

	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Grupo de Serviço PAVIMENTAÇÃO
	PAVIMENTO EM CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND	Código DERBA-ES-P-19/01

1. OBJETIVO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de pavimento de concreto simples de cimento Portland, em obras rodoviárias sob a jurisdição do DERBA.

2. GENERALIDADES

Os pavimentos de concreto simples de cimento Portland são constituídos de placas de concreto nos quais as tensões solicitantes são combatidas tão somente pelo próprio concreto e que não contém qualquer tipo de armadura distribuída, não se considerando como tal eventuais sistemas de ligação ou de transferência de carga entre as placas formadas pelas juntas longitudinais e transversais, nem armaduras de retração eventualmente exigidas pelo projeto e aplicadas em placas de forma, tamanho ou função não usuais.

As placas de concreto constituintes do pavimento devem ser assentadas sobre uma sub-base estabilizada com material granular, solo melhorado com cimento, concreto rolado ou outra indicada no projeto, a fim de que sejam evitados os efeitos de bombeamento e seja assegurado às placas um suporte uniforme ao longo do tempo.

3. MATERIAIS

Todos os materiais devem satisfazer às especificações adotadas pelo DERBA, sendo seu armazenamento efetuado de modo a preservar suas características e qualidade.

3.1 Cimento

Devem ser empregados cimento Portland comum, cimento Portland de alto forno ou cimento Portland pozolânico, podendo-se utilizar outros tipos de cimento Portland desde que comprovada a sua adequação e com a aprovação da Fiscalização.

Podem ser utilizados cimento Portland a granel ou em sacos. No caso do uso de cimento a granel devem ser controlados rigorosamente os documentos de entrega, nos quais constarão as características do cimento de acordo com as especificações brasileiras.

Os lotes recebidos em épocas diferentes devem ser estocados separadamente, sendo consumidos em ordem cronológica de recebimento. Deve ser ensaiado, todo cimento a granel armazenado por mais de 6 (seis) meses.

No caso de cimento acondicionado em sacos, os mesmos devem ser armazenados em pilhas de no máximo 10 (dez) sacos cada uma, colocadas em locais que as protejam contra a umidade e intempéries, devendo-se conservar a embalagem original até o momento de sua utilização. Caso o armazenamento seja superior a 3 (três) meses, todo o cimento em saco deve ser reensaiado.

Não pode ser admitida a mistura de dois ou mais tipos, ou classe de cimento, na execução do pavimento;

3.2 Agregados

Os agregados para a confecção de concreto devem ser materiais são, resistentes e inertes. A dimensão máxima característica do mesmo não deve exceder 1/4 da espessura da placa de concreto ou 50mm, obedecendo a mesma relação.

Os agregados de tipos e procedências diferentes devem ser depositados em áreas distintas visando a que os mesmos não se misturem entre si ou com materiais estranhos que venham a prejudicar a sua qualidade.

O agregado miúdo deve ser areia quartzosa ou areia artificial resultante da britagem de rochas estáveis, ou, desde que aprovados pela Fiscalização, quaisquer outros materiais inertes com características semelhantes e diâmetro máximo igual ou inferior a 4,8mm;

3.3 Água

A água destinada ao amassamento do concreto deve ser isenta de teores prejudiciais de substâncias estranhas. Presumem-se satisfatórias as águas potáveis e as que tenham pH entre 5,0 a 8,0 e respeitem os seguintes limites máximos:

- Matéria orgânica (expressa em oxigênio consumido) 3 mg/l;
- Resíduo sólido 5000 mg/l;
- Sulfatos (expresso em íons SO) 600 mg/l;
- Cloretos (expresso em íons Cl⁻)..... 100 mg/l;
- Açúcar..... 5 mg/l.

Em casos especiais, devem ser consideradas outras substâncias prejudiciais. Nos casos duvidosos, para verificar se a água em apreço é prejudicial, devem ser feitos ensaios comparativos de pega e resistência à compressão de argamassas, em igualdade de condições de moldagem, cura e ensaio, com água reconhecidamente satisfatória e com a água suspeita, que servirá de base à Fiscalização para aceitá-la ou recusá-la;

3.4 Aço para as barras de transferências e barras de ligação

As barras de transferências devem ser obrigatoriamente lisas e retas, de aço do tipo CA-25.

As barras de ligação devem ser de aço especial CA-50, tolerando-se o emprego alternativo de barras lisas de aço desde que o cálculo destas seja referido às características deste tipo de aço.

As telas soldadas empregadas nas armaduras de combate à fissuração devem atender as normas ABTN-NBR-7481;

3.5 Material selante para juntas de retração

O material selante para juntas deve ser suficientemente aderente ao concreto, resistente à infiltração de água e à penetração de sólidos, duráveis e de manuseio não prejudicial à saúde do operador, devendo conservar estas propriedades em todas as condições ambientais e de tráfego. Em áreas de pavimentação sujeitas a estacionamento de veículos, como em pátios de estacionamento de veículos, o selante deve resistir ainda, à ação solvente dos derivados de petróleo.

Quanto à natureza e ao tipo de aplicação, o material selante pode ser moldado a frio, moldado a quente ou pré-moldado.

Somente em obras de pequeno porte, admitir-se-á o emprego de selantes termoplásticos como alcatrão, asfaltos e composto de asfalto e borrachas.

Os selantes moldados a frio podem ser produtos industriais mono ou no máximo, bi componentes, aplicáveis à temperatura ambiente, à base de resinas epóxicas, polisulfetos orgânicos, uretanos, silicões ou polinercaptanos.

Os selantes moldados a quente devem ser mastiques elásticos, compostos de associação entre um líquido viscoso (por exemplo, emulsões, óleos não secativos, asfaltos de baixa penetração) e um filer (fibras de amianto, cimento Portland, cal, areia fina ou equivalente).

Os selantes pré-moldados podem ser de preferência, poliuretanos, polietilenos, poliestirenos, cortiças ou borrachas sintéticas.

Em qualquer caso, somente podem ser utilizados produtos cuja qualidade seja previamente aprovada pela Fiscalização;

3.6 Material de enchimento das juntas de dilatação

Podem ser utilizadas como material de enchimento da parte inferior das juntas de dilatação fibras trabalhadas, cortiça, borracha esponjosa, poliestireno ou pinho sem nó devidamente impermeabilizado.

Os materiais selantes a serem colocados sobre os materiais de enchimento da parte inferior das juntas de dilatação, devem cumprir as exigências descritas no item 3.e, sendo vedado o uso de selantes vazados a quente e materiais de enchimento susceptíveis a altas temperaturas;

3.7 Material para isolamento e impermeabilização da fundação do revestimento em concreto de cimento Portland

Deve ser utilizado como elemento isolante entre a placa de concreto e a sub-base, como membrana plástica, flexível, com espessura mínima de 0,2mm, um papel betuminado ou alcatroado do tipo "kraft" ou pintura betuminosa.

O papel betuminado deve ter uma gramatura de, no mínimo, 200g/m² e a quantidade de cimento asfáltico de petróleo ou alcatrão nele contida não deve ser inferior a 60g/m²;

3.8 Material para a cura do concreto

Na primeira fase do processo de cura do concreto (de 24h a 72h), deve ser empregado um produto químico apropriado, gerador de película plástica, tecido de juta molhado ou lençol plástico.

Na fase complementar de cura até 28 dias, deve ser empregado uma camada de areia (5cm), palha (10cm), ou outro material, saturado por irrigação durante todo o período;

3.9 Concreto

O concreto deve ser dosado por método racional, de modo a ser obtido, com os materiais disponíveis uma mistura que satisfaça as condições de resistência mecânica impostas pelo projeto, uma trabalhabilidade adequada ao processo construtivo empregado e um produto endurecido compacto e de baixa permeabilidade.

A resistência à tração na flexão deve ser determinada pelo ensaio de corpos de prova prismáticos, de acordo com os procedimentos constantes nas ABNT NBR-5738 e ABNT NBR-12142.

A resistência à compressão simples deve ser determinada pelo ensaio de corpos de prova cilíndricos, de acordo com os procedimentos constantes nas ABNT NBR-5738 e ABNT NBR-5739.

O consumo mínimo de cimento é de 350 kg/m³ de concreto.

Na dosagem racional do concreto devem ser consideradas as recomendações relacionadas na Tabela abaixo:

DISCRIMINAÇÃO	VALORES RECOMENDADOS
Fator água/cimento	0,40 a 0,50
Agregado miúdo	Dimensão máxima característica = 4,8mm.
Agregado graúdo	Dimensão máxima característica entre 1/5 e 1/4 da espessura do concreto, nunca superior a 50mm.
Abatimento	Máximo de 6 cm – ABNT NBR-7223

4. EQUIPAMENTOS

Todo equipamento deve ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não pode ser dada a autorização para o início dos serviços.

4.1 Equipamento para confecção do concreto

É facultativo, quando da utilização do trem de concretagem operando sobre formas e trilhos, a confecção do concreto em usina dosadora e mistura em caminhões-betoneira.

Em qualquer caso, os dispositivos para medição das quantidades de materiais devem conduzir a erros máximos de 2% para o cimento e os agregados e 1,5% para a água, sendo aferidos constantemente.

As betoneiras devem produzir concreto homogêneo, dispor de descarga sem segregação dos componentes do concreto e ter capacidade que permita continuidade nas operações de concretagem do pavimento;

4.2 Equipamento para transporte do concreto

O transporte do concreto deve ser feito em caminhões de caçamba do tipo dumprete, a critério da Fiscalização, pode ser empregado, alternativamente, caminhões comuns de caçamba basculante, desde que não provoquem segregação ou perda dos componentes do concreto, ou caminhões-betoneira.

4.3 Equipamento para espalhamento, adensamento e acabamento do concreto (trem de concretagem, operando sobre formas/trilhos)

- Deve ser composto das seguintes unidades: distribuidora de concreto, rotor frontal, vibro-acabadora, e, opcionalmente, acabadora diagonal, máquina aspersora para cura e serra de disco diamantado. O número de unidades deve ser dimensionado de modo a permitir um fluxo de operação constante e compatível com a produção de concreto e o cronograma da obra.

- A unidade vibratória da acabadora deve alcançar, no mínimo, 3.500 vibrações por minuto.

- Em pequenas obras pode ser empregado, alternativamente ou conjuntamente, placas vibratórias e vibradores de imersão, desde que a espessura de concreto a ser adensado seja inferior a 16cm.
- As formas laterais de concretagem, que servem também de apoio e guia ao equipamento espalhador e de acabamento, devem ser metálicas e suficientemente rígidas, de modo a suportar, sem deformação apreciável, as solicitações do serviço. Formas mistas de madeira e metal só podem ser empregadas mediante o consentimento da Fiscalização.
- As formas devem guiar as máquinas empregadas e permitir seu perfeito rolamento.
- A superfície que se apóia sobre o terreno deve ter no mínimo 20cm de largura, nas formas de metal de até 20cm de altura, e largura no mínimo igual à altura, no caso de formas mais altas. As formas devem possuir, a intervalos máximos de 1,0m, dispositivos que garantam sua perfeita fixação ao solo e posterior remoção sem prejuízo para o pavimento executado. O sistema de união das formas deve ser tal que permita uma ajustagem correta e impeça qualquer desnivelamento ou desvio.
- Formas torcidas, empenadas ou amassadas não podem ser usadas; verificadas com uma régua de 3,0m nenhum ponto no topo deve afastar-se de mais de 3mm e, na face lateral, de mais de 5mm.
- Nas curvas de raio inferior a 30m devem ser usadas formas curvas ou flexíveis.
- O canteiro de serviço deve dispor de gabaritos que permitam a verificação dos perfis transversais do projeto.

4.4 Equipamento para execução de juntas

A execução de juntas, tanto transversais como horizontais, pode ser feita pelo processo de moldagem da ranhura com o concreto ainda fresco ou pelo emprego de serra de disco diamantado, na largura e na profundidade indicadas no projeto.

- No caso de juntas longitudinais de seção enfraquecida, é admitido a critério da Fiscalização, o processo de abertura da junta através da inspeção de perfis metálicos ou de plástico rígido, com o concreto ainda fresco.
- No processo de abertura da junta por moldagem da ranhura, o equipamento mínimo é composto por réguas tipo T, de aço, dispositivos adequados de vibração, ferramentas para arredondamento dos bordos, desempenadeiras e pontes de serviço.
- No processo de abertura da junta pelo emprego de serra de disco de diamante, o equipamento é a própria máquina prevista na seção.
- No processo de abertura da junta através da inserção de perfis metálicos ou de plástico rígido, o equipamento deve constar de unidade apropriada, disposta de guias para a inserção por compressão do material, a qual seguirá a unidade de concretagem;

4.5 Aparelhos para acabamento final da superfície

O canteiro deve dispor de desempenadeiras para acerto longitudinal de bordos ou de juntas (quando moldadas), aparelhos ou dispositivos para dar acabamento à superfície do concreto e réguas de 3,00m de comprimento para controle do desempenho do pavimento.

Os apetrechos e dispositivos para dar acabamento à superfície do concreto podem ser:

- Tiras ou faixas de lona;
- Vassouras de piaçava;
- Vassouras de fios metálicos;
- Vassouras de fio de náilon;
- Pentes de fios metálicos;
- Tubos metálicos, providos de mossas e saliências superficiais;
- Outros, a critério da Fiscalização.

A escolha do tipo de apetrecho ou dispositivo a ser usado deve ser feita ou ser determinada pela Fiscalização, que deve analisar, então, as condições ambientais, o tipo e as características das solicitações, a topografia e a geometria do pavimento.

Nos pavimentos a serem construídos em áreas críticas como, por exemplo, pistas de aeródromos, é necessário incrementar a segurança à derrapagem. Para tal, devem ser obrigatoriamente adotados, aqueles apetrechos ou dispositivos que aumentem significativamente o atrito entre a superfície acabada e a superfície de contato dos pneumáticos do veículo. Em tais casos, esta Norma recomenda usar, pela ordem de eficácia:

- Pentes de fios metálicos;
- Vassouras de fios metálicos;
- Vassouras de fios de náilon;
- Tubos metálicos providos de mossas e saliências;
- Vassouras de piaçava;
- Tiras ou faixas de lona;
- Outros, a critério da Fiscalização.

4.6 Equipamento para limpeza e selagem de juntas

O canteiro de obras deve dispor de todos os apetrechos necessários para limpeza e selagem de juntas, de acordo com os tipos de material selante previstos no projeto e aprovados pela Fiscalização.

4.7 Equipamento para controle de pavimentação

O canteiro da obra deve dispor dos serviços de laboratório para controle da dosagem, dos materiais e da qualidade do concreto, e dos demais serviços de pavimentação.

A critério da Fiscalização, podem ser exigidos equipamentos mais modernos de verificação final da superfície acabada, além das régua de 3,00m de comprimento.

5. EXECUÇÃO

5.1 Subleito

a) São consideradas operações de preparo da fundação as correções da camada superficial do subleito e os acertos do leito resultante das operações de terraplenagem. Consistirão na substituição de solos inadequados e na remoção de blocos de pedra ou raízes, pedaços de madeira ou qualquer outros materiais putrescíveis, até uma profundidade de 50cm, bem como raspagens e aterros que visem colocar o leito de acordo com o greide e o perfil transversal projetado.

b) Os solos de substituição a que se refere à seção anterior, bem como os solos de aterro da regularização do leito, devem ter sua composição granulométrica e plasticidade

aprovadas pela Fiscalização e devem ser compactadas em camadas tais que após a compactação, seja obtido 100% da massa específica aparente máxima alcançada de acordo com a obtida no ensaio de compactação utilizando-se a energia do Proctor Normal.

c) Nos casos em que a área a ser pavimentada possua uma das dimensões claramente superior a outra, por exemplo, em pistas de estradas e aeródromos a compactação é feita paralelamente à direção da maior dimensão da área, iniciando-se pelas bordas da área a pavimentar.

d) A superfície, depois de regularizada, deve ser enquadrada, quanto às cotas de projeto, nos seguintes rigores: pontos individuais, erro máximo de 1cm; erro máximo de nivelamento, por quilômetro, $0,015 L$ metros, sendo L a distância em quilômetros.

e) Concluída a operação de compactação do subleito, este deve ser testado por meio de provas de carga para determinação do coeficiente de recalque (k), executadas conforme a ASTM D 1196, no mínimo a cada 100 m lineares ou, nos casos de solos homogêneos de subleito e a critério da Fiscalização, a cada 200m, e nos pontos em que a Fiscalização julgar necessário. Caso o valor característico de coeficiente e recalque assim determinado seja inferior ao adotado no projeto, o subleito deve ser recompactado ou, se necessário, recomposto, até ser enquadrado nas especificações da obra.

f) A critério da Fiscalização, é admitido que o controle do coeficiente de recalque seja procedido através da execução de ensaios de índice de suporte Califórnia (CBR), em número estatisticamente significativo, aplicando-se a seguir, a correlação entre CBR e K .

g) Caso conste sub-base no projeto, esta é executada de acordo com prescrições especiais nele fornecidas. Em qualquer caso, deve ser infensa aos fenômenos de expansibilidade e de bombeamento, entendido este como a expulsão, sob a forma de lama fluída, e de baixo para cima, de solos finos plásticos porventura existentes no subleito do pavimento de concreto.

5.2 Assentamento de formas e preparo para a concretagem

a) As formas devem ser assentadas de acordo com os alinhamentos indicados no projeto, uniformemente apoiados sobre o leito e fixadas com ponteiro do aço, de modo a suportarem, sem deformação ou movimentos apreciáveis, as solicitações inerentes ao trabalho.

b) O topo das formas deve coincidir com a superfície de rolamento prevista.

c) O material em que se apóiam as formas deve estar compactado numa faixa que exceda de 50cm para cada lado a largura da base da forma.

d) Os ponteiros devem ser espaçados de, no máximo 1m, cuidando-se da perfeita fixação das extremidades adjacentes na junção das formas.

e) Em hipótese alguma é permitido o calçamento transversal das formas, que, depois de niveladas no topo, terão o espaço entre a base da forma e a fundação completamente preenchido com argamassas de modo a garantir apoio, contínuo.

f) O alinhamento e o nivelamento das formas devem ser verificados e, se necessário, corrigidos antes do lançamento do concreto.

- g) Quando se constatar insuficiência nas condições de apoio de qualquer forma, esta deve ser removida e convenientemente reassentada.
- h) Depois de fixadas, as formas devem garantir as cotas de projeto, não se admitindo erros superiores a 3mm, no sentido vertical, e a 5mm no alinhamento longitudinal verificado topograficamente.
- i) Assentadas as formas, deve ser procedida a verificação do fundo da caixa, com um gabarito que, nelas apoiado, mostre as correções eventuais onde necessárias.
- j) Após o acerto do fundo da caixa, de conformidade com o perfil transversal do projeto, a superfície deve ser coberta com tiras de papel, plásticos impermeabilizantes ou pintura betuminosa. Na colocação do papel ou do plástico, as tiras devem ser superpostas de 10cm, no mínimo. Papel, plástico e pintura devem ser mantidos intactos até o lançamento do concreto.
- k) Por ocasião da concretagem, as formas devem estar limpas e untadas a fim de facilitar a desmoldagem.
- l) O canteiro de obra deve ter formas assentadas em uma extensão mínima de dois terços da produção prevista para o dia, a contar do ponto em que estiver sendo lançado o concreto.
- m) Sobre a superfície pronta para receber o concreto não é permitido o tráfego de veículos ou equipamentos, salvo, a critério da Fiscalização, os caminhões de transporte de concreto, se a superfície estiver convenientemente livre, e desimpedida.

5.3 Preparo e lançamento do concreto

O intervalo máximo de tempo permitido entre o amassamento e o lançamento do concreto é de trinta minutos, sendo proibida a redosagem, sob qualquer forma; a critério da Fiscalização, caso sejam adotadas medidas eficientes de impedimento do início de pega do concreto, deve ser admitido que o tempo referido seja de, até, 60 minutos.

A produção de concreto deve ser regulada de acordo com a marcha das operações de concretagem, num ritmo que garanta a necessária continuidade do serviço.

O lançamento do concreto deve ser feito de modo a reduzir o trabalho de espalhá-lo, com isso diminuindo a segregação de seus componentes;

5.4 Espalhamento e adensamento do concreto e Acabamento inicial da superfície

- a) O espalhamento do concreto deve ser executado à máquina e, quando necessário, auxiliado com ferramentas manuais, evitando-se sempre a segregação dos materiais. O concreto deve ser distribuído em excesso por toda a largura da faixa em execução e rasado a uma altura conveniente para que, após as operações de adensamento e acabamento, qualquer ponto do pavimento tenha a espessura de projeto.
- b) O adensamento do concreto é feito por vibração superficial, exigindo-se, entretanto, o emprego de vibrações de imersão, sempre que a vibração superficial se mostrar insuficiente (por exemplo, próximo às formas, na execução de juntas), ou quando a espessura do pavimento o exigir.
- c) O acabamento mecânico da superfície é feito imediatamente após o adensamento do

concreto.

d) O equipamento vibro acabador deve passar em um mesmo local tantas vezes quantas forem necessárias ao perfeito adensamento do concreto, e para que a superfície do pavimento atenda o greide e o perfil transversal do projeto, pronta para o acabamento final. As depressões observadas à passagem da máquina devem ser imediatamente corrigidas com concreto fresco, sendo vedado o emprego de argamassas para esse fim. Deve ser evitado um número excessivo de passagens do equipamento pelo mesmo trecho.

e) É recomendado que, quando da passagem final necessária ao perfeito adensamento do concreto, o equipamento vibro acabador desloque-se continuamente, sem paradas, pelo menos a distância correspondente a duas placas, conforme o projeto devendo, para tal, ter sido lançado concreto suficiente, de modo que a vibro acabadora não tenha de aguardar novo lançamento estacionada em posição que fique entre duas juntas transversais seqüentes.

f) As superfícies em que se apóia o equipamento vibro acabador devem ser mantidas limpas, de modo a permitir o perfeito rolamento das máquinas e garantir a obtenção de um pavimento sem irregularidades superficiais.

g) A experiência mostra que, na retomada da concretagem, ocorrem freqüentemente, defeitos de acabamento e de adensamento do concreto à frente do ponto de parada do equipamento. Por isso, é recomendado que a distância entre tal ponto e a junta transversal anterior a ele não seja superior a 30cm, de modo a não interferir, além do mais, na região da própria junta.

h) Durante o andamento da obra deve ser zelado, para que as características do concreto produzido permaneçam satisfatórias, providenciando-se as ajustagens de traço que se fizerem necessárias, sempre que houver mudanças nas características dos materiais componentes do concreto.

5.5 Execução de juntas

Todas as juntas longitudinais e transversais devem estar de conformidade com as posições exatas indicadas no projeto, não se permitindo desvios de alinhamento superiores a 5mm. As juntas devem ser contínuas em todo o comprimento;

a) Juntas longitudinais

- O pavimento, dependendo das características da obra, do canteiro e do equipamento, pode ser executado em toda a largura da pista ou em faixas longitudinais parciais, devendo a posição das juntas longitudinais de construção coincidir com a das juntas longitudinais do projeto;

- Quando a junta de construção coincidir com uma junta de encaixe tipo macho-fêmea, deve ser fixada ao longo da face interna da forma de concretagem uma peça que permita obter a face lateral da junta com o perfil de encaixe projetado. Retirada a forma, a face lateral é pintada com material apropriado que impeça a aderência entre a faixa executada e a futura faixa, servindo de forma na execução desta. Se a junta for de articulação, pode ser necessário, para as passagens das barras de ligação, que as formas tenham furos devidamente situados de acordo com as indicações do projeto, ou que se adote algum outro meio alternativo que permita a correta colocação das barras;

- Quando adotados os processos de abertura da junta longitudinal por moldagem ou por inserção, o concreto deve estar ainda fresco, logo após o adensamento e o acerto, devendo a superfície ser corrigida de todas as irregularidades provenientes desta operação.

- O processo de junta serrada exige um concreto já semi-endurecido, com idade maior do que 8 h e menor do que 5 dias. Em qualquer caso, o prazo para a abertura das juntas Deve ser de tal ordem que impeça, com segurança, a formação de fissuras ou trincas no concreto devidas ao empenamento restringido;

b) Juntas transversais de contração de seção enfraquecida.

Quando adotados os processos de abertura de junta por moldagem ou por inserção, o concreto deve estar ainda fresco, logo após o adensamento e o acerto, devendo a superfície ser corrigida de todas as irregularidades provenientes desta operação.

A junta transversal serrada, preferencialmente, deve exigir um concreto semi-endurecido, no qual deve ser aplicada a um plano e abertura de juntas em que as idades do concreto no momento do corte devem estar entre 6h e 48h, e deve ser definido para cada obra particular;

c) Juntas transversais de construção

Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deve ser executada uma junta de construção, cuja composição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto. Quando a coincidência se verificar numa junta de contração, esta deve ser substituída por uma junta transversal de construção, de tipo indicado no projeto.

Nos casos em que ocorram acontecimentos fortuitos, como acidentes mecânicos ou pessoais, atraso do transporte do concreto, chuvas torrenciais e outros que venham a impedir o prosseguimento da concretagem, deve ser executada uma junta transversal de construção de emergência, obrigatoriamente, de tipo previsto no projeto;

d) Juntas transversais de expansão

- A instalação das juntas de expansão, quando previstas, deve ser indicada à frente do ponto em que estiver sendo lançado o concreto, com antecedência bastante para sua perfeita execução. Devem ser empregados sistemas de fixação que assegure a permanência das barras de transferência em sua posição correta, durante a concretagem, e a obtenção de juntas perpendiculares à superfície do pavimento.

- O material de enchimento da parte inferior da junta deve ser conformado de modo a assentar completamente no fundo da caixa, ficando o topo em todo o seu comprimento equidistante da superfície do pavimento. Nas posições indicadas no projeto, ele deve ter furos de diâmetro igual ao das barras de transferência. A parte superior da junta, destinada a receber o material de selagem, deve ser moldada com o emprego de uma peça adicional cujo topo deve ficar nivelado com a superfície final do pavimento.

- O lançamento do concreto adjacente à junta deve ser feito com pás, simultaneamente de ambos os lados de modo a não deslocar o dispositivo instalado para a confecção da junta.

- O adensamento deve ser feito cuidadosamente ao longo de toda a junta, com

vibradores de imersão. Os vibradores não devem entrar em contato com o material de enchimento da junta, nem com as barras de transferência, nem com o fundo da caixa. Adensado o concreto adjacente a junta, procede-se ao acabamento mecânico da superfície com as necessárias precauções para que, à passagem do equipamento, a junta não seja deslocada;

e) Barras de ligação

As barras de aço utilizadas como barras de ligação, de diâmetro e comprimento indicados no projeto, devem estar limpas, antes de sua colocação, isentas de óleo ou qualquer substância que prejudique sua aderência ao concreto. Devem ser colocadas nas posições indicadas, cuidando-se para que não sejam deslocadas ao ser executado o serviço;

f) Barras de transferência

- Devem ser obrigatoriamente de aço, lisas e retas, com diâmetro e o comprimento consignados no projeto.

- É admitida a sua instalação tanto previamente quanto posteriormente à concretagem.
□m qualquer caso, o processo de instalação deve garantir a sua imobilidade na posição adequada, mantendo-se, além do mais, paralelas à superfície acabada e ao eixo longitudinal no pavimento.

- Quanto ao alinhamento das barras de transferência devem ser obedecidos os seguintes rigores:

* O desvio máximo admissível das extremidades de uma barra, em relação à posição prevista no projeto, é de mais ou menos 1% do comprimento da barra, exceto uma barra por cada 3,6m de junta;

* □m pelo menos dois terços das barras de uma junta, o desvio máximo admissível, como citado na alínea anterior, é de mais ou menos 0,7%.

5.6 Acabamento final

□nquanto o concreto estiver ainda plástico, deve ser procedida a verificação da superfície, em toda a largura da faixa, com uma régua de 3m disposta paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento, em movimento de vaivém e avançado no máximo, de cada vez, metade de seu comprimento.

Qualquer depressão encontrada deve ser imediatamente preenchida com concreto fresco, rasada, compactada e devidamente acabada, e qualquer saliência é cortada e igualmente acabada. Quando a superfície se apresentar demasiadamente úmida, o excesso de água deve ser eliminado pela passagem de rodos de borracha. Após essas correções, e logo que a água superficial tiver desaparecido, procede-se o acabamento final.

O acabamento final é conferido pela régua vibro acabadora, diagonal ou não, e a superfície deve receber, então, o tratamento com um dos apetrechos ou dispositivos mencionados na seção 4.e.

□xecutando o acabamento final, antes do início do endurecimento do concreto, e no caso de adoção do processo de abertura das juntas por moldagem, as peças usadas para tal devem ser retiradas cuidadosamente, e com ferramentas adequadas, adoçadas todas as arestas, conforme o projeto; junto aos bordos, o acabamento obtido deve ser igual ao do restante da superfície.

Qualquer porção de concreto que caia no interior das juntas deve ser prontamente removida.

No caso geral, não são admitidas variações na superfície acabada superiores a 5mm, diminuindo-se para 3mm esta exigência no caso de pavimentos de aeródromos.

5.7 Cura

O período total de cura é de 28 dias, compreendidos o período inicial, de 72 horas após o acabamento da superfície, e o período final, após as 72 horas até 28 dias.

As faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das formas, devem ser imediatamente protegidas, por meio que lhes proporcione condições de cura análogas as da superfície do pavimento.

O período inicial de cura deve abranger as primeiras 72 horas após o acabamento final da superfície, devendo a superfície do pavimento ser coberta com qualquer dos produtos mencionados na seção 3h, ou combinações apropriadas desses materiais ou outro tipo adequado de proteção, que evitem a exposição do concreto às intempéries e a perda brusca de umidade.

Quando a cura inicial se fizer por meio de tecido, esses devem ser mantidos permanentemente umedecidos. Tanto para os tecidos, quanto para o papel betumado e o lençol plástico, deve se superpor às tiras em, pelo menos, 10cm. No caso de ocorrer a necessidade de retirada desses materiais de algum local, antes de 24 horas, a reposição deve ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.

Decorrido o período inicial de 72 horas, pode ser mantido o mesmo tipo de material até então utilizado, para a consecução do período de cura. Caso isso não seja viável, pode ser empregado o processo de simples molhagem da superfície, operação que deve ser repetida tantas vezes por dia quantas exija a ambiência, de modo a conservá-la, em qualquer ocasião, saturada d'água;

5.8 Desmoldagem

As formas só podem ser retiradas quando decorrer pelo menos 12 horas após a concretagem. A Fiscalização pode, entretanto, fixar prazos diferentes deste, para mais ou para menos, desde que o concreto possa suportar sem qualquer dano a operação de desmoldagem e atendendo-se, ainda, a um máximo de 24 horas.

Durante a desmoldagem devem ser tomados os necessários cuidados para evitar o esborcinamento das placas.

5.9 Selagem de juntas

O material de selagem só pode ser aplicado quando o sulco das juntas estiverem limpos e secos.

Preliminarmente, os sulcos destinados a receber o material selante devem ser completamente limpos, sendo empregados para isso ferramentas com ponta em cinzel que penetre na ranhura das juntas sem danificá-las, vassouras de fios duros e jato de ar comprimido.

No caso de selante aplicado a quente, a operação de aquecimento deve ser cuidadosamente e controlada com termômetro, de modo que a temperatura não se eleve a ponto de prejudicar suas propriedades. A temperatura de aquecimento dos selantes betuminosos deve ser suficiente para apenas permitir que eles se tornem fluídos e apresentem consistência a adesividade adequadas durante a aplicação.

O material selante de qualquer tipo deve ser cautelosamente colocado no interior dos sulcos, sem

respingar a superfície e quantidade suficiente para encher a junta sem transbordamento. Qualquer excesso deve ser prontamente removido e a superfície limpa de todo material respingado. No caso de selantes a quente, após o resfriamento, qualquer insuficiência de material, se constatada, deve ser eliminada, completando-se o preenchimento do reservatório do selante.

Quando adotado no projeto o critério de formação de reservatório de selante pela inserção de material inerte no fundo da ranhura da junta, esta deve receber o selante somente depois da colocação e fixação do referido inerte, devendo-se verificar a obediência do fator de forma previsto no projeto;

5.10 Proteção do pavimento acabado

Até o recebimento da obra pela Fiscalização, o construtor é responsável pela sua vigilância e proteção, cabendo-lhe reparar ou reconstruir, a critério da Fiscalização, as placas, danificadas no período. Nos trechos ainda submetidos à cura inicial, sob nenhum pretexto é admitido o trânsito de pedestres, veículos e animais.

6. MANEJO AMBIENTAL

Os cuidados com a preservação do meio ambiente nos serviços de execução de camada de pavimento de Concreto de Cimento Portland são:

6.1 Na exploração das ocorrências de materiais:

Quando forem obtidos mediante exploração de ocorrências indicadas no projeto, devem ser considerados os aspectos seguintes:

a) Aceitação dos agregados só deve ser concedida após a apresentação da licença para a exploração da pedreira, cuja cópia deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências obra.

b) Devem ser evitadas a localizações da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

c) A exploração da pedreira deve ser planejada de modo a minimizar os danos inevitáveis e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

d) Devem ser construídas junto às instalações de britagem bacias de sedimentação para a retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou gerado por lavagem de brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

e) As estradas de acesso devem seguir as recomendações da especificação DERBA-ES-T-02/01 – Terraplenagem – Caminhos de Serviços.

f) Quando a brita for adquirida de terceiros, deve ser exigida a documentação atestando a regularidade das instalações e da operação da pedreira, junto ao Órgão competente.

6.2 Na execução:

Os cuidados se referem à disciplina do tráfego e estacionamento dos equipamentos.

a) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural.

b) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até cursos d'água.

7. CONTROLE

7.1 Resistência do concreto

a) O controle do concreto é feito, normalmente, pela verificação da sua resistência à tração na flexão em corpos de prova prismáticos, confeccionados e curados conforme a ABNT NBR-5738.

b) Nos casos em que a especificação da obra assim o determine, ou quando tenha sido estabelecida através de ensaios, para o concreto em questão, uma correlação confiável, a critério da Fiscalização, entre as resistências à tração na flexão e à compressão simples, a inspeção pode ser feita através da medida desta última característica do concreto, conforme a norma ABNT NBR-12142 e ABNT NBR-5739.

c) Os lotes onde se dará o controle do concreto não devem ter mais de 500 metros cúbicos, nem corresponder a área pavimentada com mais de 2.500 metros quadrados.

d) A cada lote de concreto corresponde uma amostra com 32 exemplares, retirados de maneira que a amostra seja representativa do lote todo e que cada exemplar por sua vez, represente um número inteiro de placas do pavimento, sendo cada exemplar composto por dois corpos de prova da mesma amassada e moldados no mesmo ato, tomando como resistência do exemplar o maior dos dois valores de resistência obtidos no ensaio.

e) O valor estimado da resistência característica do concreto é dado por uma das seguintes expressões, dependendo do caso:

$$f_{ctM,est} = f_{ctM,j} - 0,84 s$$

$$f_{ck,est} = f_{cj} - 0,84 s$$

Onde:

$f_{ctM,est}$ = resistência característica estimada do concreto à tração na flexão;

$f_{ctM,j}$ = resistência média do concreto da amostra à tração na flexão, na idade de j dias;

$f_{ck,est}$ = resistência característica estimada do concreto à compressão;

f_{cj} = resistência média do concreto da amostra à compressão, na idade de j dias;

S = desvio padrão da resistência média da amostra, à tração de flexão ou à compressão (conforme o caso).

Calculam-se:

$$f_{ctM,j} \text{ ou } f_{cj} = \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_{n-1} + f_n}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (f_{cj} - f)^2}{n - 1}}$$

onde:

$f, f_1, f_2, \dots, f_{n-1}, f_n$ = resistência de um determinado exemplar;

n = número de exemplares igual a 32.

f) Nos casos em que não forem obedecidos os critérios para a aceitação do lote quanto a resistência, estipulados no capítulo 7.3 desta Norma, a Fiscalização faz extrair, as expensas do construtor, uma amostra de, no mínimo, seis testemunhos prismáticos ou cilíndricos (conforme o caso), que correspondem a um máximo de 100 metros cúbicos de concreto ou a um máximo de 500 metros quadrados de área pavimentada, sendo a sua extração, preparo e ensaio efetuados conforme a NBR 7680, onde aplicável a pavimentos, no caso de testemunhos cilíndricos, e conforme a ASTM C 42, no caso de testemunhos prismáticos.

A resistência característica estimada de cada amostra obtida conforme é dada pela expressão correspondente ao caso:

$$f_{ctM,est} = f_{ctM,j} - t_s$$

ou

$$f_{ck,est} = f_{cj} - t_s$$

onde os símbolos tem os mesmos significados descritos anteriormente e t é um parâmetro estatístico que permite, para número de testemunhos menor do que 32 e os respectivos graus de liberdade, manter o mesmo nível de confiança de 80% adotado, e tem os seguintes valores:

n	v	$t_{0,80}$
30	29	0,854
25	24	0,857
20	19	0,861
18	17	0,863
15	14	0,868
12	11	0,876
10	9	0,883

9	8	0,889
8	7	0,896
7	6	0,906
6	5	0,920

O valor estimado da resistência característica calculado na seção anterior deve ser aumentado de 10% ou 15%, conforme o número de corpos de prova seja respectivamente, de até 17 ou de pelo menos 18, em virtude de se tratar da resistência do concreto na própria estrutura.

7.2 Espessura

- Deve ser verificada por medição direta da altura de testemunhos cilíndricos extraídos das placas de concreto ou por meio de medidas topográficas altimétricas;
- O lote onde se faz a verificação de espessura das placas de concreto não deve ser maior do que 500 metros cúbicos de concreto, nem corresponder a mais de 2.500 metros quadrados de área pavimentada;
- Cada lote é composto por uma amostra de, no mínimo, seis testemunhos cilíndricos, extraídos do pavimento conforme, onde aplicável a NBR 7680, de pontos estabelecidos pela Fiscalização, ou seis medidas topográficas altimétricas de pontos contidos no lote e determinados pela Fiscalização;
- A espessura média das placas de concreto do lote inspecionado pode ser calculada por:

$$h_m = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_{n-1} + h_n}{n}$$

onde:

h_m = espessura média das placas de concreto do lote inspecionado;

$h_1, h_2 \dots$ = espessura dos testemunhos número 1, 2 ...;

n = número de testemunhos, igual ou maior do que seis.

8. ACEITAÇÃO

8.1 Aceitação automática

Satisfeitas as condições de execução desta Norma, o pavimento é automaticamente aceito se forem atendidas, concomitantemente, as exigências quanto à resistência e à espessura do concreto estabelecidas nos itens a seguir.

- Quanto à resistência do concreto

O pavimento é aceito quanto à resistência do concreto se:

$$f_{ctM,est} \geq f_{ctM,k} \quad \text{ou} \quad f_{ck,est} \geq f_{ck}$$

onde:

$f_{ctM,k}$ = resistência característica do concreto à tração na flexão;

f_{ck} = resistência característica do concreto à compressão simples.

b) Quanto à espessura do concreto

O pavimento é aceito quanto à espessura do concreto se, ao mesmo tempo, forem cumpridas as seguintes condições:

- A maior diferença entre os valores individuais das alturas dos testemunhos extraídos conforme a seção 7.2 for de, no máximo, 1cm;
- $hm \leq h$, onde h é a espessura das placas de concreto especificada no projeto.

8.2 Decisão para não aceitação automática

Quando não se der a aceitação automática prevista na seção 8.1, decisão pode ser baseada em uma, ou nas duas das seguintes verificações, de comum acordo entre as partes interessadas: verificações suplementares do concreto e revisão do projeto.

8.2.1 Verificações suplementares do concreto

a) Ensaios suplementares de resistência do concreto

Devem ser procedidos de acordo com as seções do item f) e o novo resultado da resistência característica estimada deve ser comparado com o valor da resistência característica estipulado no projeto, conforme a seção 8.1.a.

b) Medidas suplementares da espessura do concreto

Devem ser procedidas na placa ou nas placas de concreto nas quais as alturas dos testemunhos colhidos em obediência à seção 8.1.b forem menores do que a média aritmética das alturas consideradas. Devendo ser composta uma nova média aritmética, descartando-se, dentre os valores das duas ou mais medições efetuadas das placas suspeitas, o menor valor. A nova média, sempre relativa a um número de no mínimo seis medições, deve ser então comparada com a espessura prevista no projeto, conforme estipulado em 8.1.b;

8.2.2 Revisão do projeto

Caso a resistência característica estimada seja menor do que a resistência característica fixada pelo projeto, o projeto da estrutura de pavimento deve ser revisto, adotando-se para lote de concreto em exame resistência característica igual à resistência estimada, inclusive levando-se em conta na revisão o valor da espessura média do concreto em lugar da espessura do projeto.

Caso a espessura média de concreto seja menor do que a espessura de projeto, o projeto da estrutura de pavimentação deve ser revisto, adotando-se para o lote de concreto em exame espessura igual à espessura média, inclusive levando-se em conta na revisão o valor estimado da resistência característica em lugar da resistência característica fixada pelo projeto.

8.3 Decisão

Se dadas mencionadas verificações, concluir-se que as condições de segurança destinadas Normas são satisfatórias, a estrutura é aceita

Em caso contrário, deve ser tomado, de comum acordo entre as partes interessadas, uma das seguintes decisões:

- A parte condenada do pavimento pode ser demolida e reconstruída
- O pavimento pode ser reforçado;
- O pavimento pode ser aproveitado, com restrições ao carregamento ou ao uso.

9. MEDIÇÃO

A camada de revestimento (placas de concreto) pode ser medida por metro cúbico, no pistão e segundo a seção transversal de projeto.

No cálculo do volume, obedecendo às tolerâncias específicas, pode ser considerado o altura média (hm). Quando hm for inferior à espessura de projeto, pode ser considerado o valor de hm e quando hm for superior pode ser considerada a espessura de projeto.

10. PAGAMENTO

O pagamento pode ser feito com base no preço unitário apresentado por esse serviço, devendo estar incluído neste preço a aquisição, transporte, carga, descarga de todos os materiais e execução de todos os serviços inclusive execução de camada de isolamento, barras de ligação e transferência, confecção e selagem de juntas, curas etc.