



# Drenagem e Saneamento com Betão de Polímeros

Dipl.-Ing. Thomas D. Bloomfield, Lüneburg

**meyer**<sup>®</sup>

# Drenagem e Saneamento com Betão de Polímeros

Dipl.-Ing. Thomas D. Bloomfield\*, Lüneburg

**O comprovado comportamento mecânico e químico do betão de polímeros, tem sofrido um incremento de qualidade com o avanço das tecnologias de produção, tornando-se hoje numa excelente tubagem para utilização em aplicações genéricas de saneamento. A utilização deste material tem sofrido um aumentado exponencial. Mundialmente verifica-se a mesma tendência na aplicação deste novo produto.**

## Introdução

O betão de resina altamente preenchido por processos térmicos tem sido, há décadas, utilizado na indústria química, na engenharia de construção (fundação de máquinas), na construção de edifícios (produtos para fachadas, acessórios sanitários) e na engenharia electro-técnica, dadas as suas propriedades favoráveis especialmente a sua tenacidade, elasticidade como também a sua elevada resistência química. O material é também descrito como betão de polímeros ou mineral fundido e é basicamente constituído pelo agente de ligação: a resina de fabrico térmico e um larga proporção de inertes de enchimento.

O desenvolvimento de tubos em betão de polímeros data do início dos anos 60. O objectivo foi atingir um substancial aumento na resistência aos ataques químicos (do interior e exterior) e a cargas internas e externas que retraíram até então as vantagens económicas de tubos como elementos pré-fabricados<sup>(1)</sup>. Até 1969 cerca de 50.000 toneladas de tubo de betão de polímeros foram fabricados na Alemanha, nos diâmetros nominais DN 300 até DN 3500 utilizando resina poliéster ou resina epoxy como agente de ligação

em material standard ou pré-esforçado. Estes foram os materiais mais utilizados e testados em colectores de saneamento nas indústrias químicas, ao ponto de haver já nessa altura testemunhos à cerca da fiabilidade e robustez dessa nova tecnologia.

Apesar deste sucesso e das propriedades inegáveis deste produto, os tubos em betão de polímeros não foram permanentemente

aceites na data da sua introdução no mercado. A produção foi abandonada depois de algum tempo, ou por razões económicas ou devido à tecnologia de produção não ter atingido um factor de qualidade desejado.

Os processos de produção da tubagem e caixas de visita em betão de polímeros sofreram um fundamental avanço nos últimos dez anos, e é hoje uma alternativa económica a outros materiais resistentes à corrosão.

## O Material

Os tubos em betão de polímeros são constituídos até 90 % de material quartzítico seco em estufa, i.e. areias minerais e saibro com uma curva granulométrica entre 0 a 16 mm e com resina poliéster como elemento de ligação. Os tubos não têm na sua constituição nenhum tipo de cimento, mas sim resina poliéster a qual fornece a ligação entre os inertes logo após a cura, dando características adicionais de elasticidade, segurança contra fracturas e resistência à corrosão.

Os plásticos são compostos macromoleculares, i.e. moléculas maiores originadas por combinações de componentes moleculares básicos. A palavra "polímeros" (do Grego) significa "consiste em moléculas maiores". Sendo assim, os plásticos são denominados por materiais altamente polimerizados. O "betão de polímeros" distingue-se destes pela existência de inertes ligados por resina poliéster.

O Poliéster, vinylester ou resina epoxy são utilizadas como elementos de ligação por meios térmicos, de acordo com os requisitos necessários para uma resistência química do material.

Estes plásticos, denominados por plásticos duros, são totalmente curados depois de uma reacção química (polimerização ou poliadição) não podendo ser derretidos



1 Tubo em betão de polímeros DN 2000 à saída da fábrica



2 Instalação da tubagem DN 2000 em obra

\* Dipl. Ing. Thomas D. Bloomfield, director de vendas da Meyer Rohr + Schacht GmbH, Lüneburg - Alemanha.

novamente. Em oposto, os termoplásticos como os PVC e PE deformam-se e derretem mediante o efeito do calor. Este efeito é causado pela sua distinta estrutura molecular. Nos plásticos duros o espaçamento molecular surge durante o processo de cura i.e. são formados componentes químicos em três dimensões, ao contrário dos termoplásticos que são formados por uma cadeia molecular simples com uma estrutura desordenada, podendo pois desmoronar-se uma contra a outra. Além do mais, os plásticos duros não se tornam quebradiços a uma temperatura abaixo dos 0° Celsius.

## Fabricação

Os tubos em betão de polímeros têm vindo a ser fabricados por vários processos: por centrifugação, por rolamento centrífugo e por processos de vibração ambos com ou sem reforço. No processo de vibração, correntemente o mais utilizado, os materiais são misturados e preparados através de controlo informatizado sendo depois carregados em moldes verticais, constituídos por um centro e um molde exterior. Depois da compactação na mesa de vibração, os tubos realizam o processo de cura no molde. É removido da estrutura e finalizado o processo de cura no túnel de aquecimento. Os tubos circulares, ovais, secções especiais, caixas de visita, cones e outros componentes auxiliares podem ser fabricados todos pelo mesmo processo.

A peça de ligação dos tubos é fabricada, em resina poliéster reforçada com fibra de vidro, como um elemento auxiliar distinto e por enrolamento da mesma. No elastómetro, o duplo vedante e o anel de espaçamento é totalmente integrado com a união durante o processo de fabrico. Estas especificações preenchem a norma "Sealing rings in elastometers for pipe joints" (anéis de vedação em borracha para união de tubos) da norma DIN 4060.

## Propriedades

- resistência à compressão 100 a 120 N/mm<sup>2</sup>
- módulo de elasticidade 28000 N/mm<sup>2</sup>
- resistência à tracção 6 N/mm<sup>2</sup>
- resistência à tracção (flexão do anel) 16 N/mm<sup>2</sup>
- resistência à fadiga do anel 6 N/mm<sup>2</sup>
- resistência à abrasividade por 100 000 ciclos de carga (procedimento de Darmstadt) 0.2 mm
- rugosidade da parede 0.1 mm

Os tubos em betão polímero, com resina poliéster como componente aglutinante, são resistentes a ambientes fortemente agressivos e corrosivos como especificação da norma DIN 4030 ("very strongly corrosive and aggressive"). De acordo com este tipo de resina, a tubagem pode ser utilizada em ambientes com valores de pH entre 1 a 13.

A vantagem dos tubos em betão polímero baseia-se na alta resistência à corrosão dos caudais/ solos agressivos, nas capacidades mecânicas excepcionais, no seu relativo baixo peso, na baixa rugosidade e na alta resistência à abrasão.

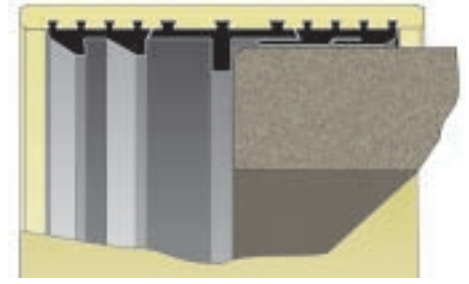
## Tubagem de Saneamento

A tubagem de saneamento em betão polímero de faces planas é fabricada com 3000 mm de comprimento e com diâmetros desde DN 300 até DN 2500 como fabricação standard. Não existe nenhuma subdivisão relativamente a dimensões de parede. Uma espessura de parede constante por comprimento nominal simplifica o armazenamento em stocks e cobre 85 % de todos os casos de instalação.

As recomendações para a base das valas fornecem ao projectista uma assistência inicial e indica o grau de segurança para as condições de terreno específicas. O "ATV Work sheet A 127 Guideline for Static Calculation of Drainage Channels and Pipes, 2<sup>nd</sup> edition 1988", descreve a base de cálculo e recomendações que foram verificadas por especialistas certificados. Se necessário, um detalhado cálculo estático pode ser obtido para as condições específicas de cada projecto.

A produção em moldes precisos de aço garante uma tolerância mínima e uma secção circular na totalidade do seu comprimento. A tubagem é encaixada através de uma união em resina poliéster reforçada com fibra de vidro e um elastómetro integrado, constituído por duplo vedante e anel de espaçamento. A união é colocada numa extremidade do tubo. Os tubos e uniões são absolutamente estanques quando testados a uma pressão que poderá ir até 2.4 bar. O elastómetro vedante ligado com a união, garante uma resistência química e longevidade equivalente à da tubagem. Um lubrificante comercial standard deverá ser utilizado para facilitar a união de duas tubagens.

A tubagem poderá ser também fornecida com ligações laterais de 45° e 90°.



3 União em resina poliéster reforçada com fibra de vidro

## Secções não-circulares

Secções ovais de betão polímero são também fabricadas com as dimensões inscritas na norma DIN 4263. Outras dimensões, como por exemplo a tipologia oval do "Sewer Construction Specification" (Especificações de construção em saneamento) da cidade de Hamburgo, distintas em diferentes classes, poderão também ser fornecidas.

As dimensões da tipologia oval são:

Largura/altura  
300/400 até 700/1050 mm  
Comprimento 2.5 m  
Espessura de parede  
40 até 80 mm

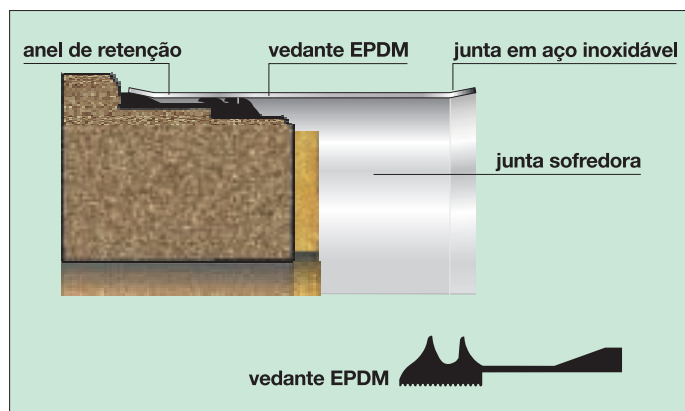
Largura/altura  
800/1200 até 1400/2100 mm  
Comprimento 2 m  
Espessura de parede 90 até 150 mm

A união é feita exactamente do mesmo modo, tal como na tubagem circular com resina poliéster reforçada com fibra de vidro e com um elastómetro firmemente integrado e vedante duplo. A sua simplicidade é equiparada à união de secção circular. Para facilitar o manuseamento e transporte, peças para ancoragem são fabricadas na base da secção oval.

A tipologia oval oferece uma ampla gama de vantagens. O comportamento hidráulico é superior à da secção circular quando se verificam flutuações no caudal associado ao alto volume em tempo húmido e baixo em tempo seco (ou dependente de uma flutuação acentuada e sazonal da população). Quando se verifica uma descarga em tempo seco, a menor secção da base promove uma maior velocidade do caudal, correspondente a uma força de arrastamento maior e uma diminuição acentuada de depósito na tubagem.



4 Tubo de betão de polímeros DN 1000 adequado à cravação



5 Junta do tubo de betão de polímeros DN 200-DN 700

**Tabela 1: gama e dimensão dos tubos de betão polímero para cravação**

Diâmetro interno mm	Diâmetro externo mm	Espessura de parede mm	Comprimento m	Força compressão admissível kN		Peso tubagem Kg/m
150	200	29	1	16	160	37,5
200	275	37,5	1	21	210	62
250	360	55	1 e 2	53	530	117
300	400	50	1 e 2	51	510	122
400	550	75	1 e 2	150	1500	249
500	660	80	2	190	1900	324
600	760	80	2	224	2240	380
700	860	80	2	240	2400	435
800	960	80	2	272	2720	490
900	1000	100	2	448	4480	700
1000	1184	92	2 e 3	414	4140	697/703
1200	1482	141	3	570	5700	1327
1400	1720	160	3	740	7400	1750
1600	1940	170	3	890	8900	2100

Quando se verifica um aumento acentuado de caudal, o nível da lama líquida sobe fornecendo a tubagem uma maior secção.

Outras vantagens ainda, relativamente à tubagem circular no que diz respeito à capacidade de transporte por largura repercutindo-se numa menor escavação quando instalado em vala-aberta. Numa secção oval verifica-se ainda uma maior facilidade na inspecção e limpeza.

## Tubos para Cravação/ Empurre

Os tubos para empurre em betão de polímeros têm uma espessura de parede que foi determinada a partir da experiência de adequação à força e fadiga do empurre. As suas dimensões estão já normalizadas. Quando calculadas as forças de compressão admissíveis está já assumido que o comportamento destas é excêntrico devido aos movimentos de direcção da máquina tuneladora. As dimensões e características nos diâmetros mais utilizados são descritas na tabela 1.

Em casos especiais poderão também ser fabricados com espessuras de parede maior para fazer face a uma força axial de empurre mais elevada.

A união destes tubos consiste num anel em poliéster reforçado com fibra de vidro ou em alternativa em aço inoxidável montado na parede do tubo com um anel em borracha microcelular expandida e uma secção de vedação de cada lado, firmemente unida com a parede do tubo. Uma junta soffredora em aglomerado de madeira é também instalada, com uma espessura de 10 a 25 mm, de acordo com o diâmetro do tubo, assegurando uma distribuição uniforme de cargas entre as extremidades de tubos adjacentes.

A secção interna de tubos de empurre não têm necessariamente de ser circular. Os tubos para cravação poderão ter formato interior oval, elíptico, exagonal ou outros. A tubagem é travada com dois veios, prevenindo o indesejável rolamento axial entre tubagens. A união entre tubos é semelhante à dos tubos standard. O processo de cravação é

assim livre de problemas, sendo apenas necessário assegurar que toda a tubagem não rola à medida que o processo de empurre decorre.

A elevada força de compressão admissível da tubagem em betão polímero, a suavidade da textura na superfície repercutida num baixo atrito, a flexibilidade do anel em poliéster reforçada com fibra de vidro, que se ajusta aos movimentos de correcção das máquinas de perfuração horizontal e consequente movimentos dos tubos a jusante, são vantagens para o uso de tubagem de betão polímero em processos de cravação/empurre.

Devido à suavidade e não absorção da superfície do betão polímero, as forças de empurre aumentam apenas ligeiramente mesmo após longos períodos de paragem (i.e. depois de uma semana).

São seguramente os "pequenos extra" que ditam o sucesso num trabalho. Para certos trabalhos e diâmetros é necessário a lubrificação da tubagem com bentonite durante o processo de cravação baixando o atrito da tubagem



6 Caixa de visita DN 1000 em betão de polímeros

relativamente ao terreno, sendo portanto fabricados tubos com tomadas adequadas para o efeito. Para trabalhos de perfuração horizontal mais longos, estações intermédias de empurre poderão ser fornecidas com as dimensões compatíveis com os tubos, nas quais serão instalados cilindros hidráulicos para o empurre suplementar. A parte da tubagem que interage com os diversos modelos de máquina de perfuração existentes no mercado é fabricado com especial cuidado e precisão.

## Caixas de Visita

A ideia básica na construção de caixas de visita em betão de polímeros foi o desenvolvimento de um sistema totalmente resistente à corrosão e totalmente estanque para a drenagem de águas residuais.

A filosofia será sempre de retirar o trabalho em obra e transferi-lo para a empresa de fabricação: as caixas de visita deverão ser facilmente transportáveis e capazes de ser instaladas constituindo uma única peça, devendo ser fornecida de acordo com

as especificações métricas do local. O objectivo tem sido largamente atingido através de métodos especiais de fabrico. Hoje em dia, caixas de visita com ligações complexas e com um variado tipo de configurações (de tubo, de configuração da base, canais e quedas internas ou externas) podem ser fornecidas para instalação, num curto período de tempo.

O sistema de caixas de visita é semelhante aos tubos no que toca ao material e desenho das paredes. A secção da base das caixas de visita é constituído por uma única peça. Todos os tipos de tubo com o correspondente encaixe poderão ser conectados às caixas. Esta secção é apenas perfurada e o encaixe apropriado é fortemente fixado no local.

A correlação entre os diâmetros das caixas de visita e as respectivas ligações é a seguir descrito de acordo com a norma DIN 4034:

Caixa de visita	ligações
DN 1000	até DN 500
DN 1200	até DN 800
DN 1500	até DN 1000

Quando se verificam ligações de diâmetros acima ao referido, as caixas de visita em betão polímero são fabricadas em lajes pré-fabricadas, as quais são montadas entre si no local de obra.

A soleira e canais das caixas de visita são fabricados com precisão e tamanho adequado e com revestimento em betão de polímero. A textura suave da superfície é particularmente benéfica à fluidez hidráulica. Meios de acesso, tais como escadas, degraus e outros produtos são instalados conforme especificação do cliente.

A caixa de visita é fornecida numa única peça, com todas as ligações e com a ligação tubo já executadas (comprimento máximo de 3 m). A peça poderá ser descida do camião para a vala através da grua do mesmo e encaixada no tubo já instalado na vala. Nos locais de grande profundidade de vala, a caixa de visita é dividida em módulos, os quais são acoplados em obra. Em instalações profundas onde as caixas de

visita DN 1200 e DN 1500 são usadas, a redução de custo pode ser obtida na redução parcial do poço até ao diâmetro DN 1000. A redução de diâmetro é normalmente executada de tal forma a permitir ainda o normal acesso humano. A base da caixa de visita é especialmente estudada para contrariar o impulso vertical no terreno. Na existência de níveis freáticos elevados, a base poderá ser ainda desenhada mais larga para contrariar o citado efeito.

## Ajuste de Comprimentos, Ligações Laterais

Os tubos e adaptações são fabricadas de acordo com as especificações de projecto, de tal modo que não será necessário ajustes ou alterações em obra. Se por algum acaso, uma mudança de traçado ocorre imprevisivelmente, é possível o ajuste no comprimento no local de obra.

O tubo pode ser encurtado usando uma lâmina abrasiva. Sabendo que o tubo tem o mesmo diâmetro exterior em toda a sua extensão, poderá ser unido à restante tubagem sem problemas após ser cortado e chanfrado.

As ligações laterais para habitações ou para drenagem nos diâmetros DN 150 ou DN 200 são executadas no local com ligações aprovadas para o efeito. Os furos na tubagem para instalação de derivações a 45° ou a 90° poderão ser executadas com uma máquina convencional de corte com coroa diamantada. Segundo as especificações "ATV work sheet A139" as ligações a 45° são apenas indicadas para diâmetros até DN 400. É pois aconselhável a ligação a 90° para todos os outros casos.

## Gama de Aplicação

Os tubos e caixas de visita em betão de polímeros são geralmente utilizados em saneamento e drenagem que operam em escoamento livre. Podem também ser utilizados em condutas sob pressão que poderá ir até a um funcionamento de PN 1.6 de acordo com os mínimos especificados para saneamento (ATV M 142).



7 Canal em caixa de visita DN 1000

## Limpeza e Manutenção

Nem sempre o cálculo das flutuação de caudais é possível e previsível. As condições de descarga podem variar e o caudal poderá não ser o suficiente para fazer o transporte do saneamento. Sendo assim, um trabalho de limpeza pode ser necessário. Hoje em dia, o trabalho de limpeza executa-se com máquinas de alta pressão. Será portanto cada vez mais importante considerar a fadiga dos materiais causada pela limpeza a altas pressões.

Novos testes foram executados<sup>(2)</sup> cujos resultados mostram uma correlação clara entre a resistência à abrasão e a capacidade de resistência à fadiga para os vários materiais, em situação de limpeza a altas pressões. As conclusões do relatório mostram que um conteúdo mais elevado

de inertes na parede do tubo aumentavam significativamente a resistência à limpeza por alta pressão.

Neste caso, os tubos de betão de polímeros apresentam uma alta resistência à abrasão e uma óptima resistência à lavagem por alta pressão garantida por uma uniforme e alta percentagem de materiais quartzíticos nas paredes dos tubos, nomeadamente em contacto com a parte interna.

## Especificações

A norma base DIN 54815 "Pipes and fittings in polymer concrete" (Tubos e acessório em betão polímero) está em preparação e compilada no grupo de trabalho 505.1 do "Plastic Engineering Standards Committee in DIN" (Comité de Especificações DIN da Engenharia de Plásticos).

As seguintes especificações têm de se verificar na fabricação dos tubos de betão de polímeros: reacção da resina com as propriedades do material moldado como descrito em DIN 16946, parte 2, pelo menos tipo 1130. Os agregados de quartzo como DIN 4226, parte 1, tabela 3 (máxima granulometria de 16 mm).

As seguintes especificações são verificáveis para os materiais de encaixe entre tubagem: fibra de vidro de acordo com DIN 61850-55 e resina não saturada como DIN 16946, parte 2, pelo menos tipo 1130. As normas do elastómetro vedante verificam a norma DIN 4060.

## Aprovação e Garantia de Qualidade

O selo de garantia PAI 3939 foi concedido para os tubos de betão de polímeros com as respectivas uniões poliéster reforçado com fibra de vidro, pelo "Institut für Bautechnik" (Instituto das Engenharias Estruturais) de Berlim.

Os tubos e respectivos componentes de acordo com estas especificações, podem ser utilizados em escoamento livre ou até uma pressão de PN 1.6 bar de acordo com a norma DIN 1986.

Os tubos são sujeitos a um regular e estreito controlo de qualidade por um organismo externo e consentido pelo Instituto de Testes de Materiais (MPA) da North Rhine Westphalia.

### Literatura:

[1] Müller, H. J.; Gleich, Dr. D.; Lamminger, M.: "Polybetonrohre", Herstellung und Anwendung", Beton und Stahlbetonbau, 64. Jahrgang Heft 5/1969. Verlag W. Ernst & Sohn.

[2] Steiner, H. R.: "Verhalten von Abwasserkanälen bei der Reinigung mit Hochdruckspülung" Vortrag, NO DIG 91 und 3. Internationaler Leitungsbau-Kongreß, Hamburg 31. 10. 1991.

**Meyer Rohr + Schacht GmbH**  
Otto-Brenner-Straße 5  
D-21337 LÜNEBURG/ALHEMANA  
Tel: +49 (4131) 953 - 0  
Fax: +49 (4131) 953 - 255  
eMail: [info@meyer-polycrete.com](mailto:info@meyer-polycrete.com)  
[www.meyer-polycrete.com](http://www.meyer-polycrete.com)