PREFEITURA DE GUAXUPÉ
SUL DE MINAS GERAIS BRASIL

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAXUPÉ

MEMORIAL DESCRITIVO, ESTUDO HIDROLÓGICO E MÉTODO EXECUTIVO

PROJETO EXECUTIVO DE REDE PROFUNDA DE DRENAGEM

OUTUBRO/2021

ÍNDICE

ITEM	DESCRIÇÃO	PÁGINA
1.0	**APRESENTAÇÃO**	**3**
2.0	**IDENTIFICAÇÕES**	**3**
2.1	CONTRATANTE	3
2.2	EQUIPE TÉCNICA	3
3.0	**OBJETIVOS GERAIS DO PROJETO**	**3**
4.0	**DADOS DA OBRA**	**4**
5.0	**ESTUDOS HIDROLÓGICOS**	**4**
5.1	INTRODUÇÃO	4
5.2	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	4
5.3	PERÍODO DE RECORRÊNCIA	4
5.4	DADOS DA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	5
5.5	CÁLCULO DA PRECIPITAÇÃO/DURAÇÃO/FREQUÊNCIA	5
5.6	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	6
5.7	INTENSIDADE DE CHUVA DO PROJETO	6
5.8	METODOLOGIA DOS CÁLCULOS DE VAZÃO	7
5.9	ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO	8
6.0	**PROJETO DE DRENAGEM**	**99**
6.1	INTRODUÇÃO	99
6.2	DRENAGEM PROFUNDA	99
7.0	**MÉTODO EXECUTIVO DE DRENAGEM**	**11**
8.0	**MÉTODO EXECUTIVO PAVIMENTAÇÃO**	**66**
9.0	**MÉTODO EXECUTIVO OBRAS CMPLEMENTARES**	**101**

1.0 APRESENTAÇÃO

A VIAVOZ, empresa com sede na Avenida Getúlio Vargas, nº 1710 - 7º Andar – Savassi - Belo Horizonte/MG, inscrita no CNPJ sob o nº 05.874.447/0001-03, vêm apresentar a seguir o documento intitulado de: **"MEMORIAL DESCRITIVO, ESTUDO HIDROLÓGICO E MÉTODO EXECUTIVO DO PROJETO EXECUTIVO DE REDE DE DRENAGEM PROFUNDA PRÓXIMO AO FÓRUM",** elaborado em conformidade com os contratos firmados entre a prefeitura de Guaxupé/MG e a Viavoz.

O referido estudo visa fornecer ao Contratante, todos os detalhamentos técnicos necessários para a realização dos serviços da drenagem em questão.

2.0 IDENTIFICAÇÕES

2.1 CONTRATANTE

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAXUPÉ
CNPJ 18.663.401/0001-97
Endereço: Avenida Conde Ribeiro do Valle, 113 - CENTRO
CEP: 37800-000 GUAXUPÉ - MG / Telefone: (31) 3559-1020

2.2 EQUIPE TÉCNICA

A equipe responsável pela elaboração do presente trabalho é constituída pelos seguintes profissionais:

Engenheiros/Arquitetos

- Gutenberg Caldeira – Eng. Civil: 117-830 CREA /D
- Richard Rodrigues Fernandes - Eng. Civil: CREA /D
- Michele Ferraz Gonçalves – Eng. Civil: 243.631/D
- Sinval Ladeira – Eng. Civil: CREA 28.498/D

3.0 OBJETIVOS GERAIS DO PROJETO

Este Memorial Descritivo Estudo Hidrológico compreende um conjunto de discriminações técnicas, critérios, condições e procedimentos estabelecidos para a

realização dos projetos de rede de drenagem profunda da via próximo ao Fórum de Guaxupé/MG.

4.0 DADOS DA OBRA

Trata-se de uma projeção de rede de drenagem profunda próximo ao Fórum de Guaxupé, no qual seu traçado passa entre alguns lotes – caminho que a água já percolou por gravidade e pelas ruas Padre Oliveira Rolim, Travessa Professor Sebastião Rezende e Rua Cláudio Manoel da Costa, onde ela encontra com o canal existente. Seu comprimento linear terá aproximadamente 800 metros, com inclinações e profundidades que irão variar de acordo com o local da implantação.

5.0 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

5.1 INTRODUÇÃO

Os Estudos Hidrológicos para o projeto foram desenvolvidos tendo como objetivo o conhecimento da vazão máxima de projeto em diversos pontos para dimensionamento das obras de captação superficial.

5.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

O desenvolvimento dos estudos hidrológicos, para qualquer finalidade, exige a pesquisa e coleta de dados básicos, envolvendo, principalmente, estudos existentes, informações cartográficas, informações pluviométricas e observações de campo.

Os elementos básicos consultados e utilizados no desenvolvimento dos estudos são listados a seguir:

- Chuvas Intensas no Brasil (PFAFSTETTER, 1957);
- Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana do Município de Belo Horizonte.

5.3 PERÍODO DE RECORRÊNCIA

O período de recorrência é o parâmetro hidrológico definido como um coeficiente de segurança. É definido como o intervalo médio de anos ou período

qualquer de anos, em que, determinado evento, precipitação ou descarga seja igualado ou excedido uma vez.

O Período de Recorrência adotado foi de 10 anos, conforme recomendado na Instrução técnica para elaboração de estudos de drenagem urbana do município de Belo Horizonte.

5.4 DADOS DA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Para caracterização do regime pluviométrico foram coletados e processados dados de chuva relativa da estação de Caeté, obtidos pelo convenio da Universidade Federal de Viçosa(UFV) com COPASA, a seguir são apresentado os dados das coletas respectivamente.

5.5 CÁLCULO DA PRECIPITAÇÃO/DURAÇÃO/FREQUÊNCIA

PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS - POSTO PLUVIOGRÁFICO DE GUARANÉSIA												MG
tc	(min.)	5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480
	(h)	0,08	0,17	0,25	0,50	1	2	3	4	5	6	8
TR (anos)	10	15,93	28,05	36,24	52,89	68,05	78,30	81,71	83,11	83,72	83,94	83,89
	15	17,35	30,54	39,46	57,59	74,10	85,26	88,97	90,50	91,16	91,40	91,35
	25	19,31	34,00	43,93	64,12	82,49	94,92	99,05	100,75	101,48	101,76	101,69
	50	22,34	39,33	50,81	74,16	95,41	109,79	114,56	116,53	117,38	117,70	117,63
	100	25,84	45,49	58,77	85,78	110,36	127,00	132,52	134,79	135,77	136,14	136,06
FONTE: ANEEL Dados fornecidos pela ANA - Agencia Nacional das Águas											SÉRIE HISTORICA	
											9 anos	

Tabela 1 – Precipitação /Duração/Frequência

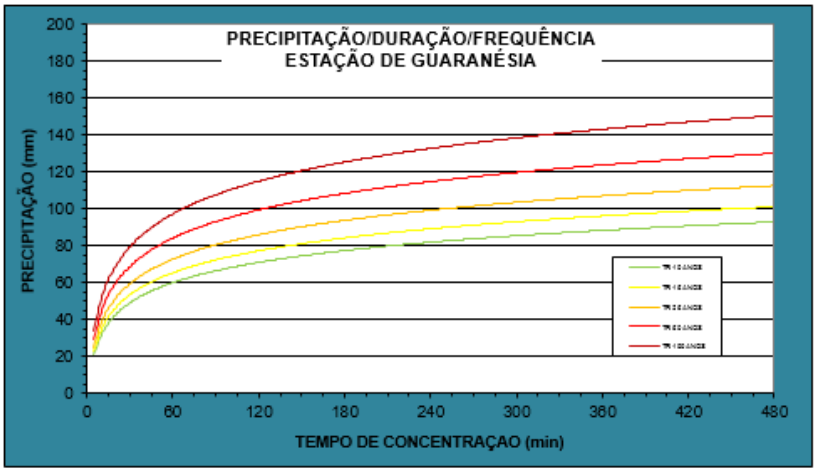


Gráfico 1 – Precipitação /Duração/Frequência

5.6 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração adotado foi de 10 minutos.

5.7 INTENSIDADE DE CHUVA DO PROJETO

Conforme recomendado na Instrução técnica para elaboração de estudos de drenagem urbana do município de Belo Horizonte, a intensidade de chuva de projeto deverá ser calculada através da equação regionalizada proposta por Guimarães Pinheiro e Naghettini para a RMBH (1998), cuja expressão geral é:

$$i_{T,d,j} = 0{,}76542 d^{-0{,}7059} P_{anual}^{0{,}5360} \mu_{T,t}$$

Onde:

- iT,d,j : é a intensidade de precipitação (mm/h) de duração d (h), para tempo de retorno T, na localidade j;
- P *anual* : precipitação anual (mm), na localidade j;
- μT,t : quantis adimensionais de frequência, associados à d e T.

A duração dos eventos considerada e a do tempo de concentração foram de 10 minutos, e a precipitação média anual para a área em estudo foi tomada como sendo 1.500 mm (conforme Instrução técnica para elaboração de estudos de drenagem urbana do município de Belo Horizonte, da SUDECAP). Nestas condições, o valor calculado para intensidade de precipitação foi de 179,66 mm/h.

INTENS. DAS PRECIPITAÇÕES - POSTO PLUVIOGRAFICO DE GUARANÉSIA												MG
tc	(min.)	5	10	15	30	60	120	180	240	300	360	480
	(h)	0,08	0,17	0,25	0,50	1	2	3	4	5	6	8
TR (anos)	10	191,20	165,00	144,95	105,79	68,05	39,15	27,24	20,78	16,74	13,99	10,49
	15	208,19	179,66	157,83	115,19	74,10	42,63	29,66	22,63	18,23	15,23	11,42
	25	231,77	200,00	175,70	128,23	82,49	47,46	33,02	25,19	20,30	16,96	12,71
	50	268,08	231,34	203,23	148,32	95,41	54,90	38,19	29,13	23,48	19,62	14,70
	100	310,09	267,59	235,07	171,56	110,36	63,50	44,17	33,70	27,15	22,69	17,01
FONTE: ANEEL Dados fornecidos pela ANA - Agencia Nacional das Águas											SÉRIE HISTORICA 9 anos	

Tabela 2 – Intensidade /Duração/Frequência

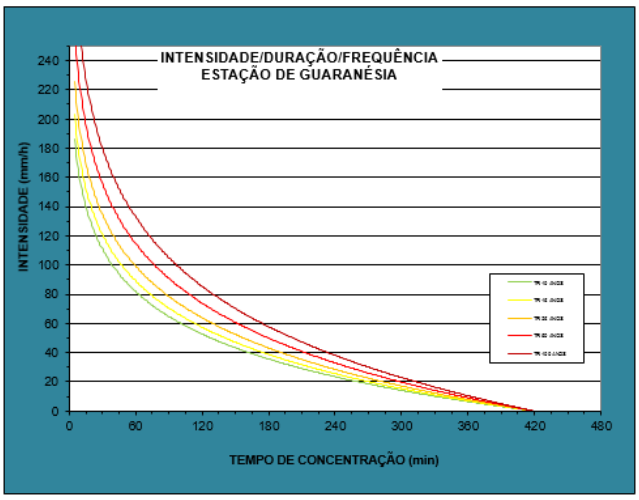


Gráfico 2 – Intensidade /Duração/Frequência

De acordo com a Instrução técnica para elaboração de estudos de drenagem urbana do município de Belo Horizonte, da SUDECAP, para projetos de drenagem em áreas restritas com uso e/ou ocupação específica, pode-se utilizar o coeficiente de escoamento superficial (C) indicado na Tabela 3 a seguir:

CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	C min.	C máx.
Pátios e estacionamentos	0,9	0,95
Áreas cobertas	0,75	0,95
Lotes urbanos grandes	0,3	0,45
Parques e cemitérios	0,1	0,25
Terreno	0,5	0,85
Relvado arenoso plano	0,05	0,1
Taludes	0,7	0,7
Áreas verdes	0,5	0,5
Ref.: "Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais"-Hidrosistemas/COPASA -1993		

Tabela 3 – Coeficiente de escoamento superficial direto

5.8 METODOLOGIA DOS CÁLCULOS DE VAZÃO

A vazão de projeto é o valor instantâneo de pico (ou o hidrograma de cheia), calculado indiretamente à partir da transformação da chuva de projeto em vazão do escoamento superficial.

Conforme o roteiro de cálculo já citado anteriormente, o cálculo das vazões foi feito através do Método Racional (CETESB, 1980).

Em conformidade com esta metodologia, a vazão de projeto é determinada pela expressão:

$$Q = 0{,}00278 \times C \times I \times A$$

Onde:

- Q = vazão máxima prevista para o período de recorrência, em m3/s;
- 0,00278 = Coeficiente de homogeneização das unidades;
- C = coeficiente de escoamento superficial;
- I = intensidade pluviométrica, em mm/h;
- A = área da bacia de contribuição, em ha.

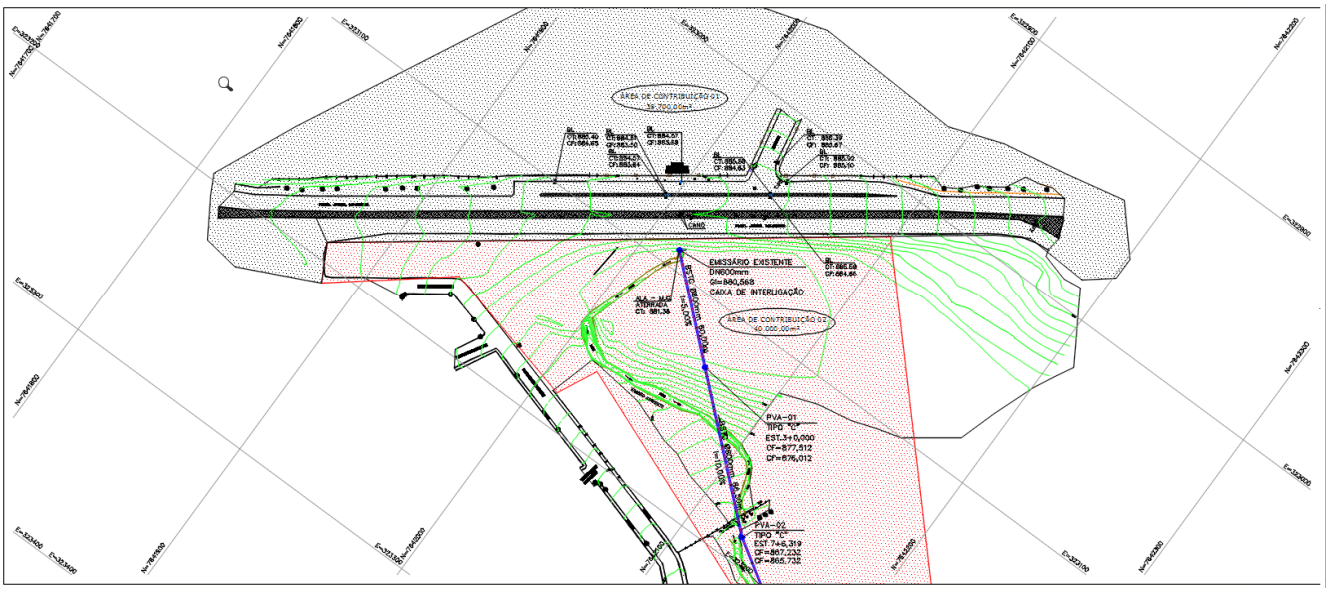
5.9 ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

As áreas de contribuição foram delimitadas a partir do encaminhamento das redes de drenagem pluvial existentes, e também das redes projetadas no projeto hidráulico, levando em consideração todos os pontos de lançamento.

Tabela 4 – Coeficiente de escoamento superficial direto

PLANILHA DE CÁLCULO DE VAZÕES										
REDE PRINCIPAL										
Contribuição	BL/CX/PV	PV	ESTACA	Área (m²)	Área (há)	C	Tc (min)	i (mm/h)	Q (m³/s)	Q (l/s)
C01				39700,00	3,97	0,90	10	179,66	1,7831	1783,13
C02				40000,00	4,00	0,90	10	179,66	1,7966	1796,60
SUBTOTAIS									**3,5797**	**3.579,73**

Imagem 1 – Áreas de Contribuição Pluvial



Obs: Para este projeto foi considerado como coeficiente de escoamento superficial igual a 0,90, ou seja, foi previsto que toda a área de contribuição fosse impermeável aumentando consideravelmente a situação existente do local (área da bacia de contribuição 02) visto a área de contribuição 02 atualmente refere-se a campo aberto sem revestimento.

6.0 PROJETO DE DRENAGEM

6.1 INTRODUÇÃO

O projeto de drenagem foi elaborado com base nos subsídios fornecidos nos estudos hidrológicos e hidráulicos.

O objetivo dos dispositivos de drenagem é disciplinar o fluxo d'água superficial que aflui das calçadas, vias e taludes. Para tal, projetou-se um sistema de drenagem de modo a captar, conduzir e descarregar essas águas em lugar apropriado e seguro.

Foram adotados os seguintes dispositivos para elaboração do projeto de drenagem:

- Rede Tubular de concreto;

As especificações técnicas referentes às execuções dos serviços de micro drenagem quanto aos tipos de materiais, bem como suas inspeções e os controles tecnológicos deverão seguir às normas e orientações contidas no manual de Procedimento para Elaboração e Apresentação de Projetos de Infraestrutura.

6.2 DRENAGEM PROFUNDA

6.2.1 Rede Tubular de Concreto

Tubo de concreto é o elemento pré-moldado de seção circular de concreto armado a ser utilizado nas redes de águas pluviais, conhecidos como bueiros tubulares de concreto.

Para o escoamento seguro e satisfatório, o dimensionamento hidráulico deve considerar o desempenho do bueiro com velocidade de escoamento adequada, além de evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no terreno natural, como na própria tubulação e dispositivos acessórios e garantir a autolimpeza desses condutos.

Os escoamentos superficiais foram considerados como permanentes e uniformes. Neste caso, aplicou-se à fórmula de Manning, descrita abaixo, para cálculo de suas velocidades.

$$V = (A\ R^{2/3}\ i^{1/2}) / n$$

$$Q = A\ V$$

Onde:

- Q = vazão em m^3/s;
- A = área molhada, em m^2, considerando-se uma lâmina máxima de 80%;

- R = raio hidráulico, em m;
- I= declividade da tubulação, em m/m;
- N= coeficiente de rugosidade, considerado em 0,014 para o tubo de concreto;
- V= velocidade do líquido, em m/s.

A velocidade máxima desejável para tubo de concreto em rede tubular foi de 7,50 m/s e a mínima 0,75 m/s.

Devido à falta de um desnível favorável no segmento entre as ruas Pedro Franchi e Cláudio Manoel da Costa em relação ao emissário final no canal existente, ponto este com cota já estabelecida, sua capacidade hidráulica ficou ineficiente em partes, no segmento informado acima a velocidade de escoamento e capacidade da vazão ficou um pouco defasada conforme planilha de dimensionamento da rede tubular abaixo:

Tabela 5 - Cálculo de Redes Tubulares

CÁLCULO DE REDES TUBULARES																		
LOCALIZAÇÃO		EXT.	DIÂMETRO ADOTADO	COEFICIENTE MANNING	DECLIV.	RELAÇÃO TIRANTE D'ÁGUA / DIAMETRO	TIRANTE D'ÁGUA	COMPRIM. ACIMA RAIO	COMPRIM. ACIMA RAIO/RAIO	ÂNGULO MOLHADO	ÂNGULO MOLHADO	PERÍMETRO MOLHADO	ÁREA TOTAL	RAIO HIDRÁULICO	VELOCID	VAZÃO DE PROJETO		VAZÃO DO CONDUTO
MONTANTE	JUSANTE															LOCAL	ACUMUL.	
PV	PV	(m)	Ø (mm)	n	i (m/m)	Y / Ø	Y (m)	Yo (m)	Yo/R (m)	Alfa (rd)	Alfa (Grau)	p (m)	A (m²)	Rh (m)	V (m/s)	Q_p (m^3/s)	Q_p (m^3/s)	Q (m^3/s)
EMISS. EXIST.	PVA-01	60,00	800	0,014	0,05000	0,80	0,640	0,240	0,600	4,429	253,740	1,771	0,431	0,243	6,23	1,7831	1,783	2,684
PVA-01	PVA-02	80,00	800	0,014	0,10000	0,80	0,640	0,240	0,600	4,429	253,740	1,771	0,431	0,243	8,80	1,7831	1,783	3,795
PVA-02	PVA-03	80,00	800	0,014	0,10000	0,80	0,640	0,240	0,600	4,429	253,740	1,771	0,431	0,243	8,80	1,7831	1,783	3,795
PVA-03	PVA-04	96,50	1000	0,014	0,05700	0,80	0,800	0,300	0,600	4,429	253,740	2,214	0,674	0,304	7,71	3,5797	3,580	5,196
PVA-04	PVA-05	32,00	1000	0,014	0,03740	0,80	0,800	0,300	0,600	4,429	253,740	2,214	0,674	0,304	6,25	3,5797	3,580	4,208
PVA-05	PVA-06	61,50	1000	0,014	0,06200	0,80	0,800	0,300	0,600	4,429	253,740	2,214	0,674	0,304	8,04	3,5797	3,580	5,419
PVA-06	PVA-07	47,00	1000	0,014	0,04420	0,80	0,800	0,300	0,600	4,429	253,740	2,214	0,674	0,304	6,79	3,5797	3,580	4,575
PVA-07	PVA-08	60,00	1000	0,014	0,03200	0,80	0,800	0,300	0,600	4,429	253,740	2,214	0,674	0,304	5,78	3,5797	3,580	3,893
PVA-08	PVA-09	77,60	1000	0,014	0,06840	0,80	0,800	0,300	0,600	4,429	253,740	2,214	0,674	0,304	8,45	3,5797	3,580	5,691
PVA-09	PVA-10	55,00	1000	0,014	0,03910	0,80	0,800	0,300	0,600	4,429	253,740	2,214	0,674	0,304	6,39	3,5797	3,580	4,303
PVA-10	PVA-11	43,50	1000	0,010	0,00680	0,80	0,800	0,300	0,600	4,429	253,740	2,214	0,674	0,304	3,73	3,5797	3,580	2,512
PVA-11	PVA-12	49,00	1000	0,010	0,00680	0,80	0,800	0,300	0,600	4,429	253,740	2,214	0,674	0,304	3,73	3,5797	3,580	2,512
PVA-12	PVA-13	60,00	1200	0,010	0,00680	0,80	0,960	0,360	0,600	4,429	253,740	2,657	0,970	0,365	4,21	3,5797	3,580	4,085

Página 1

Em alguns casos particulares a velocidade máxima admissível poderá chegar a 12 m/s, contudo neste projeto as declividades das redes se apresentaram em alguns pontos cima de 7,50 m/s como nos tramos dos PV'S 01 ao 04, 05 ao 06 e 08 ao 09.

Já para a capacidade hidráulica, no segmento entre aos PV'S 10 ao 12 a vazão do conduto ficou inferior a capacidade do tubo (segmento das vias existente Pedro Franchi e Cláudio Manoel da Costa em relação ao emissário final no canal existente) devido ao pouco recobrimento entre as vias e altura do emissário final existe) porém, conforme informado acima foi considerado como coeficiente de escoamento pluvial como igual a 0,90.

Para solucionar este regime hidráulico de velocidade e vazão deve-se realizar obras de rebaixamento do canal pluvial existente de modo a permitir a criação de uma rede com maior inclinação e consequentemente melhorias em sua vazão de escoamento para o segmento final junto ao canal existente do município.

As larguras de valas deverão seguir a coluna referente ao escoramento contínuo da tabela 4 da SUDECAP.

Os volumes dos reaterros referentes às valas apresentados na planilha de quantidades, são referentes ao material necessário para tal, entretanto antes da realização das medições deve-se considerar os critérios de medição do caderno da SUDECAP.

7.0 MÉTODO EXECUTIVO

7.1 INSTALAÇÃO DA OBRA

7.1.1 Canteiro de Obra e Serviços

Compreende as instalações provisórias executadas junto à área a ser edificada, com a finalidade de garantir condições adequadas de trabalho, abrigo, segurança e higiene a todos os elementos envolvidos, direta ou indiretamente, na execução da obra, além dos equipamentos e elementos necessários à sua execução e identificação.

Conforme atualização da NR-18, os canteiros de obras devem estar protegidos por sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA, projetado, construído e mantido de acordo com normas técnicas nacionais vigentes. O cumprimento desta obrigação é dispensado em situações previstas nas referidas normativas.

7.2 ELEMENTOS DE IDENTIFICAÇÃO

7.2.1 Placa de Obra

As placas de identificação da obra a ser executada de acordo com as exigências da Resolução CREA nº 407/96, que "regula o tipo e o uso de placas de identificação do exercício profissional em obras, instalações e serviços de Engenharia, Arquitetura e Agronomia", bem como da municipalidade local, que determinará, o posicionamento de todas as placas no canteiro de serviços.

As placas de obra e de financiamento seguirão o padrão estabelecido pelo órgão responsável.

As placas deverão ser fixadas em local visível, altura mínima de 2,20 m da base ao solo, preferencialmente no acesso principal ao empreendimento ou voltadas para o local que favoreça melhor visibilidade.

a. Materiais e execução

Visando atender a montagem das placas de obra, apresenta-se, a seguir, uma relação com a especificação simplificada dos materiais e serviços a serem utilizados na execução destas:

- revestimento por chapa de aço galvanizada nº 26, fixada na estrutura de aço tubular de seção quadrada 20 x 20 mm, com rebite, e acabamento de cantoneira de abas iguais em aço 1/8" x 1" com pintura esmalte;
- Adesivo Vinil impresso pelo processo digital 720 DPI;
- acabamento com cantoneira com pintura esmalte sintética;
- estrutura de sustentação em peças de madeira (Eucalipto) 12 x 8 cm totalmente pintadas de branco.

7.2.2 Instalação provisória de água e esgoto

a. Ligação de água

A solicitação de ligação poderá ser feita através da concessionária de água do município. Deverá ser informado o objetivo da ligação, a demanda diária da obra, o diâmetro necessário, o período estimado para a obra.

b. Ligação de Esgoto

Na impossibilidade de ligação de esgoto à rede pública deverá ser executada uma fossa séptica atendendo às especificações da NBR 7229 tanto em relação aos materiais a serem utilizados quanto à correta técnica operatória. O sumidouro será dimensionado em função da capacidade de absorção do solo.

Observada a redução de capacidade de absorção do sumidouro, nova unidade deverá ser construída, para recuperação da capacidade perdida. Os sumidouros não devem atingir o lençol freático, sendo sua capacidade mínima a mesma da fossa séptica contribuinte. Em relação ao sumidouro ou tanque absorvente e o tanque séptico, estes deverão ser limpos e aterrados no final da obra.

7.3 DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES

7.3.1 Objetivo

Aplicar de forma genérica ao conjunto de operações de demolições, desconstruções e remoções manuais ou mecânicas, assim como procedimentos para a Gestão de Resíduos da Construção Civil, desde sua geração até a sua destinação final, de forma ambientalmente adequada, tendo como objetivos específicos:

- proteger a saúde pública e manter qualidade ambiental;
- estabelecer as diretrizes básicas para a execução dos serviços de demolição / desconstrução e remoções;
- reduzir, reutilizar, reciclar, tratar e evitar a geração de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, bem como dar lhes uma destinação ambientalmente adequada;
- segregar, acondicionar e fomentar a reutilização de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
- gerenciar integralmente esses resíduos;
- fornecer informações inerentes à execução, critérios de medição e pagamento.

7.3.2 Condições Gerais

O conhecimento do local e dos serviços que serão realizados é imprescindível, de modo a identificar, sinalizar e/ou proteger as redes subterrâneas de concessionárias de serviços que por ventura venham a existir, tais como: drenagem pluvial, água, energia, esgoto, telefonia, fibras óticas, gás, dentre outras.

Os materiais e equipamentos a serem utilizados na execução dos serviços de demolições e remoções atenderão às especificações do projeto, bem como às prescrições da NR-18.

É necessário a elaboração e implementação do Plano de Demolição, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado, contemplando os riscos ocupacionais potencialmente existentes em todas as etapas da demolição e as medidas de prevenção a serem adotadas para preservar a segurança e a saúde dos trabalhadores.

Conforme Atualização da NR-18, o Plano de Demolição deve considerar:

- as linhas de fornecimento de energia elétrica, água, inflamáveis líquidos e gasosos liquefeitos, substâncias tóxicas, canalizações de esgoto e de escoamento de água e outros;
- as construções vizinhas à obra;
- a remoção de materiais e entulhos;
- as aberturas existentes no piso;
- as áreas para a circulação de emergência;
- a disposição dos materiais retirados;
- a propagação e o controle de poeira;
- o trânsito de veículos e pessoas.

Os geradores de resíduos da construção civil, responsáveis pela execução de obras públicas de edificações e infraestrutura, deverão elaborar e implementar Planos de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil – PGRCC.

Os PGRCC deverão contemplar as seguintes etapas:

- caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- minimização da geração de resíduos;
- triagem: realizada pelo gerador na origem ou nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas em Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA , a saber:

CLASSIFICAÇÃO DOS RESIDUOS DA CONSTRUÇÃO (FONTE: RESOLUÇÃO CONAMA 307/2002)		
CLASSE A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	- Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos depavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusivesolos provenientes de terraplanagem. - Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de edificações, tais como: componentes cerâmicos (tijolos, blocos,telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto. - Resíduos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras.
CLASSE B	São os resíduos recicláveispara outras destinações	- Plásticos, papéis, papelões, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias* ou gesso.
CLASSE C	São resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias oueconomicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação.	- Poliuretano

CLASSE D	São resíduos perigosos oriundosdo processo de construção	- Tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

**Consideram-se embalagens vazias de tintas imobiliárias, aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta liquida.*

Tabela 6 - Classificação dos resíduos da construção

- Acondicionamento: o gerador deve garantir o armazenamento dos resíduos, desde a geração até a etapa de transporte, assegurando, em todos os casos possíveis, as condições de reutilização e de reciclagem;
- Transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- Destinação: os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

DESTINAÇÃO DOS RESIDUOS DACONSTRUÇÃO (FONTE: RESOLUÇÃO CONAMA 307/2002)	
CLASSE A	Deverão ser reutilizados, reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterros de resíduos classe A de reservação de material para uso futuro.
CLASSE B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendodispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
CLASSE C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas
CLASSE D	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas

Tabela 7 - Destinação dos resíduos da construção

Os geradores, mencionados anteriormente, deverão especificar nos seus projetos, em conformidade com as diretrizes da legislação específica, os procedimentos que serão adotados para a destinação ambientalmente adequada de outras categorias de resíduos eventualmente gerados no empreendimento.

É de responsabilidade da empresa projetista:

- elaborar o PGRCC, de acordo com a Lei n° 10522/12 e planejar detalhadamente a demolição descrevendo as diversas fases das remoções e seu respectivo plano de segurança caso não seja parte integrante dos documentos do projeto;
- conferir e/ ou complementar e atestar o planejamento detalhado de demolição apresentado na documentação do projeto.

É de responsabilidade da empresa executora da obra:

- contratar seguro de responsabilidade civil a favor de terceiros para cobrir danos que venham ser causados a transeuntes e empregados da demolidora/construtora, durante a demolição de edificações;
- atender às normas para o transporte vertical de objetos pesados ou volumosos, ficando proibido o lançamento em queda livre;
- manter a área do serviço limpa e organizada, durante todo período da obra, garantindo o armazenamento de todos os resíduos sólidos, desde a geração até a etapa de transporte;
- assegurar a segregação e o armazenamento por tipo de material, permitindo assim as condições de reutilização e reciclagem;
- remover, transportar e destinar tais materiais às unidades devidamente licenciadas, de forma ambientalmente adequada e conforme determinações constantes nas normas vigentes para tais procedimentos. Também é de responsabilidade da executora realizar e manter o controle dessas operações, por meio do registro no CTR e do controle em quadro resumo mensal.

A Tabela a seguir resume alguns dos critérios, compilados para orientação, de levantamento de quantitativos de projeto e de medição de obra. Os conteúdos apresentados nos itens referenciados, entretanto, contemplam as descrições completas e devem ser sempre consultados.

SERVIÇO	**LEVANT. QUANT. PROJETO**	**MEDIÇÃO OBRA**
Remoção de telhas em geral e engradamentos de telhado	Metro quadrado (m^2)	Metro quadrado (m^2)
Remoção de esquadrias de madeiras emetálicas em geral (portas, janelas e caixilhos), forros, quadros, bancadas ealambrado	Metro quadrado (m^2)	Metro quadrado (m^2)
Demolição de Revestimento	Metro quadrado (m^2)	Metro quadrado (m^2)
Demolição de pisos, passeios e pavimentos	Metro quadrado (m^2)	Metro quadrado (m^2)
Demolição, remoção e carga manual de alvenaria em geral (tijolos ou blocos) e demolição de concreto simples e concretoarmado	Metro cúbico (m^3)	Metro cúbico (m^3)
Demolição, remoção e carga mecânica de construções de alvenaria	Metro quadrado (m^2)	Metro quadrado (m^2)

Demolição, remoção e carga mecânica degabião	Metro cúbico (m³)	Metro cúbico (m³)
Demolição de placas divisórias em geral,inclusive entarugamento, barroteamento, perfis de sustentação	Metro quadrado (m²)	Metro quadrado (m²)
Remoção de peças diversas, marcos ealisares	Metro quadrado (m²) para o caso de remoçãode quadro negro e por unidade (un), quando se tratar de peças diversas	Metro quadrado (m²) para ocaso de remoção de quadronegro e por unidade (un), quando se tratar de peças diversas
Transporte de material demolido em carrinhode mão	Ve*1,30	Volume medido através da cubagem (volume real retiradodo canteiro)
Transporte de material demolido emcaminhão	Ve*1,30	Volume medido através da cubagem (volume real retirado do canteiro)
Transporte de material demolido emcaçamba	Ve*1,30	Viagem (VG) da caçamba de5 m³

Ve= Volume, em metros cúbicos (m³), dos elementos a serem demolidos.

Tabela 8 - Quadro resumo de itens compilados para orientação

7.3.3 Definições

Demolição é o ato de se destruir de forma deliberada alguma construção a fim de dar outro destino ao espaço antes ocupado por ela. Desconstrução consiste em destruir ou desfazer uma construção ou qualquer tipo de obra, para refazê-la em outros padrões concorrendo para que esta perca a forma, estrutura ou conceito originais. Remoção consiste no ato ou efeito de transferir de um local para outro.

Para estes processos, que resultam na transformação de materiais da construção civil de todas as classes, desde a geração, até a etapa de transporte, recomenda-se assegurar a segregação na origem e as condições de reutilização e reciclagem. Estes resíduos devem ser classificados, separados, removidos, transportados e destinados, de forma ambientalmente adequada, às unidades de recebimento, devidamente licenciadas.

Os serviços de demolição incluem:

- obras de concreto: fundações, muros, galerias, tubos, estruturas a serem demolidas manualmente ou com o auxílio de equipamentos apropriados;
- alvenarias de tijolos, independentemente do tipo, a serem demolidas manualmente ou mecanicamente, visando o reaproveitamento ou não dos materiais;

- construções existentes na faixa definida para implantação do empreendimento, objeto de desapropriação ou remoção, a serem demolidas manualmente ou com utilização de equipamentos mecânicos.

7.3.4 Equipamentos

Serão utilizados equipamentos adequados a cada tipo de demolição, complementados com o emprego de ferramentas manuais e uso de equipamento mecânico que gere vibração, sempre que, a seu critério, isto se fizer necessário. Devem ser priorizados equipamentos que permitam o reaproveitamento do material demolido. Poderão ser utilizadas máquinas específicas, quando se tratar de fundações, pequenos muros e outras estruturas.

7.3.5 Diretrizes preliminares

Antes da execução dos serviços, deverá ser realizado detalhada análise técnica e levantamento das situações e condições da construção. Deverão ser considerados aspectos importantes tendo em vista a natureza da estrutura, o sistema construtivo, os métodos utilizados na construção, o estado de conservação e de estabilidade, o risco de desabamentos, a necessidade de escoramentos ou travamentos e a proteção ou retirada de elementos construtivos, artísticos ou decorativos, segundo os critérios de planejamento para execução da obra. O planejamento deverá incluir o tipo de proteção coletiva e/ou individual a ser utilizada na demolição. Os tapumes e outros meios de proteção e segurança serão executados conforme o projeto e as recomendações da NR-18.

Deverá ser estabelecido um cronograma de trabalho tendo em vista que nenhum desses serviços coloque em risco a segurança dos trabalhadores, das construções vizinhas e do público que transita nas imediações da construção a ser demolida.

Os serviços só poderão ser iniciados após o recebimento da ordem de serviços respectiva, não devendo ser executadas escavações desnecessárias. Os mesmos deverão ser conduzidos de forma a remover todos os resíduos gerados, tais como: resíduos sólidos da construção civil, resíduos volumosos, vegetação, resíduos provenientes de destocamento, dentre outros.

Antes da execução dos trabalhos, deverá ser solicitado às concessionárias locais o desligamento de todos os serviços fornecidos como: água, gás, energia elétrica, etc.

7.3.6 Obras de infraestrutura

O serviço de demolição de pavimento, aqui considerado, refere-se à demolição de revestimentos asfálticos, quando da abertura de valas para a execução de redes de drenagem ou para execução de recomposição de pavimento remendos do revestimento existente, incluindo o retalhamento do revestimento asfáltico com equipamentos apropriados e a remoção lateral dos resíduos sólidos gerados.

As atividades de demolição de pavimentos cuja deterioração ou patologia aconselhe sua substituição, com o emprego de equipamentos tais como tratores de esteira, pás carregadeiras, escavadeiras hidráulicas, dentre outros, serão medidas e pagas segundo especificações próprias.

Para a demolição de revestimento asfáltico serão utilizados os seguintes equipamentos: conjunto de compressores de ar e perfuratrizes pneumáticas, equipamentos hidráulicos acoplados em retroescavadeiras ou escavadeiras assim como ferramentas especiais de corte de asfalto. Os locais ou segmentos de revestimento a serem demolidos deverão ser visivelmente demarcados com tinta.

O revestimento deverá ser recortado longitudinal e transversalmente em relação à linha de delimitação traçada sobre ele, utilizando-se serra apropriada para concreto ou marteletes. Os “cortes” deverão ser convenientemente traçados para que não danifiquem partes do revestimento fora da faixa a ser removida e facilitem a posterior remoção das placas com o uso de ferramentas manuais apropriados.

Quando se tratar de recomposição de revestimentos, tanto as operações de demolição do revestimento quanto o transporte do material resultante deverão ser executados sem avariar superfície superior da base.

7.3.7 Controle

O controle dos serviços de demolição e limpeza será feito segundo o plano de execução da obra. Deve verificar se o serviço foi realizado de forma integral respeitando as linhas de demarcação, zelando para que não haja a utilização de

mão de obra e equipamentos além do necessário. Cuidados especiais deverão ser tomados quanto à segurança dos operários durante a demolição de lajes e paredes. A segregação, o transporte, o reaproveitamento e a destinação dos materiais devem ser executados de acordo com o PGRCC, normas e legislação vigente e os CTR's, emitidos durante a obra.

7.4 TRABALHOS EM TERRA

7.4.1 Objetivo

Tem por objetivo aplicação de forma genérica ao conjunto de operações de escavações, cortes e aterros, manuais ou mecânicos, necessário à adequação do terreno ou às exigências de um determinado projeto a ser implantado. Cabe ainda às situações em que se faz necessária a escavação e/ou reaterro de valas, visando o acondicionamento de tubulações e a execução de fundações superficiais. As referidas operações se resumem em:

- Limpeza de áreas;
- Escavação mecânica com ou sem carga;
- Transporte do material, inclusive descarga;
- Aterro compactado;
- Escavação e reaterro de valas.

7.4.2 Considerações gerais sobre empolamento

Um fenômeno característico dos solos, importante na terraplanagem, cortes e escavações é o empolamento ou expansão volumétrica. Quando se escava o terreno natural, a terra que se encontra em estado natural de compactação, proveniente do seu próprio processo de formação, experimenta uma expansão volumétrica que chega a ser considerável na maior parte dos casos.

Após o desmonte, a terra assume, portanto, volume solto maior do que aquele em que se encontrava em seu estado natural e, consequentemente, com a massa específica solta correspondente ao material solto, menor do que a massa específica natural.

Assim sendo, os volumes de material a serem carregados e transportados são maiores do que os volumes medidos no corte.

"Fator de empolamento" é definido como o aumento de volume verificado na terra após o processo de extração.

Ressalta-se também a diferença entre "Fator de empolamento" e "Fator de conversão" empregado para o cálculo do volume de empréstimo necessário aos aterros. Durante a execução de aterros compactados os solos soltos, se trabalhados com equipamentos especiais (compactadores), sofrem elevada diminuição de volume ou contração, causada pela aproximação dos grãos, devido à redução do volume de vazios. Assim, para execução de determinado volume de aterro, é necessário um volume maior do que aquele determinado pelo volume final da cava. Este volume de aterro será, portanto, calculado a partir da seguinte relação:

Volume de corte (Vc) = fator de conversão (f) X volume de aterro (V), onde,

$$\text{Fator de conversão (f)} = \frac{\text{massa específica do material compacto } (\gamma_c)}{\text{massa específica do material em estado natural } (\gamma n)}$$

Para determinação da massa específica do material compacto (γ_c) e da massa específica do material em estado natural (γn) deverão ser realizados ensaios in loco.

Somente nos critérios de levantamento (quantitativo para projeto) será adotado o fator médio de conversão

(f) igual a 18 %.

A Tabela a seguir apresenta quadro resumo dos itens de escavação, carga e transporte, considerando tipo de serviço, levantamento de quantitativos do projeto e medição da obra.

SERVIÇO	**LEVANT. QUANT. PROJETO**	**MEDIÇÃO OBRA**
Escavação/Corte Empréstimo paraAterro	Vc=Va / 1,18	Vc=Va* {(γ_c) / (γn)}
Escavação/Corte Terreno natural	Vc	Vc medido na obra portopografia
Escavação/Corte e Carga mecanizada	Vc	Volume medido através da cubagem (volume real domaterial)
Carga mecanizada	Vc*1,25	Volume medido através dacubagem (volume real do material
Transporte	Vc*1,25	(Volume medido através da cubagem) * (distância em Km)

Tabela 9- Resumo itens Escavação, Carga e Transporte

Volume de corte (Vc) = Volume em metros cúbicos (m^3) extraído, medido na cava, sendo seu cálculo resultante de levantamento topográfico podendo-se utilizar o "método da média das áreas", o que é válido também paraempréstimos efetuados por um único executante.

Volume de aterro (Va) = Volume em metros cúbicos (m^3) utilizado para nivelamento ou estabilização do solo,sendo seu cálculo resultante de levantamento topográfico podendo-se utilizar o "método da média das áreas".

(γ_c) = massa específica do material compacto

(γn) = massa específica do material em estado natural

Para determinação da massa específica do material compacto (γ_c) e da massa específica do material em estado natural (γn), deverão ser realizados ensaios *in loco*.

7.4.3 Classificação dos materiais

Os materiais ocorrentes nos serviços de terraplenagem serão classificados em três categorias, conforme resultados de ensaios de caracterização, durante o desenvolvimento do projeto, de acordo com as seguintes definições:

a. Materiais de primeira categoria

Solos em geral (de natureza residual ou sedimentar) e seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 m. Em geral, todos os materiais são escavados com emprego de picareta, enxadão e equipamentos mecânicos, que não exigem o uso contínuo de escarificador.

b. Materiais de segunda categoria

Rochas em decomposição que possam ser removidas com o uso de lâminas de equipamentos rodoviários, sem a utilização de desmonte especializado (Ex.: explosivo, perfuratriz, etc.). Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha de volume inferior a 2 m^3 e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 m e 1 m.

c. Materiais de terceira categoria

Compreende a rocha sã e as rochas fraturadas, que somente possam ser extraídas após redução em blocos, exigindo o uso de explosivos, perfuratriz ou outros dispositivos para desagregação da rocha. Inclui- se neste seguimento, rochas com diâmetro médio superior a 1 m ou volume igual ou superior a 2 m^3.

7.5 CAMINHOS DE SERVIÇO

7.5.1 Objetivo

Objetiva estabelecer as diretrizes básicas para a execução dos caminhos de serviço nos canteiros de obras.

7.5.2 Definições

Os caminhos de serviço são construídos para permitir o trânsito de equipamentos e veículos em operação, com a finalidade de interligar cortes e aterros, assegurar acesso ao canteiro de serviço, empréstimos, jazidas, obras de arte, fontes de abastecimento de água e instalações diversas previstas nos canteiros de obras.

7.5.3 Condições específicas

a. Equipamentos

A implantação dos caminhos de serviço será executada mediante utilização de equipamentos adequados e do emprego acessório de serviços manuais.

Os caminhos de serviço deverão ser devidamente conservados com o uso de motoniveladoras, bem como caminhão pipa, para controle de particulado, objetivando eliminação da poeira.

b. Materiais

Os materiais ocorrentes nos cortes, necessários à execução dos caminhos de serviço, são de qualquer natureza, não devendo ser classificados, uma vez que não serão objeto de medição e pagamento.

c. Execução

Os caminhos de serviço deverão possuir condições de rampa, desenvolvimento, raio de giro e drenagem necessários à utilização racional de equipamentos e veículos. Deverão ainda receber revestimento primário em espessura mínima suficiente para garantia do tráfego, quando assim for preciso.

A execução e a conservação de revestimento primário dos caminhos de serviço ou variantes, assim como os serviços de destinação final e retorno do material (empréstimos) para execução dos mesmos, não serão objeto de medição.

Os custos destes serviços são considerados indiretos, estando, portanto, incluídos nos preços dos serviços correspondentes à sua natureza.

d. Controle

Os caminhos de serviço deverão conter largura suficiente que permita o cruzamento dos veículos e equipamentos, velocidade adequada ao equipamento transportador e boa visibilidade.

7.6 DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA DO TERRENO

7.6.1 Objetivo

Esse capítulo visa estabelecer, sempre que as condições locais exigirem e antes do início das atividades, diretrizes para a execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza do terreno, nas áreas destinadas a implantação da obra e naquelas correspondentes à retirada de materiais de empréstimos.

7.6.2 Definições

Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza do terreno abrangem:

- capina manual, que consiste no corte e remoção de toda a vegetação (gramínea ou herbácea que seja considerada inconveniente, removendo as raízes da camada superficial do terreno, apenas com o emprego de ferramentas manuais;
- desmatamento, destocamento e limpeza, inclusive transporte até 50 m, que se desenvolve em três etapas assim definidas, com a utilização de equipamento apropriado:

a. desmatamento que compreende o corte e a remoção de toda a vegetação, qualquer que seja a sua densidade;

b. destocamento que compreende a operação de corte e remoção de tocos de árvores e raízes após o serviço de desmatamento, na profundidade necessária até o nível do terreno considerado apto para a terraplanagem;

c. limpeza que compreende a operação de remoção da camada de solo orgânico, na profundidade suficiente para a remoção de detritos de origem vegetal, bem como de quaisquer outros objetos e materiais indesejáveis que ainda subsistam.

- desmatamento, destocamento e limpeza exclusive transporte, que se desenvolve como as etapas do item anterior, porém, somente com o transporte de materiais para distâncias superiores a 50 m, onde a carga e o transporte, deverão estar relacionados à parte.
- roçamento com roçadeira mecânica compreende a operação de corte e remoção da vegetação em superfícies regularizadas sem pedras nem tocos, sendo

praticada com objetivo de dar melhor aspecto e aprimorar as condições de visibilidade a áreas delimitadas, taludes ou praças, assim como evitar a propagação do fogo.

- destocamento, despraguejamento manual de vegetação consiste na retirada de gramíneas ou herbáceas, consideradas inconvenientes.

7.6.3 Condições específicas

a. Equipamentos

Os serviços poderão ser executados de forma mecânica e/ou manual, desde que utilizados equipamentos adequados.

Capina manual

Nesta operação serão utilizadas ferramentas como: ancinho, garfo, gadanho, pá, carrinhos-de-mão, etc.

Desmatamento, destocamento e limpeza

Os equipamentos serão selecionados em função da densidade e do tipo de vegetação, das condições de suporte do terreno natural e dos prazos exigidos para a conclusão do serviço, compreendendo tratores de esteira com lâmina frontal, tratores de pneus com lâmina frontal, motoniveladoras, escarificadores e ferramentas manuais diversas, como motosserras, foices, alavancas, pás, enxadas, picaretas, etc.

b. Execução

O corte de vegetação de porte arbóreo fica subordinado às seguintes exigências e providências devendo adotar técnicas adequadas para este fim, assim como medidas de proteção aos indivíduos arbóreos que serão preservados:

- obtenção de licença para supressão, em se tratando de indivíduos arbóreos com altura superior a 1,5 m assim como reposição de espécies;
- em se tratando de vegetação de menor porte, isto é, arvoredo com altura inferior a 1,5 m, o pedido de licença poderá ser suprido através de comunicação prévia à municipalidade, que procederá verificação e fornecerá a autorização;

Todo o material proveniente do desmatamento, destocamento, limpeza e raspagem será removido para local devidamente licenciado, que deverá ser indicado pelo responsável técnico pela elaboração do projeto, durante o seu desenvolvimento, visando o atendimento às necessidades da obra. Não será

permitida a permanência de entulhos e materiais inservíveis nos locais/regiões que possam provocar a obstrução do sistema de drenagem natural ou da obra, bem como dificultar o trânsito e a segurança de funcionários e/ou moradores do entorno. Não é permitida a queima do material em referência.

As operações correspondentes aos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza deverão ser realizadas dentro da linha de contorno situada a 2 m além das áreas de implantação das estruturas de concreto, canteiros, pilhas de estoque, jazida e maciço.

Nas áreas destinadas a cortes, a camada correspondente a 60 cm abaixo do perfil natural deverá ficar isenta de tocos e raízes.

Nas áreas destinadas a aterro de cota vermelha superior a 2 m, o desmatamento deverá ser executado de modo que o corte das árvores fique ao nível do terreno natural. Para aterros de cota vermelha abaixo de 2 m, será exigida a remoção da capa do terreno contendo raízes e restos vegetais.

Nenhum movimento de terra poderá ser iniciado sem a devida outorga pelo poder público. Enquanto as operações destocamento e limpeza das áreas de interesse não estiverem totalmente concluídas, a movimentação de terra não poderá ocorrer, salvo atendidas todas as exigências ambientais.

Para remoção do material originário do desmatamento e destocamento poderão ser utilizados caminhões ou caçambas, desde que sejam respeitadas as prescrições e posturas propostas pela municipalidade. Deverá ainda ser controlada a remoção do material de forma satisfatória, a fim de que não sejam prejudicadas as condições de tráfego das vias circundantes.

Os locais destinados à disposição final dos materiais provenientes do desmatamento, destocamento e limpeza, salvo no caso de reutilização, serão indicados no projeto ou no documento de licenciamento emitido devidamente licenciado.

c. Controle

Controle na execução

O controle das operações de desmatamento, destocamento e limpeza será efetuado através de análise da qualidade dos serviços.

Controle geométrico

O controle geométrico consiste em:

- nivelamento do eixo e de pontos ao longo da seção transversal, envolvendo no mínimo 3 pontos, antes e depois da operação limpeza;
- inspeção por técnico, com intuito de avaliar o diâmetro e a qualidade das árvores removidas;
- medida das áreas, objeto de desmatamento e limpeza.

Aceitação

Os serviços devem ser aceitos quando atendidas as seguintes condições:

- a qualidade dos serviços executados, for julgada satisfatória;
- a camada vegetal, inclusive raízes, for removida de forma eficiente.

7.7 CARGA DE MATERIAL DE QUALQUER CATEGORIA EM CAMINHÕES

7.7.1 Objetivo

Este item aplica-se somente ao serviço de carga mecanizada de material de qualquer categoria, em caminhões basculantes ou, eventualmente, de carroceria fixa ou em outro equipamento transportador, com utilização de pás carregadeiras, escavadeiras ou retroescavadeiras. O material pode ser oriundo de cortes ou empréstimos utilizados para complementação de aterro, substituição de materiais inservíveis retirados dos cortes ou quaisquer outras finalidades.

7.7.2 Condições específicas

Não serão computados excessos de escavação que venham a ocorrer em condições técnicas compatíveis com o projeto. Desta forma:

- quando a média das áreas da cava for inferior à média das áreas de projeto, será considerada a média das áreas da cava;
- quando a média das áreas da cava for superior à média das áreas de projeto, será considerada a média das áreas de projeto.

a. Equipamento

Para se efetuar o carregamento do material no equipamento transportador deverão ser usadas pás carregadeiras com potência mínima de 100 HP, escavadeiras ou retroescavadeiras, quando o material assim o exigir.

b. Materiais

Os materiais carregados são os provenientes do desmatamento e limpeza e os de qualquer das categorias estabelecidas para os serviços de escavação em terraplenagem, independentemente de sua natureza.

c. Execução

O material a ser carregado deverá ser adequadamente preparado e amontoado de maneira a possibilitar o trânsito das pás carregadeiras, escavadeiras ou retroescavadeira. As praças de trabalho desses equipamentos deverão permitir a movimentação necessária ao ciclo de trabalho.

A carga mecanizada será precedida pela escavação do material e de sua colocação na praça de trabalho em condições de ser manipulado pelo equipamento carregador.

As praças de trabalho deverão merecer especial atenção quanto à sua conservação em condições de boa circulação e manobra, não somente do equipamento carregador como também do transportador.

O material deverá ser disposto na caçamba do caminhão de maneira que o seu peso fique uniformemente distribuído e não haja possibilidade de derramamento pelas bordas laterais ou traseira.

7.8 TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER CATEGORIA E CAMINHÃO INCLUSIVE DESCARGA

7.8.1 Objetivo

Apresentar critérios para a execução dos serviços de transporte e descarga de material de qualquer categoria destinado às diversas camadas do greide de terraplenagem.

7.8.2 Definição

Esta especificação refere-se, exclusivamente, ao transporte e descarga de material de qualquer categoria, inclusive o proveniente de demolição de edificações e estruturas, cujo carregamento é feito por pás carregadeiras, escavadeiras trabalhando em cortes, empréstimos ou ocorrências de material às diversas camadas do pavimento.

Quando se tratar de material extraído de cortes da própria via, o transporte dar-se-á, de preferência, ao longo de sua plataforma; quando for o caso de

empréstimos ou ocorrências de material para a pavimentação, a trajetória a ser seguida pelo equipamento transportador.

7.8.3 Condições específicas

a. Equipamentos

Serão usados, preferencialmente caminhões basculantes, em número e capacidade adequados, que possibilitem a execução do serviço com a produtividade requerida, devendo estar em bom estado de conservação, provido de todos os dispositivos necessários para evitar queda e perda de material ao longo do percurso, em obediência às condições de transporte impostas pela municipalidade, bem como pelas normas vigentes.

b. Materiais

Os materiais transportados e descarregados abrangidos por esta especificação podem ser:

- de qualquer das três categorias estabelecidas para os serviços de terraplanagem;
- qualquer dos materiais utilizados na execução das diversas camadas do pavimento;
- proveniente da demolição de edificações ou quaisquer outras estruturas.

c. Execução

O caminho de percurso, tanto no caso de cortes, como de empréstimos de jazidas, deverá ser mantido em condições de permitir velocidade adequada ao equipamento transportador, boa visibilidade e possibilidade de cruzamento. Especialmente para o caso de empréstimos ou jazidas, os caminhos de percurso deverão ser umedecidos, sempre que necessário, para evitar o excesso de poeira e devidamente drenados, para que não surjam atoleiros ou trechos escorregadios.

O material deverá estar distribuído na báscula do caminhão, de modo a não haver derramamento pelas bordas laterais ou traseira durante o transporte.

A descarga do material será feita nas áreas e locais indicados, seja na constituição dos aterros, seja nos locais de destinação final, devidamente licenciados, depósito para utilização futura da obra ou qualquer outro empreendimento do Município.

7.9 ATERRO COMPACTADO

7.9.1 Objetivo

Este item apresenta diretrizes de padronização para a construção de aterros compactados.

7.9.2 Definição

As operações para execução de aterros compactados consistem nas operações de descarga, espalhamento, umedecimento ou aeração e compactação do solo proveniente de cortes ou áreas de empréstimo.

7.9.3 Condições específicas

Equipamentos

A execução dos aterros deverá prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendidas às condições locais e a produtividade exigida.

Na construção e compactação dos aterros poderão ser empregados tratores de lâmina, caminhões basculantes, motoniveladoras, rolos de compactação (lisos, pés de carneiro, estáticos ou vibratórios), rebocados por tratores agrícolas ou auto propulsores, grade de discos para aeração, caminhão pipa para umedecimento e pulvimisturador para a homogeneização.

Em casos especiais, onde o acesso do equipamento usual (de maior porte) seja tecnicamente inviável, em áreas de passeios estreitos, por exemplo, serão usados soquetes manuais, sapos mecânicos, placas vibratórias ou rolos de dimensões reduzidas.

Materiais

Os materiais deverão estar dentre os de 1ª, 2ª e, eventualmente, 3ª categoria, atendendo à finalidade e à destinação no projeto.

Os solos relacionados para os aterros provirão de cortes ou empréstimos, devendo ser ensaiados de forma que atendam às especificações indicadas no projeto.

Os solos para aterro deverão ser compostos por materiais selecionados não podendo ser utilizadas turfas, argilas orgânicas, nem solo com matéria orgânica micáceas ou diatomácea, restos de vegetação e/ou demolições.

Na execução do corpo dos aterros os solos deverão apresentar capacidade de suporte adequada (ISC > 2%) e índice de expansão menor que 4 %, determinado

no ensaio de índice de suporte Califórnia (CBR), utilizando a energia normal de compactação conforme NBR 9895, equivalente à Norma DNIT 172-2016, exceto quando indicado o contrário pelo projeto.

A camada final dos aterros executados com finalidade viária (camadas de pavimento) deverá ser constituída de solos selecionados dentre os melhores disponíveis, terão o índice de expansão limitados a 2 %. Preferencialmente, os solos deverão receber tratamento prévio na jazida, de modo que, ao serem descarregados no local de trabalho, apresentem-se já com umidades próximas à faixa especificada, soltos e sem presença de torrões ou núcleos duros.

As características acima relacionadas deverão ser comprovadas através da análise dos resultados dos ensaios específicos obrigatórios, conforme definido na NBR 5681, assim como nas normas complementares, antes do início dos serviços.

Execução

A execução de aterros deverá atender às seguintes orientações técnicas:

- subordinar-se aos elementos técnicos em conformidade com o projeto;
- a operação deverá ser precedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

a. Fundações do aterro

No caso de solo natural "in situ", se for constatado material inadequado para fundação, este deverá ser removido e substituído por outro material (solo compactado, rachão, etc.), seguindo diretrizes de projeto.

b. Execução do aterro

c. Preparação da superfície de contato

Antes do lançamento da 1ª camada, caso a inclinação da superfície do terreno natural seja superior a 1 (V): 3 (H), a superfície para assentamento do aterro deverá ser constituída de degraus, de modo a permitir uma perfeita aderência, impedindo a formação de superfície preferencial de escorregamento.

Os degraus deverão ter largura compatível com o equipamento de compactação a ser utilizado, de modo a garantir uma ligação adequada entre o maciço existente e o aterro que está sendo executado.

c1. Lançamento e espalhamento de cada camada

Antes do lançamento de cada camada, o solo deverá ser escarificado com gradeamento, produzindo ranhuras ao longo de curvas de nível.

O material deverá ser homogeneizado na umidade especificada, destorroado e revolvido por grade ou arado de disco até ser obtida sua uniformidade. Durante as operações de lançamento e espalhamento, deverá haver no local pessoal encarregado da remoção de eventuais raízes, detritos e outros materiais inadequados.

c2. Sobre largura do aterro

Na execução do aterro, cada camada deverá ser lançada e compactada com uma sobrelargura de no mínimo 50 cm, medidos na horizontal, além dos alinhamentos de projeto. Esta sobre largura deverá ser removida por ocasião dos serviços de acabamento do talude de aterro, anteriormente à implantação da proteção superficial. Ela visa evitar que, junto à superfície do talude, permaneçam materiais soltos ou solo insuficientemente compactado.

c.3. Compactação do aterro

Todo o material de aterro deverá ser compactado por meio de rolos compactadores, em velocidade apropriada para o tipo de equipamento empregado e característica do mesmo.

O número de passadas do rolo compactador deverá ser o necessário para atingir o grau de compactação especificado. Cada passagem do rolo deverá cobrir toda a extensão de cada faixa a ser compactada, com recobrimento lateral da faixa seguinte de no mínimo 30 cm.

O lançamento de qualquer camada deverá ser precedido pela liberação da camada anterior, através dos resultados dos ensaios de campo (método de Hilf), se a camada de solo atende às exigências de projeto com relação ao grau de compactação (G.C.) e o desvio de umidade (Dh). Caso seja constatado que após a compactação a superfície acabada esteja lisa, a mesma deverá ser escarificada com grade de disco ou outro equipamento apropriado, previamente ao lançamento da nova camada. Em nenhuma hipótese poderão ser feitos novos lançamentos de materiais em superfície lisa.

Após a escarificação, deverá proceder ao destorroamento, à correção de umidade do solo (se necessário) e à homogeneização do material antes do lançamento de nova camada.

Nos locais onde não seja possível o uso de rolos compactadores, a compactação será feita com compactadores mecânicos manuais (soquetes pneumáticos). Neste caso, a espessura da camada solta, a ser compactada, será de

no máximo 15 cm, em função do tipo de solo e equipamento que estiver sendo utilizado.

As operações de aterro compreendem:

- descarga, espalhamento, umedecimento ou aeração e compactação dos materiais oriundos de cortes ou empréstimos, para a construção do corpo de aterro, até 1 m abaixo da cota correspondente ao greide de terraplenagem;
- descarga, espalhamento, homogeneização, umedecimento ou aeração e compactação dos materiais selecionados oriundos de cortes ou empréstimos, para a construção da camada final do aterro, até a cota correspondente ao greide de terraplenagem;
- descarga, espalhamento, homogeneização, umedecimento ou aeração e compactação dos materiais oriundos de cortes ou empréstimos, destinados a substituir eventualmente os materiais de qualidade inferior, retirados dos cortes.

Sendo obrigatório o atendimento às determinações do projeto, em caráter técnico complementar, é importante observar as recomendações que seguem:

- as encostas com inclinação transversal acentuada deverão ser escarificadas com o bico da lâmina do trator, produzindo ranhuras, acompanhando as curvas de nível, de acordo com o projeto, antes da execução do aterro. Quando a natureza do solo exigir medidas especiais para solidarização do aterro ao terreno natural. No caso de aterro em meia encosta, o terreno natural deverá ser também escavado em degraus;
- o lançamento do material para a construção dos aterros deve ser efetuado em camadas sucessivas, em toda a seção transversal e em extensões tais que permitam as operações necessárias à compactação;
- no caso de alargamento de aterros, sua execução obrigatoriamente será procedida de baixo para cima, acompanhada de degraus nos seus taludes. Desde que justificada em projeto, poderá a execução ser efetuada por meio de arrasamento parcial do aterro existente, até que o material escavado preencha a nova seção transversal, complementando-se em seguida com material importado, toda a largura da referida seção transversal;
- a inclinação dos taludes de aterro, tendo em vista a natureza dos solos e as condições locais, será fornecida pelo projeto;
- a fim de proteger os taludes contra os efeitos da erosão, deverá ser procedida a sua conveniente drenagem e obras de proteção, mediante o plantio de

gramíneas e/ou a execução de patamares, com o objetivo de diminuir o efeito erosivo da água, conforme estabelecido no projeto;

- havendo a possibilidade de solapamento da saia do aterro, em épocas chuvosas, deverá ser providenciada a construção de enrocamento ao pé do aterro ou outro dispositivo de proteção, desde que previsto no projeto;
- todas as camadas deverão ser convenientemente compactadas;
- os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação deverão ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, de acordo com a massa específica aparente seca e desvios de umidade exigidos durante a construção dos aterros, os serviços já executados deverão ser mantidos em boa conformação e permanente drenagem superficial;
- as camadas soltas deverão apresentar espessura máxima de 30 cm e compactação a um grau de no mínimo 100% ou 95 % do Proctor Normal, ou mais elevado, conforme especificações elaboradas para a obra, devendo ser umedecidas e homogeneizadas, quando necessário.

d. Controle

d.1. Controle visual

Na inspeção deverão ser observados:

- escarificação, destorroamento e homogeneização do solo das camadas a serem compactadas;
- gradeamento para destorroamento do material lançado;
- espalhamento e o controle da espessura da camada de solo a ser compactada, com relação às cruzetas de referência;
- serviços de remoção de raízes, madeira, detritos e outros materiais inadequados, das áreas de trabalho;
- ocorrência de camadas ressecadas, fissuradas ou com fendas;
- ligação entre camadas do mesmo material ou de materiais diferentes;
- inclinações das superfícies dos maciços, de modo que permitam uma drenagem das águas de chuvas;
- distribuição nas áreas de trabalho dos equipamentos de terraplenagem, para o controle da uniformidade de compactação;
- condições e características dos equipamentos;
- velocidade de operação dos rolos compactadores;

- número de passadas dos rolos e a cobertura adequada da faixa durante a compactação.

d.2. Controle tecnológico

Deverá cumprir o que está previsto na NBR 5681, assim como em suas normas complementares, de forma que o controle tecnológico de compactação é obrigatório na execução de aterros quando estes possuem responsabilidade de suporte de fundações, pavimentos ou estruturas de contenções; aterros com altura superior a 1 m e aterros com volumes superiores a 1000 m³.

d.3. Controle geométrico de acabamento

O controle de acabamento será realizado por meio de levantamento topográfico das seções transversais concluídas. O acabamento da plataforma de aterro será procedido mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitidas as seguintes tolerâncias:

- variação de altura de no máximo 0,05 m para mais ou para menos, no que diz respeito ao eixo e bordos;
- variação de largura de no máximo 0,3 m para a plataforma, não se admitindo largura menor que a indicada no projeto.

O controle será efetuado por nivelamento do eixo e bordos. O acabamento, quanto à declividade transversal e à inclinação dos taludes, será verificado com apoio da equipe de topografia, de acordo com o projeto.

d.4. Controle tecnológico e liberação das camadas compactadas

Deverá ser feita através do método da Hilf, atendendo as diretrizes da NBR 12102, onde se pode obter o grau de compactação e desvio de umidade.

7.10 ESCAVAÇÕES DE VALAS

7.10.1 Objetivo

Este item aplica-se aos serviços inerentes à escavação mecânica e/ou manual de valas.

7.10.2 Condições gerais

A execução dos serviços cobertos por esta especificação deverá atender às exigências da NBR 9061 e da NBR 12266. A execução de todos os serviços deve ser regida, protegida e sinalizada contra riscos de acidentes, segundo as prescrições contidas nas Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho.

As valas deverão ser abertas preferencialmente no sentido de jusante para montante e executadas em caixão (talude vertical), a partir dos pontos de lançamento ou de pontos onde seja viável o seu esgotamento por gravidade, caso ocorra presença de água durante a escavação.

Os trechos a serem escavados deverão ser limitados, sinalizados e protegidos, garantindo as condições de circulação e segurança para todos os funcionários, pedestres e para o trânsito de um modo geral.

As valas escavadas serão protegidas contra infiltração de águas pluviais, com objetivo de evitar retrabalho para remover sedimentos de erosões e desbarrancamentos inerentes às ações das chuvas.

As valas escavadas para a execução dos elementos das fundações e lançamento de tubulações deverão ser alinhadas e apresentar paredes laterais verticais, fundo nivelado e largura compatível com as dimensões das peças a serem concretadas. A menos que as condições de estabilidade não o permitam, as escavações de valas de fundação deverão ser executadas com largura de 15 cm para cada lado da peça a ser concretada. Os fundos das valas deverão ser regularizados e fortemente compactados, precedendo o lançamento de uma camada de 50 mm de concreto magro.

7.10.3 Condições específicas

<u>Equipamentos</u>

Em função das características do material, profundidade da escavação ou condições específicas de projeto poderão ser utilizados na execução de serviço equipamentos, tais como:

- ferramentas manuais e hidráulicas;
- retroescavadeiras;
- escavadeiras sobre esteira ou pneus;
- draga de arraste;
- equipamentos e ferramentas a ar comprimido;
- outras ferramentas ou equipamentos.

b. Materiais

Os materiais deverão estar dentre os de 1ª, 2ª e, eventualmente, 3ª categoria, atendendo às especificações e as indicações descritas no projeto e sondagem conforme item "Classificação dos materiais".

c. Execução

Condições iniciais

Antes de se iniciar os serviços de escavação deverá ser solicitado aos órgãos concessionários de serviços públicos cadastros de redes subterrâneas de água, esgoto, energia elétrica, gás, telefonia, transmissão de dados e sinalização de tráfego, afim de que sejam compatibilizadas possíveis interferências identificadas no cadastramento apresentado, visando evitar danos a estas instalações.

Antes do início da escavação deverá ser promovida a limpeza da área com a retirada de entulhos, tocos, raízes, etc. Os serviços de escavação de valas e cavas obedecerão ao disposto nesta especificação quanto à execução, tipos de materiais escavados, esgotamento, escoramento e reaterro.

Atenção especial deve ser dada às cavas e valas próximas a obras já existentes, com criterioso acompanhamento das diversas etapas de execução, a fim de que seja possível adotar, quando necessário, as medidas cabíveis de proteção.

Escavação

Em função das características do material a ser escavado, foram estabelecidos três tipos de serviço:

Escavação e material de 1ª e 2 ª categorias

Quando a escavação for executada satisfatoriamente com a utilização de ferramentas manuais, retroescavadeiras e escavadeiras. A escavação poderá ser manual e/ou mecânica, com o uso de equipamentos e ferramentas adequadas, dependendo da localização da obra a ser executada, sendo:

- escavação manual: Executada com ferramentas manuais até uma profundidade de 1,5 m, onde não for possível a escavação por processo mecânico devido a interferências com redes de serviços públicos, área restrita, difícil acesso ao equipamento ou em pequenas valas, acertos e regularizações e outras condições;
- escavação mecânica: Executada mediante o emprego de equipamento mecânico específico para o tipo de solo e profundidade de escavação desejada. A

escavação poderá ser executada em talude inclinado, desde que previsto em projeto. A escavação mecânica poderá ser realizada de duas maneiras:

- com descarga lateral;
- com descarga direta sobre caminhões.

O material escavado será depositado, sempre que possível, somente de um lado da vala, afastado da borda de acordo com o estabelecido em norma de segurança.

O fundo das cavas e valas, antes do assentamento da obra, deverá ser regularizado, compactado e nivelado nas elevações indicadas em projeto com uma tolerância de 1 cm para mais ou para menos. Qualquer excesso de escavação ou depressão no fundo da cava ou vala deve ser preenchido com material granular fino compactado.

Escoramento

O escoramento na obra deve seguir o projeto, as normas vigentes e as recomendações técnicas.

De acordo com a NR-18 é necessário observar que:

- toda escavação com profundidade superior a 1,25 m (um metro e vinte e cinco centímetros) somente pode ser iniciada com a liberação e autorização do profissional legalmente habilitado, atendendo o disposto nas normas técnicas nacionais vigentes;
- nas bordas da escavação, deve ser mantida uma faixa de proteção de no mínimo 1 m (um metro), livre de cargas, bem como a manutenção de proteção para evitar a entrada de águas superficiais na cava da escavação;
- as escavações com profundidade superior a 1,25 m (um metro e vinte e cinco centímetros) devem ser protegidas com taludes ou escoramentos definidos em projeto elaborado por profissional legalmente habilitado e dispor de escadas ou rampas colocadas próximas aos postos de trabalho, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores;
- para escavações com profundidade igual ou inferior a 1,25 m (um metro e vinte e cinco centímetros), deve-se avaliar no local a existência de riscos ocupacionais e, se necessário, adotar as medidas de prevenção.

Além das recomendações descritas acima para a execução de escoramentos de valas com profundidade maior que 1,25 m, de valas para tubulações com diâmetro maior ou igual a 400 mm, de valas em solo mole ou de valas em material

de 3ª categoria, deverão ser seguidas ainda as prescrições do item "Escavação e carga mecanizada em material de 3ª categoria" deste capítulo.

Controle

As valas ou cavas deverão ser inspecionadas durante a execução das escavações verificando-se a existência de solos com características e natureza tais que, comparadas com as exigências de projeto, necessitem ser removidos ou substituídos. Os serviços de escavação para abertura de valas com a finalidade de construção de caixas e tubulações devem incluir, entre outros:

- limpeza de área na linha de locação das tubulações, escavações;
- depósito do material ao lado da vala;
- remoção do excesso;
- escoramentos de tábuas e pontaletes;
- apiloamento, nivelamento e consolidação do fundo da vala;
- escavações complementares para demais serviços, quando aqui mencionados ou não.

Deverá ser assegurada a correta locação em linha e nível, bem como a segurança do pessoal durante a obra. Para assentamento de tubulações, a largura da vala deve obedecer a Tabela a seguir, conforme medidas previstas em Norma.

Diâmetro (m)	PROFUNDIDADE (m)	Largura da vala em função do tipo de escoramento e profundidade (m)			
		S/ escoramento e pontaleteamento	Descontínuo e contínuo	Especial	Metálico-madeira
300	0 - 2	0,80	0,80	0,90	-
	2 - 4	0,90	1,00	1,20	1,85
	4 - 6	1,00	1,20	1,50	2,00
	6 - 8	1,10	1,40	1,80	2,15
400	0 - 2	0,90	1,10	1,20	-
	2 - 4	1,00	1,30	1,50	2,15
	4 - 6	1,10	1,50	1,80	2,30
	6 - 8	1,20	1,70	2,10	2,45
500	0 - 2	1,10	1,30	1,40	-
	2 - 4	1,20	1,50	1,70	2,35
	4 - 6	1,30	1,70	2,00	2,50
	6 - 8	1,40	1,90	2,30	2,65
600	0 - 2	1,20	1,40	1,50	-
	2 - 4	1,30	1,60	1,80	2,45

	4 - 6	1,40	1,80	2,10	2,60
	6 - 8	1,50	2,00	2,40	2,75
700	0 - 2	1,30	1,50	1,60	-
	2 - 4	1,40	1,70	1,90	2,55
	4 - 6	1,50	1,90	2,20	2,70
	6 - 8	1,60	2,10	2,50	2,85
800	0 - 2	1,40	1,60	1,70	-
	2 - 4	1,50	1,80	2,00	2,65
	4 - 6	1,60	2,00	2,30	2,80
	6 - 8	1,70	2,20	2,60	2,90
900	0 - 2	1,50	1,70	1,80	-
	2 - 4	1,60	1,90	2,10	2,75
	4 - 6	1,70	2,10	2,40	2,90
	6 - 8	1,80	2,30	2,70	3,05
1000	0 - 2	1,60	1,80	1,90	-
	2 - 4	1,70	2,00	2,10	2,85
	4 - 6	1,80	2,20	2,50	3,00
	6 - 8	8	2,40	2,80	8

Nota: As características das valas devem ser estudadas individualmente, no caso da utilização de tubulações com diâmetros diversos dos descritos na Tabela.

Tabela 10 – Dimensões de vala para assentamento de tubulações (Fonte: NBR 12266)

7.11 REATERRO E COMPACTAÇÃO DE VALAS

7.11.1 Objetivo

Este item aplica-se aos serviços de aterro ou reaterro de vala, com o emprego de solo selecionado e compactado.

7.11.2 Condições específicas

a. Equipamentos

Para a realização do reaterro compactado de valas devem ser empregados os seguintes equipamentos:

- compactadores de placa vibratória (elétricos, à diesel ou gasolina);
- equipamentos de percussão (sapos mecânicos a ar comprimido);
- rolos compactadores de pequenas dimensões;
- soquetes manuais com mais de 30 kg.

b. Materiais

O reaterro de vala será executado, sempre que possível, com o mesmo material removido da vala, utilizando- se equipamento compatível com a largura da vala.

Os solos e materiais empregados como aterro ou reaterro serão descarregados na área de trabalho ou no interior da vala.

c. Execução

Para o reaterro compactado das valas deverá ser procedido o seguinte:

- os aterros ou reaterros serão espalhados manualmente no interior da vala e compactados manual ou mecanicamente, sobre a canalização ou rede tubular construída, para assegurar o perfeito recobrimento das redes implantadas e o completo acabamento dos serviços;
- os aterros serão espalhados e regularizados com o auxílio de ferramentas manuais. Na operação serão removidos galhos, matacões, entulhos e demais rejeitos indesejáveis ao bom desempenho do reaterro da vala;
- os fundos de valas deverão ser regularizados e fortemente compactados utilizando-se compactadores de solos do tipo placa;
- as atividades sequenciais a serem realizadas nas cavas, como por exemplo, lançamento de fôrmas, armaduras e concretos, somente poderão ser realizadas após a aprovação e a liberação;
- as camadas soltas deverão apresentar espessura máxima de 30 cm e compactadas a um grau de 100 % a 95 %, conforme NBR 5681.

c.1. Reaterro de valas de drenagem ou redes tubulares

Quando se tratar de serviços de recomposição de valas de drenagem ou de execução de remendos em pavimentos já existentes, admitir-se-á o uso de equipamentos de menor porte para a compactação da camada, desde que a área da vala ou do remendo a ser trabalhada não comporte a execução com os equipamentos usuais.

O reaterro em redes tubulares de concreto, até 20 cm acima da geratriz superior do tubo, deverá ser executado manualmente com soquetes leves, devendo ser apiloado, sem controle do grau de compactação.

No entorno dos poços de visita e redes de drenagem pluvial executadas a compactação será realizada com compactadores de placa vibratória, executando-se as passadas suficientes à compacidade exigida em projeto. No entorno das caixas de boca de lobo os cuidados serão os mesmos, utilizando para compactação

manual ferramentas informais, devido ao pequeno espaço entre o corte e a parede da caixa.

c.2. Reaterro entre cintas

O reaterro compactado das áreas entre cintas e paredes das cavas deverá ser executado preferencialmente com compactadores tipo placa. O material usado para o reaterro deverá ser umedecido e compactado até apresentar o grau de compactação adequado, em conformidade com a NBR 5681.

d. Controle

Deverão ser realizados os ensaios de controle de compactação segundo a NBR 5681 e as camadas somente serão liberadas se estiverem de acordo com as exigências normativas.

Deverão ser procedidos os ensaios de caracterização dos materiais utilizados que deverão obedecer às especificações e metodologias previstas nas NBR.

7.12 REATERRO E COMPACTAÇÃO DO TERRENO

7.12.1 Objetivo

Este item aplica-se aos serviços de regularização e/ou compactação de terrenos.

7.12.2 Definição

A regularização e a compactação geralmente são necessárias quando da ocasião da execução de lajes de transição ou revestimento de pisos externos, além dos fundos de valas.

7.12.3 Condições específicas

a. Execução

A regularização e/ou compactação de terreno deverá ser realizada com a utilização de equipamentos manuais ou mecânicos, escolhidos em função da área e do tipo de solo a ser trabalhado. Os solos coesivos (argilas plásticas) aceitarão melhor o adensamento pela pressão estática e pelo amassamento. Para os solos arenosos é mais indicada a vibração, pois se obtêm com facilidade o escorregamento e a acomodação das partículas.

7.13 DRENAGEM URBANA

7.13.1 Objetivo

Apresenta a sistemática empregada na execução de dispositivos para drenagem urbana, além da definição dos padrões em vigor, os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços, as dimensões e os detalhes construtivos. Os dispositivos de drenagem urbana têm como objetivo captar, conduzir para local adequado, toda a água que sob qualquer forma venha a atingir as vias e o meio ambiente.

7.13.2 Condições gerais

As obras de execução das redes de drenagem, executadas com tubos de concreto, deverão obedecer rigorosamente a NBR 8890 e NBR 12266, às recomendações específicas dos fabricantes dos materiais empregados e aos requisitos exigidos.

As eventuais alterações no projeto deverão ser efetuadas ou aprovadas pelo projetista, sendo aspectos particulares, casos omissos e obras complementares, não consideradas no projeto, devem ser especificados e detalhados.

A relação dos dispositivos aqui padronizados para a área urbana são as redes tubulares de concreto, escoramentos, as alas de entrada e saída, bocas de lobo, caixas de passagem, poços de visita, descidas d' água, sarjetas, drenos e canaletas.

A execução deverá:

- Ter a sua demarcação e acompanhamento executado por equipe de topografia;
- Atender às determinações de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho;
- Ser consideradas em todas as etapas, a saber: locação, sinalização, levantamento da pavimentação, escavação, escoramento, esgotamento, assentamento, incluindo os tipos de apoio e envolvimento, juntas, reaterro, poços de visita, reposições de pavimento, e cadastramento;
- Durante a execução dos serviços não é permitido o bloqueio, obstrução ou eliminação de cursos d'água e canalizações existentes, salvo nos casos em que

o construtor apresentar projeto de análise do responsável pela interferência, que fornecerá aprovação, mediante termo oficial.

7.14 REDE TUBULAR DE CONCRETO

7.14.1 Objetivo

Esta padronização tem como objetivo, classificar e estabelecer os formatos, dimensões e performances exigíveis nos tubos pré-moldados de concreto a serem utilizados na construção das redes tubulares implantadas.

7.14.2 Definições

Tubo de concreto é o elemento pré-moldado de seção circular de concreto armado a ser utilizado nas redes de águas pluviais, conhecidos como bueiros tubulares de concreto.

Para o escoamento seguro e satisfatório, o dimensionamento hidráulico deve considerar o desempenho da tubulação com velocidade de escoamento adequada, além de evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no terreno natural, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.

7.14.3 Condições específicas

a. Equipamentos

Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser adequados aos tipos de escavação e necessários para a execução satisfatória dos serviços, inclusive equipamentos de segurança. Os equipamentos básicos necessários à execução compreendem: guincho ou guindauto; caminhão de carroceria fixa ou basculante; betoneira ou caminhão; pá carregadeira; depósito de água; carrinho de concretagem; retroescavadeira, vibrador de placa ou de imersão; compactador mecânico; ferramentas manuais.

Para valas de profundidade até 4 m, com escavação mecânica, recomenda-se utilizar retroescavadeiras, podendo ser empregada escavação manual no acerto final da vala. Para escavação mecânica de valas com profundidade além de 4 m recomenda-se o uso de escavadeira hidráulica.

b. Materiais

b.1. Berço

O concreto do berço será constituído por cimento Portland comum (NBR 16697), agregados (NBR 7211) e água. A composição volumétrica da mistura deverá ser de 1:3:6, cimento, areia e brita, devendo ser alcançado o FCK mínimo de 10 MPa.

b.2. Rejuntamento

Os tubos serão rejuntados com argamassa de cimento e areia, no traço volumétrico de 1:3. A argamassa de rejuntamento no encontro dos tubos deverá obedecer a mesma curvatura da bolsa. O rejuntamento deve ser feito de modo a atingir toda a circunferência da tubulação, a fim de garantir a sua estanqueidade.

b.3. Reaterro

O reaterro envolvendo os tubos será manual até a altura de 20 cm acima da sua geratriz superior.

A altura mínima de recobrimento acima da geratriz superior das redes tubulares deve ser acima de 60 cm ou a 1,5 vezes o diâmetro do tubo, o que for maior.

b.4. Tubos

Os tubos serão pré-moldados de concreto armado, de encaixe tipo ponta e bolsa, ou macho e fêmea, obedecendo as exigências da NBR 8890, classes PA-1, PA-2 ou PA-3 (Classe de tubos de concreto armado), em função da altura máxima do aterro e conforme indicação de projeto, moldados em fôrmas metálicas e ter o concreto adensado por vibração ou centrifugação.

O concreto usado para a fabricação dos tubos deve ser confeccionado de acordo com a NBR 12655 e dosado experimentalmente para a resistência a compressão (FCK min) aos 28 dias de 15 MPa, ou superior se indicado no projeto específico.

Deverão ainda obedecer às dimensões estabelecidas na tabela, aqui apresentada, sendo admitidas as tolerâncias previstas na referida especificação.

c. Execução

c.1. Condições iniciais

O serviço só deverá ser iniciado após o licenciamento/autorização ambiental expedido pelo órgão competente e após liberada a ordem de serviço.

Os serviços iniciais para a implantação da rede tubular, como a locação feita por instrumentação topográfica após desmatamento e regularização, deverão

estar concluídos e liberados, antes da escavação das valas, que será executada em profundidade que comporte a execução do berço.

Quando a declividade longitudinal do bueiro for superior a 5 %, o berço deve ser provido de dentes, fundidos simultaneamente, e espaçados de acordo com o previsto no projeto tipo adotado.

Opcionalmente podem ser executados bueiros tubulares sem berço desde que expressamente indicado no projeto. A largura da cava deve ser superior à do berço em no máximo 50 cm para cada lado, de modo a garantir a implantação de fôrmas nas dimensões exigidas e adequada segurança no trabalho.

c.2. Preparo da vala

Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação das obras, devem ser tomadas medidas que proporcionem a manutenção das condições locais, através de replantio da vegetação nativa ou de grama.

As valas deverão estar devidamente escoradas de acordo com os critérios técnicos, garantindo a segurança. Para melhor orientação da profundidade e declividade da canalização recomenda-se a utilização de gabaritos para a execução dos berços e assentamento através de cruzetas.

Somente serão permitidas valas sem escoramento para profundidades até 1,25 m, onde a largura da vala será no mínimo igual ao diâmetro do tubo coletor, acrescido de 0,5 m para tubos com diâmetro até 500 mm e 0,6 m para tubos de diâmetros iguais ou superiores a 500 mm.

Deverá ser utilizado escoramento sempre que as paredes laterais da vala, poços e cavas forem constituídas de solo passível de desmoronamento, bem como nos casos em que, devido aos serviços de escavação, seja constatada a possibilidade de alteração da estabilidade do que estiver próximo à região dos serviços.

c.3. Instalação do tubo

- O terreno deverá estar compactado mecanicamente por compactadores manuais, placa vibratória ou compactador de impacto para garantir o grau de compactação satisfatório e a uniformidade de apoio na execução do berço.
- A execução da porção inferior do berço deve ser feita até se atingir a linha correspondente à geratriz inferior dos tubos vibrando o concreto mecanicamente. Quando existir solo com baixa capacidade de suporte no terreno

de fundação o berço deve ser executado sobre um enrocamento de pedra de mão jogada, ou atender à solução especificada no projeto.

- Será feita a instalação dos tubos sobre a porção superior do berço, tão logo o concreto utilizado apresente resistência suficiente. Se necessário, utilizar guias ou calços de madeira ou de concreto pré-moldado para fixar os tubos na posição correta. Os tubos devem estar limpos antes de sua aplicação.
- Inclinação dos dispositivos deve estar entre 0,4 % e 5 %.
- A complementação da concretagem do berço, após a instalação dos tubos deverá ser executada vibrando o concreto mecanicamente.
- Opcionalmente, o berço pode ser fundido em uma só etapa, com o tubo já assentado sobre guias transversais de concreto pré-moldados (2 guias por tubo).
- Caso ocorra deslocamento do eixo do bueiro do leito natural, executar o preenchimento da vala com pedra de mão para proporcionar o fluxo das águas, de infiltração ou remanescentes, da canalização do talvegue. A declividade longitudinal do bueiro deve ser contínua e somente em condições excepcionais permitir descontinuidades no perfil dos bueiros.
- Retirar as fôrmas laterais ao berço, após a cura do concreto e proceder o rejuntamento dos tubos internamente (porção inferior) e externamente (porção superior).
- Quando o bueiro tiver sua saída em descida d'água ou dissipador de energia, cuidados especiais devem ser tomados na execução da conexão com estes dispositivos, no sentido de manter a continuidade do conjunto.
- A soleira da boca do bueiro deve ter sempre seu nível coincidente com o nível do terreno.
- Execução do reaterro, preferencialmente com o próprio material escavado, desde que este seja de boa qualidade. Caso não seja, importar material selecionado. A compactação do material de reaterro deve ser executada em camadas individuais de no máximo 15 cm de espessura, por meio de "sapos mecânicos", placas vibratórias ou soquetes manuais.
- Especial atenção deve ser dada à compactação junto às paredes dos tubos. O reaterro deve prosseguir até se atingir uma espessura de, no mínimo, 60 cm acima da geratriz superior externa do corpo do bueiro, seguindo as tabelas a seguir.

As Tabelas abaixo, apresentam, respectivamente, Dimensionamento do berço para redes tubulares; Compressão diametral de tubos de concreto armado ou armado com reforço secundário de fibra; Empilhamento horizontal máximo recomendado dos tubos de concreto; Largura da vala para obra de água; Largura da vala para tubos maiores que 900 mm; e Altura de aterro sobre a geratriz superior. Por sua vez a Figura 1 ilustra uma Rede tubular de concreto.

Tabela 11 - Dimensionamento do berço para redes tubulares

Dimensionamento do berço para redes tubulares					
DN (mm)	**a (cm)**	**b (cm)**	**b' (cm)**	**Concreto 1:3:6 (m^3/m)**	**Forma (m^2/m) para valas com H>1,5m**
400	12	10	6,5	0,13	0,44
500	15	13	9,0	0,21	0,56
600	18	15	10,5	0,25	0,66
700	21	18	12,5	0,32	0,78
800	24	20	12,5	0,43	0,88
900	27	23	15,5	0,52	1,00
1000	30	25	15,5	0,66	1,10
1100	33	28	18,5	0,77	1,22
1200	36	30	20,0	0,94	1,32
1300	39	33	23,0	1,07	1,44
1500	45	38	27,0	1,50	1,66

Nota: As fôrmas somente serão executadas quando a altura de vala for superior a 1,5 m, caso em que a largura da vala é superior a do berço.

Tabela 12 - Compressão diametral de tubos de concreto armado ou armado com reforço secundário de fibra. (Fonte: NBR 8890, 2018)

DN (mm)	**Água pluvial**								**Esgoto sanitário**					
	Força mínima isenta de fissura (KN/m)				**Força mínima deruptura (kN/m)**				**Força mínima isenta de fissura (KN/m)**			**Força mínima deruptura (kN/m)**		
Classe	**PA1**	**PA2**	**PA3**	**PA4**	**PA1**	**PA2**	**PA3**	**PA4**	**EA2**	**EA3**	**EA4**	**EA2**	**EA3**	**EA4**
300	12	18	27	36	18	27	41	54	18	27	36	27	41	54
400	16	27	36	48	24	36	54	72	24	36	48	36	54	72
500	20	30	45	60	30	45	68	90	30	45	60	45	68	90
600	24	36	54	72	36	54	81	108	36	54	72	54	81	108
700	28	42	63	84	42	63	95	126	42	63	84	63	95	126
800	32	48	72	96	48	72	108	144	48	72	96	72	108	144
900	36	54	81	108	54	81	122	162	54	81	108	81	122	162
1000	40	60	90	120	60	90	135	180	60	90	120	90	135	180
1100	44	66	99	132	66	99	149	198	66	99	132	99	149	198
1200	48	72	108	144	72	108	162	216	72	108	144	108	162	216
1500	60	90	135	180	90	135	203	270	90	135	180	135	203	270
1750	70	105	158	210	105	158	237	315	105	158	210	158	237	315
2000	80	120	180	240	120	180	270	360	120	180	240	180	270	360
Força diametral isenta de fissura/ruptura kN/m														
Qd	40	60	90	120	60	90	135	180	60	90	120	90	135	180

Outras classes podem ser admitidas mediante acordo entre fabricante e comprador, devendo atender aos demaisrequisitos desta Norma para tubos de classe normal. Para tubo armado e tubo armado com reforço secundário de fibras, a força de ruptura mínima deve corresponder a 1,5 da força mínima isenta de fissura.

NOTA Força diametral isenta de fissura ou ruptura é a relação entre a força isenta de fissura ou ruptura e

o diâmetro nominal do tubo.

Nomenclatura: PS = Tubo de concreto simples para águas pluviais; ES = Tubo de concreto simples para esgoto sanitário; PA = Tubo de concreto armado para águas pluviais; EA = tubo de concreto armado para esgoto sanitário

Tabela 13 - Largura da vala para obra de água. (Fonte: NBR 12266,1992)

Diâmetro (mm)	Profundidade (m)	Largura da vala em função do tipo de escoramento e profundidade (m)			
		Pontaletes	Descontínuo e contínuo	Estaca Prancha	Metálico - madeira
50-75 100-150	0 - 2	0,65	0,70	0,80	1,30
	> 2	0,75	0,85	0,95	
200	0 - 2	0,70	0,75	0,85	1,35
	> 2	0,80	0,90	1,00	
250	0 - 2	0,75	0,80	0,90	1,40
	> 2	0,85	0,95	1,15	
300 350	0 - 2	0,80	0,85	0,95	1,45
	> 2	0,90	1,10	1,20	
400 450	0 - 2	0,90	1,00	1,10	1,60
	> 2	1,00	1,20	1,30	
500	0 - 2	1,00	1,15	1,25	1,75
	> 2	1,20	1,30	1,45	
600	0 - 2	1,15	1,25	1,35	1,85
	> 2	1,30	1,45	1,65	
700	0 - 2	1,30	1,50	1,60	2,05
	> 2	1,40	1,70	1,90	
800	0 - 2	1,40	1,60	1,70	2,15
	> 2	1,50	1,80	2,00	
900	> 2	1,60	1,90	2,05	2,25

Nota: As características das valas devem ser estudadas individualmente, no caso da necessidade de utilização de tubulações com diâmetros diversos dos descritos na Tabela.

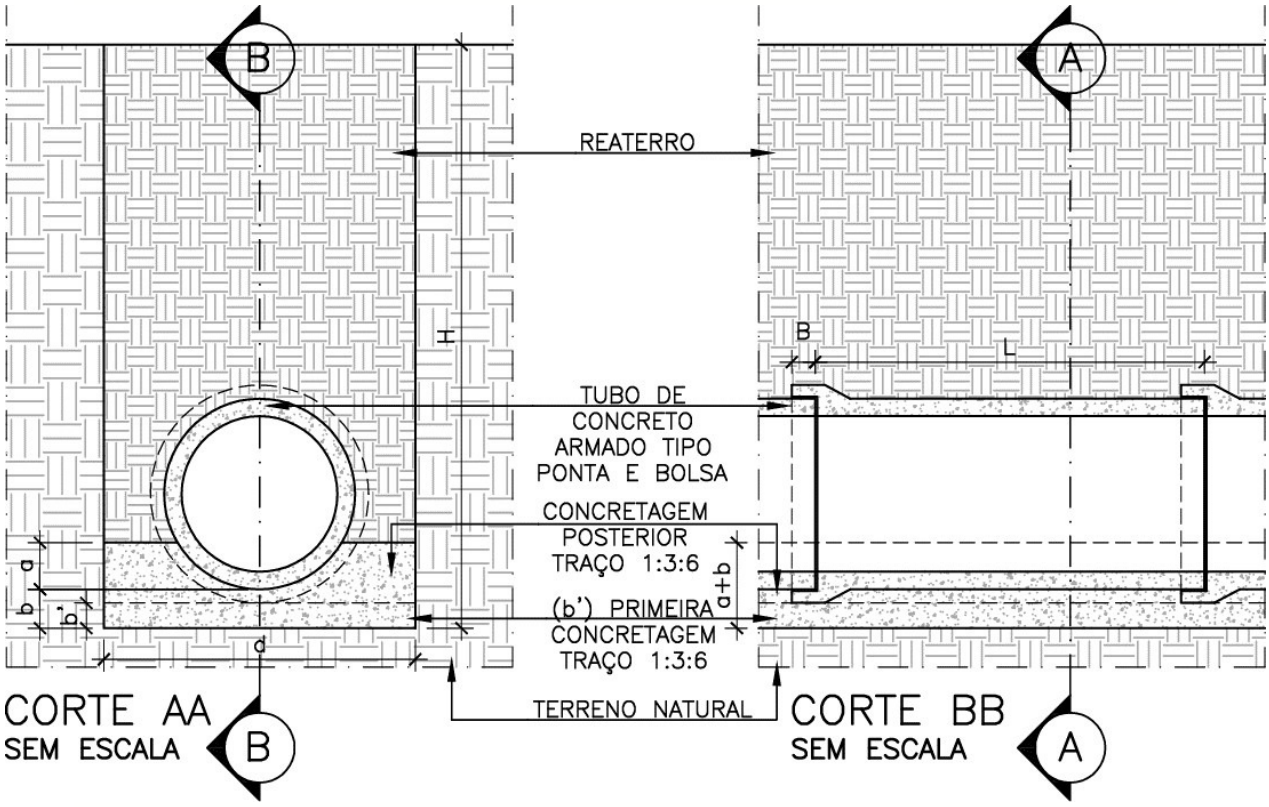
Tabela 14 - Largura da vala para tubos maiores que 900 mm.

DIMENSIONAMENTO DE VALAS		
DN (mm) Diâmetro nominalda rede tubular	**H (m)** Profundidad eda vala	**B (m)** Largura da vala
1000	> 2	1,90
1100	> 2	2,00
1200	> 2	2,20
1300	> 2	2,30
1500	> 2	2,70

Tabela 15 - Altura recomendada de aterro sobre a geratriz superior.

Utilização	Classe do tubo		
	PA-1	PA-2	PA-3
1□ CASO: Valas escavadas em caixão, ouberços assentados sobre enrocamento de pedra	3,50 □ h ≤ 4,50	4,60 □ h ≤ 5,75	6,00 □ h ≤ 11,00
2□ CASO: Valas escavadas em talude ouredes salientes	2,60 □ h ≤ 3,70	3,30 □ h ≤ 4,60	6,00 □ h ≤ 9,00

Imagem 2 - Rede tubular de concreto



d. Controle

É necessário a realização de testes e ensaios que demonstrem as características físicas e mecânicas do material empregado e a realização do serviço de boa qualidade, e em conformidade com esta especificação de serviço.

d.1. Controle do material

As peças serão inspecionadas segundo prevê a especificação NBR 8890, sendo imprescindível que apresentem, na face externa, em caracteres legíveis, o nome do fabricante, a data de fabricação, diâmetro interno nominal e a classe a que pertencem.

Os lotes de tubos devidamente inspecionados e amostrados deverão ser submetidos aos ensaios previstos na NBR 8890.

A resistência do concreto utilizado na execução do berço deve ser feita através de ensaios de corpos de prova cilíndricos normais, de acordo com a NBR 5739.

d.2. Controle de execução

Deve ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos de prova de concreto, satisfazendo-se as referidas especificações; no mínimo dois corpos de prova por dispositivo implantado. O controle geométrico da execução de bueiros

tubulares de concreto deve ser feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para verificação das canalizações e acessórios.

d.3. Aceitação

O serviço será aceito quando atendidas as condições descritas a seguir.

- Inclinação dos dispositivos se situa entre 0,4 % e 5 %;
- Todos os ensaios dos materiais solicitados atendem aos requisitos especificados;
- Acabamento julgado satisfatório;
- Os serviços estão em perfeitas condições de conservação e funcionamento;
- Alinhamento dos tubos não tem variação maior do que 2° (dois graus);
- Encaixe dos tubos que não apresenta variação maior do que 2% (dois por cento) do seu diâmetro;
- Não haja desnível entre as calçadas das bocas do bueiro e o terreno natural;
- Tubos que não apresentam variações em quaisquer dimensões maiores do que 2 cm/m de comprimento e 0,2 cm de espessura;
- No caso do serviço não apresentar bom desempenho dos ensaios, será rejeitado, devendo ser removido e substituído por material de boa qualidade e/ou de geometria dentro dos limites especificados;
- No caso do serviço não atender a uma ou mais condições de acabamento e desnível, deverá ser providenciada a correção do serviço, complementando-se a sua espessura e/ou largura;
- No caso de não atendimento do disposto quanto à variação de encaixe, deverá refazer ou melhorar o acabamento e/ou conferir ao dispositivo as condições satisfatórias.

7.15 POÇO DE VISITA

7.15.1 Objetivo

Esta padronização tem como objetivo estabelecer as bases fundamentais para a construção adequada dos poços de visita, bem como seus formatos, dimensões e especificações técnicas para redes tubulares.

7.15.2 Definições

Dispositivos auxiliares implantados nas redes tubulares de águas pluviais, a fim de possibilitar a ligação às bocas de lobo, mudanças de direção, declividade e

diâmetro de um trecho para outro e permitir a inspeção e limpeza da tubulação, devendo por isso, serem instalados em pontos convenientes da rede.

Todos os poços de visita serão vedados com tampões articulados. Os tampões serão fixados sobre a extremidade superior da chaminé ou câmara de acesso, ao nível da via pública.

Sobre as paredes laterais dos poços de visita localizados em cima do pavimento devem ser colocadas lajes de concreto armado, com espessura e armadura suficientes para suportar um trem de carga do tipo TB-45. Deve ser fundida na laje uma tampa circular de diâmetro Ø 0,60 m, de ferro dúctil, articulada até 110º, com travamento automático e junta elástica em polietileno, classe 400 kN. Deve ser deixado rebaixo suficiente para execução do pavimento.

Todos os poços de visita serão dotados de escada de marinheiro, dentro da chaminé, para permitir o acesso ao seu interior.

Câmara de trabalho é a parte inferior do poço de visita, tendo formato retangular ou quadrado. Chaminé ou câmara de acesso é a parte superior do poço de visita, com formato circular de diâmetro 80 cm (oitenta centímetros) e compreendida entre o topo da laje superior da câmara de trabalho e a face inferior da laje de redução (que permite a instalação do tampão).

Para atender às diversas situações encontradas durante a elaboração do projeto, foram padronizados 3 (três) tipos de poços de visita:

- Tipo A: são poços de visita que não possuem dispositivo de queda interno (rampa);
- Tipo B: são poços de visita que possuem dispositivo de queda interno (rampa em calha) com altura máxima de 50 cm;
- Tipo C: são poços de visita que possuem dispositivo de queda interno (rampa em calha) com altura máxima de 100 cm.

7.15.3 Condições específicas

Os poços de visita padronizados se aplicam a todas as redes pluviais, não se permitindo qualquer dispositivo de características diferentes, sendo de uso obrigatório nos seguintes casos:

- Em todos os cruzamentos de vias, exceto quando o espaçamento for o inferior ao mínimo estabelecido no item dimensões;
- Em trechos de mudanças bruscas de direção no caminhamento das redes pluviais;

- Em trecho de mudanças do diâmetro das redes tubulares;
- Em trechos de mudança de declividade.

Os poços de visita serão também aplicados em ligações das bocas de lobo, que poderão ser tanto na câmara de acesso, quanto na câmara de trabalho, desde que analisadas suas cotas, dimensões e número de ligações.

Os poços de visita deverão ser dispostos atendendo as distâncias mínima e máxima, considerados a partir do centro de cada tampão, apresentados na Tabela abaixo:

Tabela 16 - Poço de visita para rede tubular- Espaçamentos.

POÇO DE VISITA PARA REDE TUBULAR - LOCAÇÃO		
DN (mm)	**Distâncias (m)**	
	Mínima	**Máxima**
500	60	100
600	60	100
700	60	100
800	60	120
900	60	120
1000	60	120
1100	60	150
1200	60	150
1300	60	150
1500	60	200

Os poços de visita serão sempre padronizados obedecendo ao desenho constante desta especificação.

a. Poço de visita tipo A

Tabela 17 - Poço de Visita Tipo A para Rede Tubular - Dimensões.

Poço de Visita Tipo A	**Dimensões (cm)**				
DN (mm)	**a**	**L**	**c**	**H**	**X**
500	15	90	20	70	120
600	15	90	15	80	120
700	15	90	10	90	120
800	20	90	5	100	130
900	20	90	-	120	130
1000	20	100	-	130	140
1100	25	110	-	140	160
1200	25	120	-	150	170
1300	25	130	-	160	180
1500	25	150	-	180	200

b. Poço de visita tipo B

Tabela 18 - Poço De Visita Tipo B para Rede Tubular - Dimensões.

Poço de Visita Tipo B	Dimensões (cm)					
DN (mm)	a	L	c	h	H	X
500	15	90	20	70	120	120
600	20	90	15	80	130	130
700	20	90	10	90	140	130
800	20	90	5	100	150	130
900	25	90	-	120	170	140
1000	25	100	-	130	180	150
1100	25	110	-	140	190	160
1200	25	120	-	150	200	170
1300	25	130	-	160	210	180
1500	25	150	-	180	230	200

c. Poço de visita tipo C

Tabela 19 - Poço De Visita Tipo C para Rede Tubular - Dimensões.

Poço de Visita Tipo C	Dimensões (cm)					
DN (mm)	a	L	c	h	H	X
500	20	90	20	70	170	130
600	20	90	15	80	180	130
700	20	90	10	90	190	130
800	25	90	5	100	200	140
900	25	90	-	120	220	140
1000	25	100	-	130	230	150
1100	25	110	-	140	240	160
1200	25	120	-	150	250	170
1300	25	130	-	160	260	180
1500	25	150	-	180	280	200

Tabela 20 - Especificações de armação das tampas.

POÇO DE VISITA TIPO – ARMAÇÃO DAS TAMPAS										
X (cm)	y (cm)	P1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9
120	60	6.3 c/ 15	-	-	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	-	3 ϕ 12.5	4 ϕ 6.3	12 ϕ 10.0
130	60	6.3 c/ 15	-	-	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	-	3 ϕ 12.5	4 ϕ 6.3	12 ϕ 10.0
140	65	6.3 c/ 15	-	-	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	-	3 ϕ 12.5	4 ϕ 6.3	12 ϕ 10.0
150	65	6.3 c/ 15	-	5.0 c/10	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	4 ϕ 10.0	3 ϕ 12.5	4 ϕ 6.3	12 ϕ 10.0
160	65	6.3 c/ 15	5.0 c/15	6.3 c/20	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	4 ϕ 10.0	3 ϕ 12.5	5 ϕ 6.3	12 ϕ 10.0
170	65	6.3 c/ 15	5.0 c/12,5	6.3 c/20	6.3 c/ 15	3 ϕ 12.5	4 ϕ 10.0	3 ϕ 12.5	5 ϕ 6.3	12 ϕ 10.0
180	65	6.3 c/ 15	5.0 c/12,5	6.3 c/15	5.0 c/ 15	3 ϕ 12.5	5 ϕ 10.0	3 ϕ 12.5	5 ϕ 8.0	12 ϕ 10.0
190	65	6.3 c/ 15	6.3 c/15	6.3 c/15	5.0 c/ 15	3 ϕ 12.5	5 ϕ 10.0	3 ϕ 12.5	6 ϕ 8.0	12 ϕ 10.0
200	65	6.3 c/ 15	6.3 c/15	6.3 c/15	5.0 c/ 15	3 ϕ 12.5	5 ϕ 10.0	3 ϕ 12.5	6 ϕ 8.0	12 ϕ 10.0

d. Materiais

d.1. Concreto

- Concreto

As paredes laterais e o fundo do poço de visita serão em concreto estrutural com FCK ≥ 20 MPa e nas espessuras indicadas nos desenhos.

- Enchimento interno

Para conformação da calha interna será efetuado enchimento em concreto com FCK ≥ 20 MPa.

- Laje da câmara de trabalho

A redução para instalação da câmara de acesso é efetuada através de uma laje de redução pré-moldada de concreto armado de resistência FCK ≥ 20 MPa, dotada de abertura excêntrica de diâmetro igual a 80 cm.

d.2. Fôrmas

As fôrmas devem ser constituídas de chapas de compensado resinado travadas, de forma a proporcionar paredes lisas e sem deformações. A espessura do compensado deverá ser compatível com os esforços que atuam durante e após a concretagem. Entretanto, é estabelecida a espessura mínima de 12 cm.

e. Controle

Os materiais e misturas deverão ser submetidos aos seguintes ensaios previstos nas referidas normas da ABNT:

- Armadura: NBR ISO6892-1, NBR ISO7438, NBR 7477 e NBR 7478;
- Cimento: NBR 7215, NBR 16372, NM18;
- Agregados: NBR NM26, NM248, 7218, NM46, NBR NM 49;
- Concreto: NBR 5739.

7.16 CHAMINÉ DE POÇO DE VISITA

7.16.1 Objetivo

Objetiva determinar as diretrizes básicas necessárias para os serviços relativos à chaminé de poço de visita.

7.16.1.1 Definição

Chaminé de poço de visita ou câmara de acesso é o dispositivo que tem a finalidade de permitir o acesso à câmara de trabalho do poço de visita, para manutenção e limpeza das redes tubulares. Terá sempre a forma circular com diâmetro interno de 80 cm (oitenta centímetros).

A Figura abaixo apresenta os dois tipos considerados de chaminé de poço de visita, de acordo com o material empregado:

- Tipo A - construído em alvenaria de blocos de concreto;
- Tipo B - construído com tubos em anéis de concreto.

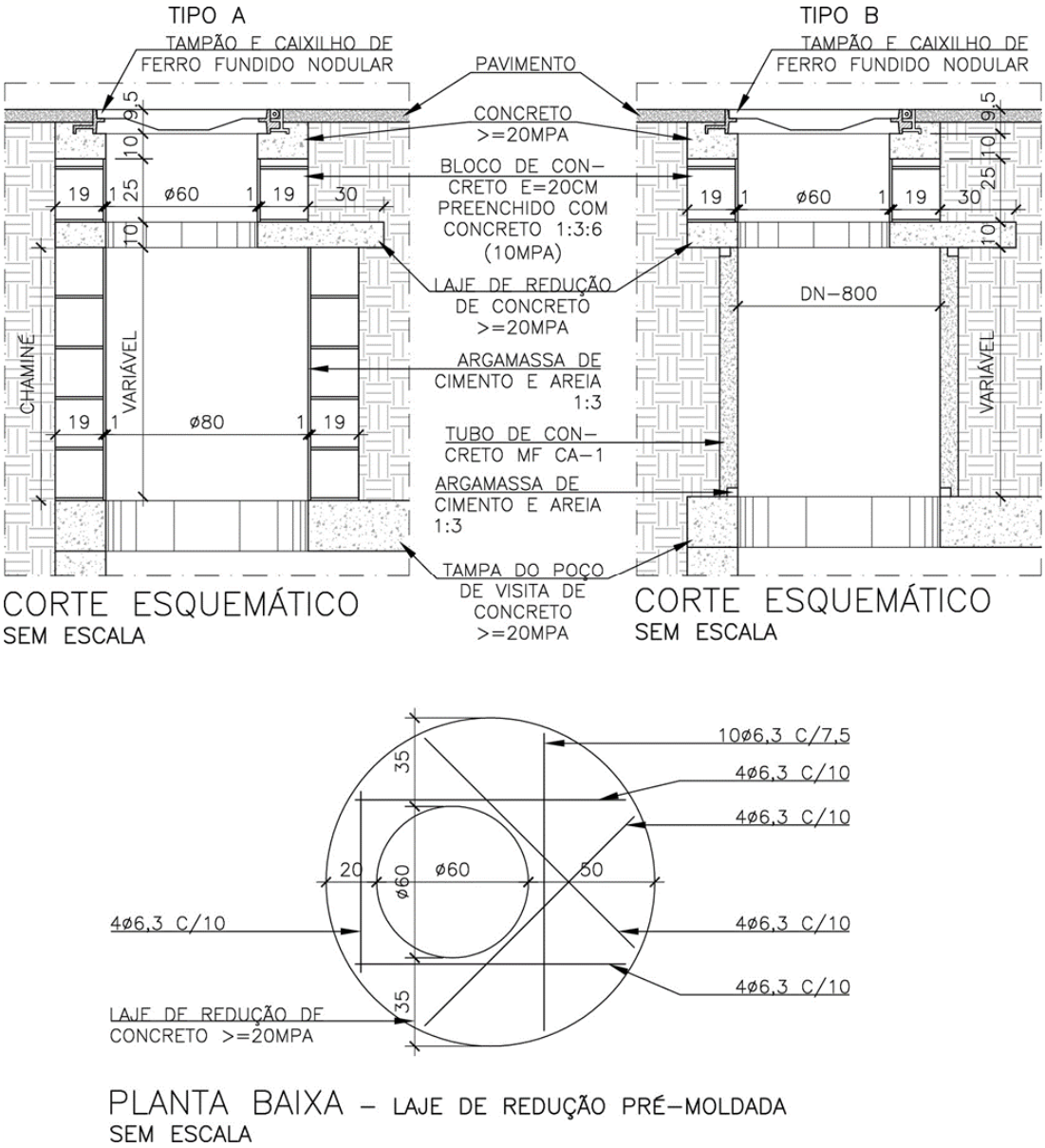


Imagem 3 – Chaminés de poço de visita (Tipos A e B) (Fonte: SUDECAP)

7.16.1.2 Condições específicas

a. Materiais

a.1. Argamassa

Será constituída de cimento e areia lavada no traço volumétrico 1:3.

a.2. Alvenaria

Serão empregados blocos de concreto simples espessura 19 cm preenchido com concreto 1:3:6.

a.3. Tubos de concreto

Deverão ser de concreto pré-moldado, macho-fêmea, classe PA-1, diâmetro 800 mm e produzidos conforme a especificação NBR 8890. Também poderão ser

empregados anéis de concreto pré-moldados, desde que atendam esta especificação.

b. Execução

Para o tipo A a alvenaria de blocos de concreto será executada obedecendo ao diâmetro de 800 mm de abertura da laje da câmara de trabalho. A alvenaria se estenderá até a altura prevista em projeto e deverá ser revestida internamente com argamassa 1:3, conforme desenho padrão da chaminé.

A chaminé tipo B será executada com tubos ou anéis pré-moldados de concreto, macho-fêmea, diâmetro 800 mm, assentados com argamassa 1:3. Para se obter a altura de projeto, o último tubo assentado poderá ser cortado e arrematado com argamassa 1:3.

Para se evitar o corte do tubo poderá ser executada um anel complementar pré-moldado de concreto com altura tal que, após o assentamento dos anéis ou tubos, seja obtido a altura especificada.

c. Controle

Os materiais deverão satisfazer às normas da ABNT e serão submetidos aos seguintes ensaios:

- Blocos: NBR 12118;
- Tubos de concreto: NBR 8890.

7.17 TAMPÃO DE POÇO DE VISITA

7.17.1 Objetivo

Esta padronização tem como objetivo classificar e estabelecer os formatos, dimensões e performances exigíveis nos tampões de ferro fundido a serem utilizados na execução dos serviços de águas pluviais.

7.17.2 Definições

- Tampão: conjunto constituído por tampa e aro (ou caixilho) destinado ao fechamento não estanque, de poço de visita;
- Tampa: peça móvel que, apoiada no aro, obstrui o acesso à câmara do poço de visita;
- Caixilho, aro ou telar: dispositivo destinado a receber a tampa;
- Orifício de aeração: abertura opcional na tampa que permite a circulação de ar;
- Poço de visita: câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior destina à execução de trabalhos de manutenção;

- Cota de passagem: diâmetro do maior círculo inscrito na área livre do telar;
- Carga de controle: carga aplicada aos tampões ou grelhas para verificar sua resistência às cargas eventuais;
- Grelha: peça móvel colocada em cima de um sumidouro ou caixa de captação, que permite o escoamento de águas pluviais.

7.17.3 Condições específicas

a. Tampão

O tampão será de ferro fundido nodular devendo apresentar textura compacta e granulação homogênea. O processo de fabricação será a critério do fabricante, mas deverá atender as exigências desta padronização.

Os tampões e grelhas devem ser fabricados com um dos seguintes materiais:

- Ferro fundido nodular conforme NBR 6916;
- Para os telares poderão ser de aço laminado, desde que sejam protegidos contra corrosão (com revestimento de zinco por imersão a quente de acordo com a norma), ou sejam utilizados somente com combinação com tampas ou grelhas de ferro fundido nodular.

A Tabela abaixo apresenta classificação por local de instalação para fabricação de tampões ou grelhas.

Tabela 21 - Classificação por local de instalação. (Fonte: NBR 10160,2005).

GRUPO	CLASSE MÍNIMA	LOCAL DE UTILIZAÇÃO
1	A 15	Área de circulação restrita a pedestres
2	B 125	Passeios, locais de circulação de pedestres e áreas de estacionamento decarros e de passeio
3	C 250	Sarjetas, locais que se estendem desde a guia até 0,50 m na via de veículose até 0,20 m na calçada
4	D 400	Vias de circulação de veículos (Ruas) acostamento e estacionamento paratodos os tipos de veículos
5	E 600	Aeroportos, docas e locais sujeitos a cargas elevados
6	F 900	Locais sujeitos a cargas muito elevadas, como pistas de aeroportos

A produção e requisitos da qualidade e os ensaios empregados na fabricação de tampões ou grelhas e telares devem estar de acordo com os requisitos neste capítulo e das normas vigentes.

b. Utilização

- Vias de circulação com volume médio de tráfego de veículos leves e pesados, incluindo acostamentos e estacionamentos para todo tipo de veículos;
- Vias de circulação com elevado volume de tráfego de veículos leves e pesados e tráfego de alta velocidade;

- Grandes eixos rodoviários com tráfego intenso de veículo leves em alta velocidade;
- Proximidades de hospitais e demais áreas onde se exige silencio (tampões dotados de anel elástico para apoio impedindo o contato ferro com ferro);
- Vias com elevado índice de vandalismo, depredações e roubo de tampões (tampões dotados de trava de segurança com chave);

Os tampões que apresentarem imperfeições ou defeitos não serão aceitos e ficará proibido retocar ou corrigir as mesmas por qualquer processo.

c. Tipo

c.1. Tampão para poço de visita de ferro nodular (dúctil) Classe 400 KN (carga de controle 40 ton.)

Tampão de ferro fundido dúctil NBR 6916 Classe D400, circular, diâmetro nominal 600 mm, com tampa articulada por rótula, constituído de tampa e telar, fabricado em conformidade com NBR 10160 e com o padrão da figura a seguir.

Características:

- Classe 400 - Grupo 4, resistência mínima 400 KN (tráfego pesado) para utilização em rua e calçada;
- Articulação por rótula com abertura de 110º e bloqueio de segurança a 90º; para impedir fechamento acidental. Não será permitida articulação por pinos, grampos e/ou parafusos, nem a fixação por solda. A articulação deve assegurar o apoio integral da tampa no telar, mantendo a estabilidade vertical e horizontal do conjunto sob tráfego;
- Superfície metálica antiderrapante, nome do fabricante na face externa da tampa e perfeito assentamento tampa/telar.

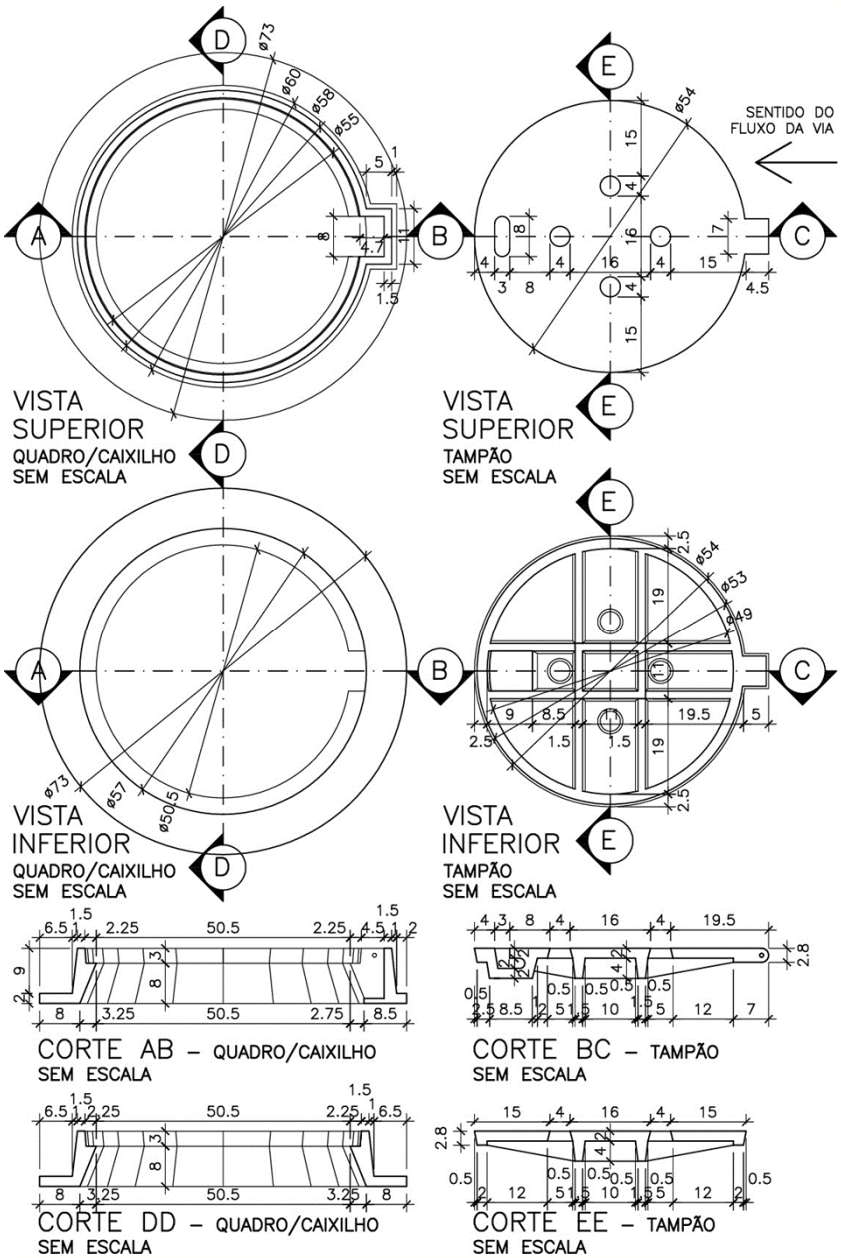


Imagem 4 – Tampão de ferro fundido nodular (Fonte: SUDECAP)

d. Materiais para assentamento

d.1. Concreto

Deverá atender à especificação própria respeitando as seguintes resistências:

- Para assentamento do tampão: FCK ≥ 20MPa;
- Para laje de redução: FCK ≥ 20 MPa.

d.2. Laje de redução

As lajes de redução serão fabricadas e curadas por processos que assegurem a obtenção de concreto homogêneo, compacto e de bom acabamento, não sendo permitida qualquer pintura ou retoque.

d.3. Alvenaria

Serão empregados blocos simples de concreto preenchido com concreto 1:3:6 ou anel complementar pré- fabricado de concreto. É expressamente proibida a utilização de tijolos maciço requeimados.

d.5. Argamassa

Deverá ser constituída de cimento e areia lavada, traço volumétrico 1:3, com os componentes satisfazendo às especificações e ensaios previstos na ABNT.

e. Execução

O serviço deverá ser executado obedecendo ao projeto:

- Assentamento da laje de redução sobre as paredes da chaminé;
- Execução de alvenaria 20 cm com blocos simples de concreto preenchido com concreto 1:3:6 com diâmetro interno de 60 cm, acompanhando a abertura da laje. Poderá ser utilizado o anel complementar pré-fabricado de concreto para adequação a cota do pavimento. É expressamente proibido a utilização de tijolos maciços requeimados para o assentamento do tampão.
- Assentamento do tampão e caixilho sobre concreto de coroamento da alvenaria, na espessura de 15 cm;
- Revestimento interno da alvenaria com argamassa traço 1:3;
- A alvenaria executada sobre a laje de redução deverá ter altura variável para permitir o assentamento do tampão acompanhando as declividades transversal e longitudinal da pista.

O trânsito sobre o tampão deverá ser evitado durante o tempo que for necessário à cura inicial do concreto. Em situações em que haja necessidade de rápida liberação da via utilizar concreto de alta resistência inicial e anel complementar pré-fabricado de concreto.

f. Controle

A fabricação dos tampões e grelhas em ferro fundido nodular deverá obedecer às exigências, no que se refere a dimensões e estar conforme com a NBR 10160 quanto à resistência, folgas e deformação. O fabricante deverá demonstrar ter um sistema de controle de rastreabilidade das peças e registros de ensaios dos tampões (nodularidade e de carga), deverá garantir a qualidade de seus produtos durante sua fabricação por um sistema de controle do processo de fabricação.

f.1. Ensaios

O fabricante deverá produzir três conjuntos de tampas e seus telares correspondentes, para a execução dos ensaios tipo com a medição da flecha

residual e aplicação de carga de controle, nodularidade atendendo a todos os requisitos estabelecidos na NBR 10160 com os resultados registrados em relatórios de ensaio, que deverão ser apresentados.

Os tampões serão ensaiados em conjuntos completos e nas mesmas condições de utilização, com anel elástico montado. O fabricante deverá apresentar os relatórios dos ensaios tipo e os documentos do seu controle do processo de fabricação.

Caso o fabricante não consiga comprovar a realização destes ensaios e do seu controle de processo e/ou o órgão comprador ou seu representante, ou um órgão neutro de inspeção não estiverem seguros quanto aos resultados apresentados, o órgão comprador exigirá a execução dos ensaios da NBR 10160, conforme as tabelas de plano de amostragem a seguir.

Tabela 22 - Amostragem para exames visual e dimensional de tampões e grelhas de todas classes e para ensaio de carga não destrutivo de tampões e grelhas das classes D 400, E 600 e F 900 (Fonte: NBR 10160, 2005).

Tamanho do lote	**Quantidade de amostras**	**Aceitação**	**Rejeição**
2 a 15	2	0	1
16 a 25	3	0	1
26 a 90	5	0	1
91 a 150	8	0	1
151 a 500	13	0	1
501 a 1200	20	0	1
1201 a 3200	32	0	1

Tabela 23 - Amostragem para ensaios de análise de nodularidade e ensaios de cargas destrutivos dos tampões e grelhas das classes A 15, B 125, C 250, D 400, E 600 e F 900 (Fonte: NBR 10160, 2005).

Tamanho do lote	**Quantidade de amostras**	**Aceitação**	**Rejeição**
2 a 15	2	0	1
16 a 50	3	0	1
51 a 150	5	0	1
151 a 500	8	0	1
501 a 1200	13	0	1

Nota: Os tampões utilizados nos ensaios destrutivos devem ser substituídos para complementar o lote a ser entregue.

f. Marcação

Só serão aceitas tampas, grelhas e telares com as seguintes marcações visíveis e indeléveis:

- NBR 10160;
- Material empregado na fabricação;
- Classe D400;
- Nome do fabricante;

O lote será rejeitado totalmente se qualquer uma das peças falhar durante um ensaio.

7.18 SARJETA

7.18.1 Objetivo

Visa apresentar a padronização, que tem como objetivo classificar e estabelecer formas e dimensões para os 03 (três) tipos de sarjetas a serem utilizadas na pavimentação de vias.

- Tipo A - declividade transversal 3 %;
- Tipo B - declividade transversal 15 %;
- Tipo C - declividade transversal 25 %.

7.18.2 Definições

Canal triangular longitudinal situado nos bordos das pistas, junto ao meio-fio, destinado a coletar as águas superficiais da faixa pavimentada da via e conduzi-las às bocas de lobo.

A aplicação da sarjeta se dá em todas as vias a serem pavimentadas pela PBH e é obrigatória a execução de sarjetas de concreto.

- A sarjeta tipo A se aplica a vias onde há grandes declividades longitudinais;
- A sarjeta tipo B ou C terá uso obrigatório nas vias sanitárias;
- A sarjeta deverá ser dimensionada hidraulicamente para cada caso específico.

7.18.3 Condições específicas

A espessura da sarjeta é de 10 cm e largura de 50 cm, em concreto FCK ≥ 20 MPa. Não é permitido produzir concreto no canteiro de obras para este serviço.

a. Materiais

a.1. Concreto

O concreto deve ter resistência (FCK) mínima de 20 MPa.

b. Execução

- A cava de fundação deverá ser regularizada e apiloada manualmente e não pode ser liberada para a concretagem sem a execução deste serviço;
- O corte do bordo da capa asfáltica deverá estar corretamente perpendicular à estrutura do pavimento. Cortar a capa asfáltica, na junção com a futura sarjeta, empregando ferramenta de corte adiamantado;
- Empregar equipamento de corte convencional, como os marteletes pneumáticos, nas situações de espessuras maiores por sobrecapas asfálticas ou pavimentos poliédricos subjacentes. Realinhar o corte com ferramentas adequadas;
- Adensar o concreto lançado e evitar manchas de cimento sobre a capa asfáltica. Em hipótese alguma lançar o concreto usinado a ser empregado na execução de sarjeta sobre o revestimento asfáltico recém executado;
- Verificar a espessura e largura da sarjeta a cada segmento de 25 m;
- Observar as tolerâncias mínimas de largura em ± 1 cm e espessura em ± 0,5 cm a cada segmento de 25 m. Fixar régua para direcionar a ação da desempenadeira e evitar rescaldos de concreto sobre a capa asfáltica;
- Alisar a superfície com desempenadeiras de aço para diminuir a rugosidade das peças. Observar declividade correta do escoamento pluvial, afim de evitar empoçamentos;
- Colocar chapas de ferro ou madeira reforçada sobre os trechos de entrada de garagens, durante o período de execução e cura;
- Reparar eventuais pisoteamentos, rolagem de pneus ou vandalismos sobre as peças executadas, durante o período de cura do concreto;
- Proteger toda extensão do serviço executado, empregando sinalizadores como cones, pedras, demolições de asfalto existentes no local de serviço;
- Inserir juntas secas para dilatação das peças, com espaçamento de 5 metros, antes do endurecimento do concreto, utilizando ferramenta cortante como indução do processo, sem seccionar totalmente a estrutura.
- Aspergir água para cura do concreto, em intervalos, conforme estado do tempo;
- Antes da execução de pavimento poliédrico, executar a sarjeta conjuntamente com o meio-fio. Empregar formas para o correto alinhamento da sarjeta.

c. Controle

Proceder ensaios conforme o fornecimento da concreteira, por caminhões recebidos, em conformidade com NBR 12655.

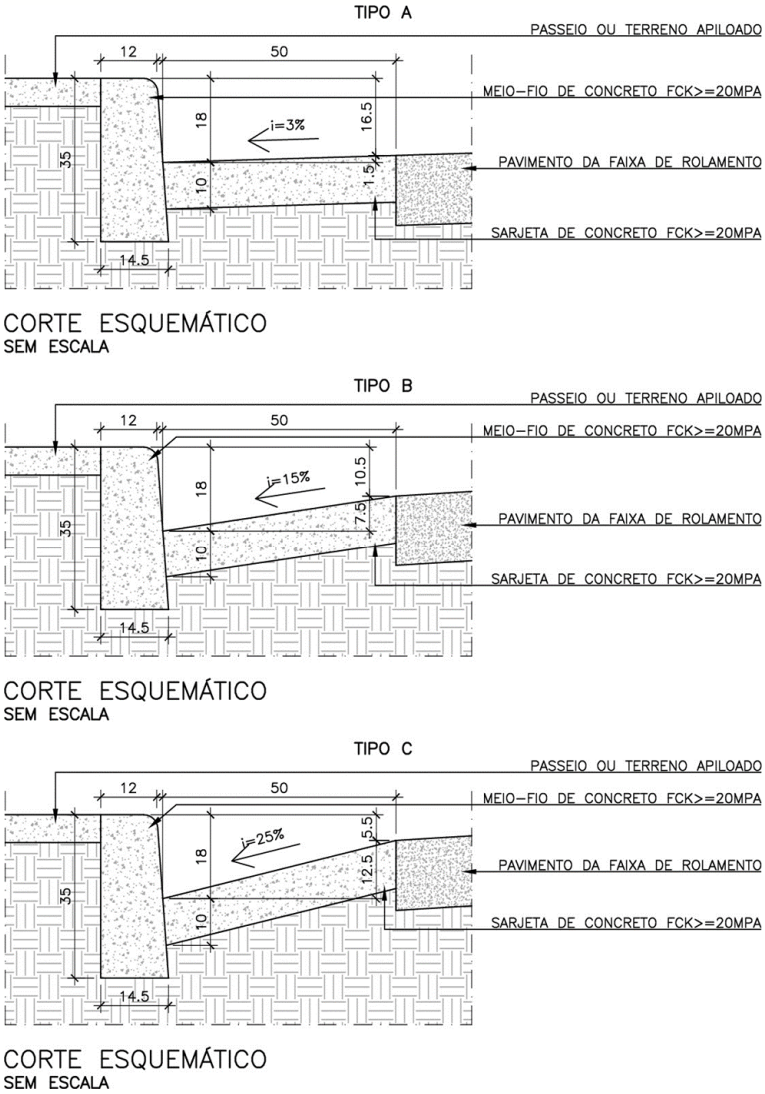


Imagem 5 – Sarjeta (Fonte: SUDECAP)

8.0 EXECUÇÃO PAVIMENTAÇÃO

8.1.1 Objetivo

Tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços de pavimentação, com a terraplenagem já concluída, separando as etapas executivas por tipo de estrutura.

8.2 REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO

8.2.1 Objetivo

Tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços de regularização e compactação do subleito de vias a pavimentar, com a terraplenagem já concluída na cota estabelecida em projeto.

8.2.2 Definição

A regularização resume-se a corrigir algumas falhas da superfície terraplenada, pois, no final da terraplenagem, a superfície já deve apresentar bom acabamento. As operações devem compreender até 20 cm de espessura, onde o que exceder esta altura será considerado como terraplenagem.

8.2.3 Condições específicas

a. Equipamentos

Para a execução da regularização, poderão ser utilizados os seguintes equipamentos:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro-tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores dos tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático, rebocados ou auto- propulsores;
- Grade de discos;
- Pulvi-misturador.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos em conformidade com o tipo de material empregado na regularização.

Sendo inviável o uso de equipamentos convencionais, poderão ser utilizados os seguintes:

- Placas vibratórias, sapos mecânicos ou rolos compactadores de pequeno porte para a compactação;
- Ferramentas manuais para a regularização, aeração e/ou umedecimento do material.

b. Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito. No caso de substituição ou adição de material, este deverá ser proveniente de ocorrências indicadas no projeto ou em laboratório (ensaios) no caso de restauração de pavimento existente, devendo satisfazer as seguintes exigências:

- Ter um diâmetro máximo de partícula igual ou inferior a 76 mm;
- Ter um índice de suporte Califórnia, determinado com a energia de compactação do método DNIT 172/2016-ME igual ou superior ao do material empregado no dimensionamento do pavimento, como representativo do trecho em causa;
- Ter expansão inferior a 2 %;
- Eventual adição e homogeneização de cimento ou cal, em um percentual máximo de 3%, para se elevar o Índice de Suporte Califórnia. O ISC para subleitos em pavimentos urbanos deverá ser maior ou igual a 4 %, sendo que no caso de valores inferiores a esses, deverá ser administrado reforço do subleito com matéria com ISC maior que 4% ou adição de cal ou cimento conforme especificado.

c. Execução

A regularização do subleito deverá ser executada de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto e a compactação será realizada com o equipamento apropriado.

Toda a vegetação e material orgânico, porventura existentes no leito da via, serão removidos previamente. Após a execução de cortes ou aterros, operações necessárias para atingir o greide de projeto, será realizado uma escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou aeração, compactação e acabamento.

A regularização deve ser executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento. (DNIT 137/2010-ES).

Não será permitida a execução dos serviços em dias de chuva. (DNIT 137/2010-ES).

No caso de cortes em rocha ou de material inservível para subleito, deverá ser executado o rebaixamento na profundidade estabelecida em projeto e substituição desse material.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164/2013-ME e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado ± 2 %.

Quando se tratar de serviços de recomposição de valas de drenagem ou de execução de remendos em pavimentos já existentes, será admitido o uso de equipamentos de menor porte para a compactação do subleito, desde que a área

da vala ou do remendo a ser trabalhado não permita o uso dos equipamentos usuais. As camadas devem apresentar uma espessura máxima de 10 cm e as valas dever ser reaterradas em comprimentos, por segmento, de no máximo 10 m. Deverá também apresentar o grau de compactação, no mínimo, 100 % em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164/2013-ME e o teor de umidade deverá ser a ótima do ensaio citado ± 2 %.

Esta especificação aplica-se também a situações em que não há possibilidade do emprego de equipamentos convencionais, em razão dos locais de acentuada declividade, espaços exíguos para operação dos mesmos e ainda pequenas áreas a serem trabalhadas, como os entornos de poços de visita, caixas de boca-de-lobo e outros eventuais obstáculos à operação de equipamento pesado.

d. Controle

d.1. Controle tecnológico

d.1.1. Ensaios

- Determinação de massa específica aparente, "in situ", com espaçamento máximo de 100 m na pista, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação.
- No mínimo uma determinação do teor de umidade a cada 100 m ou em mais pontos, imediatamente antes da operação de compactação;
- Ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 250 m de pista;
- Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNIT 172- 2016-ME – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas, com espaçamento máximo de 500 m de pista ou cinco ensaios por via de menor extensão;
- Um ensaio de compactação, segundo o método DNIT 164/2013-ME – Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas e DNER-ME 162/94 – Solos – Ensaio de compactação utilizando amostras trabalhadas (Proctor Normal), para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc., a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio para vias de menor extensão;

- O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material. A amostragem (conjunto de ensaios para a determinação do valor estatístico) deverá ser feita na mesma frente de trabalho e não em frentes de trabalho separadas.

d.1.2. Aceitação

Os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem, a serem confrontadas com os especificados, serão calculados pelas seguintes fórmulas:

$$X_{máx.} = \bar{x} + \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}} + 0{,}68\sigma$$

$$X_{min..} = \bar{x} - \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}} + 0{,}68\sigma$$

Para o caso do índice de suporte Califórnia, o valor μ, calculado de acordo com a fórmula abaixo, deverá ser igual ou superior ao valor mínimo especificado.

$$\mu = \bar{x} - \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}}$$

sendo: $\bar{x} = \frac{\sum X}{N}$ $\sigma = \sqrt{\frac{(\bar{x} - X)_2}{(N - 1)}}$

- N ≥ 9 (número de determinações feitas);
- μ = índice de suporte Califórnia;
- **σ** = tensão admissível do terreno.

d.2. Controle geométrico

Após a execução da regularização do subleito, será realizado a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- 2 cm em relação às cotas do projeto;
- + 20 cm, para cada lado, quanto à largura de projeto, não se tolerando medida a menos;
- Até 20% em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta.

8.3 BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE

8.3.1 Objetivo

Determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços de base estabilizada granulometricamente com ou sem mistura, e utilização de equipamento pesado (rolo) ou placa vibratória.

8.3.2 Definições

Base é a camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los, e consiste na utilização de materiais ou misturas, que ofereçam, após umedecimento e compactação, boas condições de estabilidade.

Esta especificação também se aplica a situações em que não há possibilidade do emprego de equipamentos convencionais, em razão dos locais com acentuada declividade, espaços exíguos para operação dos mesmos, e ainda, pequenas áreas a serem trabalhadas, como em torno de poços de visita para drenagem pluvial e canalização, em torno das caixas de boca de lobo e outros eventuais obstáculos à operação de equipamento pesado.

Para bases realizadas com misturas, teremos as seguintes porcentagens:

- 50 % de solo local e 50 % de canga de minério de ferro;
- 50 % de solo local e 50 % de escória;
- 40 % de solo local e 60 % de canga de minério de ferro;
- 40 % de solo local e 60 % de escória.

As bases assim constituídas se aplicam a vias locais ou coletoras com reduzido volume e peso de tráfego.

8.3.3 Condições específicas

Os materiais a serem utilizados deverão atender aos parâmetros da presente especificação e as disposições do projeto.

a. Equipamentos

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da base:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso, liso vibratório e pneumático, rebocados ou auto- propulsores;
- Grade de discos;
- Pulvi-misturador.

Sendo inviável o uso de equipamento convencional, poderão ser utilizados os seguintes:

- Placas vibratórias, sapos mecânicos ou rolos compactadores de pequeno porte para a compactação;
- Ferramentas manuais para a regularização, aeração e/ou umedecimento do material.

b. Materiais

Os materiais constituintes são solos estabilizados naturalmente, mistura de solos, materiais britados, materiais cimentados, asfálticos e reciclados, os quais se aplicam:

- Asfálticos
  - Solo-betume (SB)
  - Macadame betuminoso (MB)
  - Concreto asfáltico usinado a quente (CAUQ)
  - Concreto asfáltico modificado por polímeros (CAMP)
  - Concreto asfáltico usinado a frio (CAUF)
  - Concreto betuminoso pré-misturado a frio (PMF)
  - Concreto betuminoso pré-misturado a quente (CBUQ)
- Concretos
  - Concreto compactado com rolo (CCR)
  - Concreto de cimento Portland (CCP)
  - Concreto armado (CAR)
  - Concreto protendido (CPT)
- Cimentados
  - Brita graduada tratada com cimento (BGTC)
  - Solo-brita-cimento (SBC)
  - Solo-cimento (SC)
  - Solo-cal (SCA)
- Granulares e Solos
  - Bica Corrida (BC)
  - Brita Graduada Simples (BGS)
  - Macadame hidráulico (MH)
  - Macadame seco (MS)
  - Solo arenoso fino laterítico (SAFL)

– Solo argiloso laterítico (SAL)

– Solo laterítico concrecionado (SLC)

– Solo saprolítico (SS)

– Solo-brita (SB)

• Reciclados

– Escória de alto-forno (ESC)

– Agregado reciclado de resíduo sólido de construção civil e demolições. (RCD)

– Mistura asfáltica fresada

Dos diversos materiais apontados, nos cabe aqui citar como materiais de sub-base estabilizada granulometricamente comumente utilizados em Belo Horizonte:

b.1. Solos residuais

Os solos residuais a serem empregados na mistura com materiais mais nobres, poderão ser da própria via a ser pavimentada (caso de segmentos em corte), ou ser proveniente de empréstimos próximos (caso de segmentos em aterro), devendo preencher os seguintes requisitos:

• A fração que passa na peneira n° 40 deverá apresentar índice de plasticidade mínimo de 9 %, sendo o limite máximo estabelecido pela própria trabalhabilidade do solo;

• A expansão máxima média deverá ser de 0,5 %, determinada segundo o método (DNIT 172/2016- ME) e com a energia de compactação correspondente aos métodos DNIT 164/2013-ME– Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas e DNER-ME 162/94 – Solos – Ensaio de compactação utilizando amostras trabalhadas (Proctor Normal), sendo que nenhum valor individual deverá ser superior a 0,5 %;

• A fração que passa na peneira nº 200 deve ser superior a 35 %.

b.2. Solos granulares não lateríticos

Os materiais a serem empregados em base estabilizada granulometricamente, relacionados no item anterior, com exceção de canga de minério de ferro e outros solos lateríticos, deverão preencher os seguintes requisitos:

• Possuir composição granulométrica enquadrada em uma das faixas da seguinte tabela a seguir:

Tabela 24 – Faixas granulométricas para solos

Peneiras		Faixas (%)			
Polegadas	**mm**	**A**	**B**	**C**	**D**
2”	50,8	100	100	-	-
1”	25,4	-	75 – 90	100	100
3/8”	9,5	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
N° 4	4,8	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
N° 10	2,0	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
N° 40	0,42	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
N° 200	0,074	2 – 8	5 – 15	5 – 15	5 – 20

- Com um material muito sensível à segregação, deverá ser escolhida a faixa B ou a faixa C, em vez da faixa A, sendo esta considerada a mais favorável à segregação;
- A fração que passa na peneira n□ 40 deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25 % e índice de plasticidade inferior ou igual a 6 %; quando estes limites forem ultrapassados; o equivalente de areia deverá ser maior do que 30 %;
- A porcentagem do material que passa na peneira n□ 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira n□ 40;
- O índice de suporte Califórnia não deverá ser inferior a 60 % e a expansão máxima será de 0,5

%, determinados segundo o método DNIT 172/2016 e com a energia de compactação correspondente ao método DNIT 164/2013-ME ou correspondente ao ensaio T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado), conforme indicação de projeto. Para as vias em que o tráfego previsto para o período de projeto ultrapassar o valor N = 5 x 106, o índice de suporte Califórnia do material da camada de base não deverá ser inferior a 80 %;

- O agregado retido na peneira n□ 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, de matéria vegetal ou outras substâncias prejudiciais. Quando o agregado for submetido ao ensaio de abrasão “Los Angeles” não deverá apresentar desgaste superior a 55 %;
- A escória a ser utilizada deverá ser proveniente de alto-forno, estar isenta de refratário, devendo estar assegurada sua estabilidade em contato com água. Dessa forma, exige-se que a escória de alto-forno a ser empregada se sujeite

ao depósito a céu aberto, pelo período mínimo de 2 anos, após sua formação, em montes constantemente revolvidos;

- Entende-se por brita de bica corrida, o produto total de britagem do primário ou secundário, o qual não é objeto de peneiramento. Para os fins da presente especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, sendo até mesmo desejável que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4 %).

b.3. Escória (ESC)

A escória deverá ser proveniente de alto-forno, estar isenta de refratário e deverá ter garantida a sua estabilidade em contato com água, exigindo-se assim que ela se sujeite a depósito a céu aberto, pelo período mínimo de 2 anos, após sua formação, em montes constantemente revolvidos. Para emprego em camadas granulares, o DNIT estabelece restrições quanto a absorção d'água máxima de 3 %, massa específica entre 20 KN/m³ e 30 KN/m³, durabilidade de até 5 % ao ataque de sulfato de sódio, abrasão Los Angeles máximo de 35 %, grãos compondo em até 40 % até a abertura 12,5 mm e em até 60 % para diâmetros entre 12,5 mm e 50 mm.

b.4. Brita bica corrida (BC)

Entende-se por brita de bica corrida, o produto total oriundo do britador primário ou secundário, o qual não é objeto de peneiramento e classificação, sendo transportado diretamente para estocagem ou aplicação em pista. São normalmente empregadas em vias de tráfego médio e baixo. Para os fins da presente especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, sendo até mesmo desejável que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4 %).

b.5. Brita graduada simples (BGS)

Mistura em usina de agregados, de produtos de britagem de rocha sã que, nas proporções adequadas, resulta no enquadramento em uma faixa granulométrica contínua que, corretamente compactada, obtém-se um produto final com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade. Constituem camadas de sub-base e base de elevada qualidade quando adequadamente compactadas. O transporte efeito em caminhões basculantes e a compactação deve ser realizada imediatamente após o espalhamento para não haver perda de umidade. Características: Bem graduada, diâmetro máximo dos agregados < 38

mm, finos (peneira nº200) entre 3 e 9 %, CBR da ordem de 60 % a maiores de 100 % e Modulo de Ruptura entre 100 e 400 Mpa.

b.6. Canga ferruginosa, minério de ferro ou outros solos lateríticos

Quando da utilização destes materiais, o índice de grupo poderá ser diferente de zero. Entende-se como solos lateríticos, aqueles cuja relação molecular S/R (sílica sesquióxidos)* for menor que 2 e que apresentem expansão inferior a 0,2 %, medida no ensaio de ISC DNIT 172/2016-ME – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas), com 26 golpes por camada.

Será admitido o valor de expansão até 0,5 % no ensaio do ISC, desde que o ensaio de expansibilidade (DNIT 160/2012-ME– Solo – Determinação de expansibilidade) apresente um valor inferior a 10 %.

$$* \frac{S}{R} = \frac{\frac{SiO_2}{60}}{\frac{Al_2O_3}{102} + \frac{Fe_2O_3}{160}}$$

A canga de minério de ferro a ser empregada deverá ser preferencialmente de natureza limonítica, caracterizada pela cor avermelhada, sendo desejável que tenha índice de plasticidade mínimo de 5% (IP ≥ 5%).

b.7. Agregado reciclado de resíduo sólido de construção civil e demolições (RCD)

A utilização de agregados provenientes da britagem e classificação de resíduos de construção civil e demolição (Classe A - NBR 15115) como camadas de reforço de subleito, sub-base e base de pavimentos se enquadra como uma solução em geral de baixo custo. São normalmente empregadas em vias de tráfego baixo. Durante o processo de compactação por rolos tende a ocorrer uma degradação granulométrica pela quebra de grãos mais friáveis. Deve-se proceder com as seguintes análises da qualidade desse tipo de agregado:

- Verificação de uniformidade granulométrica após compactação;
- Determinação da umidade ótima de compactação;
- Determinação do grau de pozolanicidade do material;
- Determinação da porosidade do RCD e sua relação com as características de compactação;
- Determinação do ganho de resistência do material após cura.

b.8. Mistura asfáltica fresada

O emprego de agregados de misturas asfálticas fresadas como camadas de reforço, sub-base e base de pavimentos em atividades de reciclagem ou construção, tem sido uma solução alternativa para a destinação final deste material fruto de atividades de recuperação de pavimentos. São normalmente empregadas em vias de tráfego baixo. Deve-se proceder os respectivos ensaios das misturas dos materiais pertencentes ao serviço.

b.9. Misturas

As misturas obtidas por quaisquer das combinações descritas no item acima deverão possuir Índice Suporte Califórnia superior a 60 % e a 80 %, respectivamente, para os casos de misturas com 50 % a 60 % de material nobre e a expansão máxima será de 0,5 % sendo que nenhum valor individual poderá apresentar valor superior a 0,5 %, determinados segundo o método DNIT 172/2016-ME, com a energia de compactação correspondente aos métodos DNIT 164/2013-ME e DNER-ME 162/94, com 26 golpes por camada (Proctor Intermediário).

b.10. Parâmetros de Controle

O Índice de Suporte Califórnia (ISC) deverá obedecer aos seguintes valores, relacionados ao número N de operações do eixo padrão de 8,2 t, para o período de projeto:

- ISC ≥ 60 % para N ≤ 5 x 106;
- ISC ≥ 80 % para N ≤ 5 x 106.

Os valores mínimos do ISC devem ser verificados dentro de uma faixa de variação de umidade, a qual será fixada pelo projeto e pelas especificações particulares.

- LL (limite de liquidez) ≤ 40 %;
- IP (índice de plasticidade) ≤ 15 %.

O agregado retido na peneira de 2 mm deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial e apresentando valores de abrasão “Los Angeles” menores ou iguais a 65 %.

Os materiais devem satisfazer a uma das seguintes faixas granulométricas, em porcentagem de peso: Faixas granulométricas:

Tabela 25 – Faixas granulométricas para misturas

Peneiras		Faixas (%)	
Polegadas	**mm**	**A**	**B**
2”	50,8	100	-
1”	25,4	75 – 100	100
3/8”	9,5	40 – 85	60 – 95
N□ 4	4,8	20 – 75	30 – 85
N□ 10	2,0	15 – 60	15 – 60
N□ 40	0,42	10 – 45	10 – 45
N□ 200	0,074	5 – 30	5 – 30

A canga de minério de ferro a ser empregada deverá ser preferencialmente de natureza limonítica, caracterizada pela cor avermelhada, sendo desejável que tenha índice de plasticidade mínimo de 5 % (5 % ≤ IP < 15 %).

c. Execução

Compreende as operações de espalhamento, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura constante do projeto.

Quando houver necessidade de se executar camadas de base com espessura final superior a 20 cm, elas deverão ser subdivididas em camadas parciais, sempre com espessura máxima de 20 cm e mínima de 10 cm, após a compactação.

O grau de compactação deverá ser conforme determinação do projeto:

- No mínimo 100 % em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNIT 164/2013-ME. No mínimo 100 % em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado).

A determinação do desvio máximo de umidade admissível será estabelecida pelo projeto, em função das características do material a ser empregado.

Para bases realizadas com misturas, temos:

c.1. Segmentos em aterro

A execução dos aterros obedece às seguintes etapas:

- Regularização do subleito;

- Lançamento do solo;
- Lançamento do minério ou escória;
- Execução da mistura e pulverização;
- Compactação da mistura.

c.2. Segmentos em corte

Quando se tratar de corte de material não aproveitável como solo para a mistura, as etapas serão as mesmas anteriores, após a execução do corte, até a cota do subleito. Entretanto, se o material for aproveitável, a execução obedecerá a seguinte ordem de serviços:

c.2.1. Cortes de pequena extensão

- Escavar até o nível do subleito, depositando o material em local apropriado;
- Regularização do subleito;
- Lançamento do material (solo) depositado na quantidade prevista no projeto;
- Lançamento do minério ou escória;
- Execução da mistura e pulverização;
- Compactação da mistura.

c.2.2. Cortes extensos

- Escavar até uma cota acima do subleito igual à espessura do solo prevista para a mistura;
- Escavar um segmento de 100 m ou até a cota do subleito;
- O material extraído será depositado em local determinado;
- Regularizar o subleito desse segmento;
- Escavar, em seguida, o segmento de mesma extensão adjacente ao primeiro, lançando material (solo) na quantidade necessária, sobre o subleito do segmento anterior, eventuais restos do material serão depositados no local já designado;
- Realizar a mesma operação nos segmentos subsequentes, com a mesma extensão;
- Lançar o minério ou escória sobre o solo já colocado na pista;
- Executar a mistura e pulverizar;
- Compactar a mistura.

O solo que eventualmente sobrar no depósito, poderá ser aproveitado na execução da base nos aterros. Embora a mistura, nesta especificação, esteja indicada em peso, quando da execução, em função das características dos materiais empregados, em termos de espessura de cada material a ser espalhada (espessura solta) na fase anterior à homogeneização e compactação da mistura. Tais espessuras serão objeto de controle geométrico pela verificação das alturas das camadas, após cada lançamento.

d. Controle

d.1. Controle Tecnológico

d.1.1. Ensaios a serem procedidos

Determinações da massa específica aparente, "in situ", com espaçamento máximo de 100 m na pista ou em mais pontos, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação, a profundidade do furo será igual à espessura da camada compactada;

Uma determinação do teor de umidade no mínimo a cada 100 m ou em mais pontos de acordo com a necessidade, imediatamente antes da compactação, com peso mínimo da amostra de 500 g;

Ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 150 m de pista, sendo as amostras coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada;

Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia, de acordo com o método DNIT 172-2016-ME, com a energia de compactação dos métodos DNIT 164/2013-ME e DNER-ME 162/94 ou com energia de compactação do método T-180-57 da AASHTO, com espaçamento máximo de 300 m de pista. Para o caso de solos lateríticos, o material deve ser moldado logo após a coleta da amostra, sem alteração da umidade da pista ou cinco ensaios por via de menor extensão;

Um ensaio de compactação segundo o método DNIT 164/2013-ME ou segundo T-180- 57 da AASHTO (Proctor Modificado), para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos, obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc., a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio. As amostras devem ser coletadas do material espalhado na pista,

imediatamente antes da compactação da camada ou em mais pontos para vias de pouca extensão;

Uma determinação do equivalente de areia, com espaçamento de 100 m no caso de materiais não lateríticos, com índice de plasticidade maior do que 6 % e limite de liquidez maior do que 25 %.

O número de ensaios de caracterização física e mecânica poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material.

A amostragem deve sempre ser recolhida numa camada constituída de materiais da mesma ocorrência (jazida).

d.1.2. Aceitação

Os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem, a serem confrontados com os especificados, serão calculados pelas seguintes fórmulas:

$$X_{máx.} = \bar{x} + \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}} + 0{,}68\sigma$$

$$X_{min..} = \bar{x} - \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}} + 0{,}68\sigma$$

Para o caso do Índice de Suporte Califórnia, o valor μ, calculado de acordo com a fórmula abaixo, deverá ser igual ou superior ao valor mínimo especificado.

$$\mu = \bar{x} - \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}}$$

sendo: $\bar{x} = \frac{\sum X}{N}$ $\sigma = \sqrt{\frac{(\bar{x} - X)_2}{(N - 1)}}$

- $N \geq 9$ (número de determinações feitas);
- μ = índice de suporte Califórnia;
- σ = tensão admissível do terreno.

No caso da não aceitação dos serviços pela análise estatística, o trecho considerado será subdividido em subtrechos, fazendo-se um ensaio com material coletado em cada um deles.

Para os ensaios do Índice de Suporte Califórnia, cada um destes subtrechos terá uma extensão máxima de 100 m e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 50 metros.

Os subtrechos serão dados como aceitos, tendo em vista os resultados dos ensaios, face aos valores exigidos pelas especificações.

d.2. Controle geométrico

Após a execução da base, será realizada a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo- se as seguintes tolerâncias:

- + 10 cm, para cada lado, quanto à largura de projeto da plataforma;
- Até 20% em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- O desempenho longitudinal da superfície, poderá apresentar flechas, no máximo, igual a 1,5 cm, quando determinados por meio de régua de 3 m;
- A espessura média da camada de base, é determinada pela fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{N} \qquad \sigma = \sqrt{\frac{(\bar{x} - X)_2}{(N - 1)}}$$

sendo:

- N ≥ 9 (número de determinações feitas), não deve ser menor do que a espessura do projeto menos 1cm;
- μ = índice de suporte Califórnia;
- σ = tensão admissível do terreno.

Na determinação de $\bar{x}$ serão utilizados pelo menos 9 valores de espessuras individuais X, obtidas por nivelamento do eixo de 20 em 20 m antes e depois das operações de espalhamento e compactação. Existindo meios-fios, o nivelamento será feito no eixo e junto aos meios-fios.

Não se tolerará nenhum valor individual de espessura fora do intervalo de ± 2 cm, em relação à espessura do projeto.

No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de base com espessura média inferior à do projeto, o revestimento será aumentado de uma espessura estruturalmente equivalente a diferença encontrada.

No caso de aceitação de camada da base dentro das tolerâncias com espessura média superior à do projeto, a diferença não será deduzida da espessura do projeto da camada de revestimento.

8.4 TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA

8.4.1 Objetivo

Determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços de transporte de material de qualquer natureza.

8.4.2 Condições específicas

a. Equipamentos

Para o transporte e descarga dos materiais relacionados no item anterior, serão usados, preferencialmente, caminhões basculantes em número e capacidade adequada, que possibilitem a execução do serviço com produtividade requerida.

a. Materiais

Os insumos de agregado de pedreira (Bica corrida, BGTC e outros), são cotados com frete incluso. Assim, os itens de Base, Sub-Base já contemplam transporte em sua composição. Portanto, o transporte de material de qualquer natureza será utilizado apenas para casos de transporte de terras, materiais demolidos ou material fresado.

b. Execução

O carregamento é feito por pás carregadeiras ou escavadeiras.

O caminho de percurso, deverá ser mantido em condições de permitir velocidade adequada ao equipamento transportador, boa visibilidade e possibilidade de cruzamento. Os percursos deverão ser, quando necessário, umedecidos e drenados com a finalidade de evitar excesso de poeira ou formação de atoleiros.

O material deverá estar distribuído na báscula, de modo a não haver derramamento pelas bordas laterais ou traseira durante o transporte.

A descarga do material será efetuada nas áreas e locais indicados, seja na constituição dos aterros, seja nos locais de destinação ambientalmente adequados ou depósito para futura utilização.

8.5 IMPRIMAÇÃO E PINTURA DE LIGAÇÃO

8.5.1 Objetivo

Determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços de imprimação e pintura de ligação.

8.5.2 Definições

a. Imprimação

Consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico, com ligante de baixa viscosidade, sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando o aumento da coesão na superfície

da base, através da penetração do material asfáltico, promovendo uma impermeabilização da base e também aderência entre a base e o revestimento.

b. Pintura de ligação

A pintura de ligação consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base ou de um pavimento, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando promover a aderência entre este revestimento e a camada subjacente.

8.5.3 Condições específicas

a. Equipamentos

Para a varredura da superfície da base usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual esta operação, ou, a jato de ar comprimido.

A distribuição do ligante deverá ser efetuada por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

As barras de distribuição devem ser de tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação e, ainda, de um espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

O depósito de material betuminoso, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal, que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

b. Materiais

Todos os materiais devem satisfazer às especificações em vigor conforme normatização DNIT.

b.1. Imprimação

Podem ser empregados asfaltos diluídos (tipo CM-30 e CM-70), escolhidos em função da textura do material de base.

A taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida pela base em 48 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. A taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6 l/m2, conforme o tipo e textura da base e do material betuminoso escolhido.

b.2. Pintura de ligação

Podem ser empregados os materiais betuminosos seguintes:

- Emulsões asfálticas, tipo RR-1C, RR-2C, RM-1C, RM-2C e RL-1C, diluídas com água na razão de 1:1;
- Asfalto diluído CR-70, exceto para bases absorventes ou betuminosas, com taxa de aplicação em torno de 0,5 l / m^2.

c. Execução

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, devendo estar de acordo com esta especificação para ser dada a ordem para o início do serviço.

Após a perfeita conformação geométrica da base, será realizada a varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existentes.

Aplica-se, a seguir, o material betuminoso adequado, na quantidade certa e de maneira mais uniforme. O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, ou em dias de chuva, ou ainda, quando esta estiver iminente. A temperatura de aplicação do material betuminoso deverá ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. Deverá ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidades recomendadas para espalhamento são:

- Para asfaltos diluídos: de 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol;
- Para emulsões asfálticas: de 25 a 100 segundos, Saybolt-Furol.

Deve-se evitar a formação de poças de ligantes na superfície da base. Caso isto aconteça, o excesso de ligantes deve ser removido para não danificar o revestimento a ser colocado.

A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, devem-se colocar faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais serão, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do

material betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida. Quando da utilização de distribuidores manuais (canetas ou similar), a uniformidade dependerá essencialmente da experiência do operador da mangueira.

c.1. Imprimação

Deve-se imprimar a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista fazendo-se a imprimação da adjacente, assim que à primeira for permitida a abertura ao trânsito.

O tempo de exposição da base imprimada ao trânsito será condicionado pelo comportamento da primeira, não devendo ultrapassar a 30 dias.

Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base deve se encontrar levemente úmida para o uso do CM-30 e para o CM-70 a superfície deve se encontrar seca.

c.2. Pintura de ligação

Antes da aplicação do material betuminoso, no caso de bases de solo-cimento ou concreto magro, a superfície da base deve ser irrigada, a fim de saturar os vazios existentes, não se admitindo excesso de água sobre a superfície.

Quando o ligante betuminoso utilizado for emulsão asfáltica diluída, recomenda-se que a mistura (água – emulsão) seja preparada no mesmo turno de trabalho; deve-se evitar o estoque da mesma por prazo superior a 12 horas.

d. Controle

O material betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e considerado de acordo com as especificações em vigor.

d.1. Ensaios

d.1.1. Para asfaltos diluídos

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio do ponto de fulgor, para cada 100 t;
- 1 ensaio de destilação, para cada 100 t;
- 1 curva de viscosidade x temperatura, para cada 200 t;

d.1.2. Para emulsões asfálticas

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de resíduo por evaporação, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de peneiramento, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de sedimentação, para cada 100 t.

d.2. Controle de temperatura

A temperatura de aplicação deve ser estabelecida para o tipo de material betuminoso em uso.

d.3. Controle da quantidade aplicada

Será feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por esse método, admite-se que seja efetuado por um dos modos seguintes:

- Coloca-se, na pista, uma bandeja de peso e área conhecidos. Por uma simples pesada, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade do material betuminoso usado;
- Utilização de uma régua de madeira, pintada e graduada, que possa dar, diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade de material consumido.

d.4. Controle de uniformidade de aplicação

A uniformidade depende do equipamento empregado na distribuição. Ao se iniciar o serviço, deve ser realizada uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição. Esta descarga poderá ser efetuada fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor estiver dotado de uma calha colocada abaixo da barra distribuidora, para recolher o ligante betuminoso.

a. Equipamentos

Para a varredura da superfície da base usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual esta operação, ou, a jato de ar comprimido.

A distribuição do ligante deverá ser efetuada por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

As barras de distribuição devem ser de tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação e, ainda, de um espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

O depósito de material betuminoso, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal, que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

b. Materiais

Todos os materiais devem satisfazer às especificações em vigor conforme normatização DNIT.

b.1. Imprimação

Podem ser empregados asfaltos diluídos (tipo CM-30 e CM-70), escolhidos em função da textura do material de base.

A taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida pela base em 48 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. A taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6 l/m2, conforme o tipo e textura da base e do material betuminoso escolhido.

b.2. Pintura de ligação

Podem ser empregados os materiais betuminosos seguintes:

- Emulsões asfálticas, tipo RR-1C, RR-2C, RM-1C, RM-2C e RL-1C, diluídas com água na razão de 1:1;
- Asfalto diluído CR-70, exceto para bases absorventes ou betuminosas, com taxa de aplicação em torno de 0,5 l / m2.

c. Execução

É competência autorizar ou não a execução da pintura de ligação nos casos onde tenha havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda, tenha sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra etc.

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado, devendo estar de acordo com esta especificação para ser dada a ordem para o início do serviço.

Após a perfeita conformação geométrica da base, será realizada a varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existentes.

Aplica-se, a seguir, o material betuminoso adequado, na quantidade certa e de maneira mais uniforme. O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10□C, ou em dias de chuva, ou ainda, quando esta estiver iminente. A temperatura de aplicação do material betuminoso deverá ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. Deverá ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidades recomendadas para espalhamento são:

- Para asfaltos diluídos: de 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol;
- Para emulsões asfálticas: de 25 a 100 segundos, Saybolt-Furol.

Deve-se evitar a formação de poças de ligantes na superfície da base. Caso isto aconteça, o excesso de ligantes deve ser removido para não danificar o revestimento a ser colocado.

A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, devem-se colocar faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais serão, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do material betuminoso deve ser, imediatamente, corrigida. Quando da utilização de distribuidores manuais (canetas ou similar), a uniformidade dependerá essencialmente da experiência do operador da mangueira.

c.1. Imprimação

Deve-se imprimar a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista fazendo-se a imprimação da adjacente, assim que à primeira for permitida a abertura ao trânsito.

O tempo de exposição da base imprimada ao trânsito será condicionado pelo comportamento da primeira, não devendo ultrapassar a 30 dias.

Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base deve se encontrar levemente úmida para o uso do CM-30 e para o CM-70 a superfície deve se encontrar seca.

c.2. Pintura de ligação

Antes da aplicação do material betuminoso, no caso de bases de solo-cimento ou concreto magro, a superfície da base deve ser irrigada, a fim de saturar os vazios existentes, não se admitindo excesso de água sobre a superfície.

Quando o ligante betuminoso utilizado for emulsão asfáltica diluída, recomenda-se que a mistura (água – emulsão) seja preparada no mesmo turno de trabalho; deve-se evitar o estoque da mesma por prazo superior a 12 horas.

d. Controle

O material betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e considerado de acordo com as especificações em vigor.

d.1. Ensaios

d.1.1. Para asfaltos diluídos

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio do ponto de fulgor, para cada 100 t;
- 1 ensaio de destilação, para cada 100 t;
- 1 curva de viscosidade x temperatura, para cada 200 t.

d.1.2. Para emulsões asfálticas

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de resíduo por evaporação, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de peneiramento, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de sedimentação, para cada 100 t.

d.2. Controle de temperatura

A temperatura de aplicação deve ser estabelecida para o tipo de material betuminoso em uso.

d.3. Controle da quantidade aplicada

Será feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por esse método, admite-se que seja efetuado por um dos modos seguintes:

- Coloca-se, na pista, uma bandeja de peso e área conhecidos. Por uma simples pesada, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade do material betuminoso usado;
- Utilização de uma régua de madeira, pintada e graduada, que possa dar, diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade de material consumido.

d.4. Controle de uniformidade de aplicação

A uniformidade depende do equipamento empregado na distribuição. Ao se iniciar o serviço, deve ser realizada uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição. Esta descarga poderá ser efetuada fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor estiver dotado de uma calha colocada abaixo da barra distribuidora, para recolher o ligante betuminoso.

8.6 CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

8.6.1 Objetivo

Este subcapítulo tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução de revestimento com concreto betuminoso usinado a quente.

8.6.2 Definição

Concreto betuminoso usinado a quente é o revestimento flexível resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material betuminoso, espalhado e comprimido a quente sobre a superfície imprimada e/ou pintada.

8.6.3 Condições específicas

a. Equipamentos

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado.

a.1. Acabadora

O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no

alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras deverão ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, à temperatura requerida, para colocação da mistura sem irregularidades.

a.2. Equipamento para a compressão

O equipamento para compressão será constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo Tanden, ou outro equipamento que atenda a devida esecificação. Os rolos compressores, tipo Tanden, devem ter uma carga de 8 a 12 t. Os rolos pneumáticos auto-propulsores devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada.

O equipamento em operação deve ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

a.3. Caminhões para transporte da mistura

Os caminhões, tipos basculantes, para o transporte do concreto betuminoso, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência de mistura às chapas.

a.4. Outros

Caso haja a necessidade da utilização de outros equipamentos não citados, estes deverão ser aprovados previamente.

b. Cimentos asfálticos

Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP) são produtos básicos provenientes da destilação do petróleo bruto.

São semissólidos à temperatura ambiente, de modo que exigem aquecimento para serem manuseados e aplicados. Exigem também o aquecimento dos agregados com os quais vão ser misturados.

Apresentam propriedades aglutinantes e impermeabilizantes, possui características de flexibilidade, durabilidade e alta resistência à ação da maioria dos ácidos, sais e álcalis.

Os cimentos asfálticos classificam-se de acordo com a sua consistência, que é medida pelo ensaio de penetração, nas seguintes categorias de resistência à

penetração, de acordo com a Resolução nº 19 de 11/07/2005 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis:

- CAP-30/45;
- CAP-50/70;
- CAP-85/100.

Podem ser modificados pela associação com polímeros para se obter maior durabilidade e redução da suscetibilidade térmica do produto.

Comumente é necessário o emprego de "dope" para a correção da acidez do agregado e melhoria da adesividade do ligante ao agregado.

b.2. Agregado graúdo

O agregado graúdo é constituído de pedra britada, escória britada, seixo rolado com pelo menos uma face britada, ou outro material indicado nas especificações complementares, e deve obedecer às seguintes condições:

- Ser predominantemente de rocha Gnaisse;
- Fragmentos duráveis, sãos, de superfície rugosa e forma angular;
- Inexistência de torrões de argila, matéria orgânica e substâncias nocivas;
- Abrasão "Los Angeles" inferior a 50 %;
- Ter boa adesividade com o asfalto utilizado, atendendo a norma DNER-ME 078/94;
- Quando submetido ao ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, não deve apresentar perda superior a 12 %, em 5 ciclos;
- Não ter, em excesso, pedras lamelares alongadas, a fim de não prejudicar a trabalhabilidade da mistura e a inalterabilidade da granulometria, limitando-se assim o índice de lamelaridade inferior a 35 %;
- Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94);
- No caso de emprego de escória, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1100 kg/m3.

b.3. Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser constituído de areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55 % (DNER-ME 054/97).

b.4. Material de enchimento (Filler)

Quando da aplicação deve estar seco e isento de grumos, e deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós-calcários, cinza volante, etc; de acordo com a Norma DNER-EM 367/97.

Tabela 26 - Faixas granulométricas para material de enchimento (Filler)

Peneira	**Abertura, mm**	**Porcentagem mínima, passando**
N° 40	0,42	100
N° 80	0,18	95-100
N° 200	0,075	65-100

a.1. Melhorador de adesividade

Não havendo boa adesividade entre o ligante asfáltico e os agregados graúdos ou miúdos (DNER-ME 078/94 e DNER-ME 079/94), pode ser empregado melhorador de adesividade na quantidade fixada no projeto.

A determinação da adesividade do ligante com o melhorador de adesividade é definida pelos seguintes ensaios:

- Métodos DNER-ME 078/94 e DNER 079/94, após submeter o ligante asfáltico contendo o dope ao ensaio RTFOT (ASTM – D 2872) ou ao ensaio ECA (ASTM D-1754);
- Método de ensaio para determinar a resistência de misturas asfálticas compactadas à degradação produzida pela umidade (AASHTO 283). Neste caso a razão da resistência à tração por compressão diametral estática antes e após a imersão deve ser superior a 0,7 (DNIT 136/2010-ME).

a.2. Composição da mistura

A composição do concreto betuminoso deve satisfazer os requisitos da tabela seguinte. A faixa a ser usada deve ser aquela cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento, ou conforme indicação do projeto.

Tabela 27 - Faixas granulométricas para composição da mistura de CBUQ

Peneiras		Porcentagem passando em peso			
		Agregado graúdo		Agregado miúdo	
(“)	(mm)	A	B	C	D
2”	50,8	100	-	-	-
1 ½”	38,1	95 – 100	100	-	-
1”	25,4	75 – 100	95 – 100	-	-
¾”	19,1	60 – 90	80 – 100	100	-
½”	12,7	-	-	80 – 100	100
3/8”	9,52	35 – 65	45 – 80	70 – 90	90 – 100
N□ 4	4,76	25 – 50	28 – 60	44 – 72	70 – 100
N□ 10	2,00	20 – 40	20 – 45	22 – 50	60 – 90
N□ 40	0,42	10 – 30	10 – 32	8 – 26	30 – 70
N□ 80	0,20	5 – 20	8 – 20	4 – 16	10 – 40
N□ 200	0,074	1 – 8	3 – 8	2 – 10	5 – 12
Betume (%)		4,0 - 7,0	4,5 – 7,5	4,5 – 9,0	4,5 – 11,0

A curva granulométrica, indicada no projeto, poderá apresentar as seguintes tolerâncias máximas, conforme apresentadas na Tabela abaixo:

Tabela 28 – Tolerâncias máximas para mistura de CBUQ

Peneiras		% passando em peso
Polegadas	mm	
3/8” – 1 ½”	9,5 – 38,0	± 7
Nº 40 – Nº 4	0,42 – 4,0	± 5
N° 80	0,18	± 3
N° 200	0,074	± 2

Deverá ser adotado o método Marshall para a verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura betuminosa, segundo os valores da tabela seguinte:

Tabela 29 – Método Marshal

Método de projeto Marshall	Tráfego pesado		Tráfego médio	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
1) Número de golpes em cada face do corpo-de-prova	75		50	
2) Estabilidade (libras)	1600		1000	
3) Fluência (1/100")	8	16	8	16
4) Vazios de ar (%)				
Camada de rolamento	3	5	3	5
Camadas de ligação, nivelamento e base	5	8	3	8
5) Relação asfalto – vazios				
Camada de rolamento	75	82	75	82
Camadas de ligação, nivelamento e base	65	72	65	72

A porcentagem de asfalto ótima é a média aritmética das seguintes porcentagens de asfalto:

- % de asfalto correspondente à máxima densidade;
- % de asfalto correspondente à máxima estabilidade;
- % de asfalto correspondente a porcentagem média de vazios prevista para o tipo de mistura.

Assim, para a camada de rolamento é a porcentagem de asfalto correspondente a 4 % de vazios e para as camadas de binder e nivelamento é a porcentagem de asfalto correspondente a 5,5 % de vazios.

c. Execução

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade, situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol. Entretanto, não devem ser efetuadas misturas a temperaturas inferiores a 107 °C e nem superiores a 177 °C. Os agregados devem ser aquecidos a temperatura de 10 °C a 15 °C, acima da temperatura do ligante betuminoso.

Recomenda-se obedecer aos limites toleráveis de temperatura de compactação de 150 °C a 165 °C, ± 5 °C (ligante 50/70). Caso a temperatura não atenda essa faixa de trabalho, a mistura deverá ser descartada, em local adequado.

O concreto betuminoso deverá ser transportado da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes e quando necessário, para que a mistura seja colocada

na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou material similar, para proteger a mistura com total segurança.

As misturas de concreto betuminoso devem ser distribuídas somente através de máquinas acabadoras e quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10 °C e com tempo não chuvoso.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, as mesmas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, sendo recomendável, aquela na qual o ligante apresenta uma viscosidade Saybolt-Furol, de 140 ± 15 segundos, para o cimento asfáltico.

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão (60 lb/ pol2), aumenta-se em progressão aritmética, à medida que a mistura betuminosa suporte pressões mais elevadas. A pressão dos pneus deve variar a intervalos periódicos (60, 80, 100, 120 lb/pol2), adequando um conveniente número de passadas, de forma a obter o grau de compactação especificado.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deverá ser recoberta pela seguinte, de, pelo menos, a metade da largura anterior. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marchas, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém compactado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

Os revestimentos recém acabados deverão ser mantidos sem trânsito, até o seu completo resfriamento. Quaisquer danos decorrentes da abertura ao trânsito sem a devida autorização prévia, aplicação incorreta, aplicação em tempo chuvoso ou qualquer situação da não autorização da aplicação, deverão ser removidos e refeitos, sem ônus.

d. Controle

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia de ensaios indicada pelo DNIT.

d.1. Controle da mistura

A operação da usina e, consequentemente, o fornecimento da massa produzida por quaisquer empresas, estará condicionado ao funcionamento concomitante de um laboratório de asfalto em área contígua à usina, de forma a garantir a obtenção de massa asfáltica uniforme e dentro das características definidas na dosagem.

Para garantir que as características definidas da massa asfáltica, assim como sua qualidade, poderá ser feito vistoria no local de usinagem para verificar:

- Se as pilhas de agregados estão corretamente formadas e bem separadas;
- Se o manuseio adequado dos agregados está sendo empregado;
- Se as comportas de alimentação e correias transportadoras estão corretamente calibradas;
- Indicações de combustão incorreta do combustível aquecedor;
- As peneiras quanto à desgastes, quebras, sobrecarga e operação vibratória;
- Se os silos quentes estão bem separados;
- O certificado de aferição da balança, sua limpeza e estado geral;
- A quantidade no recebimento do CAP que deve ficar em tanque aquecido e com isolamento térmico;
- O nível do traço acima dos eixos e abaixo das pontas das aletas;
- Se os suprimentos de agregados frios estão sendo rigorosamente controlados;
- Se os filtros estão funcionando corretamente e observar se está sendo utilizado anteparo para se evitar contato da chama diretamente com o CAP.

O preparo da mistura requisita o conhecimento prévio da dosagem que deverá ser submetida à aprovação. Quando houver alterações dos agregados constituintes da mistura, torna-se indispensável proceder a novas dosagens para aprovação.

Serão efetuadas medidas de temperatura da mistura, no momento do espalhamento e no início da rolagem, na pista.

Em cada caminhão, antes da descarga, será feita, pelo menos, uma leitura da temperatura. As temperaturas devem satisfazer aos limites especificados anteriormente.

d.2. Controle das características Marshall da mistura

Dois ensaios Marshall, com três corpos-de-prova cada, devem ser realizados por dia de produção da mistura. Os valores de estabilidade e de fluência deverão satisfazer ao especificado no item anterior. As amostras devem ser retiradas após a passagem da acabadora e antes da compressão.

d.3. Transporte e verificação das condições do ambiente para aplicação

Para o transporte do CBUQ serão utilizados caminhões basculantes devendo estes estarem obrigatoriamente lonados para que não se tenha perda de temperatura, independentemente da distância em que o material será transportado. Os motoristas deverão se atentar para que os caminhos que apresentem irregularidades significativas sejam evitados, para que não ocorra problemas de segregação da mistura.

Antes da aplicação, deverá ser verificado os controles de alinhamento e greide da pista assim como a instalação e a manutenção correta dos equipamentos de controle de tráfego. Deve também verificar as condições climáticas, onde não será permitida a aplicação do CBUQ com tempo chuvoso ou temperatura inferior a 10º C. Por fim, só será permitido a aplicação da camada de revestimento se a superfície a ser aplicada estiver sem contaminações de materiais e após a verificação dos equipamentos de aplicação.

d.4. Controle de compressão

O controle de compressão da mistura betuminosa deverá ser feito, preferencialmente, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura comprimida na pista, por meios de brocas rotativas.

Podem ser empregados outros métodos para determinação da densidade aparente na pista, desde que indicados no projeto.

Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos aleatoriamente durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97 % da densidade de projeto.

O controle de compressão poderá também ser feito, medindo-se as densidades aparentes dos corpos-de- prova extraídos da pista e comparando-as com as densidades aparentes de corpos-de-prova moldados no local. As amostras para moldagem destes corpos-de-prova deverão ser colhidas bem próximo do local, onde serão realizados os furos e antes de sua compressão. A relação entre estas duas densidades não deverá ser inferior a 100 %.

Para a compactação, o equipamento deve estar seguindo as recomendações do fabricante de forma que para rolos, o peso normalmente indicado é de 15 t a 28 t com lastro de areia molhada. A compactação se inicia pela borda inferior e termina na borda superior, onde, o equipamento deve estar sempre sendo lubrificado por óleo de origem vegetal ou material equivalente aprovado, não sendo permitido óleo diesel, devido a este ser nocivo à saúde.

d.5. Controle de espessura

Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Será admitida variação de

± 10 % da espessura de projeto, para pontos isolados, e até + 5 % de variação da espessura, em 10 medidas sucessivas, não se admitindo reduções.

d.6. Controle de peso

Para serviços de restauração e recapeamento, a quantidade de CBUQ a ser aplicada na via deverá ser verificada a cada trecho de 100 m executado por meio da comparação entre o peso líquido constantes nos Tickets de Pesagem com o especificado em projeto.

O fiscal deverá escolher um caminhão por dia para ter o seu peso aferido na balança. Neste caso, o caminhão deverá ser pesado cheio e vazio para se obter o peso líquido. Deverá ser verificada a coerência entre os horários constantes no ticket de pesagem, no ticket do peso bruto e no ticket do peso de tara.

O fiscal poderá a qualquer momento indicar outros caminhões para pesagem no mesmo dia.

d.7. Controle de acabamento da superfície e liberação da via

Durante a execução, deverá ser feito o controle diariamente do acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3 m e outra de 0,9 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da via, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas. Observar, constantemente, o acabamento do revestimento betuminoso na junção com a sarjeta, afim de assegurar a impermeabilização desejada. Verificar também que não haja segregações na mistura lançada na pista.

Para a liberação da via recapeada, deve-se, além do controle citado acima, inspecionar a textura da superfície de rolamento não apresente fissuras, furos, orifícios causados por pedras, dentre outros defeitos.

d.8. Demais ensaios de controle

Caso seja necessário, poderá ser solicitado ensaios de penetração, ponto de amolecimento, susceptibilidade térmica, ponto de fulgor, ponto de combustão, presença de água, densidade, ductilidade, recuperação elástica, solubilidade, Marshall, porcentagem de betume ou qualquer outro que seja necessário de acordo com as necessidades.

9.0 EXECUÇÃO OBRAS COMPLEMENTARES

9.1.1 Objetivo

Objetiva estabelecer as diretrizes, recomendações e padrões para os serviços de obras complementares, aqui apresentados.

9.2 ASSENTAMENTO DE MEIO-FIO

9.2.1 Condições gerais

Meio-fio é a guia de concreto utilizada para separar a faixa de pavimentação da faixa do passeio ou separador do canteiro central, limitando a sarjeta longitudinalmente.

O meio-fio moldado “in loco”, será executado com equipamento mecanizado do tipo extrusor e possui as mesmas dimensões do meio-fio pré-moldado de altura 30 cm.

Os meios-fios pré-moldados são de aplicação geral, em função da indicação do projeto. Os tipos e recomendações estão a seguir:

a. Tipo altura 30: 30 cm x 14,2 cm x 12 cm;

- Ruas, avenidas, praças, etc.

b. Tipo altura 40: 40 cm x 15 cm x 12 cm.

- Canteiro central ou situações que é necessário um espelho maior que 18 cm.

O concreto deve ser constituído por cimento Portland, agregados e água, com resistência mínima de 20 MPa, e deve atender às especificações contidas no projeto.

As peças pré-moldadas de concreto devem ter as dimensões e formatos estabelecidos na Imagem e ser produzidas com o uso de fôrmas metálicas, de

modo a apresentarem bom acabamento com desfôrma em no mínimo 24 horas. Não serão admitidos meio-fio pré-moldado fabricado pelo método vibro-prensado.
Os antigos meios-fios de pedra gnaisse não devem ser mais utilizados. Exceto quando da manutenção de meio-fio existente.

Para assentamento em pavimento rígido ou piso intertravado é recomendado projeto de meio-fio específico, uma vez que a face inclinada dos tipos padronizados pode não proporcionar o desempenho necessário.

21.3.2. Execução

- Evitar no transporte dentro da obra e no manuseio das peças a danificação dos bordos por pancadas e entrechoques;
- Escavar a vala par assentamento da peça. Apiloar o fundo da cava de assentamento;
- Não utilizar pedras ou pedaços de alvenaria sob a base da peça para ajustar o assentamento, por causar esforços concentrados e consequente recalque, desalinhamento e retrabalho no serviço em execução;
- Não empregar pedaços de tijolos embutidos na junção do meio-fio com a cantoneira de boca de lobo. Peças acidentalmente trincadas não podem ser empregadas na execução dos serviços;
- Observar o alinhamento transversal e longitudinal da execução, concordando possíveis mudanças de direção na locação, em curvatura, evitando-se quinas e saliências;
- Empregar nas curvaturas de raio mínimo peças de comprimento igual à metade do padrão, para melhor concordância e simetria;
- Reforçar as curvaturas de raios mínimos, em canteiros centrais de vias, assentando as peças em colchão de concreto e nas juntas do lado interno do meio-fio, com a mesma resistência do meio-fio;
- Examinar se a forma e dimensões das peças fornecidas atendem às especificações da padronização;
- As faces externas do meio-fio (topo e espelho) devem estar isentas de pequenas cavidades e bolhas. Empregar areia fina na argamassa para rejuntamento dos meios-fios assentados;
- Limpar o espelho do meio-fio de eventuais rescaldos de concreto advindos da execução da sarjeta;

- Em casos de reassentamento de meio-fio de pedra, proceder ao alinhamento pela face de topo, desprezando as irregularidades da face espelho.

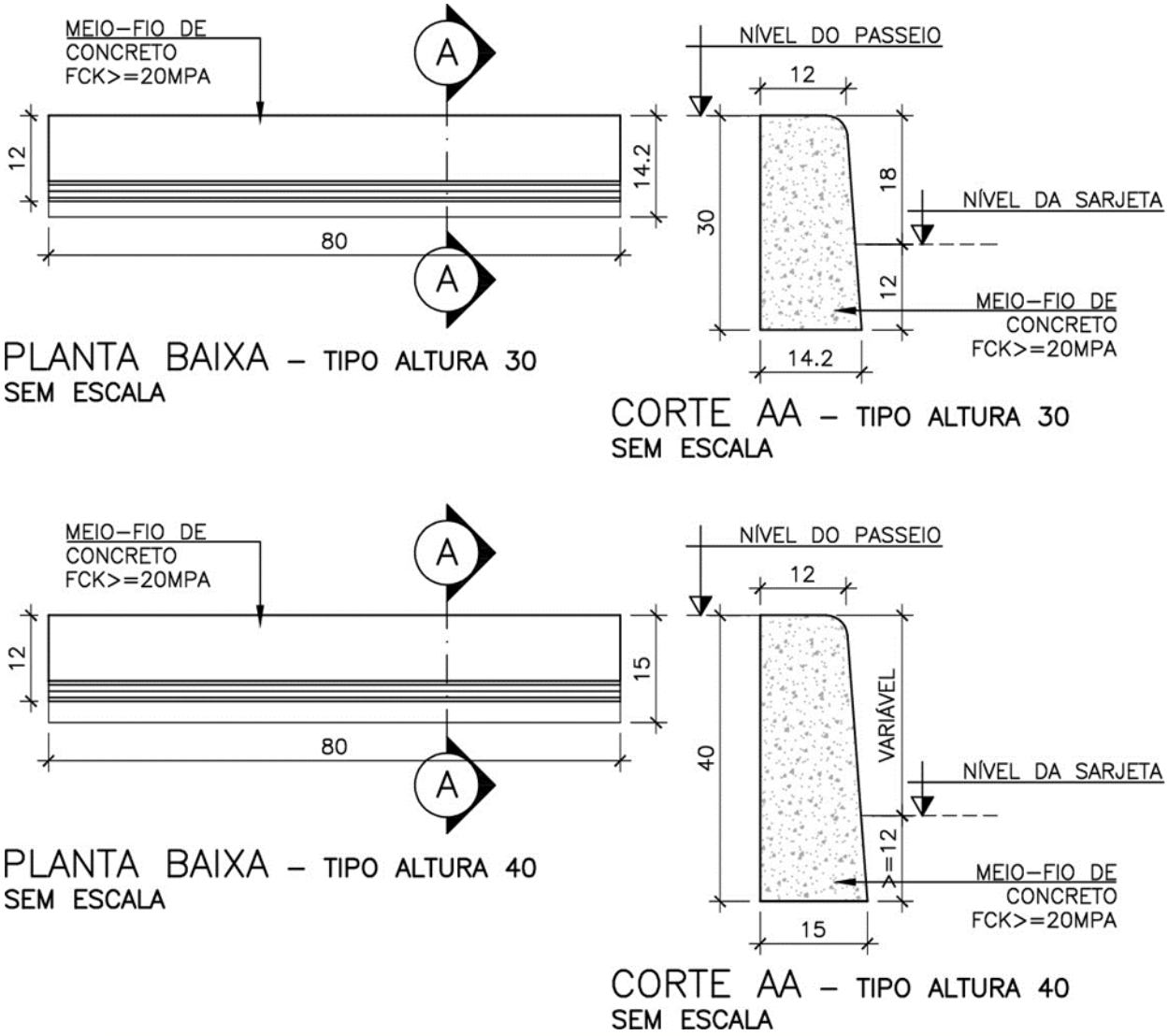


Imagem 6 – Detalhe do meio-fio

9.2.2 Controle

- Não será admitido meio-fio pré-moldado fabricado pelo método vibro-prensado;
- Os materiais utilizados como apoio dos meios-fios não poderão apresentar variação nos valores de ISC (Índice de Suporte Califórnia) acima de 10 % dos valores especificados;
- Nas peças pré-moldadas poderão ser executados ensaios de esclerometria, conforme NBR 7584;

- Na compactação dos reaterros colocados como apoio interno aos meios-fios, o grau de compactação, quando verificado, não poderá apresentar valores inferiores a 80% do grau de compactação obtido em função do ensaio normal de compactação.

9.3 REMOÇÃO E ASSENTAMENTO DE MEIO-FIO

9.3.1 Remoção de meio-fio

Compreenderá a retirada dos meios-fios e sua disposição em local próximo e apropriado para o posterior reaproveitamento ou transporte, evitando-se obstáculos ao tráfego de obra e usuários.

Em relação ao material constituinte do meio-fio, concreto ou pedra gnaisse, as suas características estão descritas no serviço de Reassentamento de meio-fio.

9.3.2 Reassentamento de meio-fio

Este serviço compreende a operação manual realizada com o objetivo de realinhar o meio-fio existente, através de deslocamentos laterais e/ou verticais, utilizando-se, para isso, ferramentas apropriadas e, se necessário da aposição sobre a base concluída, material granular de características técnicas iguais ou superiores ao material constituinte da mesma.

a. Execução

- Meio-fio: será utilizado o meio-fio existente; em determinados casos, de acordo com o estado das peças, as mesmas poderão ser trocadas por outras novas;
- A argamassa de rejuntamento deverá ter o traço de 1:3;
- O material para enchimento e reaterro deverá ser do tipo solo estabilizado granulometricamente, atender às especificações vigentes, ou outras, cujas características técnicas sejam, após examinadas.

Estabelecidas através de projetos, as correções geométricas das alturas e dos alinhamentos serão definidas “in loco” através de um fio de nylon esticado e com referências topográficas não superiores a 20,00 m (tangentes horizontais e verticais), em 5,00 m nos trechos curvos (horizontais ou verticais).

Em casos de reassentamento de meio-fio de pedra, proceder ao alinhamento pela face de topo, desprezando as irregularidades da face espelho.

Nos encontros de ruas (esquinas) a marcação de pequenos raios horizontais, sempre que as condições topográficas permitirem, deverá ser realizada com cintel. Nestas condições, os meios-fios existentes e em desacordo com os alinhamentos e alturas projetadas serão realinhados através das operações manuais descritas: inicialmente, o material de encosto (aterros existentes junto ao meio-fio do lado dos passeios) será removido em uma faixa de 15 cm de largura e, ao longo do comprimento do meio-fio, em uma altura igual à do meio-fio assentado.

Com auxílio de alavancas manuais o meio-fio receberá esforços laterais até ingressar na posição do alinhamento projetado.

Igual operação se fará apoiando-os com a alavanca, de baixo para cima, com a simultânea adição de material de apoio, com a finalidade de erguê-lo e colocá-lo em posição de equilíbrio em aproximadamente 1 cm acima dos demais, após o que, com golpes de soquete manual, será forçado a ficar na posição definitiva do projeto.

Concluídas as operações de realinhamento, após rejuntamento com argamassa de cimento e areia, deverá ser recolocado o material de encosto junto ao meio-fio, devidamente apiloado com soquete manual ou placa vibratória, com os devidos cuidados para evitar o desalinhamento das peças. O rejuntamento das peças com argamassa de cimento e areia no traço de 1:3 deverá tomar toda a profundidade da junta e externamente não excederá o plano dos espelhos, bem como dos pisos dos meios-fios.

A face exposta da junta será dividida ao meio por um friso reto de 3 mm de largura em ambos os planos do meio-fio.

b. Controle

Os controles tecnológicos serão realizados:

- Os materiais utilizados como apoio dos meios-fios não poderão apresentar variação nos valores de ISC (Índice de Suporte Califórnia) acima de 10 % dos valores especificados;

- Na compactação dos reaterros colocados como apoio interno aos meios-fios: o grau de compactação, quando verificado, não poderá apresentar valores inferiores a 80 % do grau de compactação obtido em função do ensaio normal de compactação.

9.4 PASSEIO

9.4.1 Condições gerais

Passeio ou calçada é a área da plataforma das vias públicas, normalmente segregada e em nível diferente, localizada entre o alinhamento dos imóveis e o meio-fio e/ou nos canteiros centrais, não destinada à circulação de veículos, mas ao tráfego de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins.

Atendem principalmente e, prioritariamente, às necessidades do pedestre e devem ser projetadas para suportar a passagem de veículos motorizados entre o leito carroçável e as propriedades lindeiras (estacionamentos, garagens, etc.).

O rebaixamento de calçadas para acesso dos deficientes físicos e travessias de pedestres deverão obedecer a NBR 9050, que preconiza, entre outros tópicos:

- Não haver desnível entre o término do rebaixamento da calçada e o leito carroçável;
- Os rebaixamentos de calçadas devem ser construídos na direção do fluxo de pedestres. A inclinação deve ser constante e não superior a 8,33 % (1:12);
- Os rebaixamentos das calçadas localizados em lados opostos da via devem estar alinhados entre si;
- As calçadas devem ser rebaixadas junto às travessias de pedestres sinalizadas com ou sem faixa, com ou sem semáforo, e sempre que houver foco de pedestres;
- Deve ser garantida uma faixa livre no passeio de, no mínimo, 0,80 m além do espaço ocupado pelo rebaixamento, sendo recomendável 1,20 m.

A implantação de passeio deverá atender às exigências do Código de Posturas do município, que se encontra disponível no site da PBH.

Neste capítulo será considerada apenas a execução do passeio em concreto com acabamento simples (manual ou mecanizado). Para tratamentos diferenciados com outros tipos de acabamento nos passeios, como ladrilho hidráulico, calçada portuguesa ou peças pré-moldadas intertravadas, etc.

9.4.2 Passeio padrão – Acabamento manual

- Possuirá juntas secas espaçadas de 2 m, constituídas pelo corte antes do endurecimento do concreto, utilizando-se ferramentas específicas para este fim, como indutor de junta, sem secionar totalmente a estrutura;
- Poderá ser utilizada a rampa pré-moldada para a sua instalação, devendo o rebaixamento da calçada estar concluído, dentro das dimensões apropriadas;
- Será realizada a limpeza da área onde o passeio será executado, visando a retirada de detritos, entulhos, restos de massa e qualquer outro material indesejável;
- O terreno será devidamente regularizado e compactado, até atingir 90% do proctor normal. O nivelamento será realizado com equipamento de nível a laser.
- Os rebaixos e concordâncias de passeios deverão ser executados estritamente dentro do estabelecido pela padronização;
- Será lançado concreto usinado Fck ≥ 15 MPa, com espessura final de 6 cm;
- Na entrada da garagem aumentar a espessura do passeio para 8 cm;
- O passeio de concreto moldado “in loco” terá juntas secas espaçadas de 2 m, constituídas pelo corte, antes do endurecimento do concreto, utilizando-se ferramentas específicas para este fim, como indutor de junta, sem secionar totalmente a estrutura;
- Será efetuada a cura do passeio, submetendo-o a aspersão contínua de água, nas 3 horas subsequentes à concretagem e durante os 14 dias seguintes.

9.4.3 Passeio padrão – Acabamento mecanizado

Geralmente aplicado em locais onde exigirem um piso de maior resistência, como locais de passagem de veículos, entradas de garagem com movimento

considerável, que poderá causar danos ao calçamento ou em estacionamentos de grandes edifícios comerciais.

9.5 MUROS

9.5.1 Muro divisório em blocos de concreto aparente

Os blocos serão de concreto simples e espessura de 15 cm. A sapata será corrida com dimensões mínimas de 0,40 x 0,20 m, em concreto fck >= 15 MPa. Sobre a sapata, será executado baldrame em blocos de concreto com espessura de 20 cm, preenchidos com concreto 1:3:6.

Os pilares serão em concreto fck >= 20 Mpa, dispostos a cada 2,0 m, com altura de 2,50 m ou 1,80 m, largura de 15 cm e espessura de 15 cm.

Os blocos serão assentados com argamassa de cimento e areia, traço 1:3. A armação dos pilaretes será realizada com 4 barras de aço CA-50 diâmetro de 10,0 mm.

Para a execução dos muros, serão observadas as prescrições contidas na NBR 6136. Caso a taxa de resistência do terreno, seja inferior a 0,5 kg/cm², serão tomadas precauções especiais quanto ao dimensionamento das fundações.

Durante a concretagem, serão fixadas ferragens de espera dos pilaretes, engastadas no mínimo 30 cm dentro das estacas. Os pilaretes terão, no mínimo, 4 pontos de amarração de cada lado, através de pontas de ferro ou perfuração nas testadas dos blocos.

A alvenaria será aparente, observando-se o prumo, alinhamento e nivelamento. As juntas de assentamento terão espessura uniforme, na dimensão máxima 2 cm e serão rebaixadas.

Depois da elevação do muro, será realizado o assentamento do chapéu pré-fabricado de concreto, com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, que constituirão o arremate superior do muro.

Serão executadas juntas de dilatação a cada 8 metros.

9.5.2 Muro divisório em tijolo cerâmio urado revestido

O detalhe executivo e as especificações relativas à fundação, pilaretes e acabamento superior, serão os mesmos do “muro divisório em bloco de concreto aparente”.

Os tijolos serão cerâmicos, furados, espessura de 10 cm, assentados com argamassa de cimento e areia 1:6. O revestimento será realizado em argamassa de cimento e areia, traço volumétrico de 1:6.

9.5.3 Chapéu de muro

O acabamento superior do muro será executado com uma placa pré-moldada de concreto armado, dimensões triangulares, assentada com argamassa de cimento e areia, traço 1:3.

9.6 CERCAS

9.6.1 Condições gerais

A cerca deverá apresentar-se contínua ao longo de toda a área a ser cercada. Deverão ser executadas observando-se os níveis no terreno, as dimensões de projeto, o tipo especificado, e as orientações do fabricante.

SINVAL LADEIRA:13797247672

Assinado de forma digital por SINVAL LADEIRA:13797247672
Dados: 2022.01.07 17:42:28 -03'00'

VIAVOZ