

7. PROJETO DE DRENAGEM

7.1. GENERALIDADES

O dimensionamento baseou-se nas normas vigentes, com a adoção da Fórmula de Manning associada à Equação da Continuidade.

A intensidade de chuva para o local foi expressa pela equação IDF conforme item 2 deste relatório.

As vazões de projeto foram calculadas a partir da intensidade de chuva i e pelo tempo de recorrência TR , por meio da expressão geral do Método Racional:

$$Q = 0,00278 \times C \times i \times A, \text{ onde:}$$

Q = vazão (m^3/s);

0,00278 = constante de transformação;

C = coeficiente de escoamento superficial;

i = intensidade pluviométrica (mm/h);

A = área de contribuição local (ha).

7.2. DIMENSIONAMENTO DAS CANALETAS E VALETAS.

As canaletas de drenagem são dispositivos projetados com o propósito de drenar a plataforma do pátio e foram concebidas com seções retangulares. A concepção desta drenagem é simples, posicionando-se as canaletas nos pontos baixos lindeiros à ferrovia, possibilitando assim a coleta das águas que se infiltram no lastro da plataforma e que se encaminham para esses pontos baixos.

Para o dimensionamento foi adotado o tempo de recorrência $TR = 10$ anos e utilizada a equação de Manning associada à Equação da Continuidade.

Equação de Manning: $V = (1/n) \times (RH)^{2/3} \times I^{1/2}$;

Equação da Continuidade: $Q = A \times V$ onde:

V = Velocidade de escoamento (m/s);

n = Coeficiente de rugosidade de Manning;

RH = Raio hidráulico = relação entre a área molhada e o perímetro molhado (m);

I = Declividade (m/m);

Q = Vazão de projeto em (m^3/s).

7.2.1 Resultados

7.2.1.1 - Canaleta de drenagem.

Foram projetadas canaletas de drenagem laterais as linhas de trem, para captação das águas de chuvas precipitadas na plataforma do pátio. A declividade do greide da ferrovia é de 0,06% ou seja, $S = 0,0006\text{m/m}$ praticamente plana. Logo se concebeu canaletas de drenagem de 84m de comprimento, com caimento para o meio e paredes de altura variável, nos extremos 0,10m e no meio 0,50m de altura.

O projeto tipo está apresentado no desenho nº PJ0859-B-V03-VD-DE-17004-00

O dispositivo considerado para implantação do projeto, tem declividade longitudinal de $0,00952\text{m/m}$, a velocidade que o fluxo de água alcança neste dispositivo está entre $0,50\text{m/s}$ e $1,10\text{m/s}$. Estas velocidades são favoráveis a autolimpeza do dispositivo.

A tabela a seguir apresenta a contribuição por metro de pátio, considerando-se uma largura de impluvium de 11m, justamente a metade da largura do pátio em sua porção mais ancha.

CONTRIBUIÇÃO POR METRO DE PÁTIO.			
ÁREA DE CONTR.	COEF. ESCOAM.	INTENS. DE CHUVA	CONTRIBUIÇÃO
(m ²)		(mm/h)	(m ³ /s/m)
11	0,5	158,44	0,000242

Como a canaleta tem altura variável, optou-se em dimensionar a canaleta por trechos de 6m, com as contribuições acumulando-se ao longo do mesmo, por exemplo:

$Q = 0,000242\text{m}^3/\text{s}/\text{m} \times 6\text{m} = 0,001452\text{m}^3/\text{s}$. Respeitando-se as dimensões dos dispositivos projetados e para facilidade de cálculo, considerou-se contribuições a cada 6m, ou seja, a primeira vazão de projeto arredondou-se para $0,01\text{m}^3/\text{s}$ e nos trechos subseqüentes a vazão anterior acrescida de $0,01\text{m}^3/\text{s}$.

A altura final da canaleta é igual a 0,50m, isto se deve a pouca declividade longitudinal que tem a plataforma.

Procurou-se ajustar a declividade de assentamento da canaleta de forma a se obter uma altura mínima de 0,50m em uma extensão de 42m de implantação.

Para declividades de implantação menores que a de projeto a velocidade da água na canaleta não é suficiente para sua autolimpeza e para declividades acima, as dimensões da canaleta tornam-se maiores tornando o projeto mais caro.

A seguir apresenta-se o quadro de dimensionamento para uma extensão de 42m de canaleta.

DIMENSIONAMENTO DE CANALETA DE DRENAGEM							
PÁTIO DE JURUBATUBA							
VAZÃO (m ³ /s)	DECLIV. (m/m)	VELOC. (m/s)	Hn (m)	Nº FROUD	EXTENS. (m)	Altura das Paredes	
						INICIAL (m)	FINAL (m)
0,010	0,010	0,780	0,043	1,197	6,000	0,100	0,160
0,020	0,010	0,980	0,068	1,192	12,000	0,100	0,220
0,030	0,010	1,103	0,091	1,170	18,000	0,100	0,280
0,040	0,010	1,198	0,111	1,146	24,000	0,100	0,340
0,050	0,010	1,272	0,131	1,122	30,000	0,100	0,400
0,060	0,010	1,333	0,150	1,099	36,000	0,100	0,460
0,070	0,010	1,385	0,170	1,077	42,000	0,100	0,500

7.2.1.2 - Valeta de proteção.

A valeta de proteção foi utilizada para proteger o talude da ferrovia na saída do túnel. O trecho entre a estaca 0+0,00 e estaca 7+10,00 é corte dos dois lados, portanto há necessidade de valeta de proteção para captação, condução e deságue das águas que drenam em direção à ferrovia.

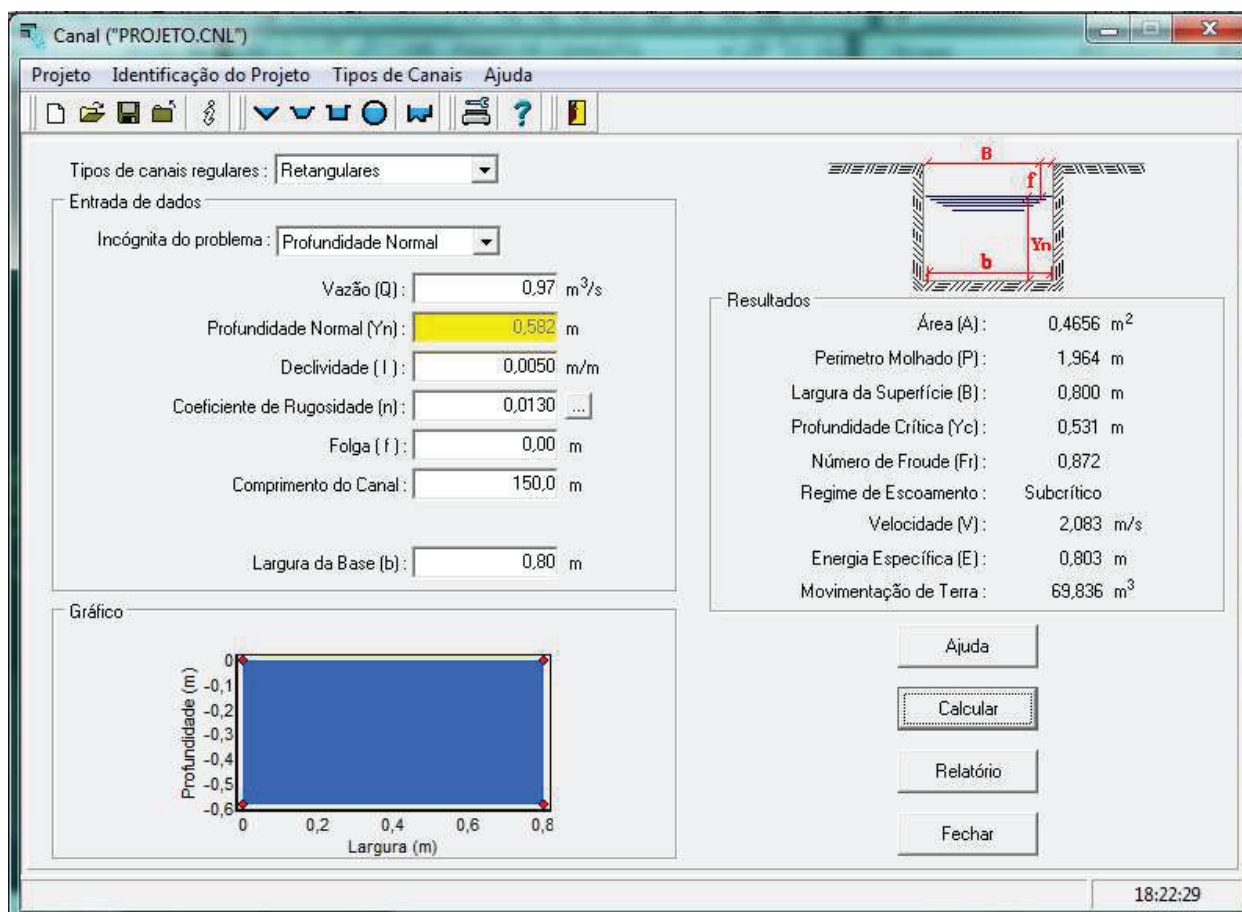
Para o cálculo da drenagem das canaletas foram utilizados tempo de recorrência de 10 anos e tempo de concentração de 10 min.

CONTRIBUIÇÃO PARA VALETA DE PROTEÇÃO NA SAÍDA DO PÁTIO.						
ESTACAS		LADO	ÁREA DE CONTR. (ha)	COEF. ESCOAM.	INTENS. DE CHUVA (mm/h)	CONTRI-BUIÇÃO (m ³ /s/m)
INICIAL	FINAL					
0+0,00	7+10,00	ESQ	4,42	0,5	158,44	0,97
0+0,00	7+10,00	DIR	3,76	0,5	158,44	0,83

A capacidade da valeta de proteção foi calculada utilizando-se a fórmula de Manning associada à equação da continuidade.

Neste projeto considerou-se a declividade de assentamento igual a 0,005m/m

A valeta resultante é retangular de concreto armado e tem as seguintes dimensões de 0,80m de base e 0,60m de altura de parede.



7.2.1.3 - Descidas de água

As descidas de água conduzem as águas captadas na plataforma do pátio e que são conduzidas pelas canaletas de drenagem até o terreno natural. Neste dimensionamento utilizou-se a fórmula dos Engenheiros apresentada no Manual de Drenagem Rodoviária elaborado pelo DNIT.

$$Q = 2,06 \times L^{0,9} \times H^{1,6}$$

L= Largura da descida de água em (m),
H= Altura da lâmina d'água em (m) e
Q= Vazão de projeto em (m³/s).

Dimensionamento da descida de água.		
Vazão	Largura (L)	Altura (H)
(m ³ /s)	(m)	(m)
0,020	0,50	0,08

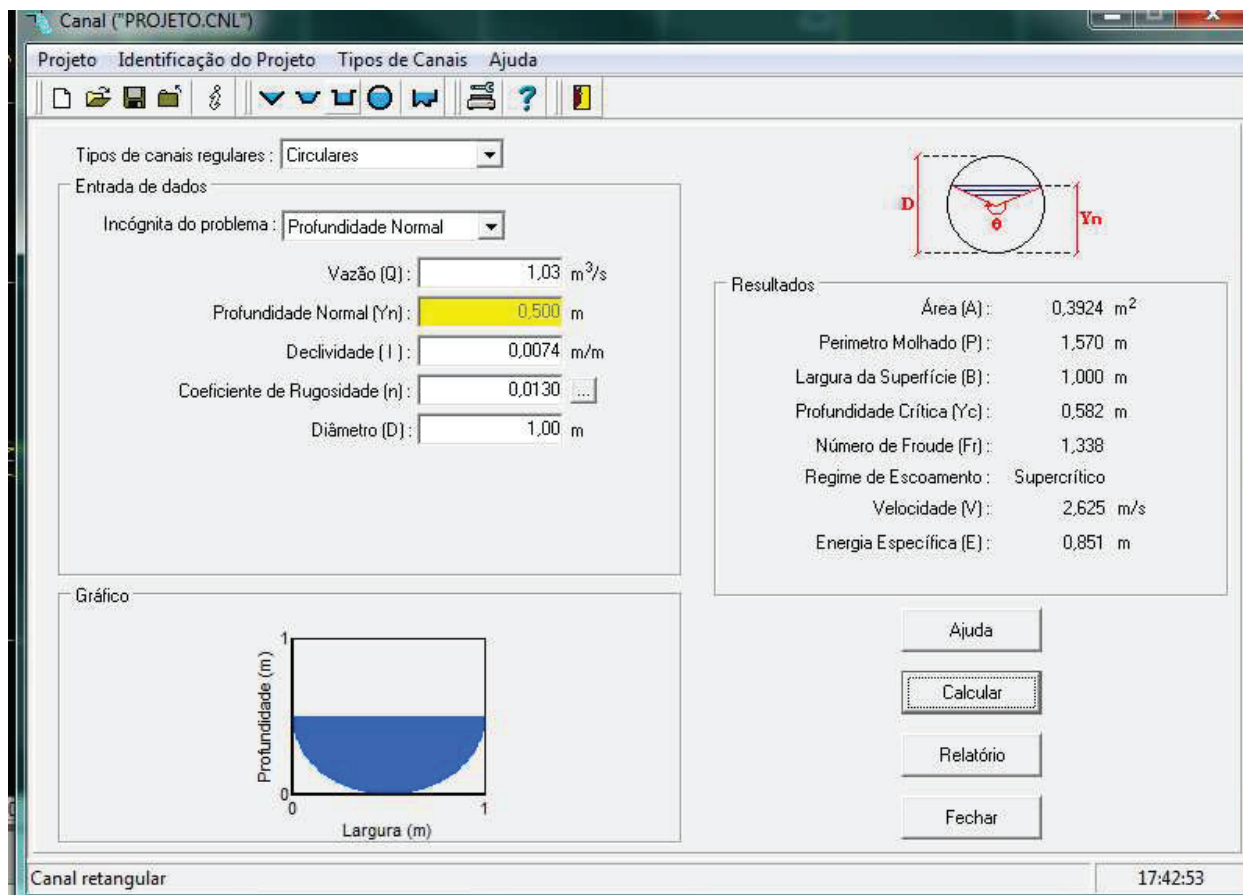
7.3 BUEIRO

O único bueiro que atravessa o pátio está posicionado na estaca 7+10,00, foi dimensionado para trabalhar como canal para TR=15 anos e verificado para TR=25 anos, trabalhando como orifício. O tempo de concentração considerado foi de 10 min

VAZÃO DO BUEIRO					
ESTACA	ESCONS	ÁREA DE CONTR.	COEF. ESCOAM.	INTENS. DE CHUVA	CONTRIBUIÇÃO
		(ha)		(mm/h)	(m ³ /s/m)
7+10,00 (TR=15 anos)	0º	4,42	0,5	167,763	1,03
7+10,00 (TR=25 anos)	0º	4,42	0,5	180,292	1,11

A primeira escolha de diâmetro foi o de 1,00m. A capacidade vazão deste bueiro trabalhando no regime crítico é de 1,53m³/s, segundo tabela do DNIT, página 51 do Manual de Drenagem de Rodovias.

Cálculo para o bueiro trabalhando como canal.



Canal ("PROJETO.CNL")

Projeto Identificação do Projeto Tipos de Canais Ajuda

Tipos de canais regulares: Circulares

Entrada de dados

Incógnita do problema: Profundidade Normal

Vazão (Q): 1,03 m³/s

Profundidade Normal (Yn): 0,500 m

Declividade (I): 0,0074 m/m

Coefficiente de Rugosidade (n): 0,0130

Diâmetro (D): 1,00 m

Resultados:

Área (A): 0,3924 m²

Perímetro Molhado (P): 1,570 m

Largura da Superfície (B): 1,000 m

Profundidade Crítica (Yc): 0,582 m

Número de Froude (Fr): 1,338

Regime de Escoamento: Supercrítico

Velocidade (V): 2,625 m/s

Energia Específica (E): 0,851 m

Gráfico

Profundidade (m)

Largura (m)

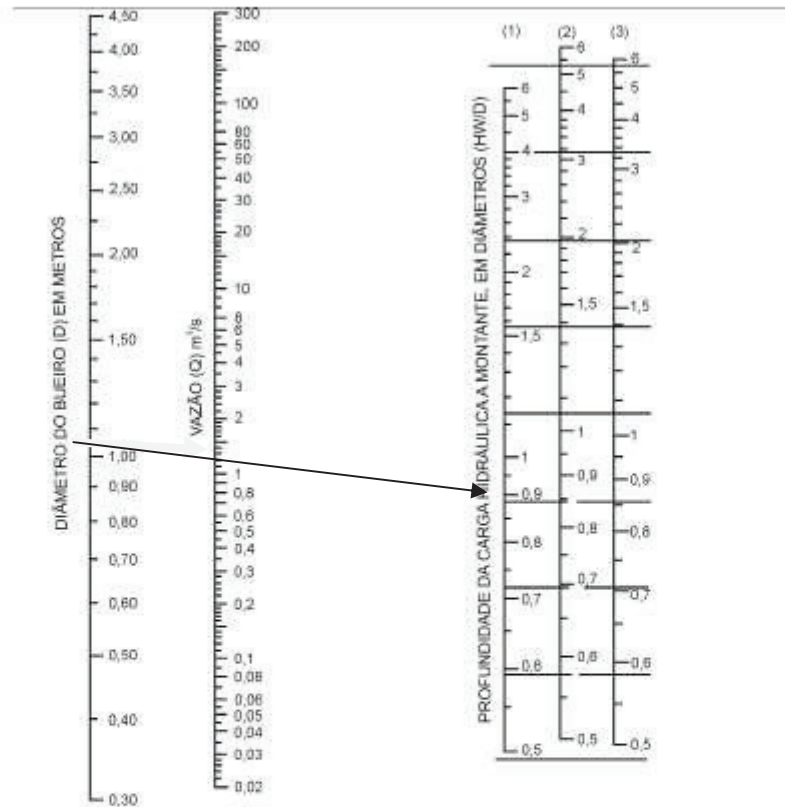
Canal retangular

17:42:53

Verificação do bueiro trabalhando de acordo com Circular nº 5 do "Bureau of Public Roads". Se a relação $H_w/D < 1,2$, o bueiro estará dentro do limite estabelecido pela circular e pelo DNIT.

Neste caso $H_w/D = 0,87 < 1,2$, logo OK

Figura 14 - Profundidade da carga hidráulica a montante para bueiros de tubo de concreto e controle de entrada



PARA USAR A ESCALA (2) OU (3) FAÇA UMA PROJEÇÃO HORIZONTAL PARA A ESCALA (1) E EM SEGUIDA TRACE UMA LINHA OBLÍQUA ATRAVÉS DAS ESCALAS "D" E "Q", OU EM SENTIDO INVERSO

ESCALA HWD	TIPO DE ENTRADA
(1)	SEÇÃO QUADRADA COM TESTA
(2)	TERMINAL RANHURADO COM TESTA
(3)	TERMINAL RANHURADO COM SALIENTE

MT/DNT/DPA/PR