

IBERIA

Clever Reinforcement Ibérica Lda

Rua José Fontana, N°76
Z. Industrial Stª Marta de Corroios
P-2845-408 Amora
Telefone: +351 212 253 371
+351 212 252 436
Web: www.sp-reinforcement.pt
E-Mail: info@sp-reinforcement.pt

Teléfono: +34 650 463 426
Web: www.sp-reinforcement.es
E-Mail: info@sp-reinforcement.es

OUTRAS LOCALIZAÇÕES NA EUROPA:

SUIÇA
ALEMANHA
ÁUSTRIA
HOLANDA
FRANÇA
POLÓNIA
DINAMARCA
SUÉCIA



Desde 2012 que a S&P faz parte do grupo Simpson Strong-Tie, um grupo internacional de produtos para a construção sediado na Califórnia com diversas delegações em toda a Europa.

A Simpson Strong-tie foi fundada em 1956 e é considerada líder Mundial em conectores estruturais para madeira-madeira, madeira-aço e madeira-betão.

A empresa tem o compromisso de ajudar os seu clientes, promovendo produtos excepcionais, um serviço completo ao nível de engenharia, apoio em obra, ensaios de produtos, formação técnica e entrega atempada dos nossos serviços. Com a aquisição da S&P, a Simpson Strong-Tie continua a expandir a sua oferta incluindo agora uma gama completa de soluções para reparação, protecção e reforço de betão. A combinação da força das duas marcas, Simpson Strong-Tie e a S&P permite-nos agora responder com um maior nível de qualidade de serviço para ir ao encontro das necessidades dos nossos clientes na área da reparação, reforço e reabilitação. Permaneceremos ao vosso dispor e na expectativa de trabalhar consigo nos próximos projectos.





A Simpson Strong-Tie® Company

Reforço de Pavimentos com Grelhas Pré Revestidas de Betume Oxidado

- Previne a reflexão de fissuras
- Evita a fadiga precoce do pavimento
- Contribui para o aumento da capacidade estrutural do pavimento
- Aplicação em pavimentos flexíveis e semi-rígidos
- Excelente aderência entre camadas
- Diminuição do tempo e custos de manutenção
- Aumento significativo da vida útil
- Totalmente reciclável



DURABILIDADE E DIMINUIÇÃO DE CUSTOS NA REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS

A reabilitação de pavimentos efetuada através de técnicas tradicionais, tem vindo a ser posta em causa, por se verificar frequentemente que após pouco tempo de utilização ocorre degradação prematura sob variadas formas: como a fissuração extensa, a fadiga precoce, as deformações plásticas permanentes e o destacamento de estratos superficiais. É cada vez mais urgente recorrer a sistemas que possam responder às solicitações dos pavimentos, de forma a aumentar a sua capacidade estrutural, recuperando as suas características funcionais e aumentando o seu ciclo de vida.

A introdução de grelhas de reforço nos pavimentos permite uma reabilitação mais eficaz, mais económica e em menor tempo, quando comparada com soluções de reabilitação tradicionais. A solução com grelhas pode ser especificada para qualquer tipo de utilização: estradas urbanas, auto-estradas, pavimentos aeroportuários, etc. Independentemente da eficácia apresentada por esta técnica de reforço, é necessário garantir a ligação entre as camadas contíguas à grelha. Em pavimentos multi-camada, a ligação entre camadas constitui um dos aspectos essenciais no seu desempenho, refletindo a capacidade que estes têm de funcionar como um todo. Uma aderência ineficiente contribui para uma redução da durabilidade e por conseguinte reduz o ciclo de vida dos pavimentos em cerca de 75% em relação ao que seria expectável para o mesmo pavimento com as camadas ligadas. O que se traduz numa redução de 7 ou 8 anos da vida útil de um pavimento betuminoso (Sutanto, 2009) e (Roffe e Chaignon 2002, citado em Vaitkus et al., 2012).

Estas técnicas de reabilitação, desenvolvidas pela S&P, são testadas regularmente através de ensaios efetuados em campo e em laboratório, e na prática através da sua utilização em milhões de metros quadrados de pavimento já aplicados em toda a Europa e no Brasil.

Dada a falta de normalização internacional para este tipo de reforços, está a ser desenvolvido a nível europeu o projeto de norma prEN 12697-48 que avalia a ligação entre camadas de pavimentos rodoviários e aeroportuários. Tendo em conta este projecto de norma, está em preparação pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, LNEC, um Documento de Aplicação, D.A., das Grelhas S&P Carbophalt® G e S&P Glasphalt® G. Este estudo avalia as principais características de desempenho destas grelhas, entre elas, a aderência às camadas envolventes.

Método de Aplicação



1 Fresagem / Preparação da superfície



2 Limpeza



3 Aplicação da emulsão betuminosa

Soluções para o Reforço de Pavimentos

GRELHAS PRÉ-REVESTIDAS DE BETUME

O pré-revestimento de betume das grelhas de reforço foi um passo tecnológico importante, uma vez que, ao permitir ser amolecido devido ao efeito do calor, facilita a aplicação da grelha, contribuindo para uma excelente adaptação da grelha às irregularidades do pavimento existente. A malha aberta e sem ligações rígidas nos nós, permite uma melhor adaptação à dimensão do agregado da nova mistura betuminosa, garantindo a fixação mecânica do novo pavimento ao existente. Desta forma a transferência dos esforços de tração para a grelha é eficazmente realizada, o que permite uma distribuição de tensões homogênea.

S&P Glasphalt® G / S&P Glasphalt® GV

Grelhas de fibra de vidro nas duas direções, pré-revestidas de betume oxidado com uma taxa mínima de 250 g/m². A grelha S&P Glasphalt® GV tem incorporado um geotêxtil de PP não tecido (20 g/m²).

Aplicação: S&P Glasphalt® G - por termofusão e com compactação; S&P Glasphalt® GV - com compactação.

Espessura recomendada sobre estas grelhas: 4 cm.

Previnem a progressão de fissuras.

S&P Carbophalt® G / S&P Carbophalt® GV

Grelhas de fibra de carbono na direção transversal e fibra de vidro na direção longitudinal, pré-revestidas de betume oxidado com uma taxa mínima de 220 g/m².

A grelha S&P Carbophalt® GV tem incorporado um geotêxtil de PP não tecido (20 g/m²).

Aplicação: S&P Carbophalt® G - por termofusão e com compactação; S&P Carbophalt® GV - com compactação.

Espessura recomendada sobre estas grelhas: 2 cm.

Previnem a progressão de fissuras e aumentam o valor estrutural do pavimento devido ao elevado módulo de elasticidade das fibras de carbono.

S&P Carbophalt® G 200/200

Grelhas de fibra de carbono nas duas direções, pré-revestidas de betume oxidado com uma taxa mínima de 220 g/m².

Aplicação por termofusão.

Espessura recomendada sobre estas grelhas: 2 cm.

Previnem a progressão de fissuras bidirecionais e aumentam o valor estrutural do pavimento devido ao elevado módulo de elasticidade das fibras de carbono.

A aplicação das grelhas deverá ser efectuada por equipamentos desenvolvidos e patenteados pela S&P Clever Reinforcement Company AG - Suíça.



4 Aplicação manual



5 Aplicação por termofusão e compactação



6 Aplicação da camada de mistura betuminosa

Fresagem e Reciclagem das Grelhas de Reforço

O REFORÇO DE PAVIMENTOS E O MEIO AMBIENTE

Vários testes em campo demonstraram que pavimentos reforçados com grelhas S&P permitem a fresagem tradicional do pavimento. Ficou também comprovado que o material resultante da fresagem das misturas betuminosas com resíduos de grelha não altera de forma negativa as propriedades da nova mistura.

Características Técnicas

GRELHAS DE REFORÇO PRÉ-REVESTIDAS DE BETUME				
	S&P Glasphalt® G	S&P Carbophalt® G		S&P Carbophalt® G 200/200
	Long. / Transv.	Longitudinal	Transversal	Long. / Transv.
Tipo de Fibra	Vidro	Vidro	Carbono	Carbono
Módulo Elastico [N/mm ²]	≥ 73 000	≥ 73 000	≥ 265 000	≥ 265 000
Extensão de Rutura [%]	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 1,9	≤ 1,9
Resistência à Tracção [kN/m]	120	120	200	200
Taxa de revestimento de betume [g/m ²]	250	220		220
Largura [m]	0,97 / 1,50 / 1,95			
Comprimento [m]	50			

GRELHAS DE REFORÇO PRÉ-REVESTIDAS DE BETUME COM PP NÃO TECIDO			
	S&P Glasphalt® GV	S&P Carbophalt® GV	
	Long. / Transv.	Longitudinal	Transversal
Tipo de Fibra	Vidro	Vidro	Carbono
Geotêxtil de PP não tecido [g/m ²]	20	20	
Módulo Elastico [N/mm ²]	≥ 73 000	≥ 73 000	≥ 265 000
Extensão de Rutura [%]	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 1,9
Resistência à Tracção [kN/m]	120	120	200
Taxa de revestimento de betume [g/m ²]	250	220	
Largura [m]	0,97 / 1,50 / 1,95		
Comprimento [m]	50		



Aplicação mecânica



Aquecimento do revestimento em betume



Compactação com rolos individuais

Ensaio de Desempenho

ENSAIO DE ADERÊNCIA PELO MÉTODO DE LEUTNER MODIFICADO

Actualmente, não existe uma norma europeia para o ensaio de Leutner, pelo que todos os ensaios efectuados no LNEC seguem a metodologia proposta no Appendix A.1 do Manual of Contract for Highway Works (2008). Anota-se, contudo, que o projecto de norma prEN 12697-48 segue uma metodologia de ensaio muito semelhante à especificada no manual referido.

Os valores mínimos da Força de Corte considerados nas normativas da Suíça (SN 640430), Áustria e Alemanha (ZTV Asphalt – StB 07), tendo o ensaio de Leutner Modificado como ensaio padrão para avaliar a ligação entre camadas betuminosas, são os seguintes:

- >15 kN na ligação entre a camada de desgaste e a camada de regularização
- >12 kN na ligação entre as restantes camadas de base

ENSAIO DE ADERÊNCIA PELO MÉTODO DE LEUTNER MODIFICADO



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
LNEC-EM | Estradas e Infraestruturas
UNIVAPAT - Unidade de Pavimentos e Miterias para Infraestruturas de Transportes

Boletim n.º 43 / 01 / 15
Pag. 411
Processo n.º 0702/2011/2711
Pedido n.º 4215

Visto
Acadêmico Leutner Modificado
Diretor de Registo

BOLETIM DE ENSAIO

4 | Resultados dos ensaios

O ensaio foi realizado a uma temperatura de 20,0 ± 0,5 °C, após condicionamento dos tarolos àquela temperatura durante 5 horas.

No Quadro 2 apresentam-se os resultados obtidos. No Quadro 3 apresenta-se o resultado da inspeção visual dos tarolos ensaiados, nomeadamente no que respeita ao aspeto da interface e à identificação da presença de emulsão betuminosa e de grelha, quando aplicável.

Tarolo	F _{max} (kN)	T _{max} (MPa)	δ _{max} (mm)	k (MPa/mm)
1	40,1	2,62	2,7	0,76
2	44,6	2,24	2,5	0,89
3	43,3	2,18	2,5	0,88
4	34,1	1,71	2,5	0,68
5	29,9	1,51	1,8	0,78
6	19,7	0,99	2,2	0,45
7	32,2	1,52	2,1	0,79
8	32,3	1,53	2,4	0,67
9	37,4	1,88	2,0	0,95
10	27,0	1,26	2,2	0,63
11	21,5	1,08	2,1	0,52
12	22,9	1,15	1,5	0,77
13	45,9	2,31	2,5	0,93
14	37,3	1,98	2,1	0,90
15	32,7	1,65	1,9	0,88
16	39,2	1,97	2,9	0,68
17	47,9	2,41	2,2	1,11
18	42,9	2,16	2,3	0,93

LEGENDA 1
F_{max} - força de corte máxima, na interface entre camadas (kN);
T_{max} - máxima tensão de corte, na interface entre camadas (MPa);
δ_{max} - deslocamento na interface entre camadas aquando da rotura por corte (mm);
k - módulo de rigidez em ensaio de corte (MPa/mm).

LNEC - DEPARTAMENTO DE INVESTIGAÇÕES - Núcleo de Infraestruturas de Transportes
Av. do Brasil 101 - 1703 056 LISBOA - PORTUGAL - tel. (+351) 21 844 30 00 - fax. (+351) 21 844 30 50 - lnecc@lnece.pt
Não é permitida a reprodução ou qualquer outra forma de utilização sem a autorização expressa do LNEC. O LNEC não se responsabiliza por danos materiais ou morais decorrentes do uso indevido das informações aqui apresentadas.
Ensaio realizado em conformidade com o método de ensaio descrito no Anexo B do Manual de Contratos para Obras de Estradas e Infraestruturas de Transportes.

Estes valores demonstram que aplicando uma grelha pré-revestida de betume com as devidas recomendações, consegue-se atingir valores muito semelhantes aos de uma interface sem grelha de reforço. Deste modo beneficia-se das vantagens introduzidas pelo reforço sem comprometer de modo algum o funcionamento da estrutura do pavimento.

Tarolo 1 ao 6 - reforçados com grelha de fibra de vidro pré - revestida de betume - S&P Glasphalt G
Força média de corte 35,3 kN

Tarolo 7 ao 12 - reforçados com grelha de fibra de carbono pré - revestida de betume - S&P Carbophalt G
Força média de corte 28,9 kN

Tarolo 13 ao 18 - Sem reforço
Força média de corte 41 kN



Recolha de amostras de campo



Provetes para o ensaio de Leutner modificado



Ensaio de Leutner modificado

Ensaio de Desempenho (cont.)

ENSAIO DE FADIGA POR FLEXÃO EM 4 PONTOS

Os ensaios de resistência à fadiga por flexão em 4 pontos, realizados no Laboratório Federal Suíço de Ciência e Tecnologia de Materiais, EMPA, permitiram avaliar o impacto estrutural e a resistência à propagação de fissuras em provetes reforçados com grelha S&P Carbophalt® G. O resultado destes ensaios foram comparados com o resultado dos ensaios efetuados aos provetes de referência, não reforçados.

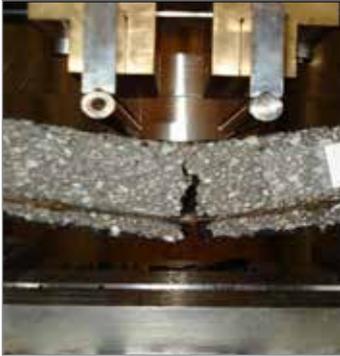


Figura 1. Provede de referência (sem grelha de reforço)



Figura 2. Provede reforçado com S&P Carbophalt® G

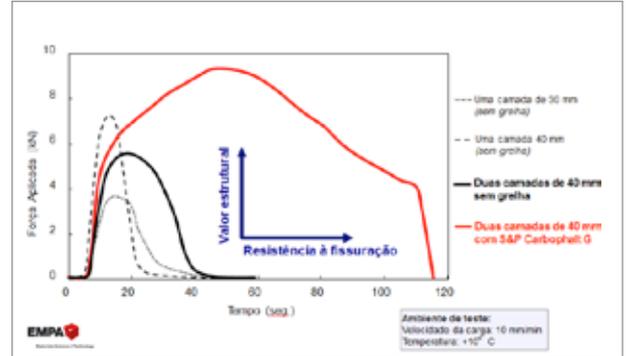


Figura 3. Ensaio comparativo com diferentes espessuras

Concluiu-se que o pavimento reforçado com grelha S&P Carbophalt® G revela uma elevada resistência à formação de fissuras e aumenta a carga última de rotura, aumentando assim o valor estrutural do pavimento, em todos os casos estudados.

ENSAIO DE FADIGA POR FLEXÃO EM 4 PONTOS (COM FENDA INDUZIDA)

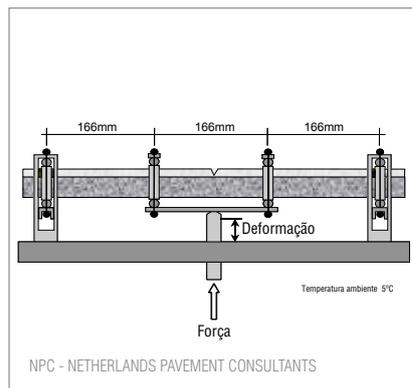
O NPC, Netherlands Pavement Consultants conduziu uma série de ensaios para avaliar a resistência de diferentes tipos de grelhas de reforço a fissuras de fadiga quando sujeitas a cargas cíclicas com uma frequência de 29,3 Hz (carga mínima de 50 N e carga máxima de 4500 N). O ensaio consistiu em comparar um modelo de referência sem reforço (com duas camadas de mistura betuminosa 3 cm + 6 cm de espessura) com vários modelos de pavimento reforçados e com diferentes tipos de grelhas entre as duas camadas.

O ponto de início da fissura de fadiga foi definido por um corte de 2,5 cm de profundidade induzido na base da viga modelo. Foi então controlada a flexão da viga até à rotura ou até uma deformação irreversível de 35 mm.

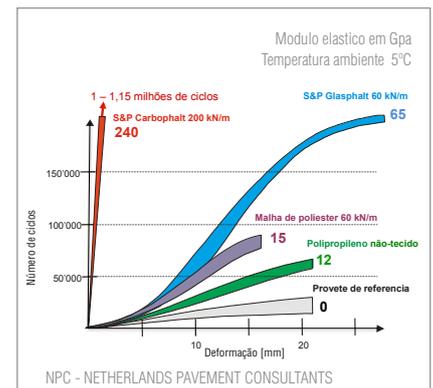
Concluiu-se que o pavimento reforçado com grelha de fibra de vidro pré-revestida de betume S&P Glasphalt® G resistiu a 185 000 ciclos até à rotura do provede, o que significa uma resistência à fadiga sob carga constante de 6 vezes superior ao modelo de referência. Este resultado revela uma elevada resistência à propagação de fissuras sob cargas cíclicas comparado com outras soluções de reforço. No caso da resistência à fadiga de pavimentos reforçados com S&P Carbophalt® G é 35 vezes superior ao modelo de referência.



Provede com corte induzido



Esquema de ensaio



Resultados dos ensaios

Referências de Obras

Tipo de Obra	Identificação da Obra	Data da Aplicação	Produto Aplicado
Urbanas	EN (R) 207 - Beneficiação entre E.N. 105 e Felgueiras (0+000 - 4+980) e (16+908 - 28+930)	Nov. 2007	S&P Carbophalt G
	Av. da Liberdade - Barreiro	Set. 2011	S&P Carbophalt G
	Estrada Poente de Vilamoura	Dez. 2013	S&P Glasphalt G
	Requalificação da Estrada da Castanheira - Ferreira do Zêzere	Ago. 2015	S&P Glasphalt G
Auto-Estrada	A9 - CREL - Benef. Reforço Estádio Nac./Queluz/Loures	Set. 2007	S&P Glasphalt G
	A5 - Cruz Oliveiras/Monsanto/Miraflores/Linda-a-Velha (2ª fase)	Ago. 2008	S&P Glasphalt G
	A7 - Beneficiação do Troço Fafe/Basto	Set. 2012	S&P Carbophalt G
	A28 - Beneficiação do Pavimento do KM 6.50 ao 7.650	Set. 2013	S&P Carbophalt G
Aeroportos	Aeroporto de Lisboa - Pier Norte	Set. 2010	S&P Carbophalt G
	Aeroporto do Funchal	Nov. 2014	S&P Carbophalt G
	Aeroporto do Porto - ASC TWY B e S	Mar. 2015	S&P Carbophalt G
	Aeroporto de Lisboa - Pista 03-21	Jun. 2015	S&P Carbophalt G
Pontes e Viadutos	E.N.234 - Reabilitação Ponte Metálica Chamusca sobre Rio Tejo	Set. 2008	S&P Carbophalt G
	E.N.114 - Pontes Metálicas de Coruche (9 Pontes)	Jul. 2009	S&P Carbophalt G
	A1 - Sacavém / S.João da Talha Reforço do Viaduto sobre o Rio Trancão	Ago. 2009	S&P Glasphalt G
	A1 - Coimbra (Sul) / Coimbra (Norte) Reforço e Impermeabilização do Viaduto B	Jan. 2016	S&P Glasphalt GV
Plataformas e Estacionamentos	Pavimentação do estacionamento do Ministério da Defesa	Nov. 2013	S&P Glasphalt G
	Aeroporto de Lisboa - Plataforma 80	Abr. 2011	S&P Carbophalt G
	Reforço do estacionamento no Aeroporto Militar de Monte Real	Dez. 2014	S&P Glasphalt G



Aeroporto de Lisboa



A1 - Viaduto Coimbra



A6 - Évora Nascente-Poente



EN (R) 207 - Felgueiras



A1 - Carvalhos / Stº Ovídio