PCC-465
SISTEMAS PREDIAIS I

Sistemas Prediais de Águas Pluviais

Sistema Predial de Águas Pluviais

Normalização

- Os condutores de águas pluviais não podem ser usados para receber efluentes de esgotos sanitários ou como tubos de ventilação da instalação predial de esgotos sanitários;
- os condutores da instalação predial de esgotos sanitários não podem ser aproveitados para a condução de águas pluviais;
- as superfícies horizontais de lajes devem ter uma declividade mínima de 0,5% que garanta o escoamento das águas pluviais até os pontos de drenagem previstos;
- o diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é 75mm;
- os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme com valor mínimo de 0,5%.

Sistema Predial de Águas Pluviais

Dimensionamento

$$Q = C . A . I$$

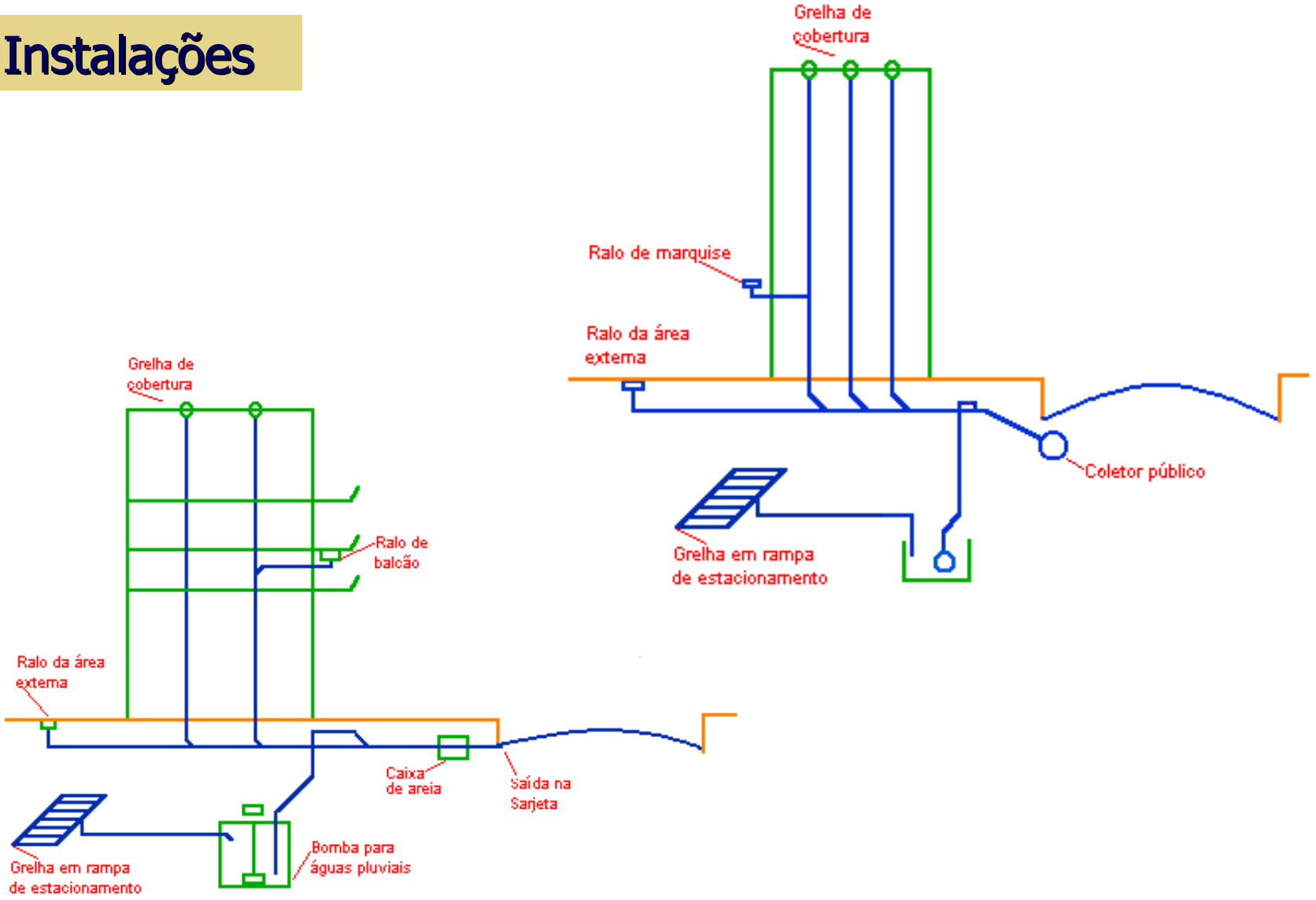
Onde:
C é o coeficiente de escoamento superficial (considera-se C = 1);
A é a área de contribuição (m^2);
I é a intensidade pluviométrica (mm/h).

Área de contribuição (A):

- Cobertura (projeção horizontal);
- incrementos devido à inclinação;
- incrementos devido às paredes que interceptam água de chuva.

Sistema Predial de Águas Pluviais

Instalações



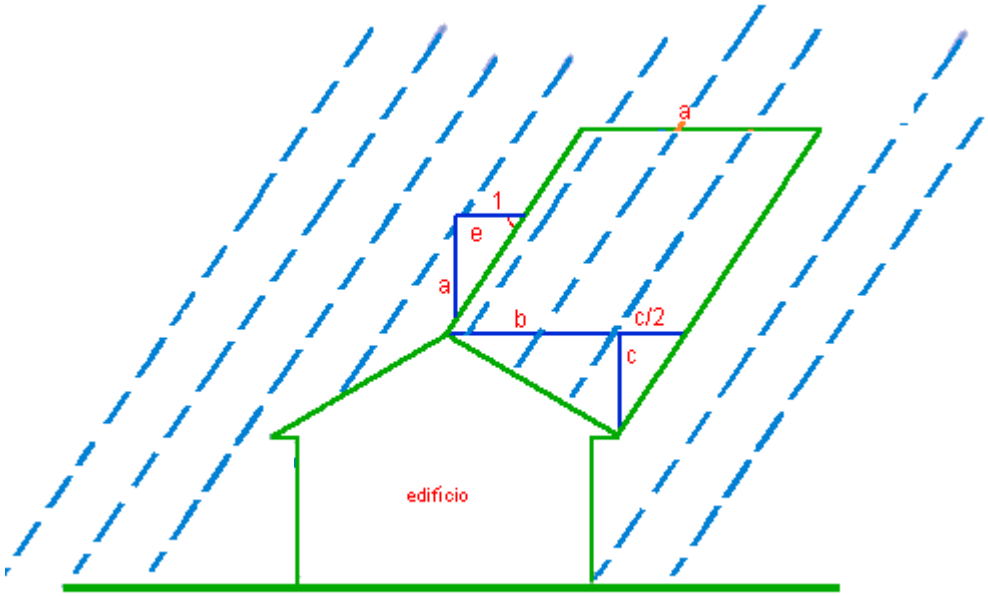
Sistema Predial de Águas Pluviais

Ação dos Ventos

Devido à ação dos ventos, considerar um ângulo de inclinação da chuva em relação à horizontal de:

$$\Theta = arctg\,2$$

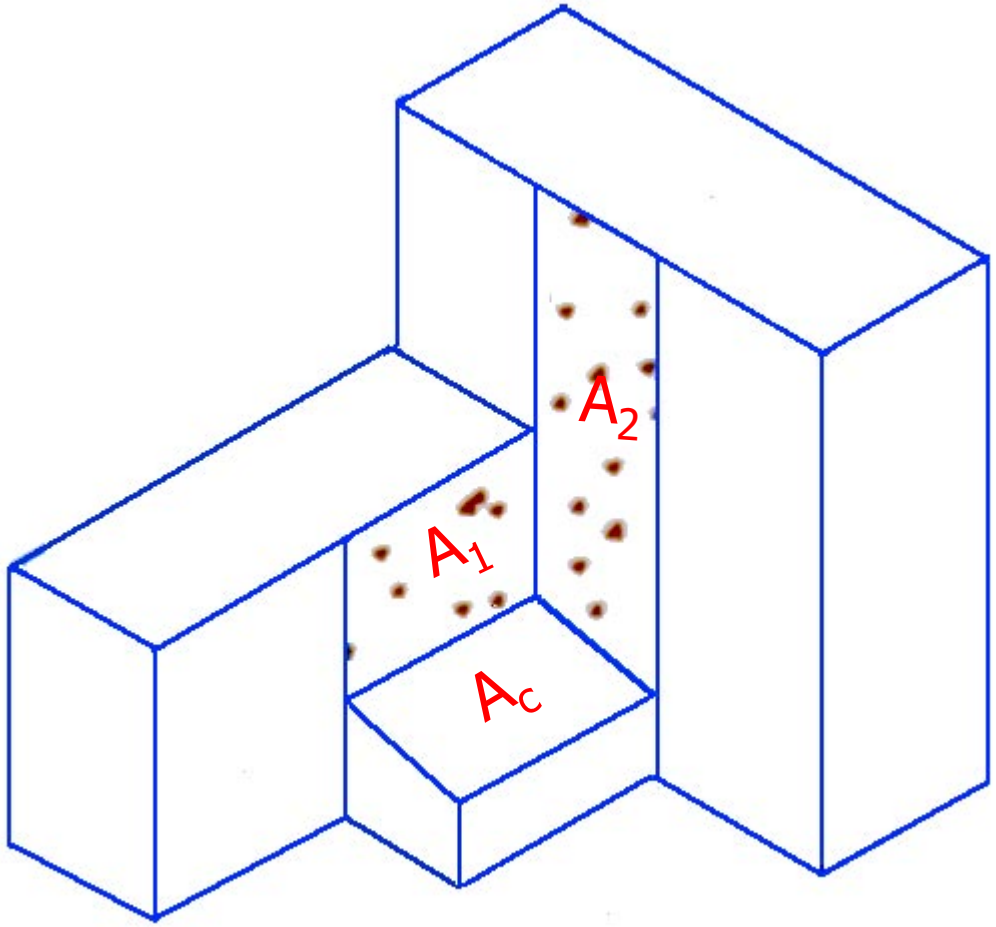
Onde:
Θ é o ângulo de queda da chuva com influência do vento



Influência do Vento na Inclinação da Chuva

$$a = b + c / tg\Theta \qquad\qquad a = b + c / 2$$

Sistema Predial de Águas Pluviais



$$A = A_c + A_1 + A_2$$

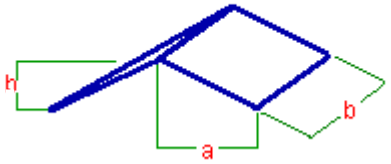
Sistema Predial de Águas Pluviais

Indicações para Cálculo da Área de Contribuição

$$A = ab$$

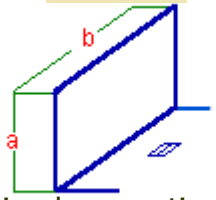
Superfície plana horizontal

$$A = (a + \frac{h}{2})b$$



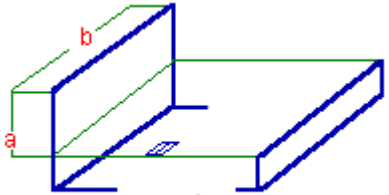
Superfície plana inclinada

$$A = (\frac{ab}{2})$$



Superfície plana vertical única

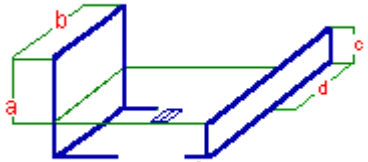
$$A = (\frac{ab}{2})$$



Duas superfícies planas verticais opostas

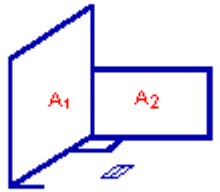
$$ab < cd \rightarrow A = (\frac{cd - ab}{2})$$

$$ab > cd \rightarrow A = (\frac{ab - cd}{2})$$



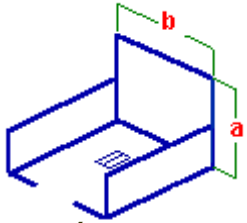
Duas superfícies planas verticais opostas

$$A = (\frac{\sqrt{A_1^2 + A_2^2}}{2})$$



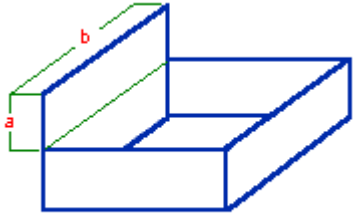
Duas superfícies planas verticais adjacentes e perpendiculares

$$A = (\frac{ab}{2})$$



Três superfícies planas verticais adjacentes e perpendiculares

$$A = (\frac{ab}{2})$$



Quatro superfícies planas verticais, sendo uma com maior altura

Sistema Predial de Águas Pluviais

Intensidade Pluviométrica (1)

Baseada em dados pluviométricos locais;
Deve ser determinada a partir:

- da fixação da duração de precipitação (t=5min);
- do período de retorno (T).

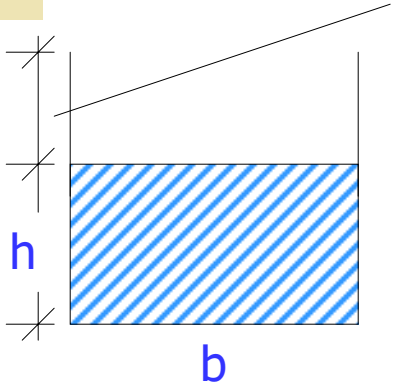
Período de Retorno (T)

T = 1 ano = Áreas pavimentadas (tolerância de empoçamento);
T = 5 anos = coberturas e / ou terraços;
T = 25 anos = Coberturas e áreas onde não são permitidos empoçamentos ou extravazamento.

obs. Para construções de até 100m2 (projeção horizontal), salvo em casos especiais, pode-se adotar I = 150mm/h.

Sistema Predial de Águas Pluviais

1º Caso

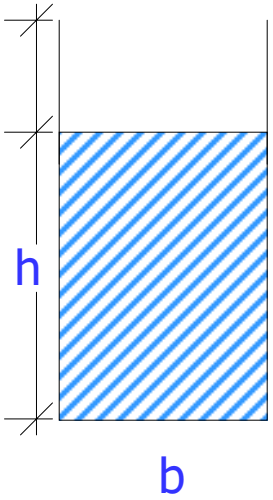


borda livre = 2/3 h ou 75mm ((BSI)

b = 2 h

$$h = \left(\frac{Q_n}{75.614{,}37\, i^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

2º Caso



h = 2 b

$$b = \left(\frac{Q_n}{65.160\, i^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

Sistema Predial de Águas Pluviais

Valores das precipitações para São Paulo

tempo de retorno (anos)	precipitações (mm/h)
1	122
5	172
25	208

Vazão de Projeto (Q)

Onde:
Q é a vazão de projeto (l/min);
I é a intensidade pluviométrica (mm/h);
A é a área de contribuição de contribuição (m^2);
C é o coeficiente de escoamento superficial.

Sistema Predial de Águas Pluviais

Tabela 1

Coeficientes multiplicativos da vazão de projeto

Tipo de Curva	Curva a menos de 2m da saída da calha	Curva entre 2m e 4m da saída da calha
canto reto	1,20	122
canto arredondado	1,10	172

Tabela 2

Coeficientes de rugosidade para uso com a Fórmula de Manning-Strickler

Plástico, Fibrocimento, Alumínio, Aço Inoxidável, Aço Galvanizado, Cobre e Latão	0,011
Ferro Fundido, concreto alisado e Alvenaria revestida	0,012
Cerâmica e Concreto não alisado	0,013
Alvenaria de Tijolos não revestida	0,015

Sistema Predial de Águas Pluviais

Dimensionamento de Coletores Verticais

➡ ÁBACOS (CSTC / 1975 - Bélgica)

Dados:

Q é a vazão de projeto (l/min);
H é a altura da lâmina de água na calha (mm);
L é o comprimento do condutos vertical (m).

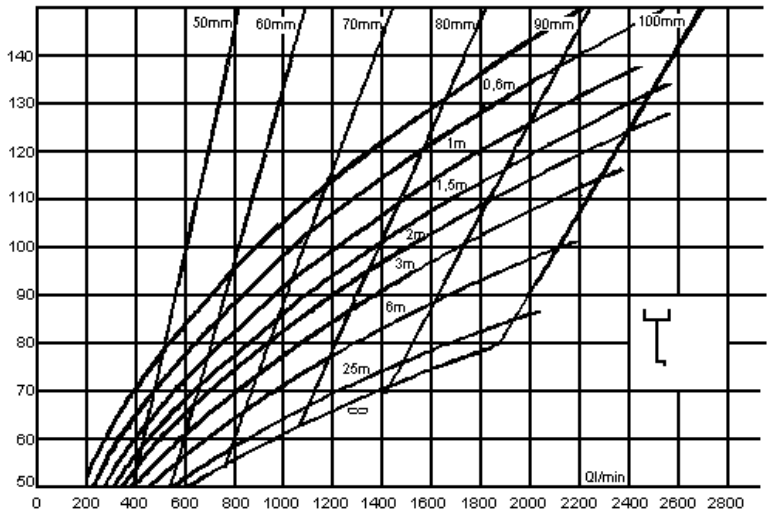
Incógnita

Diâmetro interno (mm)

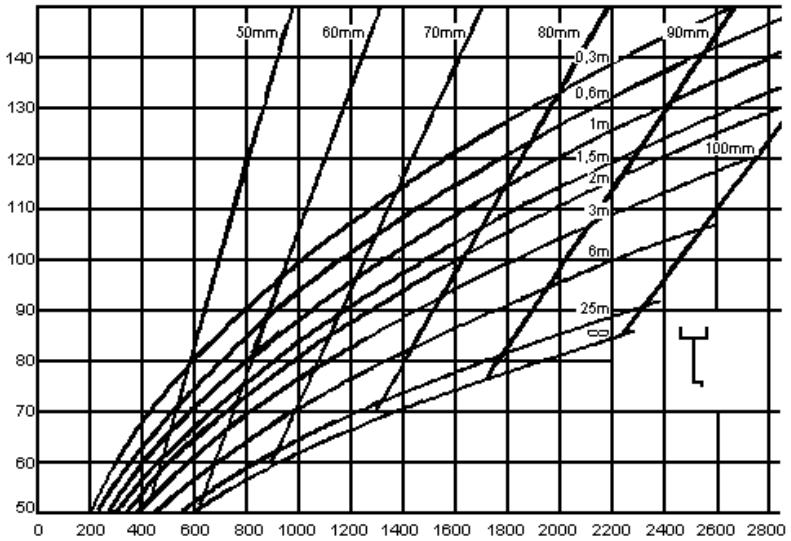
Sistema Predial de Águas Pluviais

Dimensionamento de Coletores Verticais

Ábacos para a determinação de diâmetros de condutores verticais



Calha com saída em aresta viva



Calha com funil de saída

Sistema Predial de Águas Pluviais

Dimensionamento de Calhas

➡ Fórmula de Manning-Strickler

$$Q = K\,(S / n)(R_H)^{\frac{2}{3}}\,(i)^{\frac{1}{2}}$$

Onde:
Q é a vazão de projeto (l/min);
S é a área da seção molhada (m^2);
n é o coeficiente de rugosidade (Tabela 2);
L é o comprimento do condutos vertical (m).
RH-SP é o raio hidráulico (m);
P é o perímetro molhado (m);
i é a declividade da calha (m/m);
K = 60.000
Obs. Em calhas de beiral ou platibanda, quando a saída estiver a menos de 4m de uma mudança de direção, a vazão de projeto deve ser multiplicada pelos coeficientes da Tabela 1.

Sistema Predial de Águas Pluviais

Relação Vazão X Diâmetro do Condutor Vertical

"Máxima vazão que pode escoar pelo condutor vertical, sem que este funcione como conduto forçado"

$$Q_w = 0{,}19\,(rs)^{\frac{5}{3}}\,D^{\frac{8}{3}}$$

rs	25%	30%
D(mm)	Vazão l/min	
50	63,96	86,68
75	188,57	255,54
100	---	550,33
150	---	1.622,55
200	---	3.494,37
250	---	6.335,72

Onde:
rs é a taxa de enchimento rs = (S_W/S_t);
S_W é a área da seção anular por onde escoa a água;
S_t é a área da seção transversal do condutor vertical.

Sistema Predial de Águas Pluviais

Dimensionamento de Tubos Verticais - Área Projetada Horizontalmente

Precipitação (mm/h)	Diâmetro da Coluna Vertical			
	2"	**3"**	**4"**	**5"**
25	267,8	818,4	1711,2	3217,8
50	135,9	409,2	855,6	1608,9
76	89,3	272,5	570,1	1072,3
101	67,0	204,6	427,8	804,5
127	53,5	168,7	342,2	648,6
152	44,6	136,7	283,5	536,1
178	38,1	117,2	244,6	439,9
203	33,5	102,3	213,9	402,2
229	29,8	91,1	190,2	357,6
254	27,0	81,1	171,1	321,8
279	24,2	74,4	155,8	292,5
305	22,3	67,9	142,3	267,8

Sistema Predial de Águas Pluviais

Capacidade de Condutores Horizontais de Seção Circular (vazões em l/min)

diâmetro interno	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
mm	**0,5%**	**1%**	**2%**	**4%**	**0,5%**	**1%**	**2%**	**4%**	**0,5%**	**1%**	**2%**	**4%**
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
63	59	84	118	168	55	77	108	154	50	71	100	142
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	110	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Sistema Predial de Águas Pluviais

Dimensionamento de Condutores Horizontais

➡ Declividade uniforme mínima

$$i_{min} = 0{,}5\%$$

➡ Altura da lâmina de água

$$H = \left(\frac{2}{3}\right) D_{interno}$$

Tabela 4 - NB 611:1979

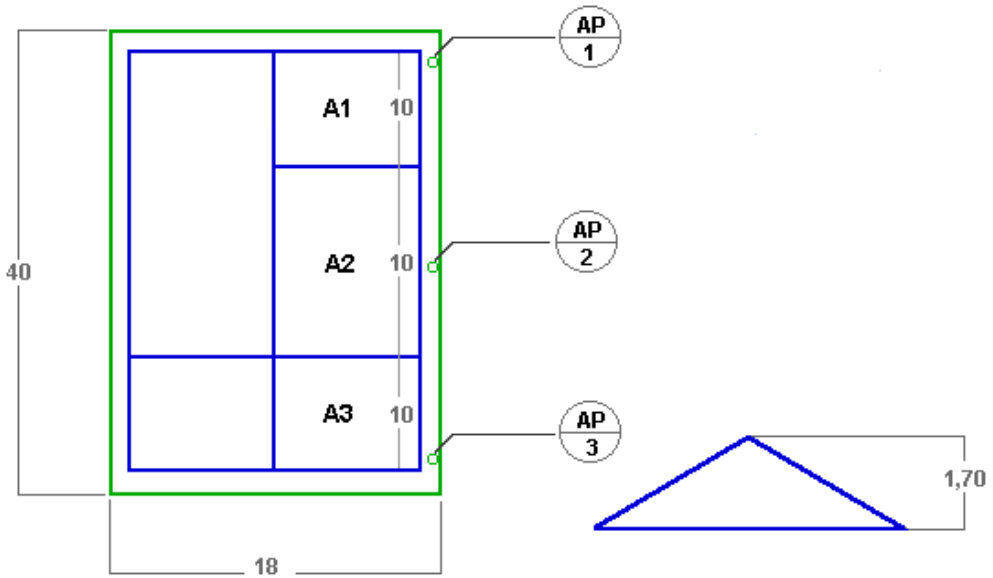
Sistema Predial de Águas Pluviais

Materiais e Componentes

Materias / Componentes	PVC rígido	Aço G FoFo	Alumínio	Fibro-cimento	Fibra de vidro, acríl.
calhas	SIM	Aço G e Alumínio	SIM	SIM	SIM
ralos (balcão marquises)	SIM	FoFo	NÃO	NÃO	NÃO
grelhas (rampas de estacionamento)	NÃO	FoFo	NÃO	NÃO	NÃO
condutores horizontais	SIM	SIM	SIM	NÃO	Concreto, cerâm. vitrificada
condutores verticais	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
caixas de areia	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	Concreto, alvenaria
caixas de inspeção	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	Concreto, alvenaria

Sistema Predial de Águas Pluviais

Exemplo



1. Área de Contribuição: $A = (a + \frac{h}{2})\, b$

$$A1 = (9 + \frac{1,7}{2})\, 10 \qquad A2 = (9 + \frac{1,7}{2})\, 20$$

$$A1 = 98,5 m^2 \qquad A2 = 197 m^2$$

Sistema Predial de Águas Pluviais

2. Intensidade Pluviométrica (São Paulo)

$I = 172 mm/h$ *para* $T = 5$ *anos*

3. Vazão de Projeto

$$Q = \frac{C \times I \times A}{60}$$

3.1 Calha

$$Q1 = \frac{(1 \times 172 \times 98{,}5)}{60} \qquad Q1 = 282{,}37 \text{ l/min}$$

$$Q2 = \frac{(1 \times 172 \times (\frac{197}{2}))}{60} \qquad Q2 = 282{,}37 \text{ l/min}$$

3.2 Condutor

$$Q1 = \frac{(172 \times 98{,}5)}{60} \qquad Q1 = 282{,}37 \text{ l/min}$$

$$Q2 = \frac{(172 \times 197)}{60} \qquad Q2 = 564{,}73 \text{ l/min}$$

Sistema Predial de Águas Pluviais

4. Dimensionamento da Calha (Aço Galvanizado)

Para uma calha de 10cm x 16cm tem-se:

S = 0,008m2 e P = 0,26m

I = 0,5%

n = 0,011 e K = 60.000

$$Q = 60.000\, x\, (\frac{0,008}{0,011})\, x\, (\frac{0,008}{0,26})^{\frac{2}{3}}\, x\, (\frac{0,5}{100})^{\frac{1}{2}}$$

$Q = 302,98 l/min > Qnee$ *OK*!

Mas, para Q = 282,37l/min → H = 76mm

Sistema Predial de Águas Pluviais

4. Dimensionamento da Calha (Aço Galvanizado)

Para uma calha de 10cm x 16cm tem-se:

S = 0,008m2 e P = 0,26m

I = 0,5%

n = 0,011 e K = 60.000

$$Q = 60.000\, x\, (\frac{0,008}{0,011})\, x\, (\frac{0,008}{0,26})^{\frac{2}{3}}\, x\, (\frac{0,5}{100})^{\frac{1}{2}}$$

$Q = 302,98 l/min > Qnee$ *OK*!

Mas, para Q = 282,37l/min → H = 76mm

Sistema Predial de Águas Pluviais

5. Dimensionamento dos condutores verticias

Q1 = 282,37l/min	H = 76mm	L = 6,0m
D = ?	Ábaco 3B	D = 75mm

Q2 = 554,73l/min	H = 76mm	L = 6,0m
D = ?	Ábaco 3B	D = 75mm