



MALHA % QUE PASSA

1 1/2" 100

3/4" 95 – 100

Nº 10 0 – 25

Nº 20 0 – 15

O material procedente das escavações será aceitável em geral para preenchimento, sempre que se encontre livre de raízes, matérias orgânicas, substâncias putrescíveis, pedras e torrões de tamanho máximo inferior a 10 cm.

Materiais Filtrantes

Os materiais filtrantes serão agregados naturais devidamente classificados: areias, solos selecionados ou materiais isentos de argila, turfa ou outras matérias similares.

O tamanho máximo não será, em nenhum caso, superior a 76mm – peneira 3" ASTM – e não conterá quantidades de material fino (que atravesse a peneira nº 200) acima de 5%.

O material filtrante estará enquadrado dentro das faixas granulométricas definidas em função das seguintes condições:

a) Condições de permeabilidade

D15

----- > 15

d15

b) Condições de não-entupimento de material filtrante:



D15 D15 D50
----- < 5; ----- < 40; ----- < 25

D85 d15 d50

c) Condições de uniformidade:

D60
2 ▢ ----- < 20

d10

d) Condições de não-entupimento do tubo:

Se utilizam tubos perfurados:

D85
----- > 1

Diâmetro do crivo

Se utilizam tubos com juntas abertas:

D85
----- > 1,2

Largura da junta

Se utilizam tubos de concreto poroso:



d15 do agregado do tubo

----- < 5

D85

Nestas condições, Dx representa a dimensão da peneira pela qual passam x% do material filtrante, e dx a dimensão da peneira pela qual passam x% do material do terreno.

D15

Em casos de terrenos coesivos, a condição ----- < 15 (condição "b") poderá ser substituída pela

d85

condição D15 < 0,1mm.

Quando não for possível encontrar um material que cumpra todos esses limites, poderá ser recorrer ao emprego de filtros compostos por várias capas, uma das quais, de material mais grosso, será colocada junto aos tubos e cumprirá as condições de filtro em relação à capa seguinte.

3.0 Materiais para Embasamentos

Os materiais a empregar em bases serão solos selecionados, mistura de solos e/ou materiais que procedam de britagem e/ou trituração de pedras de pedreira ou pedregulho natural, em cujo caso deverão conter, como número, 50% em peso de elementos britados que apresentem duas ou mais faces de fraturas e não contenham matéria vegetal ou orgânica.

A composição granulométrica dos materiais cumprirá as condições seguintes:

a) a fração que passa pela peneira nº 200 será menor que a metade da fração que passa pela peneira nº 40;

b) a curva granulométrica dos materiais, determinada mediante o emprego das peneiras que definem as faixas Z-2 a Z-4, está compreendida dentro de algumas delas.

PENEIRAS % EM PESO QUE PASSA PELA PENEIRA CORRESPONDENTE

PENEIRAS	% EM PESO QUE PASSA PELA PENEIRA CORRESPONDENTE		
	Z-2	Z-3	Z-4
3"	-	-	-
2"	100	-	-
1 1/2"	75 – 100	100	100
1"	55 – 85	70 – 100	100
3/4"	50 – 80	60 – 90	70 – 100
3/8"	40 – 70	45 – 75	50 – 80
Nº 4	30 – 60	30 – 60	35 – 65
Nº 10	20 – 50	20 – 50	20 – 50
Nº 40	10 – 30	10 – 30	15 – 80
Nº 200	5 – 15	5 – 15	5 – 15

O coeficiente de qualidade, medido pelo ensaio de abrasão Los Angeles será inferior a 40.

As perdas de agregados, submetidos à ação de soluções sódicas ou magnésicas em cinco ciclos, serão inferiores a 12% e a 18%, respectivamente.

A fração que passa pela peneira nº 40 deve cumprir as condições seguintes:

IL 25

IP 6

A capacidade de suporte dos materiais empregados em bases deverá ser maior que 60%.

3.0 TIPOS DE EMBASAMENTO

3.3.1 Embasamento de Terra

O embasamento poderá ser feito pela simples conformação do "berço de terra" em um setor circular de 90°, para assentamento de tubos, quando a carga sobre os mesmos não exigir berço de concreto ou de pedra britada e quando o terreno for suficientemente firme, sendo este embasamento denominado tipo "A".

3.3.2 Embasamento de Material Granular

Quando, a critério da Fiscalização, não for suficiente para o uso de berço conformado em terra (tipo A) e não for necessário o berço de concreto, será empregado o berço granular (areia, pedrisco ou brita nº 1 combinados com brita nº 2 disposto em camadas, sendo admitido o seu emprego a critério da Fiscalização. A este embasamento denomina-se tipo "B".

3.3.3 Embasamento de Concreto

O concreto para embasamento de tubos será preferencialmente misturado em betoneiras, e no tempo necessário, a fim de obter a sua perfeita homogeneização.

Os embasamentos de concreto são denominados de tipos C, D, E e F.

No embasamento tipo C, o tubo será assentado em concreto simples.

Nos embasamentos dos tipos D e E o concreto simples será reforçado com 1% e 4% da seção longitudinal de ferro CA-25, respectivamente.

O embasamento tipo F será o tipo D invertido.

3.4 MATERIAIS PARA CONCRETOS E ARGAMASSAS

3.4.1 Cimento

3.4.1.1 Condições Gerais

Todos os cimentos a empregar nas obras deverão obedecer às normas e especificações da ABNT. Será utilizado o cimento Portland comum CP-32, cujas características estão contidas na NBR-5732 e NBR-5735 da ABNT, devendo atender principalmente aos tópicos II e V da C-150 da ASTM para obras em contato com meios agressivos, a menos que, em determinadas condições, estando ou não prevista no projeto, seja necessária a utilização de cimentos especiais em cujo caso serão seguidas as determinações da Fiscalização.

O cimento deverá ser fornecido em sacos e armazenado em silos ou depósitos impermeáveis e ventilados. Cada remessa deverá ser estocada em pilhas de 10 sacos dada uma, de maneira que possa ser facilmente reconhecida das demais, com indicação da data de chegada, a fim de permitir a sua utilização em ordem cronológica de chegada ao canteiro.

Será permitido o uso de cimento a granel, desde que, em um único silo, só haja cimento da mesma procedência.

3.4.1.2 Manipulação e Armazenagem

O cimento do tipo aprovado será transportado em sacos de papel, nos quais deverá figurar expressamente o tipo do cimento, o nome do fabricante ou, então, a granel em depósito hermético, em cujo caso o documento de envio, com as mesmas indicações citadas, deverá acompanhar cada remessa. Não se permitirá o envio de cimento em sacos de estopa ou similares.

O cimento será armazenado sob cobertura, de maneira a permitir o fácil acesso para a adequada inspeção e identificação de cada remessa, em um depósito ou lugar protegido convenientemente contra a chuva, a umidade do solo e das paredes.

No caso de se armazenar o cimento por período superior a 30 dias, deve-se inverter a posição relativa dos sacos em cada pilha, uma vez em cada 30 dias consecutivos de armazenagem. O período máximo de armazenamento não será superior a 90 dias.

Quando o cimento estiver armazenado em sacos, estes serão colocados sobre tábuas, separadas das paredes do depósito e deixando corredores entre as diferentes pilhas, de maneira que possa permitir a passagem de pessoas e conseguir uma boa ventilação local. Para cada quatro camadas de sacos, no máximo, colocar-se-á um tabuleiro ou tábuas de madeira, de modo a permitir a ventilação das pilhas de sacos.

Lotes recebidos em épocas diversas não poderão ser misturados, mas deverão ser colocados separadamente de maneira a facilitar a inspeção e seu emprego na ordem cronológica de recebimento.

Não deverá existir risco de pega rápida e, para isto, a temperatura de chegada do cimento à obra não deverá ser superior a 5°C acima da temperatura média do dia.

3.4.1.3 Inspeção e Ensaios

Cada uma das partidas do cimento que se receba na obra será submetida aos ensaios indicados na NBR-5732 para verificação de suas propriedades. Poderão ser aceitas, se vierem acompanhadas de um Certificado do Fabricante que garanta o cumprimento de todas as condições impostas na especificação referida acima.

Autoriza-se reduzir a série completa dos ensaios aos de determinação da consistência normal e tempo de pega, de estabilidade de volume e de resistência à compressão de argamassa, se a fiscalização julgar oportuno.

Independentemente de tais ensaios, quando o cimento em condições atmosféricas normais, estiver armazenando em sacos durante um prazo igual ou superior a seis semanas, proceder-se-á à comprovação de que as condições de armazenamento foram adequadas. Para isto se repetirão os ensaios anteriormente indicados, na seguinte ordem:

C.1. Determinação da finura pela peneira nº 200;

C.2. Perda ao fogo;

C.3. Ensaio restantes, segundo NBR-5732.

É suficiente que o cimento cumpra com o ensaio 1 ou na sua falta com o ensaio 2, para que seja considerado apto.

Deverá ser repetido este ensaio de comprovação de condições de armazenamento se transcorrerem seis semanas do período anterior até o momento de seu emprego.

No caso de condições atmosféricas especiais, a fiscalização poderá variar, a seu critério, os prazos indicados de seis semanas.

A critério da fiscalização poderá ser usada areia artificial desde que atenda as Normas da ABNT.

Os agregados miúdos conterão a suficiente quantidade de elementos finos, inferiores a 1,25mm, a fim de se conseguir a impermeabilidade do concreto.

3.4.2 Agregados

3.4.2.1 Condições Gerais

O agregado graúdo consistirá de pedras britadas mecanicamente através de britador, isentas de substâncias nocivas, como torrões de argila, etc, cuja granulometria atenda a NBR-7211.

A critério da Fiscalização poderá ser usada areia artificial, desde que atenda às Normas da ABNT.

Os agregados miúdos conterão a suficiente quantidade de elementos finos, inferiores a 1,25mm, a fim de se conseguir a impermeabilidade do concreto.

O agregado quando a ser utilizado nos concretos, será constituído pela mistura em proporções convenientes, de acordo com os estudos de dosagem racional dos traços especificados e aprovados pela fiscalização.

Em geral o tamanho máximo dos agregados graúdos será inferior a $4/5$ do espaçamento entre armaduras e a $1/3$ da espessura mínima da estrutura. Em qualquer caso o tamanho máximo não será superior a 76mm (3").

3.4.2.2 Armazenamento

Os agregados para concretos serão armazenados separando-os pelo menos em três categorias granulométricas, sendo que uma delas corresponderá exclusivamente aos agregados miúdos.

Os locais de armazenamento serão silos ou depósitos independentes e, para cada um deles, a Fiscalização determinará as tolerâncias em que será permitida a presença de elementos de tamanhos superiores ou inferiores aos limitantes de cada categoria.

O piso destinado a depósitos de agregados deverá receber tratamento ou, em caso contrário, não se utilizarão os 30cm iniciais das pilhas (base).

O conteúdo de umidade do agregado fino deverá permanecer constante em cada silo ou depósito, no mínimo em cada jornada de trabalho, devendo a Empreiteira tomar as medidas necessárias para o cumprimento desta determinação, entre as quais estará incluída a previsão dos meios adequados, para determinar na obra o valor do conteúdo de umidade de maneira rápida e eficiente.

3.4.2.3 Qualidade e Ensaio

Os agregados compor-se-ão de elementos limpos, sólidos e resistentes, de uniformidade razoável, sem excesso de formas lamelares, alongadas ou facilmente desintegráveis e isentos de pó, sujeira, argila ou outras matérias aderidas. A Fiscalização poderá exigir a lavagem dos agregados até a eliminação das impurezas inaceitáveis.

As substâncias prejudiciais que possam conter os agregados não excederão aos limites estabelecidos na NBR-7211, devendo serem realizados todos os ensaios relacionados na NBR-7211 para sua aceitação ou rejeição.

As amostras dos agregados, representativas dos materiais a serem usados na obra, serão retiradas sob a supervisão da Fiscalização, pelo menos 60 dias antes da data prevista para o início da concretagem.

As amostras serão submetidas a todos e quaisquer ensaios que se façam necessários para comprovar sua concordância com os termos destas Especificações.

Todos os ensaios serão realizados de acordo com os métodos padrões da ABNT ou ASTM, aplicáveis em cada caso.

Durante a construção, a Empreiteira continuará com a amostragem e ensaios dos agregados para verificar a obediência aos requisitos especificados.

3.4.2.4 Qualidade e Ensaio do Agregado Miúdo

As percentagens máximas de substâncias prejudiciais no agregado fino ao entrar na betoneira não deverão ultrapassar os seguintes valores:

- material passando pela peneira nº 200: 3% (em peso);
- substâncias prejudiciais (tais como mica, grãos recobertos e partículas friáveis): 3% (em peso).

Da mesma forma, a percentagem de torrões de argila, de acordo com o MB-8 da ABNT não deve exceder a 1% (em peso).

A soma das percentagens de todas as substâncias prejudiciais não poderá ser superior a 5% (em peso).

O agregado miúdo deverá atender aos seguintes requisitos de ensaios:

- ensaios colorimétricos para impurezas orgânicas, conforme MB-10 da ABNT, ou designação C-40 da ASTM: a cor do líquido em que a amostra está imersa, no ensaio, não será mais escura do que a cor estabelecida como padrão de referência;
- peso específico (MB-28 da ABNT): não será menor do que 2,50t/m³;

☐ ensaio de alteração pelo uso do sulfato de sódio (C-88 da ASTM): a quantidade retida na peneira nº 50, após cinco ciclos, não deve apresentar uma perda média ponderada maior que 10% em peso.

3.4.2.5 Qualidade e Ensaio do Agregado Graúdo

As percentagens máximas de substâncias prejudiciais em qualquer tamanho de agregado graúdo ao entrar na betoneira, não poderão ultrapassar os seguintes valores:

- ☐ material passando pela peneira nº 20: 1% (em peso);
- ☐ outras substâncias prejudiciais: 2% (em peso).

Do mesmo modo, a percentagem de torrões de argila, de acordo com o MB-8 da ABNT ou C-142 da ASTM, não poderá exceder a 0,25% (em peso).

A soma das percentagens de todas as substâncias prejudiciais, em qualquer tamanho de agregado ao entrar na betoneira, não poderá ser superior a 3% (em peso).

O agregado graúdo obedecerá às três seguintes exigências:

☐ Ensaio de Abrasão Los Angeles (segundo o MB-170): a perda nos vários tamanhos de agregados não deverá exceder a 50%. Os agregados com diâmetro máximo menor que 3/4" serão submetidos a 500 revoluções, e os com diâmetro superior a 3/4" a 1000 revoluções, de acordo com a especificação C-535 da ASTM.

Caso o agregado de 3" a 6", quando britado para dimensões de 3" – 1 1/2", satisfizer aos requisitos indicados para o agregado de 3" – 1 1/2", seja considerado satisfatório quanto ao Ensaio de Abrasão Los Angeles.

☐ Ensaio de alteração pelo uso de sulfato (C-88 da ASTM): a perda média ponderada, após cinco ciclos, não deverá exceder a 10%.

☐ Peso específico (ABNT MB-29 ou ASTM C-129): o peso específico não deverá ser menor que 2,55 t/m³.



3.4.2.6 Gradação dos Agregados

A gradação dos agregados obedecerá ao especificado a seguir, a menos que seja determinado de outra forma pela Contratante:

AGREGADO MIÚDO (AREIA) - LIMITES DA ASTM C-33

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS ABERTURAS NORMAIS (USBS) ACUMULADA RETIDA (EM PESO)	PERCENTAGEM	
	MÍNIMA	MÁXIMA
3/8"	0	0
Nº 4	0	0
Nº 8	0	20
Nº 16	15	50
Nº 30	40	75
Nº 50	70	90
Nº 100	90	98

Passando pela peneira nº 100 10 2

Além dos limites de gradação mostrados acima, o agregado miúdo terá um módulo de finura não inferior a 2,20 e não superior a 3,10.



A graduação do agregado será também controlada, de modo que os módulos de finura, de pelo menos quatro dentre cinco amostras consecutivas ensaiadas, não tenham variação maior do que 0,15 do módulo de finura médio de todas as amostras ensaiadas.

O módulo de finura será determinado dividindo-se por 100 a soma das percentagens acumuladas retiradas nas peneiras de malhas quadradas nºs 4, 8, 16, 30, 50 e 100.

O agregado miúdo poderá ser separado em duas ou mais frações estocadas separadamente, sendo combinadas na central de concreto, em proporções determinadas pela Fiscalização.

AGREGADO GRAUDO (BRITA) - LIMITES DA ASTM C-33

Abertura Nominal da Peneira		Percentagem Acumulada Retida (Em Peso)			
mm	pol.	4,8mm até 19mm	19,5mm até 38mm	38mm até 76mm	76mm até 152mm
		Agregado 1	Agregado 2	Agregado 3	Agregado 4
178	7-	-	-	0	
152	6-	-	-	0 - 10	
102	4-	-	0	55 - 80	
76	3-	-	0 - 10	80 - 100	
50	2-	0	40 - 75	90 - 100	
38	1 1/2	-	0 - 10	85 - 100	-
25	10	55 - 80	92 - 100		-
19	3/4	0 - 10	90 - 100	95 - 100	-
9,5	3/8	45 - 80	95 - 100		-



4,8 nº 4 90 – 100 - - -

Os limites indicados são para cada tamanho de agregado, separadamente.

3.4.3 Águas

Tanto a água que se empregue na fabricação de concretos e argamassas, como a que se utilize para lavagem dos agregados, deverão cumprir as condições especificadas na NBR 6118 e será aprovada previamente pela Fiscalização.

Salvo justificativa especial, deverão ser rejeitadas as águas que não cumpram as seguintes condições:

- ☐ pH compreendido entre 6 e 8;
- ☐ substâncias solúveis em quantidade inferior a 35g/l;
- ☐ teor de sulfatos expresso em SO₃ inferior a 0,3g/l;
- ☐ inexistência de hidratos de carbono;
- ☐ óleos de qualquer origem em quantidade inferior a 15g/l.

3.4.3.1 Ensaio

Todos os ensaios serão executados de acordo com os métodos de ensaios da ABNT. As características da água a empregar em argamassa e concretos deverão ser comprovadas antes de sua utilização, mediante a execução da série completa ou reduzida de ensaios que julgar conveniente a Fiscalização.

3.4.4 Aditivos

3.4.4.1 Condições Gerais

Autoriza-se o uso de qualquer produto sempre que se justifique mediante os oportunos ensaios, verificando-se que, depois de utilizado o aditivo, o concreto continue cumprindo todas as condições destas Especificações.

Todos os aditivos devem ser previamente aprovados pela Fiscalização, tendo em vista que, uma vez aprovado um determinado produto, não se poderá substituir por outro sem ser submetido à nova aprovação. Antes do uso inicial de qualquer aditivo a Empreiteira informará à Fiscalização, por escrito e com 15 dias de antecedência, indicando o nome e origem de cada aditivo.

3.4.4.2 Incorporadores de Ar

Utilizar-se-ão incorporadores de ar aprovados pela Fiscalização em todo concreto que se use para enchimento e estruturas. Os produtos aerantes serão aceitos com certificados do fabricante que demonstre que o produto reúne todas as condições exigidas, porém, a permissão para sua utilização dada pela Fiscalização não liberará a Empreiteira da responsabilidade de que o concreto cumpra todas as condições destas Especificações.

- ☐ A quantidade de ar incorporado em volume será de 5 a 6% do volume de concreto;
- ☐ A percentagem de exsudação de água da amostra do concreto com aerante não excederá a 65% daquela correspondente a uma amostra do mesmo concreto sem aerante;
- ☐ A resistência à compressão da amostra do concreto com aerante não será inferior a 80% da que apresenta uma amostra do mesmo concreto sem aerante;
- ☐ Deverão obedecer às especificações C-260/74 da ASTM.

3.4.4.3 Plastificantes

Serão utilizados plastificantes, previamente aprovados, em qualquer concreto. A este plastificante deverá ser adicionada água no momento do amassamento e deverá obedecer à especificação C-494/71 da ASTM.

A Empreiteira deverá enviar à Fiscalização resultados de ensaios que mostrem o comportamento do plastificante e seu efeito na resistência do concreto em várias idades.

3.4.4.4 Impermeabilizantes

Os impermeabilizantes, quando necessários, deverão ser líquidos, com densidade aproximada de 0,80g/cm³ e serão colocados na água de amassamento dos concretos e argamassa após aprovados pela Fiscalização.

3.4.4.5 Aceleradores de Pega

Caso necessário, utilizar-se-á acelerador de pega para argamassas e concretos em dosagem controlada e definida pela Fiscalização, de maneira que não alterem as características finais dos concretos e argamassas.

3.5 AÇOS

3.5.1 Aço Comum para Armaduras de Concreto

O aço comum a empregar em armaduras classe CA-25 deverá cumprir às condições impostas pelas NBR-6118 e NBR-7178, bem como pela EB-3/1967.

Bastará, para a recepção na obra, a apresentação de um certificado de laboratório oficial que confirme o cumprimento das condições anteriores.

3.5.2 Aço Especial para Armaduras de Concreto

Os aços especiais para armaduras, classes CA-50 e CA-60 cumprirão as mesmas condições especificadas no tópico anterior, exceto o que se indica a seguir:

☐ Os aços especiais estriados a frio cumprirão a condição de alongamento de ruptura, medindo-se dito alongamento após submetido o aço a um processo de envelhecimento acelerado a 250°C durante duas horas.

☐ O limite elástico característico do aço especial será, como mínimo, igual a 5.000kg/cm².

3.5.3 Perfis Estruturais de Aço

Os perfis de aço serão utilizados nas estruturas metálicas e nos escoramentos metálicos fechados nas escavações profundas e onde se fizerem necessários, devendo ser utilizados como longarinas e estroncas conforme projeto específico de escoramento, a critério da Fiscalização. As dimensões e tipos de aço a empregar estarão indicados nos desenhos e listas de materiais e equipamentos para cada utilização.

3.5.4 Estacas-Pranchas

Para o escoramento fechado serão utilizadas estacas pranchas de aço tipo U na dimensão requerida.

3.5.5 Aços Laminados

Os aços laminados, peças perfiladas e chapas finas e grossas deverão ser de grãos finos e homogêneos.

Sua superfície será lisa e sã, sem apresentar fendas ou sinais que possam comprometer sua resistência ou prejudicar seu aspecto. Estarão bem calibrados, qualquer que seja seu perfil e as extremidades faceadas e seu rebarbas.

As chapas poderão ser trabalhadas a lima e buril e perfuradas em curva, embutidas e aquecidas, segundo as práticas seguidas ordinariamente nas oficinas, sem fundir-se ou apresentar fendas.

Os ensaios de tração deverão submeter as peças a cargas mínimas de ruptura de 40kg/cm².

As chapas deverão encurvar-se, dobrando-se sobre si mesmas, de modo que as arestas fiquem a uma distância igual a quatro vezes a espessura; a prova será feita antes da têmpera, não devendo apresentar fendas nem sinal algum de ruptura na superfície exterior do dobramento.

O alongamento mínimo no momento da ruptura deverá ser de 22%.

3.5.6 Aços Moldados

Os aços moldados deverão ser de uma textura completamente homogênea, sem escórias na massa ou outros defeitos.

A resistência à ruptura por tração será, pelo menos, 39kg/cm² e o alongamento mínimo 10%. Para o aço de rolos e eixos, estas cifras serão, respectivamente, 60kg/mm² e 8%.

3.5.7 Fundições

As fundições serão de segunda fusão, apresentando um grão fino e homogêneo. Deverão ser tenazes e duras, podendo, contudo, serem trabalhadas com lima e buril. Não terão bolsas de ar, ou vazios, manchas, fios ou outros defeitos que prejudiquem sua resistência ou continuidade e o bom aspecto de superfície.

Os furos não serão feitos na fundição e sim nas oficinas, fazendo-se uso das correspondentes máquinas e ferramentas (torno, fresa, furadeira, etc.).

A resistência mínima à tração será de 15kg/cm².

As barras de ensaio serão retiradas da metade da coagem correspondente, ou virão fundidas com as peças moldadas.

3.5.8 Aço para Parafusos, Rebites e Pinos

A natureza do material será a mesma especificada para aço laminado.

A resistência à ruptura deverá ser, pelo menos, 40kg/mm² e o alongamento mínimo 22%.

O aço será perfeitamente maleável. Um pedaço com comprimento igual a duas vezes o diâmetro, aquecido à temperatura de emprego dos rebites, deverá poder se reduzir a 1/3 desse comprimento, a marteladas, sem que apresente fendas na superfície.

3.6 MADEIRAS

3.6.1 Madeira para Estruturas, Fôrmas e Escoramentos

3.6.2.2 Escoramento Fechado

Para escoramento fechado empregar-se-ão estacas-pranchas de madeira, com encaixe de macho e fêmea.

3.7 ELEMENTOS CERÂMICOS

Os tijolos maciços e blocos furados serão de argila, textura homogênea, bem cozidos, sonoros, duros, isentos de fragmentos calcários ou outro material estranho.

Terão dimensões uniformes e compatíveis com as medidas do projeto, arestas vivas, faces ásperas, resistentes à compressão (40kg/cm²), porosidade máxima admissível 20%, atendendo às especificações EB-9 e EB-20 da ABNT.

3.8 JUNTAS PRÉ-FABRICADAS

Para a impermeabilização das juntas entre elementos estruturais, empregar-se-ão juntas pré-fabricadas à base de material elástico, de forma adequada à sua utilização, que se definirão nos desenhos do projeto ou segundo ordens da Fiscalização.

A composição do material poderá ser à base de cloreto de polivinila ou qualquer outro material aprovado pela Fiscalização.

Esses materiais procederão de marcas de suficiente garantia, serão inalteráveis à ação da água e dos agentes atmosféricos e deverão cumprir as seguintes características:

- ☐ resistência à tração: 140kg/cm²;
- ☐ alongamento de ruptura: 220%;
- ☐ cisalhamento: 110kg/cm²;
- ☐ dureza: 80 shore.

3.9 FITAS HIDROEXPANSIVAS

Procedimento executivo

- ☐ Realizar o tratamento da superfície de concreto existente conforme detalhe de junta de concretagem presente no projeto, mantendo o trecho central da peça plano, para o posicionamento correto da fita;
- ☐ A aplicação só deve ser feita na superfície seca;
- ☐ Aplicar primer Penebar SW Primer ou similar na região central, com folga de 1cm para cada lado da fita, para evitar o deslocamento da fita durante o lançamento do concreto;
- ☐ Podem ser utilizados pregos ou dispositivos mecânicos para auxiliar a fixação da fita;
- ☐ Posicionar a fita hidroexpansiva Penebar SW 55 ou similar, seguindo a orientação do eixo e distante, no mínimo, 5cm da face do elemento;
- ☐ A fita deve estar em contato direto com a superfície da junta ao longo de toda extensão da aplicação;
- ☐ Unir as pontas para formar uma fita contínua. Recomendado corte a 45° na ponta da fita para encaixe com ponta seguinte. Não sobrepor as extremidades;
- ☐ Para aplicação em tubulações, deve-se cortar trecho de fita com comprimento igual à circunferência externa da tubulação. Realizar o posicionamento conforme procedimento abaixo.

Em anexo apresenta-se as especificações de um dos fabricantes de Fita hidroexpansiva utilizado como referência nos Projetos estruturais.

3.10 TUBOS DE CONCRETO VIBRADO

3.10.1 Condições Gerais

Os tubos de concreto vibrado deverão ser provenientes de indústrias notoriamente conhecidas e aceitas pela Fiscalização, cumprindo como mínimo, as condições previstas nas normas EB-911 (1979) e EB-969 (1980), além de outras que serão especificadas neste item.



Quando fabricadas "in situ" a Empreiteira deverá dispor de instalações especialmente preparadas para garantir que os tubos ofereçam análogas garantias no tocante à qualidade e à homogeneidade daqueles fabricados em indústrias especializadas.

As espessuras mínimas dos tubos (E), a resistência à compressão de seu concreto (Rc), pressão interna de ruptura (Pr), pressão interna de serviço (Ps) serão, como mínimo, as indicada a seguir, independentemente do tipo de tubo (armado ou não):

Diâmetro Interno

(cm) Espessura Mínima

E (cm) Rc

kg/cm² Pr

(m.c.a.) Ps

(m.c.a.)

30	3	220	36,0	9,0
40	4	220	36,0	9,0
50	5	220	34,0	8,5
60	6	220	32,0	8,6
80	8	250	32,0	8,0
1000	10	250	32,0	8,0
1200	12	250	32,0	8,0
1500	13	250	32,0	8,0

3.10.2 Fabricação de Tubos de Concreto

Generalidades

A fabricação dos tubos poderá ser feita por vibração, vibrocentrifugação, vibrocompressão ou qualquer outro processo que proponha a Empreiteira. No entanto, a Fiscalização deverá ser informada sobre os processos a serem empregados e sobre as modificações que se pretendam introduzir, no decorrer dos trabalhos.

A Fiscalização poderá recusar o processo de fabricação que, segundo julgue, não está adequado para o cumprimento das condições que se exigem para os tubos, dentro das tolerâncias fixadas. Contudo, a aceitação do processo não isenta a Empreiteira da responsabilidade quanto à qualidade dos tubos fabricados.

Concretos e Argamassas

Os concretos e argamassa empregados na fabricação dos tubos cumprirão às prescrições fixadas nas normas vigentes da ABNT, além das que se indicam nestas Especificações.

Os tubos deverão ser fabricados em instalações de suficiente segurança para se ter garantia da permanência das características do projeto.

As instalações deverão dispor de betoneiras para garantir a máxima homogeneidade do concreto e dispor dos elementos necessários para que as dosagens dos agregados e do cimento se efetuem em peso e a água em peso ou volume.

Fixada a quantidade de água, a relação água/cimento, que não será superior a 0,45, deverá ser mantida constante, levando-se em consideração a umidade dos agregados.

Somente em caso de autorização expressa da Fiscalização, serão empregadas dosagens de cimento inferiores da 350kg/m³. Nas dosagens superiores a esse limite, dever-se-á ter em conta o efeito de retração.

Moldes e Fôrmas

Antes de começar a fabricação, a Empreiteira deverá entregar à Fiscalização, para aprovação, todas as plantas de detalhes para a construção dos moldes.

Todos os moldes deverão ser suficientemente impermeabilizados com borrachas colocadas nas juntas, de tal maneira que não se produzam perdas de argamassa. Os moldes deverão ser suficientemente rígidos para permitir todas as operações de colocação e adensamento do concreto.

As juntas dos moldes deverão ser executadas cuidadosamente, para evitar a formação de ressalto nos tubos. Ao se usarem rebites, suas cabeças deverão ser rebatidas nas zonas de contato com os tubos.

Os moldes deverão estar providos de separadores que permitam manter as armações de reforço longitudinal ou transversal na sua verdadeira posição, apesar dos processos de vibração empregados.

Os moldes deverão ser limpos e oleados, antes de cada uso. O óleo deverá ser tal que não manche nem prejudique as tubulações.

A desmoldagem não deverá iniciar-se até que o concreto esteja suficientemente endurecido, para evitar danos na desforma.

Armaduras

O aço da armadura deve ser CA-50 ou CA-60, da especificação EB-3.

As barras de aço poderão ser redondas, quadradas ou retangulares, lisas ou rugosas, podendo as armaduras serem armadas no local ou pré-moldadas.

Todo o ferro redondo será estirado e raspado; depois, o destinado à confecção das geratrizes será cortado na medida exata, de forma que as geratrizes fiquem perfeitamente retilíneas, iguais e limpas; os destinados à confecção de estribos serão dobrados para obter-se a curvatura exata que devem ter.

As hastes geratrizes serão soldadas aos estribos, pelo menos em três pontos.

Cura

A Empreiteira poderá utilizar o sistema de cura a vapor, desde que as instalações ofereçam suficientes garantias no tocante à uniformidade de tratamento. O vapor deverá ser saturado e atuar de forma uniforme sobre toda a superfície do concreto a tratar.

O concreto poderá ser curado por água ou, também, cobrindo-se os tubos por material saturado de água ou, ainda, por irrigação através de um sistema de tubos perfurados mecânicos, ou qualquer outro procedimento que seja aprovado pela Fiscalização e que permita manter o interior e o exterior da peça continuamente úmidos.

Qualquer que seja o sistema empregado, manter-se-á o tubo sem mover-se do lugar de execução, durante o tempo mínimo de 32 horas, durante o qual o tubo se conservará constantemente úmido. A partir deste prazo, o tubo poderá ser transportado para o local de armazenamento, onde continuará sendo mantido úmido durante o período total da cura. Este período será, no mínimo, de cinco dias.

Inspeção e Ensaios

Cada uma das partidas de tubos que se receba na obra será submetida aos ensaios indicados nas normas EB-911 e EB-969 e atenderá às especificações a seguir:

a) Dimensões geométricas

As dimensões geométricas de seção reta oscilarão, como máximo, em 1% em relação à teórica. A espessura do tubo não variará mais de 5mm para menos e 10mm para mais, sobre a nominal. O comprimento dos tubos será uniforme e não serão admitidas variações, sobre o valor nominal, superiores a 10mm por metro.

b) Ensaios

De cada 100 tubos de mesmo diâmetro e características, escolher-se-ão quatro, os quais serão submetidos aos ensaios a seguir relacionados:



☐ Dois tubos deverão ser submetidos ao ensaio de compressão diametral, como prescrito no MB-1232 ou MB-1262, conforme se tratar de tubos de concreto armado ou simples, respectivamente;

☐ Dois tubos deverão ser submetidos ao ensaio de permeabilidade como prescrito no MB-1234;

☐ Para cada tubo ensaiado à compressão diametral, dois corpos de prova devem ser submetidos ao ensaio de absorção de água como prescrito no MB-1233;

☐ Os dois tubos submetidos ao ensaio de permeabilidade devem ser acoplados e submetidos ao ensaio de estanqueidade de junta como prescrito no MB-1263.

De cada 100 anéis de borracha do mesmo tipo e diâmetro, será retirada uma amostra de três unidades, as quais serão submetidas aos seguintes ensaios:

- ☐ Resistência à tração como prescrito no MB-57;
- ☐ Alongamento na ruptura como prescrito no MB-57;
- ☐ Dureza como prescrito no MB-497;
- ☐ Deformação permanente à compressão como prescrito no MB-383;
- ☐ Envelhecimento acelerado como prescrito no MB-394;
- ☐ Absorção de água como prescrito no MB-1369.

3.11 TUBOS DE CONCRETO CENTRIFUGADO

3.11.1 Condições Gerais

Os tubos serão fabricados com concreto centrifugado e o seu diâmetro interior será o especificado em cada caso.

A Fiscalização, para aceitar os tubos de concreto armado centrifugados deve analisar o processo de centrifugação proposto pela Empreiteira e determinar os procedimentos normativos para controle de qualidade na fabricação, manuseio e assentamento.

3.11.2 Ensaaios

Serão comprovadas as características dos tubos a empregar, antes de sua utilização, mediante a execução dos ensaios que determinar a Fiscalização.

São recomendados, como mínimo, os seguintes:

- ☐ Ensaio de resistência;
- ☐ Ensaaios de impermeabilidade.

3.12 TUBOS, PEÇAS E CONEXÕES DE FERRO FUNDIDO DUCTIL

3.12.1 Escopo

Objetivam as presentes especificações fixar as condições mínimas exigíveis para o recebimento de tubos de ferro fundido dúctil centrifugado, manufaturados em moldes metálicos, e peças especiais e acessórios de ferro dúctil fundidos em moldes de areia.

3.12.2 Normas Aplicáveis

A aplicação das presentes especificações implica, também, em atender às prescrições das últimas revisões das seguintes normas técnicas:

- a) Associação Brasileira de Normas Técnicas
 - NBR-7663 (EB-303)- Tubos de ferro fundido dúctil centrifugado para canalizações sob pressão.
 - NBR-7675 (EB-1324)- conexões de ferro fundido dúctil.



- NBR-7560 (EB-1325)- Tubo de ferro fundido dúctil centrifugado com flanges roscados ou soldados.
 - NBR-7676 (EB-1326)- Anéis de borracha para junta elástica e mecânica de tubos e conexões de ferro fundido dúctil e cinzento.
 - NBR-7674 (EB-1273)- Junta elástica para tubos e conexões de ferro fundido dúctil.
 - NBR-8682 (EB-1451)- Revestimento de argamassa de cimento em tubos de ferro fundido dúctil.
 - NBR-7677 (EB-1327)- Junta mecânica para conexões de ferro fundido dúctil.
- b) International Organization for Standardization
- ISO-2531 - Ductile Iron Pipe, Fittings and Accessories for Pressure Pipe-Lines.

3.12.3 Características

Os tubos de ferro fundido com ponta, bolsa e junta elástica, devem ter comprimentos de 6 metros e serem fabricados segundo a norma ABNT-NBR-7663, nas classes de pressão K-9 e K-7.

Os tubos de ferro fundido dúctil centrifugado com flanges roscados devem atender às prescrições da norma NBR-7560.

As peças especiais de ferro fundido dúctil, podem ser com junta elástica, junta mecânica ou junta com flanges de acordo com o especificado nas planilhas de quantitativos. A fabricação e o fornecimento devem atender aos requisitos da norma ABNT-NBR-7663, NBR-7664, NBR-7675 e NBR-7677.

Os anéis de borracha devem ser obtidos por vulcanização de borracha natural, sintética ou ainda de adequada mistura de ambas. Não pode ser empregada nesta mistura nenhuma borracha de recuperação ou regeneração.

Os anéis devem apresentar superfície isenta de áreas porosas, materiais estranhos e defeitos visíveis, sendo permitido apenas sinal de eliminação de rebarbas.

Os anéis de vedação dos tubos e peças especiais de ferro fundido dúctil devem atender ao estabelecido na norma ABNT-NBR-7674, com valor nominal da dureza compreendido entre 50 e 60 unidades SHORE "A".

Os anéis de borracha a serem aplicados nas juntas elásticas e mecânicas devem atender ao disposto na norma ABNT-NBR-7676.

Faz parte do fornecimento as arruelas de neoprene ou de amianto, face plana, bem como os parafusos e porcas de aço cadmiado, nas dimensões, classes e quantidades indicadas nas relações de materiais.

3.12.4 Revestimento

O revestimento interno dos tubos deve ser feito com argamassa de cimento Portland de alto forno e areia, aplicado por centrifugação, de acordo com as condições exigíveis na norma ABNT-NBR-8682.

O revestimento externo deve ser à base de pintura betuminosa conforme os requisitos das normas ANSI/AWWA-C-151 e C-104.

Tanto o revestimento interno quanto o externo das peças especiais devem ser com pintura betuminosa de acordo com os requisitos das normas AWWA-C-151 e C-104.

O revestimento deve ser bem aderente, não deve escamar, não deve ser quebradiço quando frio, nem pegajoso quando exposto ao sol.

O revestimento interno não deve conter qualquer produto suscetível de transmitir toxidez, sabor ou odor a água, depois da conveniente lavagem da tubulação.

3.12.5 Qualidade dos Tubos, Peças Especiais e Acessórios

O material dos tubos, peças especiais e acessórios deve atender às exigências da norma EB-303 (NBR-7663) da ABNT, desde que o processo de fabricação do ferro dúctil atenda ao item 5, Processing of The Iron, da Draft International Standard ISO-2531.

Os tubos, peças especiais e acessórios, devem atender, também aos requisitos de fabricação enumerados na EB-303.

3.12.6 Tolerâncias

As tolerâncias nas juntas, nas espessuras das paredes, nos comprimentos dos tubos e nos pesos dos tubos, peças especiais e acessórios, serão os permitidos pelas correspondentes normas ABNT ou, na omissão destas, pelas prescritas na norma ISO-2531 em seus itens:

- Tolerances on Joints;
- Tolerances on Thickness;
- Manufacturing Lengths and Tolerances on Lengths;
- Tolerance on The Straightness of Spun Pipes e
- Tolerances on Masses.

3.12.7 Testes e Inspeções

O material dos tubos, peças especiais e acessórios deve ser submetido, na fábrica, aos métodos de ensaio das normas NBR-6152 e NBR-6394, referentes a ensaios de tração e determinação da dureza, respectivamente, ou com as recomendações dos itens 12, 13, 14 e 15 da ISO-2531.

Os tubos devem ser submetidos a testes hidrostáticos a pressão interna de acordo com o método da norma ABNT-NBR-7561, equivalendo a 1,5 vezes a classe de pressão ou respectiva espessura, prevalecendo a maior pressão do teste.

As juntas elásticas dos tubos de ferro fundido dúctil centrifugado devem ser testadas na fábrica, por amostragem, de acordo com o método de ensaio da norma NBR-7666.

Caso seja o vencedor do fornecimento, o fornecedor deverá apresentar em tempo hábil, memória de cálculo dos tubos quanto a pressão interna e externa.

3.12.8 Embalagem, Transporte e Descarga

Devem ser adotados métodos adequados de embalagem, carga, transporte e descarga que assegurem ao CONTRATANTE, o adequado recebimento e armazenamento dos materiais, sem deformações, perdas ou avarias.

Os tubos, no transporte, devem ser apoiados sobre calços de madeira, com as pontas e bolsas desencontradas, sem que venham danificar seu revestimento ou possibilitar o contato entre eles durante o trajeto até à obra.

As peças e acessórios devem ser identificadas adequadamente conforme os itens das listas de materiais, acondicionadas em caixas ou sacos que apresentem externamente a perfeita identificação do seu conteúdo.

Os tubos devem ser armazenados pelo CONTRATANTE, por diâmetros, em pilha de, no máximo, 2,5 m de altura, com as pontas e bolsas desencontradas, em lugares planos e limpos, sem pedras ou qualquer outro material que possa vir causar esforços concentrados sob os mesmos.

Após armazenados, a fiscalização deverá inspecionar os tubos quanto a trincas no material, através de percussão por leve martelamento.

3.13 TUBOS, PEÇAS E CONEXÕES DE PVC RÍGIDO

3.13.1 Fabricação

Os tubos e conexões em PVC com junta elástica - PBA, devem ser fabricados de acordo com a EB-183 da ABNT (NBR-5647).

3.13.2 Características

Os tubos devem ter comprimentos de 6 metros, com ponta e bolsa para junta elástica, e respectivo anel de borracha, e devem atender as tolerâncias fixadas na PB-277 da ABNT (NBR-5680).

As conexões devem ser em PVC ponta e bolsa ou em bolsas, com junta elástica e anéis de borracha, conforme tipos definidos nas listas de materiais.

3.13.3 Testes de Fábrica

Os tubos e respectivas juntas devem ser testados de acordo com a norma MB-518 da ABNT (NBR-5685), para verificação da estanqueidade à pressão interna.

Deverão ser fornecidos pelo fabricante, certificados dos materiais dos tubos e conexões, bem como certificados dos testes hidrostáticos.

3.13.4 Classe de Pressão

Os tubos deverão ser classe 12 para pressão de serviço de 60 m.c.a. ou 0,6 Mpa, de classe 15 para pressão de serviço de 75 mca, ou 0,75 Mpa ou de classe 20 para pressão de serviço de 100 m.c.a. ou 1,0 Mpa.

3.13.5 Transporte, Descarga e Armazenagem

Deverão ser adotados métodos adequados de transporte, carga, descarga e armazenamento que assegurem total integridade aos tubos, evitando deformações, perdas ou avarias que possam comprometer sua estanqueidade.

Deve-se evitar, no manuseio, ocorrência de impactos, atritos e contatos com corpos que possam prejudicar as extremidades dos tubos, tais como: pedras, objetos metálicos e arestas vivas de um modo geral.

Os tubos com diâmetros menores que 4" devem ser agrupados em feixes, amarrados com fita plástica e, no empilhamento, as bolsas em uma mesma camada e também entre as camadas, devem ser alternadas.

Os tubos de diâmetros maiores que 4" devem ser empilhados com as bolsas e as pontas alternadas, de modo que as bolsas sobressaiam completamente das pontas dos tubos.

Para que as bolsas da primeira camada não fiquem em contato com o piso, deve-se compensar a altura das bolsas com a utilização de sarrafos colocados transversalmente aos tubos e espaçados de 1,50m.

As conexões e pertences deverão ser identificados adequadamente conforme os itens das listas de materiais, acondicionados em caixas ou sacos, contendo externamente a relação dos materiais de cada volume.

As válvulas (registros), deverão ser estocadas na posição fechada e protegidas contra exposição ao sol

Os anéis de borracha devem ser conservados em locais ao abrigo das intempéries e não sujeito a temperaturas extremas.

Em função de sua sensibilidade à luz, recomenda-se guardá los em local escuro, a uma temperatura em torno de 20°C, de preferência dentro da própria embalagem de transporte.

Os lubrificantes para a montagem deverão ser fornecidos pelos próprios fabricantes dos tubos e conexões, estando seus custos inclusos nos preços unitários da tubulação.

3.14 TUBOS E CONEXÕES DE PVC DE FOFO

3.14.1 Fabricação

Os tubos e conexões PVC DEFOFO com junta elástica, nos diâmetros nominais de 100, 150, 200, 250 e 300 mm devem ser fabricados em conformidade com a EB-1208 da ABNT (NBR-7665), devendo ter diâmetros externos idênticos aos diâmetros dos tubos de ferro fundido dúctil. As juntas elásticas devem ser intercambiáveis com as juntas elásticas dos tubos de ferro fundido.

3.14.2 Características

Os tubos devem ter comprimentos de 6 metros com ponta e bolsa para junta elástica e devem ser fornecidos juntamente com os respectivos anéis de borracha.

As conexões devem ser em ferro fundido dúctil com bolsa para junta elástica.

Os anéis de vedação dos tubos devem ser do tipo "O-Ring" e os das conexões devem ser chanfrados.

As extremidades em ponta dos tubos de PVC DEFOFO devem ter dimensões adequadas para o acoplamento direto com as bolsas dos tubos e conexões de ferro fundido sem a necessidade de utilização de adaptadores.

Por sua vez, as conexões PVC DEFOFO devem permitir o acoplamento indistinto de tubos PVC DEFOFO ou de ferro fundido.

Porém, as bolsas dos tubos e das luvas de correr PVC DEFOFO não poderão receber pontas dos tubos ou conexões de ferro fundido, devido às diferenças de tolerâncias existentes entre os dois materiais.

3.14.3 Testes de Fábrica

As conexões de ferro fundido para tubos de PVC rígido DEFOFO e suas juntas devem ser testadas de acordo com a norma MB-1411 da ABNT (NBR-7668), para verificação da estanqueidade à pressão interna.

Deve ser feita verificação dimensional das conexões de acordo com a MB-1410 da ABNT (NBR-7667).

Deverão ser fornecidos pelo fabricante certificados dos materiais dos tubos e conexões, bem como certificados dos testes hidrostáticos.

3.14.4 Classe de Pressão

Os tubos PVC DEFOFO terão classe 1 MPa, para pressão de serviço de 100 m.c.a. As conexões de ferro fundido dúctil acompanham a mesma pressão de serviço dos tubos.

3.14.5 Transporte, Descarga e Armazenagem

Deverão ser adotados métodos adequados de transporte, carga, descarga e armazenamento que assegurem total integridade aos tubos, evitando deformações, perdas ou avarias que possam comprometer sua estanqueidade.



As conexões e pertences deverão ser identificados adequadamente conforme os itens das listas de materiais, acondicionados em caixas ou sacos, contendo externamente a relação dos materiais de cada volume.

As válvulas (registros), deverão ser estocadas na posição fechada e protegidas contra exposição ao sol.

Os anéis de borracha devem ser colocados em locais ao abrigo das intempéries e não sujeito a temperaturas extremas.

Em função de sua sensibilidade à luz, recomenda-se guardá-los em local escuro e a uma temperatura em torno de 20°C.

Os lubrificantes para a montagem deverão ser fornecidos pelos próprios fabricantes dos tubos e conexões, estando seus custos inclusos nos preços unitários da tubulação

Deverá ser previsto o fornecimento de uma luva de correr para cada 2.000 m metros de tubo fornecido, para cada diâmetro fornecido.

3.15 TUBOS E CONEXÕES DE PRFV – PLÁSTICO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO

3.15.1 Normas Técnicas Aplicáveis

A aplicação das presentes especificações implica, também, em atender às prescrições das últimas revisões das seguintes normas técnicas:

a) Associação Brasileira de Normas Técnicas

- EB-600/88 - Tubos de poliéster reforçado com fibras de vidro, com junta elástica, para condução de água sob pressão.

- NBR-10847/88 - Junta elástica "DEFoFo" para tubos e conexões de poliéster reforçado com fibra de vidro.

- NBR-7364/82 - Verificação da estanqueidade à pressão interna de tubos de poliéster reforçado com fibra de vidro – Método de Ensaio.

- NBR-7669/83 - Tubos de poliéster reforçado com fibra de vidro – verificação da resistência axial por pressão hidrostática interna – Método de Ensaio.
- NBR-7970/83 - Tubos de poliéster reforçado com fibra de vidro – verificação da resistência circunferencial por pressão hidrostática interna – Método de Ensaio.
- NBR-10571/88 - Tubos de poliéster reforçado com fibra de vidro – verificação do desempenho de juntas elásticas – Método de Ensaio.

b) Normas Internacionais

- Norma AWWA – C – 950 – Fiberglass Pressure Pipe incluindo todos os apêndices e normas de referência para testes.
- Normas DIN – 16869 e DIN – 19565
- Normas ASTM D 2992, ASTM D 2412, ASTM D 2290, ASTM D 3567, ASTM D 4161, ASTM D 2105, ASTM D 638 e ASTM F 477.

3.15.2 Características

Conforme previsto na AWWA – C – 950 os tubos a serem fornecidos poderão ser fabricados com resina ou argamassa de resina Epoxy ou polyester, bem como serem ou não providos de “liner” termoplástico (PVC ou Polyethylene) ou “liner” termofixo. Desta forma estão considerados os tubos comumente chamados de PVC + PRFV.

No caso do fornecimento de tubos PVC + PRFV, as pontas deverão ser protegidas contra a incidência direta de luz solar.

O projeto da espessura do tubo deverá considerar a temperatura máxima da água de 30° C (temperatura média 27° C), pressão máxima de trabalho igual a 1,6, 2,5 e 3,0 MPa.

A classe de pressão dos tubos deve ser estabelecida através da base hidrostática de projeto (HDB) à longo prazo, conforme item 4.6.2 da norma AWWA C 950, usando-se o procedimento B da

norma ASTM D 2992, devendo o fabricante comprovar que os tubos fornecidos obedecerão as requisitos das mesmas.

Os tubos deverão apresentar diâmetros e tolerâncias de acordo com o estabelecido na norma ASTM D3567.

O comprimento útil dos tubos a serem fornecidos deverá ser de 6,0 m sendo que no máximo 15% do total de cada DN poderá ser fornecido em comprimentos menores e estes não devem ser inferiores a um comprimento útil de 4,5 m.

A espessura média de parede dos tubos a serem fornecidos não deve ser menor que a espessura nominal indicada no catálogo e demais bibliografias do fabricante, sendo que a espessura mínima permitida em um ponto deverá ser maior que 87,5% da espessura nominal da parede do tubo, de acordo com a norma ASTM D3567.

Os tubos deverão ter rigidez mínima de 36 psi (5.000 N/m²) para todos os diâmetros e classes de pressão, considerando-se a norma AWWA-C-950.

A junta elástica dos tubos deverá atender as classes de pressão estabelecidas na norma brasileira NBR-10847 e ASTM D4161.

As peças especiais de plástico reforçado com fibra de vidro podem ser com junta elástica, junta mecânica ou junta com flanges de acordo com o especificado no projeto. A fabricação e o fornecimento devem atender aos requisitos da norma ASTM D4161.

Os anéis de borracha devem ser obtidos de borracha natural, sintética ou ainda de adequada mistura de ambas. Não pode ser empregada nesta mistura nenhuma borracha de recuperação ou regeneração e devem seguir as especificações das normas NBR 10847, ASTM F477.

Os anéis devem apresentar superfície isenta de áreas porosas, materiais estranhos e defeitos visíveis, sendo permitido apenas sinal de eliminação de rebarbas.

A CONTRATADA deverá fornecer juntamente com as tubulações 01 (uma) luva de correr para cada 500 (quinhentos) metros de tubulações fornecidas, estando o seu preço incluso no fornecimento.

3.15.3 Qualidade dos Tubos, Peças Especiais e Acessórios

O material usado na fabricação dos tubos, peças especiais e acessórios devem resultar num produto que não confira odor ou gosto à água pela presença de estireno (usado na catálise) em excesso, preservando as características de potabilidade da água conduzida no interior da canalização.

3.15.4 Testes de Aceitação e Inspeções

Todos os materiais em plástico reforçado com fibra de vidro deverão ser fabricados em concordância com a norma AWWA C-950 e deverão ter o resultado dos ensaios previstos nesta norma devidamente registrados, enviados em cópia junto aos materiais e deverão ainda ser mantidos pelo fabricante por um prazo mínimo de dois anos.

Caso seja o vencedor do fornecimento, o fabricante deverá apresentar em tempo hábil, memória de cálculo dos tubos quanto a pressão interna e externa.

a) Teste de HDB (Base Hidrostática para Projeto)

O fabricante deverá comprovar que os tubos serão fornecidos obedecendo aos requisitos da norma AWWA C-950 quanto ao dimensionamento com base no HDB.

b) Teste de Sb (Tensão de Flexão a Longo Prazo)

O fabricante deverá comprovar que os tubos serão fornecidos obedecendo aos requisitos da norma AWWA C-950 quanto ao dimensionamento com base no Sb.

c) Teste Hidrostático

Todos os tubos com DN inferior a 1500 mm devem ser submetidos ao teste de pressão hidrostática, em concordância com o item 5.1.2.1.1 da norma AWWA C-950.

d) Teste de Rigidez

Um a cada cem tubos fabricados, de cada DN e classe de pressão, devem ser submetidos ao ensaio de rigidez, conforme indicado na norma AWWA C-950, de acordo com o procedimento descrito na norma ASTM D2412.

e) Teste de Resistência à tração Circunferencial

Um a cada cem tubos fabricados, de cada DN e classe de pressão, devem ser submetidos ao ensaio de resistência à tração circunferencial, conforme indicado na norma AWWA C 950, de acordo com o procedimento descrito na norma ASTM D 2290 procedimento A.

f) Teste de Resistência à tração Axial

Um a cada cem tubos fabricados, de cada DN e classe de pressão, devem ser submetidos ao ensaio de resistência à tração axial, conforme indicado na norma AWWA C-950, de acordo com o procedimento descrito na norma ASTM D 368 ou ASTM D 2105, conforme DN do tubo.

g) Teste de Resistência da Viga

O teste de resistência de viga é exigido somente quando há uma mudança significativa no projeto ou fabricação do tubo (item 5.1.2.5 da norma AWWA C-950). Há dois métodos para o teste de viga, sendo um para tubos até DN 700, conforme a norma ASTM D 3517, e o outro conforme norma AWWA C 950.

Caso os resultados de quaisquer dos testes acima indicados não estejam de acordo com o estabelecido nas normas, o referido teste deverá ser repetido em duas amostras adicionais do mesmo lote de cem tubos inicialmente previsto. Caso algum dos resultados não esteja de acordo, todo o lote deverá ser rejeitado.

3.15.5 Embalagem, Transporte, Descarga e Armazenagem