

MEMORIAL DE CÁLCULO (REDE DE DRENAGEM)

Requerente:
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DO ALTO
CNPJ: 46.634.077/0001-14

Localização: “Rua Sete de Setembro”
Município: Capela do Alto – SP

Micro Bacia Hidrográfica: Médio Tietê Superior
Sorocaba Médio Tietê - UGRHI 10

Responsável Técnico:
Eng. Luis Caetano da Silva Schincariol
Crea: 5060730906

SETEMBRO / 2023
CAPELA DO ALTO - SP

1. Introdução

Objetivo:

O presente projeto refere-se às instalações de um sistema de drenagem no centro de Capela do alto, vide área de drenagem em planta. E compreende o escoamento superficial, captação, encaminhamento e lançamento das águas superficiais.

Localização:

O referido empreendimento está localizado no Município de Capela do Alto, Estado de São Paulo.

Topografia:

O projeto de Drenagem foi desenvolvido sobre a fotografia aérea e levantamento, na escala 1:1.000.

Classificação:

O referido foi projetado para captação da água escoada pelas microbacias locais. A área total de escoamento tem 32,24 ha.

Área a ser atendida:

O projeto da rede de drenagem abrange as áreas citadas em planta. Devido às características topográficas do terreno, será previsto o escoamento superficial as águas pluviais coletadas e serão encaminhadas por uma rede de galerias até 1 ponto de lançamento. Citado no projeto de Rede de Drenagem.

Área de drenagem de 32,24 ha.

Critério do projeto:

A coleta, afastamento e lançamento das águas pluviais da área em estudo serão feitos levando-se em conta: a topografia da área; o tipo de urbanização das ruas a implantar; a proteção aos pavimentos; a redução do alagamento; a eliminação de ponto baixo de acumulação de água; a diminuição de inundações.

A filosofia do sistema pluvial é exatamente oposta à filosofia da rede de esgoto. Assim, a rede pluvial só deverá existir em locais indispensáveis, devendo ser a menor possível. Também deverá captar parte das águas de chuva e a dispor o mais próximo possível, sempre considerando preocupações de ordem sanitária e hidráulicas.

2. Dispositivos

O sistema de drenagem, ou de micro drenagem de águas pluviais será composto dos seguintes dispositivos:

Sarjetas: Canais longitudinais, triangulares, situados entre a guia e a pista de rolamento, destinado a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até os pontos de coleta.

Pavimentação: como o local referido já está pavimentado, a pavimentação será feita com uma sub-base de brita granulada e superficialmente uma camada de concreto betuminoso usinado quente.

Bocas de Leão (BL): Também denominadas de bocas coletoras, são estruturas destinadas à captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas.

Ligações Boca de leão: Tubo de ligação ou tubo conector que conduz a água captada em bocas de leão até outras bocas de leão, evitando a utilização de poços visitáveis, simplificando a obra e reduzindo os custos de implantação.

Galerias Coletoras: São condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento; tecnicamente denominada de galerias.

Muro de ala: Estrutura cuja função é o lançamento das águas, no final dessa estrutura há um trecho enrocamento com gabião, onde ocorre a dissipação da energia da água coletada para o lançamento.

3. Cálculo da Vazão de Cheia

3.1. Metodologia de Cálculo

As águas de drenagem superficial são fundamentalmente originárias de precipitações pluviométricas, cujos possíveis transtornos que seriam provocados pelos escoamentos, devem ser neutralizados pelos sistemas de drenagem pluviais.

Na drenagem urbana, os dados históricos de vazões a serem utilizados no projeto de um determinado dispositivo, em geral, não são disponíveis e, ainda que disponíveis, são de pouca utilidade, visto que a ocupação de uma bacia hidrográfica é dinâmica, o que modifica significativamente o escoamento superficial ao longo do tempo.

As chuvas, por outro lado, são mais facilmente obtidas e o efeito da urbanização nas suas características são secundários; consistem, portanto, até certo ponto, em séries estacionárias, sendo, mais apropriadas para a utilização na drenagem urbana. Emprega-se deste modo, metodologias de transformação de chuva em vazão.

3.2. Método de Cálculo das Vazões

Utilizaremos o Método Racional para cálculo das vazões de chuva que correrão pelas ruas.

O Método Racional traz resultados bastante aceitáveis para o estudo de pequenas bacias (áreas com até 100 hectares), de conformação comum, tendo em vista a sua simplicidade de operação bem como da inexistência de um método de melhor confiabilidade para situações desta natureza.

Menores erros funcionais advirão da maior acuidade na determinação dos coeficientes de escoamento superficial e dos demais parâmetros necessários para determinação das vazões que influirão diretamente nas dimensões das obras do sistema a ser implantado.

O **Método Racional** relaciona evidentemente a precipitação com o deflúvio, considerando as principais características da bacia, tais como área, permeabilidade, forma, declividade média, etc., sendo a vazão de dimensionamento calculada pela seguinte expressão:

$$(EQ. 1) \quad Q = C \cdot I \cdot Ad$$

Onde:

- $Q = \text{Vazão de cheia} \left[\frac{m^3}{s} \right]$;
- $C = \text{Coeficiente de escoamento superficial}$;
- $I = \text{Intensidade da precipitação} \left[\frac{mm}{h} \rightarrow \frac{m}{s} \right]$;
- $Ad = \text{Área de drenagem da bacia} [ha \rightarrow m^2]$.

Fonte: AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9ª Edição, pag. 472.

COEFICIENTE DE RUNOFF (DEFLÚVIO):

O coeficiente C é função da permeabilidade do solo, da declividade do terreno, do uso da terra, revestimento vegetal e urbanização da bacia. Dessa forma, será adotado o coeficiente $C = 0,70$

O valor do coeficiente foi definido seguindo a seguinte fonte: **AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9ª Edição, Pg. 470, tabela b-I.3.3-a.**

3.3. Tempo de Retorno

O tempo de recorrência (T), é o tempo, em anos, que uma chuva de determinada intensidade tem probabilidade de ocorrer pelo menos uma vez.

Refere-se ao intervalo de tempo onde determinada chuva de projeto é igualada ou suplantada estatisticamente; também conhecido como período de recorrência ou de retorno. Para obras de micro drenagem varia de 2 a 10 anos. Adotaremos o retorno de 25 anos para sarjetas e 25 anos para as galerias.

Fonte: Diretrizes de projeto de hidráulica e drenagem:

3.4. Tempo de Concentração

O tempo de concentração (TC), é o tempo em min, é definido como o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial num determinado ponto de controle.

Refere-se ao menor tempo necessário para que toda a bacia de drenagem possa contribuir para a seção em estudo, durante uma precipitação torrencial. Adotamos $T_c = 10$ minutos.

Fonte: Diretrizes de projeto de hidráulica e drenagem

3.5. Intensidade da Chuva de Projeto

De acordo com o manual de equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo, utilizou-se a equação de chuva intensa do município mais próximo de Capela do alto, ou seja, o município de Tatuí, com período de retorno de 25 anos. **Estação Campo do Paiol – E5-062R**

Segue abaixo a equação:

$$(EQ.2) \quad I = \left\{ 19,25 \cdot (T_c + 20)^{-0,7872} + 5,511 \cdot (T_c + 20)^{-0,7609} \cdot \left[-0,4766 - 0,8977 \cdot \ln \cdot \ln \cdot \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\} \cdot 60 \text{ [mm/h]}$$

Sendo:

- $T_c =$ Tempo de concentração [10 min];
- $T =$ Período de retorno [25 anos].

Uso	I [mm/h]
I	141,00

Fonte.: Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo.

3.6. Boca de Leão

Por segurança consideraremos para cálculo da capacidade de vazão da boca-de-lobo, seu funcionamento como vertedor. Onde a lâmina d'água Y é mais baixa que a altura h da abertura sob a guia. Dessa forma a capacidade de engolimento pode ser calculada como um vertedor de parede espessa.

Conforme pode ser constatado no desenho anexo, a abertura sob a guia tem 1,00 m de largura e altura de 0,15m. Para cálculo como vertedor, que vem a ser a situação mais desfavorável quanto à capacidade de vazão consideramos a altura da lâmina d'água $h = 0,13$ m.

Assim, utilizando-se a equação de vazão para vertedores de parede espessa:

$$(EQ.3) \quad Q = 1,71 \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

Onde:

- $Q = \text{Vazão de engolia} \left[\frac{m^3}{s} \right];$
- $L = \text{comprimento abertura} [m];$
- $H = \text{altura da água} [m].$

Fonte: AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9ª Edição, pag. 479.

Uso	Q [m³/s]
Boca de Leão	0,18
Boca de Leão Dupla	0,36
Boca de Leão Tripla	0,54

3.7. Dimensionamento das Tubulações dos Ramais e Galerias

Para prevenir entupimentos com detritos, serão utilizados tubos de concreto simples com declividade mínima de 1 % em galerias e de diâmetro mínimo de 0,60 m. Em ramais, diâmetro mínimo de 400 mm e declividade mínima de 1,0%. A fixação desse diâmetro cria uma capacidade de esgotamento bem superior à capacidade de engolimento da boca de lobo, mas facilita sua limpeza e manutenção.

Utilizaremos a fórmula de Manning para a determinação da vazão máxima (Q):

$$(EQ.4) \quad Q = \frac{Am \times Rh^{2/3} \times I^{0,5}}{n}$$

Onde:

- $Q = \text{Vazão de cheia} \left[\frac{m^3}{s} \right]$ (para $T = 25 \text{ anos}$);
- $n = \text{Coeficiente de rugosidade} [0,015 \text{ Adimensional}]$;
- $Am = \text{Área molhada} [m^2]$;
- $Rh = \text{Raio Hidraulico} [m]$;
- $I = \text{Inclinação} \left[\frac{m}{m} \right]$.

O cálculo da velocidade foi realizado através da equação da continuidade:

$$(EQ.5) \quad V = \frac{Q_p}{Am}$$

- $Q = \text{Vazão de cheia} \left[\frac{m^3}{s} \right]$;
- $V = \text{Velocidade} \left[\frac{m}{s} \right]$;
- $Am = \text{Área molhada} [m^2]$;

Fonte: AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9ª Edição, CAP. B-I.3 “galerias”.

O diâmetro mínimo será \varnothing 0,60m, executado em tubulação de concreto armado, com os mesmos procedimentos construtivos do condutor principal.

A capacidade de vazão das tubulações será calculada pela equação de Manning.

Para o dimensionamento das galerias serão adotados os mesmos parâmetros utilizados para cálculo das Sarjetas.

O cálculo da Galeria levará em conta os seguintes parâmetros: Para a canalização principal, os critérios de dimensionamento são: para seções circulares, admitiremos que eles possam trabalhar até a seção plena;

- O diâmetro mínimo da canalização principal será de 0,60 m;
- Os tubos serão de concreto simples PA-4;
- As velocidades ideais de escoamento serão: mínima 0,60 m/s e máxima de 6,50 m/s; **EVITANDO EROSÃO NA GALERIA.**
- Os tubos terão enchimento máximo de 75% da seção;

o cálculo hidráulico de galerias se fará no **regime uniforme**, ou seja, admite-se que de cada trecho de galeria não haverá variação de velocidades de escoamento e de lâmina de água no tempo, enquanto este trecho funcionar com a vazão de projeto.

Como todas as bacias que contribuem para as sarjetas têm características de impermeabilização semelhantes será utilizado o mesmo coeficiente de infiltração C.

3.8. Dimensionamento das Sarjetas

São calhas formadas por faixas da via pública e o meio fio (guia), e comportam-se como canis de seção triangular. Será considerado para o seu dimensionamento a sua capacidade máxima de transporte para comparação com a vazão originada pela chuva de projeto. Adotando um coeficiente de manning de 0,015 para concreto rústico, altura máxima de 12cm.

Utilizaremos a fórmula de Manning para a determinação da vazão máxima (Q), eq.4 já apresentada anteriormente.

Fonte: AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9º Edição, CAP. B-I.3 “galerias”.

Dimensionamento Hidráulico - GALERIAS															
Trecho	Comp.	Cota do Terreno	Cota do Coletor	Prof. do Col	Área	Decliv	Coef Manning	Vazão Chuva (eq.1)	Diam.	H. Lam.	A.M.	P.M.	R.H.	VAZÃO Galeria (eq.4)	Vel. (eq.5)
		Mont	Mont	Mont											
-	(m)	(m)	Jus	Jus	(m)	(m/m)	-	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m/s)
PV.1-CP.1	55,00	624,50	622,00	2,50	4,67	0,069	0,015	1,280	0,60	0,45	0,23	1,26	0,18	1,280	5,6
		620,70	618,20	2,50											
CP.1-PV.2	10,80	620,70	618,20	2,50	4,74	0,065	0,015	1,300	0,60	0,47	0,24	1,31	0,18	1,300	5,5
		620,00	617,50	2,50											
PV.2-PV.3	71,15	620,00	616,50	3,50	6,14	0,059	0,015	1,683	0,80	0,45	0,29	1,35	0,21	1,683	5,8
		613,80	612,30	1,50											
PV.3-PV.4	67,60	613,80	609,30	4,50	7,48	0,056	0,015	2,051	1,00	0,45	0,34	1,47	0,23	2,051	6,0
		607,00	605,50	1,50											
PV.4-CP.2	10,80	607,00	604,00	3,00	18,38	0,019	0,015	5,039	1,00	0,69	0,58	1,96	0,29	2,322	4,0
		606,30	603,80	2,50											
CP.2-PV.5	79,50	606,30	603,80	2,50	19,43	0,020	0,015	5,327	1,50	0,85	1,03	2,55	0,40	5,327	5,2
		604,70	602,20	2,50											
PV.5-PV.6	8,80	604,70	602,20	2,50	19,67	0,011	0,015	5,393	1,50	1,04	1,31	2,95	0,44	5,393	4,1
		604,60	602,10	2,50											
PV.7-PV.8	84,05	614,20	610,70	3,50	3,79	0,089	0,015	1,039	0,80	0,30	0,17	1,06	0,16	1,039	6,0
		605,20	603,20	2,00											
PV.8-PV.6	7,90	605,20	602,20	3,00	5,47	0,013	0,015	1,500	1,00	0,58	0,47	1,74	0,27	1,500	3,2
		604,60	602,10	2,50											
PV.6-CP.3	67,30	604,60	602,10	2,50	25,14	0,018	0,015	6,893	1,50	1,06	1,33	2,98	0,45	6,893	5,2
		603,10	600,90	2,20											
CP.3-CP.4	39,60	603,10	600,90	2,20	25,49	0,009	0,015	3,494	1,50	0,72	1,07	2,93	0,37	3,446	3,2
		602,65	600,55	2,10											
CP.4-PV.9	23,10	602,65	600,55	2,10	26,03	0,006	0,015	3,568	1,50	0,80	1,21	3,11	0,39	3,446	2,9
		602,70	600,40	2,30											
PV.10-PV.9	78,45	608,80	606,30	2,50	1,43	0,065	0,015	0,392	0,60	0,22	0,09	0,78	0,12	0,392	4,2
		602,70	601,20	1,50											
PV.9-CP.5	5,72	602,70	600,40	2,30	27,77	0,017	0,015	3,807	1,50	0,72	0,85	2,31	0,37	3,822	4,5
		602,60	600,30	2,30											
CP.5-PV.11	67,95	602,60	600,30	2,30	28,68	0,007	0,015	3,932	1,50	0,85	1,27	3,19	0,40	3,932	3,1
		602,10	599,80	2,30											
PV.11-ALA.1	59,25	602,10	599,80	2,30	29,02	0,005	0,015	3,978	1,50	1,01	1,52	3,53	0,43	3,979	2,6
		599,52	599,52	0,00											

Obs.: os trechos do CP.3 até o lançamento (CP.3 - CP.4 - PV.9 – CP.5 – PV.11 - ALA.1) terão uma seção dupla de tubos (PA-4) 1500mm. Visto isso, a vazão no trecho está dividida nos dois tubos.

Dimensionamento Hidráulico - RAMAIS														
Trecho	Comp.	Cota do	Cota do	Prof.	Boca de lobo interlig	Decliv	Coef Maning	Vazão Engolia (eq.3)	Diam.	H. Lam.	A.M.	P.M.	R.H.	VAZÃO Ramais (eq.4)
		Mont Jus	Mont Jus	Mont Jus										
-	(m)	(m)	(m)	(m)	(ha)	(m/m)	-	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m ³ /s)
BLD.1-BLD.2	7,05	625,00	624,20	0,80	BLD.1	0,014	0,015	0,360	0,60	0,32	0,16	0,99	0,16	0,360
		625,00	624,10	0,90										
BLD.2-PV.1	12,50	625,00	624,10	0,90	BLD.2	0,168	0,015	0,720	0,60	0,24	0,10	0,82	0,13	0,721
		624,50	622,00	2,50										
BLT.1-BLD.3	8,05	625,00	624,20	0,80	BLT.1	0,075	0,015	0,540	0,60	0,25	0,11	0,85	0,13	0,540
		624,40	623,60	0,80										
BLD.3-PV.1	7,00	624,40	623,60	0,80	BLD.3	0,229	0,015	0,900	0,60	0,25	0,11	0,84	0,13	0,901
		624,50	622,00	2,50										
BL.1-CP.1	2,50	620,80	620,20	0,60	BL.1	0,800	0,015	0,180	0,40	0,09	0,02	0,40	0,05	0,180
		620,70	618,20	2,50										
BL.2-PV.2	5,70	620,20	619,60	0,60	BL.2	0,368	0,015	0,180	0,40	0,11	0,03	0,44	0,06	0,180
		620,00	617,50	2,50										
BLD.4-BLD.5	6,70	620,70	619,90	0,80	BLD.4	0,075	0,015	0,360	0,60	0,20	0,08	0,75	0,11	0,360
		620,20	619,40	0,80										
BLD.5-PV.2	6,15	620,20	619,40	0,80	BLD.5	0,309	0,015	0,720	0,60	0,20	0,08	0,74	0,11	0,720
		620,00	617,50	2,50										
BL.3-BL.4	7,50	615,00	614,40	0,60	BL.3	0,120	0,015	0,180	0,40	0,15	0,04	0,52	0,08	0,180
		614,10	613,50	0,60										
BL.4-PV.3	7,15	614,10	613,50	0,60	BL.4	0,168	0,015	0,360	0,40	0,20	0,06	0,62	0,10	0,360
		613,80	612,30	1,50										
BL.5-BL.6	8,05	607,50	606,90	0,60	BL.5	0,025	0,015	0,180	0,40	0,20	0,08	0,80	0,10	0,180
		607,30	606,70	0,60										
BL.6-PV.4	3,35	607,30	606,70	0,60	BL.6	0,358	0,015	0,360	0,40	0,12	0,05	0,65	0,08	0,360
		607,00	605,50	1,50										
BL.8-BL.7	6,25	606,90	606,30	0,60	BL.8	0,016	0,015	0,180	0,40	0,27	0,09	0,77	0,12	0,179
		607,10	606,20	0,90										
BL.7-PV.4	11,05	607,10	606,20	0,90	BL.7	0,063	0,015	0,360	0,40	0,27	0,09	0,77	0,12	0,359
		607,00	605,50	1,50										
BL.9-PV.5	7,90	604,75	604,15	0,60	BL.9	0,247	0,015	0,180	0,40	0,12	0,03	0,47	0,07	0,180
		604,70	602,20	2,50										
BL.10-PV.5	2,10	604,95	604,35	0,60	BL.10	1,024	0,015	0,180	0,40	0,08	0,02	0,38	0,05	0,180
		604,70	602,20	2,50										
BL.13-PV.6	2,10	604,75	604,15	0,60	BL.13	0,976	0,015	0,180	0,40	0,09	0,02	0,39	0,05	0,181
		604,60	602,10	2,50										
BL.14-BLT.2	8,10	615,00	614,40	0,60	BL.14	0,012	0,015	0,180	0,40	0,30	0,10	0,83	0,12	0,180
		615,70	614,30	1,40										
BLT.2-PV.7	13,75	615,70	614,30	1,40	BLT.2	0,262	0,015	0,720	0,60	0,21	0,09	0,76	0,12	0,720
		614,20	610,70	3,50										
BLD.7-BL.15	7,60	615,50	614,70	0,80	BLD.7	0,105	0,015	0,360	0,60	0,19	0,07	0,71	0,11	0,360
		614,70	613,90	0,80										
BL.15-PV.7	6,10	614,70	613,90	0,80	BL.15	0,525	0,015	0,540	0,60	0,15	0,06	0,63	0,09	0,540
		614,20	610,70	3,50										
BL.12-PV.08	4,50	605,40	604,80	0,60	BL.12	0,356	0,015	0,180	0,40	0,11	0,03	0,44	0,06	0,180
		605,20	603,20	2,00										
BL.11-BLD.6	7,25	605,40	604,80	0,60	BL.11	0,014	0,015	0,180	0,40	0,28	0,10	0,80	0,12	0,180
		605,50	604,70	0,80										
BLD.6-PV.8	5,60	605,50	604,70	0,80	BLD.6	0,268	0,015	0,540	0,60	0,18	0,07	0,70	0,10	0,540
		605,20	603,20	2,00										
BL.16-CP.3	3,45	603,05	602,45	0,60	BL.16	0,449	0,015	0,180	0,40	0,10	0,03	0,43	0,06	0,180
		603,10	600,90	2,20										
BL.17-CP.4	4,15	602,55	601,95	0,60	BL.17	0,337	0,015	0,180	0,40	0,11	0,03	0,45	0,06	0,180
		602,65	600,55	2,10										
BL.18-CP.4	4,95	602,75	602,15	0,60	BL.18	0,323	0,015	0,180	0,40	0,11	0,03	0,45	0,07	0,180
		602,65	600,55	2,10										
BL.20-BL.19	7,00	609,80	609,20	0,60	BL.20	0,043	0,015	0,180	0,40	0,20	0,06	0,62	0,10	0,180
		609,50	608,90	0,60										
BL.19-PV.10	10,00	609,50	608,90	0,60	BL.19	0,260	0,015	0,360	0,40	0,17	0,05	0,58	0,09	0,361
		608,80	606,30	2,50										
BL.21-BL.22	6,50	609,70	609,10	0,60	BL.21	0,092	0,015	0,180	0,40	0,16	0,05	0,54	0,08	0,180
		609,10	608,50	0,60										
BL.22-PV.10	7,45	609,10	608,50	0,60	BL.22	0,295	0,015	0,360	0,40	0,17	0,05	0,56	0,09	0,359
		608,80	606,30	2,50										
BL.23-BL.24	7,05	602,90	602,30	0,60	BL.23	0,014	0,015	0,180	0,40	0,28	0,09	0,79	0,12	0,179
		603,00	602,20	0,80										
BL.24-PV.9	8,70	603,00	602,20	0,80	BL.24	0,115	0,015	0,360	0,40	0,22	0,07	0,67	0,11	0,360
		602,70	601,20	1,50										

Tabela de Verificação do Escoamento Superficial						
Trecho	Decl.	Área	Vazão Pluvial (eq.1)	Capacidade da Sarjeta (eq.4)	Velocidade (eq.5)	Dispositivos Captação
-	(m /m)	(Ha)	(m³/s)	(m³/s)	(m/s)	-
AD 1	0,044	0,59	0,1617	0,5042	2,1008	BLD1**
AD 2	0,044	0,64	0,1754	0,5042	2,1008	BLD2**
AD 3	0,037	0,57	0,1563	0,4623	1,9265	BLT1**
AD 4	0,009	0,28	0,0768	0,2280	0,9501	BLT1**
AD 5	0,009	0,28	0,0768	0,2280	0,9501	BLT1**
AD 6	0,05	0,06	0,0164	0,5375	2,2395	BLD2**
AD 7	0,037	0,41	0,1124	0,4623	1,9265	BLT1**
AD 8	0,037	0,57	0,1563	0,4623	1,9265	BLT1**
AD 9	0,058	0,15	0,0411	0,5789	2,4120	BLD1**
AD 10	0,058	0,08	0,0219	0,5789	2,4120	BLD2**
AD 11	0,005	0,47	0,1288	0,1700	0,7082	BLT1**
AD 12	0,005	0,57	0,1563	0,1700	0,7082	BLD3
AD 13	0,066	0,17	0,0466	0,6175	2,5729	BL2
AD 14	0,066	0,07	0,0192	0,6175	2,5729	BL1
AD 15	0,007	0,62	0,1700	0,2011	0,8379	BLD4
AD 16	0,007	0,61	0,1672	0,2011	0,8379	BLD5
AD 17	0,103	0,09	0,0247	0,7714	3,2142	BL6**
AD 18	0,021	0,69	0,1892	0,3483	1,4513	BL3
AD 19	0,021	0,65	0,1782	0,3483	1,4513	BL4
AD 20	0,103	0,26	0,0713	0,7714	3,2142	BL5
AD 21	0,103	0,11	0,0302	0,7714	3,2142	BL6**
AD 22	-	9,19	2,5193	-	-	BLDR1 - BLTR1
AD 23	0,048	0,72	0,1974	0,5266	2,1942	BLR2 - BLR3 - BLR4
AD 24	0,048	1,05	0,2878	0,5266	2,1942	BLR5
AD 25	0,028	0,21	0,0576	0,4022	1,6759	BL7
AD 26	0,028	0,32	0,0877	0,4022	1,6759	BL8
AD 27	0,021	0,09	0,0247	0,3483	1,4513	BL9
AD 28	0,021	0,15	0,0411	0,3483	1,4513	BL10
AD 29	0,075	0,67	0,1837	0,6583	2,7428	BL11
AD 30	0,075	0,81	0,2220	0,6583	2,7428	BLD6
AD 31	0,055	0,64	0,1754	0,5637	2,3488	BL15
AD 32	0,055	0,84	0,2303	0,5637	2,3488	BLD7
AD 33	0,04	2,31	0,6332	-	-	BLT2
AD 34	0,106	0,2	0,0548	0,7826	3,2607	BL12
AD 35	0,014	0,63	0,1727	0,2844	1,1850	BL16 - BL17 - BLR7
AD 36	0,014	0,37	0,1014	0,2844	1,1850	BL18 - BL23
AD 37	0,103	0,26	0,0713	0,7714	3,2142	BL20**

AD 38	0,103	0,42	0,1151	0,7714	3,2142	BL20**
AD 39	0,023	0,36	0,0987	0,3645	1,5189	BL21
AD 40	0,023	0,39	0,1069	0,3645	1,5189	BL22
AD 41	0,077	0,11	0,0302	0,6670	2,7791	BL23
AD 42	0,077	0,2	0,0548	0,6670	2,7791	BL24
AD 43	0,011	0,37	0,1014	0,2521	1,0504	BL25
AD 44	0,011	0,43	0,1179	0,2521	1,0504	BLR9
AD 48	-	0,34	0,0932	-	-	BLR12

**os trechos 1, 2 e 3 serão captados pela boca de leão denominada BL2.1, vide detalhe em planta.*

***Essas receberão a contribuição de mais de uma área de drenagem*

obs.: as captações foram distribuídas ao longo do trecho de forma que a vazão de escoamento superficial não ultrapasse a capacidade da sarjeta.

4. Comprovação da insuficiência da rede existente:

Conforme indicado no Desenho nº8, pode ser comprovado que as bocas de lobo não comportam a vazão de contribuição. Para o cálculo foi utilizado o mesmo padrão adotados no memorial de cálculo da rede projetada.

Pode se observar a engolia da captação nesse trecho foi subdimensionada, sendo a vazão escoada muito superior a vazão de engolia. Isso faz com que as bocas a jusante recebam uma vazão muito superior a esperada, causando um colapso no sistema.

Para a comprovação da capacidade da galeria foi estimado que a inclinação das galerias são iguais a inclinação das ruas, visto a impossibilidade de levantar com precisão a cota de fundo dos itens da galeria, a maior parte do trecho está inteligado bocas de lobo conforme indicado no “as-built”, e não por poços de visita conforme é usual. A rede é muito precária, as captações foram executadas fora de padrão. Para acessar seu interior seria preciso demolir a estrutura que tampa o dispositivo.

Conforme os cálculos apresentados no desenho número Desenho nº8, considerando que a vazão presente nas galerias é a vazão de capacidade de

engolia dos dispositivos de captação, a capacidade de vazão das galerias não comporta a engolia dos dispositivos existentes. Além disso, conforme indicado na tabela de escoamento superficial as captações existente não são capazes de captar o escoamento superficial existente.

Foi elaborada uma planta com o cadastro da rede (Vide Desenho nº8). Com base nos dados coletados, foi feito o cálculo da captação superficial (eq.3), e a capacidade das galerias existente (item 3,7 desse memorial, eq.4). Tanto a Capacidade de escoamento superficial quanto a capacidade das galerias foram comparadas com a vazão de chuva (eq.1).

Estimativa de Capacidade das Galerias													
Trecho	Comp.	Dispositivo	Captação	Decliv Estimada	Coef Maning	Vazão Engolia eq.3	Diam.	H. Lam. Enc.85 %	A.M.	P.M.	R.H.	VAZÃO Capacidade galeri eq.4	Vel. eq.5
		Mont Jus											
-	(m)	(m)	(un.)	(m / m)	-	(m3/s)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m/s)
TRECHO 1	230,35	BLT 1 CP-E 1	BLT1 BLD1 BLG1 BL1 BL2 BL3	0,046	0,015	0,580	0,50	0,43	0,18	1,17	0,15	0,723	4,1
TRECHO 2	101,28	CP-E 1 BL5	BL 4	0,021	0,015	0,630	0,50	0,43	0,18	1,17	0,15	0,489	2,7
TRECHO 3	105,68	BL5 BL3	BL5 BL6 BLD3 BLD2	0,014	0,015	0,930	0,50	0,43	0,18	1,17	0,15	0,399	2,2
TRECHO 4	87,92	BLD3 BL9	BL10	0,006	0,015	0,980	0,50	0,43	0,18	1,17	0,15	0,261	1,5
TRECHO 5	64,82	CP-E 1 BL8	BL8 BL7 BL11 BL89	0,006	0,015	0,200	0,50	0,43	0,18	1,17	0,15	0,261	1,5
TRECHO 6	17,56	BL9 ALA		0,005	0,015	1,180	0,50	0,43	0,18	1,17	0,15	0,238	1,3

obs.: A vazão presente nas galerias é a vazão de capacidade de engolia dos dispositivos de captação. Visto isso, a capacidade de vazão das galerias não comportam a engolia dos dispositivos existente. Além disso, conforme indicado na tabela de escoamento superficial as bocas de lobo existente não são capazes de captar o escoamento superficial existente.

Tabela de Verificação do Escoamento Superficial					
Trecho	Área	Vazão Pluvial eq.1	H Lam. Sarjeta	Captação	Vazão Engolida eq.3
-	(Ha)	(m ³ /s)	(m)	(UNID)	(m ³ /s)
AD 1	7,95	1,87	0,12	BL4	0,0500
AD 2	9,9	2,33	0,12	BLT1 E BLD1 BLG1	0,4300
AD 3	0,72	0,17	0,12	BL1 BL2 BL3	0,150
AD 4	2,48	0,58	0,12	-	-
AD 5	5,48	1,29	0,12	BL.4	0,050
AD 6	0,37	0,09	0,12	BLD.2	0,100
AD 7	0,63	0,15	0,12	BL5 BL6 e BLD3	0,200
AD 8	1,87	0,44	0,12	BL8 BL7	0,100
AD 9	0,34	0,08	0,12	BL9 BL10 BL 11	0,150
Total vazão		6,99		Total Engolia	1,180

5. Estrutura de Lançamento:

A jusante do muro de ala será construída estruturas de lançamento, o canal a qual será feito o lançamento deverá ser revestido com gabião, de modo a evitar possíveis erosões.

6. Assinaturas

Proprietário
Prefeitura Municipal de Capela do
Alto – CNPJ Nº: 46.634.077/0001-14

Responsável Técnico
Luis Caetano da Silva Schincariol
Engº Civil CREA Nº: 5060730906
ART Nº: 28027230230051725

7. Referencia

ASCE. **Design and construction of sanitary and storm sewers**. Manuals and Reports of Engineering Practice n. 37. New York: 1969.

AZEVEDO, N e MIGUEL, F. **Manual de hidráulica**. 9º Edição.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Drenagem urbana**: manual de projeto. 3 ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo**. Edição revisada. São Paulo: DAEE, 1999.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas**. 3 ed. São Paulo: DAEE, 2008.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE, 1994.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Precipitações intensas na bacia do Alto Tietê**. São Paulo: DAEE, 2015.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Precipitações intensas no Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE, 2018.

NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção;

NBR 8890/2007: Fornecimento de Tubos de Concreto Armado, para Águas Pluviais;

NBR 9794/1987: Tubos de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais;

NBR 11171/1990: Serviço de Pavimentação Asfáltica;

NBR 12266/1992: Projeto e Execução de Valas para Assentamento de Tubulação de Água, Esgoto ou Drenagem Urbana;

NBR 15645/2020: Execução de Obras utilizando Tubos e Aduelas Pré-Moldados em Concreto; Requisitos e Métodos de ensaios em solo:

NBR 5681/2015: Controle Tecnológico da Execução de Aterros em Obras de Edificações;

NBR 6459/2019: Solo – Prova de Carga Estática em Fundação Direta;

NBR 7180/2016: Solo – Determinação do Limite de Plasticidade;

NBR 7181/2018: Solo – Análise Granulométrica;

NBR 7182/2020: Solo – Ensaio de Compactação; Execução do muro de ala:

NBR 6118/2014: Projeto de Estruturas de Concreto;

NBR 8681/2004: Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento;

NBR 6122/2010: Projeto e Execução de Fundações;

NBR 16920-1/2021: Muros e Taludes em Solos Reforçados;

NBR 11682/2009: Estabilidade de Encostas.

SÃO PAULO, Prefeitura do Município de. Secretaria de Vias Públicas. Superintendências de Projetos e de Obras. **DP-H06 - Diretrizes de projeto de hidráulica e drenagem**: diretrizes de projeto para estudos hidrológicos - método de I-Pai-Wu. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 1999.

TUCCI, Carlos E. M.; SILVEIRA, André L. L. da. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. 2 ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil Ltda, 1980.

WILKEN, P.S. **Engenharia de drenagem superficial**. 1 ed. São Paulo: CETESB, 1978.