Rassegna
del bitume**

RIVISTA DEL SITEB-ASSOCIAZIONE ITALIANA BITUME ASFALTO STRADE

ESTRATTO DAL N° **06/87**

Riciclaggio: nuova tecnologia, nuovi attivanti chimici funzionali

Cesare Verga

Consulente Prodotti petroliferi e loro applicazioni

Ettore Corbelli

EXIM Additivi Chimici

Riciclaggio: nuova tecnologia, nuovi attivanti chimici funzionali

Cesare Verga *
Ettore Corbelli **

PREMESSA

Quando alcuni anni orsono la tecnologia del riciclaggio venne introdotta anche in Italia, non era prevedibile che lo sviluppo di mezzi e di nuovi prodotti avrebbe assunto un ritmo intenso come si è verificato fino ad oggi all'atto pratico.

Anzi si ricorda come lo scetticismo all'origine non abbia trovato soverchi motivi di ripensamento sia dal punto di vista tecnico immediato che da quello economico in prospettiva.

Tuttavia tra sperimentazioni e lavori di grande estensione si è arrivati fino ad oggi con la sensazione che la rapidità dello sviluppo non abbia giovato né alla comprensione ponderata di quanto è stato fatto né alla valutazione di scelte complementari idonee a modificare alcuni concetti accettati in partenza.

Tra questi ci sembra abbiano avuto prevalenza di critiche le incertezze sulla qualità del legante rigenerato e quindi sulle caratteristiche del prodotto finale.

Tali carenze sono ascrivibili indubbiamente alla qualità dei prodotti chimici impiegati come rigeneranti del bitume invecchiato, alla qualità dei bitumi usati come leganti di aggiunta ed infine alla loro modalità di impiego.

Una oculata verifica di quanto è stato applicato negli impianti fissi come in quelli su strada ci ha portato a riconsiderare l'insieme delle problematiche e di proporre conseguentemente le misure idonee a migliorare ulteriormente la tecnologia del riciclaggio in termini qualitativi e di economicità.

1. PROBLEMATICHE MESSE IN EVIDENZA DALL'ESPERIENZA PASSATA

Fermi restando i concetti fondamentali relativi alla produzione ed alla messa in opera dei conglomerati bituminosi riciclati di cui ciascuna impresa è e rimane responsabile, diventa necessario farsi carico di alcune realtà incidenti sulla proprietà del prodotto finale:

- continua variabilità delle caratteristiche dei bitumi, che rende inefficace la valutazione preventiva di laboratorio
- valutazione impropria delle caratteristiche fisiche del bitume invecchiato e del legante finale
- carenze delle caratteristiche degli additivi chimici rigeneranti
- accettazione quale fattore ineluttabile della miscelazione del rigenerante nel bitume fresco o di reintegro nel serbatoio di utenza
- sicurezza sulla distribuzione omogenea dell'additivo nel bitume

Vediamo separatamente tali fattori negativi ai fini dell'ottenimento di un prodotto finale in linea con le esigenze del tratto stradale interessato al riciclaggio.

1.1 I bitumi per uso stradale di questi ultimi anni provengono da grezzi e da lavorazioni estremamente variabili e non certo per malvagità da parte delle Società petrolifere.

I cosiddetti grezzi Venezuelani o Messicani, pro-bitume, non vengono più importati se non incidentalmente.

I processi di produzione del gasolio, d'altra parte incrementata in ragione delle richieste di mercato, hanno modificato le caratteristiche dei residui, basi di partenza dei bitumi alle diverse consistenze.

Ne consegue che continuando a mantenere come elemento di accettazione il valore della penetrazione, così come prescritto dalle normative vigenti, si rende praticamente impossibile la valutazione corretta delle proprietà di questo sottoprodotto.

Viscosità e potere adesivo sono le proprietà che possono definire in buona misura l'accettabilità o meno del bitume indipendentemente dal valore assunto come penetrazione.

È ben noto che nel campo di viscosità facente oggetto di certi capitolati può coesistere l'intera gamma dei bitumi a penetrazione 40/200 a seconda della lavorazione e del tipo di grezzo.

L'inserimento di valutazioni di un campo di viscosità potrebbe già da solo rendere più contenuta la eterogeneità dei bitumi.

1.2 La valutazione delle proprietà residue del bitume invecchiato mediante l'estrazione con solvente non offre alcuna garanzia circa il calcolo successivo della quantità e delle proprietà fisiche (viscosità) del bitume globale.

Con i sistemi attuali buona parte del bitume invecchiato non viene attaccata dal rigenerante e la superficie dei ma-

* Consulente Prodotti petroliferi e loro applicazioni

** EXIM Additivi chimici

teriali tende ad essere ricoperta dal bitume fresco con una sottilissima pellicola.

Né l'effetto della temperatura né i tempi di miscelazione sono tali da garantire il rinvenimento del bitume sul fresato.

Non potendo evidentemente separare il bitume invecchiato dagli inerti e dai fini, non resta che controllarne la quantità in modo da rendere più verosimile e cautelativa la quantità del bitume di aggiunta e cercare di attaccare il bitume invecchiato con un rigenerante adeguato ad alta attività funzionale.

1.3 Si è constatato che gli additivi chimici rigeneranti (cosiddetti di prima generazione) non hanno dato i risultati auspicati anche se gran parte dei difetti possono essere attribuiti alla tecnologia della loro applicazione.

In particolare risultano non soddisfacenti le loro funzioni flussanti, solubilizzanti, peptizzanti, attivanti della adesione, plastificanti ed antiossidanti.

1.4 Altro fattore negativo è indubbiamente quello relativo alla dispersibilità ed omogeneizzazione del rigenerante nel bitume di aggiunta.

La letteratura specializzata si è già espressa in merito trattando il problema della dispersione di un agente di adesione nel bitume che ne abbisogna.

Date le caratteristiche dei bitumi attuali e futuri è fuori dubbio che un rigenerante che si rispetti deve contenere anche un agente di adesività nelle proporzioni dovute.

Il controllo dell'avvenuta dispersione è praticamente impossibile sia in sito che in cantiere a meno di valutare l'avvenuta miscelazione a posteriori.

Diventa quindi indispensabile modificare il sistema di miscelazione dell'additivo col bitume in modo da avere la certezza che le quantità previste siano distribuite nel materiale da rigenerare.

Tale precauzione non è però sufficiente a produrre l'effetto desiderato ed indispensabile.

Infatti sia che si tratti di un riciclaggio in sito ove il nuovo conglomerato è praticamente costituito dal 100% di fresato, sia che si tratti di un cantiere ove il rapporto vecchio/nuovo è di 1:1, il bitume additivato trascina con sé i componenti attivanti dell'additivo riducendone di fatto l'azione di aggressività e di plasticizzazione sul materiale fresato contenente bitume invecchiato.

2. PROPOSTE PER IL MIGLIORAMENTO DEI COMPONENTI E DELLA TECNOLOGIA DEL RICICLAGGIO

Per quanto si riferisce ai leganti bituminosi la stessa Società Autostrade S.p.a fissa nel nuovo capitolato le caratteristiche richieste ai bitumi da utilizzare nelle costruzioni stradali proponendo più appropriate caratteristiche chimico fisiche e metodi di controllo sia dei leganti prelevati negli stoccaggi che sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Viene inoltre precisato che le caratteristiche richieste potranno essere presenti nei bitumi originali di fornitura od essere ottenute mediante l'additivazione con prodotti denominati "Attivanti chimici funzionali" (A.C.F.).

Per quanto si riferisce ai rigeneranti (ora denominati Attivanti chimici funzionali) sono stati formulati nuovi prodotti

le cui funzioni risultano appropriate alle nuove tecnologie che qui di seguito proponiamo.

Per quanto si riferisce alla tecnologia i tentativi in corso presso alcuni impianti fissi mostrano di fatto la volontà di superare tali problematiche evitando lo scioglimento del rigenerante nel serbatoio del bitume e separando l'immissione dei due prodotti in fase di miscelazione.

Tale sistema può essere già una innovazione che può produrre benefici; resta comunque la sensazione che così facendo l'additivo si disperda in tutta la massa del conglomerato riducendo l'effetto per il quale ha senso usare un additivo chimico al fine di rigenerare il bitume invecchiato e non disperdersi in quello fresco.

In tal caso resta evidente che lo studio di progetto deve tenere in considerazione questa eventualità specie lavorando le miscele in impianto fisso, aumentando i dosaggi dell'additivo in modo tale che l'attivante di adesione agisca anche sul bitume fresco.

L'ideale viceversa sarebbe senza dubbio agire in modo che il materiale fresato venga pretrattato con il rigenerante.

Solo in tal caso vi sarà la certezza che le componenti attive facenti parte dell'additivo entrino in contatto intimo con il bitume vecchio, reagendo con esso nella quantità necessaria.

La temperatura del tamburo farà il resto, rendendo la miscela finale completamente omogenea e lavorabile.

Prove a livello industriale hanno dimostrato la possibilità di applicazione del principio enunciato.

Un simile sistema porta a facili controlli in opera della quantità da aggiungere, ma soprattutto consente una valutazione obiettiva dei vantaggi ottenibili quali le temperature più basse di stesa e di compattamento dovute all'effetto dell'additivo sulla maturazione del conglomerato finale.

Su tali principi sono basati gli studi condotti lungo l'arco del 1986/87 in collaborazione con la Società Exim S.r.l.

3. CARATTERISTICHE DEI NUOVI ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI

Gli attivanti chimici funzionali, cui si riferisce la presente relazione, sono stati messi a punto e prodotti dalla Exim S.r.l, che da anni si interessa allo studio, alla produzione ed all'applicazione pratica di basi e di formulati chimici da usare quali correttivi delle caratteristiche insufficienti dei leganti stradali. Si tratta di una nuova generazione di prodotti, che rispondono in particolare alle specifiche del nuovo capitolato della S.p.a. Autostrade svolgendo in particolare le seguenti funzioni:

- energica azione quale attivante di adesione
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato
- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita
- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Tali attivanti chimici funzionali non contengono idrocarburi aromatici ciclici; viene quindi assicurata una notevole riduzione di tossicità per gli addetti alle lavorazioni e per l'ambiente circostante.

La loro composizione strutturale risulta:

- polialchilbenzeni aventi carattere peptizzante e diluente sia rispetto all'azione da svolgere sul bitume invecchiato che sui componenti organici dell'additivo stesso
- poliammine lineari e cicliche aventi funzioni di attivanti di adesione a mezzo dei gruppi amminici primari e secondari
- basi azotate aventi funzioni di antiossidanti a mezzo dei gruppi amminici terziari e dei loro dimeri e polimeri
- basi acido-organiche polari aventi funzioni di correggere le caratteristiche di polarità del bitume invecchiato a mezzo dei gruppi acidaffinici
- basi organiche aventi funzioni di plastificanti e disperdenti a mezzo dei componenti ad elevata attività tensioattiva

I rapporti di miscela, studiati ed equilibrati per ottenere la ricostruzione della reattività del legante bituminoso che ha perso le sue caratteristiche essenziali, costituiscono proprietà riservate dalla Soc. Exim.

La loro composizione chimica è la seguente:

- asfalteni	assenti
- composti aromatici -	40-42%
- composti polari	13- 15%
- composti saturi	24-26%
- composti azotati	20-22%

4. IMPIEGO DEI NUOVI A.C.F. SECONDO LE PIÙ APPROPRIATE TECNOLOGIE

Qualunque sia il sistema di riciclaggio disponibile, è necessario un accurato studio preventivo che, partendo dalle analisi del vecchio conglomerato da riciclare, ne determina le condizioni attuali e le eventuali esigenze di correzione/integrazione, ne ottimizza la composizione e verifica l'idoneità delle caratteristiche del conglomerato debitamente corretto e/o integrato.

4.1 Riciclaggio a caldo

L'impasto viene realizzato sia in sito (ove il conglomerato riciclato può contenere sino al 100% di fresato) che in cantiere (ove il rapporto vecchio/nuovo è variabile, mediamente 50/50). Le metodologie di additivazione possono essere le seguenti:

a) L'A.C.F. viene preventivamente disperso nella massa del legante fresco o di reintegro.

Il successivo impasto avviene in un tamburo rotante.

Questa modalità di impiego è semplice e pratica, ma presenta però alcuni inconvenienti:

- richiede un surdosaggio dell'A.C.F. ed una perfetta dispersione ed omogeneizzazione
- l'azione di aggressività e di plasticizzazione dell'A.C.F. sul materiale fresato è ridotta dal fatto che il bitume di reintegro in cui è disperso trascina con sé i componenti attivanti dell'additivo ringiovanente

Buona parte del bitume da ricostituire non viene attaccata, ma tende ad essere ricoperta da una pellicola sottilissima di bitume fresco.

In questo caso si deve utilizzare un A.C.F. (MEXIM WRA) oleosolubile od oleodispersibile appartenente alla categoria degli attivanti di adesione in soluzione organica (diluenti di natura complessa integrati da altri componenti con funzioni solubilizzanti, peptizzanti, plastificanti, disperdenti ed antiossidanti).

Le sue caratteristiche organolettiche e fisiche sono:

- aspetto a 15°C	fluido
- colore	bruno scuro
- densità a 25°C (g/cc)	0,900-0,950
- viscosità dinamica a 60°C (poise)	0,2-0,5
- punto di infiammabilità v.a.	superiore a 200°C
- solubilità in tricloroetilene (% p)	minimo 99,5
- contenuto in azoto (%p)	0,8-1,0
- contenuto in acqua (%p)	inferiore a 1
numero di neutralizzazione (mg KOH/g)	1,5-2,5



Foto 1. Nastri trasportatori di alimentazione del materiale fresato (a destra) e dell'inerte di reintegro (a sinistra).

b) Il materiale fresato viene pretrattato con l'A.C.F. prima di essere impastato con i materiali di reintegro (inerti-leganti). Questa modalità di impiego è la più appropriata in quanto prevede che il materiale fresato, e quindi il bitume invecchiato, venga direttamente a contatto con gli agenti che ne devono effettivamente riattivare le caratteristiche funzionali essenziali.



Foto 2. Tamburi essiccatori abbinati:
 - in quello a destra viene essiccato l'inerte di reintegro
 - in quello a sinistra viene pretrattato con l'ACF e riscaldato il materiale fresato.

Si avrà così la certezza che le componenti attive facenti parte dell'additivo possano reagire nella quantità necessaria con il bitume invecchiato.

- Il pretrattamento del fresato avviene direttamente nell'impianto di essiccazione/miscelazione (drum-mixer). Gli impianti più moderni offrono la possibilità di separare l'immissione dell'A.C.F. da quella del legante di reintegro.

L'A.C.F. viene spruzzato sul fresato o sulla miscela fresato/inerti di reintegro qualche tempo prima del legante. La temperatura del tamburo di impasto facilita l'operazione rendendo la miscela finale omogenea e lavorabile.

- Il pretrattamento del fresato è effettuato a parte, prima della miscelazione con gli inerti e prima dell'impasto con il bitume di reintegro.

In un primo caso l'A.C.F. viene spruzzato ed accuratamente mescolato con il fresato nel miscelatore dell'impianto per conglomerati (miscela a temperatura ambiente) o nel tamburo mescolatore alle temperature di norma. Il fresato pretrattato a freddo può essere anche conservato in cumuli; viene in un secondo tempo reimpastato con eventuali inerti e bitume di reintegro alle normali temperature di impasto.

In un secondo caso sono previsti impianti dotati di due tamburi di essiccazione/riscaldamento. Uno per l'essiccazione dell'inerte fresco, l'altro per il riscaldamento ed il pretrattamento del fresato con l'A.C.F. I materiali così ottenuti vengono successivamente miscelati ed impastati con il legante di reintegro.

Nei succitati casi si deve utilizzare un A.C.F. (MEXIM CRA) oleodispersibile od idrodispersibile appartenente alla categoria degli attivanti di adesione in soluzione organica (diluenti di natura complessa integrati da altri componenti con funzioni solubilizzanti, peptizzanti, plastificanti, disperdenti ed antiossidanti).

Le sue caratteristiche organolettiche e fisiche sono:

- aspetto a 15 °C	fluido
- colore	bruno scuro
- densità a 25°C (g/cc)	0,900-0,950
- viscosità dinamica a 50°C (poise)	0,3-0,6
- viscosità dinamica a 30°C (poise)	0,8-1,1
- punto di infiammabilità v.a.	superiore a 170°C
- solubilità in tricloroetilene (% p)	minimo 99,5
- contenuto in azoto (%p)	0,8-1,0
- contenuto in acqua (%p)	inferiore a 1,5
- numero di neutralizzazione (mg KOH/g)	1,5-2,5



Foto 3. Gli inerti di reintegro ed il materiale fresato pretrattato vengono miscelati ed impastati con il legante di reintegro.

Le dosi di impiego sono: 0,20-0,30% calcolato rispetto al peso del materiale fresato da rigenerare, considerando un valore medio del bitume vecchio tra il 5 ed il 5,5%.

Questo tipo di A.C.F. deve essere impiegato esclusivamente per il pretrattamento del materiale fresato da rigenerare.

4.2 Riciclaggio a freddo

Il pretrattamento con l'A.C.F. e l'impasto con il legante di reintegro avvengono a temperatura ambiente.

L'impasto può avvenire utilizzando i tradizionali impianti di miscelazione in continuo o in discontinuo per conglomerati bituminosi, oppure quelli per miscelazione forzata dei conglomerati cementizi. Si opera a temperatura ambiente (in ogni caso al di sopra di 5 °C). Il fresato viene preventivamente pretrattato con un A.C.F. mentre per il successivo impasto viene utilizzata un'emulsione cationica a lenta rotazione (ECL/60 del tipo usato per gli stabilizzanti all'emulsione).

L'A.C.F. deve essere perfettamente compatibile con l'emulsione e non modificarne i tempi di rottura.

L'impasto così ottenuto ha caratteristiche analoghe a quelle di uno stabilizzato a freddo di pari granulometria.

In questo caso si deve utilizzare un A.C.F. (MEXIM CRE) idrosolubile od idrodispersibile appartenente alla categoria

degli attivanti di adesione in soluzione organica messa in emulsione (diluenti di natura complessa integrati da altri componenti con funzioni solubilizzanti, peptizzanti, plastificanti, disperdenti, antiossidanti e stabilizzanti).

Le sue caratteristiche organolettiche e fisiche sono:

- aspetto a 15 °C	fluido
- colore	marrone chiaro
- densità a 25 °C (g/cc)	0,980-1,020
- viscosità a 25 °C (° Engler)	2-6
- punto di infiammabilità v.a.	superiore a 130 °C
- solubilità in tricloroetilene (%p)	minimo 99,5
- contenuto in azoto (%p)	0,6-0,7
- contenuto in acqua (%p)	28-30

Le dosi di impiego sono: 0,5-0,7% parti di A.C.F. rispetto al materiale fresato. A questa operazione segue l'impasto con il 2,5% parti di emulsione bituminosa cationica ECL/60 (legante di reintegro).

In alcuni casi speciali l'A.C.F. può essere preventivamente disperso nella massa dell'emulsione bituminosa: 20 parti di A.C.F. in 100 parti di emulsione ECL/60.

Tale miscela viene usata quale legante di reintegro nella dose del 3% parti rispetto al fresato.

È necessario però uno studio preventivo di laboratorio per determinare il dosaggio ottimale dell'A.C.F., del legante e di eventuali inerti di reintegro.

CONCLUSIONI

È nostra opinione che il sistema più idoneo per sfruttare appieno l'attività del rigenerante sia quello di pretrattare separatamente il materiale fresato.

In tal caso vi sarà la certezza che le componenti attive dell'A.C.F. entrino in contatto intimo con il bitume invecchiato, reagendo con esso nella quantità prevista.

La temperatura nel tamburo produrrà quindi l'azione complementare di plasticizzazione e di lavorabilità della miscela.

Tale sistema permette di definire le quantità esatte del rigenerante da usare e soprattutto consente di ottimizzare le temperature di stesa e di compattazione del materiale riciclato.

Risulta importante rilevare che l'impiego dei materiali da riciclaggio nella sequenza indicata consente di:

- mantenere inalterate nel tempo le caratteristiche essenziali del legante contenuto nel conglomerato
- ridurre la temperatura di miscelazione e di compattamento di un buon 25% a parità della resistenza meccanica e dell'addensamento della miscela.

È da tener presente che un corretto impiego dell'A.C.F. offre inoltre altri vantaggi di pari importanza dovuti alla presenza di nuovi componenti che riducono notevolmente le emissioni di incombusti, di SO₂ e di NO_x nei fumi allo scarico dei camini degli impianti.