

O agente de pulverização para reciclagem a frio
comprovado mundialmente.

Espuma de asfalto





Pronto para o futuro com espuma de asfalto.



Alta qualidade, economia e preservação do meio ambiente. Segurança para o futuro: reciclagem a frio com espuma de asfalto, um ligante inovador. Inseparavelmente associado ao nome da WIRTGEN: a empresa pioneira em espuma de asfalto. Nossa reconhecida competência e experiência de muitos anos foi conquistada através de nossa visão de aperfeiçoar as possibilidades da tecnologia. Sempre voltados para o cliente. Próximo ao cliente. Inúmeros usuários no mundo todo já estão impressionados com o comprovado material de construção de vias.

CONTEÚDO

ESPUMA DE ASFALTO - EFICÁCIA SUSTENTÁVEL	6-7
UM PROCESSO PERFEITO DO COMEÇO AO FIM	8-9
FABRICAÇÃO DE ESPUMA DE ASFALTO EM LABORATÓRIO	10-11
PROPRIEDADES DO BSM (MATERIAL ESTABILIZADO POR BETUME)	12-13
APLICAÇÃO IN-SITU OU IN-PLANT	14-15
MISTURAS FRIAS COM ESPUMA DE ASFALTO	16-17
EXEMPLOS DA CAMADA DE BSM EM REVESTIMENTOS ALFÁLTICOS	18-19
GAMA DE APLICAÇÃO DIVERSIFICADA DE UMA MESMA FONTE	20-21
APOIO PROFISSIONAL DE A A Z	22-23
HISTÓRIA DA TECNOLOGIA DE ESPUMA DE ASFALTO	24-25
ESPUMA DE ASFALTO EM USO NO MUNDO TODO	26-27



Espuma de asfalto - eficácia sustentável

06
07

1 |





UM MATERIAL DE CONSTRUÇÃO PARA AS MAIS ELEVADAS EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

ATÉ 100 %

menos custos de descarte de material

ATÉ 90 %

a menos em volume de transporte

ATÉ 90 %

a menos de consumo de recursos

ATÉ 50 %

a menos em consumo de agente ligante

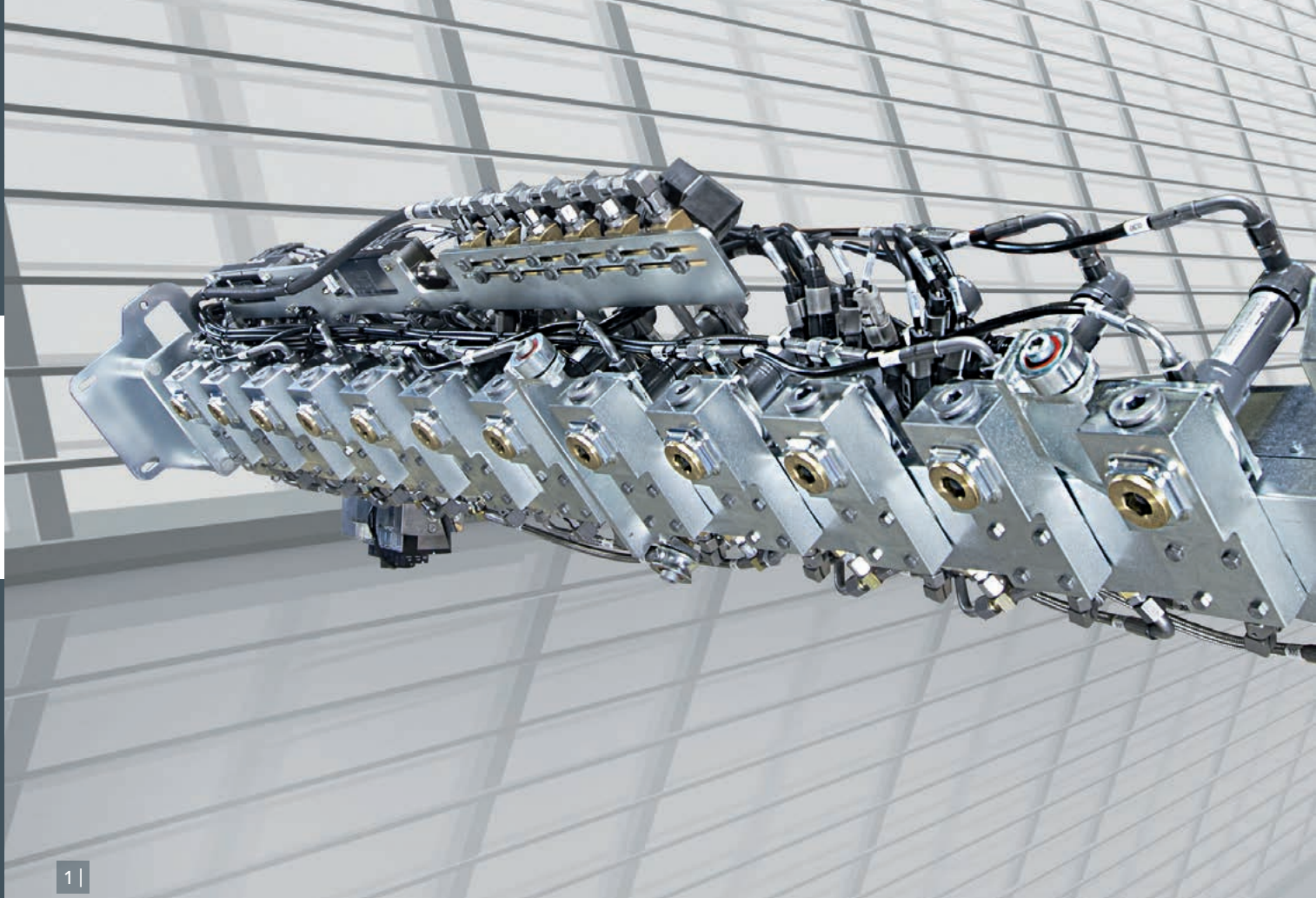
ATÉ 50 %

a menos em tempo de construção

ATÉ 50 %

a menos nos custos totais

1 | *A reciclagem a frio com espuma de asfalto utiliza material recuperado - só são adicionados agentes ligantes.*



1 |

1 | *Sistemas de injeção especial despejam a espuma de asfalto no compartimento de mistura. Microprocessadores garantem...*

Um processo perfeito do começo ao fim

UM MATERIAL COM ENORME POTENCIAL

A reciclagem a frio com o ligante espuma de asfalto é uma tecnologia mundialmente estabelecida e chama cada vez mais a atenção dos órgãos oficiais de construção rodoviária e das empresas construtoras, tanto para reparo quanto para a construção de novas estradas.

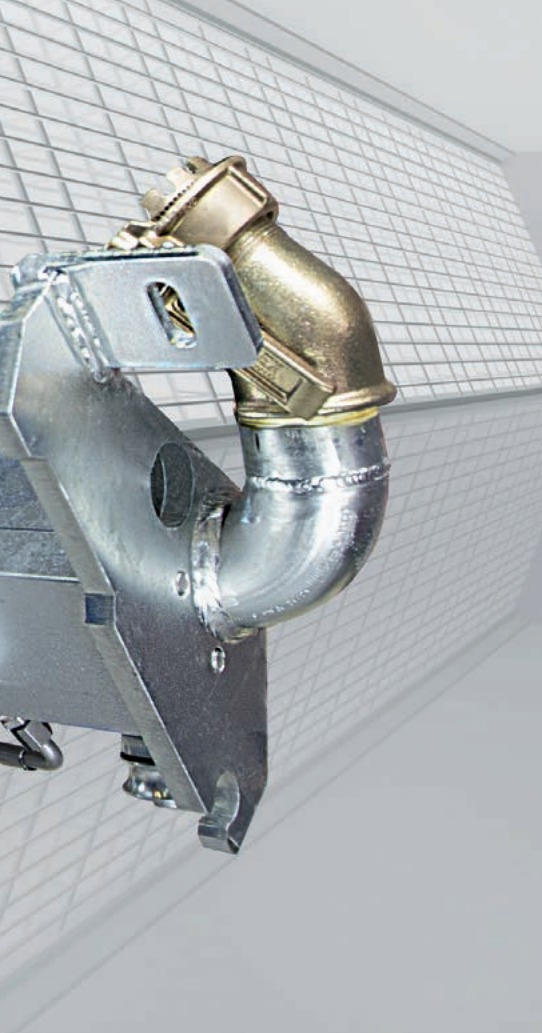
A reciclagem a frio com espuma de asfalto possibilita a obtenção de camadas de base flexíveis e duráveis. Estas constituem, no pavimento, a base perfeita para a camada final de asfalto, com espessura reduzida. A espuma é produzida a partir de asfalto comum, a uma temperatura de aproximadamente 175 °C, usando tecnologias altamente modernas. A fabricação da espuma de asfalto e a e a adição da mesma a uma mistura mineral são realizadas de forma precisa no interior da recicladora WIRTGEN, através de sistemas de injeção controlados por microprocessador.



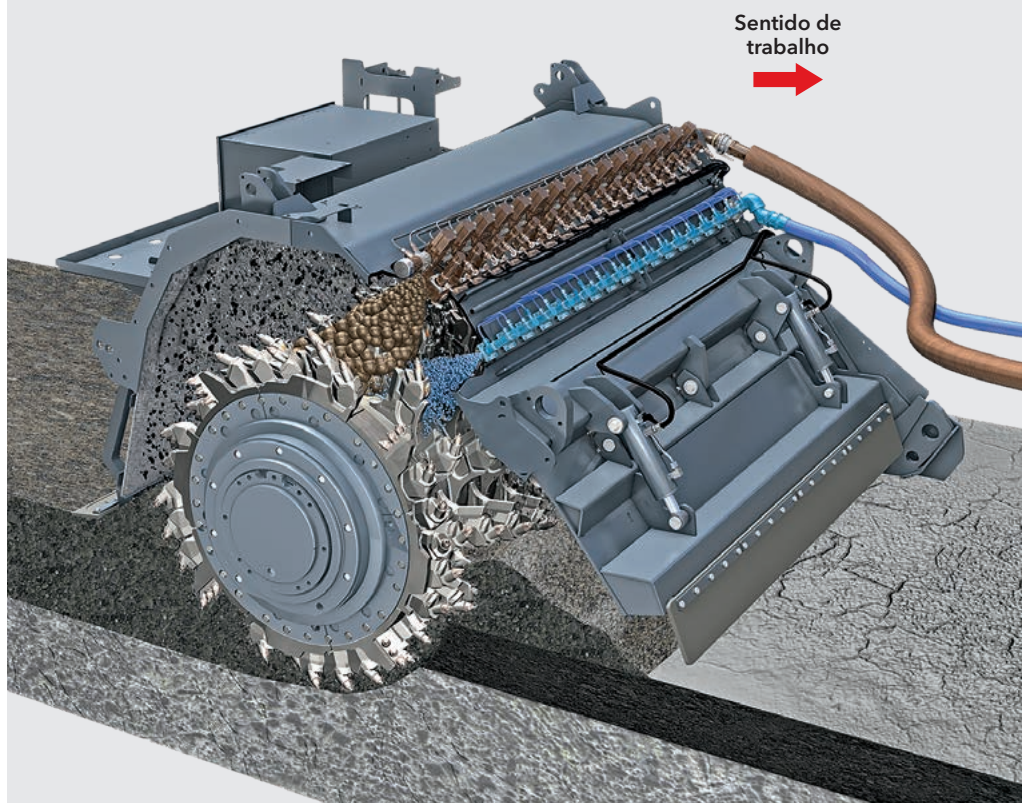
2 | *... a adição precisa por toda a largura de trabalho, de acordo com o avanço da máquina e a profundidade de reciclagem.*

O SOFISTICADO PROCESSO SE DESTACA DEVIDO A:

- > extrema durabilidade das camadas
- > rentabilidade
- > preservação dos recursos
- > economia de CO₂
- > redução do tempo de construção.



ADIÇÃO DE ESPUMA DE ASFALTO E ÁGUA A UMA MISTURA MINERAL ATRAVÉS DE SISTEMAS DE INJEÇÃO SEPARADOS



COMO É OBTIDA A ESPUMA DE ASFALTO?

A espuma de asfalto é obtida “espumando-se” o betume: uma pequena quantidade de água é injetada juntamente com ar altamente comprimido no betume aquecido. Ao espumar, este se expande a um volume 20 vezes maior que o original. Em seguida, a espuma é despejada diretamente em um misturador, através de bicos injetores, e processada de forma ideal, com materiais úmidos e frios. O novo material - muitas vezes produzido através da reutilização de material fresado de asfalto - é denominado BSM (material estabilizado com betume).



11

1 | Pequenas quantidades de água levam a uma expansão de volume repentina do betume quente (espuma de asfalto).

Fabricação de espuma de asfalto em laboratório

DEFINIR A QUALIDADE DA ESPUMA DE ASFALTO PRECISAMENTE COM ANTECEDÊNCIA

Através de ensaios prévios com o sistema de laboratório WLB 10 S, é possível definir precisamente a qualidade da espuma de asfalto antes mesmo do início da obra. Graças à operação extremamente simples, é possível variar rapidamente parâmetros como quantidade de água, pressão do ar e temperatura.

A qualidade da espuma de asfalto é descrita, principalmente, pelos parâmetros “expansão” e “meia-vida”.

Com a unidade de laboratório móvel de espuma de asfalto WLB 10 S, o pugmill de duplo eixo WLM 30 e o compactador de laboratório WLV 1, convertemos nossos muitos anos de experiência de aplicação na mais moderna tecnologia de laboratório. Com a ajuda dessas máquinas inovadoras, amostras adequadas podem ser produzidas em pouco tempo.

Além disso, o compactador de laboratório WLV 1 é usado para produção de amostras a partir de material estabilizado com betume. A altura da amostra, o número de camadas e o tempo máximo de compactação podem ser determinados com facilidade.



TUDO DEPENDE DA MISTURA

O sistema de laboratório de espuma de asfalto da WIRTGEN WLB 10 S desempenha as seguintes funções:

- > Verificação geral da adequação dos tipos de betume usados para o processo de espumação.
- > Otimização do processo de espumação através do ajuste da temperatura e da adição de água.
- > Fabricação das misturas com diversas quantidades de betume no laboratório.

Para a produção de misturas no laboratório de construção rodoviária, a WLB 10 S é conectada diretamente ao pugmill de duplo eixo WLM 30. A espuma de asfalto produzida é injetada no processo de mistura em andamento do WLM 30. Os materiais de construção são misturados precisamente e sem perdas. Assim, misturas para produção de amostras são obtidas em pouquíssimo tempo.



2 | O sistema de laboratório WLB 10 S permite realizar séries de medição para determinar as propriedades da espuma de asfalto.

3 | O pugmill de duplo eixo WLM 30, adequado para lotes de aproximadamente 25 kg, destaca-se pela alta intensidade de mistura.

4-7 | É possível fabricar de forma simples diversos tipos de espuma de asfalto, para depois determinar a composição de mistura ideal.



Propriedades do BSM (material estabilizado por betume)

UTILIZAÇÃO DO BSM

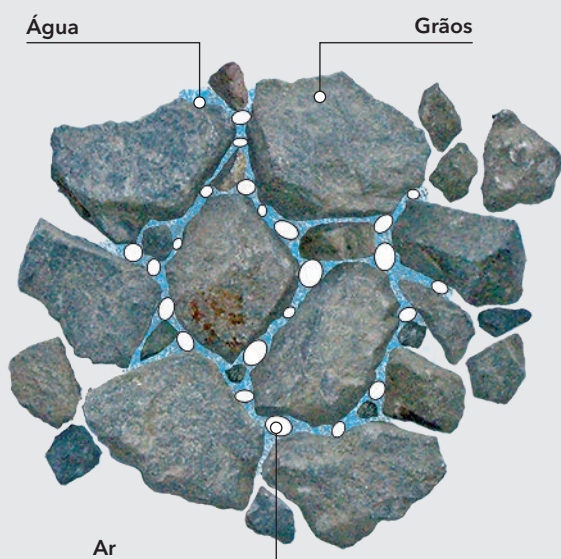
Durante a utilização, a mistura de BSM se destaca pela aplicação simples. Desde que mantida em estado suficientemente úmido, a mistura permanece disponível por tempo ilimitado para as medidas de compactação seguintes. Outro fator determinante é que as camadas de BSM podem ser temporariamente liberadas para o trânsito logo após o fim do processo.

Muitas vezes, a camada reciclada a frio é revestida apenas por uma fina camada de asfalto, que serve como camada de desgaste. Assim, os trabalhos de manutenção podem focar apenas na camada de revestimento, sem afetar a camada reciclada a frio. Isso compensa pelo custo baixo de manutenção da via.

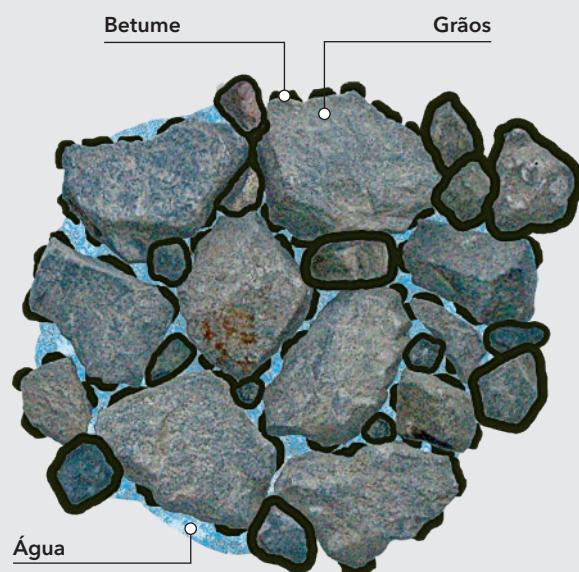
ESTRUTURA DO MATERIAL

Misturas frias produzidas com espuma de asfalto comportam-se como materiais de construção com atrito interno constante das partículas entre si, mas com coesão (força de ligação) e rigidez muito maiores. Esse tipo de material também é conhecido como BSM (material estabilizado com betume).

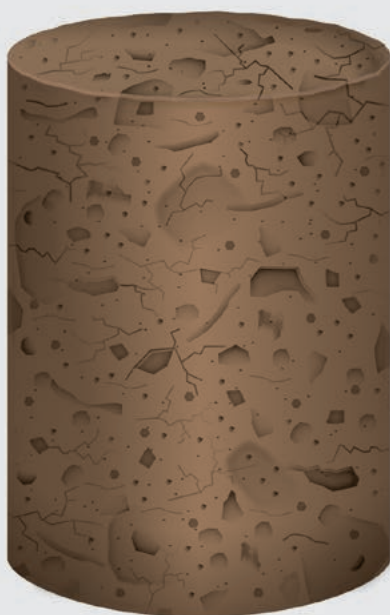
Para a mistura de BSM, não é previsto o cobrimento dos grãos, mas sim uma adição homogênea do betume - geralmente com porcentagem de massa de 1,5% a 2,5% da mistura de material de construção. Após a compactação, o material se destaca pelas boas propriedades flexíveis com alta capacidade de carga. Sua qualidade é mundialmente comprovada.



A Agregados triturados e misturados com água para uma compactação ideal



B Material estabilizado com betume e espuma de asfalto misturados com água para uma compactação ideal



Adição de:
2,2 % de betume
1,0 % de cimento
(densidade e teor de umidade idênticos)



(A) Rocha quebrada segundo curva granulométrica
Coesão (força de ligação): 30-55 kPa
Ângulo de atrito: 43-51°

(B) Material estabilizado com betume
Coesão (força de ligação): 200-300 kPa
Ângulo de atrito: 40-49°



1 | O material tratado com espuma de asfalto se destaca pela excelente rigidez e capacidade de carga.

Aplicação in-situ ou in-plant

14
15

RECICLAGEM A FRIO IN-SITU

A reciclagem a frio com espuma de asfalto pode ser in-situ (= no local) ou in-plant (= na máquina).

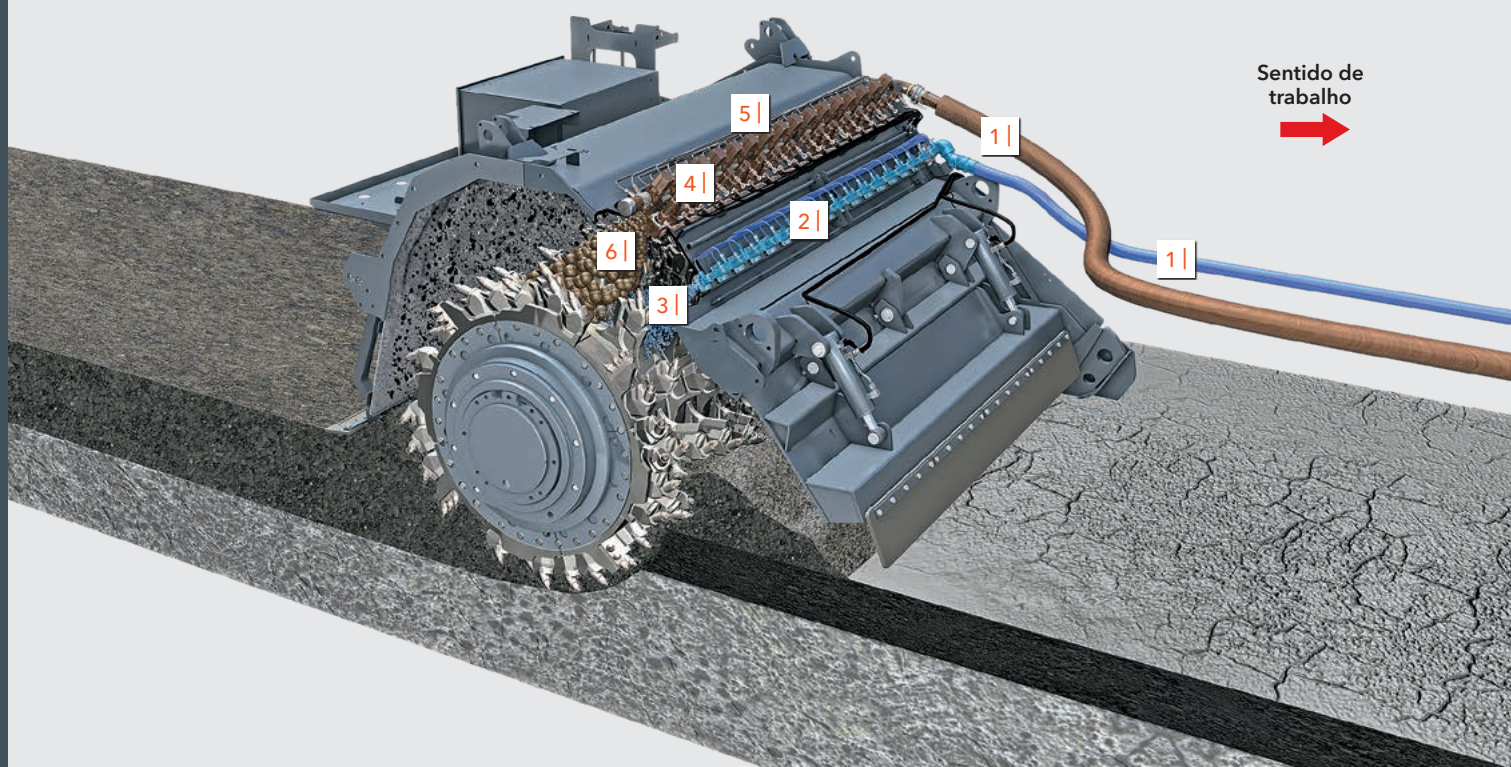
Na reciclagem a frio in-situ, uma recicladora a frio granula a camada danificada da via e adiciona espuma de asfalto, bem como cimento e água, conforme necessário. Assim, numa única etapa de trabalho, é produzida uma nova mistura de material (BSM). As recicladoras a frio para o processo in-situ são equipadas com um rotor potente de fresagem e mistura e com um sistema de injeção.

Alguns tipos de máquina também dispõem de uma mesa para aplicação e pré-compactação da nova mistura de material.



- 1 | Mangueiras com acoplamento
- 2 | Barra de pulverização para água
- 3 | Água pulverizada

- 4 | Barra de pulverização para espuma de asfalto
- 5 | Câmara de expansão
- 6 | Espuma de asfalto pulverizada





1 |

1 | O misturador a frio KMA 220 "refina" os mais diversos materiais, para obter uma mistura fria de alta qualidade (BSM).

RECICLAGEM A FRIO IN-PLANT

Na reciclagem a frio in-plant, a camada extraída da via é transportada ao misturador próximo ao canteiro de obras. Lá, o material fresado é misturado homoganeamente com espuma de asfalto e, se necessário, cimento e água, dando origem a uma nova mistura fria para aplicação imediata (BSM). Em seguida, a mistura pode ser aplicada diretamente, exatamente conforme o perfil, ou armazenada em montes para aplicação posterior.

SISTEMA DE INJEÇÃO MODERNO

Garantia da melhor qualidade: a unidade de aquecimento controlada por termostato garante a temperatura de operação ideal de todo o sistema de pulverização, antes e depois da geração da espuma de asfalto. Assim, dispensa-se uma lavagem trabalhosa do sistema ao interromper o uso ou encerrar o trabalho.

O controle do processo de espumação e das quantidades adicionadas é feito por micro-processador.



2 |

2 | No interior da KMA 220 / KMA 220i, o potente misturador contínuo de eixo-duplo mistura o material fresado e a espuma de asfalto injetada.

Misturas frias com espuma de asfalto

16
17

MATERIAIS IN-SITU

A princípio, todos os materiais não ligados - assim como material fresado de asfalto - podem ser processados com espuma de asfalto. As recicladoras da WIRTGEN granulam a camada de asfalto em uma só passada, incluindo a camada que se encontra abaixo dela, misturando as camadas in-situ com a espuma de asfalto.

Após a compactação, obtém-se uma camada de base betuminosa de alta qualidade, capaz de suportar condições de tráfego pesado.



MATERIAL GRANULADO FRESADO IN-PLANT

O material granulado fresado obtido com uma recicladora a frio da WIRTGEN geralmente pode ser processado logo após a extração ou armazenado em montes por tempo prolongado. A partir dessa matéria-prima, o misturador a frio móvel da WIRTGEN KMA 220 / KMA 220i produz mistura fria para a reaplicação posterior com uma pavimentadora VÖGELE.

MATERIAL NOVO E DE EXTRAÇÃO

O material novo, bem como o material proveniente de extração e reciclagem, é processado através de tecnologias de quebra e peneiramento adequadas, podendo em seguida ser misturado com espuma de asfalto pelo misturador a frio KMA 220 / KMA 220i.

Qualquer material de construção de via com distribuição adequada dos tamanhos de partícula pode ser processado com espuma de asfalto.



TESTE EM LABORATÓRIO

Um teste de adequação comprova o desempenho das amostras obtidas a partir das misturas anteriormente produzidas no laboratório de construção rodoviária.

Após alcançar a altura (densidade) final e definida do molde, a amostra produzida pode ser facilmente removida do molde através do mecanismo de fechamento rápido e preparada para o procedimento de teste em questão. Para determinar a resistência à tração indireta (ITS), é possível produzir amostras com 152 mm de diâmetro e 95 mm de altura. Para uso em um procedimento de teste triaxial, são produzidas grandes amostras de 152 mm de diâmetro e 300 mm de altura.

1-3 | De acordo com o procedimento de teste, são produzidas amostras com diversas alturas.

4 | Produção sem defeitos mesmo no caso de amostras grandes para o procedimento de teste triaxial.



Exemplos da camada de BSM em revestimentos alfálticos



A redução da camada final de asfalto garante uma grande diminuição adicional dos custos gerais.

Os custos de manutenção também são extremamente baixos, pois as camadas de BSM não têm a tendência de formar rachaduras, bastante comuns em camadas de asfalto com o passar do tempo. Isso tem a grande vantagem de que, quando necessário, basta renovar o fino revestimento de asfalto superior. Isso dispensa a troca dispendiosa da estrutura de asfalto inteira.

BAIXOS CUSTOS TOTAIS

As estruturas rodoviárias mostradas na imagem são exemplos de três classes de construção diferentes. Devido à menor necessidade de ligante, à utilização de material fresado de asfalto e à alta economia de tempo, essas formas de construção são especialmente econômicas em termos de custos de fabricação.

1 | A 380 CR recicla uma camada de asfalto mediante adição de espuma de asfalto e transfere a mistura diretamente para a pavimentadora VÖGELE.

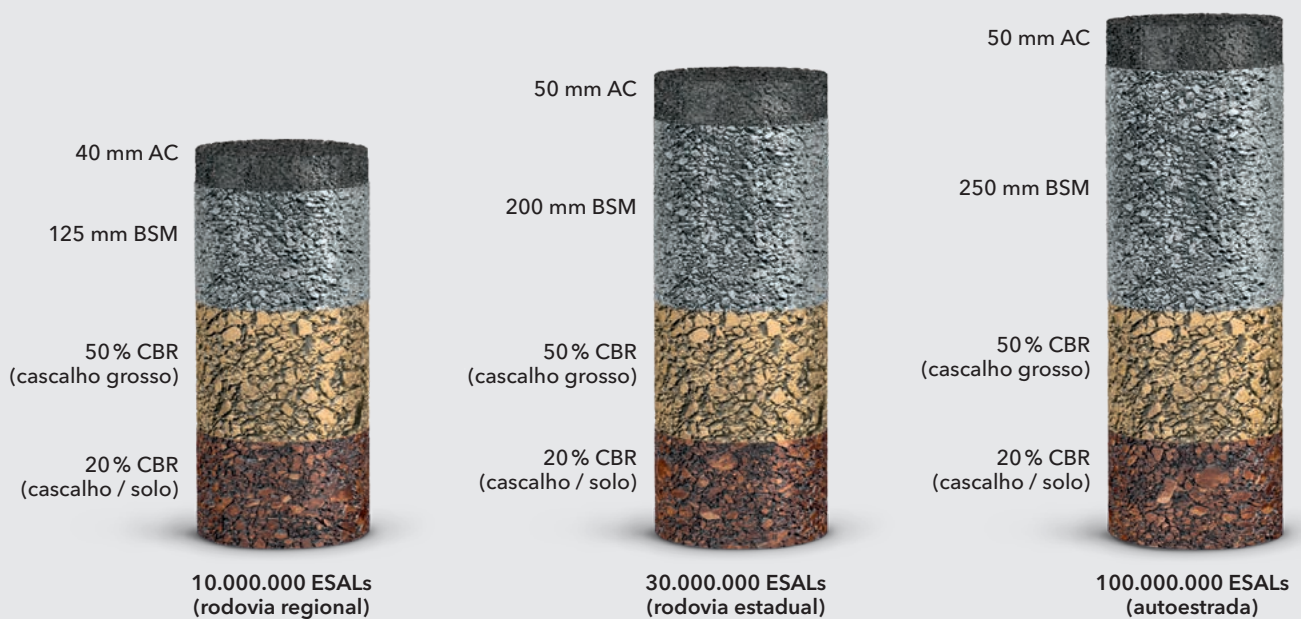
Devido à forma de construção vantajosa e às excelentes propriedades do material, o BSM está sendo cada vez mais utilizado também nas parcerias público-privadas (PPP).

11





2-3 | Mistura de asfalto processada homogeneamente atrás da recicladora a frio.



AC = revestimento asfáltico
 BSM = material estabilizado com betume
 CBR = razão de capacidade de carga
 ESAL = carga de eixo padrão equivalente (= 8,16 t)

Gama de aplicação diversificada de uma mesma fonte

20
21



1 | *Reciclagem a frio in-situ com a recicladora a frio W 240 CR e mesa pavimentadora integrada.*

REAPROVEITAMENTO DE 100 %

Graças às inúmeras vantagens que oferece, a espuma de asfalto assume cada vez mais uma posição de destaque entre os ligantes. Juntamente com a espuma de asfalto, o granulado de asfalto pode ser 100 % reciclado, mesmo em estado frio.

O processamento sem aquecimento das matérias-primas reduz enormemente as emissões de CO₂.

As baixas quantidades de adição, de 1,5 % a 2,5 % da quantidade total, geram custos reduzidos. O betume para construção de vias é difundido mundialmente e pode ser utilizado diretamente, sem beneficiamento adicional. O material misturado à espuma de asfalto pode ser aplicado imediatamente, compactado e novamente liberado para o tráfego. Os tempos de construção e as obstruções de tráfego são reduzidos ao mínimo.





2 | O processo é incrivelmente rápido: as camadas recicladas podem se liberadas para o trânsito após um curto tempo de obras.

3 | O betume está disponível em todo o mundo e é incluído no processo de mistura espumado a aproximadamente 175 °C.



1 | A troca de experiências na visita ao canteiro de obras, também com autoridades de trânsito, convence da qualidade.

2 | A WIRTGEN oferece o equipamento de laboratório completo.

3 | Nossas apresentações técnicas, demonstrações práticas e artigos em publicações especializadas tornam a espuma de asfalto mundialmente conhecida.

4 | Documentações elaboradas por especialistas, disponíveis em vários idiomas, oferecem informações profundas de aplicação.

Apoio profissional de A a Z

WIRTGEN: PIONEIRA EM TECNOLOGIA

Nós nos vemos como uma especialista em processos para a eficiente tecnologia de reciclagem a frio. Por isso, além da tecnologia de máquinas adequada, oferecemos a nossos clientes um amplo espectro de serviços. Em cooperação próxima com os usuários, promovemos o desenvolvimento de novos produtos de forma direcionada. Disponibilizamos essas experiências aos setores especializados, para que nossos clientes possam aproveitar novos mercados que se abrem. Outro ponto forte

de destaque é nossa consultoria personalizada conforme o projeto e o grupo-alvo, que sempre garante uma receita de sucesso sob medida e a máxima economia possível.

A rede de serviços mundial da WIRTGEN com suas empresas de venda e assistência, oferece a clientes um apoio competente. O know-how dos funcionários na área de espuma de asfalto é sempre mantido num alto nível através de treinamentos regulares práticos e teóricos.



5 | Operadores em todo o mundo são treinados e acompanhados por treinadores experientes durante o trabalho.

6 | Os técnicos da WIRTGEN fornecem apoio individual e prático no canteiro de obras..



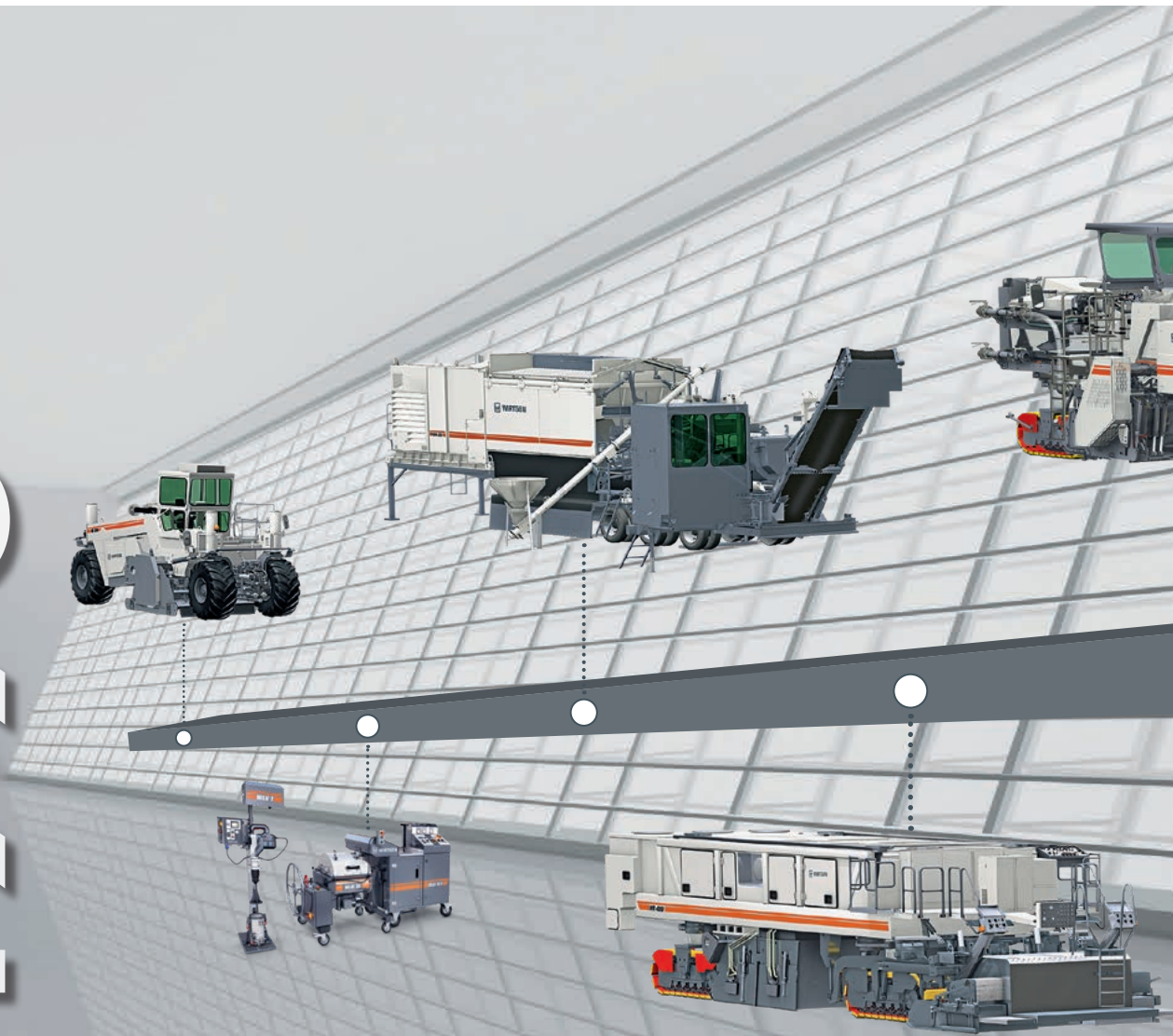
História da tecnologia de espuma de asfalto

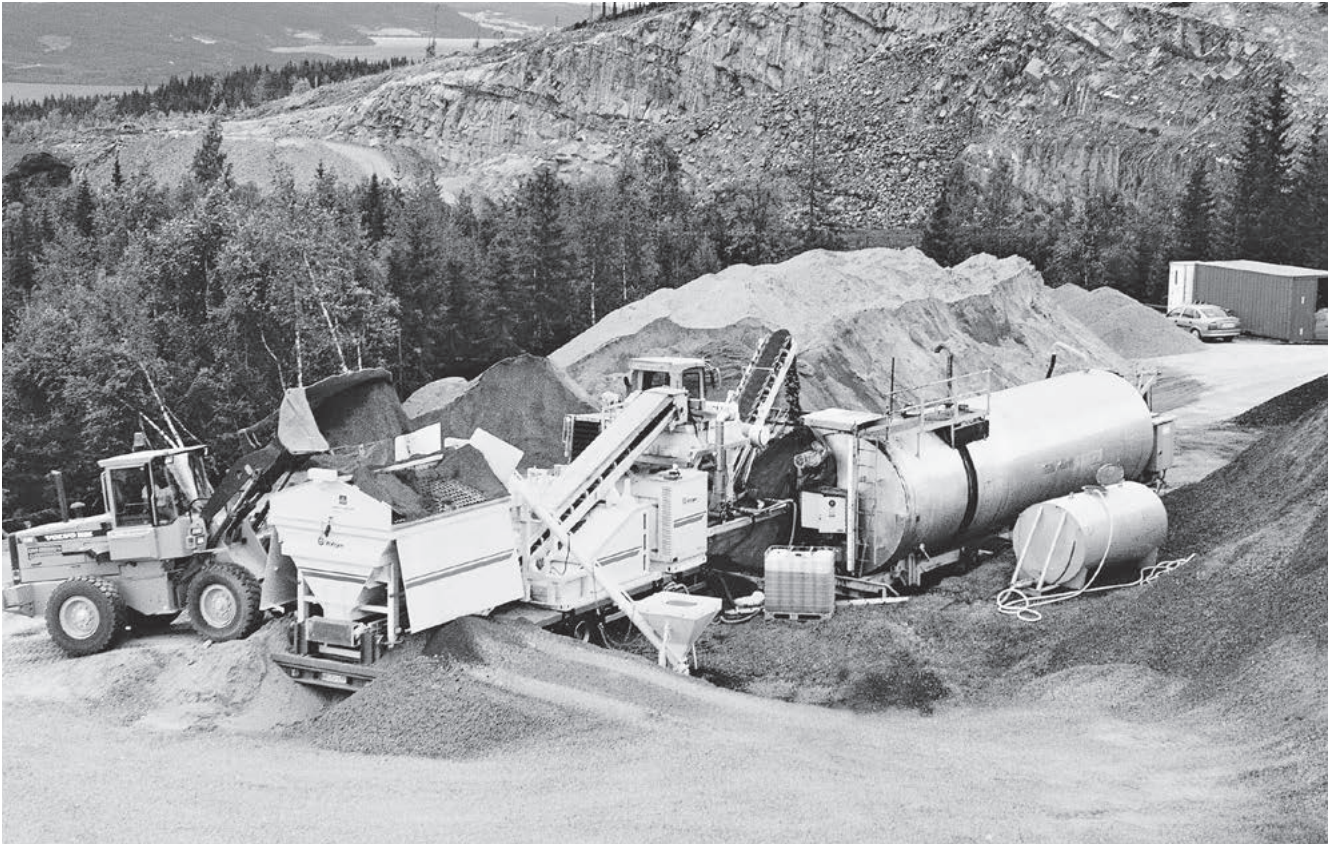
WIRTGEN - PIONEIRA EM ESPUMA DE ASFALTO

Em 1956, o Prof. Dr. Ladis Csanyi, da Iowa State University (EUA), foi o primeiro a verificar que a espuma de asfalto podia ser utilizada como ligante. Mais tarde, essa tecnologia foi refinada pela Mobil Oil. A Mobil Oil desenvolveu a primeira câmara de expansão na qual água podia ser misturada com betume para gerar espuma. Desde a década de 1990, a WIRTGEN atua como pioneira na área com o ligante inovador. A introdução do sistema nas recicladoras da WIRTGEN em 1995 despertou definitivamente o interesse do setor especializado.

A WR 2500 foi a primeira máquina equipada com tal sistema. Em 1997, a WIRTGEN desenvolveu o sistema de laboratório de espuma de asfalto WLB 10, para fabricar espuma de asfalto em laboratórios de material de construção. Hoje, há bem mais de mais de 300 sistemas de laboratório funcionando no mundo, em empresas de construção, laboratórios de material de construção, institutos, universidades e escritórios de engenharia. Atualmente, a WIRTGEN oferece a seus clientes uma moderna frota de recicladoras a frio com tecnologia de espuma de asfalto, para beneficiamento in-plant ou reparo no local.

1995





Espuma de asfalto em uso no mundo todo

26
27



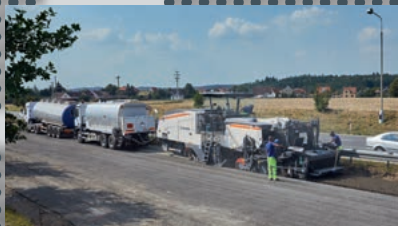
UM PROCESSO ESTABELECIDO INTERNACIONALMENTE

O sucesso e a aprovação em mais de 90 países, espalhados por quase todas as zonas climáticas, são a prova do alto nível de aceitação do ligante espuma de asfalto. Em qualquer lugar onde as estruturas rodoviária recebam trânsito pesado onde se exija uma forma de construção especialmente econômica e durável, dá-se preferência ao uso desse processo.

A tecnologia de espuma de asfalto oferece uma solução orientada para o futuro e é utilizada tanto no reparo estrutural quanto em novas construções.

Misturas com espuma de asfalto formam um material de construção preparado exigências extremas. O material inovador comprovou sua eficiência sob todas as condições climáticas e sob trânsito pesado: atualmente, estão em uso no mundo inteiro mais de 2.500 máquinas da ampla linha de produtos de reciclagem da WIRTGEN.





EM VÁRIOS PAÍSES
EM TODO O MUNDO, MUITO
MAIS DE 100 MILHÕES DE METROS
QUADRADOS JÁ FORAM
RECICLADOS COM ESPUMA
DE ASFALTO!



WIRTGEN GmbH

Reinhard-Wirtgen-Str. 2 · 53578 Windhagen · Alemanha
Telefone: +49 (0)26 45/131-0 · Fax: +49 (0)26 45/131-392
Internet: www.wirtgen.com · E-mail: info@wirtgen.com

