



BRLoc

Manual e Especificações Técnicas

TUBOS

BRLOC

A SOLUÇÃO MAIS
RESISTENTE,
ÁGIL e VERSÁTIL
EM DRENAGEM PLUVIAL



acque
engenharia

www.acque.com.br



A ACQUE ENGENHARIA LTDA e ACQUE ENGENHARIA DO NORDESTE são fabricantes dos tubos de PVC estruturado BRLoc. A tecnologia foi criada e desenvolvida na Austrália na década de 1970 e, a partir daí, se expandiu para muitas outras partes do mundo. No Brasil, chegou no final da década de 1990 e está presente nas mais variadas obras: sistemas de drenagem de rodovias, ferrovias, portos, aeroportos, indústrias, shoppings e em sistemas urbanos.

A ACQUE ENGENHARIA e ACQUE ENGENHARIA DO NORDESTE contam com um experiente corpo técnico gerencial e operacional, que atua com a tecnologia BRLoc desde sua chegada ao Brasil. Nesse contexto, a empresa oferece aos seus clientes soluções tecnológicas arrojadas em tubos e conexões para drenagem pluvial em todos os segmentos de infraestrutura, além de outras variadas aplicações. A empresa também proporciona orientação técnica na obra, junto às equipes de execução.

ÍNDICE

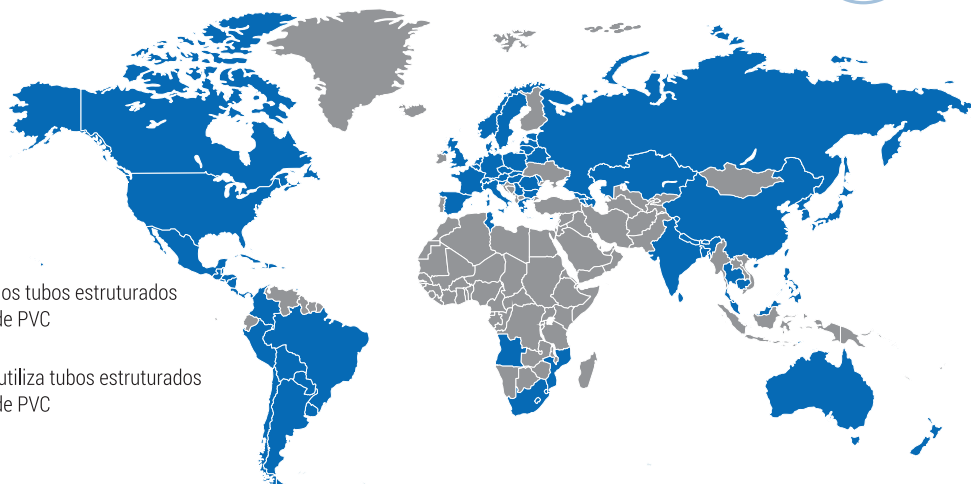
■ Origem da tecnologia	01	■ Instalações dos tubos	11
■ Aplicações	01	■ Teste de deformação diametral	16
■ Processo de fabricação	02	■ Conexões de PVC BRLoc	17
■ Diferenciais e Vantagens	03	■ Anexo A - Tabelas	18
■ Perfil de Acoplamento	04	■ Anexo B - Normas de referências	19
■ Projeto Hidráulico	05	■ Exemplos de aplicação dos tubos	20
■ Projeto Estrutural	05		
■ Transporte, armazenamento e manuseio	10		

BRLoc 

Presença Mundial



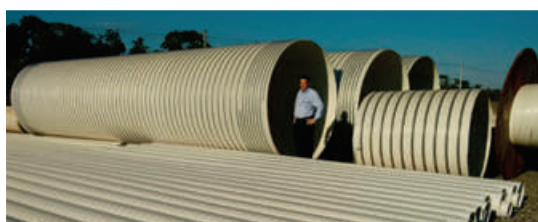
-  Presença dos tubos estruturados helicoidal de PVC
-  Ainda não utiliza tubos estruturados helicoidal de PVC



Criada e desenvolvida na Austrália na década de 1970, a tecnologia dos tubos **BRLOC** consiste na fabricação de tubulações plásticas de grandes diâmetros pelo processo de enrolamento helicoidal de um perfil de PVC. Amplamente utilizada com sucesso em dezenas de países, a tecnologia chegou ao Brasil no final da década de 1990 e, atualmente, está presente nas mais variadas obras de infraestrutura.



APLICAÇÕES



As tubulações **BRLOC** destinam-se à condução de efluentes em regime de escoamento livre, isto é, por gravidade, onde é indicada a temperatura ambiente ou limitada a 40°C para o fluido conduzido. A instalação dos tubos deve ser subterrânea.

Os tubos **BRLOC DRENO**, destinados à captação de águas subterrâneas, atendem à norma NBR 15073 referente à área mínima de perfuração. Eles podem ser produzidos nos diâmetros a partir de 200 mm até 1200 mm. Tal como os demais tubos da BRLoc, se necessário podem ser fabricados no local da obra.

Os tubos foram originalmente concebidos para sistemas de drenagem pluvial em rodovias ou redes urbanas (galerias, bueiros, poços de visita etc.), onde a tubulação opera a baixas pressões ou somente sob a ação da gravidade, sem pressão interna.

Além dessas aplicações, consideradas principais, os tubos **BRLOC** e **BRLOC DRENO** são também utilizados na drenagem agrícola subsuperficial, na canalização de pequenos córregos e na substituição de canais de adução em PCHs e CGHs.

Os tubos podem, ainda, ser utilizados na construção de reservatórios subterrâneos destinados ao uso em sistemas de contenção de cheias e de reuso, ETE - Estação de Tratamento de Esgoto, em dutos de ventilação e exaustão, formas para pilares, caixões perdidos em pontes e viadutos, revestimentos de poços e caixas de passagem etc.

O setor têxtil também se beneficia da tecnologia BRLoc. Os tubos são utilizados para armazenamento de matriz cilíndrica para impressão de estampas.



Os perfis estruturados de PVC são produzidos com materiais que atendem aos requisitos 4.2 da norma ISO 21.138, por um processo de extrusão. Eles possuem em suas bordas encaixes macho-fêmea que propiciam o seu intertravamento durante o processo de enrolamento helicoidal. Além do intertravamento mecânico, os perfis são também soldados quimicamente pela aplicação de um agente químico líquido, que é inserido no encaixe e garante a estanqueidade do tubo.

As nervuras em forma de "T" existentes nos perfis de PVC são elementos de reforço da parede do tubo, o que aumenta seu momento de inércia e, consequentemente, a rigidez anular da tubulação. Desta forma, é possível dizer que este tipo de tubulação possui parede estruturalmente otimizada, uma vez que sua resistência aos esforços solicitantes aumenta sem um proporcional acréscimo de sua massa.

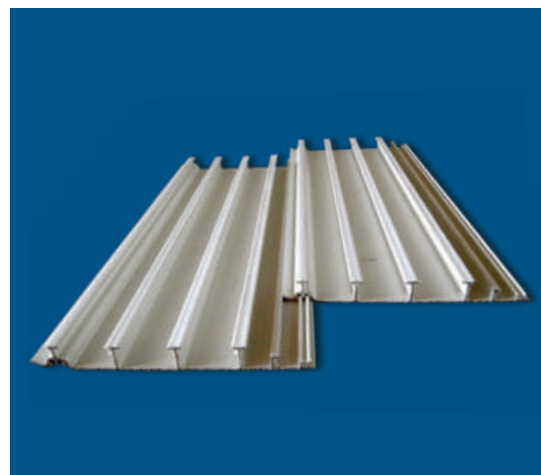
O enrolamento dos perfis de PVC é efetuado a partir de um equipamento de pequeno porte capaz de fabricar tubos de diferentes diâmetros e comprimentos. Essa simplicidade e versatilidade do equipamento permitem que a fabricação dos tubos seja efetuada na própria obra. Todavia, também é usual por parte da empresa o fornecimento dos tubos já confeccionados, juntamente com as luvas para acoplamento.

Os perfis de PVC **BRLOC** da **ACQUE ENGENHARIA** são produzidos em suas unidades fabris, nos Estados de Santa Catarina e Bahia, e acondicionados em bobinas. A seguir, essas bobinas podem ser transportadas até o local de fabricação dos tubos, seja na própria obra ou em uma localidade próxima.

Ao se desenrolar da bobina, o perfil de PVC é introduzido em um dispositivo de tração, que o puxa em direção a um conjunto de roletes de aço dispostos em círculo (cabeçote) onde ele será curvado de forma helicoidal para conformar o tubo. Em seguida, um agente químico é introduzido no encaixe macho-fêmea, o que mantém o perfil na forma tubular após ele deixar o cabeçote. A tubulação sai do equipamento e é apoiada sobre cavaletes de sustentação. Isso proporciona ampla capacidade de produção, de modo que, ao levar-se em consideração o diâmetro, é possível chegar a produzir centenas de metros por dia.

Diferentes diâmetros são produzidos simplesmente trocando-se o cabeçote do equipamento. As figuras laterais mostram os equipamentos utilizados na fabricação dos tubos. Após atingir o comprimento desejado, o tubo pode ser cortado em tamanhos variados de acordo com a necessidade da obra ou tipo de transporte e, posteriormente, armazenado ou instalado. Os tubos **BRLOC** resultantes desse processo otimizado de fabricação são produtos de grande qualidade e baixo custo, o que os torna extremamente competitivos.

Para os tubos **BRLOC** a partir de 700 mm se faz a introdução do perfil de aço no mesmo momento de bobinamento do perfil de PVC. Disponibiliza-se, também, vários perfis de aço, de acordo com a necessidade de rigidez.





Os tubos de PVC ESTRUTURADO HELICOIDAL BRLoc apresentam uma série de diferenciais em relação aos demais produtos utilizados nas obras de drenagem pluvial, entre os quais alguns se destacam pela exclusividade:

MAIORES DIÂMETROS: Fornecimento dos maiores diâmetros do mercado brasileiro, até 3,00 metros.

PRODUÇÃO DOS TUBOS NA OBRA: Única tubulação existente no Brasil possível de ser produzida efetivamente na obra. Por serem leves e portáteis, os equipamentos de fabricação dos tubos, a partir dos perfis de PVC e aço, permitem tal operação.

COMPRIMENTO VARIÁVEL DAS BARRAS: O comprimento das barras pode variar de acordo com as necessidades específicas da obra ou do transporte (comprimento da carroceria do veículo).

GRANDES COMPRIMENTOS: Pelo fato de poderem ser fabricadas na obra, as barras também podem ser produzidas continuamente, atingindo grandes comprimentos, podendo chegar a 40 m (diâmetros pequenos).

COMPRIMENTO 100% ÚTIL: O comprimento das barras são 100% úteis, pois o sistema de acoplamento de luvas internas não acarreta redução do comprimento efetivo das barras.

MÓDULO DE ELASTICIDADE: O PVC apresenta um dos maiores valores de módulo de elasticidade dos materiais poliméricos usuais em sistemas de drenagem, o que possibilita menor espessura de parede, mantendo a rigidez anular.

ALTA RESILIÊNCIA: Capacidade de manter constante o módulo de elasticidade ao longo dos anos, ou seja, preservando por muito mais tempo que outros materiais termoplásticos ou em concreto, sua resistência e características mecânicas iniciais.

PAREDE OTIMIZADA: As paredes têm dimensões muito menores em função do alto valor do módulo de elasticidade. Isso garante alta resistência estrutural, o que é muito útil em situações de baixo recobrimento.

DIÂMETROS ESPECÍFICOS: Os tubos podem ser fabricados em diâmetros específicos para atender a necessidade do projeto.

FACILIDADE NA MANUTENÇÃO: Por se tratar de um material de PVC, há maior facilidade para manutenções e reparos através de soldagem química a frio (adesivo) ou, em função das suas ranhuras externas, pode se aplicar, eventualmente, argamassa de concreto.

REAPROVEITAMENTO DE SEGMENTOS DE TUBOS: A partir da luva de acoplamento é possível reutilizar 100% dos segmentos de tubos que, por ventura, em função de

Figura 1 - Resiliência

RESILIÊNCIA

Rigidez a curto e longo prazo segundo norma UNE 9969 e DIN 16961 (kN/m²)

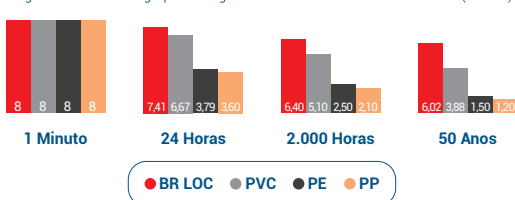


Tabela 1 - Módulo de Elasticidade

PVC	PEAD	PP
2950	950	1050

*Valores aproximados conforme literatura técnica



VANTAGENS

REDUÇÃO DE DIÂMETROS: Em função da baixíssima rugosidade do PVC (coeficiente de Manning $n=0,009$) obtém-se um excelente desempenho hidráulico onde, mantendo a vazão e a declividade, se reduz o diâmetro em cerca de 20% em relação aos tubos convencionais em concreto.

REDUÇÃO DE ESPESSURAS DE PAREDES: Em função do alto módulo de elasticidade e o formato estrutural (TEs), as paredes do tubo são significativamente reduzidas, variando de 7 mm a 34 mm.

REDUÇÃO DAS DIMENSÕES DAS VALAS: Por consequência das considerações acima, haverá uma diminuição nas dimensões das valas, acarretando expressivas reduções de escavação e reaterro.

DIÂMETROS E COMPRIMENTOS VARIADOS: Os tubos **BRLoc** normalmente são fabricados em diâmetros múltiplos de 50 milímetros - de 200 mm a 1100 mm. A partir disso, a cada 100 mm até 3,00m. No entanto, não estão limitados a estes diâmetros, pois podem ser produzidos em quaisquer diâmetros intermediários, sob consulta.

COMPRIMENTOS VARIADOS DAS BARRAS: Usualmente, os tubos são fabricados em barras de 4, 6 ou 12 metros, porém, em determinadas situações pode ser conveniente produzi-los em outros comprimentos, conforme a necessidade específica da obra ou, na maioria dos casos, em função das condições de manuseio e otimização de transporte.

REATERROS BAIXOS: Pode se dar a partir de 60 cm da geratriz superior do tubo, incluindo o pavimento, em função do sistema solo/tubo, onde o solo ao redor do tubo é o principal responsável pela absorção dos esforços provindos do tráfego intenso e reaterros.

VELOCIDADE NA IMPLANTAÇÃO: O fato de as barras serem leves e longas proporciona versatilidade no manuseio e incomparável velocidade na execução das redes ou galerias.

REDUÇÃO DE MÃO DE OBRA E EQUIPAMENTOS: Pelos mesmos motivos citados acima, ocorrem expressivas reduções no uso de mão de obra e equipamentos.

MENOR NÚMERO DE JUNTAS: A grande flexibilidade no comprimento dos tubos resulta em um menor número de juntas, o que facilita a instalação e reduz a possibilidade de ocorrência de eventuais problemas como: infiltrações, exfiltrações, penetrações de raízes, exposição a acidentes como desmoronamentos, erosões no pavimento etc.

LEVEZA: Em função do desenho dos perfis de PVC os tubos **BRLoc** possuem um peso extremamente baixo quando comparados com outros materiais, mantendo as características de resistência mecânica.

FÁCIL MANUSEIO: Devido ao seu baixo peso, o transporte, a estocagem e o manuseio dos tubos de PVC são muito mais fáceis. Esse fato permite sua instalação em locais de difícil acesso (regiões íngremes, áreas de preservação ambiental, ruas muito estreitas etc.) e elimina a necessidade de equipamentos especiais para a sua movimentação.

RESISTÊNCIA QUÍMICA E ABRASÃO: Como são feitos de PVC, os tubos **BRLoc** são impermeáveis e apresentam resistência química a todos os produtos normalmente encontrados nas tubulações para drenagem pluvial. Eles também resistem a todos os tipos de solos ácidos ou alcalinos – esses que são considerados agressivos a outros tipos de tubulação. Ensaio laboratoriais mostram que o PVC é muitíssimo mais resistente à abrasão do que os tubos de concreto. Esta característica, associada à alta resistência química do material confere altíssima durabilidade à tubulação. [*Ver figura 2]

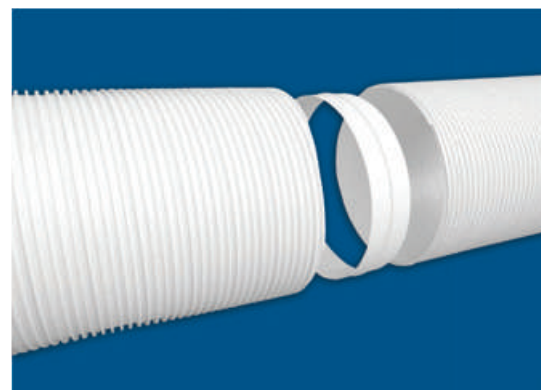
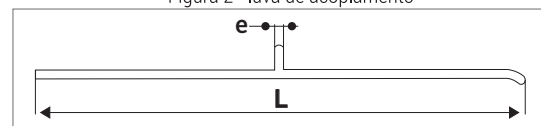


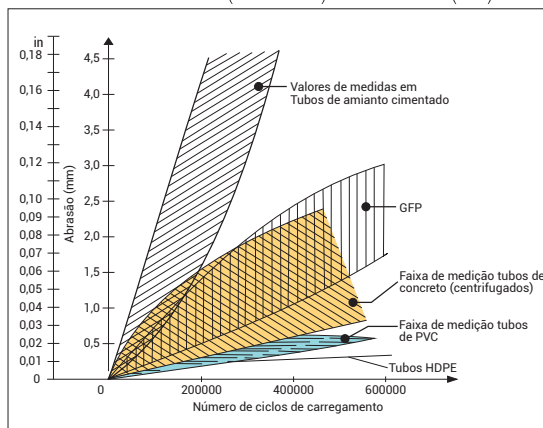
Figura 2 - luva de acoplamento



PERFIL DE ACOPLAMENTO - LUVA

A união dos tubos **BRLoc** é efetuada a partir de uma luva (perfil de PVC), normalmente já instalada no tubo, pronta para o acoplamento através de solda química a frio (adesivo). A luva é cortada nos comprimentos equivalentes ao perímetro interno da tubulação e metade dela é alojada no interior da extremidade de um dos tubos com a aplicação de agente químico nas duas superfícies, tanto do tubo quanto desta parte da luva, previamente limpas com pano. A outra parte da luva (funcionando como macho) estará disponível para encaixe com o outro tubo, também com uso do mesmo agente químico. Trata-se de uma operação bastante simples, rápida e eficiente.

Figura 3 - Gráfico demonstrando desgaste por abrasão em tubos de concreto (em marrom) e tubos de PVC (azul).



Fonte: Instituto de Hidráulica e Hidrologia de Darmstadt na Alemanha.

Tabela 02 - Rugosidade Manning

Material	Coefficiente de Manning
PVC	0,009
Cerâmica	0,011
Concreto Centrifugado	0,13
Concreto Moldado	0,17
Aço Corrugado	0,21

Figura 4 - Perfil metálico de reforço

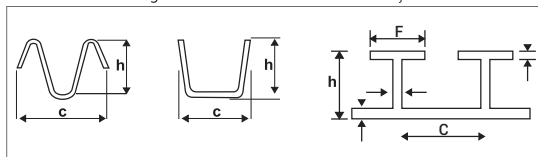
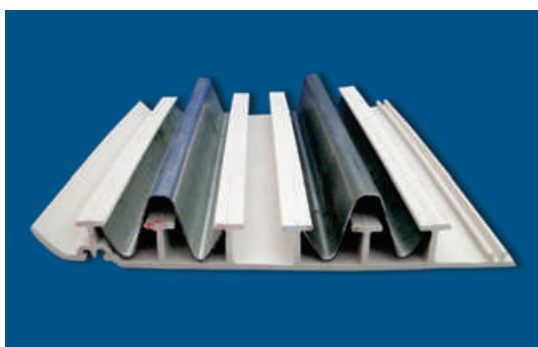
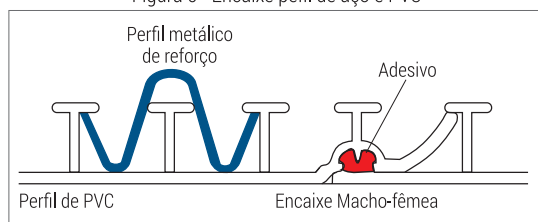


Figura 5 - Encaixe perfil de aço e PVC



PROJETO HIDRÁULICO

O projeto hidráulico das tubulações pode ser realizado utilizando-se a fórmula empírica de Manning onde:

sendo

Q = vazão (m^3/s)

n = coeficiente de Manning

A = área molhada (m^2)

i = declividade (%)

R_h = raio hidráulico (m)

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

O coeficiente de rugosidade de Manning recomendado para as tubulações de PVC varia entre $n=0,007$ para pequenos diâmetros e altas velocidades e $n=0,010$ para grandes diâmetros e baixas velocidades. Ensaios realizados com os tubos de PVC estruturado helicoidal pela FCTH (Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica da USP) indicaram um valor do coeficiente de rugosidade de "n" igual a 0,00922.

Observando-se os coeficientes de rugosidade obtidos nos ensaios conforme a tabela 2 - Rugosidade Manning, comparados aos que são normalmente adotados nas obras de drenagem pluvial executada com outros materiais, fica evidente o quão lisa é a superfície interna dos tubos de PVC.

A baixíssima rugosidade dos tubos **BRLOC** é uma das principais características responsáveis por seu excelente desempenho hidráulico, que pode ser traduzida no projeto em uma ou mais das seguintes alternativas:

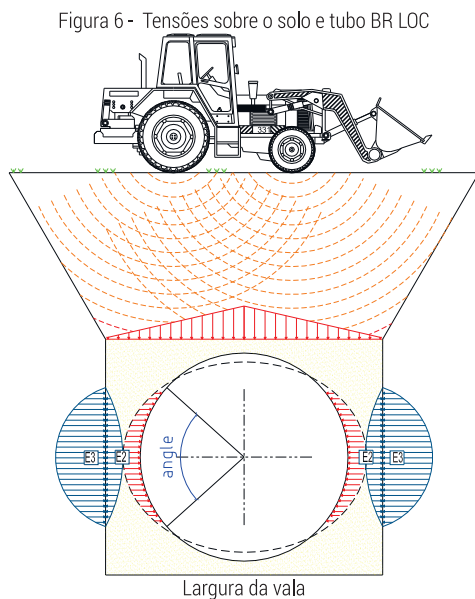
- adoção de menores diâmetros
- adoção de menores declividades
- escoamento de maiores vazões

Para as mesmas condições de vazão e declividade é possível utilizar tubos **BRLOC** com diâmetro inferior em cerca de 20% (ou mais em função dos diâmetros comerciais) àquele correspondente aos tubos convencionais de concreto.

PROJETO ESTRUTURAL

Os tubos **BRLOC** apresentam comportamento estrutural de tubos flexíveis. Vale, portanto, lembrar que tubos flexíveis enterrados derivam sua capacidade de suportar cargas de um mecanismo de interação entre o tubo e o solo que o envolve. Sob a ação de cargas verticais (móveis ou permanentes) o tubo flexível tende a se deformar diametralmente, de tal modo que sua seção transversal passe da forma circular original a uma forma elíptica final, havendo consequentemente uma diminuição do diâmetro vertical e um correspondente aumento do diâmetro horizontal.

A figura abaixo ilustra o mecanismo de arqueamento das tensões ao mostrarem a migração das cargas para o solo adjacente, à medida que o tubo tende a deformar:



Uma vez que o tubo se encontra confinado lateralmente pelo solo de envolvimento, a tendência do aumento do diâmetro horizontal enfrentará uma resistência passiva do solo devidamente compactado, que restringirá este movimento. Mantendo, assim, a sua forma original circular.

O empuxo passivo que atua na parede lateral do tubo restringindo o seu deslocamento pode ser entendido como a resultante das tensões horizontais desenvolvidas no solo, quando o tubo se desloca empurrando a massa de solo, em seu estado limite de ruptura. Nessa situação, as tensões horizontais efetivas que surgem no solo serão superiores às tensões horizontais na condição de repouso, assim como serão dependentes da coesão e do ângulo de atrito do solo de envolvimento.

Também se faz necessário lembrar que, ao mesmo tempo em que a deformação horizontal mobiliza o empuxo passivo do solo, a deformação vertical do tubo irá aliviá-lo de grande parte da carga vertical. Esta passará a ser suportada pelo solo de envolvimento através de um mecanismo de arqueamento das tensões no solo circundante.

A diminuição dos esforços sobre o tubo - à medida que este se deforma - pode ser entendida a partir do atrito que desenvolve entre o prisma de solo situado sobre o tubo e os prismas de solo situados em suas laterais. Assim, como o tubo se deforma mais do que o solo nas laterais, o atrito que se desenvolve entre esses prismas tende a reduzir os esforços sobre o tubo e aumentar os esforços no solo lateral.

Outra forma simples de se visualizar o mecanismo de repartição das cargas entre o tubo e o solo nas laterais, seria ao fazer uma analogia com um sistema composto por molas (vide figura 08). Imaginando-se que as deformações sofridas pelo tubo e pelo solo possam ser representadas pelas deformações de molas de diferentes graus de rigidez, poderemos associar o tubo a uma mola bem flexível e o solo nas laterais a molas com maior rigidez. É fácil perceber que a carga vertical aplicada sobre esse sistema de molas será repartida desigualmente, com as molas mais rígidas (no caso, o solo) suportando a maior parte da carga.

Pode-se perceber, desta forma, que a resistência do sistema estrutural solo-tubo flexível reside, por um lado, na capacidade do tubo em sofrer deformações e transferir as cargas para o solo de envolvimento e, por outro lado, na capacidade deste solo em resistir à deformação do tubo e suportar as tensões resultantes.



Figura 7 - Deformação sob carga

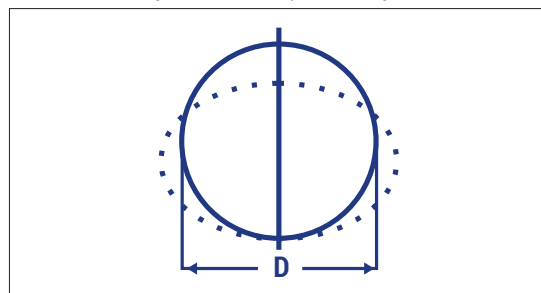
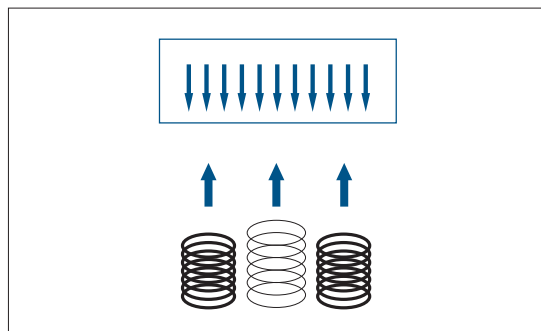


Figura 08 - Analogia de deformação solo e tubo





O solo que envolve o tubo - atuando como material estruturalmente resistente - deve, assim, ser cuidadosamente escolhido e aplicado no envolvimento da tubulação.

Importante também é frisar que o projeto estrutural de tubos flexíveis envolve, por um lado, a definição de solo de envolvimento (o tipo e seu estado de compactação). Por outro lado a análise da resistência do sistema solo-tubo frente às solicitações existentes.

As solicitações que normalmente atuam sobre o sistema solo-tubo são aquelas devidas às cargas permanentes (peso da terra sobre o tubo, pressão hidrostática decorrente da eventual presença de lençol freático) e aquelas devidas às cargas acidentais (ação do tráfego de máquinas durante a obra, tráfego normal de veículos na pista e de outras eventuais sobrecargas).

A análise sistêmica solo-tubo, frente a essas solicitações, é efetuada ao levar-se em conta estados limites que devem ser evitados com razoável segurança:

- Deformação diametral excessiva
- Instabilidade elástica (flambagem da parede)
- Esmagamento da parede
- Deformação da parede

Cargas Permanentes

A principal carga que atua permanentemente sobre um tubo enterrado é aquela relativa ao peso do solo situado sobre a tubulação. Já o método recomendado para o cálculo das cargas permanentes sobre tubos flexíveis é o da carga prismática, ou seja, a carga correspondente ao peso do prisma vertical de terra situado diretamente sobre a tubulação.

onde:

$$p = y \cdot g \cdot H$$

p = tensão vertical devido ao peso de solo na profundidade H - (m)
 y = pesos específico do solo - (kg/m^3)
 H = altura do recobrimento sobre a geratriz superior do tubo - (m)

Adotar a carga prismática equivale a desprezar o atrito entre o solo de recobrimento e as paredes laterais da vala, visto que nessas condições a tubulação fica sujeita a todo o peso do solo de recobrimento, se trabalhando, assim, a favor da segurança. [*Ver figura 6 - página 06]

Considera-se a carga prismática assim obtida como uma tensão uniformemente distribuída na largura da vala, na altura do plano horizontal tangente à geratriz superior do tubo.

Cargas Móveis

As principais cargas móveis atuantes sobre a tubulação são decorrentes do tráfego de equipamentos pesados durante a etapa de construção da via e, posteriormente, as cargas relativas aos veículos comerciais pesados trafegando sobre ela.

Para determinar a máxima tensão vertical atuante no plano tangente à geratriz superior da tubulação, devida a uma carga situada na superfície, se costuma utilizar a expressão de Boussinesq, definida para um terreno semi-infinito, contínuo, homogêneo e elástico.



$$q = \frac{3 \cdot Q \cdot H^3}{2 \cdot \pi \cdot r^5}$$

Onde

q= tensão vertical atuante sobre o tubo devido às cargas móveis (n/m²)

Q=carga pontual atuante sobre a superfície (n)

h=altura de cobertura da tubulação (m)

r=distância entre a geratriz superior do tubo e o ponto de aplicação da carga (m)

A expressão acima foi deduzida e é válida para a condição ideal de uma carga puntiforme que atua na superfície. Como, na realidade, as cargas distribuem-se por uma certa área na superfície do terreno, seria necessário efetuar a integração da expressão acima para obter a pressão exercida sobre o tubo. Este trabalho foi efetuado por Newmark e gerou tabelas que facilitam o cálculo preciso. No entanto, a diferença obtida normalmente não justifica o acréscimo de trabalho envolvido.

No caso mais desfavorável, em que a carga pontual situa-se exatamente na vertical que passa pelo eixo da tubulação, a tensão vertical atuante no plano horizontal tangente à geratriz superior da tubulação será:

$$q = \frac{3 \cdot Q}{2 \cdot \pi \cdot r^2}$$

Onde

q= tensão vertical atuante sobre o tubo devido às cargas móveis (n/m²)

Q=carga pontual atuante sobre a superfície (n)

r=distância entre a geratriz superior do tubo e o ponto de aplicação da carga (m)

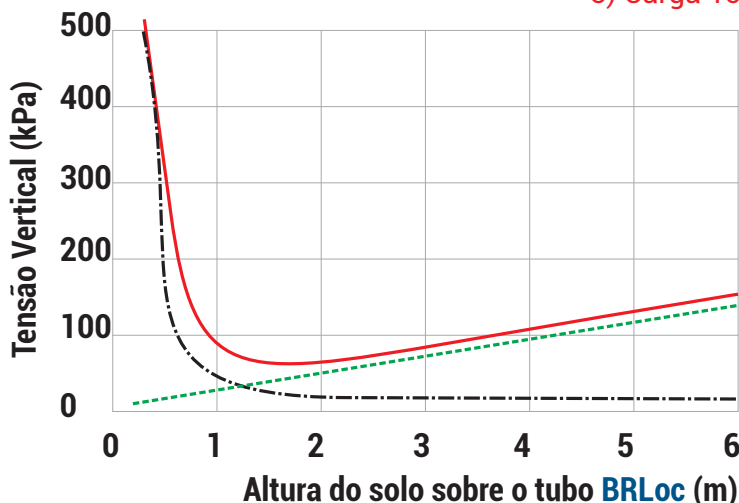
A carga pontual a ser considerada no projeto deverá ser correspondente à(s) roda(s) do semieixo traseiro do veículo de maior peso trafegando na via.

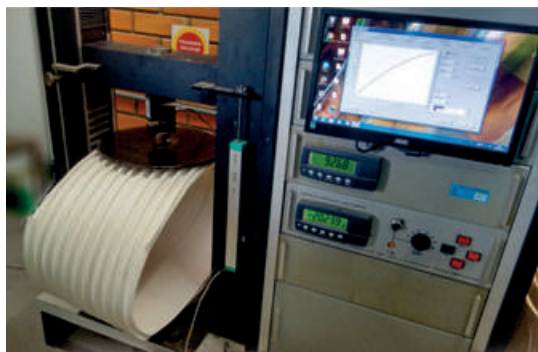
Faz-se necessário também entender que a legislação brasileira estabelece atualmente a **NBR 7188/2013** como os limites para as cargas de roda dos veículos trafegando em nossas estradas.

Pode-se verificar, desta forma, que a carga permanente cresce linearmente com a altura de recobrimento de terra sobre a tubulação (H) ao passo que a carga accidental decresce quadraticamente com esta altura. Sendo assim, a carga total atuante sobre a geratriz superior da tubulação assumirá valores mínimos para profundidades da ordem de 1,50 m, como pode ser observado no gráfico abaixo.

- 1) Carga Móvel
- 2) Carga Permanente
- 3) Carga Total

Figura 09 - Gráfico de tensão x altura de reaterro





Verificação da deformação diametral

A deformação diametral em tubulações flexíveis enterradas tem sido tradicionalmente calculada pela fórmula de Spangler, modificada por Watkins, que passou a ser denominada como fórmula de Iowa-modificada:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{K(p+q)}{8.R_A + 0,061.E'}$$

onde

Δy = deformação diametral (m)

D = diâmetro da tubulação (m)

k = constante de assentamento (adimensional)

p = carga permanente (N/m²)

q = carga móvel (N/m²)

R = rigidez anular da tubulação (N/m²)

E' = módulo de reação do solo de envolvimento (Pa)

A deformação diametral relativa $\frac{\Delta y}{D}$, obtida pela fórmula de Iowa-modificada, deve ser inferior à deformação máxima admitida, normalmente de 7,5%. Lembramos que este valor limite advém da deformação diametral a partir da qual ocorre antes da reversão de curvatura da tubulação, ainda no regime elástico, a saber, até 30% de deformação, dividida por um coeficiente de segurança igual a 4.

$$R_A = \frac{J.E_L}{D^3}$$

Onde

E_L = Módulo Elástico do PVC = 2,95 Gpa

J = Momento de inércia do perfil do tubo

D = Diâmetro do tubo

Módulo Reativo do Solo E'

O Módulo Reativo do Solo E' é o parâmetro mais importante no cálculo da deformação diametral e deve ser adotado em função do tipo de solo escolhido e do seu grau de compactação.

Existem combinações de diversos tipos de perfis de PVC com perfis de aço que possibilitam atender diversas classes de rigidez. Para um mesmo diâmetro os ensaios de rigidez são executados conforme norma **ISO 9969** prescrita na norma **NBR ISO 21138**.

A tabela abaixo - baseada em resultados obtidos pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Sistema Unificado de Classificação de Solos - USCS) - fornece o valor do Módulo Reativo do Solo de acordo com a condição de compactação do material ao redor do tubo para os tipos de solo recomendados.

Tabela 4 - Sistema Universal de Classificação do Solo (SUCS)

E'(MPa)					
Tipo de Solo	Classificação USCS	Exemplo	Compactação boa G > 90%	Compactação moderada 80% < GC < 90%	Sem compactação
Material Granular sem finos (menos de 12%)	GW GP SW SP	Brita graduada, Bica corrida, Areia bem graduada, Areia Pura	14	7	1.4
Material granular com finos (entre 12 e 25%)	GM GC SM SC	Pedregulho argiloso, Pedregulho arenoso areia argilosa, Areia Soltosa, Solo-brita	7	2.8	0.7

GC = Grau de compactação (Proctor Normal)

Algumas recomendações essenciais para o transporte, armazenamento dos tubos e bobinas.

Transporte

Sempre que os tubos forem transportados de um local para outro, as seguintes recomendações devem ser observadas:

- Devem ser utilizados veículos com carroceria plana e isenta de pregos e pontas de madeira ou metálicas capazes de danificar a tubulação.
- Amarrar adequadamente a tubulação, mantendo-a firmemente fixada na carroceria.
- Em caminhões com grade lateral baixa ou sem nenhuma grade utilizar caibros (5.0x10.0 cm com comprimento de 2,80m em madeira de eucalipto) verticais devidamente encaixados na carroceria amarrando a tubulação (fueiros).
- É possível introduzir os tubos uns dentro dos outros (embutir), otimizando, assim, o transporte.
- Os tubos podem ser carregados/descarregados manualmente ou com equipamentos mecânicos. No caso da utilização de equipamentos, os tubos deverão ser suspensos por cordas (para diâmetros menores) ou, preferencialmente, cintas de lona instaladas em dois pontos de apoio, se evitando, assim, danos à tubulação.
- É importante que o manuseio seja feito de forma cuidadosa para evitar danos na tubulação, com especial cuidado quanto às extremidades, pois são pontos mais vulneráveis.

Os tubos BRLOC nunca devem ser jogados do alto da carroceria do caminhão para o solo. É recomendado que a descarga seja feita com cuidado.

g) Para o caso de transporte de bobinas contendo os perfis de PVC, estas devem ser transportadas na posição vertical - preferencialmente em caminhões abertos - amarradas adequadamente de forma a se evitar deslocamentos da carga.

h) A carga/descarga das bobinas deve ser feita com equipamentos mecânicos adequados, evitando, desta forma, deformações tanto no carretel quando no perfil.

Armazenagem

Quando os tubos ou bobinas ficarem estocados por longos períodos não devem permanecer expostos às intempéries. Com esse cuidado evitar-se-ão possíveis deformações e alterações no produto. Para tanto, devem ser observadas as seguintes recomendações:

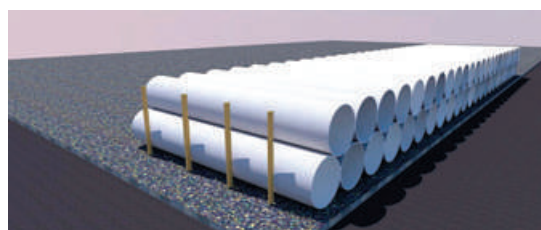
- O local para estocagem deve ser plano, com declividade mínima, limpo, livre de pedras ou objetos salientes que possam danificar a tubulação;
- Podem ser empilhados na forma de pirâmides ou fogueiras.
- Devem ser providenciados caibros verticais de madeira para apoio lateral visando, sobretudo, a proteção contra possíveis ventanias que facilmente podem deslocar a tubulação.
- As pilhas não devem ultrapassar a altura de 1,80 m.
- Por medida de segurança, é necessário calçar bem os tubos para evitar deslocamentos, sobretudo os de grandes diâmetros, sujeitos a ação de ventos.

Para bobinas

- Armazenar as bobinas em local plano, limpo, livre de pedras ou objetos salientes que possam danificar o carretel ou o perfil.
- Estocar sempre na posição vertical.
- Calçar os carretéis de tal forma a se evitar o movimento dos mesmos.

Manuseio

Os tubos BRLOC, face a sua leveza, apresentam grande facilidade de manuseio, especialmente quando comparados a outros materiais. Entretanto, abusos no trato dos mesmos poderão torná-los inadequados para uma utilização normal. As extremidades dos tubos são suas partes mais sensíveis. Por isso, se deve evitar a ocorrência de impactos, atritos e contatos com corpos que possam prejudica-los, tais como: pedras grandes, objetos metálicos e arestas vivas de um modo geral.





Para deslocamento vertical do tubo pode-se utilizar também dispositivos apresentados nas fotos ao lado, onde o tubo é envolvido por uma corda ou cinta, deslizando sobre caibros de madeira.

Os tubos não devem ser jogados ou arrastados no chão. Ao se utilizar equipamentos mecânicos para movimentar a tubulação, a mesma deverá ser suspensa por cintas em 2 pontos de apoio, evitando, assim, possibilidade de dano (corte dos tubos).



INSTALAÇÃO DOS TUBOS

ESCAVAÇÃO DA VALA

Para os tubos PVC ESTRUTURADOS HELICOIDAL, é recomendado como largura mínima de vala o maior dos dois valores descritos ao lado.

Largura Mínima da Vala

$$L \geq 1,25 DE + 0,30 \text{ (m)}$$

ou

$$L \geq DE + 0,40 \text{ (m)}$$

L = largura mínima de vala (m)

DE = Diâmetro externo do tubo

A largura da vala será definida em função do diâmetro dos tubos adotados no projeto hidráulico; pelas especificações exigidas pelos órgãos cessionários responsáveis; pelos equipamentos disponíveis (por exemplo, largura da placa dos equipamentos de compactação); pela profundidade da vala, e, se necessário, pelo tipo de escoramento adotado.

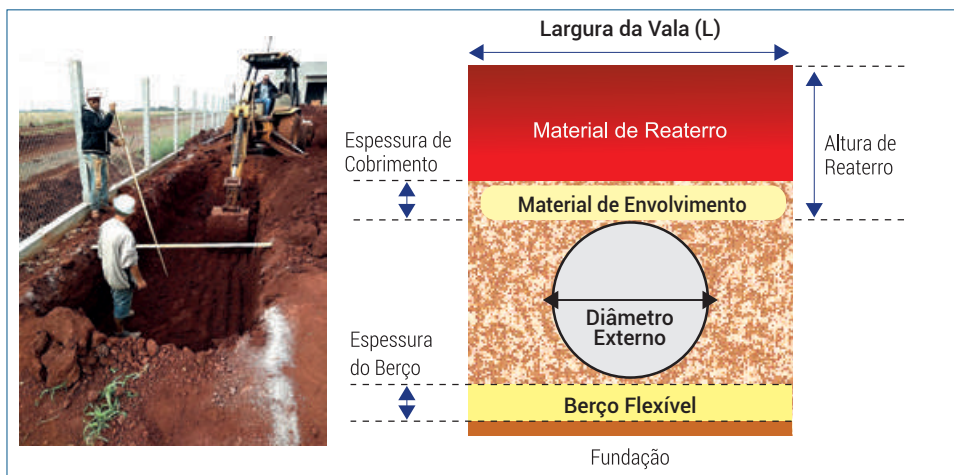


Figura 10 - Envoltória do tubo

Em condições de solos com bom suporte de sustentação

DIMENSÕES MÍNIMAS PARA SEÇÃO TRANSVERSAL

Espessura de cobertura: 15,0 cm (para todos os diâmetros)

Espessura do berço: de 7,0 a 20,0 cm (varia em função dos diâmetros)

Alturas mínimas e máximas possíveis para o reaterro (recobrimento) sobre os tubos: Vide tabela página 12

Observações:

Recomendamos que seja utilizada uma galga (sarrafo de madeira cortado na largura correta da vala) a ser introduzida ao longo da vala para verificar se a largura da mesma está correta.

Verificar a largura da placa do equipamento de compactação (sapo mecânico, placa vibratória etc.). Caso a largura da mesma seja maior, será necessário utilizar esse parâmetro na largura da vala. Porém, se for utilizada areia limpa, submetida a adensamento hidráulico, é possível manter a largura mínima de vala.

SOLOS PARA ENVOLVIMENTO DOS TUBOS

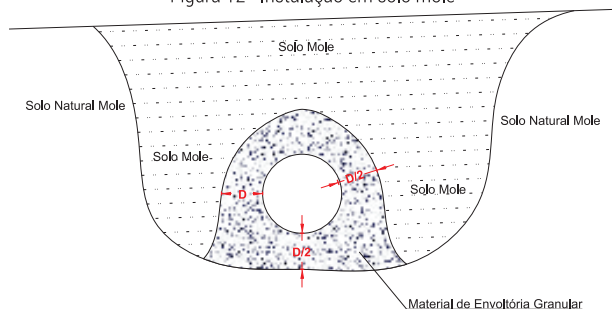
O solo que envolverá todo o tubo (envoltória) não deverá ser expansível, pois quando sujeito à umidade excessiva (saturado) provinda de água de chuva, lençol freático ou eventuais inundações, este solo pode se expandir, perdendo a sua compactação, o que poderia acarretar eventual deformação no tubo quando sujeito a carregamentos.

Portanto, é recomendada a utilização de solos granulares (areia, pó de brita, brita, seixo rolado etc.), porque estes materiais não são expansíveis.

EM CONDIÇÕES DE SOLOS MOLES:

O material ao redor de todo o perímetro do tubo – a envoltória –, deverá ter largura mínima equivalente à metade do diâmetro do tubo e, necessariamente, ser granular (areia, pó de brita, brita etc.).

Figura 12 - Instalação em solo mole



O projeto hidráulico é que definirá a profundidade da vala. No entanto, outro fator que é decisivo são as alturas máximas e mínimas de reaterro permitidas para cada tipo de tubos. Isso se dá em função dos seus diâmetros, tipo de solo para envoltórios dos tubos, grau de compactação e também pelas cargas atuantes. Caso a profundidade de assentamento do tubo não atinja o recobrimento adequado, se deve prever proteção das tubulações por meio de laje de dissipação, envelopamento em concreto ou material granular de elevado módulo reativo do solo. Este último pode ser representado por brita, pó de pedra, cascalho, solo cimento. Em casos de grandes reaterros - que estejam acima da capacidade dos tubos - deve-se utilizar sistemas de dissipação de cargas tais como, envelopamento ou geogrelhas.

A profundidade máxima da vala também deverá garantir que a altura de reaterro, a partir da geratriz superior do tubo, não ultrapasse os limites máximos admissíveis. Isto, considerando os estados limites (deformação diametral excessiva, esmagamento da parede, flambagem da parede e deformação da parede).

Segue abaixo tabela dos recobrimentos mínimos e máximos admissíveis levando-se em conta os estados limites (deformação diametral excessiva, esmagamento da parede, flambagem da parede e deformação da parede) para os diversos tipos de solo de envoltórios, com coeficiente $K=0,1$ e peso específico do solo de 19.000 N/m^3 de acordo com a NBR 7188/2013 ($CIV=1,35$; $CNF=1,05$ e $CIK=1,25$).

A profundidade mínima da vala em cada seção transversal deverá garantir a existência de um recobrimento mínimo a partir da geratriz superior do tubo. Este recobrimento dependerá da existência ou não de tráfego, da rigidez do tubo e do material de envolvimento (envoltória).

Tabela 05 - Altura de recobrimento sobre a geratriz superior do tubo em função do módulo de resistência do solo

DIÂMETRO	ALTURA DE RECOBRIMENTO (M)			
	$E'=1,4 \text{ Mpa}$		$E'=7,0 \text{ Mpa}$	
	Min	Max	Reaterro mínimo	Reaterro máximo
200	NR	NR	0,50	10,0
300	NR	NR	0,50	10,0
400	NR	NR	0,60	10,0
500	NR	NR	0,60	10,0
600	NR	NR	0,60	10,0
700	NR	NR	0,70	10,0
800	NR	NR	0,70	8,00
900	NR	NR	0,80	8,00
1000	NR	NR	0,80	8,00
1100	NR	NR	0,80	8,00
1200	NR	NR	0,80	8,00
1500	NR	NR	0,90	8,00
1800	NR	NR	0,90	7,00
2000	NR	NR	1,00	7,00
2500	NR	NR	1,20	5,25
3000	NR	NR	1,30	3,70

OBS.: $E'=7,0 \text{ Mpa}$ atinge-se com: material granular sem finos (menos 12%) e compactação moderada $80\% < GC < 90\%$

OBS.: Para a outros valores de E' (Módulo reativo do solo) consultar a ACQUE ENGENHARIA.

OBS.: A altura de recobrimento é considerada da geratriz superior até a roda do veículo (incluindo pavimento acabado).

NR: Não recomendado (E' considerada sem compactação)



REDES MULTIPLAS (Mais de um tubo)

Em redes com mais de um tubo (duplos, triplos ou mais) não se pode deixar um tubo encostado no outro. É indispensável o preenchimento de solo entre eles, cuja distância mínima entre tubos será a metade do diâmetro do tubo. Por exemplo, no caso de tubos de $1,0 \text{ m}$, a distância entre eles deverá ser, no mínimo, de 50 cm . No entanto, para os grandes diâmetros (maiores que $1,80 \text{ m}$) isso não se aplica, a distância entre os tubos deverá ser um $1,0 \text{ m}$. Não é recomendável espaçamento menor que $1,0 \text{ m}$ e nem há necessidade de ser acima disso, para grandes diâmetros.

TRAFEGO RODOVIÁRIO

Para as obras rodoviárias recomendamos valor para recobrimento dos tubos no mínimo de $1,0 \text{ m}$, eliminando, desta forma qualquer possibilidade de eventual deformação diametral no momento de tráfego pesado.



Escoramento

No caso de solos instáveis, quando necessário serão realizados escoramentos para conter as paredes laterais da vala. Já nos casos de deslocamentos horizontais do solo próximos à base da vala, se orienta a técnica de retirar o escoramento à medida em que for sendo realizado o reaterro compactado na vala.

Rebaixamento de lençol

Nas situações em que a vala atinja o lençol freático, as técnicas usuais de esgotamento ou rebaixamento do nível do lençol deverão ser aplicadas.



Fundação e berço

Os tubos **BRLOC** necessitam ser apoiados em berço flexível (solos granulares), em camadas de 7,0 cm a 20,0 cm dependendo do diâmetro. Não é recomendado apoiá-los diretamente em superfícies rígidas como concreto ou rocha. O fundo da vala deve ser regular e uniforme. Nesse sentido, deve obedecer a declividade prevista no projeto, isento de saliências e reentrâncias. Já as eventuais reentrâncias devem ser preenchidas com material adequado e convenientemente compactado, de modo a se obter as mesmas condições de suporte do fundo da vala normal. O fundo da vala deve apresentar resistência suficiente para suportar as solicitações de projeto sem recalque excessivo ou diferencial. Por conta disso, solos muito moles ou expansivos, solos orgânicos ou saturados são inadequados para essa finalidade e requerem, portanto, sua substituição com camada de rocha, brita ou cascalho de 70 cm a no mínimo 15 cm - conforme as características do solo - e compactados adequadamente.

Para areias ou materiais granulares finos de granulometria uniforme poderá ser realizado adensamento hidráulico (*Ver tabela 4 da página 9). Já o grau de compactação relativa deve ser maior ou igual a 70% do ensaio de referência obtido em laboratório.

Para os casos de compactação convencional (Ensaio Proctor Normal entre 80% GC 90%), o desvio de umidade ótima deverá estar em torno de 10% da umidade ótima obtida no ensaio adotado como referência para o controle tecnológico.



Lançamento dos tubos na vala

A descida dos tubos até o fundo da vala pode ser efetuada manualmente ou com auxílio de cordas, cintas ou vigas de madeira inclinada. Isso permitirá a formação de rampas por onde os tubos poderão ser rolados lentamente. Em todos os casos deve-se observar os cuidados para não danificá-los, sobretudo no que se refere às luvas.

Ao utilizar equipamentos mecânicos para descer a tubulação, a mesma deverá ser suspensa por cordas ou cintas, amarradas a mais de um ponto de apoio. Com relação ao assentamento dos tubos deve-se lembrar que eles têm de ficar centralizados dentro da vala.

É importante descarregar o material de envolvimento com a concha do equipamento próxima a geratriz superior do tubo e quantidades adequadas do solo, de modo a não danificar a tubulação. E realizar nas duas laterais, simultaneamente, o espalhamento deste em camadas de 30 cm, atentando para o preenchimento sob o tubo (evitando vazios na parte inferior do tubo).



Ressaltamos que este envolvimento com material granular se limita a 15,0 cm acima do tubo (geratriz superior), o restante do reaterro poderá ser completado com solo da vala.

É indispensável a utilização de dispositivos nas extremidades da tubulação (jusante), como alas ou bocas (vide imagem ao lado), seja em concreto, gabiões, sacos com areia ou solo/cimento ou outros materiais adequados, pois são necessários para evitar que o solo ao redor dos tubos seja escoado pela chuva. Caso o solo de envolvimento (responsável por absorver as tensões) dos tubos seja retirado corre-se o risco de danificar a tubulação e, eventualmente, comprometer o sistema de drenagem.



Compactação do material de envolvimento (Envoltória)

É indispensável e fundamental a compactação do solo de envolvimento do tubo, que pode ser feita por equipamentos mecânicos (sapo mecânico, placa vibratória), soquetes manuais ou hidraulicamente, dependendo do tipo de material.

Esse processo deverá ser em camadas de até 30,0 cm, aplicadas dos dois lados da tubulação, simultaneamente, de modo a evitar o seu deslocamento durante a operação. Atentar para o preenchimento na parte inferior do tubo (no primeiro terço do diâmetro), evitando, assim, vazios sob a tubulação.

Em seguida, se inicia a compactação (ou adensamento hidráulico) até atingir o grau necessário (80% GC 90%).

A última camada – 15,0 cm acima da geratriz superior da tubulação – se faz necessário proceder a compactação mecânica somente na região compreendida entre o plano vertical tangente à tubulação e à parede da vala. É imprescindível lembrar que a região diretamente acima da tubulação deve ser compactada manualmente (soquetes, sapos mecânicos) em espessuras de camadas inferiores a 60,0 cm. A partir daí pode-se usar os equipamentos pesados de compactação. Isso, para evitar deformações nos tubos. Contudo, também não se pode esquecer de que o procedimento vale para diâmetros abaixo de 1200 mm, pois acima deste diâmetro a camada de solo deverá ser de 80 cm a 100 cm. Se houver escoramento na vala, este deve ser retirado progressivamente, preenchendo todos os espaços vazios.

Para utilização na envoltória de areia limpa (até 12% de finos) ou pó de pedra, recomenda-se o adensamento hidráulico complementado pela utilização de vibradores de imersão. Para o demais materiais de envolvimento, utilizar soquetes manuais (para os pequenos diâmetros) e/ou equipamentos mecânicos.

Em qualquer caso, o material de envoltória não poderá ser lançado em uma única camada ou em espessura superior à recomendada.

O controle do grau de compactação deverá ser realizado para garantir que sejam atingidos os valores de E' (módulo de reação do solo - conforme página 11) previstos no projeto.



ALAS (Bocas): Nas extremidades das tubulações é indispensável a instalação de alas, seja em concreto ou outro material.





Montagem das luvas de acoplamento

A união entre dois tubos **BRLOC** é efetuada através de uma luva (perfil de emenda - Figura 2 - página 06) adequada conforme a bitola da tubulação e soldada quimicamente a frio aos dois tubos através de adesivo específico fornecido pela ACQUE ENGENHARIA, promovendo o perfeito acoplamento entre tubos. Para facilitar a montagem, os tubos são fornecidos com a luva já acoplada a suas extremidades ou, quando os mesmos forem produzidos no canteiro de obras, ela será instalada nos tubos recém fabricados. Normalmente, após descer os tubos na vala, é realizada a união entre eles. No entanto, é possível acoplar vários tubos na lateral da vala e depois efetuar o lançamento.



No acoplamento entre os tubos faz-se importante observar as seguintes recomendações:

- Limpar cuidadosamente com pano limpo e seco as superfícies a serem soldadas, tanto do tubo como da luva. As superfícies onde serão aplicados os adesivos deverão estar sem umidade e impurezas.
- Aplicar adesivo nas extremidades internas da tubulação, utilizando pincel. Usar exclusivamente adesivo fornecido pela ACQUE. Observando que o pincel, após sua utilização, ficará rígido e, para voltar a sua condição de uso, basta imergi-lo no mesmo adesivo.
- Iniciar o processo de acoplamento entre os tubos, pela parte inferior, empurrando cuidadosamente o tubo e ao mesmo tempo promovendo o encaixe da luva de acoplamento progressivamente nas laterais (através de um instrumento como chave de fenda ou barra de ferro chato) até encaixar 1,00 cm ao longo de toda a luva, prosseguindo esse acoplamento até a parte superior da tubulação. Após isto aplicar uniformemente o adesivo em toda a superfície restante da luva.
- Empurrar o tubo om a luva até completar o acoplamento entre os mesmos. É importante também verificar se o encaixe foi realizado até o final e se não existem folgas na luva de acoplamento. No caso de eventuais folgas, as mesmas devem ser preenchidas pelo mesmo adesivo.

OBS.: Esse sistema de acoplamento é utilizado em tubos de até 1200 mm de diâmetro.



Para os tubos de PVC de grandes diâmetros BRLoc:

- Limpar cuidadosamente com pano limpo e seco as superfícies a serem soldadas tanto do tubo quanto da luva. Também se faz importante lembrar que as superfícies onde serão aplicadas o adesivo deverão estar sem umidade e impurezas.
- Passar adesivo nas extremidades internas da tubulação e na superfície externa da luva, utilizando pincel. Usar exclusivamente adesivo fornecido pela ACQUE.
- Instalar a luva por dentro dos tubos, de forma a pressioná-la entre as duas extremidades dos mesmos, tomando cuidado para que o ressalto externo da luva se posicione no espaço entre os tubos. Depois, rebité-los (ou utilizar parafusos autobrocantes), com espaçamento de pelos menos 30,0 cm, de maneira alternada em cada extremidade.

Processo de instalação de luvas de acoplamento para grandes diâmetros



Fase 1: Instalação da luva
*Medir e cortar o comprimento da luva e testar.



Fase 2: Instalação da luva
*Aplicar adesivo na luva e no tubo.



Fase 3: Instalação da luva
*Iniciar posicionamento da luva.



Fase 4: Instalação da luva
*Posicionar com a curva na parte inferior e pressionar a luva.



Fase 5 final : Fixação com rebites
*Fixação adicional com rebites.

www.acque.com.br

Envolvimento do Tubo (Envoltória)

O solo de envolvimento, a envoltória, é parte fundamental no sistema Solo/Tubo, e é o principal responsável pela absorção das cargas estáticas (peso do solo de reaterro) e móveis (tráfego de equipamentos durante a execução da obra e tráfego de veículos posteriormente). Portanto, a escolha desse material de envolvimento em todo o perímetro do tubo de PVC **BRLOC**, deverá ser feita de maneira cuidadosa. Logo, é recomendado que este solo seja granular e bem graduado, como areia, brita graduada, ou outros solos naturais de classificação GW, GP, SE, SP, GM e SM (de acordo com o Sistema Unificado de Classificação de Solos). Solos muito finos ou de alta plasticidade (argilas) são considerados inadequados para o envolvimento de tubos flexíveis.

Salientando que só o material adequado não basta, sendo indispensável a devida compactação do mesmo

A natureza e o estado de compactação do material de envolvimento devem ser

Reaterro das Valas

Após o envolvimento da tubulação até 15 cm acima da geratriz superior do tubo, o restante da vala pode ser preenchido com o próprio solo da escavação até atingir o nível designado no projeto.

No caso desse reaterro ser realizado em camadas (em torno de 30,0 cm) compactadas, por exemplo para estradas, essa primeira camada de compactação deverá ser feita com equipamentos manuais (sapo mecânico, placa vibratória) para evitar danos à tubulação. A partir de se atingir um reaterro de 60 cm acima da geratriz superior do Tubo **BRLOC**, considerando o material de envolvimento (envoltória) devidamente compactado, pode-se utilizar os equipamentos pesados, para os grandes diâmetros essa altura de recobrimento deverá ser pelo menos de 1,0 m. Se houver necessidade de trânsito de equipamentos sobre a tubulação, quando esta ainda não estiver totalmente pronta com aterro mínimo necessário, é recomendado executar uma "lombada" com o solo de reaterro sobre a mesma, naturalmente com o devido recobrimento naquele ponto.



Flutuabilidade

Em locais onde o lençol freático atinge o Tubo **BRLOC**, ou eventualmente ocorrer uma inundação da vala (evitar que enxurradas atinjam as valas), o efeito da flutuabilidade é presente. Para evitar esse fenômeno, levantando a tubulação, com a perda do trabalho realizado, se deve garantir uma altura com o solo de **recobrimento no mínimo** de 46% do diâmetro do tubo, ou seja, de pelo menos **metade do seu diâmetro**.

$$H_{\min} = \frac{\pi \cdot D}{4j}$$

Onde

D = Diâmetro externo do tubo METROS

$\pi = 3.14$

J = Densidade do solo T/m³

H_{min} = Altura do recobrimento mínimo (m)



TESTE DE DEFORMAÇÃO DIAMETRAL

Decorridos 10 dias da finalização da instalação dos Tubos **BRLOC**, é recomendado que sejam realizadas medidas nos sentidos vertical e horizontal, em vários pontos da seção transversal da tubulação, para verificar as eventuais deformações diametrais. O limite de deformação será de 7,5% em relação ao diâmetro interno do tubo.

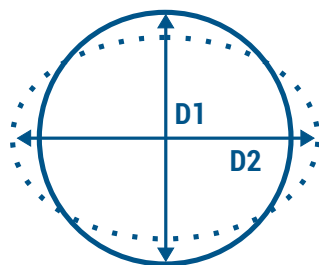


Figura 13- Medição da deformação diametral





Quando houver a necessidade de interligação dos Tubos BRLoc com outras tubulações, sejam providas das bocas de lobos (dispositivos de captação de águas pluviais superficiais) ou outras redes, ou, ainda, de outros materiais (concreto, metálica, termoplásticos, etc.), se faz necessário o uso de caixas de passagem.

A conexão dos tubos à caixa de passagem é realizada através da fixação da tubulação BRLoc nesta caixa, a qual pode ser de alvenaria, por meio de argamassa de cimento, ou no caso de ser de concreto, no próprio processo de concretagem da caixa. A disposição externa, corrugada dos perfis de PVC em "TEE", favorece muito a plena ancoragem e estanqueidade na ligação com as caixas.



No entanto, se os tubos a serem interligados à rede principal forem em PVC, em diâmetro menor e compatível é possível a ligação direta, eliminando as caixas de passagem. O processo de fixação poderá ser através de um Adesivo Selante BRLoc, fornecido exclusivamente pela ACQUE ENGENHARIA, ou com fibra de vidro.

CAIXAS DE PASSAGEM EM TUBOS de PVC BRLoc

Uma solução eficiente e de muito rápida execução é a utilização das caixas de passagem ou grandes poços de visita com os Tubos BRLoc, sendo estes dispostos na posição vertical, cujo fundo é de concreto, onde a caixa fica engastada. A tampa, também em concreto, deverá estar apoiada em uma base do mesmo material, sendo esta responsável pela absorção das tensões do tráfego. A interligação de várias redes à caixa é feita através de cortes circulares na mesma, de acordo com os diâmetros dos tubos de chegada (montante) e saída (jusante). O processo de fixação é realizado através de adesivo químico, o Adesivo Selante PVC BRLoc, fornecido exclusivamente pela ACQUE ENGENHARIA, promovendo uma perfeita ancoragem e estanqueidade nas ligações.



CONEXÕES DE PVC BRLoc

A ACQUE ENGENHARIA fornece, mediante consulta prévia, uma variada gama de conexões segmentadas nos diâmetros de 200 mm até 3,0 m. Produzidas a partir dos Tubos de PVC BRLoc, tais como: Joelhos, Curvas, Reduções, Junções, Inspeções etc.

1 – Cuidados durante a instalação dos tubos na aplicação de adesivos nas juntas (acoplamento)

- Na instalação do tubo e na execução das juntas, a região onde o adesivo será aplicado deverá estar isenta de umidade e sujeira;
- A lata ou tambor devem ser fechados imediatamente após o uso, por se tratar de um produto altamente volátil;
- Perdas dos solventes existentes no adesivo implicam na perda da adesão;
- Colocar em um recipiente auxiliar a quantidade de adesivo a ser aplicada naquela operação;
- Proteger o adesivo da chuva, pois este, em contato com água, gelifica;
- Proteger a lata do adesivo do sol, sobretudo quando da implantação na obra.

2 – Segurança

- Por se tratar de material inflamável, deve estar livre de faíscas e calor;
- É primordial trabalhar e armazenar em local ventilado;
- O operador deverá estar posicionado de forma a evitar que a circulação de r direcione os gases provenientes do adesivo em sua direção;
- Recomenda-se o uso de EPIs durante a aplicação;
- Deve-se evitar a ingestão, contato com a pele, olhos e inalação. Em caso de contato com a pele, se faz obrigatório lavar com água corrente em abundância e em caso de contato com os olhos, também deve-se lavá-los com água corrente e procurar um médico.



Tabela 06 - Diâmetros

Ø Diâmetro Nominal (mm)	Largura mínima da Vala (m)	Envoltória (m³/m)	Ø Diâmetro Externo (mm)	Peso do Tubo (kg/m)	Quantidade Tubos/Carga	Carga Carreta 12(m)	Cons. Adesivo Nas 2 Lados da Luva (Kg)	Volume Reservação (m³/m de tubo)
160	0,56	0,21	174	1,6	210	2520	0,161	0,020
200	0,60	0,24	214	1,6	147	1716	0,201	0,031
250	0,65	0,28	264	2,0	99	1296	0,211	0,049
300	0,70	0,31	314	4,1	63	756	0,261	0,071
350	0,75	0,35	376	4,7	48	600	0,438	0,096
375	0,75	0,37	401	5,0	50	600	0,509	0,110
400	0,80	0,39	426	5,5	35	420	0,580	0,126
450	0,86	0,44	476	7,0	28	360	0,650	0,159
500	0,93	0,50	534	7,7	22	240	0,721	0,196
550	0,99	0,55	584	8,5	18	240	0,792	0,238
600	1,05	0,61	634	9,3	15	144	0,862	0,283
650	1,11	0,67	684	10,0	12	168	0,933	0,332
700	1,18	0,73	734	15,6	11	132	1,004	0,385
750	1,24	0,80	784	16,7	10	108	1,074	0,442
800	1,30	0,86	838	17,8	9	108	1,145	0,503
850	1,36	0,93	888	18,9	8	96	1,216	0,567
900	1,43	1,00	938	31,5	6	72	1,487	0,636
950	1,48	1,11	988	33,2	6	72	1,568	0,709
1000	1,55	1,15	1038	35,0	5	60	1,650	0,785
1050	1,61	1,22	1088	36,7	5	60	1,732	0,866
1100	1,68	1,31	1138	38,5	4	48	1,813	0,950
1200	1,80	1,48	1238	41,9	4	48	1,895	1,131
1300	2,05	1,84	1338	55,2	2	36	2,058	1,327
1400	1,93	1,66	1438	59,4	2	24	2,222	1,539
1500	2,18	2,04	1574	70,9	2	24	2,385	1,767
1600	2,30	2,24	1674	75,6	1	12	2,548	2,011
1700	2,43	2,46	1774	80,3	1	12	2,712	2,270
1800	2,55	2,68	1874	85,0	1	12	2,875	2,545
1900	2,68	2,92	1974	89,8	1	12	3,039	2,835
2000	2,80	3,16	2074	94,5	1	12	3,202	3,142
2100	2,93	3,41	2174	99,2	1	12	3,365	3,464
2200	3,05	3,67	2274	103,9	1	12	3,529	3,801
2300	3,18	3,94	2374	108,7	1	12	3,692	4,155
2400	3,30	4,22	2474	113,4	1	12	3,855	4,524
2500	3,43	4,51	2574	121,9	1	12	4,019	4,909
2600	3,55	4,81	2674	126,8	1	12	4,182	5,309
2700	3,68	5,12	2774	131,7	1	12	4,345	5,726
2800	3,80	5,43	2874	175,2	1	12	4,509	6,158
2900	3,93	5,76	2974	181,5	1	12	4,672	6,605
3000	4,05	5,76	3074	187,8	1	12	4,836	7,069

Normas de Referência

Os tubos **BRLoc** série ISO são produzidos tomando os ensaios da **NBR ISO 21138** como base para definição das suas características físicas, químicas e mecânicas. Para tanto, foram implementadas parcerias com importantes laboratórios para o desenvolvimento e homologação destes produtos. Dentre eles, podemos citar **TECPAR** e **LACTEC** como alguns dos principais.

Foi necessário o desenvolvimento de equipamentos próprios para ensaios, pois não existem nos laboratórios brasileiros, o que demandou expressivos esforços técnicos e investimentos. Essa série de produtos traz mudanças consideráveis ao

produtos padrão. As diferenças mais perceptíveis ao cliente são, certamente, a espessura de contato e, principalmente, a classe de rigidez, a qual é de 4kPa para tubos **BRLoc** de até 500 mm de diâmetro e 2kPa para acima destes.



NORMAS SÉRIE PADRÃO	DESCRIÇÃO / PAÍS
DIN 16961 PARTES 01 E 02	Thermoplastics pipes and fittings with profiled outer and smooth inner surfaces - Germany
NPT-399.162 PARTES 01 E	Plásticos. Tubos y accesorios termoplásticos y termoplásticos reforzados con fleje metálico para drenaje
AASHTO M304	Polyvinyl Chloride (PVC) Profile Wall Drain Pipe & Fittings Based on Controlled Inside Diameter (AASHTO) - EUA
ASTM F794	Standard Specification for Polyvinyl Chloride (PVC) Ribbed Gravity Sewer Pipe and Fittings Based on Controlled Inside Diameter - ASTM -EUA
UNE 53994	Plásticos. Tubos y accesorios termoplásticos y termoplásticos reforzados con fleje metálico para drenaje enterrado en obras de edificación e ingeniería civil y drenaje agrícola. España
D-2321-11	Standard Practice for; Underground Installation of Thermoplastic Pipe for Sewers and Other Gravity-Flow Applications1 - EUA
EN 15346	Plastics – Recycled plastics – Characterisation of poly(vinyl chloride) (PVC) recyclates - Europe
D2412-11	Standard Test Method for Determination of External Loading Characteristics of Plastic Pipe by Parallel-Plate Loading. EUA
ISO 9969	Thermoplastics pipes – Determination of ring stiffness Europe
D 2564 – 04	Solvent Cements for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Piping Systems1 -EUA
D 2122	Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and FittingsD 2122 -EUA



CONTENÇÃO / RESERVAÇÃO



VENTILAÇÃO



GALERIAS MÚTIPLAS



SISTEMAS DE ADUÇÃO



CONEXÕES





www.acque.com.br

Com um perfil técnico embasado por uma vasta experiência, a Acque Engenharia está preparada para prestar todo suporte às empresas, órgãos públicos e projetistas no dimensionamento, nas especificações e nas instalações dos tubos de PVC **BRloc**.

ENTRE EM CONTATO COM A GENTE



FÁBRICA 1 - SANTA CATARINA

R. Antonio Jasper, 622
Bairro Porto Grande - CEP: 89.245-00
ARAQUARI



+55 47 4101-1111
+55 47 9 9964-2742



acque@acque.com.br



FÁBRICA 2 - NORDESTE - BAHIA

Av. Imbassay, 1.285, Galpão B e C
Distrito Industrial - CEP: 42.850-000
DIAS D'ÁVILA



+55 71 3505-6900
+55 71 9 8730-3087



contato@ne.acque.com.br





www.acque.com.br



FÁBRICA 1 - SANTA CATARINA
R. Antonio Jasper, 622
Bairro Porto Grande - CEP: 89.245-00
ARAQUARI



+55 47 4101-1111
+55 47 9 9964-2742



acque@acque.com.br



FÁBRICA 2 - NORDESTE - BAHIA
Av. Imbassay, 1.285, Galpão B e C
Distrito Industrial - CEP: 42.850-000
DIAS D'ÁVILA



+55 71 3505-6900
+55 71 9 8730-3087



contato@ne.acque.com.br



www.acque.com.br