



Reti di armatura prebitumate in fibra di carbonio

CARBOPHALT®

- Soluzioni efficienti per il futuro
- Evidente incremento della vita utile
- Riduzione sensibile dei costi di manutenzione



DISTRIBUTORE UFFICIALE PER L'ITALIA
DI TUTTI I PRODOTTI S&P, AZIENDA LEADER
MONDIALE NELL'AMBITO DEI SISTEMI DI
RINFORZO NEI SETTORI EDILE E STRADALE



www.tecnokraft.it

Pavimentazioni in conglomerato bituminoso durevoli ad altissima resistenza alle fessurazioni

Da alcuni anni vengono utilizzate con successo reti di armatura per asfalti prebitumate per incrementare la vita utile delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso. Le reti negli strati di asfalto riducono le fessurazioni da fatica e da sollecitazione termica (gelo / disgelo), con conseguente riduzione degli oneri di manutenzione.

In particolare la rete di armatura in fibra di carbonio, migliora il valore strutturale dello strato di asfalto rinforzato. Il supporto in fibra di carbonio equivale a un valore strutturale di 3-4 cm di spessore di conglomerato bituminoso. In ambito urbano esistono di conseguenza interessanti varianti per gli interventi di manutenzione. Fresando ad esempio uno strato di 3 cm di spessore è possibile risanare la pavimentazione prevedendo la rete in fibra di carbonio ed uno strato di 3 cm di tappeto d'usura. Il valore strutturale dello strato di pavimentazione armato, equivale ad uno strato in conglomerato bituminoso non armato con uno spessore pari a 6-7 cm. Per spessori di fresatura così esigui che non intaccano le quote, non è necessario eseguire lavori di adattamento di marciapiedi, cordonate e caditoie stradali. Questo rende la rete in fibra di carbonio interessante anche dal punto di vista economico. Si hanno inoltre una notevole riduzione dei tempi di lavoro e un minore impatto sulle risorse (es: meno conglomerato bituminoso fresato in discarica). Presso il Laboratorio EMPA di Dübendorf (CH) sono stati messi a confronto supporti di armatura per conglomerati bituminosi tradizionali e la rete in fibra di carbonio prebitumata della S&P. I risultati sono esposti nel presente articolo.

Adesione tra strato esistente e nuovo

Diverse Linee guida Europee e norme tecniche per le costruzioni stradali richiedono un'adesione tra lo strato di con-

glomerato bituminoso esistente e quello nuovo di minimo 15 kN (Metodo Leutner su provino Ø 150 mm). Questo criterio è richiesto anche per strati di pavimentazioni bituminose rinforzati. Con rinforzi per conglomerato bituminoso tradizionali in geotessuto questo valore non è raggiunto. Il valore può essere ottenuto, soltanto parzialmente, da reti di rinforzo in combinazione con uno strato SAMI-OB (membrana formata da 2-3 kg di bitume con spargimento di 12-15 lt di graniglia prebitumata). Prove di adesione tra i singoli strati, eseguite in vari tratti stradali rinforzati con reti di armatura prebitumate S&P, attestano che il valore di aderenza minimo richiesto di 15 kN viene sempre raggiunto, e che conseguentemente non è necessaria la posa di un ulteriore strato SAMI OB. Le armature

S&P sono stabilizzate con bitume per consentirne il trasporto in cantiere sotto forma di rete. Durante lo srotolamento della rete e durante la stesa del conglomerato bituminoso la struttura reticolare viene sciolta dal calore. Sia i trefoli in fibra di carbonio che quelli in fibra di vetro, che formano la struttura reticolare, possono spostarsi liberamente. Durante la compattazione poi, i granuli grossi con dimensione maggiore della maglia della rete, s'incastrano perfettamente nel supporto, potendo passare senza ostacoli attraverso la rete. I trefoli, che sono liberi di aprirsi e spostarsi anche in direzione longitudinale, si adattano uniformemente alla scabrosità del sottofondo. Con questa tecnica è possibile eseguire anche rinforzi di pavimentazioni in curva, rotatorie e tornanti. Grazie alla tecnica dell'"apertura dei nodi con l'ausilio di calore" si riesce ad ottenere un'adesione all'interfaccia ottimale tra gli strati della pavimentazione.

Prova a fatica in configurazione flessionale su 4 punti

Presso i laboratori dell'EMPA sono stati sottoposti alla verifica della resistenza a fatica in configurazione flessionale su 4 punti, strati di asfalto con diversi tipi di armatura. Si sono evidenziati due tipi di rotture caratteristiche. Mentre per i provini degli strati non armati (fig.1) la fessura che porta alla rottura parte dal centro del campione di ri-

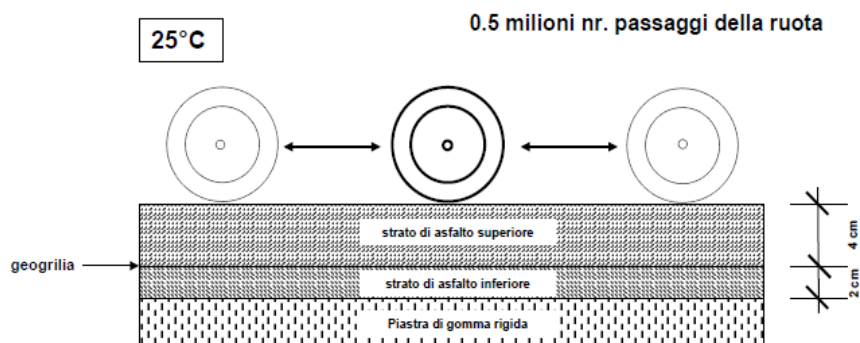
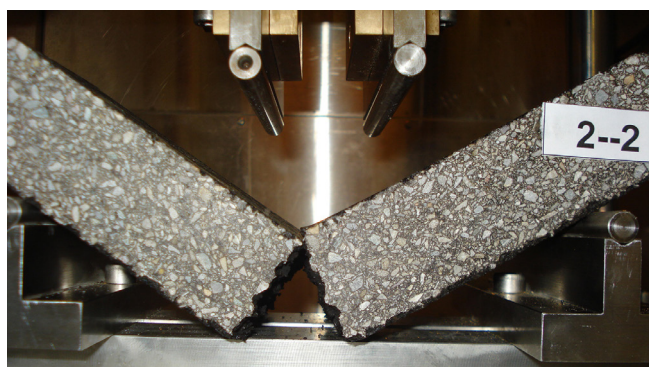


Grafico 1 doppio strato S&P Carbophalt di 4 cm (superficie fresata)



1 provino di riferimento senza armatura



2 provino di riferimento con armatura S&P Carbophalt 200 kN

ferimento, per i provini armati con la fibra di carbonio, si notano sia una ripartizione delle tensioni che una distribuzione delle fessure ottimali.

Carico dinamico continuo sotto effettivo carico di ruota

Presso i laboratori dell'Empa sono stati sottoposti alla prova di carico dinamico continuo provini a due strati con e senza armatura in fibra di carbonio (grafico 1). Per simulare un sottofondo cedevole, i provini sono stati applicati su di un supporto di gomma. In seguito sono stati sottoposti alla prova di ormaiamento con 0,5 milioni di passaggi alla temperatura di 25°C.

Sulla parte sottostante dei provini sono stati applicati degli estensimetri sia in direzione longitudinale sia trasversale. I risultati delle indagini sperimentali sono stati rielaborati dall'Empa con un calcolo agli elementi finiti. Il modello e le indagini sperimentali hanno dato risultati confrontabili. Grazie alla fibra di carbonio gli allungamenti trasversali al carico della ruota, sulla superficie inferiore del provino, sono stati abbattuti del 33%.

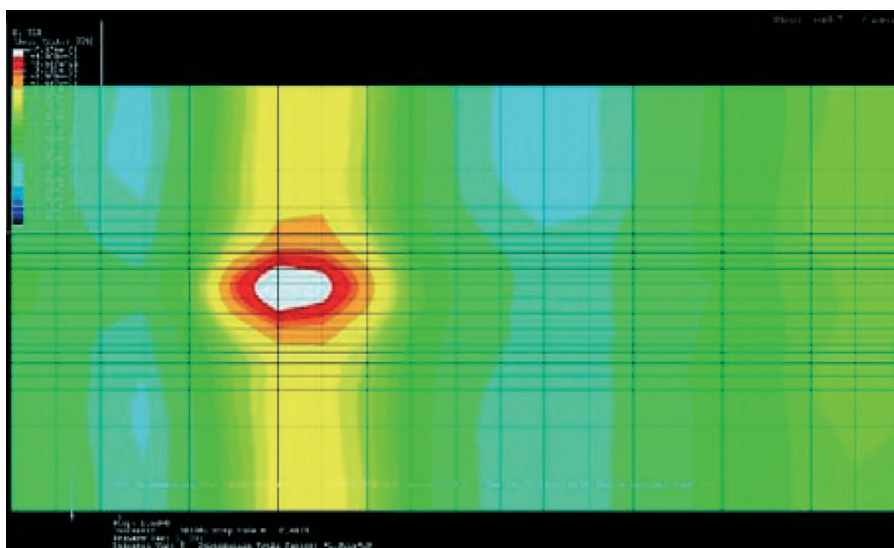
Le figure 3 e 4 mostrano la sollecitazione causata dalla compressione (area blu) davanti e dietro al passaggio della ruota e la sollecitazione a trazione (aree rosse, arancioni e gialle) sotto la ruota. Nel provino armato con rete al carbonio, le tensioni sono trasmesse all'armatura e assorbite dalla stessa. Ecco che lo strato di conglomerato bituminoso è sottoposto a tensioni ridotte.

Conclusioni

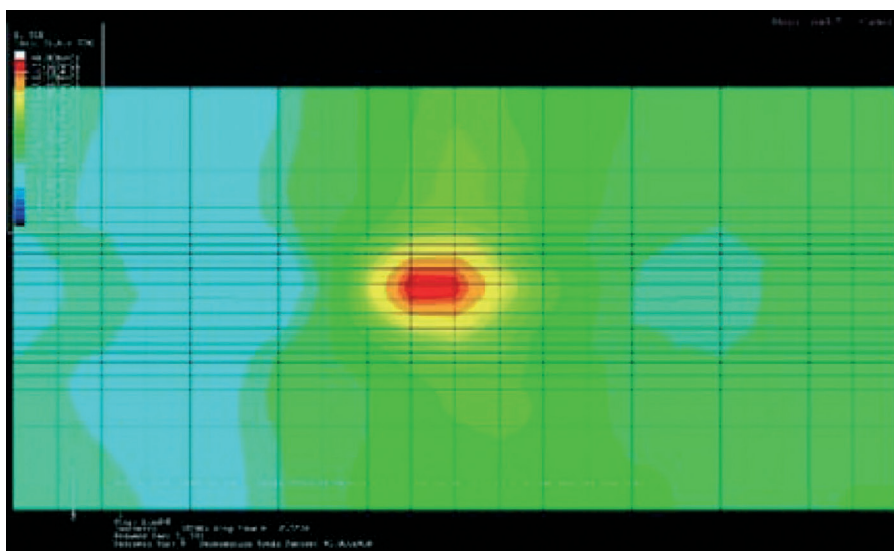
La rete d'armatura prebitumata al carbonio riduce le dilatazioni e di conseguenza anche le tensioni negli strati in conglomerato bituminoso di circa il 30%.

Reti d'armatura in fibra di carbonio e anche quelle in fibra di vetro sono impiegate per ridurre la formazione di fessure. Entrambe le reti aumentano la vita utile della pavimentazione. La fibra in carbonio migliora inoltre i valori strutturali.

Il grafico 2 mostra, che la rottura degli strati aumenta con l'aumentare dei carichi delle ruote. La fibra in carbonio riduce i picchi di tensione causati da carichi importanti



3 senza armatura



4 con armatura al carbonio

che esercitano la loro azione sugli strati in conglomerato bituminoso e riduce di conseguenza la rottura della pavimentazione. Questo si manifesta con una vita utile maggiore, cicli di intervento più lunghi e di conseguenza meno lavori di manutenzione, cosa che porta i suoi benefici anche politico/economici per ciò che riguarda il traffico

e le possibili code che un cantiere stradale origina. Nel valutare la convenienza delle pavimentazioni armate, vanno considerati anche tutti questi aspetti.



S&P Clever Reinforcement Company AG
Seewernstrasse 127
CH-6423 Seewen / SZ



Distributore ufficiale di prodotti S&P

Tecnokraft Reinforcement Systems
Via San Giacomo 15
I-39055 Laives / BZ

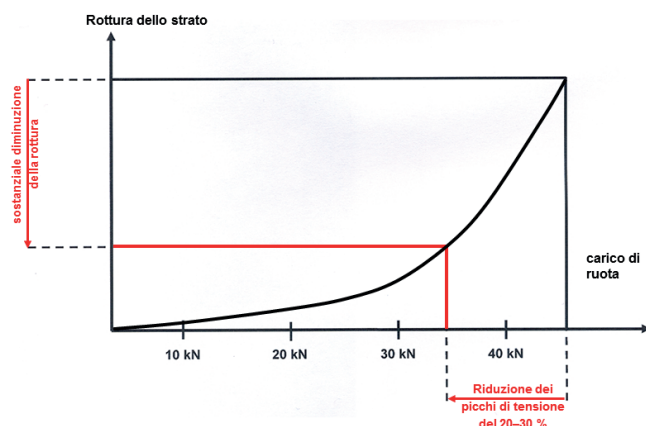


Grafico 2 influenza del carico sulla rottura dello strato

Scheda Tecnica

S&P CARBOPHALT G

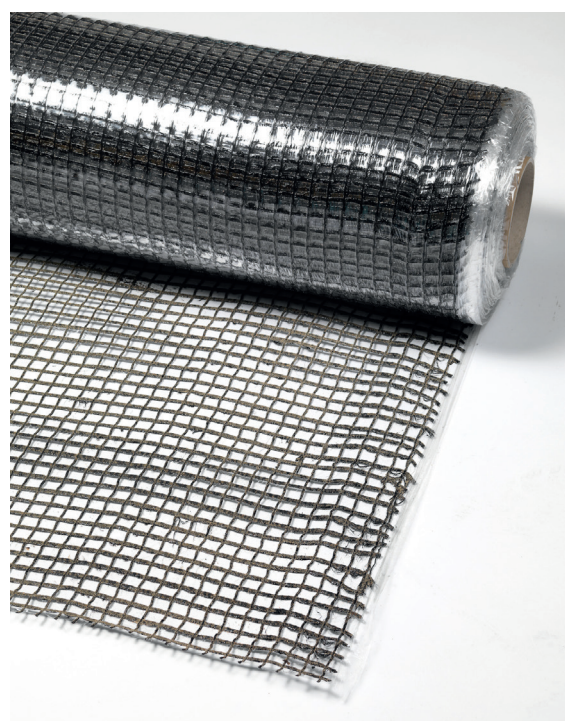
rete di rinforzo prebitumata in fibra di carbonio per applicazioni localizzate o su tutta la superficie

Vantaggi

- Connessione ottimale richiesta per la funzione statica
- Struttura reticolare a nodi liberi
- Elevata rigidità
- Elevata portanza a basse deformazioni
- Funzione di rinforzo strutturale
- Facile posa con macchinario o a mano
- Durevole
- Fresabile
- Riciclabile 100%

Caratteristiche

S&P Carbophalt G é prebitumata, per ottenere una ottimale connessione tra gli strati. La rete non é rigida, i nodi si possono muovere liberamente, per consentire l'adattamento al sottofondo e quindi per conferire un'adeguata adesione tra gli strati. Si tratta di una rete di armatura per conglomerati bituminosi.



Dati tecnici		longitudinale	transversale
Caratteristiche meccaniche del		vetro	carbonio
Modulo Elastico della fibra *	(N/mm ²)	≥ 73'000	≥ 240'000
Allungamento a rottura della fibra *	(%)	≤ 4.5	≤ 1.75
Sezione della fibra	(mm ² /m)	46 (50 filamenti di fibra)	46 (52 filamenti di fibra)
Forza a trazione (Controllo continuo della sicurezza di EMPA Schweiz)	(kN/m)	≥ 120 per 2.60 % allungamento	≥ 200 per 1.75 % allungamento

* La forza di trazione a rottura si basa sulla certificazione del produttore della fibra.

Certificato di prova tbu 1.1/26564/0289.0.1-2008e per il vetro
 Certificato di prova tbu 1.1/26564/0291.0.1-2008e per il carbonio
 DIN EN ISO 10319 modificato

ISTRUZIONI PER LA POSA

- Pulizia del sottofondo da polvere e grassi
- Stesa dell'emulsione bituminosa su superficie asciutta
- Posa della geogriglia su emulsione asciutta con macchinario oppure a mano
- La posa della geogriglia deve avvenire con temperature $> 3^{\circ}\text{C}$.
- Sovrapposizioni 10 - 20 cm
- Le sovrapposizioni della geogriglia sono da ottimizzare in base allo stato delle fessurazioni e delle fughe e anche in funzione dei carichi previsti.
- L'armatura posata può essere coperta localmente da conglomerato bituminoso. In questa maniera non si staccherà col transito di veicoli.
- Lo strato di asfalto di copertura minimo per Carbophalt G è di 2 cm

I macchinari per la posa della geogriglia vengono messi a disposizione (noleggio). A richiesta la posa può avvenire da parte di Tecnokraft.



Mano d'attacco

250 - 300 g/m² (bitume residuo)

Consiglio S&P: Emulsione bituminosa di bitume modificato con polimeri a seconda del tipo e del piano di posa

Nota: Diverse Normative Europee e Linee Guida richiedono un aderenza tra gli strati di pavimentazione bituminosa rinforzati con armature pari a minimo > 12 o 15 kN (Metodo Leutner) oppure $> 0.68 \text{ N/mm}^2$ (Prova di taglio diretto)

In pratica l'aderenza necessaria viene raggiunta con S&P Carbophalt G senza l'esecuzione di uno strato SAMI-OB (vedi certificazioni)

Larghezza Rotoli (m)

0.97 / 1.50 / 1.95 (anche extrastandard)

Lunghezza Rotoli (m)

50



SISTEMI FRP

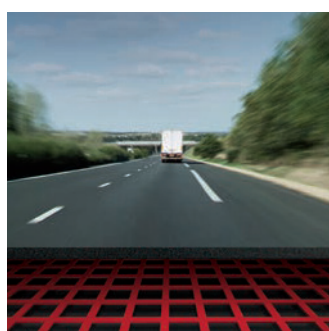
Lamelle CFRP
Tessuti di rinforzo
Sistemi di pre-tensione

FRP Systeme

CFK-Lamelle
Sheets
FRP vorgespannt

FRP Systems

Laminates CFK
Sheets
Pre-stressed FRP



RETE DI ARMATURA PRE-BITUMATA PER ASFALTI

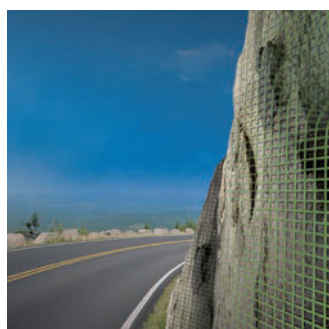
Carbophalt®
Glasphalt®

VORBITUMINIERTE ASPHALTARMIERUNGEN

Carbophalt®
Glasphalt®

BITUMEN COATED ASPHALT REINFORCEMENT

Carbophalt®
Glasphalt®



STABILIZZAZIONE DI TERRA E ROCCIA

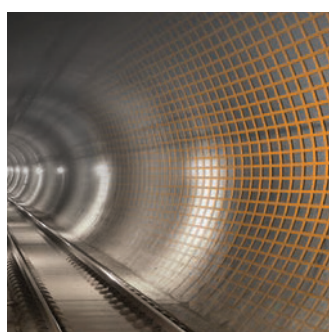
Scarpate erte con geotessili
Stabilizzazione permanente o temporale di rocce
Costruzione di scarpate / protezione all'erosione

ERD- UND FELSBAU

Geotextile Steilböschungen
Felsabdeckung permanent oder temporär
Böschungsverbau / Erosionsschutz

SOIL AND ROCK STABILISATION

Geosynthetic steep slopes
Rock stabilisation permanent or temporary
Slope stabilisation / Erosion control



SISTEMA ARMO

Spritzbeton e malte con armatura in carbonio
ARMO-mesh®
ARMO-rete®
ARMO-mur®

ARMO-SYSTEM

Spritzbetone und Mörtel mit Carboneinlage
ARMO-mesh®
ARMO-crete®
ARMO-mur®

ARMO-System

Shotcrete / Spray mortars with carbon mesh
ARMO-mesh®
ARMO-crete®
ARMO-mur®

Tecnokraft Reinforcement Systems

via San Giacomo 15
I-39055 Laives / BZ

TEL + 39 335 70 18 337

FAX + 39 0471 25 08 92

info@tecnokraft.it / luca.valenti@tecnokraft.it

www.tecnokraft.it



www.tecnokraft.it