



COMPANHIA PAULISTA DE
TRENS METROPOLITANOS

ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Título:							
CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL PARA EDIFICAÇÕES							
Identificação:		Linha:	Km i:	Km f:	CPTM		
CPTM AK 4900-7		Z	999+000	999+000			
Classificação:		Sistema:		Área Emitente		Ordem de Serviço:	
Z-999-C-99-99		CONSTRUÇÕES		GEE			
Arquivo:		Subsistema:		Resp. Técnico (Verif.):		Resp. Técnico:	
AK490070.DOC		OUTROS					
Folha:	Revisão:	Conjunto:		Aprovação (Aceite):		Aprovação:	
1/18	Ø	OUTROS		/ / .		/ / .	

Documentos de Referência:

1. Documento da Companhia do Metropolitano de São Paulo: ET-4.00.00.00/3J4-005
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

Documentos Resultantes:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

Observações:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

E.				J.			
D.				I.			
C.				H.			
B.				G.			
A.				F.			
Rev.	Resp. Técnico	Aprovação	Data	Rev.	Resp. Técnico	Aprovação	Data



Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emissora: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 2/18

1. OBJETIVO

Esta Especificação Técnica tem por objetivo estabelecer os requisitos de desempenho para o recebimento de Estruturas de Concreto empregadas na construção de Edificações, necessárias à implantação das obras da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos. Esta se aplica a todas as obras não enterradas.

2. REQUISITOS DE DESEMPENHO

As edificações deverão apresentar as condições mínimas de desempenho estabelecidas nesta especificação.

2.1. Serviço Concluído - Estrutura Acabada

Parâmetros de Aceitação (Corpos de Prova Moldados).

2.1.1. Qualquer Concreto com Responsabilidade Estrutural - Idade de Controle e da Resistência Básica: 28 dias

Resistência à compressão axial (NBR-5739):

Os valores de f_{ck} calculados segundo o item 5.8 da NBR-12655 deverão ser maiores ou iguais aos valores especificados no projeto, para cada idade.

O $f_{ck} \geq 30$ MPa.

2.1.2. Peças Submetidas à Flexo-Compressão em Desforma Precoce, Vigas, Lajes e Paredes:

Adicionalmente à 2.1.1 temos :

Módulo de deformação estática (NBR-8522/84) $\geq$ □ valor definido em projeto conforme o método construtivo.

2.1.3. Durabilidade

- Nenhuma infiltração através da estrutura de concreto, principalmente aquelas com mecanismo de lixiviação.
- Toda e qualquer fissura deverá ser consolidada com resinas duráveis.
- Nenhuma armadura estrutural pode estar exposta.
- Toda a instalação de Chumbadores e Insertos metálicos não poderá introduzir infiltrações.

2.1.4. Aspecto Estético

- A aparência do concreto deverá ser compacta isenta de segregações, bolhas, lixiviação, fissuras e apresentar, quando a estrutura tiver acesso ao público, coloração homogênea e textura lisa.

2.1.5. Instalação de Chumbadores e Insertos

Caso sejam empregados em coberturas, os chumbadores e insertos deverão ser instalados com sistema vedante de infiltrações à base de resina epoxídica cerâmica. Estas resinas devem ter no mínimo a vida útil do concreto.



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 3/18

2.1.6. Juntas de Dilatação

Estas devem estar limpas, isentas de qualquer tipo de material tais como: madeirite, isopor etc. Devem estar preenchidas com mastiques.

2.1.7. Juntas de Concretagem

No caso de concreto aparente, estas devem ser projetadas de modo a torná-las estanques e com boa aparência, além de serem perfeitamente alinhadas.

2.1.8. Aberturas e Canalizações

Não é permitido canalizações embutidas longitudinalmente nos pilares e vigas.

2.1.9. Cotas

Estas devem estar perfeitamente de acordo com o Projeto.

2.1.10. Impermeabilidade da Cobertura e das Caixas de Água

Estas devem ser estanques.

Devem ser seguidas as diretrizes estabelecidas na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes, relativo à estanqueidade a água e acabamento.

2.1.11. Tolerâncias Dimensionais

Deverão ser controladas as dimensões das peças estruturais de acordo com as indicações descritas a seguir:

- Comprimento ± 15 mm, e dentro da tolerância de $+ 5$ mm ;
- Largura ± 5 mm;
- Espessura ± 5 mm;
- Largura de junta ± 5 mm;
- Chanfros ou Dentes $- 10$ mm e $+ 2,0$ mm;
- Orifícios ± 5 mm, no diâmetro;
 ± 10 mm no comprimento linear em superfícies retangulares.

2.1.12. Limitação de Abertura de Fissuras

O valor da abertura de fissuras será calculado conforme prescreve a NBR 6118 e deverá obedecer os seguintes limites máximos:

- 0,1mm para estruturas enterradas, reservatórios de água e para peças expostas ao intemperismo da atmosfera industrial de São Paulo;
- 0,3mm para peças protegidas e sem riscos de condensação.

2.1.13. Limitação das Deformações

Temos os seguintes limites para lajes e vigas e para a flecha final, quando atuam todas as cargas (permanentes e acidentais):



Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 4/18

- casos de balanços $\leq 1/150$ do comprimento teórico;
- balanços que apoiam em alvenaria $\leq 1/300$ do comprimento teórico;
- caso geral $\leq 1/300$ do vão teórico;
- nos casos de apoios de alvenaria revestidas com argamassa e de pisos rígidos (cerâmicos) $\leq 1/500$ do vão teórico;
- nos casos de apoios de alvenaria em painéis rígidos ou revestidas de gesso $\leq 1/700$ do vão teórico.

2.1.2. Critério de Amostragem

2.1.2.1. Qualquer Concreto com Responsabilidade Estrutural

A produção de concreto deverá ser subdividida em lotes identificados e correlacionados com as concretagens executadas, obedecendo as seguintes exigências:

- mesmas marcas e tipos de cimento e aditivos, mesma procedência e dimensão característica dos agregados;
- mesmo traço de concreto.

Na Tabela 1, apresentada a seguir, fixa-se as quantidades mínimas de corpos de prova a serem moldados para os parâmetros de controle especificados.

2.1.2.2. Lajes e Vigas Paredes submetidas à desforma precoce - Flexo-Compressão

Tabela 1 – Ensaio de Módulo de Deformação Estática

Módulo de Deformação Estática	3 CP's para cada 100m³ ou fração	Controle – 7 dias
	3 CP's para cada 100m³ ou fração	Liberação – 28 dias

2.2. Serviço em Andamento

Caberá à Contratada, dentro de seu Procedimento Executivo, propor os parâmetros e limites que adotará durante a etapa em execução, para assegurar que sejam atendidos todos os parâmetros especificados na Etapa do Serviço Concluído.

2.2.1. Parâmetros Mínimos / Amostragem do Serviço em Execução

Materiais

- Cimento

Conforme especificações brasileiras NBR-5732, NBR-5733, NBR-5735, NBR-5736, NBR 5737 e NBR-11578. Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem devem seguir a Tabela 2.



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 5/18

- Agregados

Conforme a especificação brasileira NBR-7211. Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem devem seguir a Tabela 3.

- Aditivos

Conforme a especificação brasileira NBR-11768. Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem estão apresentados na Tabela 4.

- Água

Atender aos parâmetros exigidos na NBR-6118/78, item 8.1.3, analisando no início do estudo de dosagem e regularmente a um intervalo de 6 meses, ou sempre que houver suspeita.

- Aço

Conforme as especificações brasileiras NBR-7480, NBR-7481, NBR-7482 e NBR-7483, sendo o lote de amostragem definido, respectivamente, nos itens 3.1, 6.3, 6.2 e 6.2 das normas citadas.

- Bainhas

Aplicar o disposto na NBR-7197, item 10.1.9, sendo recomendada a utilização de bainhas semi-rígidas galvanizadas.

- Fibras

Conforme as especificações ASTM-C 1116/91 e ASTM-A 820/90

- Adições

Sílica Ativa e Polímeros.

Quando do emprego de sílica Ativa esta deverá atender a especificação ASTM C-1240/93.

Os polímeros deverão estar em conformidade com as especificações do fabricante.

Armadura

- Concreto Armado

Disposições construtivas NBR-6118/78, itens 6.3, 10 e 11.

- Concreto Protendido

Disposições construtivas NBR-7197, itens 10.2 / 10.3 e NBR-10789 itens 6 / 7.

Concreto Fresco

- Abatimento do tronco de cone (NBR-7223)

- Massa específica (NBR-9833)

- Teor de ar incorporado (NBR-11686)

Concreto Endurecido

- Resistência à compressão axial (NBR-5739) para as idades intermediárias, conforme a necessidade do método construtivo.



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 6/18

- Módulo de deformação estática (NBR-8522)

2.3. Normas e Especificações Técnicas a serem Atendidas

2.3.1. Especificações Técnicas das linhas da CPTM

- Todos os documentos referenciados na especificações técnicas: CPTM AK 4916-3 (Concreto Pré-Moldado) e CPTM AK 4915-5 (Concreto Convencional Armado ou Protendido).

2.3.2. Especificações de Órgãos Normativos

Normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

NBR-5732 - Cimento Portland Comum

NBR-5733 - Cimento Portland de Alta Resistência Inicial

NBR-5735 - Cimento Portland de Alto Forno

NBR-5736 - Cimento Portland Pozolânico

NBR-5737 - Cimento Portland Resistente a Sulfatos

NBR-6118 - Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado

NBR-7197 - Projeto de Estrutura de Concreto Protendido

NBR-7211 - Agregado para Concreto

NBR-7226 - Cimento - Terminologia

NBR-7480 - Barras e Fios de Aço destinados a Armaduras para Concreto Armado

NBR-7481 - Telas de Aço Soldadas para Armadura de Concreto

NBR-7482 - Fios de Aço para Concreto Protendido

NBR-7483 - Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido

NBR-7583 - Execução de Pavimentos de Concreto Simples por Meio Mecânico

NBR-9935 - Agregados - Terminologia

NBR-10788 - Concreto Protendido com Aderência Posterior - Execução da Injeção.

NBR-10789 - Execução da Protensão em Concreto Protendido com Aderência Posterior

NBR-11578 - Cimento Portland Composto

NBR-11768 - Aditivos para Concreto de Cimento Portland

NBR-12317 - Verificação de Desempenho de Aditivos para Concreto - Procedimento

NBR-12654 - Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto - Procedimento

NBR-12655 - Preparo, Controle e Recebimento de Concreto – Procedimento

Normas ASTM (American Standard for Testing Materials)

C-494-92 - Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete

C-1116-91 - Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete and Shotcrete



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emissora: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 7/18

C-1240-93 - Standard Specification for Silica Ativa for use in Hidraulic - Cement Concrete and Mortar.

A-820-90 - Standard Specification for Fibers in Fiber Reinforced Concrete

Normas CETESB

L1.007 - Determinação da Agressividade da Água ao Concreto

Normas C.E.B (Comite Euro International du Beton)

CEB - FIP Model Code 1990

2.3.3. Métodos de Ensaio de Órgãos Normativos

Normas ABNT

NBR-5739 - Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos de Concreto

NBR-5740 - Análise Química de Cimento Portland - Disposições Gerais

NBR-5742 - Análise Química do Cimento Portland - Processos de Arbitragem para determinação de dióxido de silício, óxido férrico, óxido de alumínio, óxido de cálcio e óxido de magnésio.

NBR-5743 - Cimento Portland - Determinação de Perda ao Fogo

NBR-5744 - Análise Química de Cimento Portland - Determinação do Resíduo Insolúvel

NBR-5745 - Cimento Portland - Determinação de Anidrido sulfúrico

NBR-5750 - Amostragem de Concreto Fresco Produzido por Betoneiras Estacionárias

NBR-5753 - Cimentos - Método de Determinação de Atividade Pozolânica em Cimento Portland Pozolânico

NBR-5754 - Cimentos - Determinação do Teor de Escória Granulada em Cimento Portland de Alto Forno

NBR-6474 - Cimento Portland e Outros Materiais em Pó - Determinação da Massa Específica

NBR-7215 - Ensaio de Cimento Portland

NBR-7217 - Agregados - Determinação da Composição Granulométrica

NBR-7218 - Agregados - Determinação do Teor de Argila em Torrões e Materiais Friáveis

NBR-7219 - Agregados - Determinação do Teor de Materiais Pulverulentos

NBR-7220 - Agregados - Determinação de Impurezas Orgânicas Humicas em Agregado Miúdo

NBR-7223 - Concreto - Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone

NBR-7224 - Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da área específica

NBR-8548 - Barras de Aço Destinadas a Armadura para Concreto Armado com Emenda Mecânica ou por Solda - Determinação da Resistência à Tração



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 8/18

NBR-9203 - Cimento Portland Comum e Clínquer - Análise Química por Complexometria

NBR-9204 - Concreto Endurecido - Determinação da Resistividade Elétrica –Volumétrica

NBR-8522 - Concreto - Determinação do Módulo de Deformação Estática e Diagrama Tensão e Deformação

NBR-9606 - Concreto - Determinação da Consistência pelo Espalhamento do Tronco de Cone

NBR-9773 - Agregado - Reatividade Potencial de Álcalis em Combinação Cimento - Agregado

NBR-9774 - Agregado - Verificação da Reatividade Potencial pelo Método Químico

NBR-9775 - Agregados - Determinação da umidade superficial em agregados Miúdos por meio do Frasco de Chapman

NBR-9776 - Agregados - Determinação da Massa Específica de Agregados Miúdos por Meio do Frasco de Chapman

NBR-9777 - Agregados - Determinação da Absorção de Água em Agregados Miúdos

NBR-9778 - Argamassa e Concreto Endurecidos - Determinação da Absorção de Água por Imersão - Índice de Vazios e Massa Específica

NBR-9832 - Concreto e Argamassa - Determinação dos Tempos de Pega por Meio de Resistência à Penetração

NBR-9833 - Concreto Fresco - Determinação da massa Específica e do Teor de Ar pelo Método Gravimétrico

NBR-9936 - Agregados - Determinação do Teor de Partículas Leves

NBR-9937 - Agregados - Determinação da Absorção e da Massa Específica de Agregado Graúdo

NBR-10787 - Concreto Endurecido - Determinação da Penetração de Água sob Pressão

NBR-10908 - Aditivos para Argamassa e Concreto - Ensaios de Uniformidade

NBR-11579 - Cimento Portland - Determinação da Finura por meio da Peneira 0,075mm (nº 200)

NBR-11581 - Cimento Portland - Determinação dos Tempos de Pega

NBR-11582 - Cimento Portland - Determinação da Expansibilidade de Le Chatelier

NBR-11583 - Cimento Portland e Matérias Primas - Determinação de Anidrido Carbônico (CO₂) por Gasometria

NBR 11686 - Concreto Fresco - Determinação do Teor de Ar pelo Método Pressiométrico.

Normas ASTM

C-227-80 - Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement – Aggregate Combinations (Mortar-Bar Method)

C-78-80 - Standard Test Method for Flexural Strength, Using Simple Beam with Third Point Loading.



Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 9/18

2.3.4. Normas Específicas

NBR 6120 - Cargas para Cálculo de Estruturas de Edificações

NBR 6123 - Forças devido ao Vento em Edificações

NBR 8681 - Ação e Segurança nas Estruturas

NBR 9783 - Aparelho de Apoio de Elastômeros Fretado

Outras

- Ensaio de NBRI - Reatividade Potencial Cimento-Agregado.

3. IMPOSIÇÕES DE PROJETO

Este capítulo fixa um padrão mínimo de critérios exigidos da Contratada, pela Companhia Paulista de Trens Metropolitanos.

3.1. Vida Útil

Devem ser tomadas todas as medidas tecnológicas para assegurar a vida útil, mínima, de 100 anos.

3.2. Resistência à Compressão Axial

3.2.1. Resistência característica (fck)

O valor mínimo da resistência do concreto (fckest) segundo as normas NBR-6118 e NBR 12655, deverá ser maior ou igual ao valor da resistência característica do concreto, especificada em projeto (fck), e nunca menor que 30 MPa. O limite superior do fck é de 80 MPa.

3.2.2. Resistência para Início dos Serviços de Protensão

Os serviços relativos a protensão de qualquer elemento estrutural, só poderão ser iniciados se atingida a resistência prevista em projeto (fcj), através do exame dos resultados dos ensaios de ruptura dos corpos de prova.

3.3. Durabilidade para Peças de Concreto em Contato com o Solo e/ou Água

3.3.1. Absorção de água por imersão e fervura (NBR-9778)

O revestimento deverá ser projetado para valores de absorção máximos de 8%.

3.3.2. Penetração de água sob pressão (NBR-10787)

O projeto deverá fixar valor máximo de 5cm.

3.3.4. Tipo e Consumo de Cimento

Empregar Cimentos Portland Resistentes à Sulfatos (NBR5737). O consumo mínimo de cimento deverá ser igual ou superior a 320 kg/m³ de concreto.

3.3.5. Relação Água/Cimento

A relação água /cimento real na estrutura deverá ser, no máximo, de 0,55.



Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 10/18

3.3.6. Grau de Agressividade do Meio Aquoso ao Concreto

Deverá ser levado em consideração o grau de agressividade do meio aquoso ao concreto, dado conforme norma CETESB L1.007, de modo a serem incorporados ao projeto cuidados relativos à durabilidade da estrutura, sujeita a estas águas.

3.4. Consumo Mínimo de Cimento e relação Água-Cimento máxima para todos os Concretos

O consumo mínimo de cimento deverá ser igual ou superior a 320 kg/m³ de concreto.

A relação água /cimento real na estrutura deverá ser, no máximo, de 0,55.

3.5. Concreto como Sistema Impermeabilizante

Caso o concreto tenha participação como elemento de estanqueidade à água deverá ser empregado o concreto polimérico, conforme definições estabelecidas na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes.

3.6. Cobrimento de Qualquer Armadura Estrutural

As armaduras deverão apresentar um cobrimento mínimo de concreto de 3cm. Complementarmente deverão ser obedecidos os valores de cobrimentos mínimos preconizados pela NBR-6118, mas nunca inferior a 3cm, tanto para estruturas moldadas "in loco", como pré-moldadas.

3.7. Instalação de Chumbadores e Insertos - Etapa em Execução e Obra Concluída

Deverá ser previsto pelo Projeto, a delimitação de áreas para a instalação de chumbadores. Nos casos de lajes de coberturas ou paredes em contato com o solo ou água os chumbadores ou insertos deverão ser instalados com sistema vedante de infiltrações à base de resina epoxídica cerâmica, pois sob nenhuma circunstância estes poderão introduzir infiltrações. Estas resinas devem ter, no mínimo, a vida útil do concreto.

3.8. Aspecto Estético

A aparência do concreto deverá ser compacta, isenta de segregações, bolhas, lixiviação, fissuras e apresentar coloração homogênea e textura lisa.

Qualquer estrutura que tenha acesso visual do público, deve ser confeccionado com o mesmo tipo e marca de cimento, assegurando-se a mesma composição química para toda a obra.

3.9. Regiões de Concentração de Armadura

Nos encontros de vigas, encontro de viga e pilar, arranque de pilar, encontros de lajes de fundo e paredes de reservatórios, o concreto deverá ser dosado e lançado de modo a evitar segregação. O tratamento destes pontos é a quebra da execução e a reconcretagem.

3.10. Juntas de Dilatação

Devem ser previstos conforme prescreve a NBR 6118. Quando for necessário ultrapassar o limite prescrito, deve constar no Projeto da Contratada o método construtivo e o detalhamento de juntas nas alvenarias. A abertura deverá ser de 2 cm.



Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 11/18

Todas essas juntas devem estar totalmente isentas de materiais da construção, tais como: madeirits, isopor e preenchidas com material de durabilidade compatível com a vida útil do empreendimento.

3.11. Juntas de Concretagem

Devem estar previstas claramente no projeto da Contratada.

No caso de concreto aparente estas devem ser projetadas de modo a torná-las estanques e com boa aparência e perfeitamente alinhadas.

3.12. Aberturas e Canalizações

As aberturas em lajes e vias devem ser feitas de acordo com os projetos de instalações e arquitetura, detalhando-as no projeto estrutural e apresentando claramente os reforços de armadura.

Não é permitido canalizações embutidas longitudinalmente nos pilares e vigas.

3.13. Cotas

O projeto deve apresentar, de maneira clara, as cotas de arrasamentos de estacas ou tubulões de fundações. As cotas de topo de blocos de fundações, baldrames, vias de equilíbrio e demais elementos estruturais ao nível de fundações, deverão estar dispostas de tal forma a propiciar uma boa adequação das instalações embutidas no piso. Como regra geral, adotar a cota de topo dos elementos estruturais à 30 cm do piso acabado.

3.14. Platibandas

Todas serão de concreto armado com espessura mínima de 13 cm.

3.15. Desforma Precoce

Deve constar claramente no projeto as resistências mínimas para a desforma e seqüência de descimbramento das peças estruturais.

3.16. Rebaixos

Este deverá ser no mínimo de 8 cm.

3.17. Projeto de Impermeabilização

Deve atender as exigência da Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes.

3.18. Dimensões Mínimas

As espessuras das lajes não devem ser inferior a:

- 9 cm no caso de balanços;
- 10 cm em lajes destinadas a passagem de veículos;
- 13 cm em lajes cogumelo;
- 8 cm nos demais casos.

As espessuras mínimas dos elementos estruturais que compõem os reservatórios são:



Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 12/18

- 15 cm para paredes e lajes de fundo;
- 10 cm para lajes de tampa. Neste caso todos os cantos internos devem ser chanfrados a 45 graus.

Para qualquer peça estrutural abaixo do lençol freático, esta deverá ter espessura superior a 20 cm. As espessuras das cortinas não devem ser inferior a 15 cm.

3.19. Sistema Impermeabilizante e Acabamento

Seguir as diretrizes estabelecidas na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes, relativo a estanqueidade à água e acabamento.

4. REQUISITOS PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTO EXECUTIVO

O Procedimento Executivo (PE) deverá constituir-se num conjunto de documentos informativos sobre as diretrizes a serem seguidas e os objetivos a serem alcançados pela Contratada, no que diz respeito às fases de Projeto Executivo e Produção.

4.1. Estratégia de Suprimentos

4.2. Cimbramentos e Formas

- Projeto Executivo;
- Memorial de cálculo;
- Análise do terreno de suporte e respectivas medidas para contenção de recalques;
- Geometria da estrutura;
- Deslocamentos admissíveis;
- Materiais utilizados;
- Sistemas de fixação;
- Estanqueidade;
- Limpeza;
- Fixação de insertos / nichos etc.;
- Chanfros em arestas vivas;
- Utilização de desmoldantes (marca/tipo/cuidados);
- Deformações admissíveis;
- Desforma.

4.3. Controle Tecnológico - Plano de Amostragem

4.4. Materiais Constituintes da Estrutura

A caracterização prévia dos materiais deverá apresentar marcas, tipos, procedência, fornecedores e as características físicas e químicas requeridas.



Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 13/18

4.5. Estocagem e Movimentação de Materiais

4.6. Produção de Concreto

Traço e seus respectivos resultados.

O estudo deverá ser feito em laboratório idôneo e os resultados deverão ser apresentados com uma antecedência mínima de 30 dias do início da aplicação do concreto em estudo:

- Dosagem e Mistura;
- Transporte;
- Lançamento;
- Adensamento;
- Acabamento Superficial.

4.7. Cura

Deverão ser especificados pela Contratada, os tipos de cura a serem utilizados e seus respectivos equipamentos e procedimentos para execução das peças estruturais do concreto.

4.8. Protensão

Deverão ser informados pela Contratada no seu Procedimento Executivo os equipamentos e acessórios a serem utilizados nos serviços de protensão, bem como os procedimentos na execução dos mesmos, sendo que as operações de protensão deverão ser controladas com manômetro aferido pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), dentro do prazo de validade constante no certificado.

4.9. Tratamento do Concreto Convencional Aparente

Deverão ser especificados pela Contratada, os procedimentos e equipamentos a serem utilizados no tratamento do concreto convencional aparente, conforme prescrito na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes.

4.10. Procedimentos de Controle da Agressividade ao Concreto

- Água: agressividade medida pela Norma L1.007 da CETESB
- Solo: agressividade medida pela Norma L1.007 da CETESB
- Atmosfera.

5. DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA A COMPANHIA PAULISTA DE TRENS METROPOLITANOS

5.1. Antes do Início das Atividades

- ☐ Procedimento Executivo.
- ☐ Relatório de Estudo de Dosagem

Antes do início das atividades deverá ser emitido o Relatório completo de Estudo de Dosagem. Este relatório deverá ser fornecido a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos com uma antecedência, mínima, de 30 dias do início efetivo de aplicação do concreto convencional.



ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 14/18

Este estudo deverá ser confirmado em, no máximo, 30 dias de produção da estrutura, através dos ensaios exigidos no item 2.1. desta Especificação.

A itemização básica deste relatório deverá conter:

- Objetivo;
- Dados de entrada para o estudo de dosagem;
- Metodologia adotada;
- As dosagens experimentais (executadas em laboratórios idôneos, levando em consideração as características de ambiência interna e externa, ou seja, eventual agressividade do meio determinada por ensaios laboratoriais normalizados);
- Dados obtidos durante o estudo (relação água-cimento real para cada mistura experimental aprovada para utilização, curvas de evolução de resistência, etc);
- Traços experimentais aprovados para utilização.

5.2. Durante a Execução

- ☐ Relatórios Periódicos de Controle da Obra em Execução

Após o início das atividades de execução do concreto convencional deverão ser enviados a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos os Relatórios Periódicos de Controle da Obra em Execução, com frequência mínima quinzenal.

Nestes Relatórios Periódicos da Obra em Execução deverão ser fornecidos todos os dados do controle exercido pela Contratada com uma sistemática tal que permita a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos, de forma ágil, o conhecimento detalhado e atualizado da situação da qualidade da obra.

A itemização básica deste relatório deverá conter:

- Objetivo;
- Controle efetuado no período;
- Concreto (ensaios com corpos de prova moldados);
- Verificações na estrutura concluída;
- Gráficos de acompanhamento e evolução;
- Análise e interpretação dos resultados;
- Aceitação ou rejeição do lote.

Para a apresentação das informações os Relatórios Periódicos deverão conter tabelas e gráficos de consolidação, para uma melhor visualização da situação da qualidade dos serviços.

Estes gráficos deverão ser anexados ao relatório e contemplarão todos os resultados obtidos nos ensaios de controle das etapas em andamento. Deverão ser apresentados, no mínimo, os gráficos:

- crescimento da resistência versus tempo;
- variabilidade dos parâmetros de durabilidade e resistência dentro do período.



Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 15/18

5.3. Após o Serviço Concluído

- ☐ Relatório do Concreto Convencional ou Protendido Concluído

Ao término do processo deverão ser compilados todos os dados obtidos nas etapas dos serviços em andamento, consolidados e serviço concluído, bem como os gráficos de situação da qualidade. De posse destes dados a Contratada deverá formular um relatório técnico final de consolidação dos resultados de controle obtidos no revestimento. Este relatório técnico será conclusivo e avaliará a estrutura executada sob os aspectos de estabilidade e durabilidade, com a utilização da totalidade dos valores obtidos para a estrutura, podendo esta consolidação e análise ser feita por trechos, claramente definidos, da estrutura.

Para a apresentação das informações no Relatório, deverão ser apresentadas tabelas e gráficos consolidados, para uma melhor visualização global da qualidade dos serviços.

Estes gráficos deverão ser anexados ao relatório e contemplarão todos os resultados obtidos nos ensaios de controle. Deverão ser apresentados no mínimo os gráficos:

- resistência (média, maior, menor e característica) mensal para a duração da obra;
- parâmetros de durabilidade (maior, menor e médio) mensal para a duração da obra.

- ☐ Manual de Utilização, Inspeção e Manutenção das Estruturas.

Este manual deverá conter de forma clara e sucinta os pontos básicos para a manutenção preventiva das estruturas e a sua periodicidade ao longo do tempo. Deverá, da mesma forma, estabelecer o intervalo de tempo entre as inspeções e monitorações a que será submetida a estrutura, para que seja assegurada a vida útil especificada em projeto.



COMPANHIA PAULISTA DE
TRENS METROPOLITANOS

ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 16/18

TABELA 1 - CONCRETO CONVENCIONAL ARMADO PARA EDIFICAÇÕES

Controle de Produção - nº de CP's a moldar

Volume de Concreto Lançado em 24 h	Ensaio	Peças a concretar	Nº de CP's Moldados	Aplicação
< 200 m³	Resistência à Compressão Axial	1	no = 6 CP's para cada 50 m³ ou fração	liberação - 28 dias
		P	$np = Vp/Vt$ no ≥ 3 CP's para cada 50m³ ou fração	liberação - 28 dias
		-	2 CP's para cada 50m³ ou fração	controle - 3 dias
		-	2 CP's para cada 50m³ ou fração	controle - 7 dias
≥ 200 m³	Resistência à Compressão Axial	1	no = 24 + 3 CP's para cada 50m³ ou fração excedente a 200m³ (no ≤ 32 CP's)	liberação - 28 dias
		P	$np = Vp/Vt \cdot no$ ($3 \leq np \leq 32$)	liberação - 28 dias
		-	2 CP's para cada 50 m³ ou fração	controle - 3 dias
		-	2 CP's para cada 50m³ ou fração	controle - 7 dias

P = Nº de peças estruturais a concretar

Vp = Volume da peça

Vt = Volume total da concretagem

np = Nº de CP's para cada peça

nt = Nº total de CP's moldados

no = Nº inicial total de CP's



COMPANHIA PAULISTA DE
TRENS METROPOLITANOS

ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 17/18

TABELA 2 - CIMENTOS / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
A CADA 30t	Finura de peneira 0,075mm	NBR-11579
	Área específica (1) - (2)	NBR-7224
	Tempos de inicio fim de pega	NBR-11581
	Expansibilidade à quente	NBR-11582
	Resistência a compressão	NBR-7215
A CADA 8 AMOSTRAS DE RECEBIMENTO	Perda ao fogo	NBR-5743
	Resíduo Insolúvel (1)	NBR-5744
	Trióxido de enxofre (SO ₃)	NBR-5745
	Óxido de magnésio (Mg) (2)	NBR-9203 NBR-5742
	anidrido Carbônico (CO ₂)	NBR-11583
	Teor de escória (4)	NBR-5754
	Atividade Pozolânica (5)	NBR-5753
	Indicação dos compostos C3A e C4AF + C2F (3)	NBR-9203 NBR-5740

- (1) Exceto para o cimento CPIII (2) Exceto para o cimento CPIV (3) Somente para o cimento CPV
(4) Somente para os cimentos CPIII e CPII-E (5) Somente para os cimentos CPIV e CPII-Z



COMPANHIA PAULISTA DE
TRENS METROPOLITANOS

ET – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Identificação: CPTM AK 4900-7	Resp. Técnico	Área Emitente: GEE	Revisão: Ø
Classificação: Z-999-C-99-99	Aprovação / / .	Aprovação (Aceite): / / .	Folha 18/18

TABELA 3 - AGREGADOS / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
SEMANTAL POR FORNECEDOR	Determinação da composição granulométrica	NBR-7217
	Teor de argila em torrões e materiais friáveis	NBR-7218
	Determinação do teor de materiais pulverulentos	NBR-7219
	Determinação do teor de partículas leves	NBR-9936
	Determinação de impurezas orgânicas	NBR-7220
A CADA 2 H	Determinação da umidade superficial	NBR-9775
BIMESTRAL POR FORNECEDOR	Massa específica na condição saturada superfície seca	NBR-9776
	Determinação da absorção de água - miúdo	NBR-9777
	Massa específica saturada - superfície seca	NBR-9937
	Determinação da absorção de água	NBR-9937
	Reatividade potencial álcalis cimento-agregado	NBR-9733

TABELA 4 - ADITIVO / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
A CADA 2000 kg DE ADITIVO	pH	NBR-10908
	Teor de sólidos	
	Densidade	
	Teor de cloretos	
CASOS ESPECÍFICOS QUANDO HOVER SUSPEITAS QUANTO AO COMPORTAMENTO DO ADITIVO	Desempenho	NBR-12307
	Espectrofotometria de infravermelho	ASTM-C-494