

RESTAURAÇÃO E AMPLIAÇÃO – AEROPORTO DE PASSO FUNDO  
RDCi Presencial nº 0001/2018 – CELIC/RS



**AER-PFB-DRE-PE-MCD-R01**

GRUPO: PROJETO EXECUTIVO  
DISCIPLINA: DRENAGEM  
MEMORIAL DE CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO

**Consórcio Traçado-Engelétrica**

RESTAURAÇÃO E AMPLIAÇÃO – AEROPORTO DE PASSO FUNDO  
RDCi Presencial nº 0001/2018 – CELIC/RS

**Documento Elaborado por:**

DUO Projetos Especiais e Serviços Administrativos Ltda



**Responsável:**

Engº Fabrício Deives Kummer – CREA 205.375/RS

Sócio Responsável Técnico

+55 51 9 9960-6976

fabricao.kummer@duoprojetos.eng.br

01	Jan/21	Alteração de logomarca e formatação	DR	
00	Nov/20	Emissão Inicial	FDK	
REV	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	ELAB.	APROV. CTE
Elaboração: Engº Fabrício Deives Kummer			Data: 16/11/2020	
Aprovação CTE:			Data:	
Aprovação Final DAP				
			Data: ____/____/____.	

## SUMÁRIO

<b>1. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ESTUDO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>6</b>
Introdução.....	6
Caracterização da bacia hidrográfica .....	6
Indicação, localização geográfica e análise de dados do posto pluviométrico.....	7
Isozonas	10
Parâmetros intensidade / duração / tempo de recorrência .....	12
Período de retorno.....	15
Tempo de concentração.....	15
Cálculo de vazões – Método racional.....	16
Dimensionamento hidráulico das canaletas da PPD.....	18
<b>3. MEMORIAL DE CÁLCULO DAS CANALETAS DA PPD .....</b>	<b>18</b>
Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas -8 a 13 .....	18
Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 13 a 23.....	19
Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 24 a 37.....	20
Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 38 a 42.....	20
Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 42 a 43.....	21
Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 43 a 52.....	21
Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 54 a 66.....	22
Canaleta da PPD, esquerdo – entre as estacas 66 a 74 .....	22
Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 75 a 81.....	23
Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 82 a 88.....	23
Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas -8 a 12 .....	24
Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 13 a 28 .....	24
Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 28 a 46 .....	25
Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 46 a 59 .....	25
Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 59 a 72 .....	26
Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 72 a 82 .....	26
Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 82 ao dissipador .....	27
<b>4. Sistema de drenagem da Via de Serviços .....</b>	<b>27</b>
Canaleta – entre as estacas 5 a 11 .....	28
Canaleta – entre as estacas 0 a 5 .....	28
Capacidade de escoamento – tubo de 800mm .....	29

5.	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE SEPARAÇÃO ÁGUA E ÓLEO - SAO	29
6.	TERMO DE ENCERRAMENTO .....	33

## 1. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

Para elaboração e apresentação de relatórios deste projeto está definida a matriz de responsabilidades da seguinte forma:

### Responsáveis pela Elaboração:

- Engº Fabrício Deives Kummer (Sócio Responsável Técnico)  
+55 51 9 9960-6976  
fabricao.kummer@duoprojetos.eng.br

## **2. ESTUDO HIDROLÓGICO**

### **Introdução**

O estudo hidrológico visou a determinação das contribuições pluviais, associados à probabilidade de ocorrência dos eventos, com a finalidade de fornecer os elementos necessários para o dimensionamento dos elementos de drenagem superficial das vias de acesso e operacionais, pista de pouso, faixas preparadas e de pista, taxiway e pátio de aeronaves, integrantes da ampliação do Aeroporto de Passo Fundo. A metodologia adotada segue as normativas vigentes no que tange ao dimensionamento e detalhamento de elementos de drenagem e outras considerações comumente utilizados em projetos desta natureza.

### **Caracterização da bacia hidrográfica**

A região de estudo, segundo Köppen, apresenta tipo climático subtropical Megatérmico brando (Cfa), sem estiagem. A temperatura do mês mais quente é superior a 22 °C e a do mês menos quente é de 3° a 18° C. Os verões, com altas temperaturas, proporcionam ótimas condições climáticas, e os invernos, são sempre frios e rigorosos, com mínimas quase sempre em torno de 5C°, chegando às vezes até na casa de 0C°.

Na vegetação, predominam campos abertos com matas nativas do tipo floresta subtropical com araucária. Os solos são derivados de derrame basáltico, profundos e bem drenados, pertencentes ao grupo Latossolo Vermelho, argiloso.

O relevo é ondulado e suave-ondulado, formado por elevações com longos pendentes que criam depressões fechadas (coxilhas). A localização do sítio aeroportuário localiza-se em um divisor de águas, caracterizando-se por situar-se em ponto elevado em relação aos seus arredores. A hidrografia do município, que tem uma localização geográfica estratégica, como divisor das Grandes Bacias Hidrográficas do Uruguai e do Atlântico Sul e integrante das Bacias Hidrográficas do Alto Jacuí, Passo Fundo, Várzea, Apuaê-Inhadava e Taquari-Antas, constitui-se dos seguintes cursos d'água: Rio Passo Fundo, Rio

Taquari, Rio Jacui, Rio da Várzea, Arroio Mirar, Arroio Pinheiro Torto, Arroio Passo Herval, Arroio Chifroso, Arroio Conceição, Arroio Engenho Velho, Arroio Antônio e as barragens de Capingüi e Ernestina.

### **Indicação, localização geográfica e análise de dados do posto pluviométrico**

Para a elaboração dos Estudos Hidrológicos, foi realizado um levantamento em fontes de consulta disponíveis, abrangendo:

- ✓ Cartas Geográficas nas escalas 1: 50.000 do Serviço Geográfico do Exército;
- ✓ Pesquisa em estudos disponíveis sobre o Rio Guaíba, como CORSAN e CPRM;
- ✓ Pesquisa em projetos existentes nas diretrizes das travessias próximas dos locais de interesse em órgãos como a METROPLAN, DNIT/RS e DAER.

Preliminarmente foram estudados os dados pluviométricos disponíveis dos postos abaixo relacionados:

- ✓ Posto Usina Capingüi – ANA;
- ✓ Posto Marau – ANA;
- ✓ Posto Carazinho – ANA;
- ✓ Posto Ernestina – ANA.

Na análise e consistência dos dados pluviométricos, foram utilizadas as observações do **Posto Carazinho**, por apresentar aspectos fisiográficos similares, além de não apresentar falhas e ter dados muito mais confiáveis e recentes, principalmente dos últimos 30 anos. Apresenta-se abaixo os dados de localização geográfica do Posto Carazinho, de responsabilidade da ANA:

- ✓ Latitude: -28°17' 38"
- ✓ Longitude: -52°47'18"
- ✓ Altitude: 570m

A seguir são apresentadas as precipitações máximas em 24 h anuais da estação considerada.

<b>ANOS</b>	<b>PRECIPITAÇÃO (mm)</b>
1979	118,80
1980	70,80
1981	96,00
1982	121,40
1983	85,40
1984	90,40
1985	70,00
1986	95,80
1987	101,00
1988	93,40
1989	81,00
1990	82,20
1991	95,80
1992	81,20
1993	71,60
1994	150,00
1995	103,40
1996	229,40
1997	76,00
1998	114,20
1999	147,00
2000	93,50
2001	120,30
2002	134,90
2003	93,00
2004	143,50
2005	75,00
2006	74,00
2007	68,30
2008	82,80
2009	129,50
2010	138,50
2011	56,10
2012	94,80
2013	145,60
2014	87,30
2015	104,70
2016	69,00
2017	172,30
2018	71,00
<b>n</b>	<b>40</b>
<b>média</b>	<b>102,97</b>
<b>desvio</b>	<b>34,61</b>

Gráfico 1: Precipitação pluvial mensal

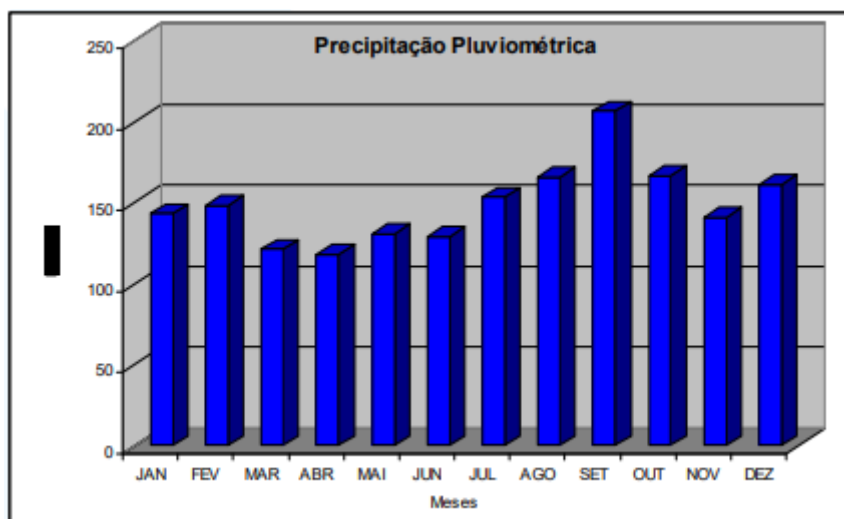


Gráfico 2: Número médio de dias de chuva

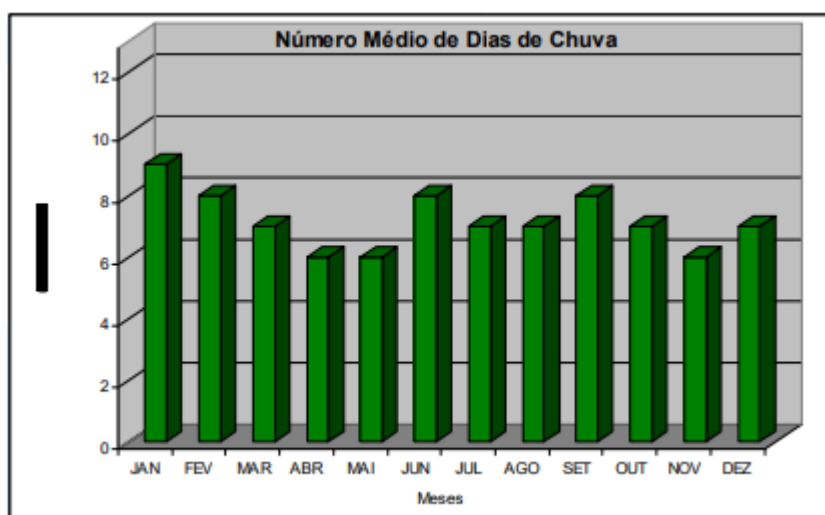


Gráfico 3: Temperatura média mensal

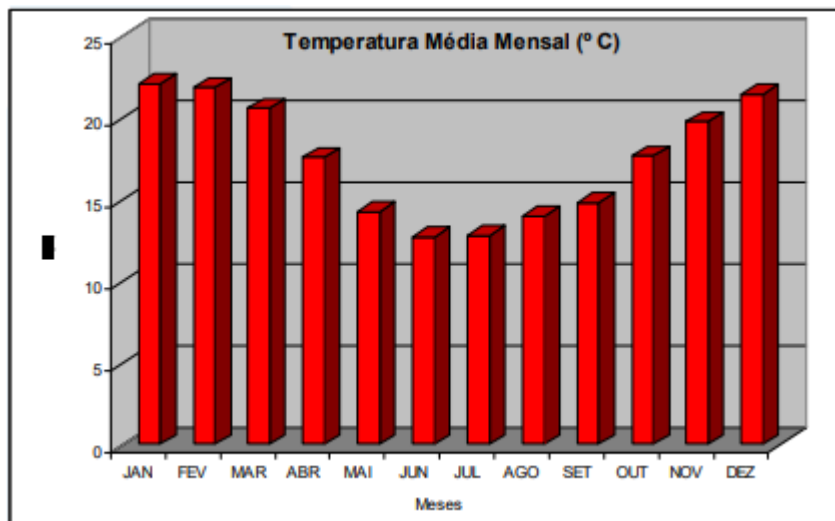
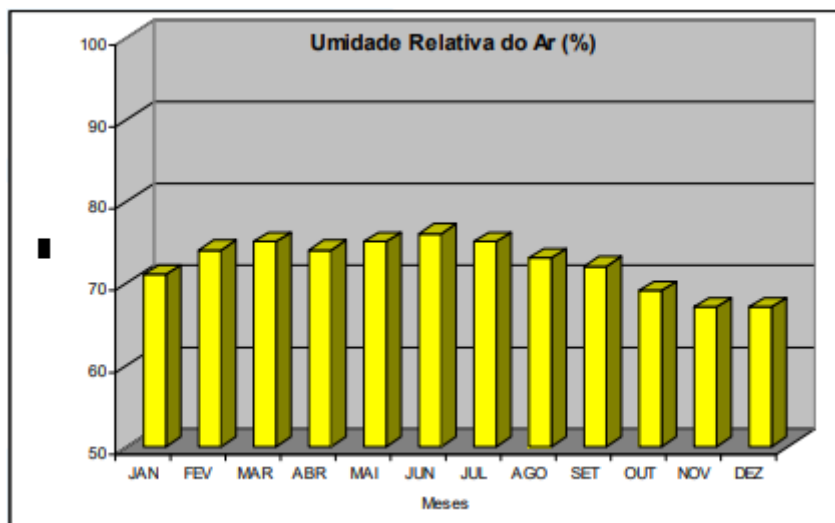
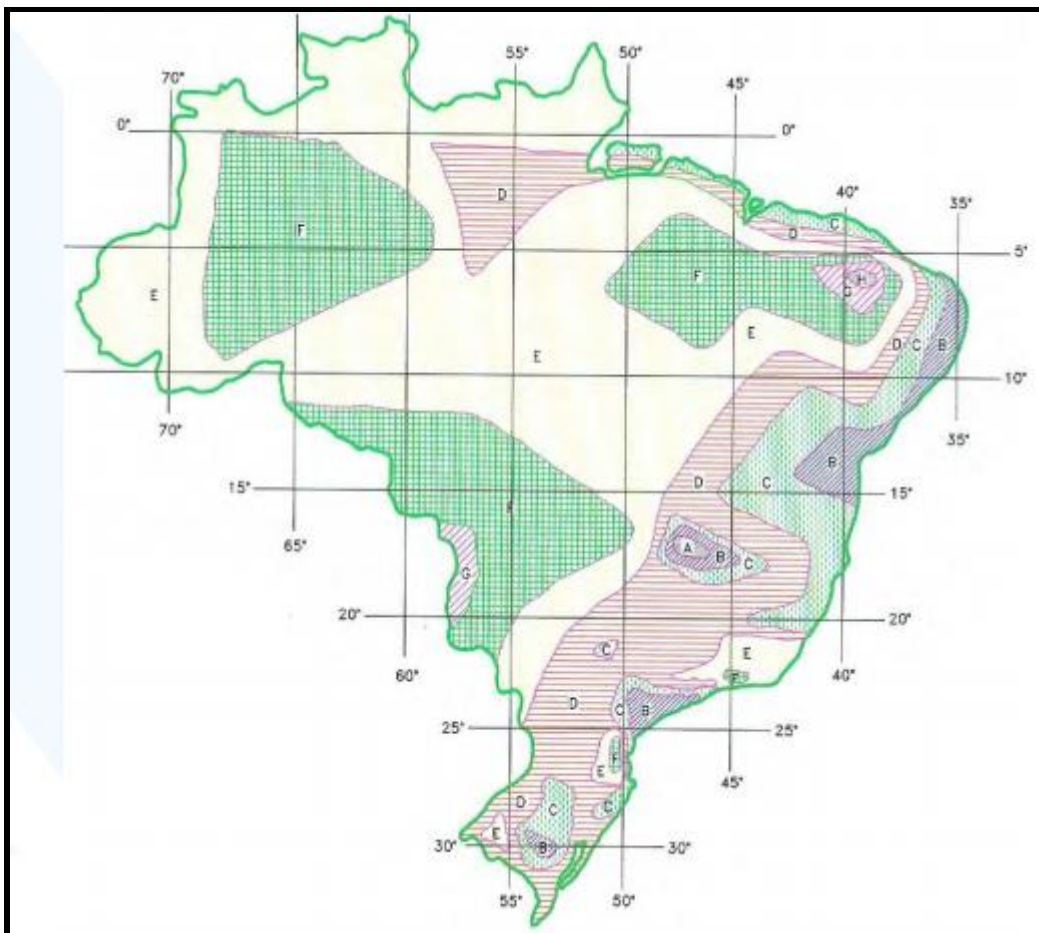


Gráfico 4: Umidade relativa do ar



## Isozonas

Este método divide o Brasil em isozonas que mostram as seguintes características:



A isozona A coincide com a zona de maior precipitação anual do Brasil, com coeficientes de intensidade baixo. As isozonas B e C tipificam a zona de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves. A isozona D tipificam as zonas de transição (entre continental e marítima). Esta isozona se prolonga caracterizando a zona de influência do rio Amazonas. As isozonas E e F tipificam as zonas continental e do nordeste, com coeficientes de intensidade altos. As isozonas G e H tipificam a zona da caatinga nordestina, com coeficientes de intensidade muito altos.

TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS												
ZONAS	1 HORA/ 24 HORAS DE CHUVA K2										6 min	K1
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	24h	CHUVA
A	36,2	33,8	33,6	35,5	33,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,6	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	46,6	48,5	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

### Parâmetros intensidade / duração / tempo de recorrência

As chuvas podem ser medidas por pluviômetros ou por pluviógrafos. Ambos têm, por princípio, a medição do volume de água precipitado em uma área unitária, sendo este, em geral, representado por uma unidade de comprimento (altura), que representa a altura equivalente à cobertura de uma área com o volume precipitado, caso esse volume fosse distribuído uniformemente. As principais características das precipitações intensas são o total precipitado, sua distribuição temporal e espacial e sua frequência de ocorrência. O conhecimento dessas características é fundamental para os estudos e projetos de drenagem. A equação geral da relação IDF usada neste projeto é dada na seguinte forma (Bernard 1930):

$$i = \frac{a \cdot Tr^b}{(td+c)^d}$$

Onde:

i = intensidade de precipitação (mm/h)

Tr = Tempo de retorno adotado

td = tempo de duração da chuva do projeto

a, b, c, d = parâmetros ajustados em função da região.

Para obter-se a precipitação máxima, com duração igual ao tempo de concentração de cada bacia de contribuição, utilizou-se a metodologia preconizada por José Jaime Tabora Torrico, discriminada abaixo.

- Compilação dos dados das máximas chuvas diárias de todas as Estações Pluviométricas próximas ao traçado e escolha da mais significativa;
- Estimativa da precipitação máxima diária (P), para certo tempo de recorrência, através da fórmula geral de Ven Te Chow:  $P = P_m + K.S.$ , onde:
  - $P_m$  é a média das precipitações máximas diárias disponíveis;
  - K é coeficiente, tabelado por Weiss e Reid, função do número de precipitações máximas diárias e do tempo de recorrência adotado;
  - S é o desvio padrão das precipitações máximas disponíveis;
- ✓ Conversão da precipitação máxima diária (P) em chuva de 24 horas (P24) multiplicando-se pelo coeficiente 1,13;
- ✓ Obtenção das porcentagens para precipitação de 6 minutos (P0) e de 1 hora (P1), através dos coeficientes das isozonas de igual relação;
- ✓ Cálculo das alturas de precipitações para 6 minutos e 1 hora, com as mencionadas porcentagens e com a chuva de 24 horas (P24);
- ✓ Determinações das precipitações máximas para os tempos de concentração de cada bacia, utilizando-se interpolações logarítmicas com os dados disponíveis para 6 minutos, 1 hora e 24 horas;
- ✓ Cálculo das equações das curvas de intensidade-duração e frequência (curvas idf).

Apresenta-se a seguir resultados principais:

PRECIPITAÇÃO MÉDIA E DESVIO PADRÃO	PRECIPITAÇÕES	PERÍODOS DE RECORRÊNCIA (anos)				
		5	10	25	50	100
Pm = 102,97 mm	P (mm)	131,97	155,44	176,55	183,47	204,82
	P <sub>24</sub> (mm)	150,45	177,20	201,27	209,16	233,50
S = 34,61 mm	P <sub>1</sub> (mm)	60,33	70,35	78,90	81,15	89,66
	P <sub>0</sub> (mm)	14,74	17,37	19,72	20,50	22,88

Onde:

Pm = Precipitação Média

S = Desvio Padrão

P = Precipitação diária

P<sub>24</sub> = Precipitação em 24 horas

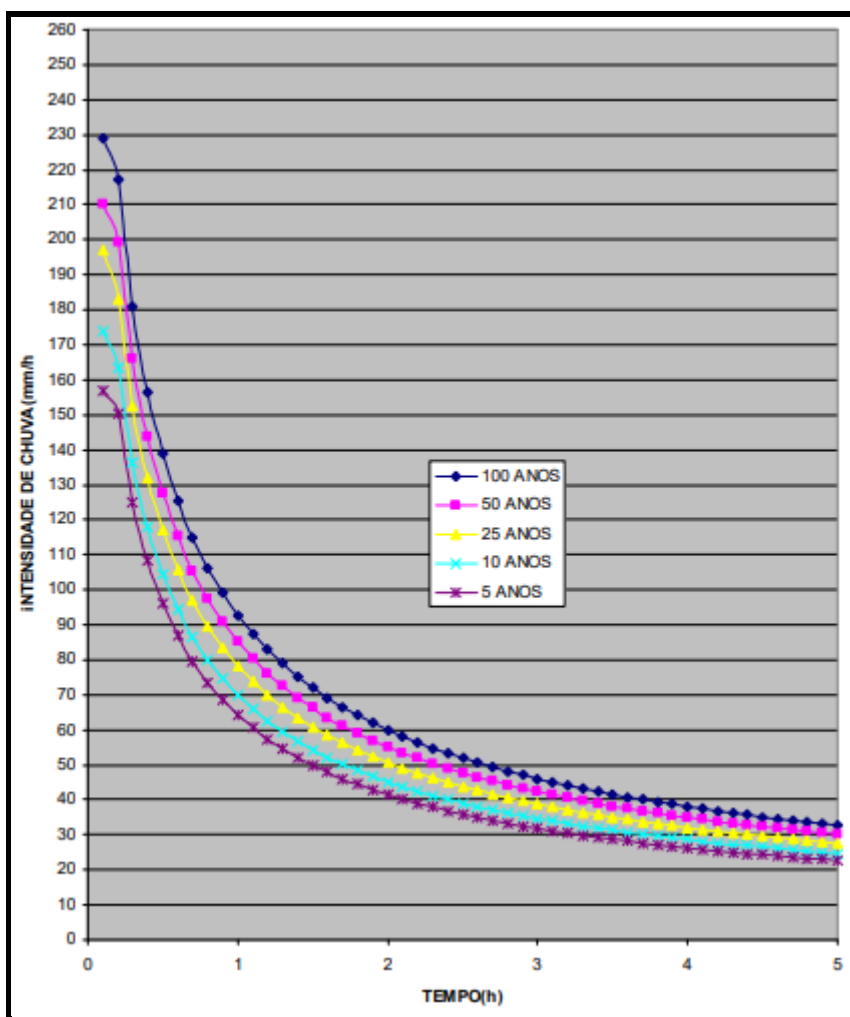
P<sub>1</sub> = Precipitação em 1 hora

P<sub>0</sub> = Precipitação em 5 minutos

Utilizando os dados da tabela acima e calculando utilizando método dos mínimos quadráticos, foi estabelecida uma equação atualizada para a região do empreendimento baseada nos dados de chuva do Posto Carazinho.

$$i = \frac{957,03 \cdot Tr^{0,123}}{(td+7,7)^{0,688}}$$

Com base na equação acima, possibilita-se o cálculo da intensidade de precipitação pontual da chuva de projeto para tempos de retorno e duração determinados.



## Período de retorno

O intervalo de tempo para que uma dada chuva de intensidade e duração definidas seja igualada ou superada é denominado de período de retorno ou tempo de recorrência. Para o presente projeto foi utilizado período de retorno de 10 anos.

## Tempo de concentração

O tempo de concentração, definido como o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia se desloque até a seção principal, é estimado, geralmente, por meio de relações empíricas, em função de características físicas e de ocupação da bacia. Dentre as equações empíricas,

uma empregada com frequência e recomendada pelo DAER foi determinada pela expressão do ex-DNOS:

$$T_c = \frac{A^{0,3} \cdot L^{0,2}}{2,4 \cdot K \cdot I^{0,4}}$$

Onde:

T<sub>c</sub> - tempo de concentração, em horas;

A - área da bacia de contribuição, em km<sup>2</sup>;

L - comprimento do talvegue principal, em km;

K - coeficiente relativo ao tipo de solo e cobertura vegetal, sendo adotado para este projeto o valor k = 3,5

I - declividade média do talvegue principal, em m/m.

A Tabela abaixo fornece valores do coeficiente K em função do tipo de terreno.

CARACTERÍSTICA	K
Terreno areno - argiloso coberto de vegetação intensa, absorção elevada	2
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média apreciável	3
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção média	4,5
Terreno com rocha, vegetação escassa, absorção baixa	5
Terreno rochoso, vegetação rala, absorção reduzida	5,5

Para o presente projeto o tempo de concentração da bacia considerado foi de 5min, conforme indicação dos manuais de drenagem do DNIT e também em função do método racional, escolhido para o dimensionamento das vazões.

### **Cálculo de vazões – Método racional**

O método racional, utilizado neste projeto, consiste em estimar a vazão de pico em pequenas bacias hidrográficas empregando uma relação que considera a vazão linearmente proporcional à área da bacia e à intensidade média da precipitação, considerada constante durante sua duração. Esse método utiliza um coeficiente adimensional C, que relaciona a parcela da chuva

total com a que se transforma em escoamento e com os efeitos de armazenamento na bacia.

A facilidade de conhecimento dos elementos envolvidos na sua concepção teórica, aliada à simplicidade de sua execução, torna este método comumente utilizado em projetos desta natureza.

A equação básica do método é a seguinte:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Onde:

Q - vazão, em m³/s;

C - coeficiente de escoamento superficial (run-off), que representa a relação da água que escoar superficialmente e a água precipitada. No presente trabalho foi adotado o valor de C = 0,45 para as zonas não pavimentadas e C=0,90 para zonas pavimentadas;

I - intensidade de chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia, para um período de retorno desejado, expressa em mm/h;

A - área da bacia de contribuição, em km².

O método em questão tem como princípio básico a hipótese de que a duração da precipitação é igual ao tempo de concentração da bacia, supondo que:

- ✓ a chuva tenha distribuição uniforme no tempo;
- ✓ a chuva tenha distribuição espacialmente uniforme;
- ✓ o escoamento superficial seja devido ao escoamento sobre superfícies, principalmente;
- ✓ o amortecimento nos canais seja desprezível.

Para o período de retorno de 10 anos e tempo de concentração de cada bacia de 5min, obteve-se a seguinte intensidade de chuva de projeto: 221mm/h.

## Dimensionamento hidráulico das canaletas da PPD

O dimensionamento hidráulico das obras de drenagem compreenderam a determinação da área da seção adequada à descarga avaliada. As obras foram dimensionadas para operar como canal para TR = 10 anos utilizando-se a fórmula de Manning aliada a Equação da Continuidade. A expressão de Manning é definida pelos seguintes parâmetros:

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

Onde:

R = raio hidráulico em m;

i = declividade de linha d'água em m/m;

n = coeficiente de rugosidade em função da natureza da superfície de acabamento da tubulação;

A = área da seção de vazão em m<sup>2</sup>;

Q = descarga em m<sup>3</sup>/s.

Para escoamento em superfície de concreto a velocidade máxima admitida é de 4,0 m/s e o mínimo de 0,60 m/s. Na definição das seções dos canais determinou-se uma folga em bordo livre, conforme recomendação técnica de bibliografias que tratam do assunto.

### 3. MEMORIAL DE CÁLCULO DAS CANALETAS DA PPD

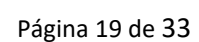
#### Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas -8 a 13

Vazão calculada: 1,09 m<sup>3</sup>/s.

Seção adotada:



Seção adotada:



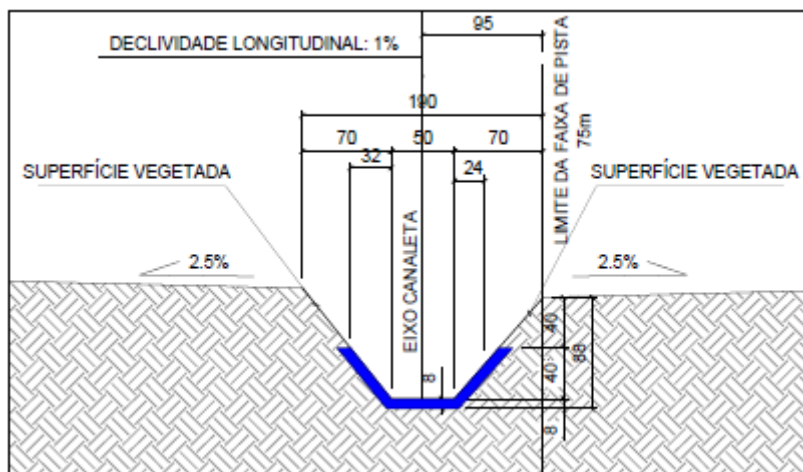
### Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 24 a 37

Vazão calculada: 0,90 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 1,02 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



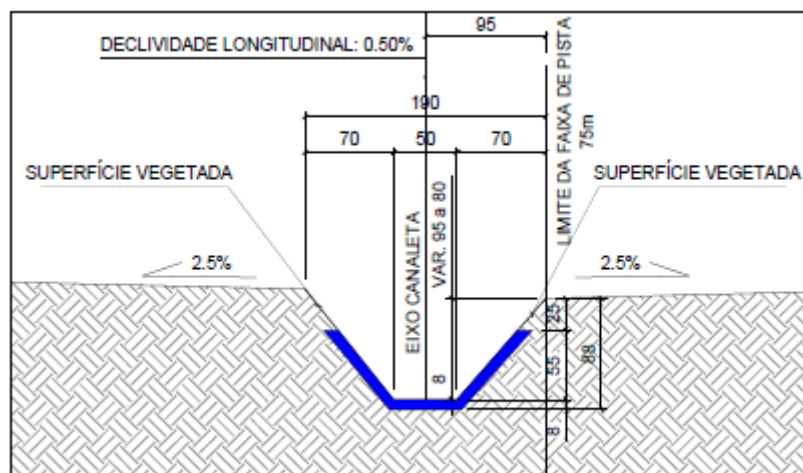
### Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 38 a 42

Vazão calculada: 1,65 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 1,76 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



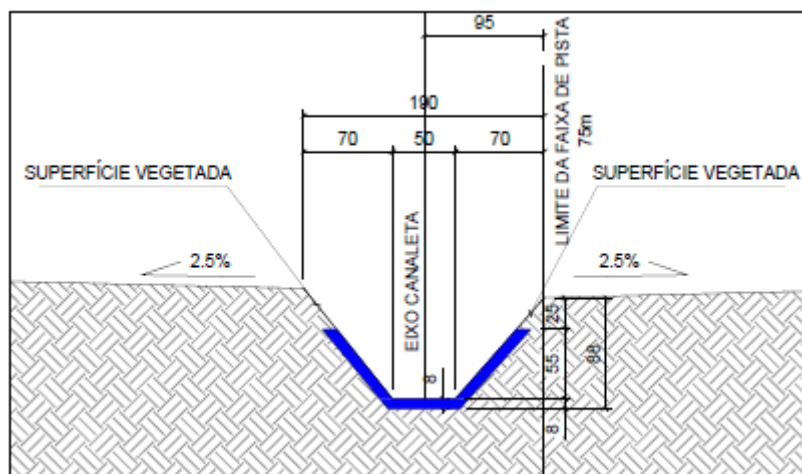
### **Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 42 a 43**

Vazão calculada: 1,19 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 1,76 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



### **Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 43 a 52**

Vazão calculada: 1,09 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 1,15 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



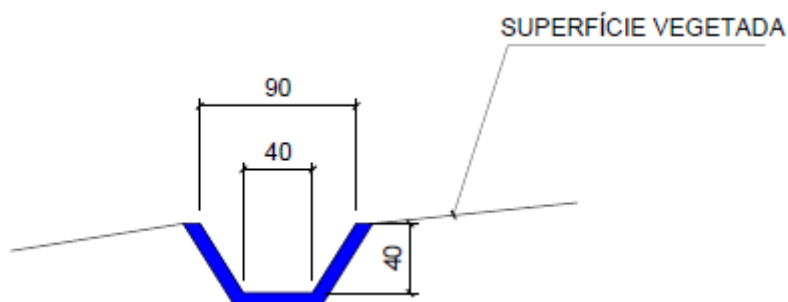
Seção adotada:



Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 0,32 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



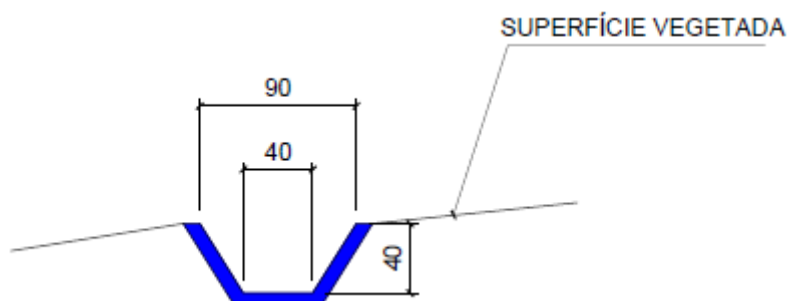
### **Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 75 a 81**

Vazão calculada: 0,31 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 0,32 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



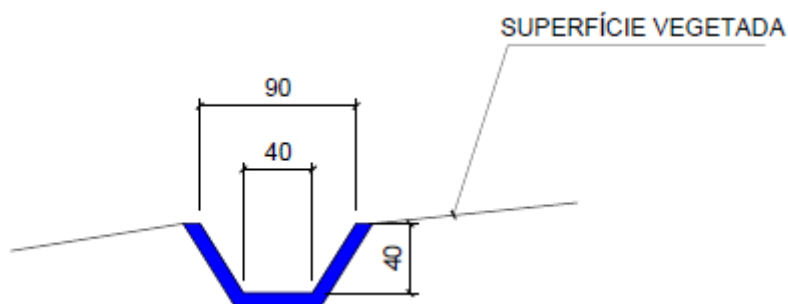
### **Canaleta da PPD, lado esquerdo – entre as estacas 82 a 88**

Vazão calculada: 0,33 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 0,38 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



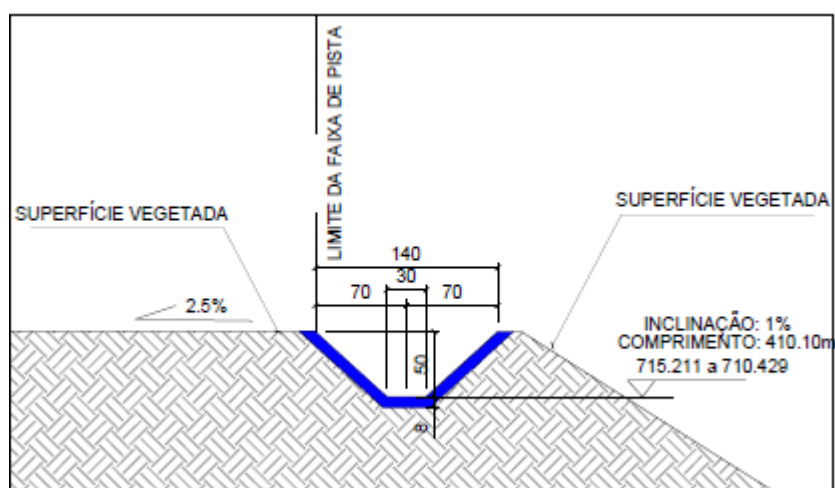
### **Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas -8 a 12**

Vazão calculada: 0,88 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 1,09 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



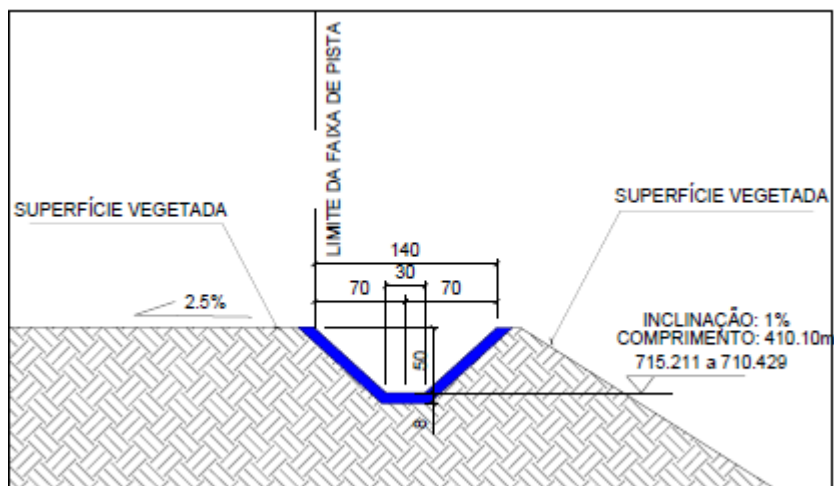
### **Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 13 a 28**

Vazão calculada: 0,74 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 1,09 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



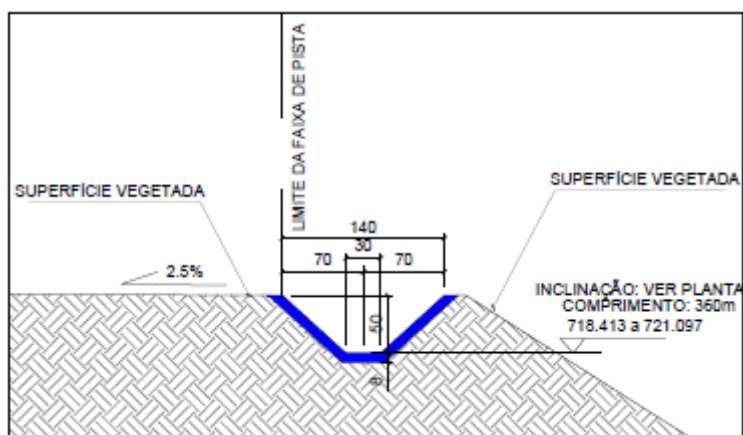
### Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 28 a 46

Vazão calculada: 0,96 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 1,09 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



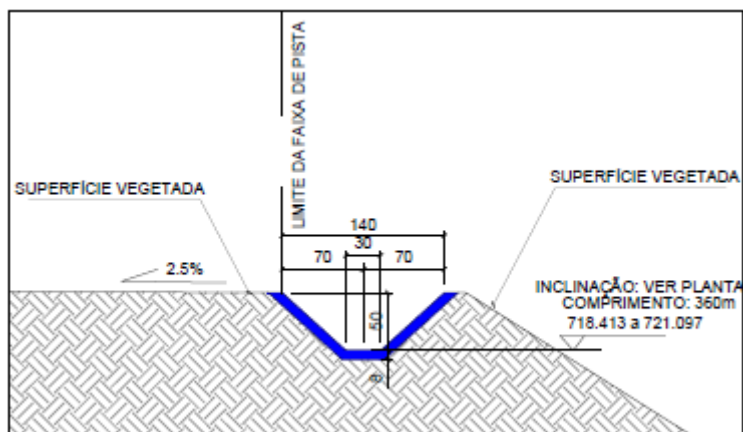
### Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 46 a 59

Vazão calculada: 0,53 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 0,62 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



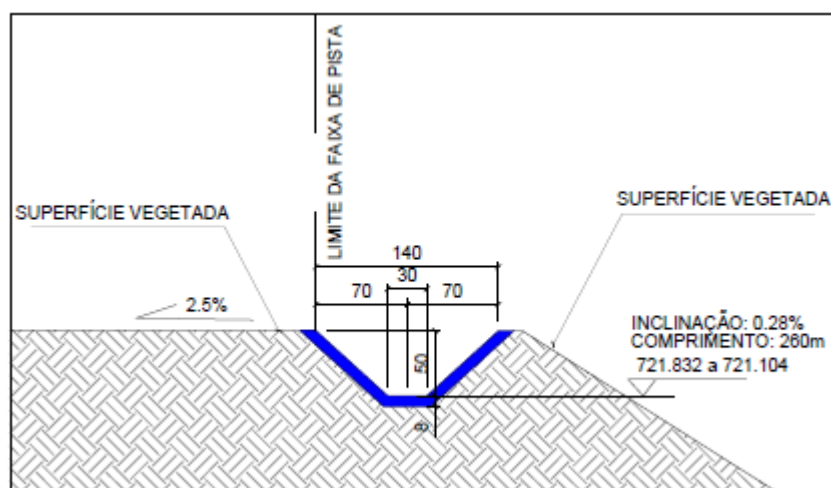
**Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 59 a 72**

Vazão calculada: 0,63 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 0,78 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



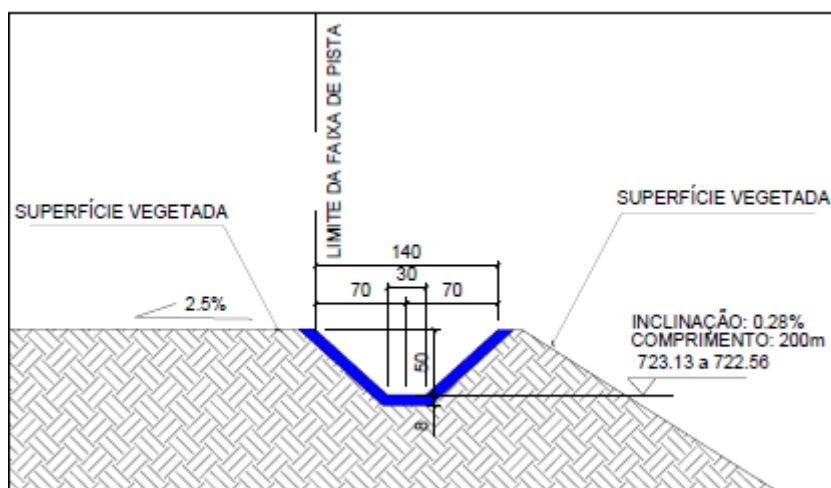
**Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 72 a 82**

Vazão calculada: 0,69 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 0,78 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



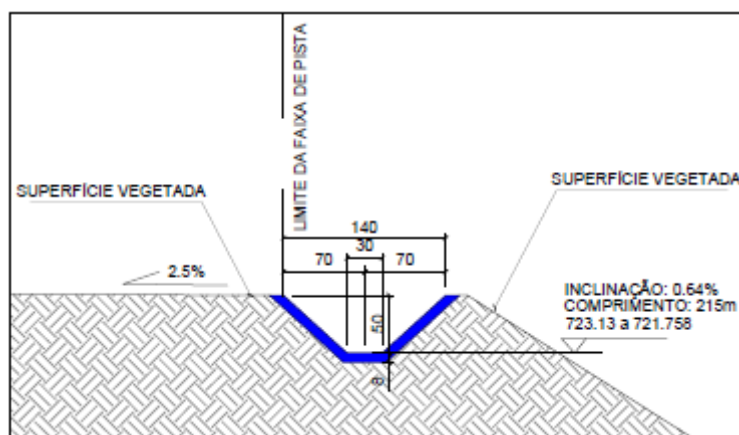
### Canaleta da PPD, lado direito – entre as estacas 82 ao dissipador

Vazão calculada: 0,69 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 1,10 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



## 4. Sistema de drenagem da Via de Serviços

Para as vias de serviço foram projetadas canaletas trapezoidais de concreto armado, interligadas por caixas de passagem. Para o dimensionamento hidráulico das mesmas foram considerados período de retorno de 10 anos e tempo de concentração da bacia de 5min, com intensidade de precipitação de

221 mm/h. Apresenta-se abaixo a verificação da capacidade hidráulica da canaleta de projeto.

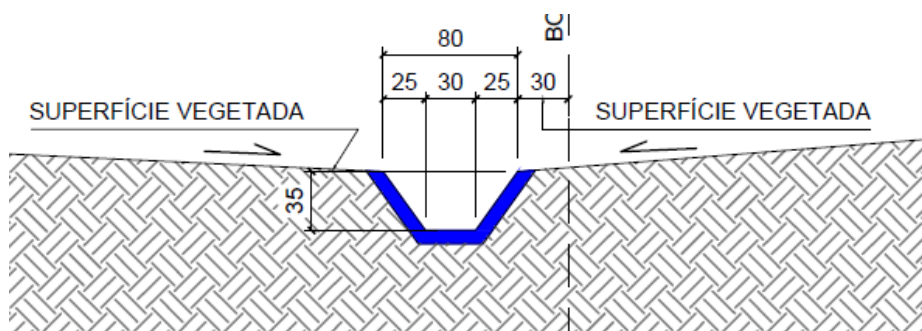
### **Canaleta – entre as estacas 5 a 11**

Vazão calculada: 0,15 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 0,17 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



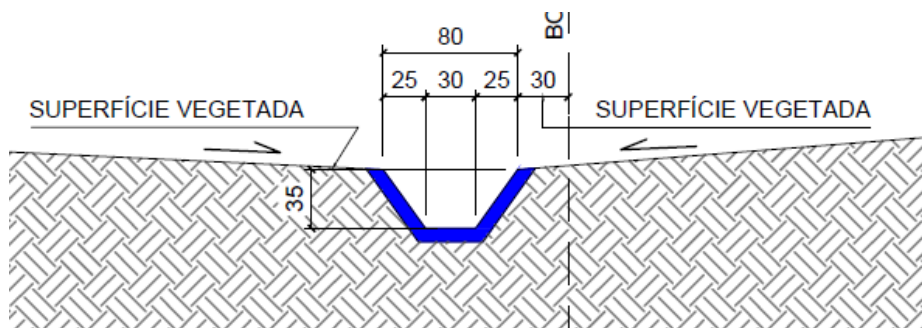
### **Canaleta – entre as estacas 0 a 5**

Vazão calculada: 0,12 m<sup>3</sup>/s.

Método utilizado: Racional e equações de Manning;

Capacidade de escoamento da canaleta: 0,17 m<sup>3</sup>/s

Seção adotada:



## Capacidade de escoamento – tubo de 800mm

A capacidade de escoamento da tubulação existente também foi verificada frente a contribuição ascendente. Apresenta-se abaixo a capacidade de escoamento da tubulação, considerando 0,75 por cento da seção transversal útil, ou seja, funcionando em regime de canal.

Tipos de canais regulares : Circulares

Entrada de dados

Incógnita do problema : Vazão

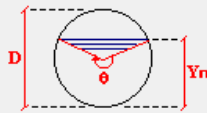
Vazão (Q) : 0,47 m<sup>3</sup>/s

Profundidade Normal (Yn) : 0,600 m

Declividade (I) : 0,0020 m/m

Coefficiente de Rugosidade (n) : 0,0150 ...

Diâmetro (D) : 0,80 m



Resultados

Área (A) : 0,4044 m<sup>2</sup>

Perímetro Molhado (P) : 1,676 m

Largura da Superfície (B) : 0,693 m

Profundidade Crítica (Yc) : 0,412 m

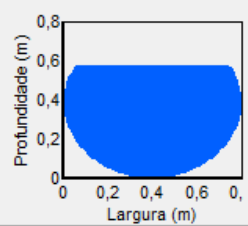
Número de Froude (Fr) : 0,483

Regime de Escoamento : Subcrítico

Velocidade (V) : 1,156 m/s

Energia Específica (E) : 0,668 m

Gráfico



Ajuda

Calcular

Relatório

Fechar

## 5. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE SEPARAÇÃO ÁGUA E ÓLEO - SAO

Sendo um Pátio de Estacionamento de Aeronaves, os serviços realizados nesse se resume ao abastecimento de aeronaves realização de pequenos reparos. Esses serviços necessariamente são realizados por técnicos de nível médio, com treinamento e formação para se ter o mínimo de risco, com equipamentos e ferramentais apropriados, e com contingenciamento em caso de vazamentos e acidentes.

AER-PFB-DRE-PE-MCD-R01

Página 29 de 33

Considerando que o tempo de escoamento difuso no pátio até atingir a canaleta é de 7,5 minutos com água e de mais 40 minutos com fluidos viscosos, tempo esse mais do que o suficiente para que um vazamento fosse suprimido e iniciado o processo de contenção e limpeza da área atingida.

Diante ao exposto, não se vê a necessidade de instalação de caixa de contenção de óleos e graxas por gravidade (diferença de viscosidade dos fluidos), visto que as concentrações de óleos e graxas para TR = 5 anos (FAA), após a passagem por uma caixa de filtragem de areia e geomembrana, são inferiores ao apresentado no CONAMA.

Para tanto, projetou-se uma caixa em concreto (com 6,0 m<sup>3</sup>) composta de geomembrana e areia.

O sistema visa auxiliar na contenção de um eventual acidente, restando por filtração eventuais contaminantes oleosos que ficarão aderidos ao material arenoso e geomembrana.

Cabe ressaltar que esse tipo de acidente apresenta risco muito baixo em relação ao custo de instalação e manutenção de um equipamento de grande volume.

Dados de entrada para dimensionamento:

- ✓ Período de retorno: 10 anos;
- ✓ Vazamento de óleo considerado: 1 litro por aeronave;
- ✓ Área de contribuição: equivalente a projeção de cada aeronave;
- ✓ Concentração máxima de óleos e graxas: 20 mg/l (CONAMA 430);
- ✓ Eficiência do sistema de filtragem: 25%;
- ✓ Massa específica do óleo: 800 kg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Número de aeronaves em manutenção simultânea: 3 unidades.

Dados de saída do dimensionamento:

- ✓ Área de drenagem: 17400 m<sup>2</sup>;
- ✓ Tempo de concentração da bacia com chuva: 15s;
- ✓ Intensidade de chuva para first flush de 23mm: 92.7 mm/h;
- ✓ Intensidade de chuva para TR = 10 anos: 92.7 mm/h;
- ✓ Altura: 23mm;
- ✓ Concentração de óleo: 26,30 mg/l;
- ✓ Concentração pós filtragem: 19,7 mg/l.

Com base nos dados acima, apresenta-se abaixo o dimensionamento hidráulico da canaleta de coleta de águas do pátio de aeronaves, considerando uma intensidade de precipitação de 221 mm/h.

- Vazão de projeto: 1,01 m<sup>3</sup>/s;
- Capacidade de escoamento da canaleta projetada: 1,17 m<sup>3</sup>/s;
- Dados de dimensionamento:

Tipos de canais regulares :

Entrada de dados

Incógnita do problema :

Vazão (Q) :  m<sup>3</sup>/s

Profundidade Normal (Yn) :  m

Declividade (I) :  m/m

Coeficiente de Rugosidade (n) :  ...

Folga (f) :  m

Comprimento do Canal :  m

Largura da Base (b) :  m

Resultados

Área (A) : 0,7000 m<sup>2</sup>

Perímetro Molhado (P) : 3,300 m

Largura da Superfície (B) : 0,500 m

Profundidade Crítica (Yc) : 0,825 m

Número de Froude (Fr) : 0,452

Regime de Escoamento : Subcrítico

Velocidade (V) : 1,677 m/s

Energia Específica (E) : 1,543 m

Movimentação de Terra : 140,000 m<sup>3</sup>

Gráfico

Profundidade (m)

Largura (m)

Ajuda

Calcular

Relatório

Fechar

A canaleta de coleta de água do pátio de aeronaves apresenta seção variável de 0,5 x 0,40 a 0,5 x 1,40m (largura x profundidade). A jusante da canaleta, a mesma é interligada com uma caixa de passagem denominada de CCP01. Esta caixa direciona o volume referente a precipitação de first flush para a caixa separadora de água e óleo, composta por geomembrana de filtragem. O volume excedente de precipitação é direcionado em regime de by pass para o dissipador de energia. Apresenta-se abaixo o dimensionamento das tubulações de interligação do separador de água e óleo até a caixa CCP 02 e a interligação da CCP01 a CCP02, respectivamente.

Tubulação de 800mm com declividade de 1,5% (CCP 01 a CCP 02):

Tipos de canais regulares :

Entrada de dados

Incógnita do problema :

Vazão (Q) :  m<sup>3</sup>/s

Profundidade Normal (Yn) :  m

Declividade (I) :  m/m

Coefficiente de Rugosidade (n) :  ...

Diâmetro (D) :  m

Resultados

Área (A) : 0,4044 m<sup>2</sup>

Perímetro Molhado (P) : 1,676 m

Largura da Superfície (B) : 0,693 m

Profundidade Crítica (Yc) : 0,681 m

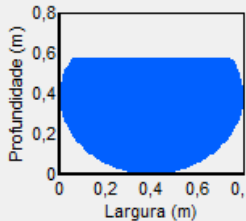
Número de Froude (Fr) : 1,323

Regime de Escoamento : Supercrítico

Velocidade (V) : 3,165 m/s

Energia Específica (E) : 1,111 m

Gráfico



Ajuda

Calcular

Relatório

Fechar

Tubulação de 600mm com declividade de 1,5% (separador de água e óleo a CCP 02):

Tipos de canais regulares :

Entrada de dados

Incógnita do problema :

Vazão (Q) :  m<sup>3</sup>/s

Profundidade Normal (Yn) :  m

Declividade (I) :  m/m

Coefficiente de Rugosidade (n) :  ...

Diâmetro (D) :  m

Resultados

Área (A) : 0,2002 m<sup>2</sup>

Perímetro Molhado (P) : 1,146 m

Largura da Superfície (B) : 0,566 m

Profundidade Crítica (Yc) : 0,468 m

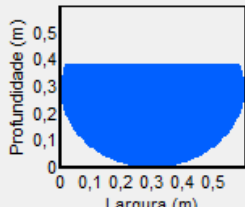
Número de Froude (Fr) : 1,369

Regime de Escoamento : Supercrítico

Velocidade (V) : 2,551 m/s

Energia Específica (E) : 0,732 m

Gráfico



Ajuda

Calcular

Relatório

Fechar

## 6. TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente relatório, denominado **Memorial de Cálculo e Dimensionamento**, é composto por 33 folhas, incluindo esta, numeradas sequencialmente de 1 a 33.

Porto Alegre, 04 de Janeiro de 2020.