# Duas camadas é o ideal: a Wirtgen SP 1500 aplica concreto com agregado exposto 4x, de forma econômica

Quatro canteiros de obras, quatro empresas, quatro estados, uma forma construtiva: a pavimentação de concreto em duas camadas com a pavimentadora SP 1500 da Wirtgen segue rumo ao sucesso na Alemanha. Cada vez mais profissionais de planejamento utilizam essa tecnologia para reparar autopistas de concreto e contam com as vantagens técnicas e econômicas.

Basta observar para ver os exemplos em que a pavimentação de concreto em duas camadas é utilizada para reparar diversas autoestradas na Alemanha. A tecnologia possibilita a pavimentação econômica de concreto com agregado exposto de alta aderência. O conceito: sobre uma sub-base resistente e de qualidade, aplica‑se o concreto inferior, geralmente com espessura entre 20 e 24 cm. Por cima, é pavimentado o concreto superior (com agregado exposto), em geral com uma espessura entre 5 e 8 cm.

**Diferentes tipos de concreto**

A pavimentadora de concreto aplica os dois tipos de concreto no processo “fresco sobre fresco”. Em termos de resistência a pressão, flexão e tração indireta, os mesmos requisitos são válidos para o concreto superior e inferior. No entanto, existem diferenças na composição do concreto em termos de curva granulométrica, granularidade máx., teor de cimento e requisitos de agregados. Enquanto que para o concreto inferior são suficientes cerca de 350 kg de cimento por m³, no caso do concreto com agregado exposto, são necessários 420 kg de cimento / m³.

No caso do concreto com agregado exposto, o agregado grosso, ou seja, maior que 2 mm, tem um papel especial. Para que a laje de concreto permaneça aderente, com baixa emissão de ruído e resistente contra influências externas, é utilizada somente brita fina com requisitos elevados em termos de superfície de ruptura, formato de grão e resistência a polimento.

Após a instalação das duas camadas de concreto, a máquina de cura de textura TCM da Wirtgen, compatível com a SP 1500, aplica um retardador de superfície sobre a área que acabou de ser aplainada. Dependendo das condições climáticas, poucas horas após a laje de concreto ser feita, o agregado grosso é exposto na superfície através de escovação. Assim, é formada uma superfície aderente, com número elevado de pontas de perfil e uma textura que mantém sempre baixo o nível de ruído causado pelo contato dos pneus com a pista.

Quatro projetos típicos exemplificam as vantagens desse método de construção e demonstram as características com que a SP 1500 (4 correntes)/SP 1500 L (2 correntes) da Wirtgen garantem um sucesso decisivo. Em três das obras, trata-se da reparação de pistas de concreto com idade entre 30-40 anos. No quarto projeto, no estado alemão da Alta Saxônia, foi realizada a recuperação de um trecho de rodovia atacado pela reação álcali-agregado (RAA).

* Recuperação de 4,5 km da A1 próximo a Trier (Renânia-Palatinado) pela Berger Bau
* Recuperação de 4,8 km de um trecho atacado pela RAA da A9 próximo a Weißenfels (Alta Saxônia) pela Max Bögl
* Recuperação de 2,3 km da A5 próximo a Karlsruhe (Baden-Württemberg) pela Bickhardt Bau
* Recuperação de 5,3 km da A1 próximo a Lübeck (Schleswig-Holstein) pela Eurovia Beton

**Pavimentação em duas camadas - alta qualidade com custos de material reduzidos**

Um dos motivos responsáveis pelo *boom* da pavimentação de concreto em duas camadas com o conjunto pavimentador SP 1500 da Wirtgen é a economia. Devido à diferença nos requisitos para concreto inferior e concreto com agregado exposto, esse tipo de estrutura resulta em custos significativamente menores. Assim, a Berger Bau construiu uma camada de concreto inferior de 20 cm, utilizando 360 kg de cimento por m³ e granularidade máx. 22. Já a camada superior de concreto, com 6 cm de espessura, consistiu em uma mistura nobre de materiais, com 420 kg de cimento por m³ de concreto e brita fina 2/8.

*O desafio da logística de material de construção*

O grande desafio nesse método de construção é a logística: são necessários dois materiais diferentes, que devem estar disponíveis no momento certo, no lugar certo e na quantidade certa, uma vez que a aplicação é feita pelo processo “fresco sobre fresco”.

Tecnicamente falando, o processo ocorre da seguinte forma: o concreto inferior é despejado imediatamente à frente da pavimentadora. O concreto superior chega à segunda máquina através de uma esteira alimentadora. Para isso, o concreto é despejado diretamente do caminhão em um balde, ou utiliza-se um recipiente intermediário - cada empresa desenvolve seu próprio processo. O processo subsequente é sempre o mesmo: através de esteiras transportadoras e um tobogã no fim das mesmas, o concreto superior é descarregado sobre o concreto inferior já compactado atrás da primeira pavimentadora.

O segredo para o sucesso na aplicação é a alimentação suficiente de ambos os tipos de concreto. Não é a toa que Christoph Hofmeister, gerente de setor na Max Bögl, considera a logística como o maior desafio na pavimentação de concreto de duas camadas: “Para o projeto na A9, temos 45 caminhões articulados em operação durante a fase de pavimentação. Movimentamos 6.500 – 7.000 t de areia, cascalho e brita fina por dia, além de 27 trens de cimento. Isso corresponde a 750 t de ligante. O concreto é misturado em uma máquina com potência nominal de 300 m³/h. Atualmente trata-se do maior sistema móvel do mundo. A construção dessa pista de concreto exige um sistema complexo, composto por máquina, material, clima, condições ambiente e pessoas. Para que tudo dê certo, é necessário que a tecnologia funcione sem erros e que a equipe trabalhe de forma unida e se comunique de forma clara.

**Wirtgen SP 1500: Um conjunto pavimentador - dois dispositivos**

Se a logística for bem organizada, a tecnologia inteligente das máquinas Wirtgen garante uma pavimentação precisa de alta qualidade. Os subprocessos são distribuídos em dois equipamentos: na pavimentadora de concreto inferior, operam insersores de barra de espiga e tirante. A pavimentadora de concreto superior utiliza réguas de acabamento longitudinal e transversal para garantir uma superfície nivelada. Ambas as pavimentadoras de concreto possuem comando inteligente, o que garante um resultado de pavimentação ideal. Na sequência, uma máquina de cura de textura tipo TCM 1800 é responsável pelo acabamento desejado da superfície.

*Insersores inteligentes de barra de espiga e tirante*

Um dos destaques tecnológicos da SP 1500 da Wirtgen são os insersores de barra de espiga e tirante integrados. Esses dois componentes completamente automatizados inserem barras de espiga e tirantes no concreto fresco pré-compactado, na distância livremente selecionável. Uma solução inteligente foi escolhida para a instalação da barra de espiga: para possibilitar um avanço contínuo da pavimentadora de concreto, o insersor montado sobre uma estrutura móvel permanece sobre a junta transversal até que o processo de inserção seja concluído. Todo o processo é monitorado eletronicamente, garantindo o posicionamento correto da barra de espiga. No projeto descrito aqui, a posição típica da barra de espiga era no meio das lajes de concreto prontas, ou seja, 14-15 cm, o que corresponde exatamente às especificações da norma ZTV relativa a concreto (condições técnicas contratuais adicionais e diretrizes aplicáveis à construção de revestimentos de pista de concreto). As réguas de acabamento longitudinal e transversal que compõem a pavimentadora de concreto superior garantem uma superfície fechada, nivelada e homogênea.

*Nivelamento através de sensores de parede dianteira e comando proporcional*

Para construir pistas com o nivelamento perfeito, três das quatro empresas utilizam os sensores especialmente desenvolvidos para a regulagem de altura da parede dianteira. Eles medem continuamente o nível de concreto na zona de compactação e controlam a altura da parede dianteira de acordo com o mesmo. Assim, a quantidade de concreto despejada na zona de compactação é sempre exatamente a necessária. Dirk Böttcher, gerente de projeto da Eurovia Beton, explica a vantagem: “Dessa forma, aliviamos o condutor da pavimentadora, principalmente em casos em que a camada de concreto superior aplicada é fina.”

Outro aspecto de qualidade da pavimentação de concreto com a SP 1500 é o comando proporcional sofisticado, com eficiência comprovada ao longo dos anos. O operador da máquina vê, no painel de comando principal, todos os parâmetros necessários para a pavimentação. O comando ajusta a altura de forma rápida e precisa, sem ultrapassar os limites. O resultado: pistas de rodagem planas - uma característica que garante conforto para os motoristas e contribui para reduzir o nível de ruído, como demonstram os estudos atuais.

*Acabamento com a TCM 1800*

O acabamento também desempenha um papel importante na pavimentação de concreto. A TCM, a máquina de cura de textura da Wirtgen, pode ser equipada com escovas ou pentes, que atribuem uma textura definida ao concreto. No caso do concreto com agregado exposto, isso não é necessário.

Nesse caso, é aplicada sobre a superfície que acabou de ser aplainada uma combinação de retardador de superfície e dispersão de cura de textura. O retardador evita, por um tempo limitado, a solidificação e o endurecimento inicial da superfície de concreto (aprox. 1 mm). A dispersão, por sua vez, evita o ressecamento da superfície de concreto e o surgimento de fissuras na superfície. Após o endurecimento suficiente do concreto, a estrutura do agregado grosso é exposta através de escovação. Em seguida, á aplicada mais uma vez uma dispersão de cura de textura sobre a superfície escovada. A exposição do agregado grosso confere à pista de concreto a aderência necessária, que contribui significativamente para a segurança do trânsito.

*Várias opções de fôrmas*

Com a SP 1500, a Wirtgen oferece uma pavimentadora de concreto altamente adaptável, que permite implementar os mais diversos requisitos em termos de construção de pistas. Um exemplo são as fôrmas. Nos três projetos, a pista de rodagem foi construída livremente sobre a sub-base, através do processo de fôrma deslizante. No caso da A5, o primeiro trecho também foi construído assim, mas, após 1 km, foi necessário ajustar a pista a calhas de drenagem previamente instaladas. A equipe da Bickhardt Bau realizou a conversão da fôrma lateral em pouquíssimo tempo, em meio às operações em andamento. Essa flexibilidade é possível uma vez que a Wirtgen desenvolveu a SP 1500 em estilo modular, com interfaces inteligentes.

*Flexibilidade também na largura de pavimentação*

A modularidade também traz aos usuários da SP 1500 flexibilidade máxima em termos de largura de pavimentação. Assim, a Berger Bau instalou uma pista de 11,50 m na A1. A A5 próximo a Karlsruhe-Durlach foi recuperada pela Bickhardt Bau com a SP 1500 numa largura de 12,50 m a 15,00 m. A Max Bögl pavimentou uma pista de concreto de 3 faixas, incluindo acostamentos, com largura de 15,00 m. A Eurovia Beton utilizou a SP 1500 em sua largura máxima na A1 próximo a Lübeck. Lá foram necessários 15,25 m.

*Com 2 ou 4 lagartas*

A Wirtgen oferece a SP 1500 com 2 ou 4 correntes. Michael Niedermaier, gerente da área de construção de vias de concreto na Berger Bau, explica por que decidiu pela versão com quatro lagartas: “Na Alemanha frequentemente são realizadas licitações para pequenos trechos de obras. Por isso, a nossa SP 1500 é frequentemente realocada e transportada – nesse aspecto, as máquinas com 4 lagartas oferecem a flexibilidade necessária. A realocação em deslocamento longitudinal ao final da concretagem, por exemplo através de estruturas, também fica mais fácil do que com duas lagartas.”

Jörg Ackermann, superintendente de pavimentação da Bickhardt Bau, confirma: “Aqui na A5, a SP 1500 operou em diversas seções. A máquina também precisou ser transportada sobre pontes. A largura de transporte extremamente reduzida também ajudou, possibilitando a rápida realocação das máquinas, com baixa necessidade de montagem e desmontagem.”

Christoph Hofmeister, da Max Bögl, cita mais dois aspectos que contam a favor das máquinas de 4 correntes: “Na versão com 4 lagartas da pavimentadora de concreto inferior, o insersor de barra de espiga se encontra entre as lagartas. Dessa forma, pode ser melhor monitorado e acessado. Por último, a pavimentadora de concreto superior possui maior estabilidade na versão com quatro lagartas, uma vez que a geometria com braços basculantes resulta numa distância de alavancagem melhor e numa relação ideal entre forças e torção.”

Além disso, a Wirtgen oferece diversas opções, com as quais as empresas de construção podem configurar individualmente a SP 1500. A Eurovia Beton, por exemplo, equipou a pavimentadora de concreto superior com duas câmeras, com as quais o motorista mantém o concreto pronto sempre ao alcance da vista.

Também são oferecidas diversas opções de vibradores. Três das empresas, por exemplo, utilizam vibradores tipo T para compactar o concreto superior. Esses vibradores são especialmente indicados para a pavimentação de camadas finas. Já a Bickhardt Bau preferiu outra solução e utiliza armações de vibração, com vibradores externos.

**Máquinas inteligentes de alto desempenho**

Independentemente da configuração de equipamentos de cada pavimentadora, a produtividade diária alcançada pelas quatro empresas, dependendo da largura e da espessura de pavimentação, variou entre 550 m, em operação de um turno, a 1.100 m, em operação 24 h. Um desempenho de destaque, comentado pelo superintendente de pavimentação da Bickhardt Bau, Jörg Ackermann, há 25 anos na área de construção em concreto: “Essa estrutura é semelhante a uma engrenagem planetária: há vários componentes importantes para o sucesso, nas a pavimentadora de concreto da Wirtgen é quem dita o ritmo. É a nossa engrenagem solar.”

**Dados de projeto:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Berger Bau** | **Bickhardt** | **Max Bögl** | **Eurovia** |
| Autoestrada | A1 próximo a Trier | A5 próximo a Karlsruhe-Durlach | A9 próximo a Weißenfels | A1 próximo a Lübeck |
| Comprimento | 4,5 km | 2,3 km | 4,8 km | 5,3 km |
| Largura | 11,50 m | 12,50 m / 15,00 m | 15,00 m | 15,25 m |
| Sub-base | CB de asfalto 10 cm | 20 cm estabilização  Manta para cobertura de fissuras | Camada solidificada, CB de concreto 30 cm, CB de asfalto 20 cm | Fixação, 20 cm, instalação com pavimentadora de CI, compactação com compactadores cilíndricos |
| Concreto inferior, espessura | 20 cm | 22 cm | 24 cm | 22 cm |
| Concreto inferior, qualidade | C 30 / 37 | C 30 / 37 | C 30 / 37 | C 30 / 37 |
| Concreto inferior, granularidade máx. | 0/22 | 0/32 | 0/22 | 0/32 |
| Concreto superior, espessura | 6 cm | 5 cm | 5 cm | 5 cm |
| Concreto superior, qualidade | C 30 / 37 | C 30 / 37 | C 30 / 37 | C 30 / 37 |
| Concreto superior, granularidade máx. | 0/8 | 0/8 | 0/8 | 0/8 |
| Desempenho paviment. aprox. | 500 m / turno | 1100 m / 24 h | 550 m / turno | 450 m / turno |

Fotos:

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01733 A equipe da Bickhard Bau trabalhou 24 horas na obra da A5 próximo a Karlsruhe-Durlach. A flexibilidade da Wirtgen SP 1500 fez a diferença, possibilitando a conversão necessária da pavimentadora de concreto após 1 km, em meio à operação em andamento. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01566\_HI Para Jörg Ackermann, superintendente de pavimentação da Bickhardt Bau, a largura de transporte reduzida da Wirtgen SP 1500 também é uma vantagem importante. Isso possibilita a realocação da máquina com necessidade reduzida de montagem e desmontagem. Isso poupa tempo, por exemplo, na A5, onde a SP 1500 trabalhou em diversas seções. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01601\_HI A máquina de cura de textura TCM 1800 da Wirtgen aplica uma combinação de retardador de superfície e dispersão no concreto com agregado exposto pavimentado pela SP 1500. Isso protege a superfície durante um certo tempo contra ressecamento, solidificação e endurecimento inicial na superfície de concreto (aprox. 1 mm). |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01440\_HI Com velocidades de pavimentação de aprox. 50 m/h, a Berger Bau obteve produtividades de 500 m/dia na A1 próximo a Trier com o conjunto pavimentador SP 1500 da Wirtgen. Por meio de uma esteira transportadora, o concreto superior é depositado sobre o concreto inferior já compactado atrás da primeira pavimentadora e pavimentado diretamente pela segunda máquina. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01518\_HI Rudolf Moser, encarregado da obra na Berger Bau, atua há 25 anos na área de construção em concreto e acompanha também as operações de construção na A1 próximo a Trier. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01822\_HI 70 funcionários da Max Bögl operaram concomitantemente na A9. Além dos dois operadores das pavimentadoras SP 1500, a equipe da obra também contou com o pessoal em solo, os operadores do misturador de concreto e os motoristas de caminhão. Estes foram responsáveis pela alimentação pontual de concreto fresco. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01852\_HI A construção da pista de concreto exige um sistema complexo, composto por máquina, material, clima, condições ambiente e pessoas. Christoph Hofmeister, gerente de setor na Max Bögl, considera a logística como o maior desafio na pavimentação de concreto de duas camadas Para ele, o posicionamento estável é a grande vantagem das pavimentadoras de concreto superior com 4 lagartas, como por exemplo a Wirtgen SP 1500. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | SP1500\_01901\_HI A manta colocada sobre a sub-base evita que as fissuras de reflexão da sub-base sejam transmitidas à laje de concreto. Assim a Eurovia pavimentou de forma segura e em duas camadas o concreto na A1 próximo a Lübeck, com largura de 15,25 m e comprimento de 5,3 km, utilizando as pavimentadoras SP 1500 L/SP 1500 da Wirtgen. |

*Observação: Essas fotos servem apenas para a visualização prévia. Para impressão nas publicações, devem ser utilizadas as fotos em resolução de 300 dpi, disponíveis para download no site da Wirtgen GmbH /do Wirtgen Group.*

|  |  |
| --- | --- |
| Para mais informações, entre em contato com:  WIRTGEN GmbH  Corporate Communications  Michaela Adams, Mario Linnemann  Reinhard-Wirtgen-Straße 2  53578 Windhagen  Alemanha  Telefone: +49 (0) 2645 131 – 0  Fax: +49 (0) 2645 131 – 499  E-mail: presse@wirtgen.com  www.wirtgen.com |  |