

INDICE

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. VANTAGENS	2
3. PADRÕES E DEFINIÇÕES.....	4
3.1 Tubo Dreno Kananet	4
3.2 Tubo Terminal	5
3.3 Luva de Emenda.....	5
3.4 Tampão	6
3.5 Cruzeta.....	6
3.6 Derivação "Y"	7
3.7 Conexão "T"	7
3.8 Conexão "Y"	8
3.9 Cruzeta PVC	9
3.10 Redução.....	10
4. INSTALAÇÃO DO TUBO DRENO KANANET	11
4.1 Abertura de vala	11
4.2 Geotêxtil	11
4.3 Envoltório	11
4.4 Método de execução de emenda dos tubos drenos Kananet com utilização de luva de emenda.....	12
4.5 Sugestão de derivação Y para kananet DN100X65	13
4.6 Recomposição do pavimento	15
4.7 Método de reparo dos tubos dreno Kananet.....	15
5. PRECAUÇÕES GERAIS.....	16
6. ESTOCAGEM	16
7. APLICAÇÕES.....	17
8. Comparativo técnico econômico entre drenos	24
9. Dimensionamento hidráulico.....	25
10. Ensaio executados nos tubos drenos Kananet e nos tubos terminais.....	27
10.1 Compressão diametral	27
10.2 Impacto.....	28
NOTAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

O Kananet é um tubo dreno fabricado em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), de seção circular, corrugado e com excelente raio de curvatura, destinado a coletar e escoar o excesso de líquido infiltrado no solo com a finalidade de proteger obras de engenharia , propiciar melhores condições de uso de uma área com lençol freático alto ou alagadiço, e evitar o contato (acesso) de líquidos indesejáveis às áreas a serem protegidas.

A drenagem, em seu sentido mais abrangente, é a remoção de um líquido de um local para outro pela ação da gravidade.

Possui as seguintes características:

- Elevada resistência a produtos químicos;
- Elevada resistência à compressão diametral;
- Alta resistência ao impacto;
- Facilidade de curvatura devido a sua grande flexibilidade;
- Simples manipulação devido a sua maior leveza;
- Maior economia na instalação.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DRENOS KANANET					
Tubo dreno Kananet	DN 65	DN 80	DN 100	DN 170	DN 230
Raio de curvatura (mm)	350,0	400,0	420,0	800,0	1000,0
Resistência à compressão, mínima (Kgf)	20,0	40,0	45,0	30,0	60,0
Resistência ao impacto (J)	15,0	15,0	15,0	30,0	30,0
Área aberta perfurada (cm ² /m)	80,0	110,0	130,0	190,0	240,0
Vazão de influxo (cm ³ /s.m)	2730,0	3250,0	5490,0	11140,0	15850,0
Coeficiente de rugosidade Manning (n)	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016

Quadro I

É fornecido nos diâmetros DN 65, 80 e 100 mm em barras de 6,0 (seis) ou rolos de 50,0 (cinquenta) metros.

Nos diâmetros DN 170 e 230 mm são fornecidos em barras de 6,0 (seis) metros.

2. VANTAGENS

A seguir, descreveremos as principais vantagens da utilização do tubo dreno Kananet:

- a) Devido a sua estrutura corrugada e de passos estreitos, possui grande flexibilidade;
- b) Grande área aberta por metro linear, a maior dentre os tubos disponíveis no mercado nacional, é a responsável pela captação rápida e uniforme das águas infiltradas com grande capacidade de vazão de influxo (Quadro II)

Ø nominal (mm)	Área aberta perfurada (cm ² /m)	Número de furos/metro
65	80	2787
80	110	3833
100	130	4530
170	190	6620
230	240	8362

Quadro II

- c) A capacidade de escoamento do fluxo hídrico (vazão de escoamento) dentro dos tubos drenos está diretamente relacionada com a rugosidade de sua parede interna. Os tubos drenos Kananet possuem coeficiente de rugosidade Manning n igual a 0,016.
- d) Seu formato corrugado confere-lhe alta resistência à compressão diametral e impacto.
- e) Possui excelente resistência aos produtos químicos, possibilitando a instalação nos mais diversos tipos de solo (Quadro III).

RESISTÊNCIA AOS PRODUTOS QUÍMICOS					
PRODUTO	T (°C)		PRODUTO	T (°C)	
	20	60		20	60
ACETATO DE CHUMBO	E	E	CLORETO DE SÓDIO	E	E
ACETONA 100%	E	E,D	CLORETO DE ZINCO	E	E
ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL	E	G,D,c,f	COLORO (GÁS E LÍQUIDO)	F	N
ÁCIDO CIANÍDRICO	E	E	CLOROBENZENO	G	F,D,d,c
ÁCIDO BROMÍDRICO 100%	E	E	CLOROFÓRMIO	G	F,D,d,c
ÁCIDO CARBÔNICO	E	E	DETERGENTES	E	E,c
ÁCIDO CARBOXÍLICO	E	E	DICLOROBENZENO	F	F
ÁCIDO CLORÍDRICO	E	E,d	DIOCTILFTALATO	E	G,c
ÁCIDO CLOROSULFÔNICO	F	N	DIÓXIDO DE ENXOFRE LÍQ.	F	N
ÁCIDO CRÔMICO 80%	E	F,D	ENXOFRE	E	E
ÁCIDO FLUORÍDRICO 1-75%	E	E	ESSÊNCIA TEREVENTINA	G	G
ÁCIDO FOSFÓRICO 30-90%	E	G,D	ÉSTERES ALIFÁTICOS	E	G
ÁCIDO GLICÓLICO 55-70%	E	E	ÉTER	G	F
ÁCIDO NÍTRICO 50%	G,D	F,D,f	ÉTER DE PETRÓLEO	G,d,i	F,d
ÁCIDO NÍTRICO 95%	N,F,f	N,c	FLÚOR GASOSO 100%	N	N
ÁCIDO PERCLÓRICO 70%	E	F,D	GASOLINA	E	G,c
ÁCIDO SALICÍLICO	E	E	HIDRÓX. DE AMÔNIA 30%	E	E
ÁCIDO SULFOCRÔMICO	F	F,f	HIDRÓX. POTÁSSIO CONC.	E	E,c
ÁCIDO SULFÚRICO 50%	E	E	HIDRÓX. DE SÓDIO CONC.	E	E,c
ÁCIDO SULFÚRICO 98%	G,D	F,D,f	HIPOCLORITO CÁLCIO SAT.	E	E
ÁCIDO SULFUROSO	E	E	HIPOCLORITO SÓDIO 15%	E	E,D,d
ÁCIDO TARTÁRICO	E	E	ISO-OCTANO	G	G
ÁC.TRICLOROACÉTICO 50%	E	E	METILETILCETONA	E	F
ÁCTRICLOROACÉTICO100%	E	F	NAFTA	E	G
ACRILONITRILA	E	E	NITRATO DE AMÔNIA SAT.	E	E
ÁGUA DO MAR	E	E	NITRATO DE PRATA	E	E
ÁLCOOL BENZÍLICO	E	E	NITRATO DE SÓDIO	E	E
ÁLCOOL BUTÍLICO	E	E	NITROBENZENO	F	N,c
ÁLCOOL ETÍLICO 96%	E	E	ÓLEO COMESTÍVEL	E	E
ÁLCOOL METÍLICO	E	E	ÓLEO DIESEL	E	G
AMÔNIA	E,D,d	E,D,d	PENTÓXIDO DE FÓSFORO	E	E
ANÍDRICO ACÉTICO	E	G,D	PERMANG. DE POTÁSSIO	D,E	E
ANILINA	E	G	PERÓX. HIDROGÊNIO 30%	E	E,d
BENZENO	G,d	G,d,i	PETRÓLEO	E	G
BENZOATO DE SÓDIO	E	E	QUEROSENE	G	G,c
BICROMATO POTÁSSIO 40%	E	E,D	SAIS DE NÍQUEL	E	E
BORATO DE SÓDIO	E	E	SULFATOS METÁLICOS	E	E
BRANQUEADORES	E	G,c	SULFETO DE SÓDIO	E	G
BROMO LÍQUIDO	F	N	TETRACLORETO CARBONO	G,d,i	F,d,c
CARBONATO DE SÓDIO	E	E	TRICLOROETILENO	F,D	N,D
CLORETO DE AMÔNIA	E	E	XILENO (XILOL)	G,d,i	F,c,d

LEGENDA

D – Descoloração.

E – Exposição durante 30 dias, sem perda de características podendo tolerar o contato por muitos anos.

F – Alguns sinais de ataque após 07 dias em contato com o produto.

G – Ligeira absorção após 30 dias de exposição, sem comprometer as propriedades mecânicas.

N – Não recomendado. Detectado sinais de ataque entre minutos a horas, após o início de exposição.

c – Fendilhamento.

d – Deformação.

f – Fragilização.

i – Inchamento.

MODELO DE INSTALAÇÃO - SISTEMA KANANET

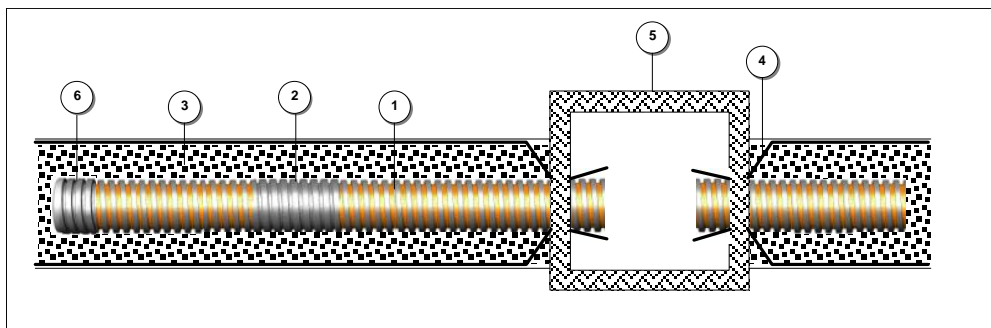


Figura 1

PRODUTO		FINALIDADE
1	Kananet	Tubo dreno para coleta e escoamento do líquido
2	Luva de emenda	Unir tubos dreno Kananet de mesmo diâmetro nominal
3	Envoltório	Meio drenante para facilitar o influxo de água no tubo
4	Geotêxtil	Reter os finos e manter a estabilidade do solo
5	Caixa de passagem/inspeção	Para verificação do fluxo de escoamento
6	Tampão	Evitar entrada de elementos estranhos no interior do tubo

Quadro IV

3. PADRÕES E DEFINIÇÕES

3.1 Tubo Dreno Kananet

O Kananet é um tubo dreno corrugado, com excelente raio de curvatura, fabricado em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), para coleta e condução da água drenada (Figura 2, Quadro V).

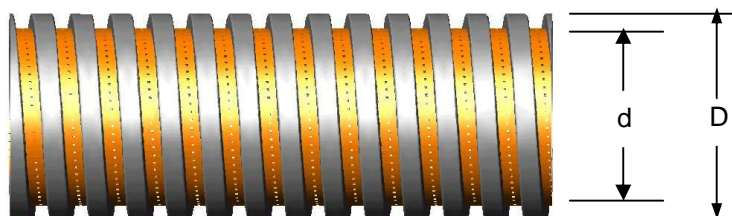


Figura 2

Quadro de medidas padrão		
Ø nominal (mm)	D (mm)	d (mm)
65	67,0	59,5
80	80,0	67,0
100	101,0	85,0
170	169,0	149,0
230	231,5	200,0

Quadro V

3.2 Tubo Terminal

Tubo corrugado não perfurado, com excelente raio de curvatura, fabricado em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), destinado somente para condução da água drenada. Não possui função de tubo drenante (Figura 3, Quadro VI).

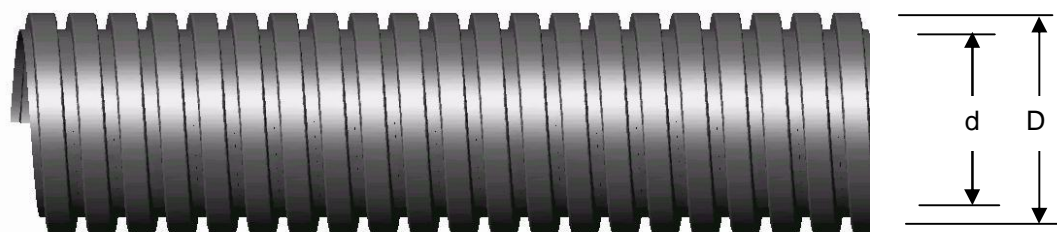


Figura 3

Quadro de medidas padrão		
Ø nominal (mm)	D (mm)	d (mm)
65	67,0	59,0
80	80,0	67,0
100	101,0	85,0
170	169,0	149,0
230	232,0	202,0

Quadro VI

3.3 Luva de Emenda

Peça em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), de seção circular, rosqueável, destinada a unir tubos drenos Kananet de mesmo diâmetro nominal (Figura 4, Quadro VII).

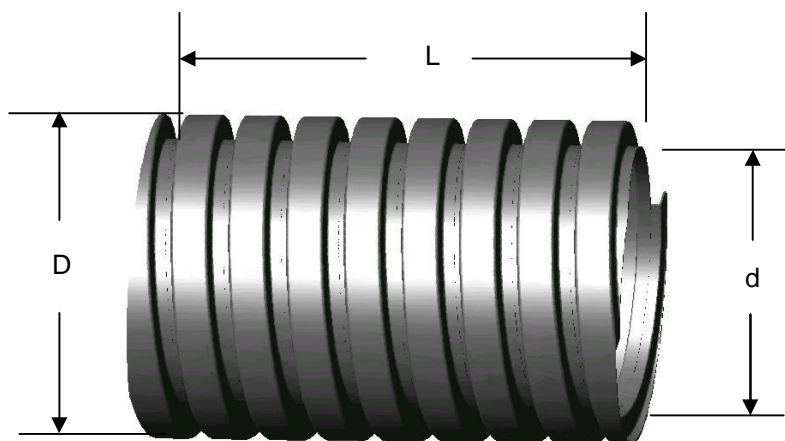


Figura 4

Quadros de medidas padrão			
Ø nominal (mm)	D (mm)	d (mm)	L (mm)
65	71,0	65,0	95,0
80	84,5	74,0	mín.130,0
100	106,0	92,0	mín.135,0
170	177,5	160,0	mín.145,0
230	241,0	210,0	mín.175,0

Quadro VII

3.4 Tampão

Peça em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), de seção circular, rosqueável, destinada ao tamponamento dos tubos drenos Kananet, evitando assim a entrada de elementos estranhos para o seu interior no início ou final de linha (Figura 5, Quadro VIII).

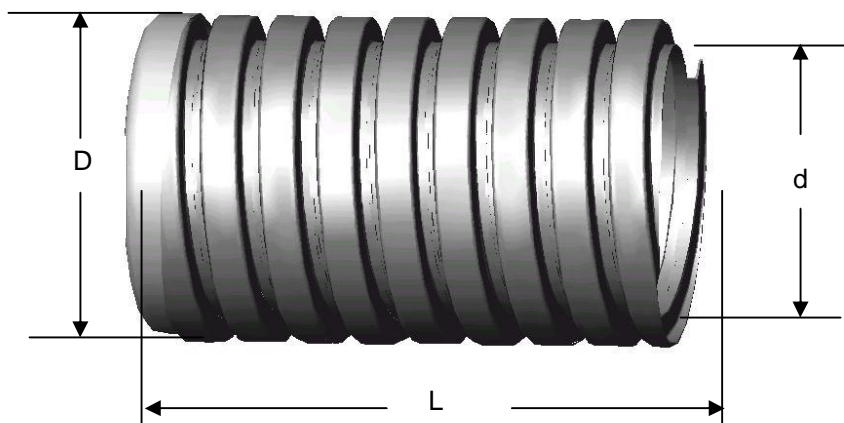


Figura 5

Quadro de medidas padrão			
Ø nominal (mm)	D (mm)	d (mm)	L (mm)
65	71,0	64,4	100,0
80	84,5	74,0	mín.135,0
100	106,0	92,0	mín.140,0
170	177,5	160,0	mín.160,0
230	241,0	210,0	mín.220,0

Quadro VIII

3.5 Cruzeta

Peça em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), em forma de cruz, rosqueável, destinada à união de tubos drenos Kananet (Figura 6, Quadro IX).

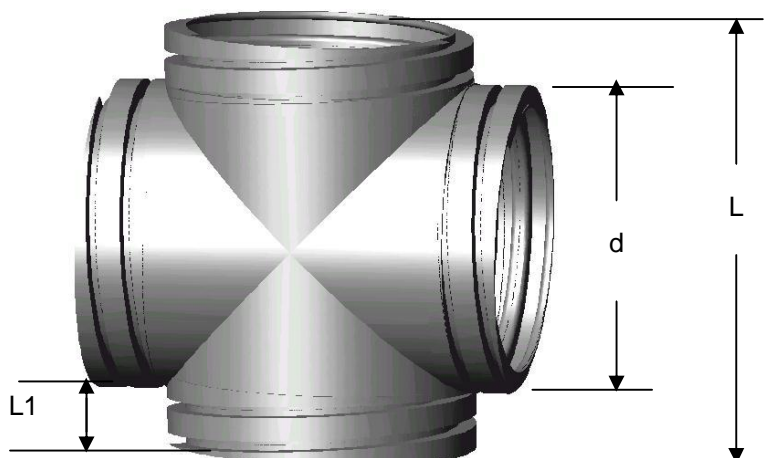


Figura 6

Quadro de medidas padrão			
Ø nominal (mm)	d (mm)	L (mm)	L1 (mm)
170	170,0	247,0	36,0
230	231,0	340,0	55,0

Quadro IX

3.6 Derivação "Y"

Peça em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), rosqueável, destinada a unir tubos drenos Kananet (Figura 7, Quadro X).

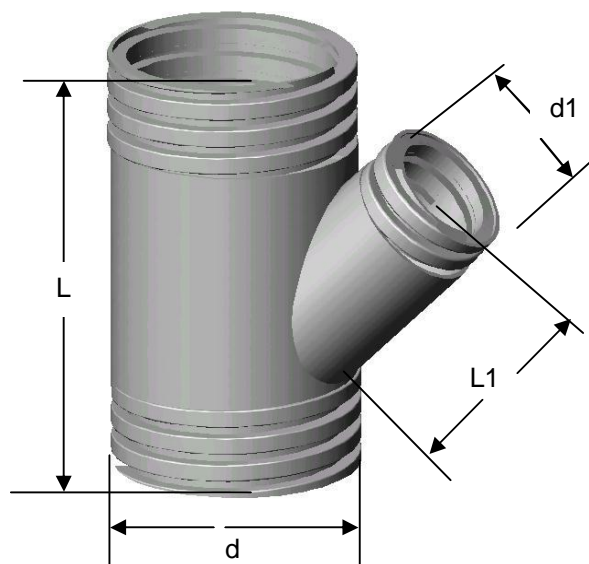


Figura 7

Quadro de medidas padrão				
Ø nominal (mm)	d (mm)	d1 (mm)	L (mm)	L1 (mm)
170 x 100	170,0	101,0	260,0	180,0

Quadro X

3.7 Conexão "T"

Peça em PVC (de encaixe), destinada a unir tubos drenos Kananet (Figura 8, Quadro XI).

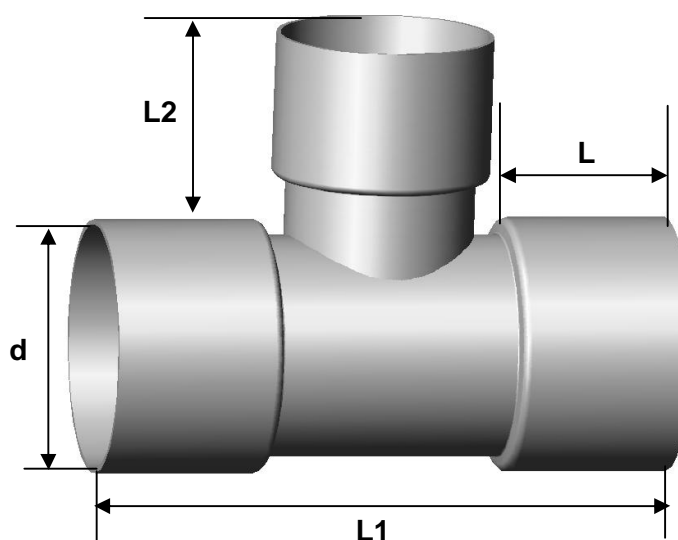


Figura 8

Quadro de medidas padrão				
Ø nominal (mm)	d (mm)	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)
100 x 100	102,0	60,0	250,0	80,0
230 x 230	233,5	170,0	600,0	-----

Quadro XI

3.8 Conexão "Y"

Peça em PVC (de encaixe), destinada a unir tubos drenos Kananet (Figura 9, Quadro XII).

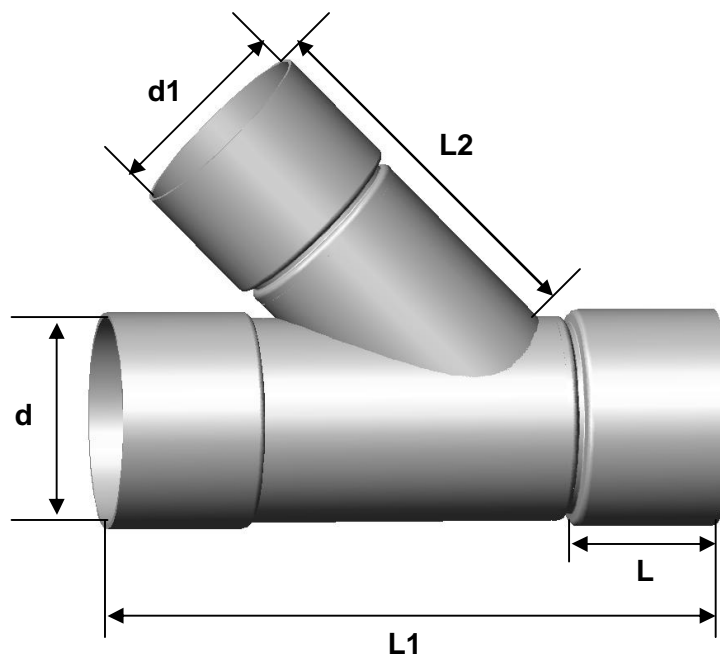


Figura 9

Quadro de medidas padrão					
Ø nominal (mm)	d (mm)	d1 (mm)	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)
100 x 100	102,0	-----	60,0	290,0	170,0
170 x 100	170,0	102,0	-----	400,0	200,0

Quadro XII

3.9 Cruzeta PVC

Peça em PVC (de encaixe) na cor branca, destinada a unir tubos drenos Kananet (Figura 10, Quadro XIII).

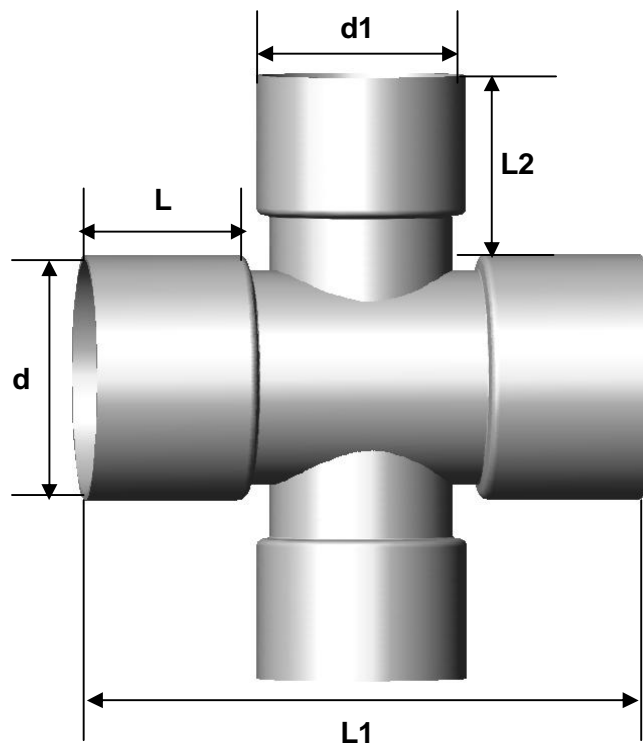


Figura 10

Quadro de medidas padrão					
Ø nominal (mm)	d (mm)	d1 (mm)	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)
170	170,0	170,0	90,0	380,0	90,0
170 x 100	170,0	102,0	90,0	330,0	80,0
230	233,5	233,5	170,0	590,0	90,0

Quadro XIII

3.10 Redução

Peça em PEAD, rosqueável, destinada a unir tubos drenos Kananet (Figura 11, Quadro XIV).

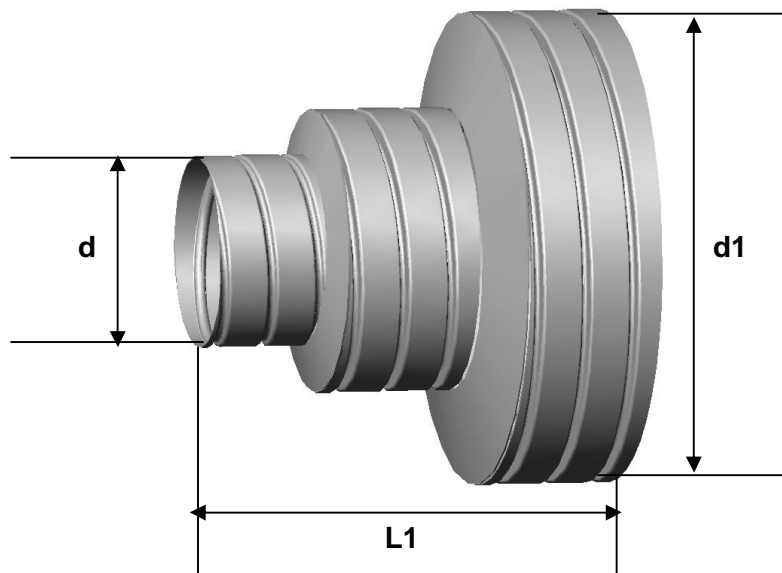


Figura 11

Quadro de medidas padrão			
Ø nominal (mm)	d (mm)	d1 (mm)	L1 (mm)
230 x 170 x 100	92,0	212,0	144,0
170 x 100 x 65	65,0	162,0	127,0

Quadro XIV

4. INSTALAÇÃO DO TUBO DRENO KANANET

4.1 Abertura de vala

A largura da vala pode ser determinada pelo diâmetro do tubo dreno Kananet a ser instalado e a altura de reaterro deverá ter em média 0,20 metro e, em casos onde o nível de cargas for muito elevado, esta poderá variar a partir de 0,50 metro.

O uso de retro escavadeira ou valetadeira é muito vantajoso, exceto quando tubulações, rochas ou outras interferências impedirem o uso das mesmas.

O fundo da vala deve ser uniforme, obedecendo a declividade prevista no projeto.

Para início dos trabalhos de acomodação dos tubos drenos Kananet, certificar-se que estão abrigados do sol, evitando o amolecimento e conseqüente amassamento durante o manuseio e processo de reaterro.

4.2 Geotêxtil

O geotêxtil deve ser colocado encostado sobre o fundo e laterais da trincheira, a fim de evitar esforços e tensões elevadas quando do enchimento da vala com o material drenante, evitando riscos de perfurações e/ou rasgos.

O geotêxtil pode exercer uma ou mais funções na obra.

As funções principais são aquelas que justificam a existência do geotêxtil na obra, por exemplo, a função de filtro em uma trincheira drenante.

As funções complementares são aquelas que o geotêxtil deve exercer para permitir que as funções principais sejam desempenhadas, por exemplo, a função de separador em uma trincheira drenante.

4.3 Envoltório

Também chamado de meio drenante, é todo material que colocado ao redor do tubo dreno tem a finalidade de facilitar o fluxo de água do solo para o seu interior e assim evitar a ocorrência de elevado gradiente hidráulico na interface solo x envoltório. Normalmente emprega-se seixo rolado, areia grossa lavada, brita 1 ou 2.

O material drenante deve ser colocado de tal forma que não prejudique a sobreposição da manta para fechamento do envelope e nem se intercale entre o geotêxtil e a parede da vala.

As bordas do geotêxtil devem ser rebatidas com sobreposições de pelo menos 0,20 metro (casos especiais até 0,50 metro) e a parte superior da trincheira deve ser rapidamente aterrada para evitar entrada de sólidos em caso de chuva.

4.4 Método de execução de emenda dos tubos drenos Kananet com utilização de luva de emenda

Procedimento:

- a) Cortar as extremidades dos tubos drenos a serem emendados, sem deixar nenhuma rebarba (Figura 12).

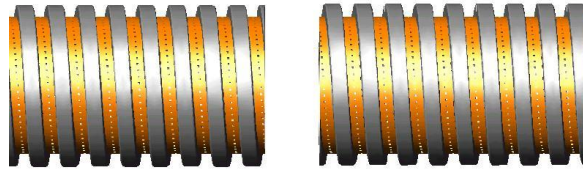


Figura 12

- b) Rosqueiar totalmente a luva de emenda em um dos tubos drenos (Figura 13).

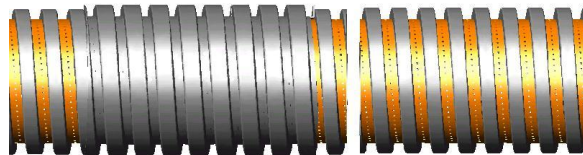


Figura 13

- c) Posicionar os tubos drenos de topo e retornar a luva de emenda até que a mesma sobreponha igualmente os mesmos (Figura 14).

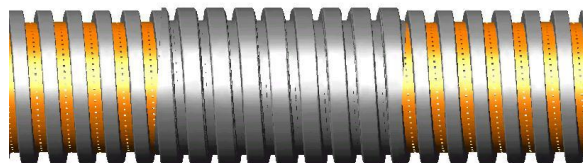


Figura 14

4.5 Sugestão de derivação Y para kananet DN100X65

a) Materiais necessários:

- 3 (três) Reduções KN DN170x100x65
- 1(uma) Conexão Y DN170x100

b) Procedimento

Cortar as Reduções KN de acordo com a bitola a ser utilizada, ou seja, neste caso duas deverão ser 170x100 (retirar o DN65) e a restante 100x65 (retirar o DN170). Os pontos de corte da Redução KN estão indicados na Figura 15 abaixo.

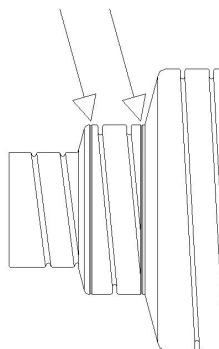


Figura 15 – Pontos de corte da Redução KN.

Após realizar o corte, rosquear a Redução ao Tubo Dreno Kananet/Kanadreno excedendo duas a três voltas. Isto deverá ser realizado para que posteriormente a Redução também seja rosqueada à Conexão Y. Este processo é demonstrado nas Figuras 16 e 17.

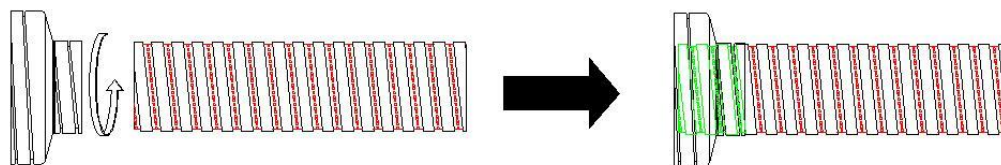


Figura 16 – Colocação da Redução no tubo

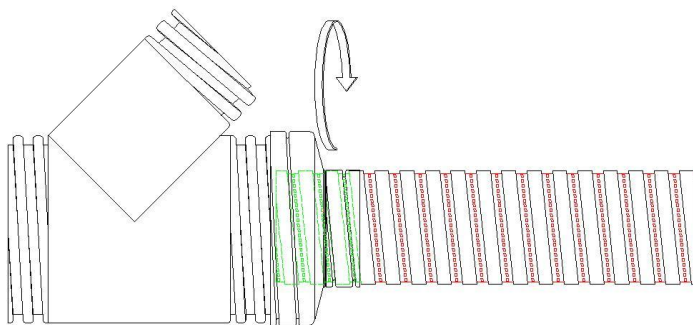


Figura 17 – Colocação da Redução na Conexão Y

Repetir o processo para todas as extremidades da Conexão Y. A Figura 18 mostra o resultado final da montagem.

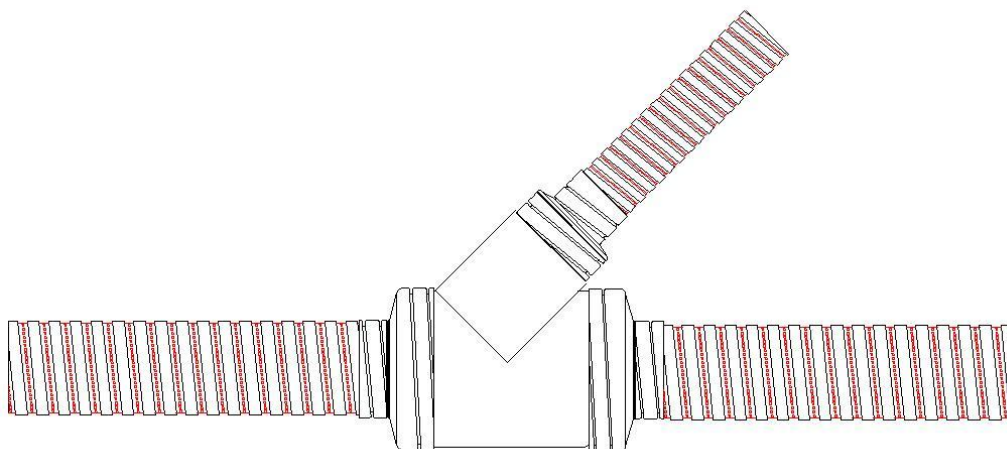


Figura 18 – Sistema montado

4.6 Recomposição do pavimento

Para execução do reaterro deve-se prever um material de bom suporte lateral (por exemplo: Areia grossa), principalmente em se tratando de casos em que o terreno acima do tubo estiver sujeito ao tráfego de veículos (Figura 19).

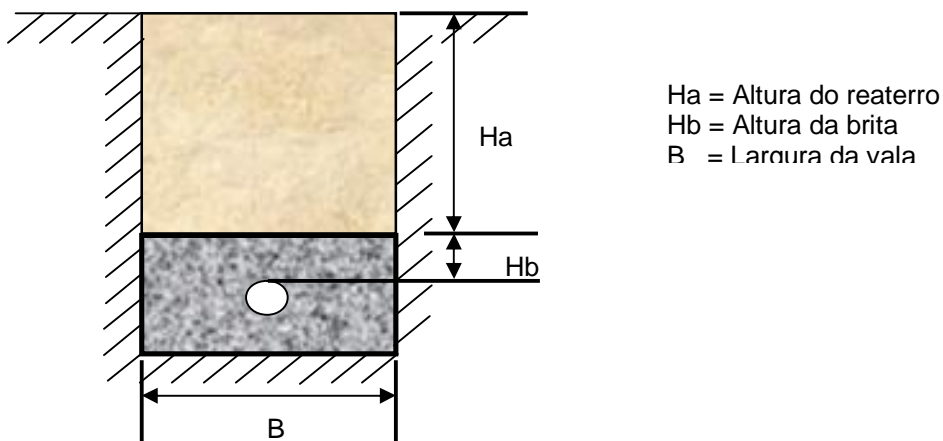


Figura 19

4.7 Método de reparo dos tubos dreno Kananet

Tipos de danos:

A) Danos leves

- Amassamento de espiras e/ou desgaste na parede externa

Reparo: não há necessidade de reparo, uma vez que não compromete a sua utilização.

B) Danos médios ou pesados

- Perfuração ou rompimento do tubo dreno

Reparo: quando de uma avaria maior (perfuração ou rompimento), cortar o trecho danificado e substituí-lo por outro de mesmo comprimento.

Rosquear duas luvas de emenda, uma em cada extremidade do tubo de reposição, encaixar de topo o mesmo e retornar as luvas até que as mesmas sobreponham igualmente o tubo a ser emendado (Figuras 20 e 21).



Figura 20



Figura 21

5. PRECAUÇÕES GERAIS

a) Transporte/Manuseio

Durante o transporte e manuseio dos tubos drenos, deve-se evitar que ocorram choques ou contatos com elementos que possam comprometer a integridade dos mesmos, tais como: objetos cortantes ou pontiagudos com arestas vivas, pedras, etc.

O descarregamento deverá ser efetuado cuidadosamente, não devendo permitir que os tubos sejam lançados diretamente ao solo a fim de evitar amassamentos, rompimento, perfurações dos mesmos ou concentração de cargas num único ponto.

CAPACIDADE OCUPACIONAL POR CAMINHÃO						
& NOMINAL (mm)	TRUCK		GRANELEIRA		CARRETA BAÚ	
	6 m	50 m	6 m	50 m	6 m	50 m
65	1200	60	2400	120	2400	130
80	800	50	1700	100	1700	120
100	480	50	1000	90	1000	100
170	150	- x -	300	- x -	300	- x -
230	80	- x -	200	- x -	200	- x -

Quadro XV

DIMENSÕES DOS CAMINHÕES			
Tipo	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
TRUCK	7,0	2,4	2,8
GRANELEIRA	12,0	2,4	2,8
CARRETA BAÚ	14,0	2,4	2,8

Quadro XVI

6. ESTOCAGEM

O armazenamento dos tubos drenos Kananet deverá ser efetuado em locais isentos de quaisquer elementos que possam danificar o material, tais como: superfícies rígidas com arestas vivas, objetos cortantes ou pontiagudos, pedras, etc.

As barras de tubos drenos deverão ser dispostas na forma horizontal, onde a primeira camada deve ser colocada sobre tábuas de madeira contínua de 0,10 metro de largura espaçadas a cada 0,20 metro no máximo, colocadas no sentido transversal dos tubos. Devem ser colocadas estroncas verticais, espaçadas de metro em metro para apoio lateral das camadas de tubos.

Em se tratando de barras, estocar a uma altura de até 2,00 metros a fim de facilitar a colocação e a retirada dos tubos da última camada ou quando se tratar de rolos, estocar em camadas máximas de 6 (seis) peças, não devendo ficar expostos a céu aberto por um período superior a 12 (doze) meses.

Caso haja necessidade de se permanecer além do período acima estipulado, recomenda-se cobrir os tubos com lonas ou serem guardados sob abrigos para uma proteção mais eficaz.

7. APLICAÇÕES

Inúmeras são as aplicações dos tubos drenos Kananet na Engenharia. Descreveremos apenas as mais usuais, apontando os principais benefícios que uma adequada drenagem subterrânea pode proporcionar.

Aeroportos

Quer sejam suas pistas de pouso e decolagem constituídas de pavimento flexível ou rígido, poderão ocorrer fatalmente infiltrações das águas de chuvas pelas trincas, fissuras ou juntas de dilatação.

Uma drenagem sub superficial de pavimento para captar essas águas, certamente irá prevenir sobrecargas dinâmicas e a deterioração das pistas (Figura 22).

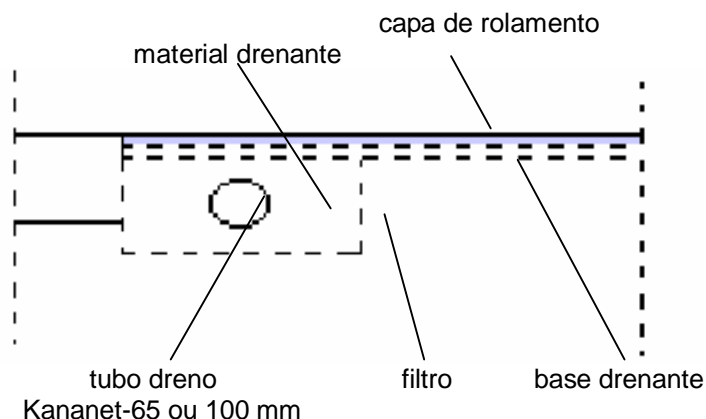


Figura 22 – Corte esquemático de dreno de pavimento de aeroporto: para pistas estreitas, apenas dois drenos paralelos nas bordas do pavimento são suficientes; em pistas largas, utilizam-se uma ou mais espinhas de peixe.

Áreas verdes

Nos jardins, floreiras, canteiros, etc., uma drenagem eficiente evitará o encharcamento prolongado do solo e morte das gramíneas/flores. Se a área verde for construída sobre laje, a drenagem previne também, a sobrecarga nas estruturas e os esforços hidráulicos nas impermeabilizações (Figura 23).

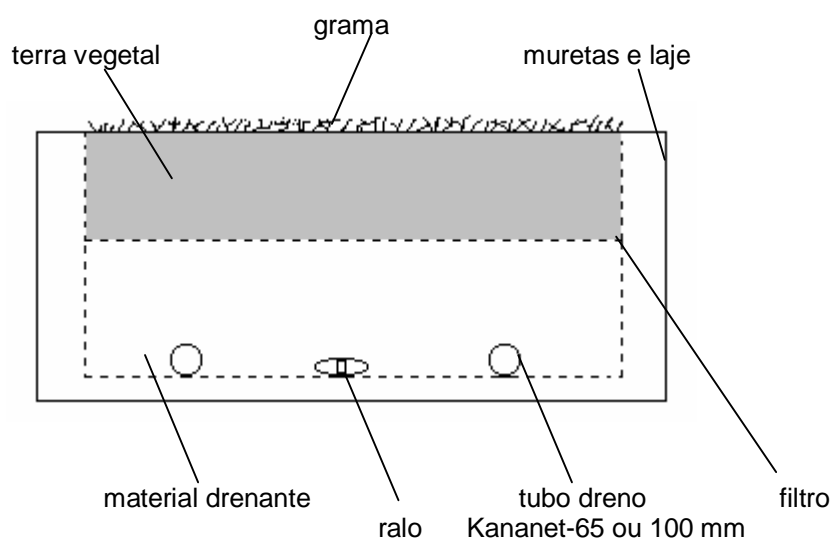


Figura 23 – Seção esquemática de colchão drenante sobre laje, a colocação dos tubos drenos Kananet permite uma captação mais rápida das águas, diminuição na altura necessária do colchão drenante e maior espaçamento entre ralos.

Aterros

Na construção de aterros sobre solos compressíveis aconselha-se a construção de drenos entre o aterro e o solo.

Dependendo da geografia local, são comuns as execuções de drenos de talvegue, colchões drenantes e espinhas de peixe.

O dreno de talvegue, além disso, comunica entre si ambos os lados do aterro evitando o barramento das águas.

Os componentes básicos do sistema de drenagem de chorume são: camada de drenagem, os dutos de coleta e a camada de filtragem.

Outros componentes importantes são os poços de monitoramento, caixas de limpeza, tanques, equipamentos de monitoramento e bombas.

Os componentes básicos do sistema de drenagem da cobertura final do aterro são as camadas de drenagem, de filtragem e o sistema de dutos de drenagem. Este sistema tem como função coletar e drenar a água superficial no topo da cobertura a fim de prevenir a sua entrada e infiltração no lixo, gerando mais percolados.

Um aterro sanitário deve:

- a) Ser impermeabilizado em sua base com uma geomembrana para prevenir a contaminação pelos resíduos do lixo no solo, subsolo e no lençol freático adjacentes ao solo. A geomembrana deve ser fabricada com materiais resistentes a migração dos resíduos gerados pelo lixo durante toda a vida útil do aterro sanitário. Abaixo desta geomembrana deve-se fazer um dreno profundo, evitando que em determinado momento as águas limpas do lençol freático entrem em contato com o percolado de chorume ou cause sub pressão sobre a manta impermeabilizante.
- b) Ter um sistema de coleta e retirada do percolado de chorume dentro das células do aterro, imediatamente acima da geomembrana, sendo o tubo recoberto com brita 4, confeccionando uma trincheira. Nos aterros sanitários devemos utilizar filtro de geotêxteis tecidos evitando o uso de mantas não tecidas. A condição de projeto e operação não permite que o volume de chorume exceda a altura de 0,30 metro sobre a base impermeabilizada do aterro.

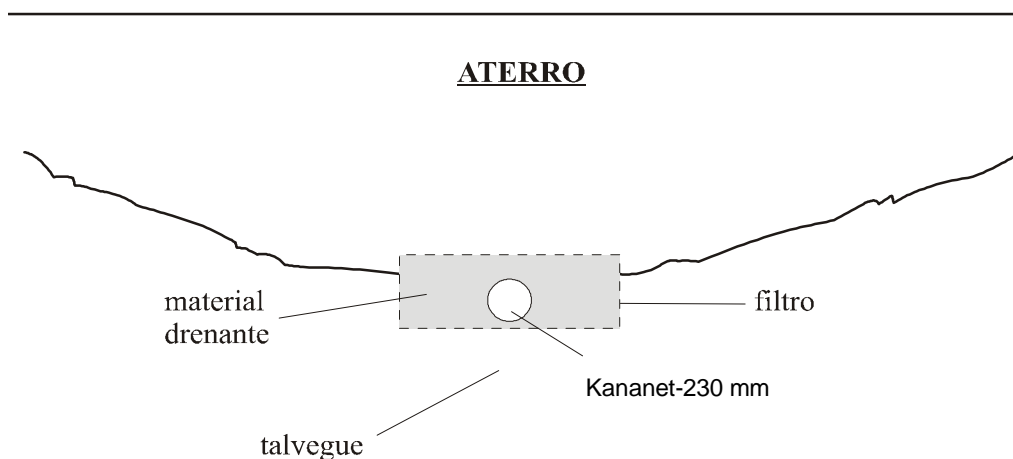


Figura 24 – Corte longitudinal de um aterro dotado de dreno de talvegue, transversal ao seu eixo.

Barragens e diques

Vários dispositivos de drenagem interna de barragens e diques são de vital importância para a obra.

Drenos chaminés, tapetes drenantes, drenos de pé de talude, poços de alívio, etc., são sistemas que evitam o desenvolvimento de erosão interna e/ou instabilização das obras pelo desenvolvimento de sub pressões (Figura 25).

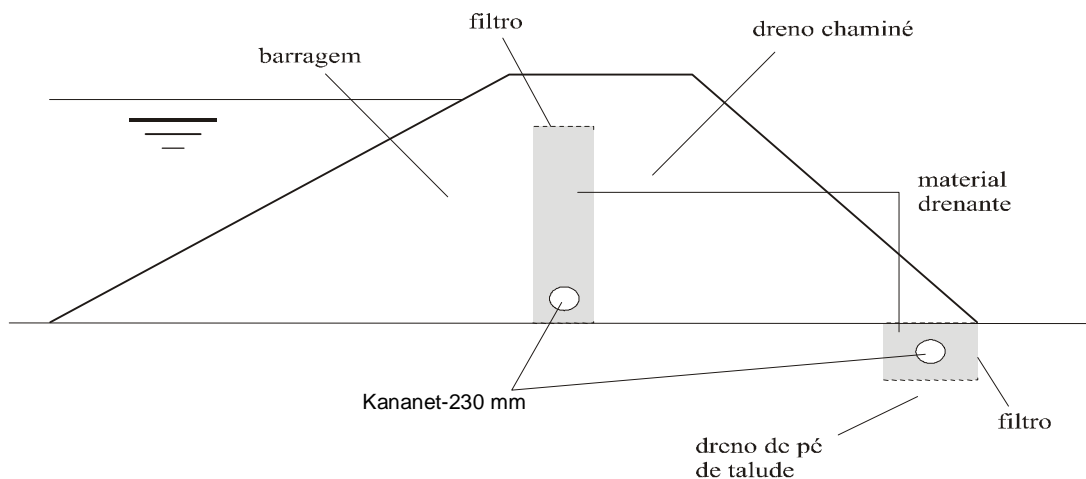


Figura 25 – Seção transversal de barragem de terra, dotada de dreno chaminé para interceptar as águas infiltradas pelo talude de montante e de dreno de pé de talude para interceptar o fluxo pelas fundações.

Áreas esportivas

O maior problema dos campos esportivos é o seu encharcamento pelas águas de chuvas intensas que prejudicam ou impedem sua utilização por horas ou dias. Nestes casos, utilizam-se colchões drenantes e/ou espinhas de peixe em campos de futebol, futebol society, golfe, quadras de tênis, quadras poliesportivas, campos suspensos sobre lajes, etc.

Pode-se incluir também a drenagem permanente de construções, situados em zonas de lençol freático alto onde sejam construídas dependências a nível de subsolo como garagem, etc.

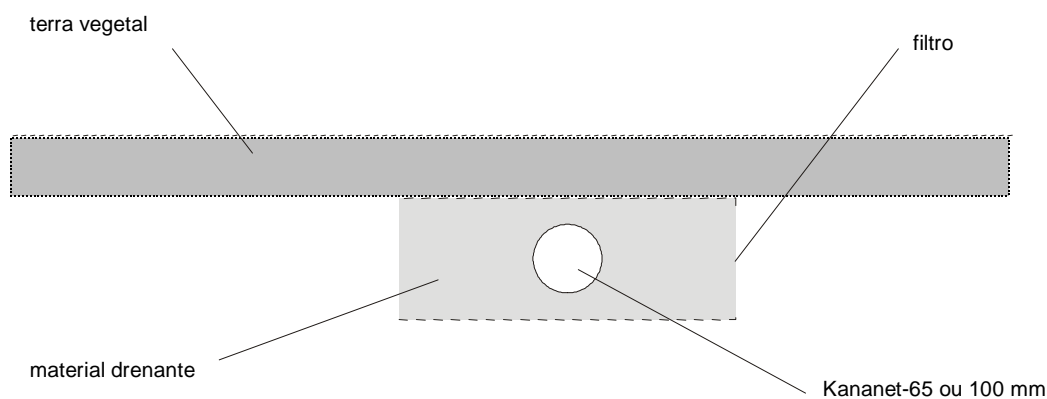


Figura 26 – Seção transversal de um dreno sub-superficial constituído de uma espinha de peixe em campo de futebol; note-se sua grande largura (a água penetra por cima) e sua pequena profundidade.

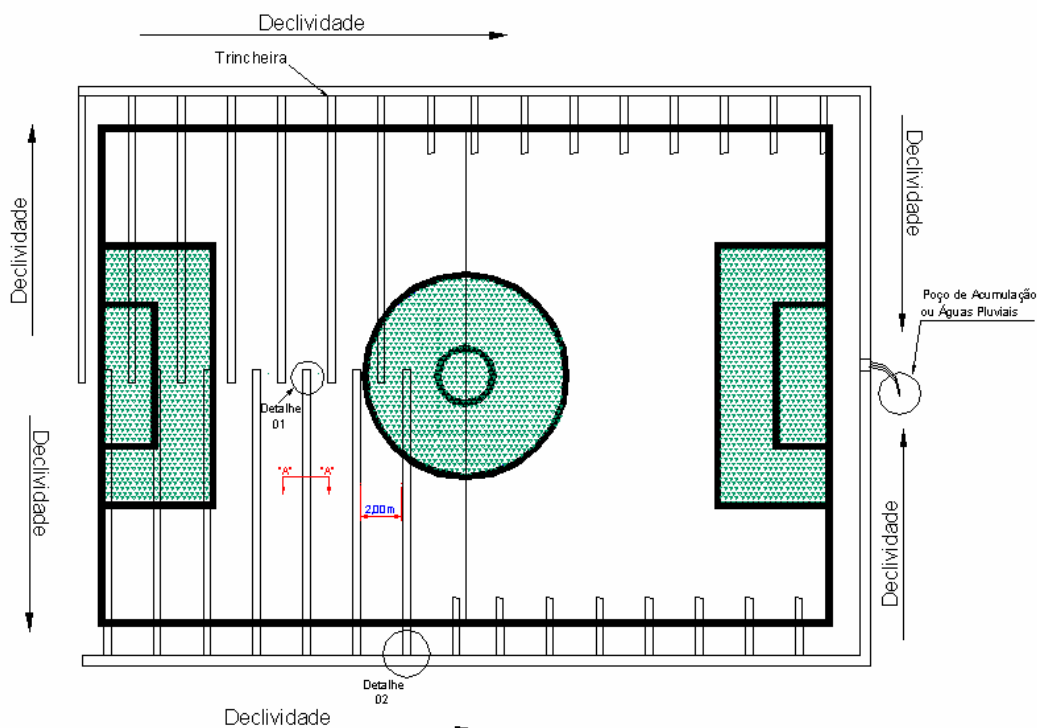
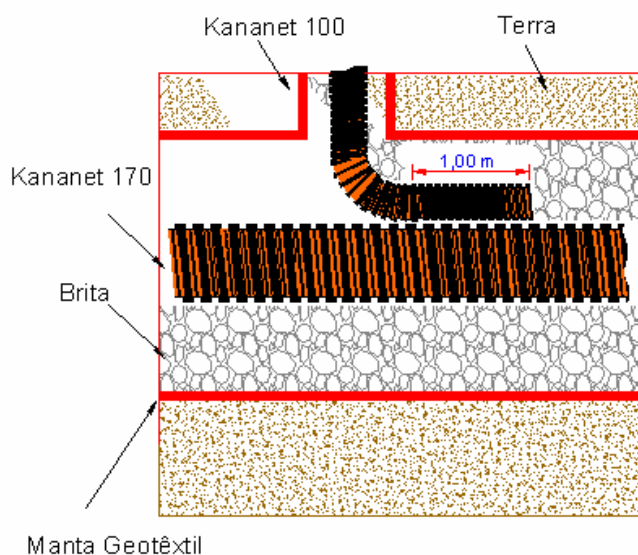


Figura 27 - Exemplo de sistema drenante paralelo em campo de futebol.

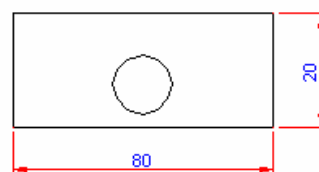
Para se evitar o uso de conexões e o aumento do custo da linha drenante, podemos usar o artifício conforme mostrado abaixo (Detalhes da Figura 27).

É necessário que o "tubo da espinha" esteja pelo menos com um segmento de 1,0 metro de comprimento paralelo ao tubo principal, para que não ocorram perdas durante a passagem da água entre eles.

Detalhe da Emenda (02)



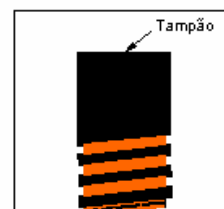
Corte "AA" Exemplo 1



Corte "AA" Exemplo 2



Detalhe da Trincheira (01)



Detalhes da figura 27

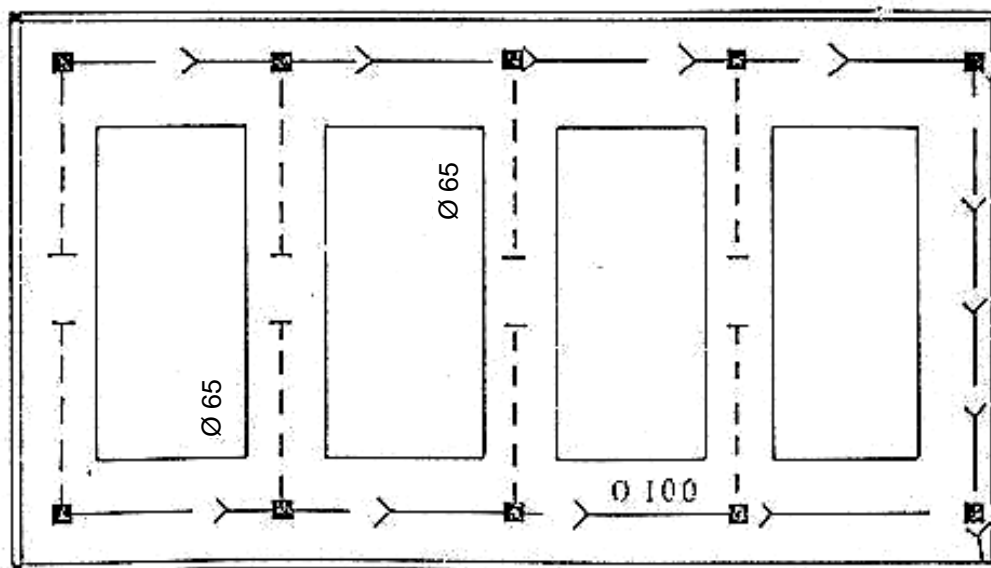


Figura 28 - Exemplo de sistema drenante em Quadras de Tênis

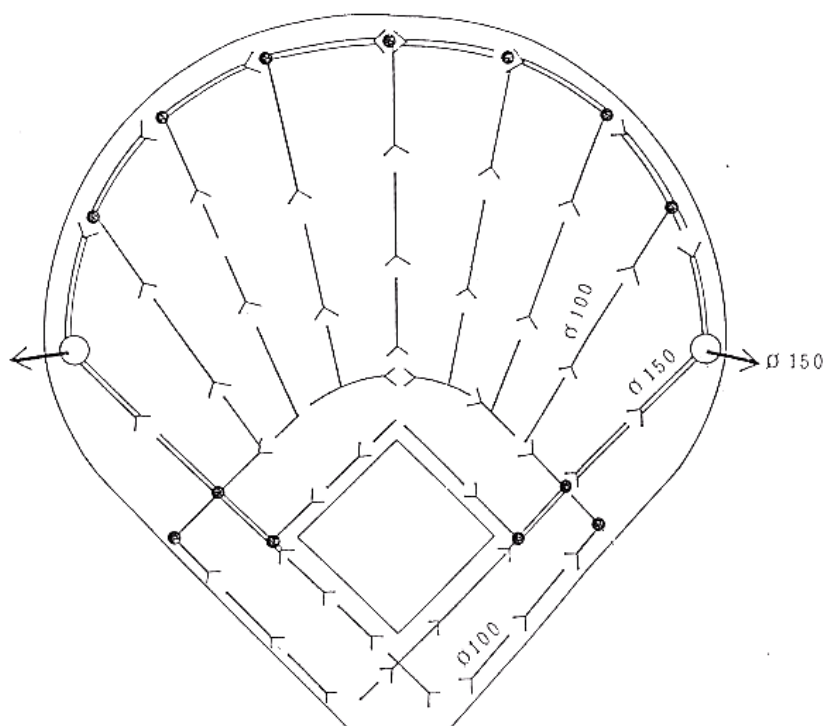


Figura 29- Exemplo de sistema drenante em campos de Baseball

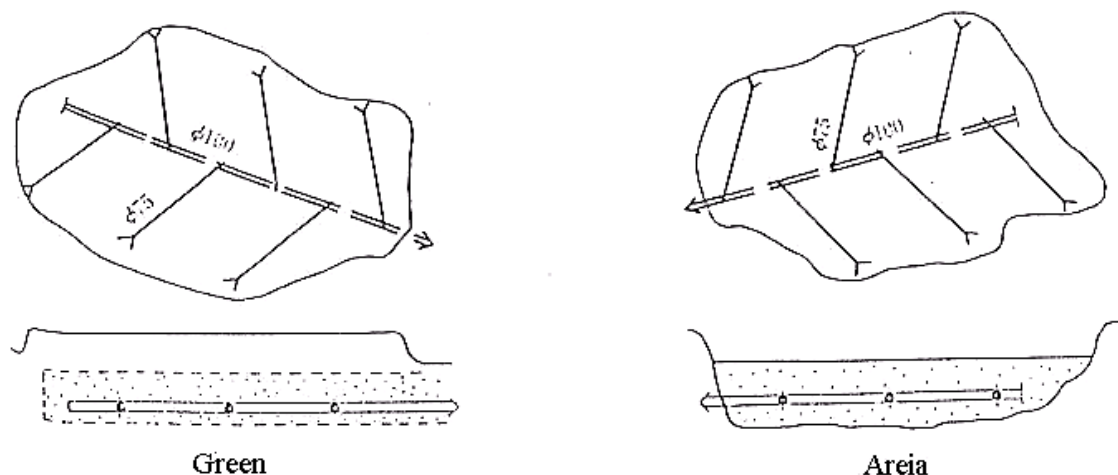


Figura 30 - Exemplo de sistema drenante em campos de Golfe

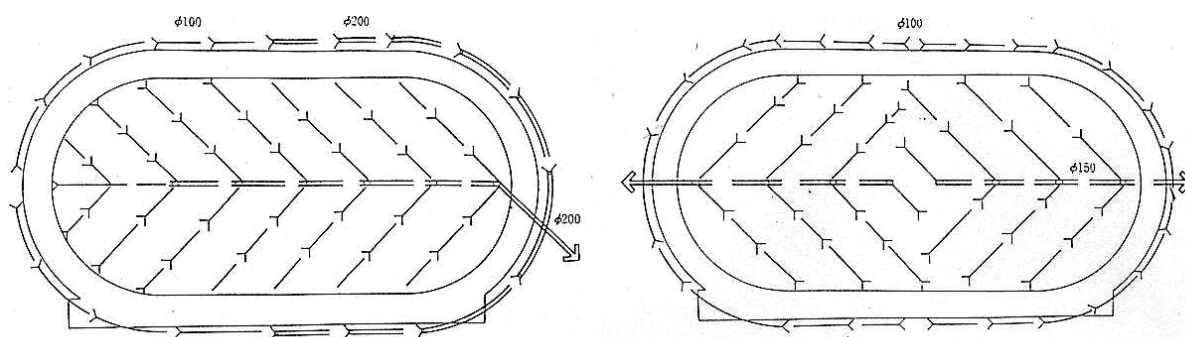


Figura 31 - Exemplo de sistema drenante em Campos de Atletismo

Ferrovias

Tanto as águas que afloram do lençol freático quanto aquelas que se infiltram pelo lastro, diminuem a resistência do solo-base onde se apóia a estrutura de uma ferrovia.

A drenagem profunda e/ou sub superficial é de grande valia, nestes casos, pois previne o bombeamento dos materiais finos para dentro do lastro, pelo fato de manter seca e resistente a interface solo/lastro.

São drenos instalados geralmente em trechos de corte ou em trechos de baixada onde haja formação e ascensão do lençol freático a níveis que possam comprometer a capacidade de carga do sistema.

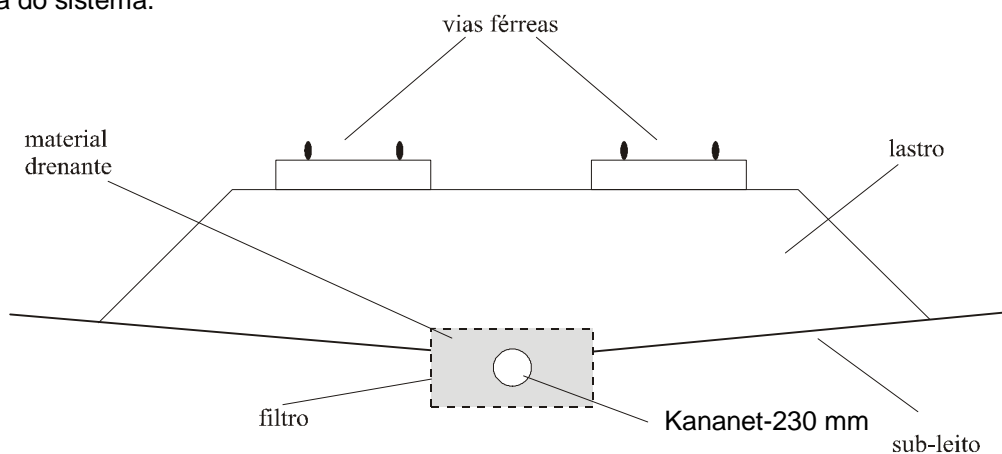


Figura 32 – Trincheira drenante longitudinal, para captação das águas de infiltração local, posicionada na entre vias.

Obras de contenção

Quando os muros de arrimo estão sujeitos à ação das águas infiltradas no solo, a presença de um sistema drenante, além de aumentar a segurança da obra, conduz a estruturas mais delgadas pois o seu projeto estrutural é aliviado das pressões neutras.

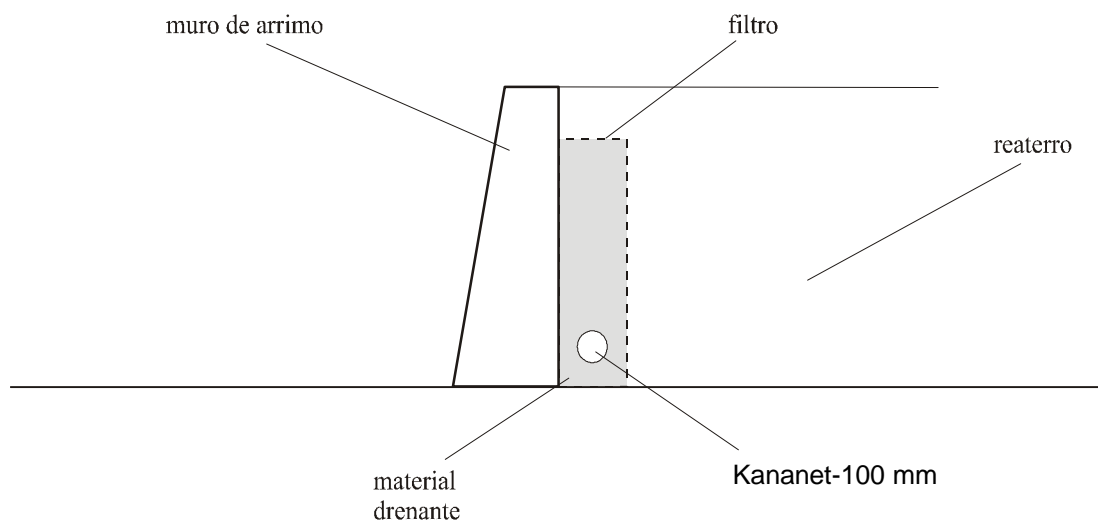


Figura 33 – Cortina drenante interceptora, atrás do muro de arrimo.

Pátios e estacionamentos

Vários são os tipos de pavimentos utilizados em pátios e estacionamentos: pedriscos, brita corrida, capa asfáltica, placas de concreto, blocos articulados, etc. São em geral, áreas bastante planas, com grandes volumes de tráfego e sujeitas a um alto grau de infiltração das águas de chuvas. Um rápido escoamento dessas águas, captadas logo após sua infiltração pelo pavimento, irá evitar o fenômeno do bombeamento de finos e o desenvolvimento de trilhas e rodeiras (Vide Figura 22 no tópico Aeroportos).

Rodovias

As drenagens subterrâneas mais comuns em rodovias são:

DLP: Drenos longitudinais profundos, em forma de trincheiras, geralmente projetados para o rebaixamento do lençol freático.

Drenos de pavimentos: Drenos sub superficiais, projetados para captar as águas infiltradas localmente pelas fissuras e trincas (vide Figura 22 no tópico Aeroportos).

O emprego desses dois tipos de drenos longitudinais garante que tanto o sub leito, a base e a capa de rolamento permaneçam livres da presença d'água, prolongando a vida útil das rodovias por muitos anos (vide Figura 22 no tópico Ferrovias).

Subsolos

Em todas as obras escavadas, a mais econômica e eficiente ferramenta de combate às ações das águas profundas é a drenagem.

Vários são os sistemas possíveis de serem empregados: para a condição de sub solos isotrópicos (homogêneos) geralmente um sistema em espinha de peixe ou um colchão drenante sob o piso já é suficiente.

Em solos extratificados (camadas com grande permeabilidade horizontal), pode ser necessária a construção de cortinas drenantes ao longo das paredes dos subsolos (vide Figura 33 no tópico Obras de Contenção).

Drenagem de fossa através de sumidouro horizontal

Aqui trata-se de um caso atípico onde de fato há uma drenagem de fossa através de um sistema de sumidouro horizontal.

Neste caso o sistema de sumidouro por tubos perfurados instalados em valas tem função inversa daquela de drenagem subterrânea ou seja, tem a função de perder água e não de captar.

O sistema é instalado de forma idêntica aos casos anteriores tendo no entanto, a finalidade de criar uma grande área de infiltração e assim facilitar o fluxo de água da fossa para o solo.

É uma prática de baixo custo e bastante eficiente, principalmente em se tratando de áreas de solo que possuam a camada impermeável situada próxima da superfície ou zonas que possuam lençol freático alto.

O sistema fornece ainda condições favoráveis à realização de sub irrigação de fruteiras, o que é bastante positivo, principalmente, quando instalados em regiões sujeitas a período de secas prolongado.

8. Comparativo técnico econômico entre drenos

Comparação relativa entre os tipos mais usuais de drenos subterrâneos executados no Brasil, destacando-se seu custo estimativo, sua vazão máxima, a relação custo/benefício e a eficácia relativa entre drenos com e sem dreno.

Obs.: o custo dos drenos apresentados foram calculados apresentando-se as composições da TCPO, revista construção/SP e dos fabricantes dos produtos.

Foram adotados BDI de 30%, declividade longitudinal de 1% para todos os drenos, Brita 2 como material drenante e geotêxtil não tecido como elemento filtrante.

Dreno tipo nº	Tipo de dreno - Descrição sumária	Vazão máxima (l/s)	Custo (R\$/m)	Relação custo/benefício (R\$ / l / s)	Relação de eficácia
1	Dreno de pavimento, sem tubo dreno	0,30	7,03	23,40	1
2	Dreno de pavimento, com tubo dreno de Ø 65 mm	1,76	9,99	5,68	6
3	Dreno de pavimento, com tubo dreno de Ø 100 mm	2,90	10,87	3,75	10
4	Dreno longitudinal profundo, sem tubo dreno	0,63	15,16	24,06	1
5	Dreno longitudinal profundo, com tubo dreno de Ø 100 mm	3,23	19,00	5,88	5
6	Dreno longitudinal profundo, com tubo dreno de Ø 170 mm	13,46	22,85	1,69	22
7	Dreno longitudinal profundo, com tubo dreno de Ø 230 mm	28,63	27,39	0,96	45
8	Dreno de áreas verdes ou esportes, sem tubo dreno	0,40	9,48	23,70	1
9	Dreno de áreas verdes ou esportes, com tubo dreno de Ø 65 mm	1,86	12,44	6,69	5
10	Dreno de áreas verdes ou esportes, com tubo dreno de Ø 100 mm	3,00	13,32	4,44	7

Quadro XVII

9. Dimensionamento hidráulico

O dimensionamento hidráulico dos tubos drenos Kananet, resume-se na determinação da vazão de escoamento, em função da declividade média longitudinal, para toda a extensão do dreno e/ou segmentos definidos.

Tais declividades devem ser definidas no projeto de drenagem. Mesmo quando o projeto já especifica o diâmetro do tubo a ser utilizado, é aconselhável conferi-lo com os dados fornecidos pelo ábaco (Página 26) ou pelo Quadro XIX (Página 27).

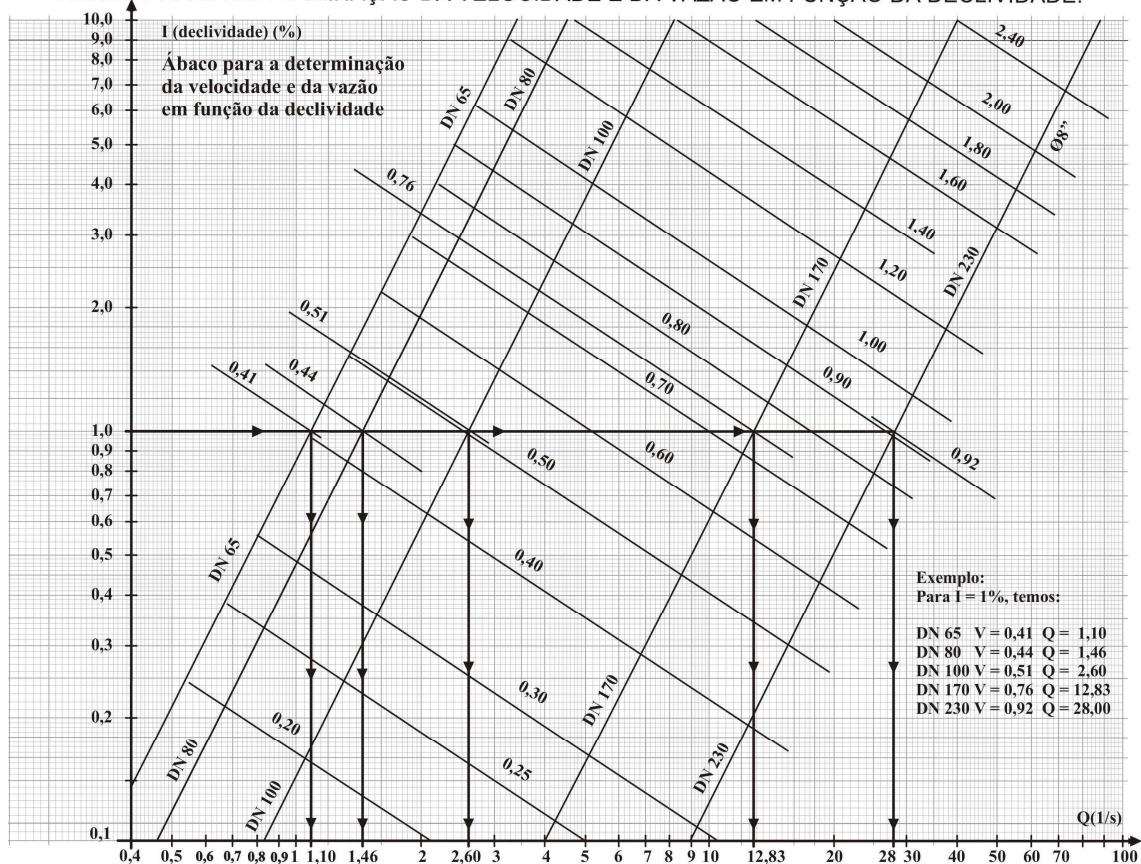
Às vezes não dispomos de tubos drenos de vários diâmetros no canteiro de obras, ou queremos aproveitar um saldo de tubo dreno de diâmetro diferente ao indicado no projeto.

Tabela de equivalência de diâmetros					
Diâmetro especificado (mm)	Número de tubos drenos Kananet paralelos que conduzem a mesma vazão, para uma dada declividade				
	65	80	100	170	230
65	1	1	1	1	1
80	2	1	1	1	1
100	3	2	1	1	1
170	9	6	3	1	1
230	22	19	10	3	1

Quadro XVIII - Quantidades de tubos drenos paralelos de menor diâmetro, que equivalem a um único tubo de maior diâmetro.

Exemplo: um tubo especificado de \varnothing 170 mm pode ser substituído por 3 tubos de \varnothing 100 mm

ÁBACO PARA A DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE E DA VAZÃO EM FUNÇÃO DA DECLIVIDADE.



Ábaco 1: Vazões e velocidades de fluxo para tubos drenos Kanonet ($n = 0,016$), em função da declividade longitudinal

Tubos drenos Kananet - Vazões e velocidades de fluxo										
I (%)	Kananet - 65		Kananet - 80		Kananet - 100		Kananet - 170		Kananet - 230	
	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)
5,0	0,92	2,47	0,98	3,26	1,14	5,83	1,70	28,70	2,07	62,56
4,0	0,82	2,21	0,88	2,92	1,00	5,21	1,52	25,67	1,85	55,96
3,0	0,71	1,92	0,76	2,53	0,88	4,51	1,32	22,23	1,60	48,46
2,0	0,58	1,56	0,62	2,01	0,72	3,68	1,07	18,15	1,31	39,57
1,0	0,41	1,11	0,44	1,46	0,51	2,60	0,76	12,83	0,92	27,98
0,5	0,29	0,78	0,31	1,03	0,36	1,84	0,54	9,07	0,65	19,78
0,4	0,26	0,70	0,28	0,92	0,32	1,65	0,48	8,12	0,58	17,69
0,3	0,22	0,61	0,24	0,80	0,28	1,43	0,42	7,03	0,51	15,32
0,2	0,18	0,49	0,20	0,65	0,23	1,17	0,34	5,74	0,49	12,51
0,1	0,13	0,35	0,14	0,46	0,16	0,82	0,24	4,06	0,29	8,85

Fórmulas Básicas: $Q = 20,7 \cdot D^{2,67} \cdot I^{0,50} \text{ (m}^3\text{/s)}$ $V = 27,2 \cdot D^{0,67} \cdot I^{0,50} \text{ (m/s)}$					Parâmetros: Q = Vazão de escoamento (m ³ /s) V = Velocidade média de escoamento (m/s) I = Declividade média do dreno (m/m) D = Diâmetro interno do tubo dreno (m)					
---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--

Quadro XIX – Vazões e velocidades de fluxo para os tubos drenos Kananet (n = 0,016), em função da declividade média longitudinal.

10. Ensaios executados nos tubos drenos Kananet e nos tubos terminais

10.1 Compressão diametral

Um corpo de prova medindo 323 mm de comprimento é submetido a uma força de compressão F para causar deformação diametral de 5% em relação ao seu diâmetro externo, e esta não poderá ser inferior conforme mostrado no Quadro XVI.

Este ensaio deverá ser realizado a uma temperatura de 20 a 25°C.

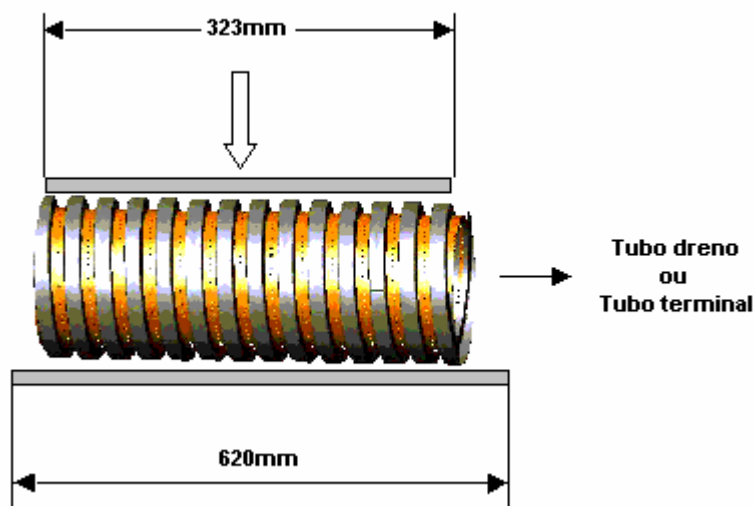


Figura 34

Tabela de medidas		
Ø NOMINAL (mm)	F mínimo	
	(Kgf)	(N)
65	20,0	196,0
80	40,0	392,0
100	45,0	441,0
170	30,0	294,0
230	60,0	588,0

Quadro XX

Um cilindro rígido de massa igual a 5,0 Kg, com face de impacto plana e diâmetro (D) de 90 mm, cai em queda livre de alturas pré-determinadas sobre um corpo de prova medindo 500 mm de comprimento.

Para cada altura H é usado um novo corpo de prova.

Imediatamente após o impacto, é determinada a variação do diâmetro externo do tubo dreno Kananet ou tubo terminal, calculada como segue:

$$VDE = \frac{\varnothing_i - \varnothing_f}{\varnothing_i} \times 100$$

Onde:

VDE = Variação do diâmetro externo (%)

\varnothing_i = Diâmetro inicial do tubo dreno Kananet ou tubo terminal medido no ponto de impacto (mm)

\varnothing_f = Diâmetro final do tubo dreno Kananet ou tubo terminal medido no ponto de impacto (mm)

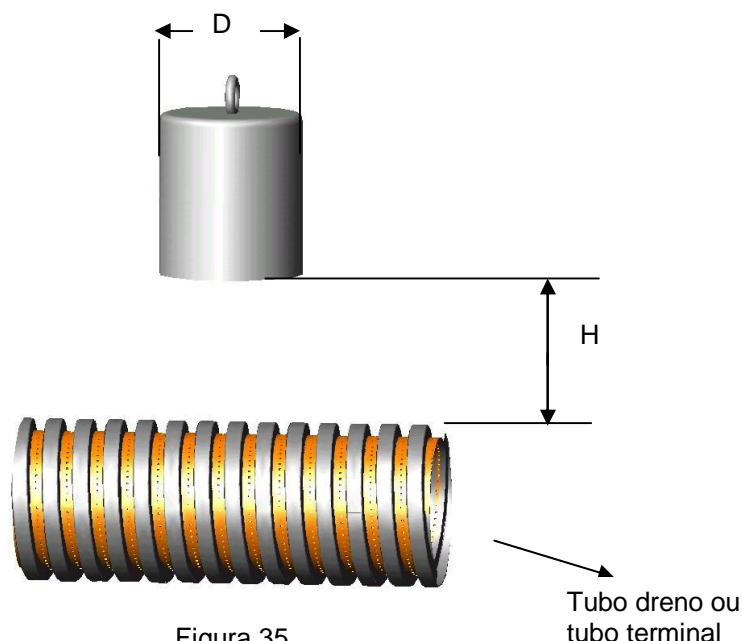


Figura 35

Tabela de medidas		
\varnothing nominal (mm)	Altura H (m)	Carga (J)
65	0,3	15,0
80	0,3	15,0
100	0,3	15,0
170	0,3	30,0
230	0,6	30,0

Quadro XXI

NOTAS

1) A Kanaflex S.A. Indústria de Plásticos possui como princípio o melhoramento contínuo dos produtos de sua fabricação.

Eventuais alterações, correções e adições poderão ser feitas na sua especificação sem prévio aviso objetivando sempre o seu aperfeiçoamento.

2) Este procedimento tem o intuito de colaborar com os usuários dos tubos drenos Kanaflex, nos trabalhos de drenagem subterrânea.

Caso ocorra em suas obras particularidades ou dúvidas não contempladas neste procedimento, favor contatar nosso Departamento de Assistência Técnica.

Dúvidas?

Ligue para (11) 3779-1670 ou diretamente para
nossa Assistência Técnica no (11) 4785-2132
e-mail: atecnica@kanaflex.com.br

 S/A INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS

ESCRITÓRIO: Rua Edward Joseph, 122 – Andar Intermediário
Portal do Morumbi – São Paulo / SP – CEP 05709-020
Fone (11) 3779-1670 – Fax (11) 3779-1696
www.kanaflex.com.br - vendapead@kanaflex.com.br

FÁBRICA: Rua José Semião Rodrigues Agostinho, 282
(Km 282 da Rodovia Régis Bittencourt – BR 116)
Bairro Quinhau – Embu – SP – CEP 06833-905
Fone (11) 4785-2100 – Fax (11) 4785-2140

“Empresa Certificada ISO 9001”

8ª edição - Março / 2007