

Il riciclaggio nel conglomerato bituminoso delle membrane bitume-polimero

Recycling in the asphalt mix of membranes made of bitumen and polymers

CARLO GIAVARINI
SITEB

Riassunto

Le membrane bitume-polimero sono un'invenzione italiana applicata in edilizia a partire dagli anni 1960 e diffusa in tutto il mondo. Le nuove normative non permettono più di inviare in discarica le membrane a fine vita provenienti da demolizioni. Una soluzione al problema può essere il riciclaggio nel conglomerato bituminoso; così facendo si recupera in parte il valore dei materiali costituenti le membrane stesse.

Il presente articolo esamina i problemi che tale operazione comporta, a cominciare dal "distacco" e dalla raccolta delle membrane a fine vita, che dovrebbero essere il più possibile esenti da altri materiali inerti (calcinacci, ecc.). Il trattamento preliminare consiste essenzialmente in una macinazione onde rendere il materiale adatto alla miscelazione con il conglomerato. Vengono brevemente descritte le esperienze americane e olandesi.

Summary

Waterproofing membranes (shingle in USA) made of bitumen and polymers are a successful Italian invention, applied since 1960 all over the world. The new environmental rules do not allow any more the disposal of such materials at the end of their life cycle. Recycling the membranes in the asphalt mix could be a solution to the problem; such practice is applied in the United States. The article considers the problem of collecting the end of life membranes and the process to transform them in a material suitable for the asphalt mix. Such process essentially consists in a grinding operation of the scraps in order to obtain small crumbs. The American and Dutch experiences are described.

1. Premessa storica

Le membrane plastomeriche bitume-polimero sono nate in Italia nella seconda metà degli anni 1960 e si sono diffuse rapidamente in Europa e in altri Paesi; costituiscono quindi una "gloria" tutta italiana, accettata dall'edilizia di tutto il mondo.

Nel corso degli anni i produttori italiani si sono affermati all'estero, prima con il loro nuovo prodotto e poi con le macchine e le licenze di produzione (1).

L'invenzione delle membrane, volgarmente dette guaine, ha permesso al bitume di mantenere il suo ruolo di impermeabilizzante preferito, dopo l'asfalto naturale, i cartoni bitumati, il bitume ossidato e le emulsioni.

I primi impianti di polipropilene (PP) isotattico (anche questa una invenzione italiana), diffusi alla fine degli anni 1950, producevano discrete quantità di un sottoprodotto (cere polipropileniche), costituito da polimero atattico a basso peso molecolare e non conforme alle specifiche commerciali.

L'idea geniale fu quella di utilizzare questo prodotto, che fra l'altro costituiva un grave problema di smaltimento, per migliorare le caratteristiche reologiche del bitume; in altre parole, per innalzare il suo punto di rammollimento e migliorare la flessibilità a freddo.

Il PP atattico è un solido gommoso e biancastro che presenta un comportamento elasto-plastico e fonde a circa 160 °C; tale temperatura di fusione è adatta alla mi- ➤

scelazione col bitume, con cui si amalgama bene dopo trattamento a circa 200 °C. Basandosi sulle mescole bitume-cere polipropileniche, alcuni imprenditori ricavarono un nuovo sorprendente prodotto commerciale, creando anche le macchine per la sua produzione (1). Il costo finale di questo prodotto e le sue superiori caratteristiche, nonché la facilità di applicazione, lo resero fin dall'inizio competitivo con gli altri sistemi impermeabilizzanti; furono soppiantati i tradizionali cartoni bitumati.

Già da vari anni il PP atattico è sparito dal mercato a causa del perfezionamento dei processi di produzione del PP, che non hanno più "scarti"; esso è stato sostituito da materiali poliolefinici analoghi e migliorati, prodotti appositamente (2).

2. Come è fatta una membrana bitume-polimero

Le membrane per impermeabilizzazione sono in genere costituite da una successione di strati (Fig. 1) e precisamente, dall'alto al basso:

- ▶ strato antiadesivo (sabbietta, talco o film poliolefinico) o in alternativa uno strato coprente (scaglie di ardesia o basalto);
- ▶ compound bituminoso (miscela bitume e polimeri) fillerizzato;

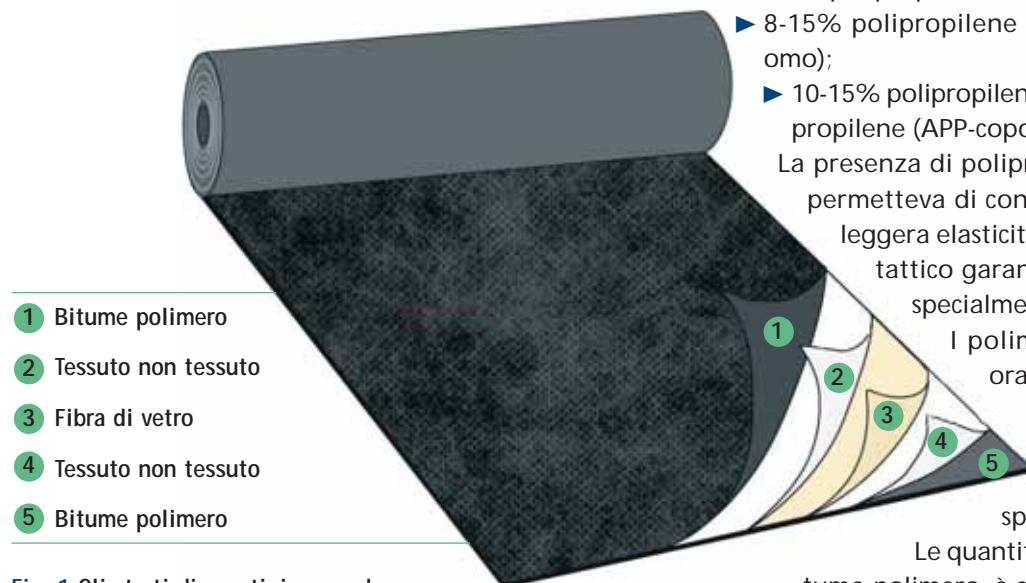


Fig. 1 Gli strati di una tipica membrana

- ▶ armatura (tessuto non tessuto di poliestere, velo di vetro, tessuti di vetro, ecc.) impregnata con compound bituminoso;
- ▶ compound bituminoso fillerizzato;
- ▶ strato antiaderente (film o tessuto non tessuto poliolefinico, sabbietta).

Il compound bituminoso è costituito da bitume ad alta penetrazione (p.es.180-200 dmm) e da percentuali variabili di polimeri, miscelati a ca. 190-200 °C per alcune ore.

Il filler, generalmente carbonato di calcio, viene aggiunto per migliorare la tixotropia e abbassare il prezzo del compound.

I polimeri utilizzati prevalentemente nella produzione italiana sono di natura olefinica (specialmente polipropilene e copolimeri), anche se vengono prodotte membrane contenenti elastomeri, come SBS.

La percentuale totale di polimero dipende dal tipo di applicazione; variando la percentuale di polimero, si possono produrre membrane per impermeabilizzazione con differenti caratteristiche, specialmente per quanto riguarda la resistenza alle basse e alle alte temperature. Una tipica miscela bituminosa tradizionale adatta a resistere a basse temperatura (fino a ca. -20 °C) secondo la prova di flessibilità a freddo (UNI EN 1109) e ad alte temperature (palla anello 150 °C) poteva essere ottenuta aggiungendo al bitume la seguente composizione (% in peso rispetto al bitume):

- ▶ 2-4% polipropilene isotattico (IPP);
- ▶ 8-15% polipropilene atattico omopolimero (APP-omo);
- ▶ 10-15% polipropilene atattico copolimero etilene-propilene (APP-copo).

La presenza di polipropilene atattico copolimero permetteva di conferire al prodotto finale una leggera elasticità, mentre il polipropilene isotattico garantiva una maggior resistenza, specialmente ad alta temperatura.

I polimeri in PP atattico vengono ora forniti da impianti ad hoc (2) in grado di offrire maggiore costanza qualitativa e prestazioni molto più specifiche.

Le quantità di filler, rispetto al totale bitume-polimero, è di circa il 20% in peso.

3. Il problema del riciclaggio delle membrane a fine vita

Le nuove normative europee e nazionali non permettono più di inviare in discarica gli scarti di lavorazione e le membrane provenienti da demolizioni.

Considerando che circa l'80% di tali prodotti è costituito da un materiale legante pregiato (bitume modificato con polimero) ne deriva non solo la possibilità, ma anche il probabile vantaggio, del riciclo.

Per gli scarti di lavorazione "puliti" il problema è meno complesso; esistono impianti per il loro riciclaggio direttamente nello stabilimento di produzione delle membrane (come ad es. Euroline e Macaluser) probabilmente adattabili ad altri usi. Il processo belga Macaluser, commercializzato in Italia da Menestrina (Fig 2), macina gli



Fig. 3 Tipica armatura di membrana bituminosa

sfridi di lavorazione creando un materiale "multipurpose" che viene fuso e versato in appositi contenitori, per poi essere reimmesso nel ciclo di lavorazione.

Relativamente alle membrane a fine vita (cioè già utilizzate), l'ipotesi di riciclarle nel conglomerato bituminoso sembra la più ovvia ed immediata, visto che esse contengono ingredienti che i produttori di conglomerato acquistano per preparare il loro prodotto, inclusi il bitume, il filler e i polimeri; anche le fibre dell'armatura organica, quando presenti, possono essere utili per le loro miscele. L'armatura, però, è spesso costituita da un tessuto polimerico (Fig. 3) che può creare problemi se le membrane non vengono pretrattate meccanicamente.

Un secondo problema, relativo alle membrane provenienti da demolizione, è costituito dai materiali (parti di intonaco o materiali cementizi, legno, isolanti di vario tipo ecc.) che restano aderenti alle membrane durante le demolizioni. È necessario quindi prevedere uno o più trattamenti prima dell'invio all'impianto di conglomerato. Occorre ricordare che esistono altri potenziali impieghi (meno nobili) delle membrane a fine vita: uno riguarda l'uso nelle centrali alimentate a carbone; un altro l'impiego nei forni dei cementifici.

Nel seguito ci occuperemo solo delle membrane a fine vita e del loro riciclaggio nel conglomerato bituminoso, ritenuto interessante per sfruttare a pieno le loro residue potenzialità. Verranno citate, come esempi tra i vari possibili, le esperienze già fatte in due Paesi, uno americano e l'altro europeo, senza entrare nel merito dei problemi normativi relativi al riciclaggio. ➤



Fig. 2 L'impianto Macaluser integrato nel processo di produzione delle membrane

4. L'esperienza americana

Pur essendo diverse le caratteristiche delle membrane americane, si considera nel seguito l'esperienza USA quale utile esempio di approccio al riciclo di tali materiali nel conglomerato. L'esperienza americana, inoltre, è consolidata da alcuni anni, come testimoniato dal 4° *Convegno sul riciclaggio delle membrane bituminose* che si terrà dal 5 al 6 novembre 2009 a Chicago, a cura della Associazione CMRA (Construction Materials Recycling Association), sponsorizzato dalla Federal Highway Administration (Ministero dei Trasporti) e dall'Asphalt Roofing Manufacturing Association.

4.1 Selezione del materiale

Le membrane americane di prima generazione differiscono da quelle italiane per il più alto contenuto di filler (che può raggiungere anche il 40% in peso) e di materiale granulare fine (colorato se necessario). Il contenuto di bitume oscilla dal 15-20% fino al 30-40%. Le strategie di riciclo presentano comunque gli stessi problemi, soprattutto nelle fasi preliminari. I primi impianti USA per il riciclo nel conglomerato risalgono agli inizi degli anni 1980, ma si sono soprattutto sviluppati negli ultimi 10-15 anni.

Uno dei primi problemi da risolvere riguardava la disponibilità di un flusso consistente e continuo di materiale da alimentare all'impianto di riciclaggio.

Mentre per gli sfridi "puliti" di lavorazione non esistevano ulteriori problemi, per il materiale da demolizione erano possibili due strategie:

- ▶ il demolitore garantisce la fornitura di un materiale di buona qualità, senza la presenza di materiali estranei;
- ▶ il riciclatore si fa carico della selezione a partire da materiale "sporco" contenente anche residui di calcinacci, legno, metallo, plastica ecc..

In entrambi i casi il riciclatore deve lavorare in stretto contatto con i fornitori, anche per assicurarsi che non ci siano residui di amianto nel materiale consegnato.

Se il riciclatore si fa carico della separazione di materiale estraneo, il suo

stabilimento deve essere attrezzato anche per la separazione e lo smaltimento di quanto non è riciclabile in un comune impianto di conglomerato. Allo scopo possono essere impiegati vagli a tamburo e/o separatori, con successiva selezione manuale. È questa la situazione più complessa, che forse risulta la meno praticabile a livello italiano.

È quindi auspicabile che il riciclatore riesca ad ottenere la fornitura di un materiale relativamente pulito e con flusso continuo: è questo probabilmente l'aspetto più critico della catena del riciclo.

4.2 Preparazione del materiale per l'impianto di conglomerato

La Fig. 4 riporta lo schema semplificato del processo di riciclaggio. Le tipiche capacità USA per impianti di riciclo variano da 30 a 100 t/h (3). Le porzioni a maggior granulometria possono essere impiegate come inerti per gli strati di base, mentre le porzioni con granulometrie pari o inferiori a circa 12 millimetri sono adatte per il tradizionale conglomerato a caldo.

Il mulino di macinazione è dotato di sistemi di vagliatura e di nastro trasportatore. È bene considerare l'aggiunta di un magnete sul nastro per eliminare chiodi e altri metalli. Il tipo di rinforzo impiegato nelle membrane (in origine fibre di cellulosa o di vetro e poi polimeri) influenza le caratteristiche del conglomerato finale, così come la percentuale e le caratteristiche del bitume. È normalmente necessaria anche una cernita manuale (Fig. 5).

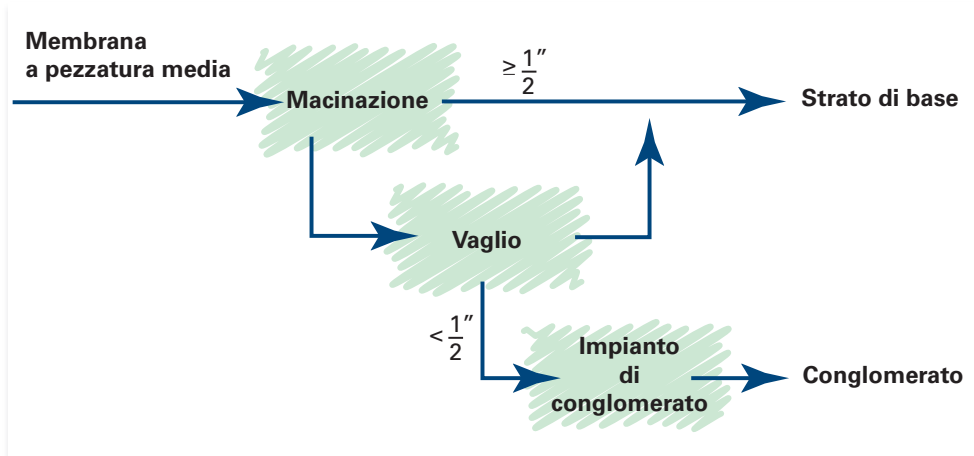


Fig. 4 Schema semplificato dell'impianto di riciclaggio delle membrane



Fig. 5 Cernita manuale del materiale macinato

Dopo la macinazione il prodotto ha spesso tendenza ad agglomerarsi durante lo stoccaggio; è quindi bene utilizzarlo rapidamente, miscelandolo con gli inerti o con il fresato da riciclare. Spesso conviene umidificare il materiale da macinare per ridurre la formazione di polveri e la temperatura. Occorre comunque fare attenzione a che l'umidità del prodotto da inviare all'impianto di conglomerato non superi il 5÷10%.

4.3 Riciclaggio nel conglomerato

La pratica di riciclare le membrane nel conglomerato è accettata in almeno 15 Stati USA, mentre molti altri Stati stanno preparando apposite specifiche. Nel 2006 la AASHTO (Ass. americana degli addetti alle strade e al trasporto stradale) ha emesso nuove specifiche e linee guida per il riciclo nel conglomerato.

In pratica, la tecnologia di riciclo del materiale proveniente dalle membrane è uguale a quella del fresato, il cui uso è ormai consolidato. Varie prove effettuate su pavimentazioni contenenti fino al 5% di riciclato hanno dato risultati analoghi a quelli del conglomerato tradizionale (4). Ovviamente, il produttore di conglomerato deve effettuare tutti i controlli sia sul materiale da riciclare, sia sul conglomerato finale, verificando anche la lavorabilità delle miscele finali. Il già citato *report* CMRA (3) contiene anche una lista di raccomandazioni per l'impiego ottimale del riciclato nel conglomerato.

5. L'esperienza Europea

La Società olandese Dak & Milieu ha messo a punto un circuito per il recupero dei rifiuti delle membrane a fine vita e per il riutilizzo nei conglomerati stradali.

I produttori di membrane, in accordo con una società che effettua il riciclo del bitume (BITUREC), hanno organizzato lo smantellamento delle vecchie coperture, che vengono tritate e inserite nella produzione del conglomerato bituminoso.

In questo caso le membrane sono conformi a quelle prodotte in Italia e quindi i risultati ottenuti sono trasferibili alla nostra realtà industriale.

5.1 Recupero delle membrane e granulazione

Il processo inizia con il distacco e recupero delle membrane che deve essere effettuato secondo semplici ma precise procedure, così da inviare al riciclaggio un materiale relativamente pulito.

Le coperture impermeabilizzanti vengono tagliate con seghe circolari montate su carrelli (Fig. 6), così da definire sezioni quadrate delle dimensioni di ca. 60 cm per lato. Le varie sezioni vengono battute con mazze lignee per facilitarne il distacco, che viene effettuato manualmente (Fig. 7).



Fig. 6 Fasi di taglio della membrana da una terrazza



Fig. 7 Distacco della membrana da una terrazza

La membrana così ottenuta risulta relativamente pulita e viene caricata su camion per il trasporto al luogo di riciclaggio. L'impianto di riciclaggio è dotato di un semplice laboratorio che controlla la qualità del materiale in arrivo, onde stabilirne purezza e composizione approssimata.

La prima operazione meccanica consiste in una triturazione grossolana che produce trancie disomogenee delle dimensioni di circa 15x20 cm. Passando su un nastro trasportatore, esse vengono controllate da uno o due addetti (selezione manuale) che scartano gli eventuali materiali estranei. Segue la triturazione in un mulino, fino alla dimensione di circa un centimetro. Ne risulta un prodotto a granulometria relativamente fine e controllata, adatto alla miscelazione con il conglomerato (Fig. 8).



Fig. 8 Il materiale come si presenta dopo macinazione

5.2 Produzione del conglomerato

Il materiale così preparato viene inviato all'impianto di produzione del conglomerato, il quale ne controlla la qualità: in laboratorio, il granulato in arrivo viene riscaldato per fondere il bitume e passato attraverso una serie di setacci per valutare la percentuale di bitume e di inerti, nonché la loro qualità (Fig. 9).

L'analisi definisce il dosaggio all'impianto per la produzione del conglomerato (Fig. 10). Le percentuali di alimentazione sono estremamente variabili e permettono di ridurre la quantità di bitume vergine. La presenza del polimero nelle membrane, conferisce migliori proprietà al conglomerato finale, che viene stesso nel modo convenzionale.

Le esperienze fatte in Olanda sembrano confermare l'ottima qualità del manto stradale, anche se prodotto integralmente con questo tipo di legante.



Fig. 9 Il controllo del granulato in laboratorio



Fig. 10 Il dosaggio all'impianto di conglomerato



Fig. 11 Impianto per la produzione delle membrane

6. Conclusioni

Le esperienze maturate in alcuni Paesi presi come esempio (USA e Olanda) dimostrano che il riciclaggio delle membrane nel conglomerato bituminoso è tecnicamente fattibile purché vengano definiti alcuni punti, e precisamente:

- ▶ occorre una collaborazione fra chi demolisce e chi ricicla, concordando le procedure di recupero delle membrane durante la demolizione;
- ▶ un impianto di riciclaggio deve poter contare su un flusso costante (e consistente) di alimentazione relativamente "pulita";
- ▶ l'impianto di riciclaggio deve essere dotato di un piccolo laboratorio in grado di effettuare pochi saggi elementari sul materiale in arrivo e in uscita;
- ▶ le operazioni dell'impianto sono puramente meccaniche e semplici: consistono essenzialmente in uno o due processi di macinazione per produrre un granulato con dimensioni massime di 10-12 mm;
- ▶ occorre un controllo (cernita) visivo sul materiale che va alla granulazione finale;
- ▶ a sua volta, l'impianto di conglomerato deve essere dotato di un laboratorio in grado di verificare la composizione del granulato: fusione e vagliatura, seguita da dosaggio e osservazione (es. mi-

croscopio) del materiale separato. Deve poi effettuare provini di conglomerato per controllare il risultato dell'applicazione stradale;

- ▶ i dosaggi all'impianto vanno tarati per tener conto del granulato, ricco di bitume, aggiunto.

La Fig. 11 mostra un moderno impianto per la produzione delle membrane bituminose.

7. Bibliografia

1. **Romolo Gorgati**, *Impermeabilizzazione delle costruzioni* - Edito a cura di Derbit SpA (BO), 1974.
2. **Carlo Giavarini, M. Laura Santarelli**, *Membrane bituminose contenenti nuovi polimeri olefinici* - Rassegna del Bitume, n° 28, 1997, pg.13.
3. **CMRA**, *Recycling tear-off asphalt shingles: best practice guide* - 11 october 2007.
4. **Dan Krivit and Associates**, *Recycled tear-off shingles road construction demonstration in the town of Hassan. Final Report to Minnesota Road Reseach Board* - 31 may, 2007. ■

