Estradas de concreto:
este é o caminho do futuro.

O Futuro chega mais rápido pelas estradas de concreto.

Hoje, em todo o mundo, administradores e técnicos experimentados em projetos e construções de estradas, encontram no concreto as soluções inovadoras que satisfazem os mais variados níveis de exigências técnicas.

No Brasil, não é diferente, e a ABCP, fundada em 1936, é hoje considerada um centro de referência e vanguarda em tecnologia do cimento Portland, realizando pesquisas, aperfeiçoando técnicas e desenvolvendo profissionais em todos os níveis.

Antes de decidir, consulte a ABCP para concretizar com sucesso o seu projeto.

Associação Brasileira de Cimento Portland

RODOANEL MÁRIO COVAS
FOTO: GLÉCIA VIEIRA

Pense em concreto:
A solução ideal
com possibilidades infinitas.

Os pavimentos à base de cimento são alternativas cuja principal característica é a durabilidade, proporcionando grande economia, em função dos baixos custos de manutenção.
A ABCP tem a tarefa de difundir as inovações técnicas de projeto, construção e reabilitação de pavimentos, oferecendo diferentes opções de pavimentação, para atender as necessidades específicas da sociedade, oferecendo ainda segurança, conforto de rolamento, durabilidade, além de economia para o usuário e o poder público.

A realidade concreta,
hoje, é outra.

O pavimento de concreto ressurgiu, nos últimos anos, em países de características tão diversas como o México, a África do Sul, a Espanha e a Índia.
E por quê? Porque, basicamente e em primeiro lugar, seu custo inicial tornou-se atraente diante das alterações da estrutura de preços dos derivados de petróleo, e do crescimento da conscientização de governos e contribuintes da necessidade vital que é aproveitar ao máximo a aplicação dos recursos públicos, buscando o maior benefício e o menor custo.

Projeto.

O projeto de um pavimento de concreto é feito com métodos consagrados que buscam principalmente o desempenho ótimo estrutural.
Entre eles usam-se o Método da Portland Cement Association (PCA), elementos finitos etc.

O objetivo é que as obras de pavimentação de concreto, sejam duradouras, que sigam as especificações técnicas e cumpram a viabilidade econômica requerida.

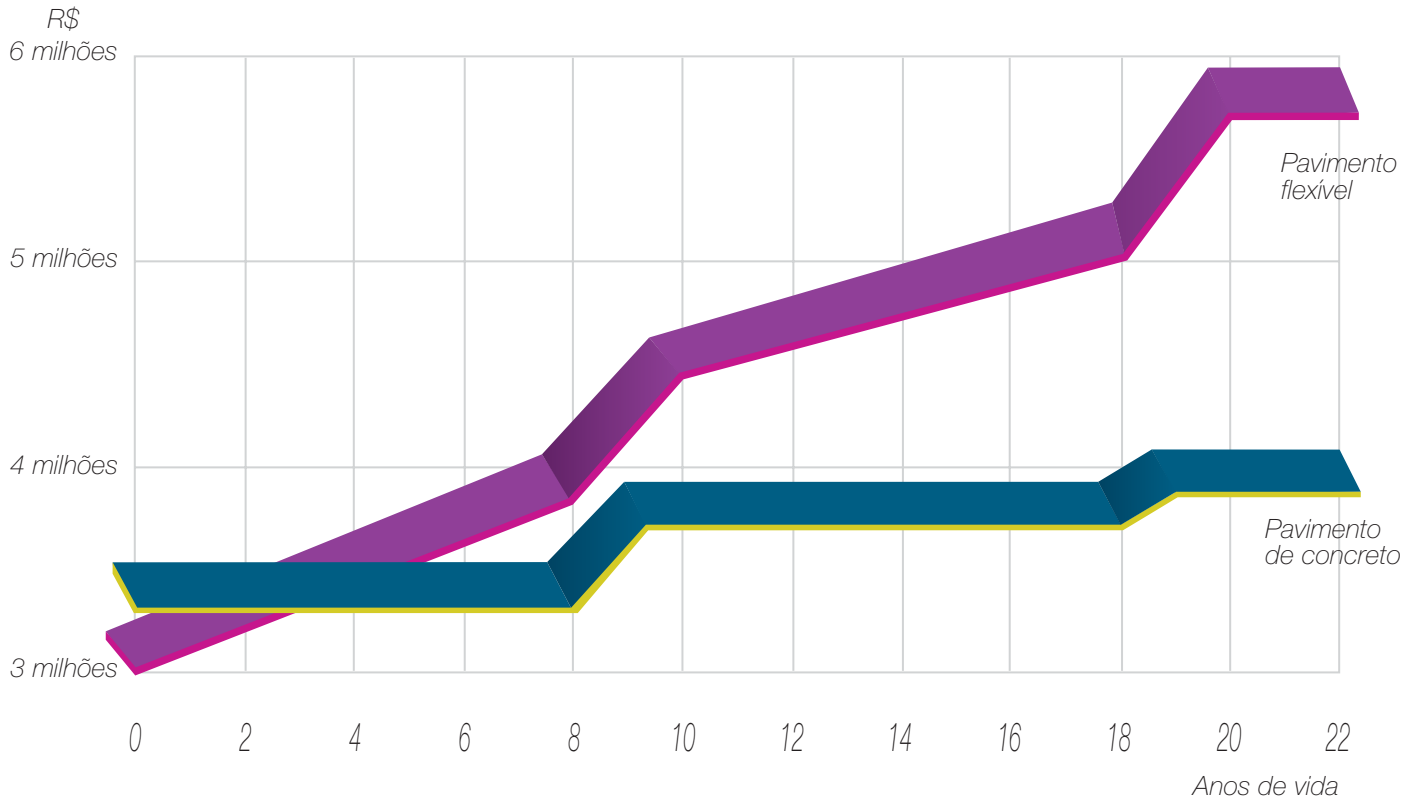
Rodovia Castello Branco - SP

Rodovia Rio/Petrópolis - RJ

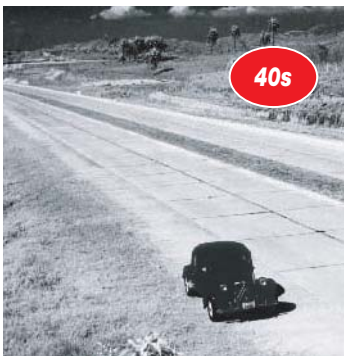
Rodoanel - SP

Ciclo de vida.

Quando se compara o concreto com uma estrutura equivalente de pavimento flexível, principalmente em rodovias de tráfego pesado, obtém-se um melhor desempenho da opção de pavimento de concreto, em função do seu custo construção (custo inicial) ser competitivo, requerer quase nenhuma manutenção e oferecer ao usuário baixo custo de operação durante sua vida útil.

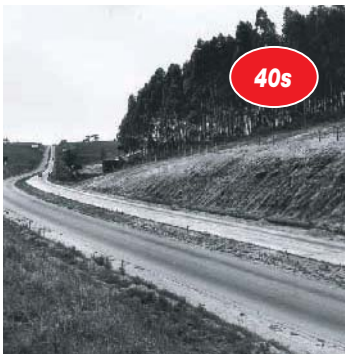


Sucesso comprovado pelo tempo.

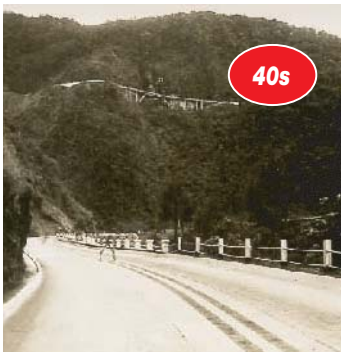


Estrada de São Miguel Paulista - SP

Aeroporto de Congonhas - SP



Rodovia Anchieta - SP

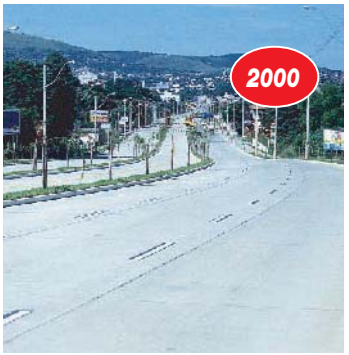


Estrada Rio/Petrópolis - RJ

Via Expressa Belo Horizonte - MG

Rodovia dos Imigrantes - SP

Serra do Rio do Rastro - SC



Av. III Perimetral - Porto Alegre - RS

Rodovia Vitória-Escada - PE

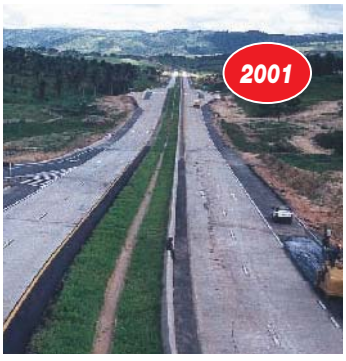
Praia da Boa Viagem - PE

Rio de Janeiro - Itaipava - RJ

Interligação Anchieta/Imigrantes

Rodovia MT 130 - MT

Marginais da Castello Branco - SP



BR 232 - PE

Rodoanel - SP

Construir um pavimento de concreto com qualidade, é muito mais simples e rápido do que se pensa. As alternativas oferecidas são:

- **CONCRETO SIMPLES.**

Constituído de concreto de cimento portland como camada de base e revestimento. Nesse tipo de pavimento apenas o concreto resiste aos esforços solicitantes, sem nenhum tipo de armadura, sendo dotado de juntas transversais e longitudinais.

- **CONCRETO SIMPLES COM BARRAS DE TRANSFERÊNCIA.**

Constituído de concreto de cimento portland como camada de base e revestimento, nesse tipo de pavimento apenas o concreto resiste aos esforços solicitantes, sem armadura distribuída, com juntas transversais e longitudinais, sendo as transversais dotadas de barras de transferência de carga.

- **CONCRETO SIMPLES COM ARMADURA DISTRIBUÍDA DESCONTÍNUA, SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL.**

Constituído de concreto de cimento portland como camada de base e revestimento. Nesse tipo de pavimento apenas o concreto resiste aos esforços solicitantes, sendo dotado de armadura distribuída descontínua, sem função estrutural, com juntas transversais e longitudinais, sendo as transversais dotadas ou não de barras de transferência, em função do projeto.

- **CONCRETO SIMPLES COM ARMADURA DISTRIBUÍDA CONTÍNUA, SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL.**

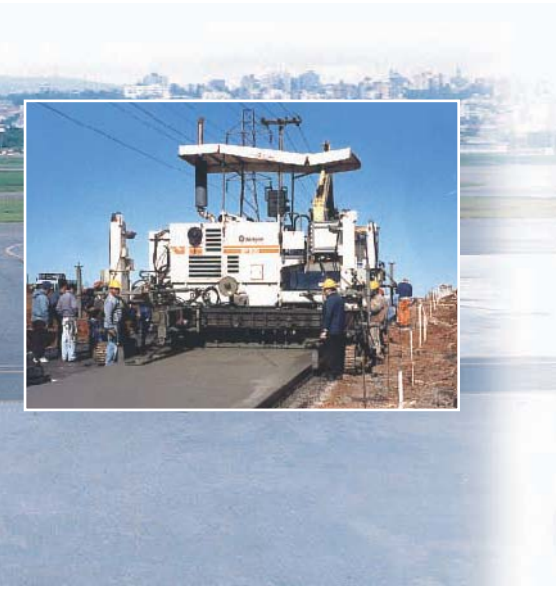
Constituído de concreto de cimento portland como camada de base e revestimento. Nesse tipo de pavimento apenas o concreto resiste aos esforços solicitantes, sendo dotado de armadura distribuída contínua, sem função estrutural. Não existem juntas transversais de retração, apenas juntas longitudinais de articulação ou de construção. As taxas de ação utilizadas são elevadas, podendo chegar a 1% da seção transversal.

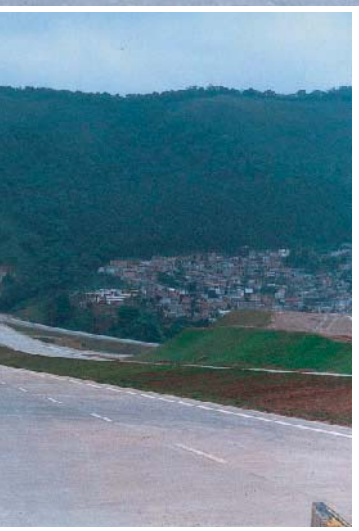
- **CONCRETO ESTRUTURALMENTE ARMADO.**

Constituído de concreto de cimento portland como camada de base e revestimento. Nesse tipo de pavimento a armadura tem função estrutural, ou seja, é ela que resiste aos esforços solicitantes. O pavimento é dotado de juntas transversais de retração e longitudinais de articulação ou construção, sendo as transversais com barras de transferência. As espessuras de concreto são inferiores às calculadas para o concreto simples.

- **CONCRETO PROTENDIDO.**

Constituído de concreto de cimento portland como camada de base e revestimento. Nesse tipo de pavimento a armadura tem função estrutural, conforme os critérios clássicos de cálculo de concreto protendido. O pavimento é dotado apenas de juntas especiais de construção, tanto transversais quanto longitudinais. As espessuras de concreto são inferiores às calculadas para o concreto simples.





- **WHITETOPPING.**

É a técnica de reabilitação de pavimentos com revestimento asfáltico (flexíveis, invertidos ou semi-rígidos) em que o pavimento de concreto é aplicado diretamente sobre eles, com ou sem camadas de nivelamento, conforme os procedimentos clássicos de projeto e construção dos pavimentos rígidos. De um modo geral não exige grande quantidade de serviços de reparação do pavimento asfáltico existente antes de sua colocação.

- **CONCRETO ROLADO ou compactado com rolo.**

O concreto rolado é uma mistura de agregados, cimento portland, água e, eventualmente, aditivos, com consumo de cimento inferior ao do concreto convencional, de consistência seca e trabalhabilidade tal que permite que seja adensado por rolos compressores, resultando num produto compacto e de grande durabilidade.

- **SOLO-CIMENTO.**

É a combinação de solo, cimento e água, cada um deles em quantidades definidas em laboratório por dosagem racional, resultando uma mistura homogênea, que após compactada e curada, tem significativa resistência mecânica e elevada durabilidade.

- **RECICLAGEM DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS.**

A reciclagem de pavimentos flexíveis com cimento ou com cimento e emulsão asfáltica é prática mundialmente espalhada, de claras vantagens técnicas, econômicas e ambientais: minimiza mudanças de greide, preserva sarjetas e meios-fios, melhora a capacidade estrutural do pavimento, requer menores intervenções de concordância em encontros com pontes, viadutos e túneis, redundando tudo isso em menores custos de construção. Do ponto de vista ambiental, a reutilização de materiais traz a desnecessidade de exploração de novas fontes de matérias-primas, cumprindo a premissa básica da gestão ambiental - a redução na fonte - além de eliminar os custos de escavação, carga e transporte e economizar energia na fabricação.

- **PAVIMENTO SUPERPOSTO DE CONCRETO ("overlay").**

O pavimento de concreto é também usado para recobrir antigos pavimentos desse mesmo tipo, sendo conhecida internacionalmente a solução como overlay de concreto. Pode ser empregado sob três formas: overlay aderido, quando a estrutura a ser recoberta está em bom estado físico e trata-se de apenas aumentar sua capacidade de carga, no caso de aumento de tráfego ou de peso dos veículos; semi-aderente, em que o pavimento existente está em mediano estado funcional e estrutural; e não-aderente, nos casos de degradação acentuada do antigo pavimento de concreto.

Equipamentos de grande porte e alta produtividade para pavimentos rodoviários.

Disponíveis no Brasil equipamentos de alta produtividade, que executam pavimentos com qualidade, economia, precisão e principalmente com conforto de rolamento nos padrões internacionais.

Vibroacabadoras de Fôrmas Deslizantes.

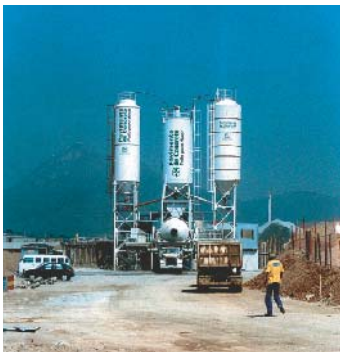
Gomaco GP-2600

CMI SF 3004

Wirtgen SP 500

CMI Suburban Paver

Usinas Transportáveis, Dosadoras e Misturadoras.



Erie Strayer MG11C

ARCEN ARCMOV - 100

Schwing Stetter M2

Aplicadora de cura e texturizadora.

CMI TC 2604

Distribuidora de concreto.

CMI PS 3302

Equipamentos de médio porte para pavimentos rodoviários e urbanos.

Gomaco - C 450

BID-WELL 5000

Equipamentos de pequeno porte para pavimentos urbanos.

Réguas vibratórias

Réguas adensadoras de rolos

Corte de Juntas

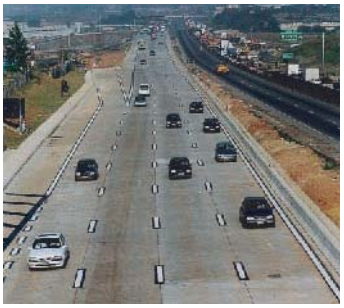
Ponte de Serviço

Concreto Simples com e sem Barras de Transferência. Concreto contínua ou descontinuamente armado, sem função estrutural e concreto com fibras.

Aplicações:
Excelente alternativa de pavimentação, para estradas, marginais, grandes avenidas, corredores de ônibus, aeroportos, portos etc. Possui custo inicial competitivo, quando comparado com o pavimento flexível, em condições de tráfego pesado.

Vantagens:
- Durabilidade;
- Qualidade de superfície;
- Conforto de rolamento;
- Custo inicial competitivo;
- Baixo custo de manutenção;
- Baixo custo de operação;
- Resistência aos agentes químicos;
- Resistência à abrasão;
- Resistência mecânica;
- Segurança;
- Menor consumo de energia elétrica.

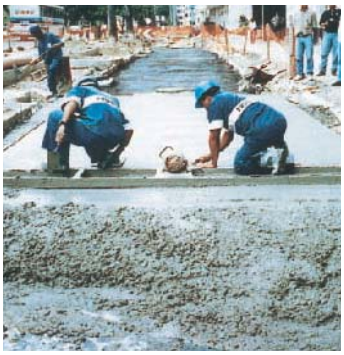
Procedimento de execução:
Pode ser construído com equipamentos de alta produtividade quando se tratar de obras de grande porte, como estradas, aeroportos, portos, marginais etc; e de pequeno porte, quando se tratar de obras urbanas, como avenidas, corredores de ônibus etc.


Nova Dutra - SP

Aeroporto de Brasília - DF

Av. Iguaçu/Curitiba - PR

Porto de Paranaguá - PR


Praia do Flamengo - RJ

Estruturalmente armado.

Definição:

É uma alternativa de pavimento de concreto que utiliza armaduras com finalidade estrutural, isto é, tem de fato a função de combater as tensões de tração na flexão geradas na placa.

Nesses pavimentos, a armadura principal é sempre colocada na parte inferior das placas, onde a maior parte dessas tensões se desenvolvem.

Vantagens:

Em função da posição do carregamento em relação às juntas pode-se determinar as diversas tensões atuantes e armar as placas nesses pontos específicos. Desse modo, a capacidade estrutural do pavimento será sempre a mesma, não importa onde a carga esteja.

Pela metodologia utilizada no cálculo das tensões atuantes (cartas de influência de Pickett & Ray), pode-se empregar espessuras menores, resultando menores valores dos momentos fletores atuantes.

É possível executar placas de até 30 m de comprimento, desde que se inclua uma armadura complementar na face superior destinada a absorver os esforços devido às variações térmicas das placas.

No caso de rodovias com duas faixas de rolamento não é necessária a junta longitudinal, podendo-se executar as placas de uma só vez.

Ponte Rio/Niterói - RJ

Detalhe da armadura

Vibroacabadora de concreto

"*Superestrada*"

Concreto protendido.

Excelente solução nas situações em que a pequena distância de juntas não é desejável, tem sido empregado em pisos industriais de grande porte e em pistas de pouso e de taxiamento e pátios de estacionamento de aeronaves de aeroportos importantes.
Três características marcantes do pavimento de concreto protendido são: a sensível redução da espessura necessária de placa - resultando em menor consumo de materiais - ; a distância entre juntas transversais superior, em geral, a 100 m; e o excelente conforto de rolamento da superfície.

Aeroporto Internacional do Galeão - RJ

FOTO: ERLEY CHADE

Aeroporto Internacional Afonso Pena - PR

FOTO: VICENTE RAMOS COELHO

Aeroporto Internacional Salgado Filho - RS

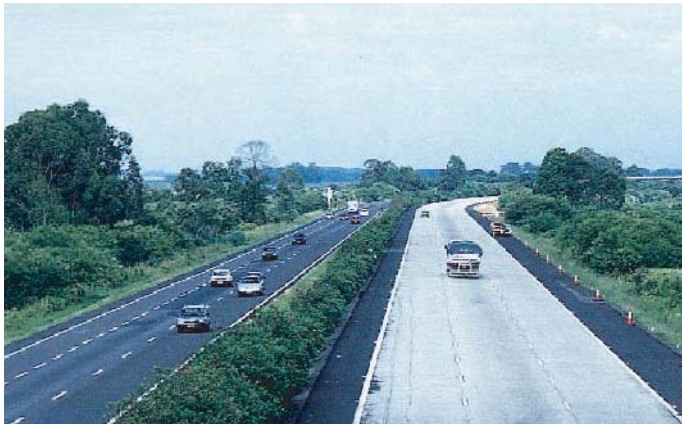
Whitetopping.

Definição:
Revestimento de pavimentos asfálticos com concreto de cimento Portland.

Vantagens:
O whitetopping - ou seja, o recobrimento de pavimentos flexíveis com concreto - permite ampliar a vida útil e a capacidade de carga desses pavimentos, substituindo vantajosamente a construção por etapas, sendo solução definitiva e não paliativa e temporária, tendo custo de construção altamente competitivo com o das práticas comumente adotadas. Pode ser de três tipos diferentes: o WT tradicional, cuja primeira aplicação deu-se em 1918, com espessura mínima de até 10 cm e que pode ser aplicado em qualquer estado de degradação do pavimento flexível; o WT ultradelgado, com espessuras entre 10 cm e 5 cm, usado desde 1988, que se presta para reforçar estruturalmente o pavimento existente; e o WT delgado composto, estrutura que mescla vantajosamente as características dos dois primeiros tipos, permitindo espessuras entre as que resultariam entre a do WT tradicional e a do ultradelgado.

- A preparação da superfície deteriorada é mínima, reparando principalmente "panelas" existentes ou fresando a superfície (no caso de existência de trilhas de roda consideráveis);
- Vida útil acima de 20 anos;
- Como todo pavimento de concreto, economiza energia elétrica de iluminação e combustível.

Free-Way - RS



Aplicações:
Em qualquer pavimento flexível com a superfície deteriorada, seja em estradas, aeroportos, portos, grandes avenidas, marginais, ruas urbanas, corredores de ônibus etc.

Procedimento de execução:

- Avaliação das condições em que se encontra o pavimento flexível;
- Ensaios da condição de suporte de carga do pavimento existente, a ser recuperado;
- Preparação da superfície, se requerida, tapando os buracos ("panelas") existentes e fresando as regiões que apresentem grandes deformações, como trilhas de rodas excessivas;
- No caso do WT ultradelgado, limpeza da superfície existente para garantir a aderência da placa de concreto ao pavimento flexível;
- Definição do tipo de equipamento de pavimentação adequado ao porte da obra, podendo ser desde uma régua vibratória, até uma vibroacabadora de fôrmas deslizantes;
- Com a superfície pronta para ser reabilitada, o concreto deve ser monitorado para atender as exigências do projeto;
- O concreto deve ser aplicado sobre a superfície previamente lavada com água limpa, para posteriormente ser adensado;
- Imediatamente após a concretagem deve-se fazer o ranhuramento da superfície, bem como a aplicação do produto de cura química;
- Por fim deve-se serrar as juntas. Caso seja um WT ultradelgado não há necessidade da selagem das juntas; caso contrário, se for do tipo WT tradicional, as juntas deverão ser seladas.

SP 79 - SP

Concreto Rolado ou compactado com rolo.

Construindo novos caminhos.
O concreto rolado é uma técnica usada com êxito em um grande número de países, inclusive no Brasil, substituindo com vantagens o pavimento flexível. Ideal para uso em lugares de circulação em baixa velocidade.

Vantagens:

- Custo inicial mais baixo que a alternativa em flexível;
- Vida útil de mais de 20 anos, com pequena manutenção;
- Maior luminosidade e segurança;
- Reduz o desgaste dos veículos e o consumo de combustível;
- Construção com equipamento comum e mão-de-obra já disponíveis nas construtoras.

Aplicações:

Ideal para lugares de baixa velocidade, tendo como principal característica a alta durabilidade comum a todos os pavimentos de concreto.
As principais aplicações são:

- Rodovias vicinais;
- Pavimentos urbanos;
- Pátios de manobras;
- Locais de armazenamento de produtos e/ou matérias-primas;
- Locais de tráfego pesado e de baixa velocidade;
- Sub-base para pavimentos de concreto.

Procedimentos de execução:

A produção deve ser feita em usina apropriada, o que garante maior uniformidade e qualidade da mistura.

Espalhamento

Espalhamento

O concreto pode ser descarregado no solo e espalhado por uma motoniveladora, ou diretamente em uma pavimentadora de asfalto ou distribuidora de agregados. A compactação dá-se com rolo simples ou vibratório.

Rolo compactador

Ensaio de Compactação

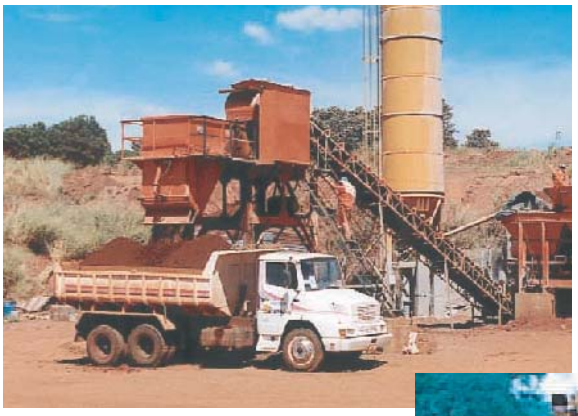
Solo-cimento.

Os pavimentos com base ou sub-base de solo-cimento são empregados no Brasil desde 1939, quando foi construída a estrada Caxambú-Areias, em empreendimento no qual a ABCP juntou-se ao DNER; desde então, foram executados no País mais de 25.000 km com essa solução, um marco mundial.

Mistura homogênea compactada, curada e endurecida de solo, cimento e água, pode empregar solos do próprio leito da futura base, misturados no local com equipamento pulvimisturador, ou usar solos selecionados, de jazida, misturados em usina central ou no próprio campo.

Custo inicial baixo e alta durabilidade são dois pontos fortes dessa alternativa. Indicado como base e sub-base de pavimentos flexíveis e de peças pré-moldadas de concreto e sub-base de pavimentos de concreto.

No campo rodoviário, serve também como contenção de encostas.



Usina de solo-cimento

Imprimação de cura

Camada de solo-cimento acabado

Reciclagem de pavimentos flexíveis.

A reciclagem de pavimentos flexíveis com cimento ou com cimento e emulsão asfáltica é prática mundialmente espalhada, de claras vantagens técnicas, econômicas e ambientais: minimiza mudanças de greide, preserva sarjetas e meios-fios, melhora a capacidade estrutural do pavimento, requer menores intervenções de concordância em encontros com pontes, viadutos e túneis, redundando tudo isso em menores custos de construção. Do ponto de vista ambiental, a reutilização de materiais traz a desnecessidade de exploração de novas fontes de matérias-primas, cumprindo a premissa básica da gestão ambiental - a redução na fonte - além de eliminar os custos de escavação, carga e transporte, e economizar energia na fabricação.

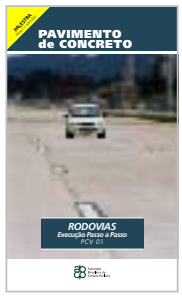
Pavimento superposto de concreto ("overlay").

O pavimento de concreto é também usado para recobrir antigos pavimentos desse mesmo tipo, sendo conhecida internacionalmente a solução como overlay de concreto.
Pode ser empregado sob três formas: overlay aderido, quando a estrutura a ser recoberta está em bom estado físico e trata-se de apenas aumentar sua capacidade de carga, no caso de aumento de tráfego ou de peso dos veículos; semi-aderente, em que o pavimento existente está em mediano estado funcional e estrutural; e não-aderente, nos casos de degradação acentuada do antigo pavimento de concreto.

Ferramentas disponíveis.

Ferramentas estão à disposição do meio técnico e acadêmico, para auxiliá-los na elaboração de projetos e execução de obras.

- Manual da Qualidade;
- Software para elaboração de estudos de viabilidade;
- Práticas recomendadas;
- Correlação entre índices de aferição do conforto de rolamento;
- Software "Pavement Evaluator";
- Vídeos e CDs técnicos.



Consultoria.

A ABCP presta serviço de consultoria nas seguintes áreas:

- Suporte e assessoria no desenvolvimento de projetos de pavimento de concreto, concreto compactado com rolo e solo cimento;
- Viabilidade técnica e econômica dos pavimentos cimentados;
- Dimensionamento de equipamentos e equipes para execução de obras;
- Desenvolvimento do traço de concreto mais adequado e econômico;
- Suporte técnico durante a construção;
- Ensaios especiais como medição de irregularidade dos pavimentos;
- Caracterização dos componentes;
- Análise do desempenho de agentes de cura química para concreto;
- Análise do desempenho de aditivos plastificantes, superplastificantes, retardadores e incorporadores de ar;
- Análise dos agregados quanto a reatividade potencial;
- Monitoramento (pós obra) - ensaio de mancha de areia, patologias diversas, conforto de rolamento, etc.
- Estudo da compatibilidade cimento-aditivo.

Associação
Brasileira de
Cimento Portland

Informações: 0800-555776 • dcc@abcp.org.br • www.abcp.org.br

Escritórios regionais:

NORTE/NORDESTE: Recife/PE - Tel/Fax: (81) 3222 4410 / 3423 5565
CENTRO-OESTE: Brasília/DF - Tel/Fax: (61) 234 5911 / 234 5012
MINAS GERAIS: Belo Horizonte/MG - Tel.: (31) 3223 0721 / Fax: (31) 3284 0021
RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro/RJ - Tel.: (21) 2531 1990 / Fax:(21) 2531 2729
SÃO PAULO: São Paulo/SP - Tel.: (11) 3760 5311 / 3760 5317 / Fax: (11) 3760 5320
SUL: Curitiba/PR - Tel.: (41) 333 2019 / Fax: (41) 333 2875

OGR