



2DREN
Tubo de Drenagem

MANUAL TÉCNICO

Capítulo 1 – Introdução

1. Tipos de Drenagem

Os sistemas de drenagem classificam-se tradicionalmente em **Drenagem Superficial** e **Drenagem Subterrânea**.

A **Drenagem Superficial** tem como objectivo remover o excesso de água da superfície do solo, enquanto que a **Drenagem Subterrânea** visa a remoção do excesso de água do perfil do solo.



2. Aplicações

A drenagem torna-se necessária em diferentes situações no âmbito civil, desportivo e agrícola, tais como:

- . Drenagem de muros de caves e de muros de contenção;
- . Drenagem de vias de comunicação;
- . Drenagem de redes ferroviárias;

- . Drenagem de canais;
- . Drenagem de campos desportivos;
- . Drenagem de campos agrícolas.

3. Conceitos Básicos

A conversão de precipitação em escoamento é um processo complexo e de difícil quantificação. Os principais factores que influenciam o regime de escoamento de uma dada bacia são os seguintes:

. **Características climáticas da bacia:**

- . Regime de precipitação da bacia: tipo de precipitação, forma de precipitação (chuva, granizo ou neve), intensidade, duração, distribuição no espaço e tempo, direcção predominante, etc.
- . Evapotranspiração: temperatura, vento, radiação solar, humidade atmosférica, humidade do solo, tipo de vegetação, etc.

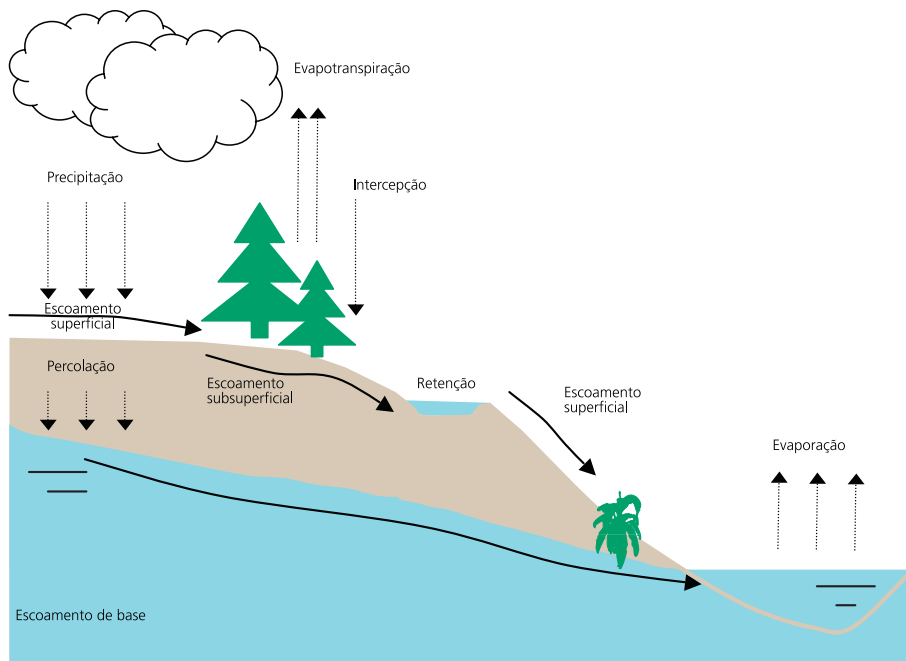
. **Características fisiográficas da bacia:** forma, dimensão, declive, orientação, tipos de solo, cobertura, utilização, etc.

. **Características da rede de drenagem:** dimensão, forma, declive, rugosidade, comprimento dos cursos de água, etc.

Durante uma precipitação, parte da água não chega a atingir o solo porque é interceptada pelas construções ou pela vegetação existente na bacia, processo denominado **intercepção**. A restante precipitação que atinge o solo, parte é retida nas depressões do solo que existem na bacia, fenómeno denominado **retenção**. Quer a água retida nas depressões quer a água interceptada pela vegetação e ou construções civis existentes na bacia, durante um processo de precipitação, está constantemente a ser renovada por outra água precipitada. Por isso esta água não é considerada para o escoamento superficial, dado que acaba por se evaporar ou por se infiltrar no solo.

A água que se infiltra no solo escoia subsuperficialmente, fenómeno denominado **escoamento subsuperficial**, através da camada de solo não saturada, ou então através de percolação atinge a camada saturada do solo onde vai reforçar as reservas subterrâneas de água. A água que escoia subsuperficialmente, fá-lo paralelamente à superfície do terreno e acaba por voltar à superfície do solo e integrar o escoamento superficial, ou por evaporar e voltar à atmosfera, fenómeno denominado **evapotranspiração**. A água que sofreu percolação, também pode voltar à superfície devido à subida do nível freático. O escoamento de água das zonas saturadas do solo denomina-se **escoamento de base** ou

subterrâneo. Na figura abaixo, apresentamos um esquema dos vários processos envolvidos na geração de um hidrograma de cheia.



Capítulo 2 – Considerações Gerais

1. Especificações de Produto

O sistema **2DREN** segue as especificações de produto, definidas pela Norma Espanhola Experimental UNE 53994 EX (Tubagens estruturadas para drenagem).

2. Campos de Aplicação

Devido às suas propriedades, o sistema **2DREN** pode ser aplicado em drenagem superficial e subterrânea de construções civis (drenagem de muros de contenção, vias de comunicação, redes ferroviárias, canais, etc.), áreas desportivas e drenagem agrícola.

3. Características

3.1. Matéria-prima

Os tubos e acessórios do sistema **2DREN** são fabricados com Polietileno (PE). As propriedades da matéria-prima utilizada no fabrico das tubagens corrugadas **2DREN** estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1. Propriedades da Matéria-prima Utilizada no Sistema **2DREN**

Característica	Valor		Unidade
	PEAD	PEBD	
Índice de Fluidez	$0,3 \leq IFM \leq 2,0$	0,3	g/10 min
Densidade Média	956	922	Kg/m ³
Temperatura Vicat	127	94	°C
Resistência à tracção no ponto de rotura	28	21	MPa
Alongamento no ponto de rotura	400	400	%
Módulo de flexão	1350	190	MPa

3.2. Aspecto e cor

O sistema **2DREN** está disponível em dois tipos diferentes, relativamente à estrutura da parede dos tubos:

. **Tipo C1:** tubos circulares de parede simples corrugada interior e exteriormente.

A secção longitudinal do perfil pode apreciar-se na Figura 1.

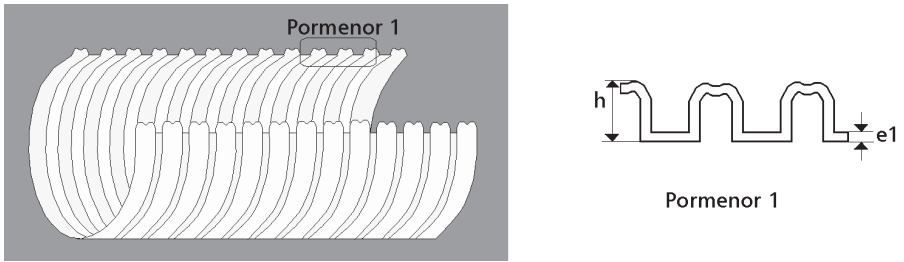


Figura 1. Perfil do tubo corrugado 2DREN de parede simples – tipo C1

. **Tipo C2:** tubos circulares de parede dupla corrugada exteriormente e lisa no seu interior. A secção longitudinal do perfil está representada na Figura 2.

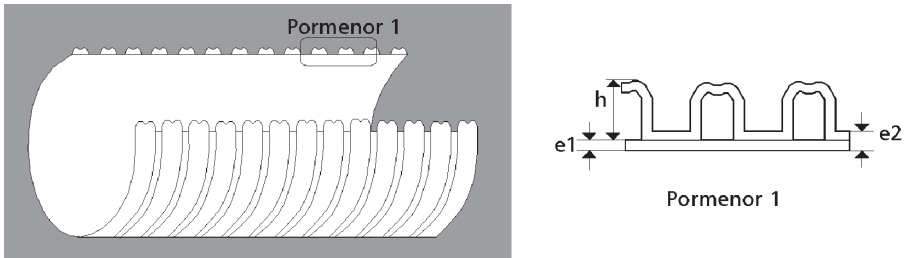


Figura 2. Perfil do tubo corrugado 2DREN de dupla parede – tipo C2

As superfícies das paredes, em qualquer um dos tipos, apresentam-se isentas de defeitos, tais como: bolhas, fissuras e inclusões, que possam afectar o bom funcionamento do sistema. A superfície exterior é de cor amarela e a interior de cor natural do polietileno.

Relativamente, à distribuição das perfurações, o sistema **2DREN** está disponível em dois tipos diferentes:

- . **Tipo TP:** tubos totalmente perfurados, com as perfurações uniformemente distribuídas em todo o perímetro da secção transversal; ver Figura 3.
- . **Tipo SP:** tubos semiperfurados, com as perfurações distribuídas uniformemente em arcos de 240°; ver Figura 3.

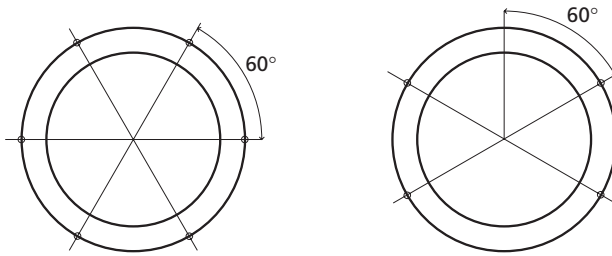


Figura 3. Detalhe dos sistemas de distribuição das perfurações

Para cada tipo de tubagem de drenagem, definem-se ainda as seguintes séries em função do seu uso:

- . **Drenagem Normal (Série ND):** só para condições de enterramento entre 0,8 e 2,5 m (medidos desde a superfície do terreno até à geratriz superior do tubo) sem cargas de tráfego.
- . **Drenagem Especial (Série ED):** para utilizar em situações em as cargas superem os requisitos da drenagem normal. (Rigidez circunferencial e resistência ao impacto superior à série ND).

Na tabela 2, apresentam-se as séries disponíveis no sistema **2DREN**:

Tabela 2. Aplicações, Tipos e Séries de Tubos do Sistema **2DREN**

Aplicação	Tipo de tubo – circular	
	C1	C2
Drenagem Normal	C1ND	-----
Drenagem Especial	-----	C2ED

O Sistema **2DREN** tipo C1 está também disponível com manta geotêxtil incorporada.

As características da manta geotêxtil incorporada no sistema **2DREN** tipo C1 estão



Figura 4. Tubo **2DREN** com Manta Geotêxtil

expressas na Tabela 4.

Tabela 3. Características da Manta Geotêxtil no Sistema **2DREN**

Característica	Norma de Referência	Unidade	Resultado Médio
Peso	ISO965	g/m ²	130 a 135
Espessura	ISO964-1	mm	2.1
Resistência à Tracção	ISO10139	KN/m	>7
Alongamento na Rotura	ISO10139	%	>70
Resistência ao Rasgamento	ASTM D-4533	N	>200
Abertura de Filtração	ISO12956	µm	150
Transmissividade	ISO12958	m ² /s	51

3.3. Sistema de União

Os tubos terminam em ambos os extremos com o corrugado exterior na zona do vale. A ligação é feita mediante a utilização de uma união, em PEAD. As uniões, disponíveis em todos os diâmetros, apresentam nas duas extremidades bocas com a superfície interior lisa. Na tabela 4, apresentam-se as características geométricas das uniões, em função do diâmetro nominal.

Tabela 4. Características Geométricas das Uniões do Sistema **2DREN**

Diâmetro Nominal DN	Diâmetro Interior Médio (mm)	Comprimento (mm)
50	51	91
80	82	125
100	101	160
125	128	204
160	162	240
200	201	290

3.4. Características Geométricas

Nas Tabelas 5 e 6 apresentam-se as características geométricas dos tubos do sistema **2DREN** de parede simples e parede dupla, respectivamente, em função do diâmetro nominal, de acordo com a Norma UNE 53994 EX.

Tabela 5. Características Geométricas dos Tubos de Parede Simples **2DREN (C1)**

Diâmetro Nominal DN	Diâmetro Exterior d_e (mm)	Tolerância do Diâmetro Exterior (mm)	Diâmetro Interior Mínimo (mm)
TP			
50	50	± 3	41
80	80	± 4	69
100	100	± 4	88
125	125	± 4	105
160	160	± 5	134
200	200	± 5	167

Tabela 6. Características Geométricas dos Tubos de Parede Dupla **2DREN (C2)**

Diâmetro Nominal DN		Diâmetro Exterior d_e (mm)	Diâmetro Interior Médio (mm)	Tolerância do Diâmetro Interior (mm)
SP	TP			
100	100	100	90	± 5
125	125	125	105	± 5
160	160	160	134	± 5
200	200	200	167	± 7

3.5. Características Físicas e Mecânicas

Os tubos devem apresentar as características expressas na Tabela 7, segundo a norma UNE 53994 EX.

Tabela 7. Características Geométricas dos Tubos Corrugados do Sistema **2DREN**

Característica	Requerimentos	Parâmetros do Teste		Norma
		Característica	Valor	
Resistência ao choque	Em 5 amostras nenhuma deve partir	Temperatura: Meio de condicionamento: Tipo de percutor: Massa do percutor: Altura da queda: Energia:	(0 ± 1) °C ar d90 0,8 kg 1,8 m 14 J	UNE-EN 1411
Rigidez anelar	≥ 2 kN/m ² para Drenagem Normal ≥ 4 kN/m ² para Drenagem Especial	De acordo com a norma EN ISO 9969		EN ISO 9969
Superfície de infiltração/captação	≥ 18 cm ² /m	De acordo com a norma UNE 53994 EX		UNE 53994 EX

3.6. Características Químicas

O Polietileno apresenta uma elevada inércia química e resistência a agentes químicos, o que o torna resistente a um grande número de produtos químicos. Para informações mais detalhadas pode consultar-se a Norma ISO/TR 10358 ou contactar a IBOTEC.

4. Controlo de Qualidade

A qualidade do sistema **2DREN** é assegurada pelo laboratório da IBOTEC, através do cumprimento do Plano de Inspeção e Ensaio ao Produto Acabado no âmbito do Sistema de Gestão da Qualidade segundo a Norma NP EN ISO 9001:2000. O sistema da Qualidade da IBOTEC é reconhecido pela APCER (Associação Portuguesa de Certificação), ao qual lhe está atribuído o certificado N.1997/CEP.565.



5. Marcação dos Produtos

A identificação dos tubos é feita através da marcação dos mesmos, segundo a norma UNE 53994 EX. A marcação deve ser feita longitudinalmente de forma clara e indelével no mínimo uma vez cada 6 metros de tubo e deve conter as seguintes informações: marca comercial; material; diâmetro nominal; tipo e série; ano de fabrico; norma de referência; código com data e OP.

Por exemplo: IBOTEC 2DREN PE XXX C1 ND – ANO – UNE 53994 EX DIA/MÊS/ANO
OP XXXXX

No caso de a tubagem ser fornecida em rolo, na marcação, para além dos parâmetros definidos anteriormente, deve constar também o comprimento total do rolo.

De salientar ainda que no caso do tubo semi-perfurado, a marcação serve como indicador da forma de instalação na medida em que, esta é feita do mesmo lado que a perfuração. Por esse motivo, na gama de tubo SP, a marcação possui uma lista preta. Por exemplo, se se pretende instalar um tubo semi-perfurado com a perfuração no lado superior, instala-se o tubo com a marcação virada para cima.

6. Vantagens do Sistema 2DREN

6.1. Vantagens do Sistema 2DREN em Drenagem

Segurança

- . Baixo peso específico;
- . Fácil e seguro de manusear e instalar em vala.

Projecto

- . Todas as partes do sistema são feitas no mesmo material, incluindo tubos, acessórios, etc;
- . Alta capacidade de drenagem;
- . Excelente acabamento superficial e estabilidade dimensional.

Durabilidade – esperança de vida superior a 50 anos

- . Excelente resistência química e à corrosão ISO 10358;
- . Excelente resistência à abrasão e à propagação de fissuras;
- . Excelente resistência ao impacto, mesmo a temperaturas abaixo de 0°C;
- . Os sistemas de tubagem em PE tem integridade estrutural, são flexíveis e toleram movimentos do solo;
- . Baixa probabilidade de falha comparado com os materiais tradicionais

Manuseamento e Instalação

- . Elevada rigidez circunferencial – classes de rigidez SN2 e SN4;
- . Alta resistência ao impacto mesmo a baixas temperaturas;
- . Baixo peso específico – facilidade no manuseamento e instalação;
- . Facilidade de ligação – sistema de ligação por uniões.

Poupança de Tempo e Dinheiro

- . Baixo peso específico por metro de tubo;
- . Fácil de manusear e instalar;
- . Preço competitivo.

6.2. Vantagens do Sistema 2DREN em Relação às Conduitas não Plásticas

- . Coeficiente de rugosidade inferior
- . Rendimentos de montagem superiores
- . Facilidade de manuseamento e instalação: sistemas de corte e perfuração fáceis de executar
- . Durabilidade superior
- . Preço competitivo

Capítulo 3 – Manuseamento, Transporte e Armazenagem

1. Manuseamento, Transporte e Armazenagem

O polietileno utilizado no fabrico do sistema **2DREN** é extremamente resistente e leve. Consequentemente é relativamente fácil manuseá-lo e instalá-lo, no entanto em casos extremos, pode ser danificado. Logo, é necessário ter em atenção alguns cuidados no seu manuseamento, transporte e armazenamento.

1.1. Manuseamento

- . Durante o manuseamento deve-se evitar golpes, riscos e outras operações que possam danificar os tubos e acessórios. Não se devem deixar cair os tubos ou arrastá-los sobre materiais granulares ou cortantes.
- . A flexibilidade dos tubos de PE é reduzida em tempo frio e é necessário maior cuidado no manuseamento durante o Inverno. Se a temperatura descer abaixo de -15°C para varas lisas e acessórios ou, 0°C para tubo bobinado, devem ser seguidas instruções especiais de manuseamento.
- . O manuseamento de atados, paletes ou rolos requer o uso de equipamento mecânico apropriado. A técnica escolhida não deverá causar qualquer dano nos tubos.
- . É expressamente proibida a utilização directa de correntes e cabos metálicos para a movimentação dos tubos. É necessário a utilização de cintas de nylon ou correias de protecção com bordas arredondadas para não danificar o tubo.
- . Os tubos, quando manuseados individualmente, devem ser baixados, erguidos e transportados de forma controlada sem serem arremessados ou arrastados.
- . Os cabos para descarga devem estar protegidos para evitar danos na superfície do tubo, o ideal é a utilização de cintas.
- . No caso de serem utilizados aparelhos do tipo vertical, os apoios metálicos devem ser protegidos com borracha, para não danificar a extremidade dos tubos.

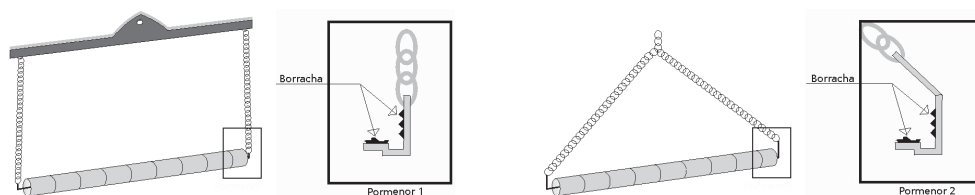


Figura 5. Ilustração da protecção a utilizar nos apoios metálicos em aparelhos do tipo vertical

1.2. Transporte

- . Durante o transporte, os tubos devem estar bem seguros e apoiados em todo o seu comprimento.
- . O transporte deve ser efectuado em veículos com uma plataforma lisa. Devem estar livres de arestas vivas ou outros objectos possíveis de danificar o tubo.
- . No transporte de tubos em varas, quando o comprimento dos tubos ultrapassar o do veículo, a parte suspensa não deverá exceder 1 m.
- . As bobines ou rolos devem ser colocados na horizontal. Caso os diâmetros permitam, podem ser colocados bobines de menor diâmetro no interior de bobines de diâmetro superior. Não devem ser colocados pesos sobre os rolos transportados na vertical pois, podem provocar ovalizações.
- . Os tubos com maior rigidez deverão ser colocados por baixo dos de menor rigidez.

1.3. Armazenagem

- . As tubagens de polietileno devem ser armazenadas de modo a estarem ao abrigo de focos de calor e do contacto com objectos cortantes. Deve-se evitar o contacto com condutas de vapor ou água quente e ainda, com superfícies de temperatura superior a 50°C.
- . Evitar o contacto com produtos químicos agressivos como combustíveis, dissolventes, pinturas agressivas etc.
- . Os tubos e acessórios de PE devem ser armazenados de modo a minimizar a possibilidade de danificação por esmagamento ou perfuração.
- . A exposição prolongada à radiação ultravioleta (luz solar) pode reduzir a resistência dos tubos ao impacto e causar descoloração. No caso de não ser possível o armazenamento à sombra, os tubos devem ser protegidos com lonas ou plásticos.
- . Os acessórios devem ser armazenados nas suas embalagens originais até serem utilizados.
- . Os rolos devem ser armazenados sempre que possível, empilhados em posição

horizontal sobre paletes de madeira ou outra superfície não abrasiva, sem ultrapassar 2 metros de altura. No caso de serem colocados verticalmente, não deve haver empilhamento.

- . Quando se armazenam rolos, deve verificar-se se a última camada de tubo está dentro do limite exterior do aro ou coroa do rolo.
- . Em estaleiro os tubos devem ser armazenados em terreno firme e plano; apoia-

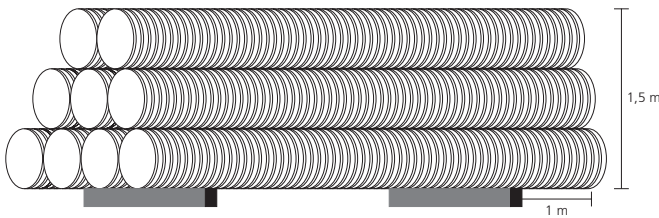


Figura 6. Ilustração de empilhamento em pirâmide truncada

dos na base sobre travessas de madeira com cunhas afim de evitar deslizamentos e assegurar a estabilidade das pilhas. O espaçamento das travessas não deve ser superior a 2 metros.

- . Os suportes laterais das paletes deverão ser colocados a intervalos máximos de 2 m. Os tubos devem ser suportados em todo o seu comprimento.
- . Tubos de diferentes diâmetros e espessuras deverão ser armazenados separadamente. No caso de isto não ser possível, os de maior diâmetro e espessura deverão ser colocados no fundo.
- . No empilhamento dos tubos em pirâmide truncada deve-se evitar alturas excessivas. Recomenda-se como altura máxima 1,5 m.
- . No armazenamento em paletes não é aconselhável a sobreposição de mais de três paletes.

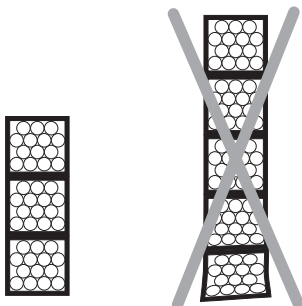


Figura 7. Ilustração de empilhamento de paletes



Apartado 2037 · 3701-906 Cesar · Portugal
Tel.: +351 256 850 130 · Fax: +351 256 850 139
ibotec@ibotec.pt · www.ibotec.pt

Fersil Soluciones de Agua, S.L.
Calle Ferrocarril, nº 34, 7.º B · 28045 Madrid
Tel.: +34 915 394 840 · Fax: +34 915 390 816

As informações apresentadas neste manual resultam do trabalho de investigação da Ibotec e podem ser alteradas em virtude de avanços tecnológicos. A Ibotec reserva-se o direito de alterar o conteúdo deste manual técnico sem aviso prévio.