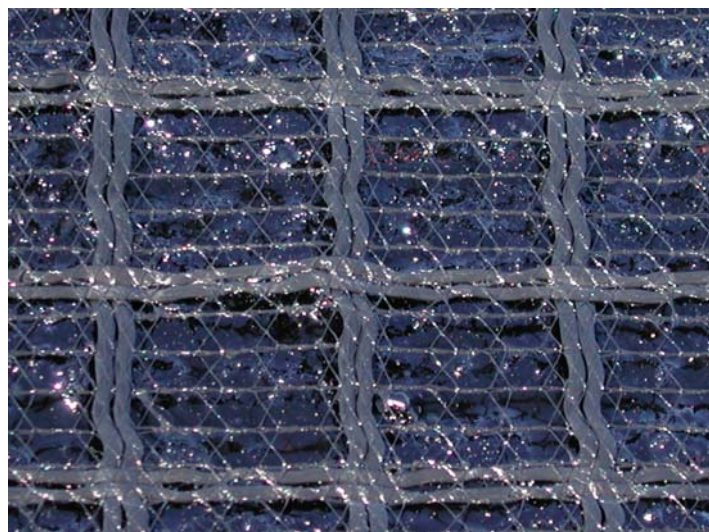


# **ALPE ADRIA TEXTIL**

## **RINFORZO DELL'ASFALTO CON GEOGRIGLIE ARTER<sup>®</sup> GTS A 50-50-35**

### **MANUALE TECNICO**



## ANALISI DELLE CAUSE DI FESSURAZIONE DELL'ASFALTO

Le fessure e le ormaie superficiali sono i segni più visibili del deterioramento delle pavimentazioni asfaltiche.

Quando si forma una fessura superficiale, l'acqua può penetrare fino agli strati inferiori della struttura stradale. I conseguenti cicli di asciutto – bagnato e gelo – disgelo possono causare una rottura prematura dell'intera pavimentazione.

Le cause di fessurazione dell'asfalto sono numerose, ma i meccanismi di rottura sono riconducibili a 4 tipologie: "reflective cracking", rotture da traffico, rotture termiche, rotture superficiali.

### Reflective cracking

Nel caso di strati asfaltici nuovi su strati vecchi già ammalorati si palesa il meccanismo del "reflective cracking", che consiste nella propagazione delle fessure dell'asfalto vecchio all'asfalto nuovo, dal basso verso l'alto.

Per evitare o limitare il reflective cracking occorre introdurre un Geosintetico di separazione e rinforzo, in modo che le fessure dello strato sottostante possano propagarsi al limite in orizzontale, ma non in verticale verso lo strato soprastante (Fig. 1).

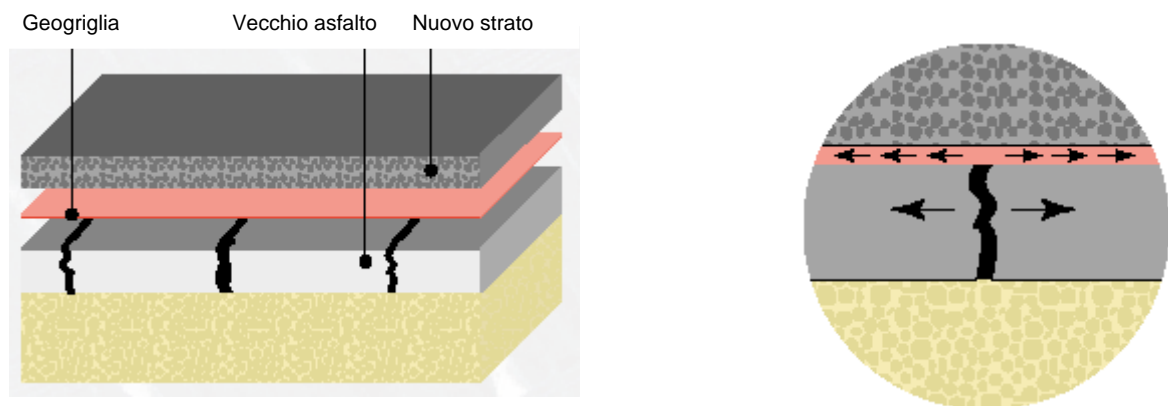


Fig. 1 – Effetto dell'inserimento di una Geogriglia sul "reflective cracking"

### Rotture termiche

L'asfalto e il terreno hanno moduli elastici e moduli di deformazione termica ben diversi: perciò i cicli di gelo e disgelo causano necessariamente uno stato di sforzo nell'asfalto (cioè una coazione), che tende a contrarsi e dilatarsi in modo differente dal terreno; lo stesso dicasi nel caso di uno strato di asfalto nuovo su uno strato vecchio, o di uno strato di asfalto su una base di calcestruzzo.

Queste coazioni, unitamente ai cicli di fatica provocati dall'alternanza di gelo (contrazione) e disgelo (dilatazione), ai cicli di fatica provocati dal carico e scarico conseguenti al passaggio dei mezzi, alle spinte dovute alla formazione di ghiaccio nelle fessure, contribuiscono fortemente al rapido deterioramento delle caratteristiche dell'asfalto.

Per evitare o limitare le fessure termiche occorre introdurre un Geosintetico di rinforzo, in grado di fornire all'asfalto una resistenza a trazione a basso allungamento e un effetto cerchiante che, tramite il confinamento dell'aggregato, limiti le deformazioni laterali.

I Geosintetici più adatti per svolgere tali funzioni sono le Geogriglie in Poliestere ad alta tenacità.

## Rotture da traffico

Il traffico, soprattutto di mezzi pesanti, provoca cicli di fatica che sollecitano l'asfalto alternativamente in trazione e in compressione. L'asfalto ha debole resistenza alla trazione, per cui i cicli di fatica provocano deformazioni plastiche incrementali e cumulative; giunti al limite di deformazione dell'asfalto si generano le fessure da traffico.

Anche per evitare o limitare le fessure da traffico occorre dunque introdurre un Geosintetico di rinforzo, in grado di fornire all'asfalto una resistenza a trazione a basso allungamento e un effetto cerchiante che, tramite il confinamento dell'aggregato, limiti le deformazioni plastiche.

E' molto importante anche mantenere il collegamento tra lo strato di asfalto superiore e quello inferiore, garantito inizialmente dalla mano di attacco, in modo che i due strati possano agire sinergicamente e opporsi insieme ai cicli di fatica. Lo scollamento dei due strati, di converso, provoca una fessurazione accelerata.

I Geosintetici più adatti per svolgere le funzioni di rinforzo dell'asfalto sono le Geogriglie in Poliestere ad alta tenacità: grazie alla struttura aperta, le Geogriglie non separano lo strato di asfalto superiore da quello inferiore, e quindi non sono causa di scollamento dei due strati.

## Rotture superficiali

La dilatazione e la contrazione del tappetino di usura producono tensioni superficiali che, superata la soglia di resistenza dell'asfalto, inducono la formazione di fessure superficiali. Gli sforzi superficiali raggiungono i massimi valori nei periodi di temperature più elevate. Una volta iniziata la fessura in superficie, questa si propaga verso il basso, con un effetto "cerniera che si apre". L'acqua penetra quindi nelle fessure e raggiunge gli strati inferiori.

I conseguenti cicli di asciutto – bagnato e gelo – disgelo possono poi causare una rottura prematura dell'intera pavimentazione.

Pertanto le rotture superficiali, iniziate nei mesi caldi, provocano il massimo deterioramento del tappetino di usura ed eventualmente anche dello strato di collegamento (o binder) nei mesi freddi.

Il miglior metodo per evitare questi fenomeni di degradazione è quello di evitare o allontanare nel tempo la formazione delle fessure superficiali nel tappetino.

Dal momento che queste sono provocate essenzialmente da cicli di fatica, come nel caso precedente la soluzione più adatta consiste nell'introdurre una Geogriglia di rinforzo, in grado di fornire all'asfalto una resistenza a trazione a basso allungamento e un effetto cerchiante.

## CARATTERISTICHE DEI GEOSINTETICI PER IL RINFORZO DELL'ASFALTO

Da quanto sopra esposto risulta evidente che i Geosintetici per il rinforzo dell'asfalto devono possedere le seguenti caratteristiche:

- elevata resistenza a trazione ed elevato modulo elastico, in modo da fornire forze di trazione consistenti con minimi allungamenti;
- minimi allungamenti viscosi (creep), in modo da potersi opporre nel tempo alle deformazioni plastiche incrementali dell'asfalto;
- capacità di cerchiatura e confinamento degli aggregati che compongono l'asfalto, e quindi avere struttura a griglia e non a superficie piena;
- elevata flessibilità e drappeggiabilità, in modo da adagiarsi sulla superficie di posa senza generare ondulazioni e creare vuoti; i teli devono giacere piatti sullo strato di supporto, in modo da non richiedere chiodature o pretensionamenti; inoltre i teli non devono essere resilienti, così da non generare un effetto molla con conseguenti sollecitazioni indesiderate nell'asfalto;
- elevata resistenza alle alte temperature, tale da non generare ondulazioni e contrazioni termiche che inevitabilmente produrrebbero ulteriori fessurazioni nell'asfalto;

- facilità di fissaggio allo strato di supporto tramite una mano di attacco con bitume spruzzato o emulsione bituminosa, e buona adesione al supporto, tale da evitare il sollevamento dei teli a opera delle ruote della finitrice, dei camion e degli altri mezzi d'opera per la stesa dell'asfalto;
- mantenimento del collegamento tra lo strato di asfalto superiore e quello inferiore, garantito dalla mano di attacco, senza creare una separazione tra i due strati.

La capacità di cerchiatura e la struttura aperta, che consentono da una parte il confinamento dell'aggregato e d'altra parte non precludono il collegamento dello strato superiore e inferiore di asfalto, sono caratteristiche tipiche delle Geogriglie.

La resistenza alle alte temperature è una caratteristica intrinseca del polimero con cui vengono prodotte le Geogriglie: mentre Polietilene e Polipropilene hanno un punto di fusione a temperatura inferiore a quella di posa dell'asfalto, il Poliesterre presenta una temperatura di fusione ben superiore (265°C).

La flessibilità e la drappeggiabilità discendono sia dal metodo di produzione delle Geogriglie che dal loro peso unitario: le Geogriglie estruse hanno elevata rigidità flessionale ed elevato peso unitario, e pertanto presentano scarsa flessibilità; le Geogriglie tessute in Poliesterre presentano invece bassa rigidità flessionale e basso peso unitario, e perciò sono caratterizzate da elevata flessibilità e drappeggiabilità.

Risulta anche evidente che il peso unitario delle Geogriglie è inversamente proporzionale alla flessibilità e alla facilità di posa in opera: per il rinforzo dell'asfalto, quindi, sono senz'altro preferibili Geogriglie di basso peso unitario.

La resistenza a trazione e il creep sono essenzialmente caratteristiche dovute al polimero che compone le Geogriglie: notoriamente il Poliesterre presenta resistenze a trazione per unità di peso molto superiori a quelle di Polietilene e Polipropilene, e minimi allungamenti per creep.

La capacità di adesione al supporto dipende strettamente dalla struttura fisica delle Geogriglie: a pari superficie vuota, una Geogriglia tessuta a nodi piatti, che aderisce con tutta la superficie piena, presenta sicuramente un'adesione molto superiore a una Geogriglia estrusa a nodi tondeggianti, che aderisce solo con una piccola parte della superficie piena.

L'adesione dipende inoltre dalla composizione della parte esterna delle Geogriglie: le Geogriglie tessute possono essere ricoperte con uno strato protettivo costituito da un polimero a basso punto di fusione ed elevato attrito superficiale, quale il PVC (che genera però vapori tossici) o l'EVA (molto meno tossico), che facilitano l'adesione al supporto; invece le Geogriglie estruse sono costituite da un unico polimero (in genere il Polipropilene o il Polietilene) e presentano una superficie estremamente liscia, cosicché l'adesione risultante è in genere molto bassa.

Le Geogriglie tessute non presentano sensibili caratteristiche di resilienza; al contrario le Geogriglie estruse sono caratterizzate da elevata resilienza e memoria di forma, così che tendono, una volta srotolate, a tornare alla forma curva del rotolo, generando così un notevole effetto molla.

## **I GEOSINTETICI PIU' ADATTI PER IL RINFORZO DELL'ASFALTO**

Dalle caratteristiche sopra elencate si può dedurre che il sistema più efficace per il rinforzo dell'asfalto è quello di utilizzare Geogriglie in Poliesterre ad alta tenacità ricoperte con uno strato protettivo di EVA: questi Geosintetici sono in grado di cerchiare il conglomerato bituminoso, di fornire adeguate forze di trazione a basso allungamento e con creep minimo, di resistere alle alte temperature, di aderire facilmente e sicuramente al supporto.

## LE GEOGRIGLIE ARTER® GTS A

Il sistema più efficace per il rinforzo dell'asfalto è pertanto, in teoria, quello di utilizzare Geogriglie in Poliestere ad alta tenacità, in grado di cerchiare il conglomerato e di fornire adeguate forze di trazione a basso allungamento.

Nella pratica si sono però sempre riscontrati notevoli problemi, dovuti soprattutto alla difficoltà di far aderire bene le Geogriglie (che presentano un'area vuota superiore all'80 %) allo strato di asfalto sottostante.

D'altro lato i Geotessili nontessuti, anch'essi utilizzati nelle pavimentazioni bituminose, risultano semplici da posare e presentano una buona adesione allo strato sottostante, avendo area piena senza aperture macroscopiche; ma i Geotessili nontessuti hanno la funzione di separazione e impermeabilizzazione (quando impregnati di bitume): essi possono ritardare la risalita e la propagazione delle fessure dallo strato sottostante, ma non sono in grado, a causa delle insufficienti caratteristiche meccaniche, di fornire un'azione di rinforzo del conglomerato bituminoso.

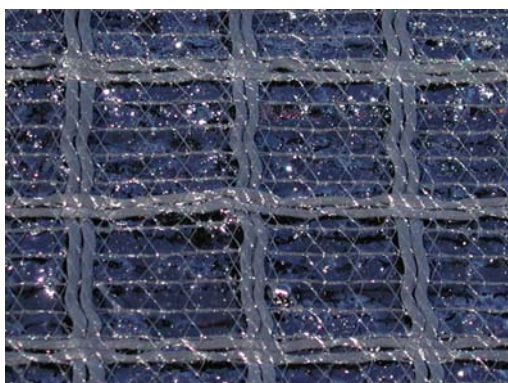
Recentemente Alpe Adria Textil ha introdotto un nuovo tipo di Geogriglia specificamente sviluppata per il rinforzo dell'asfalto, denominata **ARTER® GTS A/50-50-35**.

Questo prodotto è in grado di fornire le elevatissime caratteristiche meccaniche tipiche delle Geogriglie di Poliestere ad alta tenacità e insieme di garantire un'adesione allo strato di asfalto sottostante simile a quella dei Geotessili nontessuti.

Questo risultato è stato ottenuto grazie a un reticolo di fili sottili introdotto, in fase di tessitura, all'interno delle maglie principali della Geogriglia, come illustrato nella Fig. 2.

Inoltre la Geogriglia ARTER® GTS A viene prodotta con il metodo K-DOS, cioè per tessitura a maglia in catena con inserzione di trama e con legatura tessile dei nodi: in questo modo la struttura della Geogriglia, avendo i nodi fissati, presenta un'ottima stabilità dimensionale e un'elevata capacità di cerchiatura e confinamento degli aggregati.

Pertanto le Geogriglie ARTER® GTS A aderiscono perfettamente allo strato sottostante **senza tuttavia creare una separazione tra il binder e il tappetino di usura**: l'asfalto del tappetino risulta cerchiato e rinforzato dalla Geogriglia e allo stesso tempo risulta perfettamente collegato al binder.



*Fig. 2 - Un reticolo di fili sottili garantisce un'ottima adesione allo strato di asfalto sottostante.*



*Fig. 3 - I rotoli della Geogriglia ARTER® GTS A vengono avvolti con l'interposizione di un sottilissimo foglio di Polietilene*

La struttura tessile delle Geogriglie ARTER® GTS A è interamente ricoperta con uno strato polimerico protettivo costituito da EVA (Etilene Vinil Acetato). Questo polimero presenta un basso punto di fusione a circa 135°C.

I rotoli della Geogriglia ARTER® GTS A vengono avvolti con l'interposizione di un sottilissimo foglio di Polietilene (vedi Fig. 3), che serve a mantenere integro il prodotto e allo stesso tempo consente una posa in opera semplice e veloce.

Quando il tappetino e il binder non sono perfettamente collegati gli sforzi di taglio prodotti dall'accelerazione e soprattutto dalla frenata di mezzi pesanti non possono essere interamente trasmessi allo strato di collegamento, e il tappetino può così essere soggetto a delaminazione locale.

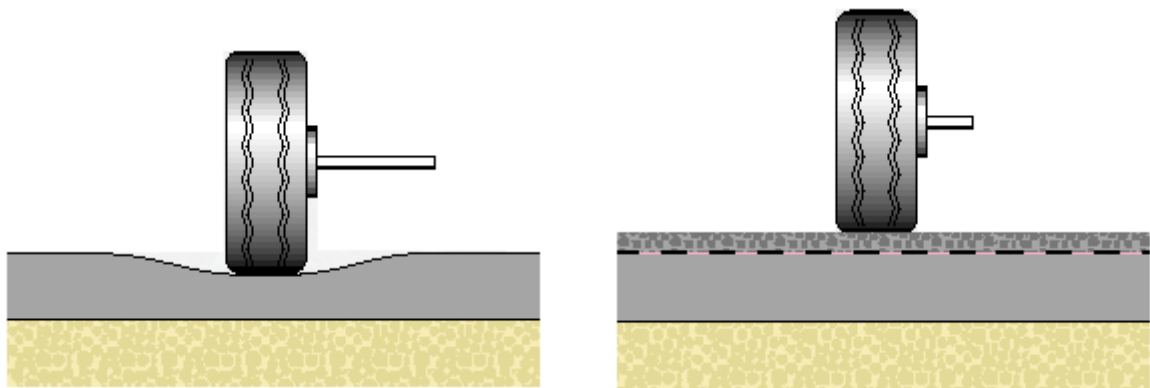
Le aree delaminate sono poi soggette a maggiori sollecitazioni e si degradano rapidamente, con la formazione di deformazioni permanenti, fessurazioni e ormaie sulla superficie stradale.

Le Geogriglie ARTER® GTS A consentono di evitare questo problema e costituiscono quindi un efficace elemento di rinforzo, in grado di fornire adeguata resistenza alle sollecitazioni di fatica dovute al passaggio dei mezzi, senza diminuire la resistenza agli sforzi di taglio.

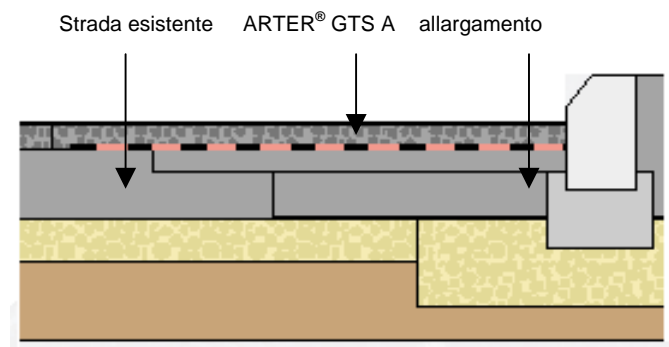
Come risultato dell'introduzione delle Geogriglie ARTER® GTS A la vita utile del tappetino risulta incrementata da 3 a 10 volte, in funzione delle caratteristiche dell'asfalto, del sottofondo, della qualità della posa in opera.

L'uso delle geogriglie ARTER® GTS A è indicato per:

- ripavimentazione di vecchi manti ammalorati (Fig. 4);
- allargamento di strade e piste aeroportuali (Fig. 5);
- trattamento dei giunti degli impalcati e delle pavimentazioni;
- trattamento di zone con cedimenti differenziali;
- ripristino di pavimentazioni sopra scavi per sottoservizi.



*Fig. 4 – Uso delle Geogriglie ARTER® GTS A per la ripavimentazione di vecchi manti ammalorati*



*Fig. 5 – Uso delle Geogriglie ARTER® GTS A per l'allargamento di strade e piste aeroportuali*

## LA POSA IN OPERA

I rotoli della Geogriglia ARTER® GTS A vengono avvolti con l'interposizione di un sottilissimo foglio di Polietilene (vedi Fig. 3), che serve a mantenere integro il prodotto e allo stesso tempo consente una posa in opera semplice e veloce.

Infatti, tirando il foglio di Polietilene, la Geogriglia si srotola uniformemente sullo strato di supporto, senza creare pieghe e ondulazioni (Fig. 6).

Pertanto due operai sono in grado di stendere un intero rotolo di Geogriglia ARTER® GTS A, della lunghezza di 100 m, in pochi minuti (Fig. 7).



*Fig. 6 - Tirando il foglio di Polietilene la Geogriglia si srotola uniformemente sullo strato di supporto, senza creare pieghe e ondulazioni*



*Fig. 7 - Due operai sono in grado di stendere un intero rotolo di Geogriglia ARTER® GTS A in pochi minuti*

Per realizzare il rinforzo dell'asfalto con le Geogriglie ARTER® GTS A va seguita la seguente procedura:

- 1) mantenere i rotoli di Geogriglia in un'area asciutta e pulita;
- 2) fresare il tappetino ammalorato;
- 3) la base di appoggio deve essere piana e ben pulita: rimuovere polvere e macchie d'olio; riempire le fessure di larghezza fino a 20 mm; le irregolarità più accentuate dovranno essere eliminate tramite fresatura e/o ricarica di riprofilatura dello spessore di 20 mm circa; le scanalature di fresatura non dovranno essere più profonde di 10 mm;
- 4) stendere la mano di attacco, costituita da bitume puro (consigliato) in ragione di 0,30 – 0,50 l/mq, o da emulsione cationica al 50 % di bitume e 50 % di acqua (sconsigliato) in ragione di 0,80 – 1,20 l/mq, a mezzo di autocisterna dotata di tubo portaugelli di spruzzatura (Fig. 8); la temperatura del bitume spruzzato deve essere inferiore a 145°C; l'area spruzzata deve essere circa 200 mm più larga dei rotoli di Geogriglia;
- 5) nel caso di uso di emulsione bituminosa attendere circa 1 ora per ottenere la rottura dell'emulsione e la completa evaporazione dell'acqua;
- 6) stendere le Geogriglie ARTER® GTS A, avendo cura che risulti sempre aderente alla base di appoggio e senza pieghe. Posizionare il rotolo; fissare i teli, ad inizio rotolo, con chiodi a testa larga oppure stendere manualmente una piccola quantità di asfalto sul primo metro di rotolo (Fig. 6); srotolare la Geogriglia sullo strato di supporto, tirando il foglio di Polietilene (Fig. 7, 8); spianare le eventuali pieghe e ondulazioni rimaste; tagliare la Geogriglia attorno ai pozzetti e ai tombini (Fig. 9). I sormonti fra teli contigui dovranno essere di 100 mm circa lungo i bordi laterali e di 150 - 200 mm a inizio rotolo, con il bordo del nuovo rotolo posto sotto il bordo di quello già posato. I teli vanno srotolati lungo l'asse della strada o comunque nella stessa direzione di lavoro della finitrice. Nel caso di superficie irregolare, al fine di evitare sollevamenti, pieghe ed ondulazioni durante i successivi passaggi dei mezzi d'opera e della finitrice, la Geogriglia, una volta srotolata, può essere pretensionata mediante una barra passante attraverso le maglie di fine rotolo e collegata ad un argano o ad un mezzo d'opera. Tale tensione dovrebbe provocare un allungamento dello 0.2%, cioè di 200 mm su 100 m.

Mantenendola in tensione, la geogriglia dovrà essere fissata con chiodi o zavorrata con asfalto anche nella parte terminale ed eventualmente lungo i fianchi. Per evitare fenomeni di distacco della geogriglia al contatto con i pneumatici dei mezzi d'opera, è consigliabile spargere della sabbia o della graniglia con l'apposita spanditrice o utilizzare cemento in polvere nel caso di piccoli distacchi;

- 7) in caso di curve o di particolari configurazioni, tagliare le Geogriglie in misura, assicurando le sovrapposizioni sopra prescritte tra pezzi adiacenti; nel caso di formazione di ondulazioni, tagliare la Geogriglia al centro dell'ondulazione e sovrapporre i due lembi in modo che rimangano piatti;
- 8) stendere l'asfalto in spessore di 60 mm sciolto a mezzo di finitrice (Fig. 9); generalmente la Geogriglia non subisce danneggiamenti o distacchi a causa del passaggio dei pneumatici, comunque mezzi d'opera e finitrice dovranno circolare, sopra la Geogriglia, con la massima regolarità e molto lentamente; si devono assolutamente evitare frenate brusche e curve sopra le Geogriglie;
- 9) rullare l'asfalto fino a spessore finito di 50 mm con rullo a ruote d'acciaio;
- 10) rasare l'asfalto attorno ai pozzetti e completare con le opere di finitura.

L'intera procedura può essere eseguita con manodopera non qualificata e con i normali mezzi di cantiere per opere di asfaltatura.

La posa delle Geogriglie ARTER® GTS A non comporta in pratica alcun incremento del tempo di realizzazione della strada, in quanto le operazioni di stesa delle Geogriglie vengono effettuate in contemporanea con le altre lavorazioni sui tratti immediatamente precedenti e successivi.



Fig. 8 - stesa di una mano di attacco a mezzo di autocisterna dotata di tubo portaugelli di spruzzatura



Fig. 9 - Una piccola quantità di asfalto sul primo metro di rotolo permette di mantenerlo in posizione





*Fig. 10 – Taglio manuale della Geogriglia attorno ai pozzetti e ai tombini*



*Fig. 11 - stesa dell'asfalto in spessore di 60 mm sciolto a mezzo di finitrice*

## **RISULTATI PRATICI**

Come sperimentazione è stata eseguita la posa delle Geogriglie ARTER® GTS A per il rinforzo del tappetino di usura nell'ambito dei Lavori di fresatura e ripavimentazione di via Buttrio nel Comune di Pozzuolo del Friuli (Udine), Località Cagnacco, Zona Industriale Udinese (ZIU). Dopo circa una settimana dalla posa in opera, sono stati prelevati campioni dell'asfalto mediante carotaggio.

Il carotaggio è stato eseguito con macchina Milwaukee Cat. No. 4004/4, con carotatrice da 160 mm (vedi fig. 12).

Sono stati prelevati sia campioni di asfalto rinforzato con le Geogriglie ARTER® GTS A, sia campioni dello stesso asfalto non rinforzato. Era stata infatti appositamente realizzata un'area con asfalto non rinforzato adiacente all'area rinforzata e con le stesse procedure di posa.

I campioni prelevati sono stati inviati a un Laboratorio specializzato per l'esecuzione di prove di caratterizzazione del comportamento meccanico. I risultati saranno oggetto di una specifica pubblicazione.

L'esame visuale dei campioni ha comunque permesso di ottenere alcuni risultati preliminari:

- sia il campione rinforzato con le Geogriglie ARTER® GTS A, sia il campione non rinforzato, presentano una sicura adesione tra il tappetino e lo strato di collegamento (Fig. 13);
- la Geogriglia ARTER® GTS A risulta perfettamente inglobata nell'asfalto e non appare alcun segno di separazione tra il tappetino e il binder (Fig. 14).

La posa del tappetino di usura rinforzato con le Geogriglie ARTER® GTS A ha permesso di ottenere i seguenti risultati:

- durante la rullatura l'asfalto, cerchiato dalle Geogriglie, non scivola in avanti al passaggio del rullo, e non si producono quindi ondulazioni della superficie del tappetino;
- come conseguenza, la superficie dell'asfalto risulta liscia e uniforme (Fig. 15);
- il tappetino presenta un'ottima adesione al substrato fresato;
- le Geogriglie non hanno subito danneggiamenti durante le operazioni di posa e sono quindi in grado di fornire un'efficace azione di cerchiatura e rinforzo del tappetino;
- il tappetino è rinforzato e presenta una maggior resistenza e durabilità.

Le prove di laboratorio su campioni di asfalto rinforzato e non rinforzato hanno mostrato i seguenti risultati:

- i campioni di asfalto rinforzato con Geogriglie presentano un carico di rottura più elevato di quelli senza rinforzo;

- i campioni di asfalto rinforzato con Geogriglie subiscono al momento del carico una deformazione minore dei campioni non rinforzati;
- I campioni non rinforzati mostrano, al momento della rottura, una unica e larga fessura, mentre i campioni rinforzati con Geogriglie si rompono solamente dopo un carico ed un allungamento più elevati, presentando un reticolo di fessurazioni finemente ripartito;
- le Geogriglie rallentano o eliminano la propagazione delle fessure verso l'alto in un nuovo manto d'usura per effetto della ridotta larghezza delle fessure stesse;
- le Geogriglie garantiscono, anche dopo la avvenuta fessurazione del manto, un livello di resistenza ai carichi molto superiore ai manti non rinforzati;
- l'esperienza pratica mostra che un manto bituminoso raggiunge effettivamente una durata di vita da 3 a 10 volte superiore, se rinforzato con Geogriglie.



*Fig. 12 - Carotaggio eseguito con Milwaukee Cat. No. 4004/4, con carotatrice da 160 mm*



*Fig. 13 - Il campione non rinforzato macchina*



*Fig. 14 - Il campione rinforzato*



*Fig. 15 - La superficie dell'asfalto risulta liscia e uniforme*

## **REFERENZE**

- (1) American Association of State Highway and Transportation Officials, (1981), "AASHTO interim guide for design of pavement structures". AASHTO, USA.
- (2) Barksdale, R.D., Brown, S.F. and Chan, F., (1989). "Potential benefits of geosynthetics in flexible pavement systems", National Cooperative Highway Research Program Report. AASHTO, USA.
- (3) Cancelli A., Montanelli, F. and Rimoldi, P., Zhao, A. (1996), "Full scale laboratory testing on geosynthetics reinforced paved roads", Proc. Int. Sym. on Earth Reinforcement, Kyushu, Giappone.
- (4) Gregory G.H. and Bang S., (1994), "Design of flexible pavement subgrades with geosynthetics", Proc. of 30th Symp. Eng. Geology and Geotechnical Eng.
- (5) Rimoldi P. (2001) "The use of geogrids in road and railway applications", Proc. Hungarian Conf. on Geosynthetics, Budapest.

## **LE GEOGRIGLIE PER IL RINFORZO DELL'ASFALTO ARTER® GTS A 50-50-35**

Le Geogriglie ARTER® GTS A 50-50-35 sono state specificamente sviluppate per il rinforzo dell'asfalto.

Le Geogriglie ARTER® GTS A sono costituite da fili di Poliestere ad alta tenacità e da un fitto reticolo di fili sottili, sempre di Poliestere, per facilitare l'adesione allo strato sottostante. La struttura tessile è interamente ricoperta con uno strato polimerico protettivo costituito da EVA (Etilene Vinil Acetato). Questo polimero presenta un basso punto di fusione a circa 135°C.

Le fibre di Poliestere ad alta tenacità presentano notevoli proprietà tecniche:

elevata resistenza alle alte temperature, grazie al punto di fusione a 265°C; altissimo modulo elastico; bassissimo allungamento viscoso (creep) a carico costante, notevole inerzia chimica tranne che per valori estremi del pH.

Le fibre di Poliestere ad alta tenacità possono essere tessute in forma di Geogriglia, ottenendo così un Geosintetico con alta resistenza a trazione, ottime caratteristiche frizionali, capacità di incastro e confinamento degli aggregati, elevata resistenza alle alte temperature, notevole durabilità.

La Geogriglia ARTER® GTS A è in grado di fornire elevatissime caratteristiche meccaniche e insieme di garantire un'ottima adesione allo strato di asfalto sottostante.

Questo risultato è stato ottenuto grazie a un reticolo di fili sottili, introdotto in fase di tessitura all'interno delle maglie principali della Geogriglia.

Inoltre la Geogriglia ARTER® GTS A viene prodotta con il metodo K-DOS, cioè per tessitura a maglia in catena con inserzione di trama e con legatura tessile dei nodi: in questo modo la struttura della Geogriglia, avendo i nodi fissati, presenta un'ottima stabilità dimensionale e un'elevata capacità di cerchiatura e confinamento degli aggregati.

Pertanto le Geogriglie ARTER® GTS A aderiscono perfettamente allo strato sottostante senza tuttavia creare una separazione tra il binder e il tappetino di usura; l'asfalto del tappetino risulta cerchiato e rinforzato dalla Geogriglia e allo stesso tempo risulta perfettamente collegato al binder.

Le Geogriglie ARTER® GTS A consentono quindi di evitare il problema della delaminazione del tappetino dal binder, in quanto non costituiscono un elemento di separazione.

Le Geogriglie ARTER® GTS A sono state specificamente sviluppate per il rinforzo delle pavimentazioni bituminose, dove non vengono minimamente danneggiate dall'elevata temperatura dell'asfalto al momento della posa.

Sia per il rinforzo del binder che dello strato di usura, sia per nuove pavimentazioni che per il rifacimento di pavimentazioni ammalorate, le Geogriglie ARTER® GTS A consentono di ritardare o eliminare la risalita delle fessure, aumentano il modulo elastico degli strati asfaltici, assorbono le forze di trazione provocate dal passaggio dei mezzi, consentendo così all'asfalto di sostenere un numero molto maggiore di cicli di fatica.

Le Geogriglie ARTER® GTS A costituiscono un efficace elemento di rinforzo, in grado di fornire adeguata resistenza alle sollecitazioni di fatica dovute al passaggio dei mezzi, senza diminuire la resistenza agli sforzi di taglio.

Come risultato dell'introduzione delle Geogriglie ARTER® GTS A la vita utile del tappetino risulta incrementata da 3 a 10 volte, in funzione delle caratteristiche dell'asfalto, del sottofondo, della qualità della posa in opera.

I rotoli della Geogriglia ARTER® GTS A vengono avvolti con l'interposizione di un sottilissimo foglio di Polietilene, che serve a mantenere integro il prodotto e allo stesso tempo consente una posa in opera semplice e veloce.

Infatti, tirando il foglio di Polietilene, la Geogriglia si srotola uniformemente sullo strato di supporto, senza creare pieghe e ondulazioni.

Pertanto due operai sono in grado di stendere un intero rotolo di Geogriglia ARTER® GTS A, della lunghezza di 100 m, in pochi minuti.

# Scheda tecnica

ARTER <sup>®</sup> GTS A 50-50-35					
CARATTERISTICHE			UNITA'	VALORI	TEST
Struttura	Structure	Struktur		<b>K D.O.S.</b>	-
Composizione	Composition	Zusammensetzung		<b>PET - EVA</b>	-
Massa areica	Mass per unit area	Masse pro Flächeneinheit	<b>g/m<sup>2</sup></b>	<b>215</b>	<b>UNI EN 965</b>
Resistenza a trazione longitudinale	Tensile strength M.D.	Zugfestigkeit längs	<b>kN/m</b>	<b>50</b>	<b>UNI EN ISO 10319</b>
Deformazione longitudinale	Elongation M.D.	Dehnung längs	<b>%</b>	<b>12</b>	<b>UNI EN ISO 10319</b>
Resistenza a trazione trasversale	Tensile strength C.D.	Zugfestigkeit quer	<b>kN/m</b>	<b>50</b>	<b>UNI EN ISO 10319</b>
Deformazione trasversale	Elongation C.D.	Dehnung quer	<b>%</b>	<b>12</b>	<b>UNI EN ISO 10319</b>
Resistenza longitudinale al 2% di deformazione	Strength M.D. at 2% elongation	Festigkeit längs bei 2% Dehnung	<b>kN/m</b>	<b>13</b>	<b>UNI EN ISO 10319</b>
Resistenza longitudinale al 3% di deformazione	Strength M.D. at 3% elongation	Festigkeit längs bei 3% Dehnung	<b>kN/m</b>	<b>18</b>	<b>UNI EN ISO 10319</b>
Resistenza longitudinale al 5% di deformazione	Strength M.D. at 5% elongation	Festigkeit längs bei 5% Dehnung	<b>kN/m</b>	<b>26</b>	<b>UNI EN ISO 10319</b>
Resistenza longitudinale al 10% di deformazione	Strength M.D. at 10% elongation	Festigkeit längs bei 10% Dehnung	<b>kN/m</b>	<b>&gt;50</b>	<b>UNI EN ISO 10319</b>
Apertura di maglia	Mesh size	Maschenweite	<b>mm</b>	<b>35</b>	<b>EN ISO 30320</b>
Larghezza del rotolo	Roll width	Rollebreite	<b>m</b>	<b>4,40</b>	<b>EN ISO 30320</b>
Lunghezza del rotolo	Roll length	Rollelänge	<b>m</b>	<b>100</b>	<b>EN ISO 30320</b>

**K** Maglieria in catena con inserzione di trama  
**NW** Nontessuto PP  
**DOS** Strutture Orientate Direzionalmente  
**PP** Polipropilene  
**PET** Poliestere  
**EVA** Etilenvinilacetato

**K** Warp knitting with weft insertion  
**NW** Nonwoven PP  
**DOS** Directionally Oriented Structures  
**PP** Polypropylene  
**PET** Polyester  
**M.D.** Machine Direction  
**C.D.** Cross Direction  
**EVA** Ethylene-vinylacetat

**K** Kettenwirk mit Schüßeintrag  
**NW** Vliesstoffe PP  
**DOS** Direkt Orientierten Strukturen  
**PP** Polypropylen  
**PET** Polyester  
**EVA** Ethylen-vinylacetat

I dati tecnici elencati possono subire le variazioni ritenute più opportune senza preavviso alcuno.

E' norma tassativa richiedere la conferma dei dati riportati nella presente scheda

I test sono effettuati da laboratori esterni e controllati, secondo le prescrizioni della norma DIN 18200 da istituti indipendenti.

Prodotti con caratteristiche speciali possono essere forniti su richiesta.

The technical data shown may be subject to modifications that are considered more suitable without prior notice.

Confirmation of the data shown on the technical sheet must, therefore, be requested.

The tests are carried out by external laboratories and checked by independent institutes according to DIN 18200 standards.

Products with particular characteristics can be supplied upon request.

**Die angeführten technischen Daten können ohne Vorankündigung abgeändert werden, wenn diese für angemessen erachtet werden.**

Die Einforderung der Bestätigung der in diesem Blatt angeführten Daten ist aber verpflichtend.

Die Tests werden von kontrollierten, externen Labors gemäß den Vorschriften der DIN-Norm 18200 von unabhängigen Instituten durchgeführt.

Produkte mit speziellen Eigenschaften können auf Wunsch geliefert werden

# Geogriglie in Poliestere per rinforzo asfalto ARTER<sup>®</sup> GTS A 50-50-35

## Voce di Capitolato

Fornitura di Geogriglie prodotte per tessitura, secondo la tecnica della maglieria in catena con inserzione di trama, di fili di Poliestere ad alta tenacità, aventi elevata resistenza meccanica e notevole inerzia chimica, fisica e biologica.

Le Geogriglie devono essere costituite da una struttura piana di fili longitudinali e trasversali che individuano una distribuzione regolare di aperture di forma quadrata. I fili longitudinali e trasversali devono essere collegati da fili di legatura, che si estendono anche all'interno delle aperture formando un reticolo con maglia di 5 – 8 mm.

La struttura della Geogriglia deve essere completamente protetta da una copertura polimerica in EVA (Etilene Vinil Acetato).

La Geogriglia verrà posata sul sottofondo, preventivamente spruzzato con emulsione bituminosa cationica al 40 % di acqua in ragione di 1,20 l/m<sup>2</sup>. La struttura piana della Geogriglia e il reticolo dei fili di legatura consentiranno la perfetta adesione della Geogriglia stessa, senza che essa vada a costituire uno strato di separazione. Sopra la Geogriglia verrà quindi steso lo strato di asfalto, in spessore minimo di 50 mm, secondo le tecniche tradizionali.

Le Geogriglie dovranno essere rese in cantiere in bobine, etichettate secondo la norma ISO 30320, dovranno essere accompagnate da certificato di conformità e da certificato di controllo qualità secondo la norma EN ISO 9001, e dovranno corrispondere in ogni aspetto alle seguenti caratteristiche:

- Polimero costituente le fibre 100% PET (poliestere ad alta tenacità)
- Copertura polimerica EVA (Etilene Vinil Acetato)
- Peso unitario (UNI EN ISO 965) 215 g/m<sup>2</sup>
- Larghezza rotoli 4,40 m
- Lunghezza rotoli 100 m
- Apertura di maglia 35 mm
- Resistenza a Trazione Longitudinale (UNI EN ISO 10319) 50,0 kN/m
- Resistenza a Trazione Trasversale (UNI EN ISO 10319) 50,0 kN/m
- Allungamento a Snervamento (UNI EN ISO 10319) 12%
- Resistenza a Trazione Longitudinale al 2 % di allungamento (UNI EN ISO 10319) 13,0 kN/m
- Resistenza a Trazione Longitudinale al 5 % di allungamento (UNI EN ISO 10319) 26,0 kN/m

Prezzo unitario del materiale reso in cantiere

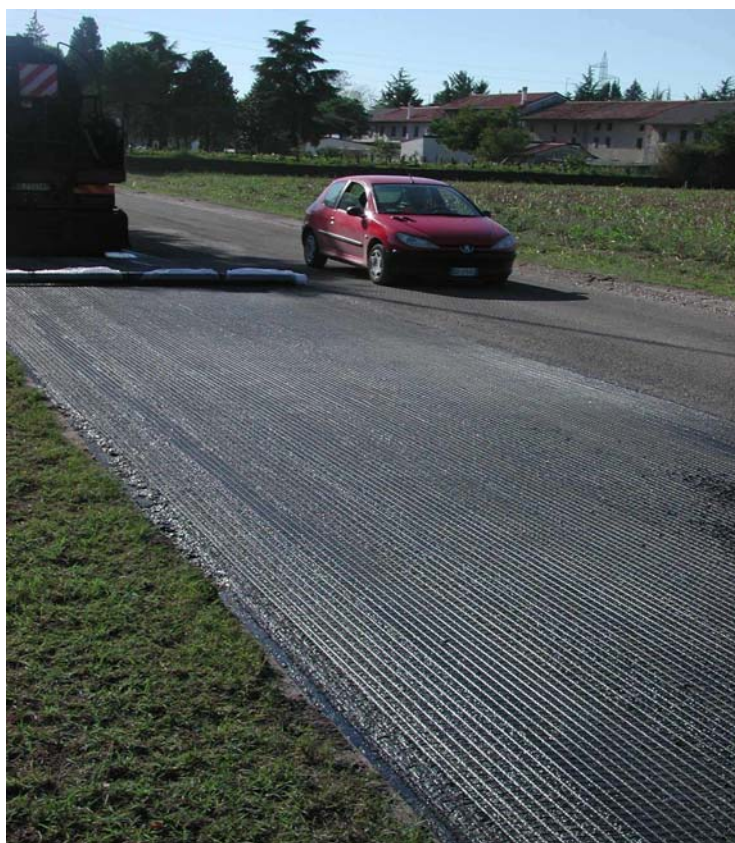
Euro/m<sup>2</sup> .....

# CASE HISTORY

## ZONA INDUSTRIALE UDINESE

### RINFORZO DELL'ASFALTO CON GEOGRIGLIE ARTER<sup>®</sup> GTS A 50-50-35

Progetto:	Lavori di fresatura e ripavimentazione di via Buttrio
Luogo:	Comune di Pozzuolo del Friuli (Udine), Località Cargnacco, Zona Industriale Udinese (ZIU)
Committente:	Consorzio ZIU, Udine
Impresa esecutrice:	Eurostrade Srl
Prodotto utilizzato:	Geogriglie Alpe Adria Textil ARTER <sup>®</sup> GTS A/50-50-35



## IL PROBLEMA

La via Buttrio, in località Cargnacco del Comune di Pozzuolo del Friuli (Udine), era una strada interpoderale che attraversava la campagna udinese. Circa 30 anni fa essa è stata convertita in strada di servizio della costruenda Zona Industriale Udinese (ZIU).

La nuova strada, percorsa attualmente da oltre 500 mezzi pesanti al giorno, è larga circa il doppio dell'originale strada interpoderale: pertanto una corsia coincide con la vecchia strada, mentre l'altra corsia è stata realizzata su terreno agricolo. Le due corsie hanno quindi diverse rigidezze del sottofondo. A causa di ciò, negli anni si sono sviluppati cedimenti differenziali tra le due corsie, sia in senso longitudinale che trasversale. I manti asfaltici delle due corsie, soggetti a tali cedimenti differenziali, hanno subito la formazione di fessure longitudinali tra le due corsie e di fessure trasversali nella corsia realizzata sul terreno agricolo, che presenta la minor rigidezza del sottofondo.

Da qui la necessità per le Amministrazioni di provvedere a periodiche opere di ripavimentazione del manto di usura della strada. Oltre al costo della ripavimentazione queste opere provocano notevoli rallentamenti del traffico e disturbi alle attività industriali nella zona.

Il Consorzio ZIU ha perciò cercato una soluzione per prolungare la vita dei manti asfaltici e diminuire i costi diretti e indotti delle opere di ripavimentazione.

## LA SOLUZIONE

E' stata subito scartata l'ipotesi di fresare e rifare completamente gli strati "neri" della sovrastruttura stradale, cioè sia lo strato di usura che lo strato di collegamento (o binder), a causa dei tempi e dei costi richiesti.

Ci si è quindi orientati sul rinforzo del tappetino di usura, in modo da garantirne una durata più che doppia rispetto a quella usuale.

E' ormai noto che il sistema più efficace per il rinforzo dell'asfalto è, in teoria, quello di utilizzare Geogriglie in Poliestere ad alta tenacità, in grado di cerchiare il conglomerato e di fornire adeguate forze di trazione a basso allungamento.

Nella pratica si sono però sempre riscontrati notevoli problemi, dovuti soprattutto alla difficoltà di far aderire bene le Geogriglie (che presentano un'area vuota superiore all'80 %) allo strato di asfalto sottostante.

D'altro lato i Geotessili nontessuti risultano semplici da posare e presentano una buona adesione allo strato sottostante, avendo area piena senza aperture macroscopiche; ma i Geotessili nontessuti hanno la funzione di separazione e impermeabilizzazione (quando impregnati di bitume): essi possono ritardare la risalita e la propagazione delle fessure dallo strato sottostante, ma non sono in grado, a causa delle insufficienti caratteristiche meccaniche, di fornire un'azione di rinforzo del conglomerato bituminoso.

Recentemente Alpe Adria Textil ha introdotto un nuovo tipo di Geogriglia specificamente sviluppata per il rinforzo dell'asfalto, denominata **ARTER® GTS A 50-50-35**.

Questo prodotto è in grado di fornire le elevatissime caratteristiche meccaniche tipiche delle Geogriglie di Poliestere ad alta tenacità e insieme di garantire un'adesione allo strato di asfalto sottostante simile a quella dei Geotessili nontessuti.

Questo risultato è stato ottenuto grazie a un reticolo di fili sottili introdotto, in fase di tessitura, all'interno delle maglie principali della Geogriglia, come illustrato nella Fig. 2.

Inoltre la Geogriglia ARTER® GTS A viene prodotta con il metodo K-DOS, cioè per tessitura a maglia in catena con inserzione di trama e con legatura tessile dei nodi: in questo modo la struttura della Geogriglia, avendo i nodi fissati, presenta un'ottima stabilità dimensionale e un'elevata capacità di cerchiatura e confinamento degli aggregati.

Pertanto le Geogriglie ARTER® GTS A aderiscono perfettamente allo strato sottostante **senza tuttavia creare una separazione tra il binder e il tappetino di usura**; l'asfalto del tappetino risulta cerchiato e rinforzato dalla Geogriglia e allo stesso tempo risulta perfettamente collegato al binder.



Quando il tappetino e il binder non sono perfettamente collegati gli sforzi di taglio prodotti dall'accelerazione e soprattutto dalla frenata di mezzi pesanti non possono essere interamente trasmessi allo strato di collegamento, e il tappetino può così essere soggetto a delaminazione locale.

Le aree delaminate sono poi soggette a maggiori sollecitazioni e si degradano rapidamente, con la formazione di deformazioni permanenti, fessurazioni e ormaie sulla superficie stradale.

Le Geogriglie ARTER® GTS A consentono di evitare questo problema e costituiscono quindi un efficace elemento di rinforzo, in grado di fornire adeguata resistenza alle sollecitazioni di fatica dovute al passaggio dei mezzi, senza diminuire la resistenza agli sforzi di taglio.

Come risultato dell'introduzione delle Geogriglie ARTER® GTS A la vita utile del tappetino risulta incrementata da 3 a 10 volte, in funzione delle caratteristiche dell'asfalto, del sottofondo, della qualità della posa in opera.

Il Consorzio ZIU ha pertanto deciso di utilizzare le Geogriglie ARTER® GTS A per migliorare le prestazioni e la durata della pavimentazione stradale di Via Buttrio.

## LA POSA IN OPERA

Le Geogriglie ARTER GTS A sono costituite da fili di Poliestere ad alta tenacità e da un fitto reticolo di fili sottili, sempre di Poliestere, per facilitare l'adesione allo strato sottostante; la struttura tessile è interamente ricoperta con uno strato polimerico protettivo costituito da EVA (Etilene Vinil Acetato). Questo polimero presenta un basso punto di fusione a circa 135°C.

I rotoli della Geogriglia ARTER® GTS A vengono avvolti con l'interposizione di un sottilissimo foglio di Polietilene (vedi Fig. 3), che serve a mantenere integro il prodotto e allo stesso tempo consente una posa in opera semplice e veloce.

Infatti, tirando il foglio di Polietilene, la Geogriglia si srotola uniformemente sullo strato di supporto, senza creare pieghe e ondulazioni (Fig. 6).

Pertanto due operai sono in grado di stendere un intero rotolo di Geogriglia ARTER® GTS A, della lunghezza di 100 m, in pochi minuti (Fig. 7).

Per realizzare la ripavimentazione di Via Buttrio è stata quindi seguita la seguente procedura:

- 11) fresatura del tappetino ammalorato;
- 12) stesa di una mano di attacco costituita da emulsione cationica (acida) al 50 % di bitume e 50 % di acqua, a mezzo di autocisterna dotata di tubo portaugelli di spruzzatura (Fig. 8);
- 13) attesa di circa 1 h per ottenere la rottura dell'emulsione;
- 14) stesa delle Geogriglie ARTER® GTS A: posizionamento del rotolo; stesa manuale di una piccola quantità di asfalto sul primo metro di rotolo, in modo da fissarlo in posizione (Fig. 9); srotolamento della Geogriglia sullo strato di supporto, tirando il foglio di Polietilene (Fig. 6); spianamento delle eventuali pieghe e ondulazioni rimaste; taglio della Geogriglia attorno ai pozzetti e ai tombini (Fig. 10);
- 15) stesa dell'asfalto in spessore di 60 mm sciolto a mezzo di finitrice (Fig. 11);
- 16) rullatura fino a spessore finito di 50 mm con rullo a ruote d'acciaio Dynapac;
- 17) rasatura dell'asfalto attorno ai pozzetti e finitura.

L'intera procedura di prova è stata eseguita con manodopera non qualificata e con i normali mezzi di cantiere per opere di asfaltatura.

La posa delle Geogriglie ARTER® GTS A non ha comportato alcun incremento del tempo di realizzazione della strada, in quanto le operazioni di stesa delle Geogriglie venivano effettuate in contemporanea con le altre lavorazioni sui tratti immediatamente precedenti e successivi.

## IL RISULTATO

Dopo circa una settimana dalla posa in opera, sono stati prelevati campioni dell'asfalto mediante carotaggio.

Il carotaggio è stato eseguito con macchina MILWAKEE Cat. No. 4004/4, con carotatrice da 160 mm (vedi fig. 12).

Sono stati prelevati sia campioni di asfalto rinforzato con le Geogriglie ARTER® GTS A, sia campioni dello stesso asfalto non rinforzato. Era stata infatti appositamente realizzata un'area con asfalto non rinforzato adiacente all'area rinforzata e con le stesse procedure di posa.

I campioni prelevati sono stati inviati a un Laboratorio specializzato per l'esecuzione di prove di caratterizzazione del comportamento meccanico. I risultati saranno oggetto di una specifica pubblicazione.

L'esame visuale dei campioni ha comunque permesso di ottenere alcuni risultati preliminari:

- sia il campione rinforzato con le Geogriglie ARTER® GTS A, sia il campione non rinforzato, presentano una sicura adesione tra il tappetino e lo strato di collegamento (Fig. 13);
- la Geogriglia ARTER® GTS A risulta perfettamente inglobata nell'asfalto e non appare alcun segno di separazione tra il tappetino e il binder (Fig. 14).

La posa del tappetino di usura rinforzato con le Geogriglie ARTER® GTS A ha permesso di ottenere i seguenti risultati:

- durante la rullatura l'asfalto, cerchiato dalle Geogriglie, non scivola in avanti al passaggio del rullo, e non si producono quindi ondulazioni della superficie del tappetino;
- come conseguenza, la superficie dell'asfalto risulta liscia e uniforme (Fig. 15);
- il tappetino presenta un'ottima adesione al substrato fresato;
- le Geogriglie non hanno subito danneggiamenti durante le operazioni di posa e sono quindi in grado di fornire un'efficace azione di cerchiatura e rinforzo del tappetino;
- il tappetino è rinforzato e presenta una maggior resistenza e durabilità.

La ripavimentazione di Via Buttrio con asfalto rinforzato con le Geogriglie ARTER® GTS A è stata portata a termine con la piena soddisfazione della Committente.

