

QUANTITATIVOS DE OBRAS

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

QUANTITATIVOS DE OBRAS

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

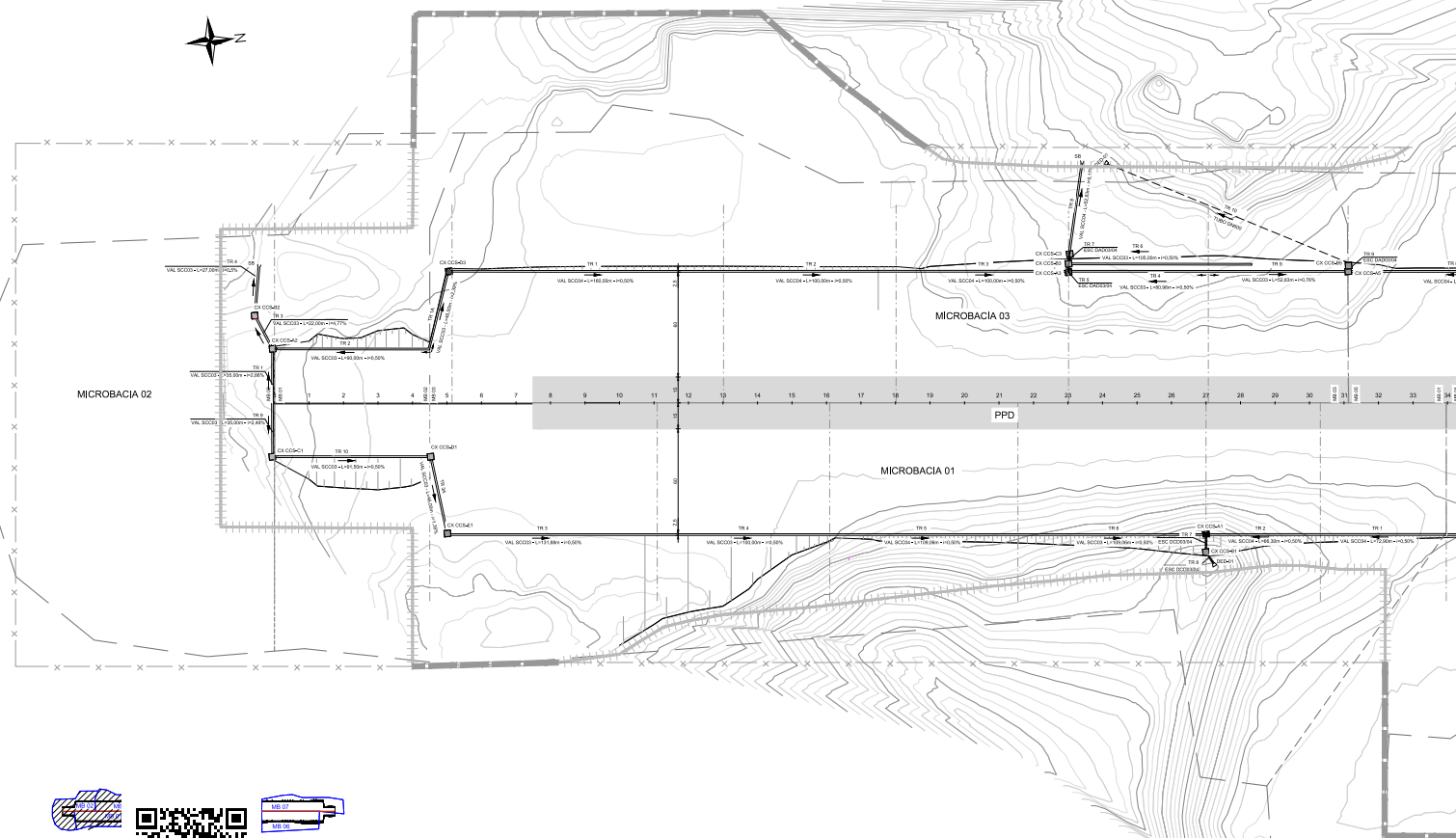
QUANTITATIVOS DE OBRAS

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

QUANTITATIVOS DE OBRAS

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTD.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

VISTA EM PLANTA
Escala: 1:1000



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- 1 - Manual de Drenagem de Rodovias (IPR-724) - DNIT 2006;
- 2 - Memorial de Cálculo - Drenagem - CD.02/102.76/00026/01;
- 3 - Especificação Técnica - Drenagem - CD.02/102.92/00027/01.

LEGENDA

---	LIMITE MICROBACIA	■	CCS06
---	VALETA	■	CCS20
---	ESCADA	---	EIXO DA PISTA
---	BUEIRO/TUBO	---	CURVA DE NÍVEL
---	DRENOS	---	DIRA DE FRECHO
---	CAIXA COLETORA	---	CORPOS HIDRÁULICOS PERMANENTE
---	DISSIPADOR DE ENERGIA	---	CORPOS HIDRÁULICOS TEMPORÁRIO
---	SAÍDA DE BUEIRO	---	ALAMBRADO NOVO
---	DIREÇÃO DO ESCOAMENTO	---	ALAMBRADO ATUAL (DEMOLIR)
---	LAGO LAGOA OU SIMILAR	---	ALAMBRADO ATUAL (MANTER)
---	CCS01	---	
---	CCS02	---	
---	CCS04	---	
---	CCS05	---	

NOMENCLATURA

MB	Microbacia
TR	Trecho
VAL SCC	Valeta
VAL VPA	Valeia
CX CCS	Caixa Coletora
ESC DAD	Escada
DED-01	Dissipador de Energia de Descida D'água de Aterro
DSH-01	Dreno Sub-Horizontal
SB	Saída de Bueiro
L	Comprimento
I	Declividade
DN	Dímetro Nominal

NOTAS

- 1 - A instalação dos sistemas de drenagem deve ser realizada de jussante para montante;
- 2 - Premissas de projeto:
 - Tempo de recorrência (TR) = 5 anos;
 - Verificado para TR = 20 anos;
- 3 - Levantamento topográfico de referência realizado em 2019;
- 4 - Necessidade de verificação das cotas topográficas em campo;
- 5 - Ver detalhe específico dos dispositivos de drenagem nas planilhas CD.02/102.08/00030/01 e CD.02/102.08/00033/01.

ID	REVISÃO CONFORME ANÁLISE DO SAC	20/09/2020	EDA	VMA
01	REVISÃO CONFORME ANÁLISE DO SAC	20/09/2020	EDA	JFD
02	EMISSÃO FINAL	23/07/2020	EDA	RF
03	MODIFICAÇÃO	DATA	PROJETISTA	DESEMNISTA

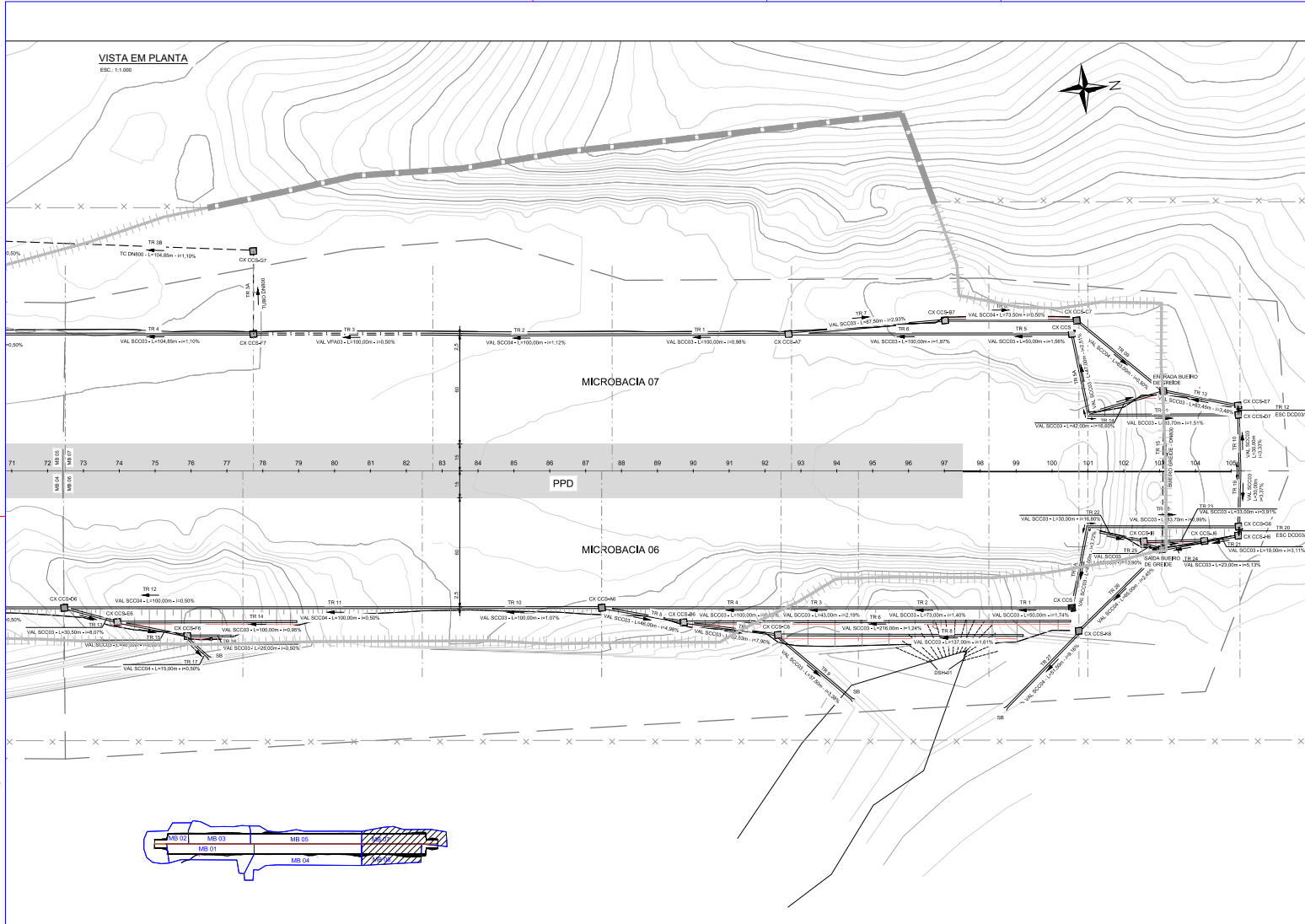
AEROPORTO CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES (SC)

DATA	ANEXO 1/2020	TÍTULO DO PROJETO	PISTA DE POUZO
PROJETA	CAU/CREAT/UF	RESPONSÁVEL TÉCNICO	
BAIXO A RESPONSABILIDADE DE	VIA/DIR/ENSC		
ESPECIFICADA			DRENAGEM
VALIDADA	Rubica	TÍTULO ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO	MICROBACIAS 01, 02 E 03
MATHEUS G. SCHELIN			
APROVADO	Rubica	TÍTULO DO PROJETO	

Assinado com senha por JULIO ARNALDO AMARANTES JUNIOR e ADELICIO CORREA GUIMARAES FILHO em 23/07/2020 16:56:39.
Documento Nº: 1185701.5166525-3927 - consulta à autenticidade em <https://sigadoc.infraero.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=1185701.5166525-3927>



SIGA



- DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**
- 1 - Manual de Drenagem de Rodovias (IPR-724) - DNIT 2006;
 - 2 - Memorial de Cálculo - Drenagem - CD.02/102.78/00026/01;
 - 3 - Especificação Técnica - Drenagem - CD.02/102.92/00027/01.

- LEGENDA**
- LIMITE MICROBACIA
 - VALETA
 - ESCADA
 - BUEIRO/TUBO
 - DRENOS
 - CAIXA COLETORA
 - DISSIPADOR DE ENERGIA
 - SAÍDA DE BUEIRO
 - DIREÇÃO DO ESCOAMENTO
 - LAGO LAGOA OU SIMILAR
 - CCS01
 - CCS02
 - CCS04
 - CCS05
 - CCS06
 - CCS20
 - EIXO DA PISTA
 - CURVA DE NÍVEL
 - DIVISA DE TRECHO
 - CORPOS HIDRICO PERMANENTE
 - CORPOS HIDRICO TEMPORÁRIO
 - ALAMBRADO NOVO
 - ALAMBRADO ATUAL (DENCLUR)
 - ALAMBRADO ATUAL (MANTER)

- NOMENCLATURA**
- MB Microbacia
 - TR Trecho
 - VAL SCC Valeta
 - VAL VPA Valeta
 - CX CCS Caixa Coletora
 - ESC DAD Escada
 - DED-01 Dissipador de Energia de Descida D'água de Aterro
 - DSH-01 Dreno Sub-Horizontal
 - SB Saída de Bueiro
 - L Comprimento
 - I Declividade
 - DN Diâmetro Nominal

- NOTAS**
- 1 - A instalação dos sistemas de drenagem deve ser realizada de junte para montante;
 - 2 - Premissas de projeto:
 - Tempo de recorrência (TR) = 5 anos;
 - Verificado para TR = 20 anos;
 - 3 - Levantamento topográfico de referência realizado em 2019;
 - 4 - Necessidade de verificação das cotas topográficas em campo;
 - 5 - Ver detalhe específico dos dispositivos de drenagem nas pranchas CD.02/102.08/00032/01 e CD.02/102.08/00033/01.

OR	REVISÃO CONFORME ANÁLISE DE DA BAC	22/05/2020	EDA	VHK	
01	REVISÃO CONFORME ANÁLISE DE DA BAC	20/05/2020	EDA	JFD	
00	EMISSÃO INICIAL	20/01/2020	EDA	RP	
REV	MODIFICAÇÃO	DATA	PROJETISTA	CRIBENHISTA	APROVADO

Comentário

PREFEITURA DE CAÇADOR **INFRAERO AEROPORTOS**

Sítio: **AEROPORTO CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES (SC)**

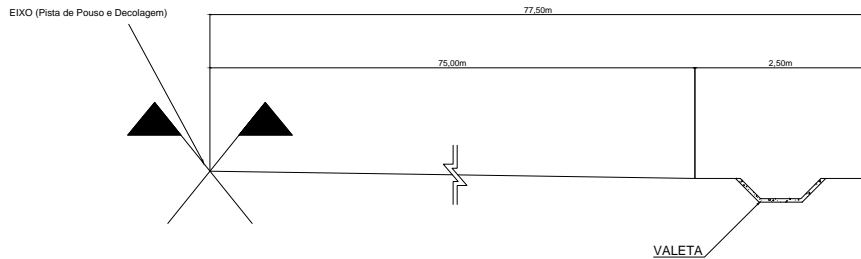
Data: JANEIRO / 2020	Área do sítio: PISTA DE POUSO
Autoria: CAU / CREA / IEP	Especialidade / Subespecialidade:
JULIO A. AMARANTES JR. 118.237-8/SC	DRENAGEM
ESPECIFICADORA:	
Validador: MATHEUS G. SCHELEN	Tipo / Especificação do documento: MICROBACIAS 06 E 07
Aprovaor: ADELICIO CORREA GUIMARAES FILHO	Tipo da obra: CONSTRUÇÃO Classe Geral do projeto: PROJETO BÁSICO



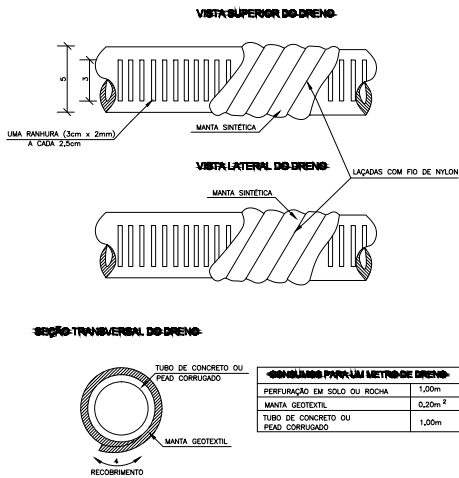
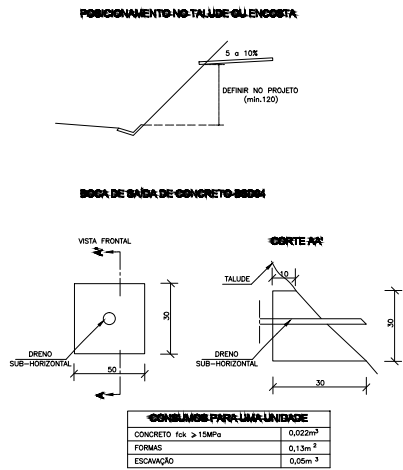
Assinado com senha por JULIO ARNALDO AMARANTES JUNIOR e ADELICIO CORREA GUIMARAES FILHO em 23/07/2020 16:57:19.
 Documento Nº: 1185701.5166538-3961 - consulta à autenticidade em <https://sigadoc.infraero.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=1185701.5166538-3961>



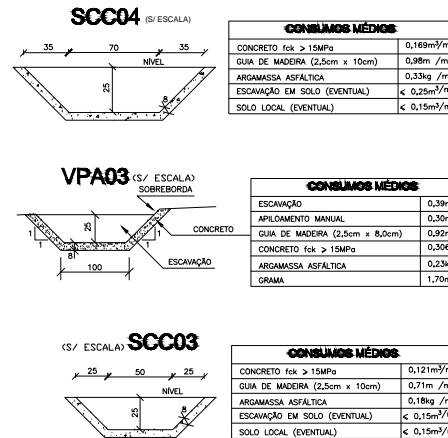
SEÇÃO GENÉRICA (S/ ESCALA)



DSH01 - DRENOS SUB-HORIZONTAIS E DETALHES COMPLEMENTARES (S/ ESCALA)



VALETAS E SARJETAS (S/ ESCALA)



NOTAS GERAIS

- A instalação dos sistemas de drenagem deve ser realizada de jusante para montante;
- Quadro resumo dos quantitativos indicado na planta geral. (CD.02/102.01/00028/01);
- Dimensões apresentadas em centímetros;
- Utilizar concreto fck >= 15MPa; Aço CA-60;
- Estruturas: SCC02, SCC04 e VPA03 - Valetas e Sarjetas
 - As guias de madeira serão instaladas segundo a seção transversal da sarjeta, espaçadas em 3 m;
 - Serão tomadas juntas com argamassa asfáltica a cada 12 m;
 - Os consumos considerados para escavação em solo local para apoio da sarjeta tem caráter eventual;
 - Para valetas não revestidas desconsiderar os consumos de grama indicados, não sendo adotados os consumos de concreto e asfalto;
 - Quanto ao processo construtivo e demais especificações, devem ser obedecidas as especificações de Serviço DNIT 018/2004;
- Estrutura: DSH01 - Drenos Sub-Horizontais
 - Envolver com manta geotêxtil em toda a largura do tubo;
 - As definições de uso e a execução obedecerão às Especificações de Serviço DNIT 017/2004-ES.

REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	PROJETISTA	DESENHISTA	APROVADO
01	REVISÃO CONFORME ANÁLISE 01 DA SAC	20/05/2020	EDA	VK	
00	EMISSIONAL INICIAL	20/01/2020	EDA	RP	

Construtora: Construtora



Sítio: AEROPORTO CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES (SC)

Data	Área do sítio
JANEIRO / 2020	PISTA DE POUZO
Autores: CAU / CORE / IUP JULIO A. AMARANTES JR. - 118.237-9/SC	Especialidade / Subespecialidade DRENAGEM
Validador: Rubrica MATHEUS G. SICHEN	Tipo / Especificação do documento DISPOSITIVOS DE DRENAGEM - FOLHA 02
Aprovedor: Rubrica ADELCIO CORREA OLIVEIRAS FILHO	Tipo da obra CONSTRUÇÃO
Rubrica do (s) Autor (es)	Classe Geral do projeto PROJETO BÁSICO
	Codificação



01	REVISÃO CONFORME ANÁLISE 02 DA SAC	22/06/2020	EDA	VK	
01	REVISÃO CONFORME ANÁLISE 01 DA SAC	20/05/2020	EDA	VK	
00	EMIÇÃO INICIAL	20/01/2020	EDA	RP	
REV	MODIFICAÇÃO	DATA	PROJETISTA	DESENHISTA	APROVO

Contratante:

Contratada:



Sítio			
AEROPORTO CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES			
Data	CAU / CREA / UF	Área do sítio	
JANEIRO / 2020		PISTA DE POUSO	
Autores		Especialidade / Subespecialidade	
JULIO A. AMARANTES JR. 118.237-9/SC		DRENAGEM	
Validador	Rubrica	Tipo / Especificação do documento	
MATHEUS G. SCHELIN		MEMORIAL DE CÁLCULO	
Aprovador	Rubrica	Tipo de obra	Classe Geral do projeto
ADELICIO CORREA GUIMARÃES FILHO		CONSTRUÇÃO	PROJETO BÁSICO
Rubrica do (s) Autor (es)		Codificação	
		CD.02/102.76/00026/02	



Assinado com senha por JULIO ARNALDO AMARANTES JUNIOR em 18/07/2020 18:21:48.
Autenticado digitalmente por ADELICIO CORREA GUIMARAES FILHO em 18/07/2020 18:21:48.
Documento Nº: 1185701.5132593-4415 - consulta à autenticidade em
<https://sigadoc.infraero.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=1185701.5132593-4415>



SEDEX T202000302

SUMÁRIO

1. OBJETIVO.....	3
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	4
3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES.....	4
4. NORMAS CONSULTADAS.....	5
5. BIBLIOGRAFIA.....	6
6. ÁREA OBJETO DE ESTUDO.....	7
7. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM.....	11
7.1. SUBDIVISÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO.....	11
7.2. CÁLCULO DO COEFICIENTE DE RUNOFF DAS MICROBACIAS....	12
7.3. CÁLCULO DA INTENSIDADE DE CHUVA E DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	13
7.4. CÁLCULO DA VAZÃO DAS MICROBACIAS E SUBSISTEMAS DE CONTRIBUIÇÃO.....	19
7.5. DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM.....	24
7.6. VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DO SISTEMA DE DRENAGEM NATURAL	32
APÊNDICE A – ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL.....	39



1. OBJETIVO

Desenvolvimento de drenagem para adequação da faixa de pista e RESAs do aeroporto municipal de Caçador-SC.



Assinado com senha por JULIO ARNALDO AMARANTES JUNIOR em 18/07/2020 18:21:48.
Autenticado digitalmente por ADELICIO CORREA GUIMARAES FILHO em 18/07/2020 18:21:48.
Documento Nº: 1185701.5132593-4415 - consulta à autenticidade em
<https://sigadoc.infraero.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=1185701.5132593-4415>



SEDEX T202000302

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Imagens aéreas de domínio público – Google Earth;
- Levantamento planialtimétrico do sítio aeroportuário;
- Relatório de sondagens de simples reconhecimento elaborado por Geoazimute Ltda;
- Serviço Geológico do Brasil (2014). Mapa Geológico de Santa Catarina.

3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- CD.02/102.92/00027/01 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – DRENAGEM
- CD.02/102.01/00028/01 - DRENAGEM - PLANTA GERAL
- CD.02/102.08/00029/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 01, 02 E 03
- CD.02/102.08/00030/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 04 E 05
- CD.02/102.08/00031/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 06 E 07
- CD.02/102.08/00032/01 – DETALHES - FOLHA 01
- CD.02/102.07/00033/01 – DETALHES - FOLHA 02
- SCN_Carta_Topografica_Matricial-CAÇADOR-E-SG-22-Z-A-IV-3-NO-25.000



4. NORMAS CONSULTADAS

- Agência Nacional de Aviação Civil (2018). Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 154 Emenda 04;
- American Society of Testing Materials. D 420-98 – Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes;
- American Society of Testing Materials. D 5447 – Guide for Application of a Ground-Water Flow Model to a Site-Specific Problem;
- American Society of Testing Materials. D 5490 – Guide for Comparing Ground-Water Flow Model Simulations to Site-Specific Information;
- American Society of Testing Materials. D 5609 – Guide for Defining Boundary Conditions in Ground-Water Flow Modeling;
- American Society of Testing Materials. D 5610 – Guide for Defining Initial Conditions in Ground-Water Flow Modeling;
- American Society of Testing Materials. D 5611 – Guide for Conducting a Sensitivity Analysis for Ground-Water Flow Model Application;
- American Society of Testing Materials. D 5718-95 – Standard Guide for Documenting a Ground-Water Flow Model Application;
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11682/09 – Estabilidade de Encostas;
- EUROCODE 7 (2004) – Geotechnical Design Part 1 – General rules;
- Ministério da Defesa – Comando da Aeronáutica – Departamento de Controle do Espaço Aérea. ICEA 63-19. Critérios de Análise Técnica da Área de Aeródromos (AGA). Edição 2015.



5. BIBLIOGRAFIA

- Fossen, H. (2017). Geologia Estrutural. Oficina de Textos;
- Freeze, A. and Cherry, J.A. (1979). Groundwater. Prentice Hall Pubs;
- Koerner, R.M. (1999). Designing with Geosynthetics. 4th Edition. Prentice Hall Pubs;
- Serviço Geológico do Brasil (2018). Atlas Pluviométrico do Brasil. Equações Intensidade-Duração-Frequência – Município de Caçador-SC, Estação Pluviográfica de Caçador/SC;
- Tucci, C.E.M. (1993). Hidrologia – Ciência e Aplicação. Editora UFRGS;
- U.S. Department of Transportation (2009). FHWA-NHI-10-024 – Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes (FHWA GEC 011) – Volume I and II;
- U.S. Department of Transportation (2013). FAA Advisory Circular AC 150/5320-5D Airport Drainage Design;



6. ÁREA OBJETO DE ESTUDO

A área objeto de estudo compreende o sítio do aeroporto municipal de Caçador/SC e as respectivas áreas circunvizinhas que compõem o sistema de microbacias da região. O centro da área objeto de estudo localiza-se no município de Caçador-SC nas Coordenadas UTM 505963.10m E e 7.037.055m S.

A região caracteriza-se por uma geomorfologia composta por morros suaves com alturas variando entre 20m e 100m, intercalados por talwegues que formam um sistema de pequenas microbacias adjuntas. Conforme apresentado na Figura 6.1, a região do sítio aeroportuário caracteriza-se pela implantação da pista de pouso e decolagem na direção de alinhamento NE-SW (N20E) próximo à cota de elevação 1025m. A análise das fotos aéreas do local objeto de estudo possibilitou inferir que, o processo de implantação da pista de pouso e decolagem (PPD), envolveu a execução de uma sequência sucessiva de cortes e aterros de tal modo que os talwegues originais de direção de alinhamento NW-SE, que atuavam como as drenagens naturais do local, foram soterrados e totalmente obstruídos. Como consequência, a PPD passou a desempenhar o papel de divisor de águas da região.



Figura 6.1 - Vista aérea da região objeto de estudo



A solução de drenagem proposta para o projeto em questão considera a utilização dos corpos hídricos da região para o seu desagüe. Para tal, foram utilizadas como referência, a documentação oficial do Banco e Dados Geográficos do Exército – BDGEx: SCN_Carta_Topografica_Matricial-CAÇADOR-E-SG-22-Z-A-IV-3-NO-25.000. Dessa forma, foi possível destinar corretamente a contribuição da nova rede implantada. Os detalhes e a compatibilização podem ser avaliados nas pranchas: CD.02/102.01/00028/01 - DRENAGEM - PLANTA GERAL, CD.02/102.08/00029/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 01, 02 E 03, CD.02/102.08/00030/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 04 E 05, CD.02/102.08/00031/01 - DRENAGEM - MICROBACIA 06 E 07.

A inspeção do local objeto de estudo possibilitou observar que os aterros executados não foram devidamente projetados, uma vez que há a presença de blocos de rocha de dimensões métricas dispersos no meio da massa de solo (Figura 6.2 e Figura 6.4), bem como a saia do aterro apresenta baixa compactação estando susceptível à erosão por ação de água superficial (*Runoff*) (Figura 6.3).



Figura 6.2 - Detalhe de matacão rolado da saia do aterro da PPD



Figura 6.3 - Detalhe da vala de erosão formada ao longo da saia do aterro da PPD





Figura 6.4 - Vista geral do aterro de solo-enrocamento da faixa de pista da PPD

O solo do local é predominantemente argiloso, de coloração marrom avermelhada característico dos solos residuais de basalto da formação Serra Geral. A espessura da camada de solo na região tende a variar entre 15m e 20m em locais próximos às fraturas/falhas geológicas (região de concentração do fluxo de água) enquanto que nas regiões de crista tenderá variar entre 2m e 7m de espessura, conforme ilustrado na Figura 6.5.

A visita de campo realizada em 10 de dezembro de 2019 possibilitou observar que:

- Parte da PPD está assente em rocha e parte em aterro de solo-enrocamento;
- A qualidade da compactação da saia do aterro é baixa, apresentando material fofo, simplesmente lançado;
- Existe um processo de erosão avançado na borda leste do aterro da PPD, próximo à cabeceira 02;
- Não foi observada a existência de um sistema de drenagem de águas superficiais na região do sítio aeroportuário.



Figura 6.5 - Detalhe da espessura do manto de solo e localização do topo rochoso próximo à cabeceira 02



Assinado com senha por JULIO ARNALDO AMARANTES JUNIOR em 18/07/2020 18:21:48.
Autenticado digitalmente por ADELICIO CORREA GUIMARAES FILHO em 18/07/2020 18:21:48.
Documento Nº: 1185701.5132593-4415 - consulta à autenticidade em
<https://sigadoc.infraero.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=1185701.5132593-4415>



SEDEX T202000302

7. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM

7.1. SUBDIVISÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

Uma vez que a PPD atua como o divisor de águas do local objeto de estudo, o sítio aeroportuário foi subdividido em 7 (sete) microbacias independentes de drenagem, conforme indicado na Figura 7.1.



Figura 7.1 - Divisão das bacias de drenagem do sítio aeroportuário

As áreas de contribuição de cada microbacia e suas respectivas subdivisões foram estimadas a partir da planta topográfica consolidada. A Tabela 7.1. apresenta um resumo contendo a área total, a área impermeável e a subdivisão de áreas permeáveis, conforme a declividade final do terreno após a adequação da área de pista.

Microbacia	Área Total	Área Impermeável	Área Vegetada Declividade 0 a 2%		Área Vegetada Declividade 2.1% a 7%	
	(m ²)		(m ²)	Tipo de Solo	(m ²)	Tipo de Solo
1	64303	9337.47	40462.38	Argiloso	14503.10	Argiloso
2	17214	2449.32	9797.27	Argiloso	4966.93	Argiloso
3	45049	6897.53	27590.12	Argiloso	10561.10	Argiloso
4	83875	12386.69	49546.78	Argiloso	21941.62	Argiloso
5	74699	12386.69	49546.78	Argiloso	12765.78	Argiloso
6	33443	6388.05	25552.18	Argiloso	1502.30	Argiloso
7	71993	6388.05	25552.18	Argiloso	40053.09	Argiloso

Tabela 7-1 - Resumo das áreas computadas de cada microbacia na região sítio aeroportuário



7.2. CÁLCULO DO COEFICIENTE DE RUNOFF DAS MICROBACIAS

O coeficiente de Runoff foi calculado considerando a média ponderada entre todos os tipos de superfície e suas respectivas áreas. Matematicamente, tem-se:

$$C_{Microbacia} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot C_i}{A_{Microbacia}}$$

Onde $C_{Microbacia}$ é o coeficiente de Runoff da microbacia, A_i é a área de uma determinada região da microbacia com coeficiente de Runoff C_i , e $A_{Microbacia}$ é a área total da microbacia.

Os coeficientes de Runoff adotados foram os propostos pela FAA através do Advisory Circular AC 150/5320-5D Airport Drainage Design conforme indicados na Tabela 7.2, abaixo:

Área	Solo	Declividade	C
Impermeável	Asfalto	0%	0.95
Gramado	Argiloso	2%	0.17
Gramado	Argiloso	7%	0.22

Tabela 7-2 - Coeficientes de Runoff segundo FAA AC 150/5320-5D

Os coeficientes resultantes de cada microbacia estão apresentados na Tabela 7.3

Microbacia	$C_{Microbacia}$
1	0.2736
2	0.2898
3	0.3023
4	0.2602
5	0.3297
6	0.2856
7	0.2767

Tabela 7-3 - Coeficientes de Runoff para cada microbacia



7.3. CÁLCULO DA INTENSIDADE DE CHUVA E DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

A cidade de Caçador conta com clima quente e temperado, além de significativa pluviosidade ao longo do ano. A pluviosidade média anual é 1707 mm.

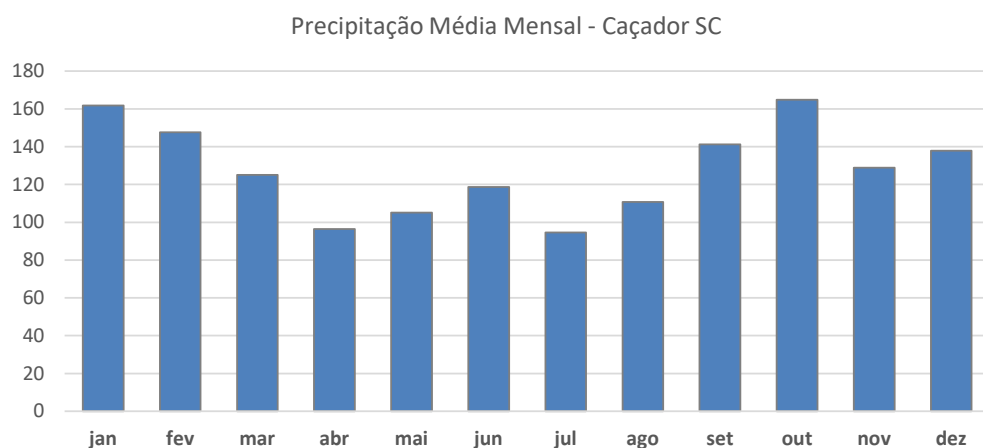


Figura 7.2 – Precipitação Média Mensal no Município de Caçador – Histórico de 1943 a 2017.

A chuva histórica foi calculada para um período de retorno de 20 anos. O período de 20 anos foi definido considerando o uso futuro do aeroporto.

As equações IDF utilizadas neste projeto foram extraídas do Atlas Pluviométrico do Brasil, Serviço Geológico do Brasil (2018). O procedimento de obtenção das equações utilizado no documento de referência segue descrito

Pluviogramas diários obtidos da Estação Pluviométrica de Caçador, localizada na Latitude 26°46'00"S e Longitude 51°00'00", foram utilizados para a determinação das séries de máximos anuais de chuva. Os pluviogramas utilizados são dos anos entre 1988 e 2005, e as durações dos máximos anuais de chuvas de 5 minutos até 24 horas.





Figura 7.3 - Localização do Município e da Estação Pluviográfica

Nota-se, a partir da análise da base pluviométrica da estação de Caçador, Figura 7.4, que há uma tendência de alteração no regime pluviométrico, quando comparado com os históricos mais antigos.

A partir da distribuição de Gumbel-Chow, foram estimadas as chuvas máximas para 2, 5, 10, 20, 25, 50 e 100 anos. A aderência dos dados ao modelo de Gumbel-Chow foi comprovada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov a 5%. Ajustaram-se duas equações IDF de chuvas: uma válida para durações entre 5 e 120 minutos e outra para durações de 120 a 1440 minutos, conforme representado na Figura 7.5.



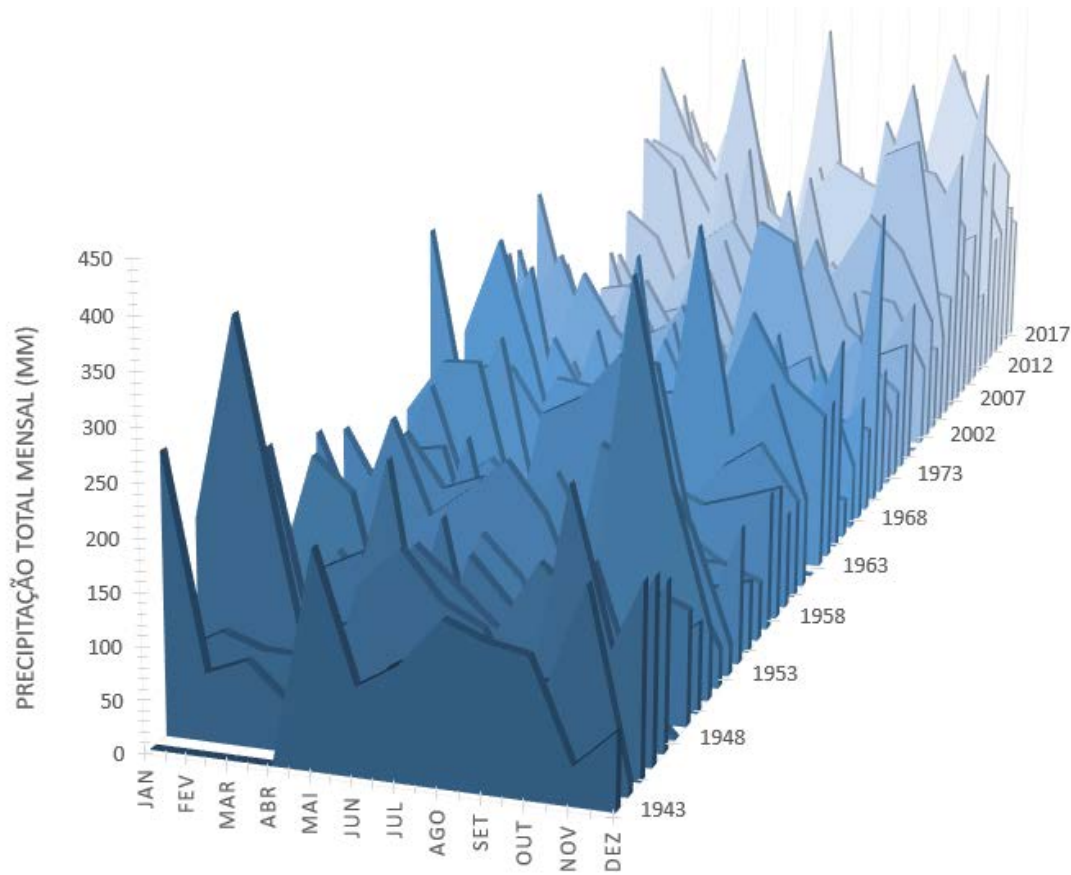


Figura 7.4 – Série Histórica de Precipitações Mensais Acumuladas – Caçador - SC



Assinado com senha por JULIO ARNALDO AMARANTES JUNIOR em 18/07/2020 18:21:48.
 Autenticado digitalmente por ADELICIO CORREA GUIMARAES FILHO em 18/07/2020 18:21:48.
 Documento Nº: 1185701.5132593-4415 - consulta à autenticidade em <https://sigadoc.infraero.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=1185701.5132593-4415>



SEDEEXT202000302

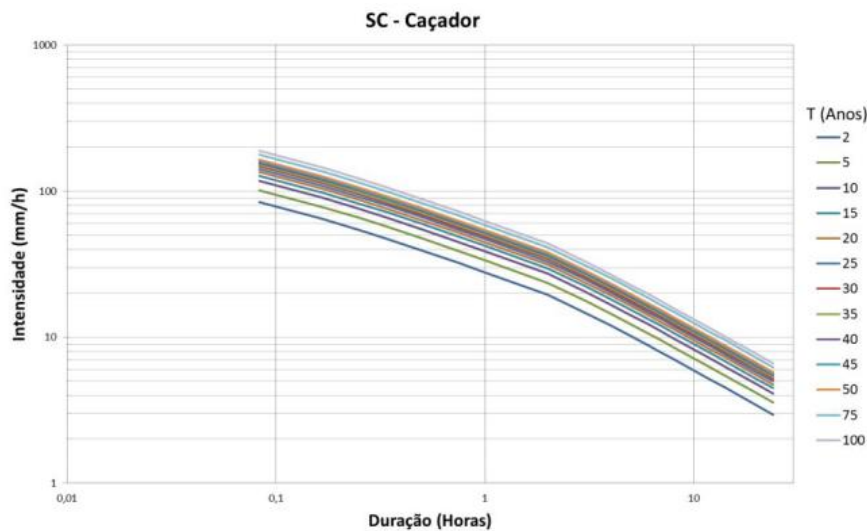


Figura 7.5 – Curvas intensidade-duração-frequência para a cidade de Caçador – SC.

Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2018)

A intensidade de chuva foi estimada baseando-se nas equações propostas por Back et al. (2011), calculadas especificamente para o município de Caçador/SC e adotada como referência pelo Serviço Geológico do Brasil a partir de 2018. As equações de intensidade de chuva i são função do tempo de recorrência (ou retorno) T , do tempo de duração da chuva t , e de variáveis estatísticas. Matematicamente, tem-se para chuvas com tempos de duração iguais ou inferiores a duas horas:

$$i = \frac{213.7T^{0.2071}}{(t + 2.7)^{0.5275}}$$

E para chuvas com tempos de duração superiores a duas horas:

$$i = \frac{1027.8T^{0.2063}}{(t + 26.8)^{0.8222}}$$

para chuvas com tempos de duração superiores a duas horas.



A partir das equações acima é possível estimar as intensidades e alturas de chuvas para um série de durações e tempos de retorno, conforme apresentado nas Tabela 7.4 e Tabela 7.5, abaixo.

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	84,0	101,6	117,3	127,6	135,4	141,8	147,3	156,3	163,7	170,0	178,0	184,9	189,0
10 Minutos	64,5	78,0	90,1	98,0	104,0	108,9	113,1	120,0	125,7	130,6	136,7	142,0	145,1
15 Minutos	54,2	65,5	75,6	82,2	87,3	91,4	94,9	100,8	105,5	109,6	114,8	119,2	121,8
20 Minutos	47,5	57,4	66,3	72,1	76,5	80,2	83,3	88,4	92,5	96,1	100,7	104,5	106,8
30 Minutos	39,2	47,4	54,7	59,5	63,1	66,1	68,7	72,9	76,3	79,3	83,0	86,2	88,1
45 Minutos	32,1	38,8	44,8	48,7	51,7	54,2	56,3	59,7	62,6	65,0	68,0	70,6	72,2
1 HORA	27,8	33,6	38,8	42,2	44,8	46,9	48,7	51,7	54,2	56,2	58,9	61,2	62,5
2 HORAS	19,5	23,6	27,2	29,6	31,4	32,9	34,2	36,3	38,0	39,5	41,3	42,9	43,9
3 HORAS	14,8	17,9	20,6	22,4	23,8	24,9	25,9	27,5	28,7	29,8	31,3	32,5	33,2
4 HORAS	12,0	14,5	16,7	18,2	19,3	20,2	21,0	22,3	23,3	24,2	25,3	26,3	26,9
5 HORAS	10,2	12,3	14,2	15,4	16,3	17,1	17,8	18,8	19,7	20,5	21,5	22,3	22,8
6 HORAS	8,8	10,7	12,3	13,4	14,2	14,9	15,5	16,4	17,2	17,8	18,7	19,4	19,8
7 HORAS	7,9	9,5	10,9	11,9	12,6	13,2	13,7	14,6	15,3	15,8	16,6	17,2	17,6
8 HORAS	7,1	8,6	9,9	10,7	11,4	11,9	12,4	13,1	13,8	14,3	15,0	15,5	15,9
12 HORAS	5,1	6,2	7,2	7,8	8,3	8,7	9,0	9,6	10,0	10,4	10,9	11,3	11,5
14 HORAS	4,6	5,5	6,3	6,9	7,3	7,7	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,2
24 HORAS	3,0	3,6	4,1	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,5	6,6

Tabela 7-4 – Intensidade da chuva em mm/h. Cidade: Caçador – SC

Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2018)

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	7,0	8,5	9,8	10,6	11,3	11,8	12,3	13,0	13,6	14,2	14,8	15,4	15,7
10 Minutos	10,8	13,0	15,0	16,3	17,3	18,2	18,8	20,0	21,0	21,8	22,8	23,7	24,2
15 Minutos	13,5	16,4	18,9	20,6	21,8	22,9	23,7	25,2	26,4	27,4	28,7	29,8	30,5
20 Minutos	15,8	19,1	22,1	24,0	25,5	26,7	27,8	29,5	30,8	32,0	33,6	34,8	35,6
30 Minutos	19,6	23,7	27,3	29,7	31,6	33,1	34,3	36,4	38,2	39,6	41,5	43,1	44,1
45 Minutos	24,1	29,1	33,6	36,6	38,8	40,6	42,2	44,8	46,9	48,7	51,0	53,0	54,2
1 HORA	27,8	33,6	38,8	42,2	44,8	46,9	48,7	51,7	54,2	56,2	58,9	61,2	62,5
2 HORAS	39,0	47,2	54,5	59,2	62,9	65,8	68,4	72,6	76,0	78,9	82,7	85,8	87,7
3 HORAS	44,4	53,6	61,9	67,3	71,4	74,7	77,6	82,4	86,2	89,5	93,8	97,4	99,5
4 HORAS	48,0	58,0	66,9	72,7	77,2	80,8	83,9	89,1	93,3	96,8	101,4	105,3	107,6
5 HORAS	50,8	61,4	70,8	77,0	81,7	85,5	88,8	94,2	98,7	102,4	107,3	111,4	113,8
6 HORAS	53,1	64,1	73,9	80,4	85,3	89,3	92,8	98,4	103,1	107,0	112,1	116,4	118,9
7 HORAS	55,0	66,4	76,6	83,3	88,4	92,6	96,1	102,0	106,8	110,9	116,1	120,6	123,2
8 HORAS	56,6	68,4	79,0	85,8	91,1	95,4	99,0	105,1	110,0	114,3	119,6	124,2	127,0
12 HORAS	61,8	74,6	86,1	93,6	99,3	104,0	108,0	114,6	120,0	124,6	130,5	135,5	138,5
14 HORAS	63,8	77,0	88,9	96,6	102,5	107,4	111,5	118,3	123,9	128,6	134,7	139,8	142,9
24 HORAS	70,9	85,7	98,9	107,5	114,1	119,4	124,0	131,6	137,8	143,1	149,8	155,6	159,0

Tabela 7-5 - Altura de chuva em mm. Cidade: Caçador – SC

Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2018)



A estimativa do tempo de concentração das microbacias foi baseada na equação proveniente do método da onda cinemática para precipitação constante. Adotou-se esse método pelo fato deste possibilitar a estimativa do tempo de concentração considerando o coeficiente de Manning da superfície da bacia (neste caso, adotado como o valor ponderado entre as áreas dos diversos tipos de superfície permeável). Matematicamente, tem-se:

$$t_c = \frac{447(L \cdot n)^{0.6}}{S^{0.3} \cdot I^{0.4}}$$

Onde L é o comprimento de drenagem, n é o coeficiente de Manning para a superfície da microbacia, S é a declividade média da drenagem e I é a intensidade efetiva de chuva, considerada igual à intensidade calculada pelas equações de Bach et al. (2011). Os valores de coeficientes de Manning adotados foram baseados nos valores propostos por Tucci (1993), conforme apresentados na Tabela 7.6, abaixo.

Cobertura da Bacia	n
Asfalto suave	0.012
Asfalto ou concreto	0.014
Argila compactada	0.030
Pouca vegetação	0.020
Vegetação densa	0.350
Vegetação densa e floresta	0.400

Tabela 7-6 - Valores de coeficiente de Manning para diferentes tipos de superfície de bacia (apud Tucci, 1993)

Similarmente ao cálculo do coeficiente de Runoff, tanto o valor do coeficiente de Manning quanto o valor da declividade da bacia foram calculados baseando-se na ponderação das respectivas áreas permeáveis e declividades conforme apresentado na Tabela 7.1. Apresentam-se na Tabela 7.7 o resumo das declividades e coeficientes de Manning ponderados para as sete microbacias consideradas.



Microbacia	Manning Ponderado	Declividade Ponderada
1	0.2287	0.0200
2	0.3046	0.0200
3	0.2232	0.0200
4	0.2164	0.0200
5	0.2393	0.0200
6	0.2711	0.0200
7	0.1420	0.0200

Tabela 7-7 - Valores de coeficiente de Manning e de declividade ponderados das microbacias

Igualando-se o tempo de duração da precipitação das Equações de Bach et al. (2011) ao respectivo tempo de concentração, possibilita-se, através de cálculo iterativo, a estimativa das intensidades de chuva em cada microbacia ou em cada sistema de drenagem (e.g. pátio de aeronaves).

7.4. CÁLCULO DA VAZÃO DAS MICROBACIAS E SUBSISTEMAS DE CONTRIBUIÇÃO

Entende-se por microbacia, a região de concentração de fluxo de água delimitada por divisores de água definidos (linhas de cumeada) e por uma única região de descarga (linha de talvegue).

Entende-se por subsistemas de contribuição as subdivisões internas de uma determinada microbacia, realizadas com a finalidade de otimização do dimensionamento dos sistemas de drenagem (e.g. canais, canaletas e tubulação).

A vazão de cada microbacia e/ou subsistema de contribuição foi avaliada adotando-se o método racional, o coeficiente de Runoff calculado conforme o Item 7.2 e a intensidade calculada conforme o Item 7.3. Matematicamente tem-se:

$$Q = C_{Microbacia} i A_{Microbacia}$$



Apresenta-se a seguir as estimativas de tempo de concentração, de vazão e respectivo dimensionamento de todos os subsistemas de drenagem que compõem o sistema de drenagem do sítio aeroportuário.

Não foram feitas ligações em redes de drenagem existentes, de forma que não foi necessária a avaliação do suporte das novas contribuições.



Tabela 7-8 - Estimativa dos tempos de concentração e vazões

Microbacia (-)	Identificação do Trecho (-)	Estrutura Adotada (-)	Tipo de Dispositivo (-)	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Distância de Fluxo da Drenagem (km)	Manning Ponderado (-)	Declividade Ponderada (%)	Tempo de Recorrência (anos)	Intensidade da Chuva (mm/h)	Tempo de Concentração (minutos)	Comprimento do Trecho Drenado (m)	Área de Recarga do Trecho (m ²)	Vazão no Trecho (m ³ /h)	Vazão Acumulada (m ³ /h)
1	1	SCC04	Valeta	33+19,30m	30+6,29m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	72,90	5467,50	90,42	907,03
1	2	SCC04	Valeta	30+6,29m	27+0,00m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	66,30	4972,50	82,23	989,26
1	3A	SCC03	Valeta	-	-	-	-	2,35%	20	-	-	46,00	-	0,10	0,10
1	3	SCC03	Valeta	4+10,00m	11+1,88m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	131,88	9891,00	163,57	163,57
1	4	SCC03	Valeta	11+1,88m	16+1,88m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	100,00	7500,00	124,03	287,60
1	5	SCC04	Valeta	16+1,88m	21+10,94m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	109,06	8179,50	135,27	422,87
1	6	SCC03	Valeta	21+10,94m	27+0,00m	0,0750	0,2287	0,50%	20	56,15	38,1535	109,06	8179,50	135,27	558,14
1	A	CCS - A1	Caixa Coletora	27+0,00m	27+0,00m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1547,40
1	7	DCD03/04	Escada	27+0,00m	27+0,00m	-	-	47,22	20	-	-	10,81	-	-	1547,40
1	B	CCS - B1	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1547,40
1	8	DCD03/04	Escada	-	-	-	-	40,03	20	-	-	6,00	-	-	1547,40
1	9	SCC03	Valeta	-	-	0,0300	0,2287	2,49%	20	100,82	10,7681	35,00	1050,00	31,18	31,18
1	10	SCC03	Valeta	4+10,00m	0+0,00m	0,0300	0,2287	0,50%	20	77,77	19,3270	91,50	2745,00	62,88	94,06
1	C	CCS - C1	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	125,24
1	11	DAD03/04	Escada	-	-	-	-	23,94	20	-	-	5,00	-	-	125,24
2	1	SCC03	Valeta	-	-	0,0300	0,3046	2,86%	20	94,27	12,5980	35,00	1050,00	20,84	20,84
2	2	SCC03	Valeta	4+10,00m	0+0,00m	0,0300	0,3046	0,50%	20	70,44	23,8785	90,00	2700,00	40,04	40,04
2	A	CCS - A2	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	60,88
2	3	SCC03	Valeta	-	-	-	0,3046	4,77%	20	-	-	22,00	-	60,88	60,88
2	B	CCS - B2	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	60,88
2	4	SCC03	Valeta	-	-	-	0,3046	5,45%	20	-	-	22,00	-	60,88	60,88
3	1A	SCC03	Valeta	-	-	-	-	2,39%	20	-	-	46,00	-	0,10	0,10
3	1	SCC04	Valeta	5+2,90m	13+0,33m	0,0750	0,2232	0,50%	20	56,65	37,4639	160,00	12000,00	645,85	645,95
3	2	SCC04	Valeta	13+0,33m	18+0,33m	0,0750	0,2232	0,50%	20	56,65	37,4639	100,00	7500,00	403,65	1049,60
3	3	SCC04	Valeta	18+0,33m	23+0,33m	0,0750	0,2232	0,50%	20	56,65	37,4639	100,00	7500,00	403,65	1453,25
3	4	SCC03	Valeta	27+1,35m	23+0,33m	0,0750	0,2232	0,50%	20	56,65	37,4639	80,96	6072,00	326,80	326,80
3	A	CCS - A3	Caixa Coletora	23+0,33m	23+0,33m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1780,05
3	5	DAD03/04	Escada	23+0,33m	23+0,33m	-	-	11,65	20	-	-	4,80	-	-	1780,05
3	6	SCC03	Valeta	-	-	0,0750	0,2232	0,50%	20	56,65	37,4639	105,00	7875,00	423,84	423,84
3	B	CCS - B3	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2203,89
3	7	DAD03/04	Escada	-	-	-	-	19,93	20	-	-	5,60	-	-	2203,89
3	C	CCS - C3	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2203,89
3	8	SCC04	Valeta	-	-	0,0750	0,2232	5,17%	20	85,31	15,7834	52,83	3962,25	321,13	2203,89
3	9	SCC03	Valeta	-	-	0,0750	0,2232	0,76%	20	61,11	32,0916	52,83	3962,25	230,03	230,03
4	1	SCC03	Valeta	33+19,30m	38+19,30m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	408,30
4	2	SCC04	Valeta	38+19,30m	43+19,30m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	74,00	5550,00	302,15	710,45
4	3	SCC04	Valeta	43+19,30m	47+19,30m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	1118,75
4	C	CCS - C4	Caixa Coletora	47+19,30m	47+19,30m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2666,16
4	3A	DN600	Tubo	47+19,30m	47+19,30m	-	-	0,50%	20	-	-	30,00	-	-	710,45
4	4	VPA03	Valeta	47+19,30m	52+14,39m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	408,30
4	5	VPA03	Valeta	52+14,39m	57+14,39m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	816,61
4	6	SCC03	Valeta	72+8,90m	67+13,97m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	94,00	7050,00	383,81	383,81
4	7	SCC04	Valeta	67+13,97m	62+13,97m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	792,11
4	8	VPA03	Valeta	62+13,97m	57+14,39m	0,0750	0,2164	0,50%	20	57,31	36,6012	100,00	7500,00	408,30	1200,41
4	A	CCS - A4	Caixa Coletora	57+14,39m	57+14,39m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1200,41
4	9	DCD03/04	Escada	57+14,39m	57+14,39m	-	-	15,72	20	-	-	7,00	-	-	1200,41
4	10	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2164	0,50%	20	111,85	8,3615	16,00	160,00	17,00	17,00
4	11	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2164	0,50%	20	111,85	8,3615	25,00	250,00	26,56	26,56
4	B	CCS - B4	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1243,98
4	*2	SCC03	Valeta	-	-	-	-	18,20%	20	-	-	5,00	-	1243,98	1243,98



SEDEX202000302



Microbacia (-)	Identificação do Trecho (-)	Estrutura Adotada (-)	Tipo de Dispositivo (-)	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Distância de Fluxo da Drenagem (km)	Manning Ponderado (-)	Declividade Ponderada (%)	Tempo de Recorrência (anos)	Intensidade da Chuva (mm/h)	Tempo de Concentração (minutos)	Comprimento do Trecho Drenado (m)	Área de Recarga do Trecho (m ²)	Vazão no Trecho (m ³ /h)	Vazão Acumulada (m ³ /h)
5	1	SCC04	Valeta	72+9,92m	67+9,92m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	100,00	7500,00	393,47	965,32
5	2	SCC04	Valeta	67+9,92m	62+9,92m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	100,00	7500,00	393,47	1358,78
5	D	CCS - D5	Caixa Coletora	62+9,92m	62+9,92m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1685,58
5	2A	DN600	Tubo	62+9,92m	62+9,92m	-	-	0,50%	20	-	-	50,00	-	-	1358,78
5	3	SCC03	Valeta	62+9,92m	57+9,92m	0,0750	0,2393	0,63%	20	57,62	36,1940	100,00	7500,00	410,55	410,55
5	4	SCC04	Valeta	57+9,92m	52+9,92m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	100,00	7500,00	393,47	804,02
5	5	SCC04	Valeta	52+9,92m	49+9,92m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	100,00	7500,00	393,47	1197,49
5	E	CCS - E5	Caixa Coletora	49+9,92m	49+9,92m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	3401,38
5	5A	DN600	Tubo	49+9,92m	49+9,92m	-	-	0,50%	20	-	-	50,00	-	-	1197,49
5	6	SCC03	Valeta	49+9,92m	42+9,92m	0,0750	0,2393	1,09%	20	63,65	29,5068	100,00	7500,00	453,51	453,51
5	7	SCC04	Valeta	42+9,92m	37+9,92m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	100,00	7500,00	393,47	846,98
5	8	SCC04	Valeta	37+9,92m	31+2,37m	0,0750	0,2393	0,50%	20	55,22	39,4577	127,55	9566,25	501,87	1348,85
5	A	CCS - A5	Caixa Coletora	31+2,37m	31+2,37m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1578,88
5	9	DAD03/04	Escada	31+2,37m	31+2,37m	-	-	25,43	20	-	-	3,77	-	-	1578,88
5	B	CCS - B5	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1578,88
5	10	DN400	Tubo	-	-	-	0,2393	5,85%	20	-	-	38,29	-	1578,88	1578,88
5	11	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2393	0,50%	20	108,66	8,9849	45,00	450,00	46,45	46,45
5	C	CCS - C5	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	46,45
5	12	DN200	Tubo	-	-	-	0,2393	0,50%	20	-	-	50,00	0,00	46,45	46,45
6	1A	SCC03	Valeta	-	-	-	-	-	20	-	-	47,00	-	0,01	0,01
6	1	SCC03	Valeta	100+15,00m	98+4,77m	0,0750	0,2711	1,74%	20	66,19	27,2092	50,00	3750,00	235,78	235,78
6	2	SCC03	Valeta	98+4,77m	94+12,05m	0,0750	0,2711	1,40%	20	63,64	29,5201	73,00	5475,00	330,99	566,78
6	3	SCC03	Valeta	94+12,05m	92+8,91m	0,0750	0,2711	2,19%	20	68,92	25,0008	43,00	3225,00	211,15	777,93
6	4	SCC04	Valeta	92+8,91m	87+8,91m	0,0750	0,2711	0,99%	20	59,79	33,5612	100,00	7500,00	426,02	1203,94
6	A	CCS - A6	Caixa Coletora	87+8,91m	87+8,91m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1203,94
6	5	SCC03	Valeta	-	-	-	-	4,98%	20	-	-	46,00	-	1203,94	1203,94
6	6	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2711	1,24%	20	119,20	7,1045	216,00	2160,00	244,59	244,59
6	B	CCS - B6	Caixa Coletora	94+12,05m	94+12,05m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1448,54
6	7	SCC03	Valeta	-	-	-	-	7,90%	20	-	-	52,53	-	1448,54	1448,54
6	8	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2711	1,61%	20	123,44	6,4753	137,00	1370,00	160,66	160,66
6	C	CCS - C6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1609,20
6	9	SCC03	Valeta	-	-	-	-	4,96%	20	-	-	37,50	-	1609,20	1609,20
6	10	SCC03	Valeta	87+8,91m	82+8,91m	0,0750	0,2711	1,07%	20	60,64	32,6032	100,00	7500,00	432,08	432,08
6	11	SCC04	Valeta	82+8,91m	77+89,1m	0,0750	0,2711	0,50%	20	52,73	43,3185	100,00	7500,00	375,70	807,77
6	12	SCC04	Valeta	77+89,1m	72+89,1m	0,0750	0,2711	0,50%	20	52,73	43,3185	100,00	7500,00	375,70	1183,47
6	D	CCS - D6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1183,47
6	13	SCC03	Valeta	-	-	-	-	8,07%	20	-	-	30,50	-	1183,47	1183,47
6	14	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2711	0,95%	20	114,90	7,8108	100,00	1000,00	109,16	109,16
6	E	CCS - E6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1292,63
6	15	SCC03	Valeta	-	-	-	-	6,00%	20	-	-	40,00	-	1292,63	1292,63
6	16	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2711	0,50%	20	104,75	9,8265	25,00	250,00	24,88	24,88
6	F	CCS - F6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1317,50
6	17	SCC04	Valeta	-	-	0,0750	0,2711	0,50%	20	52,73	43,3185	25,00	1875,00	93,92	1317,50
6	18	SCC03	Valeta	101+0,00m	105+4,77m	0,0300	0,2711	0,99%	20	82,44	17,0239	83,70	2511,00	196,66	196,66
6	19	SCC03	Valeta	-	-	0,0830	0,2711	3,37%	20	71,75	22,9677	30,00	2490,00	169,71	169,71
6	G	CCS - G6	Caixa Coletora	105+4,77m	105+4,77m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	366,37
6	20	DCD03/04	Escada	105+4,77m	105+4,77m	-	-	33,58	20	-	-	5,00	-	-	366,37
6	H	CCS - H6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	366,37
6	21	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,1420	3,11%	20	154,45	3,2999	19,00	190,00	27,88	394,25



SEDEX20200302



Microbacia (-)	Identificação do Trecho (-)	Estrutura Adotada (-)	Tipo de Dispositivo (-)	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Distância de Fluxo da Drenagem (km)	Manning Ponderado (-)	Declividade Ponderada (%)	Tempo de Recorrência (anos)	Intensidade da Chuva (mm/h)	Tempo de Concentração (minutos)	Comprimento do Trecho Drenado (m)	Área de Recarga do Trecho (m ²)	Vazão no Trecho (m ³ /h)	Vazão Acumulada (m ³ /h)
6	22	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,2711	16,80%	20	160,36	2,8875	30,00	300,00	45,70	45,70
6	I	CCS - I6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	45,70
6	23	SCC03	Valeta	-	-	0,0150	0,2711	3,91%	20	68,41	13,6000	33,00	495,00	32,17	77,87
6	J	CCS - J6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	472,12
6	24	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,1420	5,13%	20	161,93	2,7853	23,00	230,00	35,38	507,50
6	25	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,1420	13,90%	20	175,70	1,9991	10,00	100,00	16,69	16,69
6	L	SAIDA BUE	Saída de Bueiro	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2779,64
6	26	SCC04	Valeta	-	-	0,0200	0,1420	2,45%	20	128,69	5,7797	65,00	1300,00	158,93	2938,57
6	K	CCS - K6	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2938,57
6	27	SCC04	Valeta	-	-	0,0150	0,1420	10,14%	20	160,02	2,9098	51,50	772,50	117,44	3056,00
7	1	SCC03	Valeta	92+14,77m	87+14,77m	0,0750	0,1420	0,98%	20	75,08	20,8497	100,00	7500,00	534,95	534,95
7	2	SCC04	Valeta	87+14,77m	82+14,77m	0,0750	0,1420	1,12%	20	76,82	19,8481	100,00	7500,00	547,35	1082,30
7	3	VPA03	Valeta	82+14,77m	77+14,77m	0,0750	0,1420	0,50%	20	66,73	26,7455	100,00	7500,00	475,47	1557,77
7	F	CCS - F7	Caixa Coletora	77+14,77m	77+14,77m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1557,77
7	3A	DN700	Tubo	77+14,77m	77+14,77m	-	-	0,50%	20	-	-	50,00	-	-	1557,77
7	4	SCC03	Valeta	77+14,77m	72+9,92m	0,0750	0,1420	1,10%	20	76,55	20,0018	104,85	7863,75	571,85	571,85
7	5A	SCC03	Valeta	101+0,00m	100+15,00m	0,0050	0,1420	2,51%	20	171,38	2,2259	47,00	235,00	38,26	38,26
7	5	SCC03	Valeta	100+15,00m	98+4,77m	0,0750	0,1420	1,56%	20	81,26	17,5708	50,00	3750,00	289,49	327,75
7	6	SCC03	Valeta	98+4,77m	92+14,77m	0,0750	0,1420	1,87%	20	83,76	16,4407	100,00	7500,00	596,76	924,51
7	A	CCS - A7	Caixa Coletora	92+14,77m	92+14,77m	-	-	-	20	-	-	-	-	-	924,51
7	7	SCC03	Valeta	-	-	0,0100	0,1420	2,93%	20	153,54	3,3673	87,50	875,00	127,63	1052,14
7	B	CCS - B7	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1052,14
7	8	SCC04	Valeta	-	-	0,0150	0,1420	0,50%	20	112,36	8,2674	73,50	1102,50	117,68	1169,82
7	C	CCS - C7	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	1169,82
7	9	SCC04	Valeta	-	-	0,0200	0,1420	0,50%	20	103,30	10,1607	63,00	1260,00	123,65	1293,47
7	10	SCC03	Valeta	-	-	0,0830	0,1420	3,33%	20	89,07	14,3326	30,00	2490,00	210,70	210,70
7	11	SCC03	Valeta	101+0,00m	105+4,77m	0,0750	0,1420	1,51%	20	80,81	17,7827	83,45	6258,75	480,51	480,51
7	D	CCS - D7	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	691,21
7	12	DCD03/04	Escada	105+4,77m	105+4,77m	-	-	28,81	20	-	-	5,00	-	-	691,21
7	E	CCS - E7	Caixa Coletora	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	691,21
7	13	SCC03	Valeta	-	-	0,0150	0,1420	3,48%	20	143,58	4,1895	83,45	1251,75	170,74	861,96
7	14	SCC03	Valeta	-	-	0,0150	0,1420	16,60%	20	167,12	2,4665	42,00	630,00	100,02	100,02
7	-	ENTRADA BUE	Entrada Bueiro	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	2255,45
7	15	DN800	Bueiro Greide	-	-	0,0750	0,1420	0,51%	20	67,00	26,5234	88,00	6600,00	420,09	2255,45



SEDEXT202000302



7.5. DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM

As premissas de projeto consideradas foram:

- Tempo de recorrência (TR) do sistema de drenagem igual a 5 anos;
- Verificação de atendimento de cenário limite de tempo de recorrência de 20 anos;
- Dimensionamento de canais e tubulações considerando regime de fluxo uniforme laminar;
- Dimensionamento das tubulações para altura de lâmina d'água igual a $\frac{1}{4}$ do diâmetro nominal da tubulação no cenário de TR 5 anos;
- O revestimento de todas as canaletas de drenagem será em concreto simples classe C20.
- As seções das canaletas serão constantes, dimensionadas para a vazão acumulada ao final do trecho considerado;
- A pista possui declividade transversal constante de 1.5% em atendimento ao RBAC 154;
- A faixa de pista apresentará declividades transversais variando entre 2%, no início da região de contribuição, a 2.5%, ao final da região de contribuição;

A velocidade de escoamento na seção (v) em regime laminar uniforme é dada por:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Onde n é o número de Manning da seção, R é o raio hidráulico e S é a declividade do trecho considerado.

A verificação de atendimento de cenário limite consiste na avaliação de transbordamento ou não da seção da canaleta quando da ocorrência do cenário limite.



Todo cenário de campo que indicar que a cota da borda da canaleta seja inferior à cota de chegada da faixa de pista, se procederá com a execução de uma sobreborda conforme indicado nas notas de serviço.

Apresenta-se abaixo, os desenhos esquemáticos das cotas e dimensões consideradas em projeto e descritas nas notas de serviço.

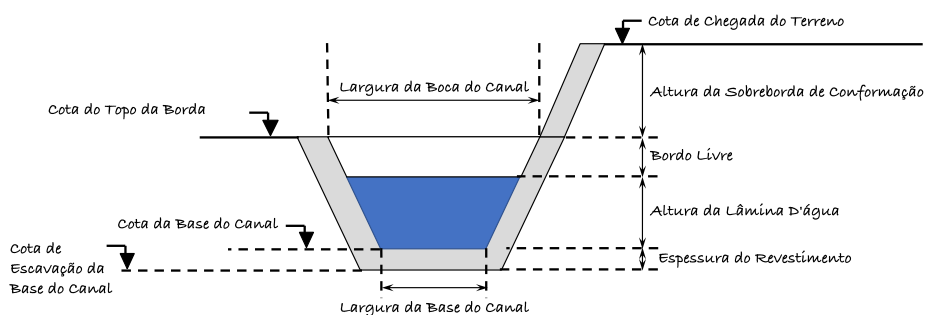


Figura 7.6 - Desenho esquemático da geometria e cotas do sistema de canais/canaletas

O procedimento de dimensionamento dos canais envolveu o cálculo iterativo da altura da lâmina d'água, uma vez definida a largura da base da canaleta e a inclinação dos seus taludes laterais (considerados com mesma inclinação – canaleta simétrica).

Para esse cenário de projeto, as equações para área molhada (A), perímetro molhado (P) e raio hidráulico (R) são iguais a:

$$A = b \cdot h + \frac{h^2}{\tan(\alpha)}$$

$$P = b + \frac{2h}{\sin(\alpha)}$$

$$R = \frac{[bh \tan(\alpha) + h^2] \cos(\alpha)}{b \sin(\alpha) + 2h}$$



Onde b é a dimensão da base da canaleta, h é a altura da lâmina d'água e α é o ângulo de declividade das paredes do canal, considerado a partir da horizontal.

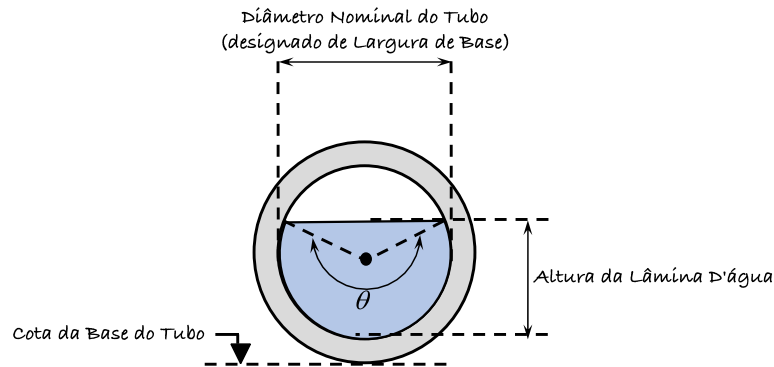


Figura 7.7 - Desenho esquemático da geometria e cotas do sistema de canais/canaletas

Para o caso de tubulações, as equações para área molhada (A), perímetro molhado (P) e raio hidráulico (R) dependem do posicionamento da lâmina d'água em relação ao raio da tubulação. Para o caso de h ser inferior ao raio da tubulação, as equações de A , P e R são iguais a:

$$A = \frac{d^2}{8} (\theta - \sin\theta)$$

$$P = \frac{1}{2} d\theta$$

$$R = \frac{d}{4} \left(1 - \frac{\sin\theta}{\theta} \right)$$

Onde θ é o arco de ângulo medido entre as superfícies e d é o diâmetro nominal da tubulação de drenagem.

Para o caso de $h \geq \frac{d}{2}$, tem-se:

$$A = \frac{d^2}{8} (\theta + \sin\theta)$$



$$R = \frac{d}{4} \left(1 + \frac{\sin \theta}{\theta} \right)$$

A altura da lâmina d'água para os dois casos será:

$$h = \frac{d}{2} \left(1 - \cos \frac{\theta}{2} \right) \quad \text{para } h \leq \frac{d}{2}$$

$$h = \frac{d}{2} \left(1 + \cos \frac{\theta}{2} \right) \quad \text{para } h \geq \frac{d}{2}$$

Fixando-se, como premissa de projeto, a altura da lâmina d'água igual a $\frac{1}{4}$ do diâmetro nominal do tubo para o cenário de TR 5 anos, tem-se que $\theta = 120^\circ$. Nesse cenário, a área molhada, o perímetro molhado e o raio hidráulico são iguais a:

$$A = 0.1535d^2$$

$$P = 1.0472d$$

$$R = 0.1466d$$

A equação para dimensionamento hidráulico da seção da tubulação por iteração é dada por:

$$d = \sqrt{6.5127 \left\{ \frac{Q}{\left(\frac{1}{n} \right) [(0.1466d)^{2/3}] (S^{1/2})} \right\}}$$

Apresentam-se a seguir o resumo do dimensionamento das canaletas e tubulações do sistema de drenagem, para os tempos de retorno indicados.



Tabela 7-9 - Dimensionamento do Sistema de Drenagem – TR05

Dimensionamento do Sistema de Drenagem																									
Microbacia	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Trecho	Tipo de Drenagem	Estrutura Adotada	Comprimento do Trecho (m)	Declividade do Trecho (m/m)	CBV Montante (m)	CBV Jusante (m)	Diferença de Cota (m)	CBV Jusante (m)	CBV Jusante (m)	Altura de Caixa de Ligação (m)	Material	Manning	Vazão Acumulada (m³/s)	Diâmetro do Tubo (m)	Largura da Base / #Tubo	Altura da Lâmina D'água (m)	Verificação	Inclinação das Paredes (graus)	Área Molhada (m²)	Perímetro Molhado (m)		
1	33+19,30m	30+6,29m	1	Valeia	SCC04	72.90	0.50%	1014.4600	1014.4100	0.3645	1014.0955	1014.0455	-	Concreto	0.0140	0.0969	-	7.000	0.129	OK	45.0000	0.1068	1.0644		
1	30+6,29m	27+0,00m	2	Valeia	SCC04	66.30	0.50%	1014.0955	1014.0455	0.3315	1013.7640	1013.7140	-	Concreto	0.0140	0.1128	-	7.000	0.143	OK	45.0000	0.1201	1.1031		
1	-	-	E	Caixa Coletora	CCS - E1	-	-	1014.4900	1014.4400	1.0000	1013.7640	1013.7140	1.00	Concreto	0.0140	0.3525	-	-	-	-	-	-	-		
1	-	-	3A	Valeia	SCC04	46.00	1.35%	1014.9200	1014.8700	0.6200	1014.3000	1014.2500	-	Concreto	0.0140	0.2397	-	7.000	0.168	OK	45.0000	0.1450	1.1756		
1	4+10,00m	11+1,88m	3	Valeia	SCC03	131.88	0.50%	1014.3000	1014.2500	0.6594	1013.6406	1013.5906	-	Concreto	0.0140	0.0318	-	5.000	0.080	OK	45.0000	0.0461	0.7251		
1	11+1,88m	16+1,88m	4	Valeia	SCC03	100.00	0.50%	1013.6406	1013.5906	0.5000	1013.1406	1013.0906	-	Concreto	0.0140	0.0559	-	5.000	0.115	OK	45.0000	0.0709	0.8259		
1	16+1,88m	21+19,30m	5	Valeia	SCC04	109.06	0.50%	1013.1406	1013.0906	0.4533	1012.5953	1012.5453	-	Concreto	0.0140	0.0821	-	7.000	0.107	OK	45.0000	0.0752	0.7390		
1	21+19,30m	27+0,00m	6	Valeia	SCC04	109.06	0.50%	1012.5953	1012.5453	0.5453	1012.0500	1012.0000	-	Concreto	0.0140	0.1084	-	7.000	0.139	OK	45.0000	0.1164	1.0925		
1	27+0,00m	27+0,00m	A	Caixa Coletora	CCS - A1	-	-	1014.4900	1014.4400	2.5000	1012.0500	1012.0000	2.50	Concreto	0.0140	0.2212	-	-	-	-	-	-	-		
1	-	-	7	Escada	DCD03/04	10.81	47.22 #	1012.0500	1012.0000	11.6800	1000.3700	1000.3200	-	Concreto	0.0140	0.2212	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B1	-	-	1000.8700	1000.8200	0.5000	1000.3700	1000.3200	0.50	Concreto	0.0140	0.2212	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	-	-	8	Escada	DCD03/04	6.00	40.03 #	1000.3700	1000.3200	5.0400	995.3300	995.2800	-	Concreto	0.0140	0.2212	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	-	-	9	Valeia	SCC03	35.00	2.49%	1016.3300	1016.3300	0.6700	1015.5100	1015.4600	-	Concreto	0.0140	0.0061	-	5.000	0.017	OK	45.0000	0.0088	0.5483		
1	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C1	-	-	1016.0100	1015.9600	0.5000	1015.5100	1015.4600	0.50	Concreto	0.0140	0.2274	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	4+10,00m	0+0,00m	10	Valeia	SCC04	91.50	0.50%	1015.3800	1015.3300	0.4575	1014.9225	1014.8725	-	Concreto	0.0140	0.2396	-	7.000	0.237	OK	45.0000	0.2220	1.3701		
1	-	-	D	Caixa Coletora	CCS - D1	-	-	1015.5100	1015.4600	1.0000	1014.9225	1014.8725	1.00	Concreto	0.0140	0.2396	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	1	Valeia	SCC03	35.00	2.86%	1016.3800	1016.3300	1.0000	1015.3800	1015.3300	-	Concreto	0.0140	0.0041	-	5.000	0.013	OK	45.0000	0.0065	0.5361		
2	4+10,00m	0+0,00m	2	Valeia	SCC03	90.00	0.50%	1015.4000	1015.3500	0.4500	1014.9500	1014.9000	-	Concreto	0.0140	0.0078	-	5.000	0.033	OK	45.0000	0.0173	0.5921		
2	-	-	3	Caixa Coletora	CCS - A2	-	-	1015.3800	1015.3300	2.0000	1013.4900	1013.4400	2.00	Concreto	0.0140	0.0119	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	A	Caixa Coletora	CCS - A2	-	-	1013.4900	1013.4400	1.0500	1012.4000	1012.3500	-	Concreto	0.0140	0.0119	-	5.000	0.009	OK	45.0000	0.0384	0.5236		
2	-	-	3	Valeia	SCC03	22.00	4.77%	1013.4900	1013.4400	1.0500	1012.4000	1012.3500	-	Concreto	0.0140	0.0119	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B2	-	-	1012.6000	1012.5500	1.5000	1011.4000	1011.3500	1.50	Concreto	0.0140	0.0119	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	4	Valeia	SCC03	27.00	0.50%	1011.4000	1011.3500	0.1340	1011.2660	1011.2160	-	Concreto	0.0140	0.0119	-	5.000	0.027	OK	45.0000	0.0384	0.5236		
3	-	-	D	Caixa Coletora	CCS - D3	-	-	1014.8700	1014.8200	2.5000	1012.5000	1012.4500	2.50	Concreto	0.0140	0.0119	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	5+2,90m	13+0,33m	1A	Valeia	SCC03	46.00	2.39%	1015.4000	1015.3500	1.1000	1014.3000	1014.2500	-	Concreto	0.0140	0.0000	-	5.000	0.001	OK	45.0000	0.0003	0.5019		
3	13+0,33m	18+0,33m	1	Valeia	SCC04	50.00	0.50%	1014.3000	1014.2500	0.5000	1013.5000	1013.4500	-	Concreto	0.0140	0.1364	-	7.000	0.153	OK	45.0000	0.0794	1.1325		
3	18+0,33m	23+0,33m	2	Valeia	SCC04	100.00	0.50%	1013.4500	1013.4000	0.5000	1013.0000	1012.9500	-	Concreto	0.0140	0.2039	-	7.000	0.212	OK	45.0000	0.1918	1.2998		
3	23+0,33m	28+0,33m	3	Valeia	SCC04	100.00	0.50%	1013.0000	1012.9500	0.5000	1012.5000	1012.4500	-	Concreto	0.0140	0.2823	-	7.000	0.265	OK	45.0000	0.2562	1.4506		
3	28+0,33m	33+0,33m	4	Valeia	SCC03	80.96	0.50%	1014.6100	1014.5600	0.4048	1014.2052	1014.1552	-	Concreto	0.0140	0.0635	-	5.000	0.125	OK	45.0000	0.0785	0.8548		
3	33+0,33m	38+0,33m	A	Caixa Coletora	CCS - A3	-	-	1014.8700	1014.8200	2.5000	1012.5000	1012.4500	2.50	Concreto	0.0140	0.3457	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	38+0,33m	43+0,33m	5	Escada	DAD03/04	4.80	11.65 #	1012.5000	1012.4500	0.9900	1011.5100	1011.4600	-	Concreto	0.0140	0.4457	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	6	Valeia	SCC03	105.00	0.50%	1011.5100	1011.4600	0.5250	1010.9500	1010.9000	-	Concreto	0.0140	0.0832	-	5.000	0.149	OK	45.0000	0.0969	0.9223		
3	-	-	B	Caixa Coletora	CCS - B3	-	-	1012.0000	1011.9500	0.5000	1011.5100	1011.4600	0.50	Concreto	0.0140	0.4280	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	7	Escada	DAD03/04	5.60	19.93 #	1011.5100	1011.4600	2.0300	1009.4800	1009.4300	-	Concreto	0.0140	0.4280	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C3	-	-	1010.0000	1009.9500	1.0000	1009.4800	1009.4300	1.00	Concreto	0.0140	0.4280	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	8	Valeia	SCC04	52.83	5.17%	1008.4800	1008.4300	2.7300	1005.7500	1005.7000	-	Concreto	0.0140	0.4280	-	7.000	0.158	OK	45.0000	0.1351	1.1457		
3	-	-	9	Valeia	SCC03	52.83	0.76%	1014.6100	1014.5600	0.4000	1014.2100	1014.1600	-	Concreto	0.0140	0.0447	-	5.000	0.087	OK	45.0000	0.0509	0.7454		
4	33+19,30m	38+19,30m	1	Valeia	SCC03	100.00	1.10%	1011.4700	1011.4200	1.1000	1016.3700	1016.3200	-	Concreto	0.0140	0.0610	-	5.000	0.112	OK	45.0000	0.0683	0.8157		
4	38+19,30m	43+19,30m	2	Valeia	SCC04	74.00	0.50%	1016.3700	1016.3200	0.3700	1016.0000	1015.9500	-	Concreto	0.0140	0.1380	-	7.000	0.163	OK	45.0000	0.1406	1.1609		
4	43+19,30m	47+19,30m	3	Valeia	SCC04	100.00	0.54%	1016.0000	1015.9500	0.5400	1015.4600	1015.4100	-	Concreto	0.0140	0.2173	-	7.000	0.216	OK	45.0000	0.1974	1.3098		
4	47+19,30m	47+19,30m	C	Caixa Coletora	CCS - C4	-	-	1015.9600	1015.9100	0.5000	1015.4600	1015.4100	0.50	Concreto	0.0140	0.3759	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	47+19,30m	47+19,30m	3A	Tubo	DN800	15.00	0.50%	1015.4600	1015.4100	0.0750	1015.3850	1015.3350	-	Concreto	0.0140	0.3759	VERDADEIRO	0.8000	0.291	0.70	45.0000	0.3171	1.6222		
4	47+19,30m	47+19,30m	D	Caixa Coletora	CCS - D4	-	-	1015.8850	1015.8350	0.5000	1015.3850	1015.3350	0.50	Concreto	0.0140	0.3759	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	43+19,30m	43+19,30m	3B	Tubo	DN800	100.00	1.30%	1015.3350	1015.3350	1.3000	1014.0850	1014.0350	-	Concreto	0.0140	0.3759	VERDADEIRO	0.8000	0.208	0.70	45.0000	0.2091	1.3871		
4	47+19,30m	47+19,30m	3C	Tubo	DN800	74.00	1.30%	1014.0850	1014.0350	0.9620	1013.1230	1013.0730	-	Concreto	0.0140	0.3759	VERDADEIRO	0.8000	0.208	0.70	45.0000	0.2091	1.3871		
4	47+19,30m	47+19,30m	3D	Tubo	DN800	86.00	1.30%	1013.1230	1013.0730	1.1180	1012.0050	1011.9550	-	Concreto	0.0140	0.3759	VERDADEIRO	0.8000	0.208	0.70	45.00				



Dimensionamento do Sistema de Drenagem

Table with columns: Microbacia, Estaca Montante (m), Estaca Juante (m), Trecho, Tipo de Drenagem, Estrutura Adotada, Comprimento do Trecho, Declividade do Trecho, CBV Montante, CBV Juante, Diferença de Cota, CBV Juante, CBV Juante, Altura de Caixa de Ligação, Material, Manning, Vazão Acumulada, Diâmetro do Tubo, Largura da Base / #Trazos, Altura da Lâmina d'Água, Verificação, Inclinação das Paredes, Área Molhada, Perímetro Molhado.



Assinado com senha por JULIO ARNALDO AMARANTES JUNIOR em 18/07/2020 18:21:48. Autenticado digitalmente por ADELCO CORREA GUIMARAES FILHO em 18/07/2020 18:21:48. Documento Nº: 1185701.5132593-4415 - consulta à autenticidade em https://sigadoc.infraero.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=1185701.5132593-4415



SEDEX20200300



Tabela 7-10 - Dimensionamento do Sistema de Drenagem – TR20

Table with columns: Microbacia, Estaca Montante (m), Estaca Jusante (m), Trecho, Tipo de Drenagem, Estrutura Adotada, Comprimento do Trecho, Declividade do Trecho, CEBV Montante, CEBV Jusante, Diferença de Cota, CEBV Jusante, CEBV Jusante, Altura de Caixa de Ligação, Material, Manning, Vazão Acumulada, Diâmetro do Tubo, Largura da Base / #Tubo, Altura da Lâmina D'água, Verificação, Inclinação das Paredes, Área Molhada, Perímetro Molhado.



SEDEX20200300



Dimensionamento do Sistema de Drenagem																							
Mitroabacia	Estaca Montante (m)	Estaca Jusante (m)	Trecho	Tipo de Drenagem	Estrutura Adotada	Comprimento do Trecho (m)	Declividade do Trecho (m/m)	CBV Montante (m)	CBV Jusante (m)	Diferença de Cota (m)	CBV Jusante (m)	CBV Jusante (m)	Altura de Caixa de Ligação (m)	Material	Manning	Vazão Acumulada (m³/s)	Diâmetro do Tubo (m)	Largura da Base / #Tubo (m)	Altura da Lâmina D'Água (m)	Verificação	Inclinação das Paredes (graus)	Área Molhada (m²)	Perímetro Molhado (m)
6	100+10,73	98+4,77m	1	Valeia	SCC03	50,00	1,74%	1024.1900	1024.1400	0,8700	1023.3200	1023.2700	-	Concreto	0,0140	0,0655	-	0,5000	0,085	OK	45,0000	0,0495	0,7396
6	98+4,77m	94+12,05m	2	Valeia	SCC03	73,00	1,40%	1023.3200	1023.2700	1,0200	1022.3000	1022.2500	-	Concreto	0,0140	0,1574	-	0,5000	0,163	OK	45,0000	0,1077	0,9596
6	94+12,05m	92+8,91m	3	Valeia	SCC03	43,00	2,19%	1022.3000	1022.2500	0,9400	1021.3600	1021.3100	-	Concreto	0,0140	0,2161	-	0,5000	0,173	OK	45,0000	0,1161	0,9683
6	92+8,91m	87+8,91m	4	Valeia	SCC04	100,00	0,99%	1021.3600	1021.3100	0,9900	1020.3700	1020.3200	-	Concreto	0,0140	0,3344	-	0,7000	0,234	OK	45,0000	0,2183	1,3613
6	87+8,91m	87+8,91m	A	Caixa Coletora	CCS - A6	-	-	1020.3700	1020.3200	1,0000	1019.3700	1019.3200	1,00	Concreto	0,0140	0,3344	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	5	Valeia	SCC03	46,00	4,98%	1019.3700	1019.3200	2,2900	1017.0800	1017.0300	-	Concreto	0,0140	0,3344	-	0,5000	0,175	OK	45,0000	0,1182	0,9952
6	-	-	6	Valeia	SCC03	216,00	1,24%	1019.3700	1019.3200	2,6800	1017.0800	1017.0300	-	Concreto	0,0140	0,0679	-	0,5000	0,0969	OK	45,0000	0,0578	0,7741
6	94+12,05m	94+12,05m	B	Caixa Coletora	CCS - B6	-	-	1016.9800	1016.9300	0,5000	1016.0800	1016.0300	0,50	Concreto	0,0140	0,4024	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	Valeia	SCC03	52,53	7,90%	1016.9800	1016.9300	4,1500	1011.9300	1011.8800	-	Concreto	0,0140	0,6028	-	0,5000	0,1696	OK	45,0000	0,1136	0,9797
6	-	-	8	Valeia	SCC03	137,00	1,61%	1014.6400	1014.5900	2,2100	1012.4300	1012.3800	-	Concreto	0,0140	0,0446	-	0,5000	0,0678	OK	45,0000	0,0385	0,6916
6	-	-	C	Caixa Coletora	CCS - C6	-	-	1012.4300	1012.3800	1,5000	1010.9300	1010.8800	1,50	Concreto	0,0140	0,4470	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	9	Valeia	SCC03	55,00	3,38%	1010.9300	1010.8800	1,8600	1009.0700	1009.0200	-	Concreto	0,0140	0,4470	-	0,5000	0,2428	OK	45,0000	0,1804	1,1868
6	87+8,91m	82+8,91m	10	Valeia	SCC03	100,00	1,07%	1020.3700	1020.3200	1,0700	1019.3000	1019.2500	-	Concreto	0,0140	0,1200	-	0,5000	0,1483	OK	45,0000	0,0962	0,9196
6	82+8,91m	77+89,1m	11	Valeia	SCC04	100,00	0,50%	1019.3000	1019.2500	0,5000	1018.8000	1018.7500	-	Concreto	0,0140	0,2244	-	0,7000	0,2264	OK	45,0000	0,2098	1,3405
6	77+89,1m	72+89,1m	12	Valeia	SCC04	100,00	0,50%	1018.8000	1018.7500	0,5000	1018.3000	1018.2500	-	Concreto	0,0140	0,3287	-	0,7000	0,2953	OK	45,0000	0,2939	1,5352
6	-	-	D	Caixa Coletora	CCS - D6	-	-	1018.4000	1018.3500	2,0000	1016.4000	1016.3500	2,00	Concreto	0,0140	0,3287	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	13	Valeia	SCC03	30,50	8,07%	1018.4000	1018.3500	2,4600	1013.9400	1013.8900	-	Concreto	0,0140	0,3287	-	0,5000	0,1473	OK	45,0000	0,0953	0,9165
6	-	-	14	Valeia	SCC03	100,00	0,95%	1014.8900	1014.8400	0,9500	1013.9400	1013.8900	-	Concreto	0,0140	0,0303	-	0,5000	0,0627	OK	45,0000	0,0353	0,6774
6	-	-	E	Caixa Coletora	CCS - E6	-	-	1013.9400	1013.8900	1,5000	1012.4400	1012.3900	1,50	Concreto	0,0140	0,3591	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	15	Valeia	SCC03	40,00	6,00%	1012.4400	1012.3900	2,4000	1010.0400	1009.9900	-	Concreto	0,0140	0,3591	-	0,5000	0,1724	OK	45,0000	0,1159	0,9877
6	-	-	16	Valeia	SCC03	25,00	0,50%	1010.1300	1010.0800	0,1250	1009.9300	1009.8800	-	Concreto	0,0140	0,0099	-	0,5000	0,0302	OK	45,0000	0,0160	0,5854
6	-	-	F	Caixa Coletora	CCS - F6	-	-	1010.5400	1010.4900	0,5000	1010.0400	1009.9900	0,50	Concreto	0,0140	0,3660	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	17	Valeia	SCC04	15,00	0,50%	1010.0400	1009.9900	0,0750	1009.9650	1009.9150	-	Concreto	0,0140	0,3660	-	0,7000	0,3186	OK	45,0000	0,3245	1,6010
6	101+0,00m	105+4,77m	18	Valeia	SCC03	83,70	0,99%	1024.8900	1024.8900	0,8300	1024.1100	1024.0600	-	Concreto	0,0140	0,0546	-	0,5000	0,0905	OK	45,0000	0,0534	0,7559
6	105+4,77m	105+4,77m	19	Valeia	SCC03	30,00	3,37%	1025.1200	1025.0700	1,0100	1024.1100	1024.0600	-	Concreto	0,0140	0,0471	-	0,5000	0,0554	OK	45,0000	0,0308	0,6568
6	105+4,77m	105+4,77m	G	Caixa Coletora	CCS - G6	-	-	1024.0600	1024.0100	0,5000	1024.0600	1024.0100	0,50	Concreto	0,0140	0,0106	-	-	-	-	-	-	-
6	105+4,77m	105+4,77m	20	Escada	DCD03/04	5,00	33,58 #	1024.1100	1024.0600	3,3200	1020.7900	1020.7400	-	Concreto	0,0140	0,1018	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	H	Caixa Coletora	CCS - H6	-	-	1021.2900	1021.2400	0,5000	1020.7900	1020.7400	0,50	Concreto	0,0140	0,1018	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	21	Valeia	SCC03	19,00	3,11%	1020.7900	1020.7400	0,5900	1020.2000	1020.1500	-	Concreto	0,0140	0,1095	-	0,5000	0,0979	OK	45,0000	0,0586	0,7770
6	-	-	22	Valeia	SCC03	30,00	16,80%	1025.5300	1025.4800	5,0400	1020.4900	1020.4400	-	Concreto	0,0140	0,0127	-	0,5000	0,0149	OK	45,0000	0,0076	0,5420
6	-	-	I	Caixa Coletora	CCS - I6	-	-	1020.9900	1020.9400	0,5000	1020.4900	1020.4400	0,50	Concreto	0,0140	0,0127	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	23	Valeia	SCC03	33,00	3,91%	1020.4900	1020.4400	1,2900	1019.2000	1019.1500	-	Concreto	0,0140	0,0216	-	0,5000	0,0324	OK	45,0000	0,0172	0,5916
6	-	-	J	Caixa Coletora	CCS - J6	-	-	1019.7000	1019.6500	0,5000	1019.2000	1019.1500	0,50	Concreto	0,0140	0,1311	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	24	Valeia	SCC03	23,00	5,13%	1019.2000	1019.1500	1,1800	1018.0200	1017.9700	-	Concreto	0,0140	0,1410	-	0,5000	0,0980	OK	45,0000	0,0586	0,7771
6	-	-	25	Valeia	SCC03	10,00	13,90%	1019.4100	1019.3600	1,3900	1018.0200	1017.9700	-	Concreto	0,0140	0,0046	-	0,5000	0,0085	OK	45,0000	0,0043	0,5241
6	-	-	L	SAÍDA BUE	-	-	-	1019.0200	1019.9700	1,0000	1018.0200	1017.9700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	26	Valeia	SCC04	65,00	2,45%	1018.0200	1017.9700	1,5900	1016.4900	1016.3800	-	Concreto	0,0140	0,8163	-	0,7000	0,3132	OK	45,0000	0,3173	1,5858
6	-	-	K	Caixa Coletora	CCS - K6	-	-	1018.9300	1018.8800	0,5000	1016.4900	1016.3800	0,50	Concreto	0,0140	0,8163	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	27	Valeia	SCC04	57,00	9,16%	1016.4500	1016.3800	5,2200	1011.2100	1011.1600	-	Concreto	0,0140	0,8520	-	0,7000	0,2053	OK	45,0000	0,1859	1,2808
7	92+14,77m	87+14,77m	1	Valeia	SCC03	100,00	0,98%	1021.5000	1021.5000	0,9800	1020.5700	1020.5200	-	Concreto	0,0140	0,1486	-	0,5000	0,1765	OK	45,0000	0,1194	0,9991
7	87+14,77m	82+14,77m	2	Valeia	SCC04	100,00	1,12%	1020.5700	1020.5200	1,1200	1019.4500	1019.4000	-	Concreto	0,0140	0,3006	-	0,7000	0,2084	OK	45,0000	0,1894	1,2895
7	82+14,77m	77+14,77m	3	Valeia	VPA03	100,00	0,50%	1019.4500	1019.4000	0,5000	1018.9500	1018.9000	-	Concreto	0,0140	0,4327	-	1,0000	0,2678	OK	45,0000	0,3395	1,7573
7	77+14,77m	77+14,77m	F	Caixa Coletora	CCS - F7	-	-	1018.9500	1019.4100	1,0000	1018.9500	1018.9000	1,00	Concreto	0,0140	0,4327	-	-	-	-	-	-	-
7	77+14,77m	77+14,77m	3A	Tubo	DN800	50,00	0,50%	1018.9500	1018.9000	0,2500	1018.7000	1018.6500	-	Concreto	0,0140	0,4327	VERDADEIRO	0,8000	0,3210	0,70	45,0000	0,3598	1,7078
7	77+14,77m	77+14,77m	3B	Tubo	DN800	104,85	0,50%	1018.7000	1018.6500	0,5243	1018.1758	1018.1258	-	Concreto	0,0140	0,4327	VERDADEIRO	0,8000	0,3210	0,70	45,0000	0,3598	1,7078
7	77+14,77m	77+14,77m	3C	Tubo	DN800	100,00	0,50%	1018.1758	1018.1258	0,5000	1017.6758	1017.6258	-	Concreto	0,0140	0,4327	VERDADEIRO	0,8000	0,3210	0,70	45,0000	0,3598	1,7078
7	77+14,77m	77+14,77m	3D	Tubo	DN800	135,00	0,55%	1017.6758	1017.6258	0,7425	1016.9333	1016.8833	-	Concreto	0,0140	0,4327	VERDADEIRO	0,8000	0,3097	0,70	45,0000	0,3437	1,6761
7	77+14,77m	72+9,92m	4	Valeia	SCC03	104,85	1,10%	1019.4600	1019.4100	1,1500	1018.3100	1018.2600	-	Concreto	0,0140	0,1588	-	0,5000	0,1776	OK	45,0000	0,1203	1,0023
7	101+0,00m	100+10,71	5A	Valeia	SCC03	47,00	2,51%	1025.3900	1025.3300	1,1800	1024.2000	1024.1500	-	Concreto	0,0140	0,0106	-	0,5000	0,0239	OK	45,0000	0,0125	0,5676
7	100+10,71	100+10,71	G	Caixa Coletora	CCS - G7	-	-	1019.4600	1019.4100	1,0000	1018.9500	1018.9000	1,00	Concreto	0,0140	0,0106	-	-	-	-	-	-	-
7	100+10,71	98+4,77m	5	Valeia	SCC03	50,00	1,56%	1024.2000	1024.1500	0,7800	1023.4200	1023.3700	-	Concreto	0,0140	0,0910	-	0,5000	0,1089	OK	45,0000	0,0663	0,8079
7	98+4,7																						

7.6. VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DO SISTEMA DE DRENAGEM NATURAL

A verificação da capacidade da rede existe, foi realizada a partir do cálculo de vazão máxima admissível, considerando a seção transversal trapezoidal idealizada dos canais naturais existentes.

A vazão de escoamento na seção (v) em regime laminar uniforme é dada por:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} I^{1/2}$$

Onde n é o número de Manning da seção, R é o raio hidráulico e I é a declividade do trecho considerado. O coeficiente n foi obtido através da bibliografia de referência, conforme indicado na Figura 12. Esse parâmetro foi tomado como valor médio do coeficiente para canais dragados ou escavados de categoria b.2.

TIPO DO CANAL – DESCRIÇÃO	MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO
Dragados ou escavados			
a. Em terra, retilíneo e uniforme:			
1. Limpo, recentemente concluído	0,016	0,018	0,020
2. Limpo, após envelhecimento	0,018	0,022	0,025
3. Com cascalho, limpo e seção uniforme	0,022	0,025	0,030
4. Com grama curta, poucas ervas	0,022	0,027	0,033
b. Em terra, sinuoso e lento:			
1. Sem vegetação	0,023	0,025	0,030
2. Com grama e algumas ervas	0,025	0,030	0,033
3. Com ervas em densidade ou plantas aquáticas	0,030	0,035	0,040
4. Fundo em terra e laterais em pedra grosseira	0,028	0,030	0,035
5. Fundo rochoso e taludes com ervas	0,025	0,035	0,040
6. Fundo com seixos e laterais limpas	0,030	0,040	0,050
c. Por "drag line":			
1. Sem vegetação	0,025	0,028	0,033
2. Mata rala sobre os taludes	0,025	0,050	0,060
d. Em rochas:			
1. Lisas e uniformes	0,025	0,035	0,040
2. Pontiagudas e irregulares	0,035	0,040	0,050
e. Canais sem manutenção, com ervas e galhos não cortados:			
1. Ervas em densidade, altas como a profundidade de escoamento	0,050	0,080	0,120
2. Fundo limpo, galhos nas laterais	0,040	0,050	0,080
3. Fundo limpo, galhos nas laterais na ocasião de cheias	0,045	0,070	0,110
4. Galhos em densidade, níveis altos	0,080	0,100	0,140

Fonte: (Chow, 1959)

Figura 12 – Tabela de referência para obtenção do coeficiente de Manning.



As propriedades geométricas da seção idealizadas, área molhada(A), perímetro molhado(P) e raio hidráulico(R) seguem apresentadas:

$$A = b \cdot h + \frac{h^2}{\tan(\alpha)}$$

$$P = b + \frac{2h}{\sin(\alpha)}$$

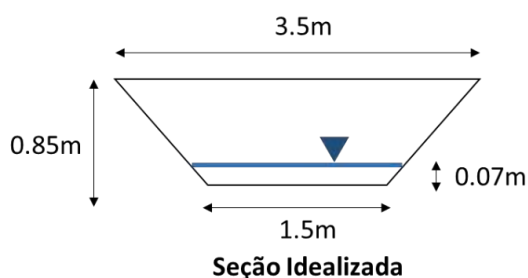
$$R = \frac{[bh \tan(\alpha) + h^2] \cos(\alpha)}{b \sin(\alpha) + 2h}$$

Onde b é a dimensão da base do canal, h é a altura da lâmina d'água e α é o ângulo de declividade das paredes do canal, considerado a partir da horizontal.

A lâmina d'água foi adota seguindo dois cenários. O primeiro considerando a altura natural, estimada a partir de visita técnica realizada na da de 23/06/20, e a lâmina d'água máxima suportada pelo canal. A seguir são apresentados, por estacas, as saídas de água utilizadas no projeto de drenagem, e suas respectivas seções idealizadas:



Canal Natural



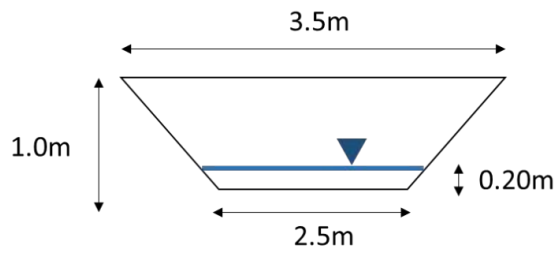
Seção Idealizada

Figura 8 - Canal Natural de Drenagem – Estaca 99





Canal Natural

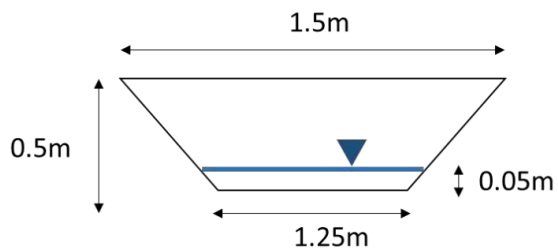


Seção Idealizada

Figura 9 - Canal Natural de Drenagem – Estaca 94



Canal Natural



Seção Idealizada

Figura 10 - Canal Natural de Drenagem – Estaca 76





Canal Natural

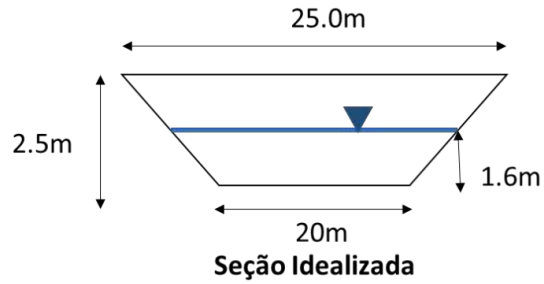


Figura 11 - Canal Natural de Drenagem – Estaca 58



Canal Natural

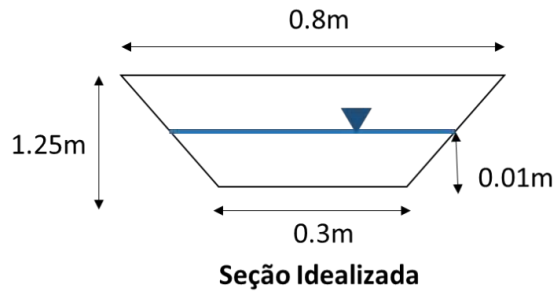
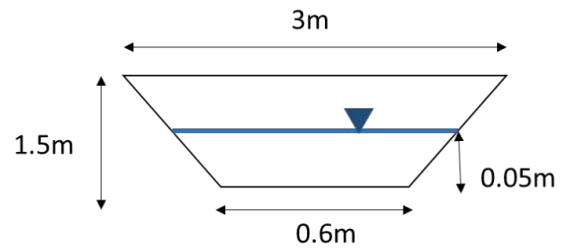


Figura 12 - Canal Natural de Drenagem – Estaca 27





Canal Natural

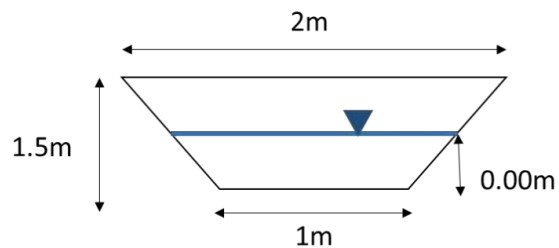


Seção Idealizada

Figura 13 - Canal Natural de Drenagem – Estaca 23



Canal Natural



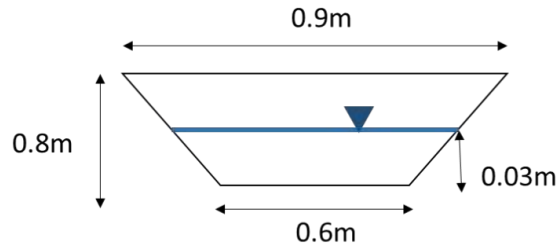
Seção Idealizada

Figura 14 - Canal Natural de Drenagem – Estaca 43



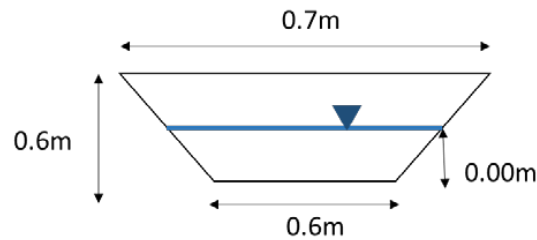


Canal Natural



Seção Idealizada

Figura 15 - Canal Natural de Drenagem – Estaca 63



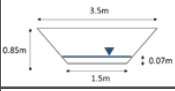
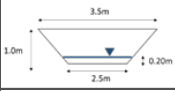
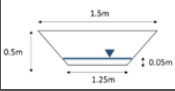
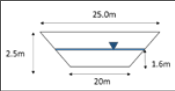
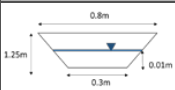
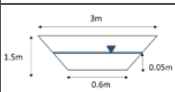
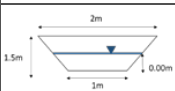
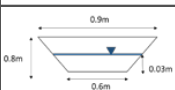
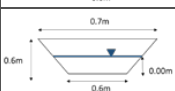
Seção Idealizada

Figura 16 - Canal Natural de Drenagem – Estaca 00

A partir dessas representações as vazões foram calculadas e seguem tabeladas abaixo:



Tabela 7-11 – Cálculo de vazões naturais e máximas; verificação capacidade de corpos hídricos existentes;

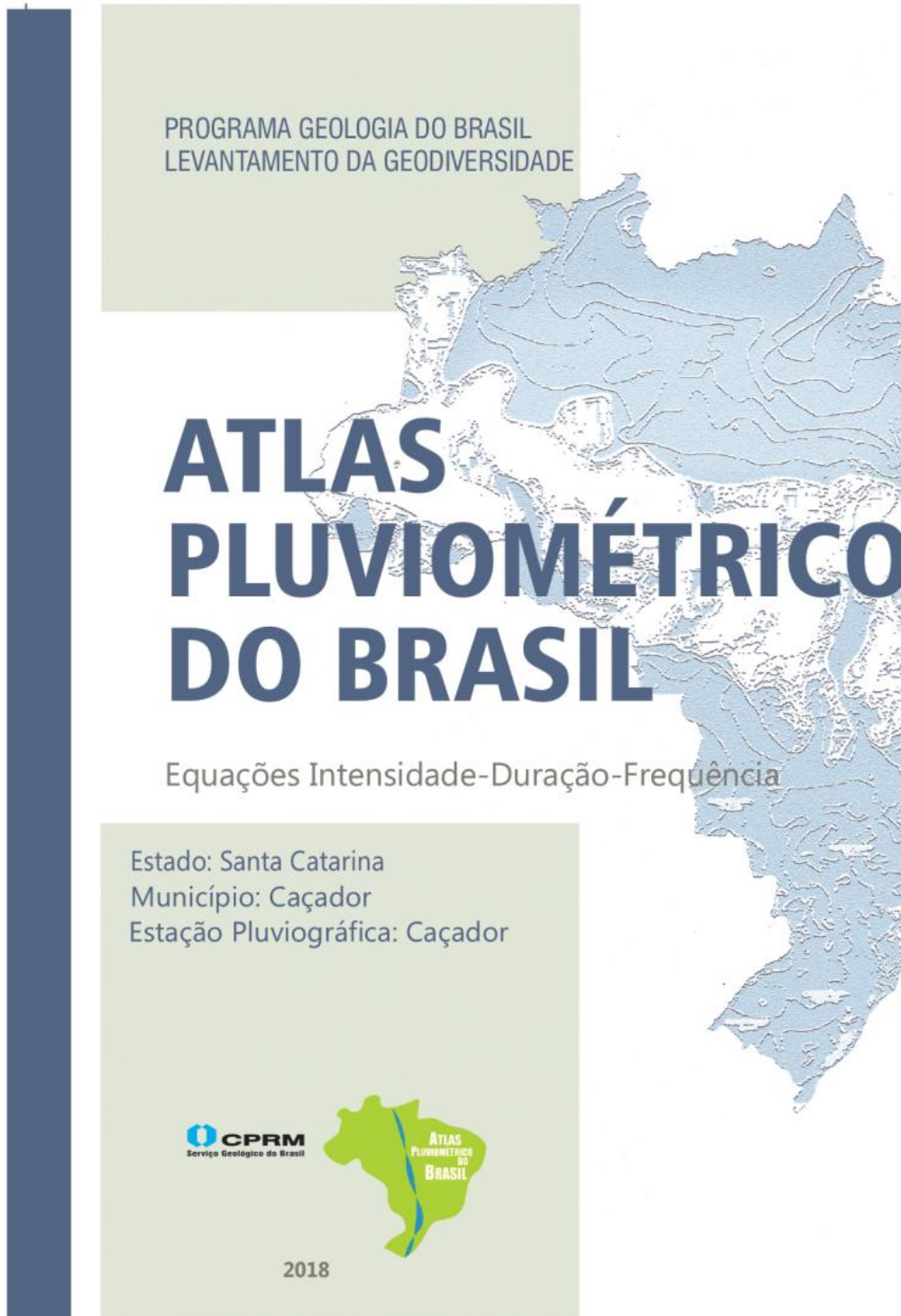
Estacas	Seção	B (m)	b (m)	Y_{nat} (m)	$Y_{máx}$ (m)	Manning n (-)	Declividade I (m/m)	Vazão Natural Q_{nat} (m ³ /s)	Vazão Máxima $Q_{máx}$ (m ³ /s)	ΔQ (m ³ /s)
99		3,50	1,50	0,07	0,85	0,035	0,05	0,03	1,95	1,92
94		3,50	2,50	0,20	1,00	0,035	0,05	0,26	3,16	2,90
76		1,50	1,25	0,05	0,50	0,035	0,05	0,01	0,44	0,43
58		25,00	20,00	1,60	2,50	0,035	0,05	63,99	130,85	66,86
27		0,80	0,30	0,01	1,25	0,035	0,05	0,00	0,38	0,38
23		3,00	0,60	0,05	1,50	0,035	0,05	0,01	2,77	2,76
43		2,00	1,00	0,00	1,50	0,035	0,10	0,00	4,27	4,27
63		0,90	0,60	0,03	0,80	0,035	0,05	0,00	0,36	0,35
00		0,70	0,60	0,00	0,60	0,035	0,05	0,00	0,20	0,20

A diferença entre as vazões natural e máxima confere a vazão adicional suportada pelo canal, valor esse utilizado como referência para a comparação das novas vazões de contribuição do sistema.

Conforme pode ser observado na Tabela 7-1, pode-se concluir que todos os canais naturais atendem às necessidades de transmissividade da água captada pelo sistema de drenagem projetado.



APÊNDICE A – ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Município: Caçador/SC

Estação Pluviográfica: Caçador

**Equação definida por Back, Henn e Oliveira para o município de
Caçador/SC**

Adriana Burin Weschenfelder

Karine Pickbrenner

Eber José de Andrade Pinto



PORTO ALEGRE

2018



Assinado com senha por JULIO ARNALDO AMARANTES JUNIOR em 18/07/2020 18:21:48.
Autenticado digitalmente por ADELICIO CORREA GUIMARAES FILHO em 18/07/2020 18:21:48.
Documento Nº: 1185701.5132593-4415 - consulta à autenticidade em
<https://sigadoc.infraero.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=1185701.5132593-4415>



SEDEX T202000302

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Porto Alegre

Copyright @ 2018 CPRM - Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 – Santa Tereza
Porto Alegre - RS - 90.840-030
Telefone: 0(xx)(51) 3406-7300
Fax: 0(xx)(51) 3233-7772
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

W511 Weschenfelder, Adriana Burin
Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-
Frequência; Município: Caçador, Estação Pluviográfica: Caçador,
Equação definida por Back, Henn e Oliveira para o município de
Caçador/SC / Adriana Burin Weschenfelder, Karine Pickbrenner; Eber
José de Andrade Pinto. – Porto Alegre: CPRM, 2018.
10p.; anexos
Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade
ISBN 978-85-7499-472-7
1. Hidrologia. 2. Pluviometria - Brasil. 3. Equações IDF I.
Pickbrenner, Karine. II. Pinto, Eber José de Andrade. IV. Título
CDD 551.570981
CDU 556.5(81)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ana Lúcia B. F. Coelho (CRB 10/840)

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil
É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte



Assinado com senha por JULIO ARNALDO AMARANTES JUNIOR em 18/07/2020 18:21:48.
Autenticado digitalmente por ADELICIO CORREA GUIMARAES FILHO em 18/07/2020 18:21:48.
Documento Nº: 1185701.5132593-4415 - consulta à autenticidade em
<https://sigadoc.infraero.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=1185701.5132593-4415>



SEDEX202000302

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTRO DE ESTADO

Wellington Moreira Franco

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Márcio Félix

SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Maria José Gazzi Salum

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM/SGB)

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Otto Bittencourt Netto

Vice-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Conselheiros

Cassio Roberto da Silva

Cassiano de Souza Alves

Elmer Prata Salomão

Paulo Cesar Abrão

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

José Leonardo Silva Andriotti

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Fernando Carvalho

Diretor de Administração e Finanças

Juliano de Souza Oliveira



SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Fernando Henrique Kohlmann Schwanke
Superintendente

Diogo Rodrigues Andrade da Silva
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Lucy Takehara Chemale
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Ana Claudia Viero
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Paulo Ricardo de Fraga Costa
Gerente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

**CARTA DE SUSCETIBILIDADE A
MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO**

Departamento de Hidrologia
Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial
Maria Adelaide Mansini Maia

Divisão de Hidrologia Aplicada
Adriana Dantas Medeiros
Achiles Monteiro (*In memorian*)

Divisão de Geologia Aplicada
Maria Adelaide Mansini Maia

Coordenação Executiva do DEHID
Projeto Atlas Pluviométrico
Eber José de Andrade Pinto

Coordenação do Projeto Cartas
Municipais de Suscetibilidade
Tiago Antonelli

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

José Alexandre Moreira Farias – REFO

Karine Pickbrenner – SUREG /PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder – SUREG /PA

Adriano da Silva Santos – SUREG/RE

Albert Teixeira Cardoso – SUREG /PA

Caluan Rodrigues Capozzoli – SUREG /SP

Catharina dos Prazeres Campos de Farias – SUREG/BE

Jean Ricardo da Silvado Nascimento – RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – SUREG/BH

Osvalcélio Mercês Furtunato – SUREG/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento – SUREG/BH



APRESENTAÇÃO

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Levantamentos da Geodiversidade que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional.

Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se, a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF). Essas relações serão estabelecidas para os pontos da rede hidrometeorológica nacional que dispõe de registros contínuos de chuva, ou seja, estações equipadas com pluviômetros ou estações automáticas.

Entretanto, em localidades nas quais existem somente pluviômetros, ou seja, não existem registros contínuos das precipitações, obtidos com pluviômetros ou estações automáticas, as relações IDF serão estabelecidas a partir da desagregação das precipitações máximas diárias.

As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.

Na definição das relações IDF foram priorizados os municípios onde serão mapeadas, pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil, as áreas suscetíveis a movimentos de massa e enchentes.

Este estudo, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida por Back, Henn e Oliveira (2011) para o município de Caçador/SC, onde foram utilizados os registros contínuos de precipitações diárias máximas da estação pluviográfica de Caçador.



SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	01
2 – EQUAÇÃO	01
3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO	04
4 – REFERÊNCIAS	04

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica

Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h

Tabela 02 – Altura de chuva em mm



1 – INTRODUÇÃO

A equação definida por Back, Henn e Oliveira (2011) para o município de Caçador/SC é indicada para o município de Caçador/SC.

O município de Caçador está localizado a 261 km de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina. Faz fronteira com os municípios de Calmon, Lebon Regis, Rio das Antas, Videira, Macieira e General Carneiro. O município possui área de 984,285 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010) e localiza-se a uma altitude de 931 metros em sua sede. A população de Caçador, segundo IBGE (2010), é de 70.762 habitantes.

A estação Caçador, está localizada na Latitude 26°46'00"S e Longitude 51°00'00"O; na sub-bacia 72, sub-bacia dos rios Uruguai, do Peixe e outros. A estação pluviográfica localiza-se no município de Caçador e o período utilizado na elaboração da equação IDF foi de 1988 a 2005. Os dados para definição da equação foram obtidos a partir dos dados diários contínuos de precipitação coletados em um pluviógrafo.

A Figura 01 apresenta a localização do município e da estação.



Figura 01 – Localização do Município e da Estação Pluviográfica

2 – EQUAÇÃO

Os pluviogramas diários da estação pluviográfica de Caçador, foram digitalizados e determinaram-se as séries de máximos anuais de chuva para as durações de 5 minutos até 24 horas. Para cada duração foram estimadas, por meio da distribuição de Gumbel-Chow, as chuvas máximas considerando-se os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 e 100 anos. A aderência dos dados ao modelo de Gumbel-Chow foi comprovada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov a 5%. Ajustaram-se duas equações IDF de chuvas: uma válida para durações entre 5 e 120 minutos e outra para durações de 120 a 1440 minutos.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas.



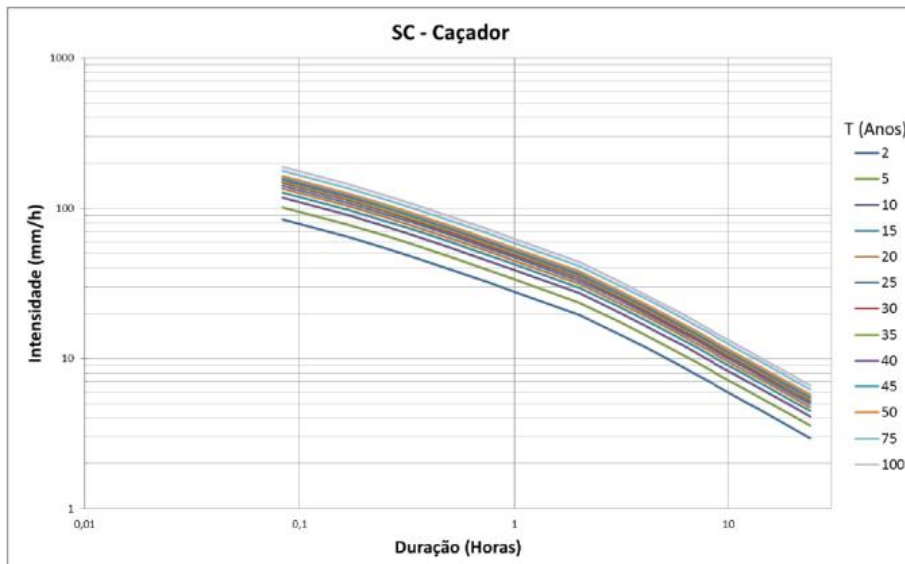


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

A equação adotada para representar a família de curvas da Figura 02 é do tipo:

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d} \quad (01)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (minutos)

a, b, c, d , são parâmetros da equação

No caso de Caçador, para durações de 5 minutos até 2 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$5\text{min} \leq t \leq 2\text{h}$$

$$a = 213,7; b = 0,2071; c = 2,7 \text{ e } d = 0,5275;$$

$$i = \frac{213,7 T^{0,2071}}{(t+2,7)^{0,5275}} \quad (02)$$

Para durações iguais e superiores 2 horas, os parâmetros da equação são os seguintes:

$$2\text{h} \leq t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1027,8; b = 0,2063; c = 26,8 \text{ e } d = 0,8222;$$

$$i = \frac{1027,8 T^{0,2063}}{(t+26,8)^{0,8222}} \quad (03)$$



As equações acima são válidas para tempos de retorno de até 100 anos. A Tabela 01 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 02 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, para as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno.

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	84,0	101,6	117,3	127,6	135,4	141,8	147,3	156,3	163,7	170,0	178,0	184,9	189,0
10 Minutos	64,5	78,0	90,1	98,0	104,0	108,9	113,1	120,0	125,7	130,6	136,7	142,0	145,1
15 Minutos	54,2	65,5	75,6	82,2	87,3	91,4	94,9	100,8	105,5	109,6	114,8	119,2	121,8
20 Minutos	47,5	57,4	66,3	72,1	76,5	80,2	83,3	88,4	92,5	96,1	100,7	104,5	106,8
30 Minutos	39,2	47,4	54,7	59,5	63,1	66,1	68,7	72,9	76,3	79,3	83,0	86,2	88,1
45 Minutos	32,1	38,8	44,8	48,7	51,7	54,2	56,3	59,7	62,6	65,0	68,0	70,6	72,2
1 HORA	27,8	33,6	38,8	42,2	44,8	46,9	48,7	51,7	54,2	56,2	58,9	61,2	62,5
2 HORAS	19,5	23,6	27,2	29,6	31,4	32,9	34,2	36,3	38,0	39,5	41,3	42,9	43,9
3 HORAS	14,8	17,9	20,6	22,4	23,8	24,9	25,9	27,5	28,7	29,8	31,3	32,5	33,2
4 HORAS	12,0	14,5	16,7	18,2	19,3	20,2	21,0	22,3	23,3	24,2	25,3	26,3	26,9
5 HORAS	10,2	12,3	14,2	15,4	16,3	17,1	17,8	18,8	19,7	20,5	21,5	22,3	22,8
6 HORAS	8,8	10,7	12,3	13,4	14,2	14,9	15,5	16,4	17,2	17,8	18,7	19,4	19,8
7 HORAS	7,9	9,5	10,9	11,9	12,6	13,2	13,7	14,6	15,3	15,8	16,6	17,2	17,6
8 HORAS	7,1	8,6	9,9	10,7	11,4	11,9	12,4	13,1	13,8	14,3	15,0	15,5	15,9
12 HORAS	5,1	6,2	7,2	7,8	8,3	8,7	9,0	9,6	10,0	10,4	10,9	11,3	11,5
14 HORAS	4,6	5,5	6,3	6,9	7,3	7,7	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,2
24 HORAS	3,0	3,6	4,1	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,5	6,6

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	7,0	8,5	9,8	10,6	11,3	11,8	12,3	13,0	13,6	14,2	14,8	15,4	15,7
10 Minutos	10,8	13,0	15,0	16,3	17,3	18,2	18,8	20,0	21,0	21,8	22,8	23,7	24,2
15 Minutos	13,5	16,4	18,9	20,6	21,8	22,9	23,7	25,2	26,4	27,4	28,7	29,8	30,5
20 Minutos	15,8	19,1	22,1	24,0	25,5	26,7	27,8	29,5	30,8	32,0	33,6	34,8	35,6
30 Minutos	19,6	23,7	27,3	29,7	31,6	33,1	34,3	36,4	38,2	39,6	41,5	43,1	44,1
45 Minutos	24,1	29,1	33,6	36,6	38,8	40,6	42,2	44,8	46,9	48,7	51,0	53,0	54,2
1 HORA	27,8	33,6	38,8	42,2	44,8	46,9	48,7	51,7	54,2	56,2	58,9	61,2	62,5
2 HORAS	39,0	47,2	54,5	59,2	62,9	65,8	68,4	72,6	76,0	78,9	82,7	85,8	87,7
3 HORAS	44,4	53,6	61,9	67,3	71,4	74,7	77,6	82,4	86,2	89,5	93,8	97,4	99,5
4 HORAS	48,0	58,0	66,9	72,7	77,2	80,8	83,9	89,1	93,3	96,8	101,4	105,3	107,6
5 HORAS	50,8	61,4	70,8	77,0	81,7	85,5	88,8	94,2	98,7	102,4	107,3	111,4	113,8
6 HORAS	53,1	64,1	73,9	80,4	85,3	89,3	92,8	98,4	103,1	107,0	112,1	116,4	118,9
7 HORAS	55,0	66,4	76,6	83,3	88,4	92,6	96,1	102,0	106,8	110,9	116,1	120,6	123,2
8 HORAS	56,6	68,4	79,0	85,8	91,1	95,4	99,0	105,1	110,0	114,3	119,6	124,2	127,0
12 HORAS	61,8	74,6	86,1	93,6	99,3	104,0	108,0	114,6	120,0	124,6	130,5	135,5	138,5
14 HORAS	63,8	77,0	88,9	96,6	102,5	107,4	111,5	118,3	123,9	128,6	134,7	139,8	142,9
24 HORAS	70,9	85,7	98,9	107,5	114,1	119,4	124,0	131,6	137,8	143,1	149,8	155,6	159,0



3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Em Caçador foi registrada uma Chuva de 99 mm com duração de 3 horas. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: *Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 01. Dessa forma temos:*

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (04)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 99 mm dividido por 3 h é igual a 33,0 mm/h. Substituindo os valores na equação 04 temos:

$$T = \left[\frac{33(180+26,8)^{0,8222}}{1027,8} \right]^{1/0,2063} = 97,6 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 97,6 anos corresponde a uma probabilidade de 1,02% que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer, ou

$$P(i \geq 33 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{97,6} 100 = 1,02$$

4 – REFERÊNCIAS

BACK, A. J.; HENN, A.; OLIVEIRA, J. L. R. Heavy rainfall equations for Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 35, p. 2127-2134, 2011.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. *Estatística por cidade e estado*: Caçador. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/caçador>>. Acesso em: 26 out. 2018.



ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL



O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Levantamentos da Geodiversidade que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional. Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF).

As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.

ENDEREÇOS

Sede

SGAN- Quadra 603 – Conjunto J – Parte A – 1º andar
Brasília – DF – CEP: 70830-030
Tel: 61 2192-8252
Fax: 61 3224-1616

Escritório Rio de Janeiro

Av Pasteur, 404 – Urca
Rio de Janeiro – RJ Cep: 22290-255
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382
Fax: 21 2542-3647

Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial

Tel: 61 3223-1059 - 21 2295-8248
Fax: 61 3323-6600 - 21 2295-5804

Departamento de Gestão Territorial

Tel: 21 2295-6147 - Fax: 21 2295-8094

Diretoria de Infraestrutura Geocientífica

Tel: 21 2295-5837 - 61 3223-1059
Fax: 21 2295-5947 - 61 3323-6600

Superintendência Regional de Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105-Santa Teresa
Porto Alegre - RS - CEP: 90840-030
Tel.: 51 3406-7300 - Fax: 51 3233-7772

Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949
E-mail: asscomdf@cprm.gov.br

Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0370
E-mail: marketing@cprm.gov.br

Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897
E-mail: seus@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br



PAC



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Assinado com senha por JULIO ARNALDO AMARANTES JUNIOR em 18/07/2020 18:21:48.
Autenticado digitalmente por ADELICIO CORREA GUIMARAES FILHO em 18/07/2020 18:21:48.
Documento Nº: 1185701.5132593-4415 - consulta à autenticidade em
<https://sigadoc.infraero.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=1185701.5132593-4415>



SEDEX T202000302

03	03 ANAL SAC – PERMUTABILIDADE DE ITENS	02/09/2020	JAAJ	VK	
02	REVISÃO CONFORME ANÁLISE 02 DA SAC	29/06/2020	EDA	VK	
01	REVISÃO CONFORME ANÁLISE 01 DA SAC	20/05/2020	EDA	VK	
00	EMISSÃO INICIAL	20/01/2020	EDA	VK	
REV	MODIFICAÇÃO	DATA	PROJETISTA	DESENHISTA	APROVO

Contratante:

Contratada:



<p>Sítio</p> <p>AEROPORTO CARLOS ALBERTO DA COSTA NEVES (SC)</p>			
<p>Data</p> <p>JANEIRO / 2020</p>		<p>Área do sítio</p> <p>PISTA DE POUSO</p>	
<p>Autores CAU / CREA / UF</p> <p>EDUARDO DELL'AVANZI CREA-RJ 124.924/D</p>		<p>Especialidade / Subespecialidade</p> <p>DRENAGEM</p>	
<p>Validador Rubrica</p>		<p>Tipo / Especificação do documento</p> <p>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS</p>	
<p>Aprovador Rubrica</p> <p>ADELICIO CORREA GUIMARÃES FILHO</p>		<p>Tipo de obra</p> <p>CONSTRUÇÃO</p>	<p>Classe Geral do projeto</p> <p>PROJETO BÁSICO</p>
<p>Rubrica do (s) Autor (es)</p>		<p>Codificação</p> <p>CD.02/102.92/00027/03</p>	



Assinado com senha por JULIO ARNALDO AMARANTES JUNIOR e ADELICIO CORREA GUIMARAES FILHO em 16/09/2020 15:37:35.
Documento Nº: 1281574.5548848-6019 - consulta à autenticidade em
<https://sigadoc.infraero.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=1281574.5548848-6019>



SEDEX T202000644

SIGA

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	SERVIÇOS DE DRENAGEM	5
2.1	LIMPEZA E PREPARO DO TERRENO	5
2.2	ESCAVAÇÕES E PREPARO DA BASE DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM 7	
3	DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	11
3.1	Valeta de proteção de aterro - VPA03	11
3.2	Sarjeta de canteiro central de concreto - SCC 03	21
3.3	Sarjeta de canteiro central de concreto - SCC 04	27
3.4	Dreno Horizontal Profundo DSH 1.....	33
3.5	Bueiro simples tubular de concreto.....	37
3.6	Tubo de concreto armado CA 1 - D = 0,60 m.....	51
3.7	Tubo de concreto armado CA 1 - D = 0,80 m.....	62
3.8	Dissipador de energia - DED 01.....	73
3.9	Descida d'água aterros em degraus - DAD 03.....	80
3.10	Descida d'água aterros em degraus - DAD 04.....	83
3.11	Descida d'água cortes em degraus - DCD 03	85
3.12	Descida d'água cortes em degraus - DCD 04	88
3.13	Caixa - CCS01.....	91
3.14	Caixa – CCS02.....	99
3.15	Caixa – CCS04.....	108
3.16	Caixa – CCS05.....	116
3.17	Caixa – CCS06.....	124
3.18	Caixa – CCS20.....	133
4.	POSSIBILIDADES DE PERMUTABILIDADE DE ITENS DE DRENAGEM DO PROJETO, BEM COMO AS RESTRIÇÕES PARA A PERMUTA.	141
4.1.	ELEMENTO DE DRENAGEM: Valeta de Proteção de Aterro e sarjetas de concreto.	141
4.2.	ELEMENTO DE DRENAGEM: Tudo de Concreto Armado	143
4.3.	ELEMENTO DE DRENAGEM: Dissipador de energia.....	143



4.4. ELEMENTOS DE DRENAGEM: Descida de água em degraus de concreto armado	143
4.5. ELEMENTO DE DRENAGEM: Dreno Horizontal Profundo	144
4.6. ELEMENTO DE DRENAGEM: Caixa de concreto armado	144
5. CONCLUSÃO	144



1 INTRODUÇÃO

A presente Especificação Técnica tem como objetivo estabelecer os procedimentos a serem adotados na execução dos projetos de drenagem do Aeroporto Municipal de Caçador em Santa Catarina, incluindo o fornecimento de materiais, execução, controle de qualidade e medição.

Os serviços deverão ser realizados obedecendo estritamente e integralmente os projetos fornecidos pela CONTRATANTE, a fim de que sejam respeitados os objetivos e conceitos de engenharia considerados, sejam eles aspectos funcionais, técnicos ou econômicos.

Entende-se como projeto: desenhos, especificações técnicas, planilhas de serviços, memoriais descritivos, memórias de cálculo e outros documentos afins, que indiquem como os serviços e obras devam ser executados.

As normas, especificações e métodos aprovados da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - e do antigo Departamento Nacional de Estradas e Rodagem - DNER - atual Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, relacionados direta ou indiretamente, com os serviços, fazem parte da presente especificação, desde que não colidam com a mesma.

Para todos os efeitos, subentende-se que a CONTRATADA está suficientemente familiarizada com os métodos e normas de execução envolvida.

Assim sendo, as citações e recomendações aqui contidas, apenas orientam e complementam as informações existentes no projeto.

A seguir são apresentadas as especificações técnicas para a execução do projeto. A primeira apresenta o panorama geral para a execução dos serviços de drenagem, e na sequência, a abertura conforme a itemização da Planilha de Quantitativos e Memorial de Cálculo de Quantidades.



2 SERVIÇOS DE DRENAGEM

O projeto de drenagem foi elaborado a partir dos projetos geométrico e geotécnico do sítio aeroportuário.

Esta especificação refere-se aos serviços de implantação do sistema de drenagem, tendo como base no Manual de Drenagem de Rodovias, publicação IPR-724 do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre – DNIT.

2.1 LIMPEZA E PREPARO DO TERRENO

Esta especificação fixa as condições de execução e controle dos serviços de limpeza e preparo das áreas destinadas às obras, visando a capina de plantas rasteiras e remoção do solo orgânico e das obstruções porventura existentes, tais como: tocos, raízes, entulhos e matações, antecedendo aos serviços de terraplenagem.

2.1.1 Equipamento

Os serviços devem ser executados mediante a utilização de equipamentos adequados, complementados com o emprego de serviços manuais. Os equipamentos serão definidos em função da densidade e do tipo de vegetação local, dos tipos das obstruções presentes e dos prazos exigidos à execução da obra.

2.1.2 Execução

Fundamentados nos dados de projetos existentes, competem à CONTRATADA, assistida pela FISCALIZAÇÃO, os serviços topográficos, tais sejam: locação, nivelamento e seccionamento transversal, bem como a marcação dos off-sets e seus respectivos nivelamentos.

A CONTRATADA deverá assegurar, às suas expensas, a proteção e a conservação de todas as referências, efetuar as relocações indispensáveis nas diversas etapas de serviços ou a aviventação de outros elementos que se fizerem necessários, devendo preservar os elementos de composição paisagística.



A limpeza do terreno deverá ser restrita à região de implantação do sistema de drenagem, e realizada observando os seguintes serviços:

- Remoção da camada vegetal, até a profundidade indicada no projeto básico.
- Remoção de todos os matacões que porventura possam estar localizados ao longo dos taludes estruturais da faixa de pista

O material proveniente da limpeza do terreno deverá ser estocado em bota-fora provisório, situado adjunto ao sítio aeroportuário a ser definido pelo projeto executivo.

Os serviços de limpeza do terreno deverão remover toda a vegetação superficial existentes, inclusive tocos e raízes. A espessura média a ser considerada na área de intervenção das obras será de 20 cm em razão da existência somente de esparsa vegetação rasteira. No caso da existência de tocos e blocos de rocha será considerada a espessura média de 60 cm.

2.1.3 Preservação Ambiental

Nas operações de limpeza do terreno deverão ser adotadas medidas de proteção ambiental, tais que:

- O material decorrente das referidas operações, executados dentro dos limites da área a ser trabalhada, deverá ser retirado e estocado de forma que o solo orgânico seja reutilizado, reintegrando-se à paisagem.
- O local de bota-fora será definido dentro da área de empréstimo adjunta ao sítio aeroportuário em região a ser definida pelo projeto executivo.
- Não é permitido o uso de explosivos para remoção de troncos de árvores nem desmonte de blocos rochosos com volumes inferiores a 2m³. Outros obstáculos, sempre que possível, serão removidos por meio de equipamento convencional, mesmo que com certo grau de dificuldade, objeto de criteriosa análise e metodologia adequada.



2.1.4 Controle

O controle das operações de limpeza do terreno deve ser feito por apreciação visual da qualidade dos serviços.

2.1.5 Medição

O preparo da área destinada à obra abrange os serviços de limpeza do terreno, que serão medidos, para fins de acompanhamento, em função da área efetivamente trabalhada, ou seja, em METRO QUADRADO (m²).

O fator de empolamento não será objeto de medição tanto no volume escavado e/ou removido, quanto no transporte de material, devendo ser considerado por ocasião da composição dos preços dos serviços.

2.2 ESCAVAÇÕES E PREPARO DA BASE DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Esta especificação fixa as condições de execução e controle de escavação de:

- material de 1ª categoria, constituinte do terreno natural e aterros existentes, para rebaixá-lo até o nível das sarjetas, caixas e demais dispositivos de drenagem a ser fixado no projeto executivo;
- material de 2ª categoria, constituinte do terreno natural, para rebaixá-lo conforme projeto de drenagem;

2.2.1 Materiais

A caracterização do terreno natural, estabelecida no Projeto Geotécnico e de Terraplenagem se distribuirá, para efeitos deste projeto em materiais de 1ª e 2ª categorias.

Conforme apresentado no memorial geotécnico, o material de escavação é caracterizado preponderantemente por argilas siltosas e siltes argilosos. Esta camada se apresenta com espessura variando entre 1,5 m a 12m aproximadamente ao longo de toda faixa de pista.



Na região de sopé dos aterros da faixa de pista, poderá ser observada a presença eventual de blocos de rocha de dimensões variando de decimétrica à métrica.

Todas as sarjetas, caixas, descidas em escadas e dissipadores deverão ser confeccionados em concreto classe C20.

2.2.2 Equipamento

A escavação deve ser executada mediante a utilização racional de equipamentos adequados, que possibilitem a execução dos serviços de acordo com as condições especificadas e a produtividade requerida.

Os equipamentos a serem empregados na escavação e transporte dos materiais de 1ª categoria constituem-se de:

- Miniescavadeira hidráulica tipo “Bobcat”,
- pá,
- picareta,
- compactador tipo “sapo” ou pilão de madeira,
- desempenadeira,
- caminhões basculantes.

Os equipamentos a serem empregados na escavação dos materiais de 2ª categoria constituem-se de:

- retroescavadeira sobre esteiras acoplada com britador hidráulico,
- retroescavadeira sobre esteira com concha,
- caminhões basculantes.

2.2.3 Execução

A escavação deve ser precedida da execução dos serviços de limpeza do terreno e de locação topográfica do sistema de drenagem. A escavação deve ser executada de acordo com os elementos técnicos fornecidos à CONTRATADA e constantes das notas de serviço a serem elaboradas em conformidade com o projeto executivo.



A escavação deve ser executada de acordo com a previsão de cotas para garantia de caimento das sarjetas e demais dispositivos. Deve-se atentar para os detalhes de integração dos aterros estruturados com o sistema de drenagem em respeito aos reforços por geogrelha, conforme descrito no projeto executivo. Deve-se atentar sempre para que os procedimentos de escavação não danifiquem os reforços dos aterros estruturados.

O material excedente das escavações para implantação do sistema de drenagem deverá ser reutilizado prioritariamente para recomposição do terreno que porventura possa ser danificado quando a execução das tarefas correlatas.

Todo material que não se destinar ao fim indicado no parágrafo anterior deve ser removido para local de bota-fora em área a ser definida pelo projeto executivo, ficando a CONTRATADA responsável pela carga, transporte, descarga, espalhamento e compactação do material no bota-fora adjunto ao sítio aeroportuário, assim como o revestimento vegetal.

O sistema de drenagem deverá ser implantado da cota inferior para a cota superior (de jusante para montante). Os dispositivos de controle de vazão e erosão localizados às margens dos cursos d'água, deverão ser executados por primeiro, seguidos dos canais/sarjetas, dissipadores, caixas e descidas em escada localizadas à jusante dos aterros estruturados. Somente após a implantação das descidas em escadas é que as sarjetas de crista deverão ser implantadas. Sugere-se que todo o sistema de drenagem de jusante dos aterros estruturados seja executado concomitantemente aos respectivos aterros.

Na região de divisa do sítio aeroportuário a qual o sistema de drenagem passa, deverão ser instaladas grades de proteção contra invasão de fauna.

O avanço dos serviços de implantação do sistema de drenagem deve garantir o funcionamento do mesmo nas regiões já implantadas.

2.2.4 Controle

O controle geométrico da execução dos serviços deve ser realizado através de topografia, considerando os elementos geométricos de projeto.

Admite-se uma variação de dimensões de cortes iguais a:

- + 0,01 m (1cm) na altura e + 0,02 m (2cm) na largura;



- Não é permitida variação negativa para a altura (profundidade da sarjeta) do corte. Deve-se garantir as declividades mínimas descritas o projeto de drenagem.

Qualquer recomposição do aterro advinda de sobre-escavações acidentais ocorrerá às expensas da CONTRATADA. A CONTRATADA ficará responsável pela carga, transporte, descarga, espalhamento e compactação do material nos locais danificados, assim como a recomposição do revestimento vegetal.

2.2.5 Medição

As escavações serão medidas em metros cúbicos (m³), cubado efetivamente com base em apoio topográfico, seguindo o método de “média das áreas” e conforme distâncias médias de transporte – DMT.



3 DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Os dispositivos de drenagem devem ser executados em concreto armado, com fck mínimo de 20MPa, mesmo que em algum outro projeto esteja com especificação de fck menor, o mínimo exigido será de 20MPa. Poderá haver permuta da forma construtiva dos dispositivos de drenagem em razão de força maior que gere aditivo contratual.

3.1 Valeta de proteção de aterro - VPA03

3.1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esta especificação fixa as condições gerais para execução de valetas e canaletas em concreto pertencentes ao sistema de drenagem superficial.

As canaletas retangulares poderão ser em concreto simples ou armado, conforme detalhado no projeto de drenagem.

3.1.2 MATERIAIS

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT.

3.1.2.1 Formas

As formas poderão ser de madeira ou metálicas, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças de concreto a que sirvam de molde.

As formas planas utilizadas para a execução das galerias serão em compensado plastificado e as demais formas, inclusive as curvas, deverão receber a indicação e aprovação da FISCALIZAÇÃO.

3.1.2.2 Armadura

A qualidade do aço a empregar será a especificada no projeto e deverá atender às prescrições das NBR 7480, da ABNT.



3.1.2.3 Concreto de cimento

O concreto utilizado deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima ($f_{ck,min}$), aos 28 dias, de 20 MPa, conforme indicado no projeto, e preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/03, além de atender ao disposto nas especificação DNER – ES 330/97.

3.1.2.4 Equipamentos

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado dependerão do tipo e dimensões do serviço a executar. Assim, a CONTRATADA apresentará a relação detalhada do equipamento a ser empregado em cada obra ou em um conjunto de obras.

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- caminhão basculante;
- caminhão de carroceria fixa;
- betoneira ou caminhão betoneira;
- motoniveladora;
- pá-carregadeira;
- rolo compactador metálico;
- retroescavadeira ou valetadeira;
- desempenadeira/ régua de desempenho;
- carrinho de mão;
- pá;
- enxada;
- régua vibratória.

3.1.3 EXECUÇÃO

As valetas e canaletas revestidas de concreto poderão ser moldadas “in loco” ou pré-moldadas atendendo ao disposto no projeto ou em consequência de imposições construtivas, devendo atender aos dispostos na especificação DNIT – 018/2006-ES.



3.1.3.1 Escavação

A escavação deve ser executada mediante a utilização racional de equipamentos adequados, que possibilitem a execução dos serviços de acordo com as condições especificadas e a produtividade requerida.

Deve ser precedida da execução dos serviços de limpeza do terreno e executada de acordo com os elementos técnicos, fornecidos à CONTRATADA, pelo projeto.

Na escavação serão utilizados serviços manuais para fins de regularização das valas, que deverão obedecer às cotas do projeto.

Na execução da escavação deve ser prevista a utilização adequada ou a rejeição dos materiais extraídos.

Deverão ser aproveitados na construção dos reaterros, os materiais das escavações, desde que sejam compatíveis com as especificações constantes do projeto:

Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados para a confecção de reaterros, deve ser procedido o depósito dos referidos materiais, para sua oportuna utilização;

O material excedente, que não se destinar ao fim indicado no parágrafo anterior deve ser removido para local de bota-fora, aprovado pela FISCALIZAÇÃO;

No caso de presença de solo de expansão superior a 2%, de baixa capacidade de suporte ou de solos orgânicos, o rebaixamento deverá ser da ordem de 1,0 m e, em seguida, proceder-se-á à execução de novas camadas, as quais serão objeto de definição no projeto.

Nos locais escavados, onde o nível do lençol freático dificultar a trabalhabilidade e execução dos serviços necessários à implantação da rede será executado esgotamento de valas através de bombeamento eletro-mecânico, utilizando bombas submersas.

Quando a escavação atingir o lençol de água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra, dever-se-á ter o cuidado de manter o fundo da vala ou cava, permanentemente drenado, impedindo-se que a água se acumule no interior da mesma. O bombeamento deverá prolongar-se até que seja reaterrada a vala e/ou se conclua a obra.



3.1.3.2 Formas

Deverão atender ao prescrito na especificação DNER-ES-333/97.

As formas só poderão ser retiradas quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, já se achar o concreto suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam. Todavia, tais prazos não deverão ser inferiores a 3 dias. Este prazo poderá ser reduzido, conforme preconiza a NBR 6118/03 (NB-1) da ABNT, ou quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, forem adotados concretos com cimento de alta resistência inicial ou com aditivos aceleradores de endurecimento.

3.1.3.3 Concreto simples

O concreto empregado em estruturas de concreto simples deverá atender ao prescrito na especificação NBR 6118/03 e NBR 12654/92 da ABNT.

Para marcação da localização das valetas serão implantados gabaritos constituídos de guias de madeira servindo de referência para concretagem, cuja seção transversal corresponda às dimensões e forma de cada dispositivo, e com a evolução geométrica estabelecida no projeto, espaçando-se estes gabaritos em 3,0m, no máximo.

Antes da concretagem das valetas, deve-se proceder com a compactação do fundo da escavação com auxílio de compactador tipo “sapo” ou pilão manual.

Após a compactação do fundo da escavação, deve-se proceder com a instalação dos dispositivos de junta de concretagem conforme indicado no projeto executivo. A cada segmento com extensão máxima de 12,0m será executada uma junta de dilatação, preenchida com argamassa asfáltica.

A concretagem envolverá um plano executivo, prevendo o lançamento do concreto em lances alternados.

O espalhamento e acabamento do concreto serão feitos mediante o emprego de ferramentas manuais, em especial de uma régua que, apoiada nas duas guias adjacentes permitirá a conformação da valeta à seção pretendida, e deverá ocorrer de modo contínuo, com concreto homogêneo e dentro das especificações do projeto executivo.



O espalhamento e acabamento do concreto dos segmentos intermediários será feito com apoio da régua de desempenho no próprio concreto dos trechos adjacentes.

O concreto utilizado deverá ser preparado em betoneira/caminhões betoneira com fator água/cimento apenas suficiente para alcançar trabalhabilidade e em quantidade suficiente para o uso imediato, não sendo permitido a sua redosagem. Não é permitida a concretagem em dias de chuva.

As imperfeições de concretagem só poderão ser corrigidas após a vistoria da FISCALIZAÇÃO, que deverá recomendar, para cada caso, uma solução adequada a adotar.

Após a retirada das formas, todos os dispositivos empregados, aparentes na face do concreto, tais como vergalhões de travamento e pregos, serão cortados a uma distância de pelo menos 5 milímetros da face do concreto e tomados os orifícios com argamassa forte de cimento e areia.

3.1.3.4 Concreto armado

O concreto empregado em estruturas de concreto armado deverá atender ao prescrito nas normas NBR 6118/03 e NBR 12654/92 da ABNT.

Onde houver grande densidade de barras de aço da armadura, deve ser preparado um concreto cujo diâmetro máximo de agregado graúdo seja inferior ao espaçamento das barras, atendendo à resistência estabelecida no projeto.

Em peças delgadas, onde não haja possibilidade de introdução de vibrador de agulha, deverá ser usado vibrador de placa.

As imperfeições de concretagem só poderão ser corrigidas após a vistoria da FISCALIZAÇÃO, que deverá recomendar, para cada caso, uma solução adequada a adotar.

Após a retirada das formas, todos os dispositivos empregados, aparentes na face do concreto, tais como vergalhões de travamento e pregos, serão cortados a uma distância de pelo menos 5 milímetros da face do concreto e tomados os orifícios com argamassa forte de cimento e areia.



3.1.3.5 Acabamento

Todas as superfícies do concreto deverão ter um acabamento comum, isto é, serão argamassadas todas as imperfeições do concreto verificadas após a retirada das formas. As superfícies deverão apresentar-se lisas e uniformes, sem "nichos" ou saliências.

Um acabamento especial poderá ser dado às estruturas de concreto armado. Para isto é necessário que haja detalhes suficientes no projeto.

O concreto deverá apresentar juntas de retração nos pontos indicados pelo projeto.

3.1.3.6 Fornecimento e Aplicação de Concreto fck 10 MPa

. Independentemente do tipo de estrutura adotada, estas deverão ser assentes em uma camada de concreto magro com 5cm de espessura.

Os dispositivos terão fundação (lastro) em concreto magro fck > 10 MPa, assente sobre o terreno previamente compactado, conforme indicado nas plantas de detalhes do projeto.

3.1.3.7 Compactação Manual com Reaterro do Solo Local

Os materiais para aterro devem provir da própria escavação ou de empréstimos. A substituição desses materiais por outros de qualidade nunca inferior, quer por necessidade de serviço, quer por interesse da CONTRATADA, somente deve ser processada após prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

Os solos para os reaterros devem ser isentos de matérias orgânicas, micácea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser utilizadas em reaterros.

Na execução do corpo dos reaterros não deve ser permitido o emprego de solos de baixa capacidade de suporte e de expansão superior a 2%.

Em regiões em que forem escassos materiais mais adequados, poderá ser admitido, a critério da FISCALIZAÇÃO, o emprego de materiais rochosos.

A execução dos reaterros deverá prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendidos as condições locais e a produtividade exigida.



3.1.4 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

No decorrer das operações destinadas à execução das canaletas e valetas retangulares e valetas trapezoidais de concreto deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

- quando houver excesso de material de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, de modo a não provocar o seu entupimento, sendo conduzido para bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO;

nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de forma a evitar a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;

- em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação da obra deverá ser feito revestimento vegetal dos bota-foras, a fim de proporcionar a manutenção das condições locais e incorporá-los à paisagem local;

o trânsito dos equipamentos e veículos de serviço desnecessários deverá ser evitado, tanto quanto possível, para não causar desfiguração, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico.

deverão ser instaladas barreiras filtrantes junto às regiões de mananciais de modo a evitar o carreamento e assoreamento dos cursos d'água perenes existentes na região de influência da obra.

3.1.5 CONTROLE

Os dispositivos serão controlados, no que diz respeito às cotas, alinhamentos, dimensões e locação, topograficamente, antes e após a conclusão dos serviços, com base nos elementos previstos no projeto e, sempre que a FISCALIZAÇÃO julgar necessário solicitará ensaios dos materiais empregados.

3.1.5.1 Controle tecnológico

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97.



O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores. Os critérios utilizados para a execução seguem apresentados:

Ensaio de abatimento de cone (slump test): executado em conformidade com a NBR NM 67 – no mínimo 2 (dois) ensaios por caminhão betoneira;

Ensaio de resistência à compressão simples: executado em conformidade com a NBR 5739, utilizando-se o controle tecnológico por amostragem total (100%), em conformidade com a NBR 12655 – no mínimo 1 (um) ensaio por caminhão betoneira. Para cada ensaio, deverão ser moldados dois corpos de prova.

3.1.5.2 Controle da Execução

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

3.1.5.3 Controle Geométrico para concreto simples

O controle geométrico da execução das obras será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.



3.1.5.4 Controle Geométrico para concreto armado

O acabamento da escavação deve ser executado mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitido as seguintes tolerâncias:

- variação de altura máxima de $\pm 0,01$ m para o eixo, bordas e alinhamentos paralelos;
- variação máxima da dimensão horizontal, em qualquer direção e sentido, de 0,02 m, não se admitindo variação para menos. Deve-se garantir as declividades mínimas descritas o projeto de drenagem.

No que diz respeito ao lançamento de concreto, o controle será visual.

O controle geométrico da execução da galeria será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

3.1.5.5 Controle do Acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica do dispositivo.

Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.



3.1.6 ACEITAÇÃO

O serviço será considerado aceito desde que as dimensões internas dos dispositivos atendam aos indicados no projeto, com tolerâncias de 10% em pontos isolados.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck,est} < f_{ck}$ – não-conformidade;

$f_{ck,est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

$f_{ck,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

3.1.7 MEDIÇÃO

As escavações serão medidas em metros cúbicos (m³) cubado efetivamente com base em apoio topográfico, seguindo o método de “média das áreas” e conforme distâncias médias de transporte – DMT.

A concretagem de sarjetas será medida em metros lineares (m) cubado efetivamente com base em apoio topográfico.

Tipo	B (m)	H (m)
VRC		
VRC - 1	0,40	0,15
VRC - 2	0,50	0,20
VRC - 3	0,50	0,40
VRC - 4	0,60	0,40
VRC - 5	0,80	0,40
VRC - 6	1,00	0,40
VTC		
VTC - 1	0,50	0,50
VTC - 2	0,60	0,60
VTC - 3	0,80	0,40



VTC - 4	0,80	0,60
VTC - 5	1,00	0,60
VTC - 6	1,20	0,40
VTC - 7	1,20	0,80
VTC - 8	1,40	0,60
VTC - 9	2,20	0,60
VTC - 10	3,00	0,80
VTC - 11	2,20	0,80
CRC		
CRC - 1	1,00	0,50
CRC - 2	1,00	1,00
CRC - 3	1,00	0,60
CRC - 4	0,60	0,50

3.2 Sarjeta de canteiro central de concreto - SCC 03

3.2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esta especificação fixa as condições gerais para execução de sarjetões pertencentes ao sistema de drenagem superficial.

3.2.2 MATERIAIS

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT.

3.2.2.1 Formas

As formas serão de madeira, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças de concreto a que sirvam de molde.

As formas planas utilizadas para a execução dos sarjetões serão em compensado plastificado e as demais formas, inclusive as curvas, deverão receber a indicação e aprovação da FISCALIZAÇÃO.



3.2.2.2 Concreto de cimento

O concreto utilizado deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima ($f_{ck,min}$), aos 28 dias, de 20Mpa, conforme indicado no projeto, e preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/03, além de atender ao disposto nas especificação DNER – ES 330/97.

3.2.2.3 Equipamentos

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado dependerão do tipo e dimensões do serviço a executar. Assim, a CONTRATADA apresentará a relação detalhada do equipamento a ser empregado em cada obra ou em um conjunto de obras.

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- caminhão basculante;
- caminhão de carroceria fixa;
- betoneira ou caminhão betoneira;
- motoniveladora;
- pá-carregadeira;
- rolo compactador metálico;
- retroescavadeira ou valetadeira;
- desempenadeira/ régua de desempenho;
- carrinho de mão;
- pá;
- enxada;
- régua vibratória.

3.2.3 EXECUÇÃO

Os sarjetões devem ser moldados in loco, com juntas de 1 cm de largura a cada 3 m. Estas juntas devem ser preenchidas com argamassa de cimento e areia de traço 1:3.



Para o assentamento, o terreno de fundação deve estar com sua superfície devidamente regularizada, de acordo com a seção transversal do projeto, apresentando-se liso e isento de partículas soltas ou sulcadas e, não deve apresentar solos turfosos, micáceos ou que contenham substâncias orgânicas. Devem estar, também, sem quaisquer indícios de infiltrações d'água ou umidade excessiva.

Para efeito de compactação, o solo deve estar no intervalo de mais ou menos 1,5% em torno da umidade ótima de compactação, referente ao ensaio de Proctor Normal.

Não é permitida a execução dos serviços durante dias de chuva.

Após a compactação, deve-se umedecer ligeiramente o terreno de fundação para o lançamento do lastro.

Sobre o terreno de fundação devidamente preparado, deve ser executado o lastro de concreto das sarjetas e sarjetões, composto por uma camada de concreto magro com 5cm de espessura.. O lastro deve ser apiloado, convenientemente, de modo a não deixar vazios.

Este dispositivo deve estar concluído antes da execução do revestimento betuminoso.

3.2.4 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

No decorrer das operações destinadas à execução dos sarjetões deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

quando houver excesso de material de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, de modo a não provocar o seu entupimento, sendo conduzido para bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO;

nos pontos de Deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de forma a evitar a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;

- em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação da obra deverá ser feito revestimento vegetal dos bota-



foras, a fim de proporcionar a manutenção das condições locais e incorporá-los à paisagem local;

- o trânsito dos equipamentos e veículos de serviço desnecessários deverá ser evitado, tanto quanto possível, para não causar desfiguração, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;
- deverão ser instaladas barreiras filtrantes junto às regiões de mananciais de modo a evitar o carreamento e assoreamento dos cursos d'água perenes existentes na região de influência da obra.

3.2.5 CONTROLE

Os dispositivos serão controlados, no que diz respeito às cotas, alinhamentos, dimensões e locação, topograficamente, antes e após a conclusão dos serviços, com base nos elementos previstos no projeto e, sempre que a FISCALIZAÇÃO julgar necessário solicitará ensaios dos materiais empregados.

3.2.5.1 Controle tecnológico

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97.

O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores. Os critérios utilizados para a execução seguem apresentados:

Ensaio de abatimento de cone (slump test): executado em conformidade com a NBR NM 67 – no mínimo 2 (dois) ensaios por caminhão betoneira;

Ensaio de resistência à compressão simples: executado em conformidade com a NBR 5739, utilizando-se o controle tecnológico por amostragem total (100%), em conformidade com a NBR 12655 – no mínimo 1 (um) ensaios por caminhão betoneira. Para cada ensaio, deverão ser moldados dois corpos de prova



3.2.5.2 Controle da Execução

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.

3.2.5.3 Controle Geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

3.2.5.4 Controle Geométrico para concreto armado

O acabamento da escavação deve ser executado mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitido as seguintes tolerâncias:

- variação de altura máxima de $\pm 0,01$ m para o eixo, bordas e alinhamentos paralelos;
- variação máxima da dimensão horizontal, em qualquer direção e sentido, de 0,02 m, não se admitindo variação para menos. Deve-se garantir as declividades mínimas descritas o projeto de drenagem.

No que diz respeito ao lançamento de concreto, o controle será visual.

O controle geométrico da execução da galeria será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.



Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

3.2.5.5 Controle do Acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

3.2.6 ACEITAÇÃO

O serviço será considerado aceito desde que as dimensões internas dos dispositivos atendam aos indicados no projeto, com tolerâncias de 10% em pontos isolados.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck,est} < f_{ck}$ – não-conformidade;

$f_{ck,est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

$f_{ck,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

F_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

3.2.7 MEDIÇÃO

A medição será feita para fins de acompanhamento dos serviços.

O critério adotado para a medição dos sarjetões de concreto simples moldados “in loco” é função do metro linear (m) executado desse dispositivo de drenagem acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e



colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.

A denominação do sarjetão e sua respectiva seção transversal utilizada no projeto é apresentada a seguir:

Tipo	B (m)	H (m)
Sarjetão	1,00	0,15

3.3 Sarjeta de canteiro central de concreto - SCC 04

3.3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esta especificação fixa as condições gerais para execução de sarjetões pertencentes ao sistema de drenagem superficial.

3.3.2 MATERIAIS

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT.

3.3.2.1 Formas

As formas serão de madeira, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças de concreto a que sirvam de molde.

As formas planas utilizadas para a execução dos sarjetões serão em compensado plastificado e as demais formas, inclusive as curvas, deverão receber a indicação e aprovação da FISCALIZAÇÃO.

3.3.2.2 Concreto de cimento

O concreto utilizado deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima ($f_{ck,min}$), aos 28 dias, de 20Mpa, conforme indicado no projeto, e preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/03, além de atender ao disposto nas especificação DNER – ES 330/97.



3.3.2.3 Equipamentos

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado dependerão do tipo e dimensões do serviço a executar. Assim, a CONTRATADA apresentará a relação detalhada do equipamento a ser empregado em cada obra ou em um conjunto de obras.

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- caminhão basculante;
- caminhão de carroceria fixa;
- betoneira ou caminhão betoneira;
- motoniveladora;
- pá-carregadeira;
- rolo compactador metálico;
- retroescavadeira ou valetadeira;
- desempenadeira/ régua de desempenho;
- carrinho de mão;
- pá;
- enxada;
- régua vibratória.

3.3.3 EXECUÇÃO

Os sarjetões devem ser moldados in loco, com juntas de 1 cm de largura a cada 3 m. Estas juntas devem ser preenchidas com argamassa de cimento e areia de traço 1:3.

Para o assentamento, o terreno de fundação deve estar com sua superfície devidamente regularizada, de acordo com a seção transversal do projeto, apresentando-se liso e isento de partículas soltas ou sulcadas e, não deve apresentar solos turfosos, micáceos ou que contenham substâncias orgânicas. Devem estar, também, sem quaisquer indícios de infiltrações d'água ou umidade excessiva.



Para efeito de compactação, o solo deve estar no intervalo de mais ou menos 1,5% em torno da umidade ótima de compactação, referente ao ensaio de Proctor Normal.

Não é permitida a execução dos serviços durante dias de chuva.

Após a compactação, deve-se umedecer ligeiramente o terreno de fundação para o lançamento do lastro.

Sobre o terreno de fundação devidamente preparado, deve ser executado o lastro de concreto das sarjetas e sarjetões, composto por uma camada de concreto magro com 5cm de espessura.. O lastro deve ser apiloado, convenientemente, de modo a não deixar vazios.

Este dispositivo deve estar concluído antes da execução do revestimento betuminoso.

3.3.4 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

No decorrer das operações destinadas à execução dos sarjetões deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

quando houver excesso de material de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, de modo a não provocar o seu entupimento, sendo conduzido para bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO;

nos pontos de Deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de forma a evitar a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;

- em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação da obra deverá ser feito revestimento vegetal dos bota-foras, a fim de proporcionar a manutenção das condições locais e incorporá-los à paisagem local;
- o trânsito dos equipamentos e veículos de serviço desnecessários deverá ser evitado, tanto quanto possível, para não causar desfiguração, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;



- deverão ser instaladas barreiras filtrantes junto às regiões de mananciais de modo a evitar o carreamento e assoreamento dos cursos d'água perenes existentes na região de influência da obra.

3.3.5 CONTROLE

Os dispositivos serão controlados, no que diz respeito às cotas, alinhamentos, dimensões e locação, topograficamente, antes e após a conclusão dos serviços, com base nos elementos previstos no projeto e, sempre que a FISCALIZAÇÃO julgar necessário solicitará ensaios dos materiais empregados.

3.3.5.1 Controle tecnológico

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97.

O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores. Os critérios utilizados para a execução seguem apresentados:

Ensaio de abatimento de cone (slump test): executado em conformidade com a NBR NM 67 – no mínimo 2 (dois) ensaios por caminhão betoneira;

Ensaio de resistência à compressão simples: executado em conformidade com a NBR 5739, utilizando-se o controle tecnológico por amostragem total (100%), em conformidade com a NBR 12655 – no mínimo 1 (um) ensaios por caminhão betoneira. Para cada ensaio, deverão ser moldados dois corpos de prova

3.3.5.2 Controle da Execução

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.



3.3.5.3 Controle Geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de \pm 10% em relação à espessura de projeto.

3.3.5.4 Controle Geométrico para concreto armado

O acabamento da escavação deve ser executado mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitido as seguintes tolerâncias:

- variação de altura máxima de \pm 0,01 m para o eixo, bordas e alinhamentos paralelos;
- variação máxima da dimensão horizontal, em qualquer direção e sentido, de 0,02 m, não se admitindo variação para menos. Deve-se garantir as declividades mínimas descritas o projeto de drenagem.

No que diz respeito ao lançamento de concreto, o controle será visual.

O controle geométrico da execução da galeria será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de \pm 10% em relação à espessura de projeto.



3.3.5.5 Controle do Acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

3.3.6 ACEITAÇÃO

O serviço será considerado aceito desde que as dimensões internas dos dispositivos atendam aos indicados no projeto, com tolerâncias de 10% em pontos isolados.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck,est} < f_{ck}$ – não-conformidade;

$f_{ck,est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

$f_{ck,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

F_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

3.3.7 MEDIÇÃO

A medição será feita para fins de acompanhamento dos serviços.

O critério adotado para a medição dos sarjetões de concreto simples moldados “in loco” é função do metro linear (m) executado desse dispositivo de drenagem acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.

A denominação do sarjetão e sua respectiva seção transversal utilizada no projeto é apresentada a seguir:

Tipo	B (m)	H (m)
------	-------	-------



Sarjetão	1,00	0,15
----------	------	------

3.4 Dreno Horizontal Profundo DSH 1

3.4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esta especificação trata da rede de drenos horizontais constituídos por dispositivos instalados nas camadas subjacentes de taludes de corte ou aterro, que liberam a água retida, aliviando as tensões e proporcionando a preservação da estrutura.

3.4.2 MATERIAIS

3.4.2.1 Tubos de PVC ou de polietileno

Os drenos são executados com tubos de PVC ou polietileno, perfurados ou ranhurados, com juntas elásticas ou rosqueadas. Outros tubos podem ser utilizados, desde que especificamente indicados em projeto.

Os tubos utilizados devem apresentar diâmetro interno mínimo de 5 cm, podendo ser rígidos ou flexíveis.

Os furos ou ranhuras devem atender ao disposto no projeto tipo adotado. Quando não utilizados tubos previamente perfurados ou ranhurados, tais furos ou ranhuras podem ser executadas no canteiro de serviço, através da utilização de serra circular ou manual, ou de furadeira.

3.4.2.2 Manta sintética

Para envolvimento dos tubos, é, normalmente, executado um capuz com manta sintética, a qual deve ter permeabilidade e espessura adequadas ao local e ao volume de água a ser removido.

Quando as características da manta não estiverem claramente definidas em projeto, devem ser realizados ensaios e estudos que permitam indicar aquela que seja mais indicada para as condições locais.



3.4.2.3 Concreto para as saídas

O concreto utilizado para a confecção das bocas de saída deve ser dosado experimentalmente para uma resistência à compressão simples aos 28 dias de 15 MPa e deve ser preparado de acordo com a NBR 12655.

3.4.3 EQUIPAMENTOS

Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início. DER/PR ES-D 08/18 4/7

Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para a execução satisfatória dos serviços. Podem ser utilizados os seguintes equipamentos:

- caminhão de carroceria fixa ou basculante;
- betoneira ou caminhão betoneira;
- depósito de água;
- carrinho de concretagem;
- sonda rotativa para furos horizontais ou inclinados;
- ferramentas manuais.

3.4.4 EXECUÇÃO

A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da CONTRATADA.

A execução dos drenos sub-horizontais compreende, basicamente, as etapas a seguir descritas.

- Locação dos pontos de instalação, de acordo com o previsto em projeto. Nesta fase, os pontos indicados pelo projeto podem ser ajustados, em comum acordo com a FISCALIZAÇÃO, em função das condições locais.
- Instalação do equipamento de perfuração. Nesta operação, pode ser necessária a execução de andaimes de madeira ou metálicos, de acordo com as condições específicas de cada local.



- Execução da perfuração, através de sondas rotativas, até a profundidade especificada no projeto. A água utilizada na perfuração e/ou resultante desta deve ser canalizada e disposta de maneira a não causar danos ao talude ou à encosta.
- Podem ser utilizados processos alternativos de perfuração, como é o caso de jatos d'água, de perfuratrizes a ar comprimido ou outros que se evidenciem eficazes. A utilização destes processos deve, entretanto, ser previamente submetida à aprovação da FISCALIZAÇÃO.
- Instalação dos tubos ranhurados ou perfurados, previamente envolvidos pela manta filtrante, de acordo com o projeto-tipo adotado.
- Execução da boca de saída, que se destina à adequada proteção da saída e fixação do dreno. Caso o sistema seja composto por um painel de muitos drenos, o projeto pode indicar a execução de um sistema de recepção das águas captadas pelos drenos, conduzindo-as para um ponto de lançamento adequado.

3.4.5 CONTROLE

Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem as características físicas e mecânicas do material empregado e a realização do serviço de boa qualidade, e em conformidade com esta especificação de serviço.

3.4.5.1 Controle de Material

Tubos: os tubos devem ter as suas características comprovadas através de certificados expedidos pelo fabricante.

Manta sintética: deve ter as características apreciadas em bases visuais e através de testes expeditos de campo, destinados a avaliar sua resistência à tração. O material fornecido deve ter suas características atestadas por certificado expedido pelo fabricante.

Bocas de saída: o controle tecnológico do concreto empregado é realizado de acordo com a ABNT NBR 12655. Deve ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos de prova.



3.4.6 ACEITAÇÃO

O serviço é aceito quando:

Atendidas as condições descritas em 3.4.4.

- Os tubos e a manta sintética utilizados estejam de acordo com o especificado em 3.4.2, e tenham suas características atestadas por certificados expedidos pelos fabricantes.
- A resistência à compressão simples estimada para o concreto das bocas é igual ou superior à resistência característica especificada em 3.4.2.3.
- O posicionamento, a profundidade e a instalação dos drenos executados sejam consideradas satisfatórios.
- As dimensões e o acabamento das bocas de saída sejam julgados satisfatórios.

No caso de o serviço não atender ao disposto acima, o mesmo deve ser rejeitado, devendo ser removido e refeito com material de boa qualidade.

No caso de o serviço não atender a uma ou mais condições descritas acima, deve ser providenciada a sua correção, conforme previsto no projeto.

3.4.7 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

Durante a execução devem ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros, os procedimentos a seguir descritos.

Todo o material excedente proveniente de escavação ou sobras deve ser removido das proximidades dos dispositivos e depositado em bota-fora, em local aprovado pela FISCALIZAÇÃO, de forma a não provocar o seu entupimento e não ser conduzido para cursos d'água.

Nos pontos de deságue dos dispositivos devem ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.



O trânsito de equipamentos e veículos de serviço fora das áreas de trabalho deve ser evitado tanto quanto possível, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico.

Especial atenção deve ser dada à manutenção da estabilidade dos maciços onde são instalados os drenos sub-horizontais. Após sua implantação, estes maciços devem ser monitorados quanto ao surgimento de escorregamentos ou desagregação de materiais em função da alteração do nível do lençol freático.

3.4.8 MEDIÇÃO

Os serviços executados e recebidos na forma descrita são medidos de acordo com:

a medição dos drenos sub-horizontais consiste na determinação da extensão executada, expressa em metros lineares;

a perfuração dos orifícios, necessários à instalação dos drenos sub-horizontais, DER/PR ES-D 08/18 7/7 é medida separadamente através da determinação da extensão executada, expressa em metros lineares, discriminando-se o diâmetro do orifício e o tipo de material encontrado;

as bocas de saída são medidas pela determinação do número de unidades executadas.

3.5 Bueiro simples tubular de concreto

3.5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este item aplica-se aos bueiros tubulares de concreto armado que são obras de arte destinadas a conduzir os cursos d'água, sob a plataforma e terrenos adjacentes.

Os bueiros, como parte integrante do Projeto de Drenagem, foram estudados de forma a não só resistir à ação das cargas que sobre eles atuam, mas também a aterros e eventual pressão da água, como permitir um perfeito escoamento das águas que conduzirá.



Os bueiros poderão ser assentados em berço de brita ou envelopados, conforme detalhado no projeto de drenagem.

3.5.1.1 Materiais

O material de escavação para o sistema de drenagem é formado por solos. Os solos compreendem os materiais terrosos, em geral, e as alterações de rocha que ocorrem em depósitos sedimentares, podendo conter pedras e matacões, e cujo desmonte se faz com equipamentos adequados sem o emprego de explosivos.

3.5.1.2 Tubos de Concreto

Os tubos de concreto armado deverão ser do tipo, classe e dimensões indicadas no projeto; serão de encaixe, tipo ponta e bolsa e deverão obedecer às exigências e prescrições da norma NBR-8890 da ABNT.

O rejuntamento a ser empregado será argamassa de cimento e areia no traço 1:4 e deverá atingir toda a circunferência da tubulação a fim de garantir sua estanqueidade.

O concreto usado para a fabricação dos tubos será confeccionado de acordo com as normas NBR 6118/03 e NBR 12654/92 e dosado experimentalmente para a resistência à compressão (fck mínimo), aos 28 dias, de 15 MPa.

Os bueiros serão executados sobre berços de 1ª classe, de acordo com as dimensões indicadas em projeto, devendo o concreto ser dosado para uma resistência à compressão maior ou igual a 10 MPa.

3.5.1.3 Material Granular

O material granular é constituído pedra britada 1, limpa, isenta de argila e matérias orgânicas.

3.5.1.4 Concreto estrutural

O concreto deverá ser dosado racionalmente, devendo satisfazer às prescrições da ABNT, atendendo às resistências à compressão aos 28 dias (fck) indicadas nas plantas de detalhes do projeto.



3.5.1.5 Formas

As formas poderão ser de madeira ou metálicas, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças de concreto a que sirvam de molde.

As formas planas utilizadas para a execução das galerias serão em compensado plastificado e as demais formas, inclusive as curvas, deverão receber a indicação e aprovação da FISCALIZAÇÃO.

3.5.1.6 Armadura

A qualidade do aço a empregar será a especificada no projeto e deverá atender às prescrições das NBR 7480, da ABNT.

3.5.2 EQUIPAMENTOS

A escavação deve ser executada mediante a utilização racional de equipamentos adequados, que possibilitem a execução dos serviços de acordo com as condições especificadas e a produtividade requerida.

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado dependerão do tipo e dimensões do serviço a executar e o prazo para execução da obra.

No mínimo, deverão ser utilizados:

- caminhões basculantes e de carroceria,
- betoneiras ou caminhões betoneiras,
- motoniveladoras,
- pás-carregadeiras,
- rolos compactadores metálicos,
- retroescavadeiras,
- valetadeiras,
- guinchos ou caminhões grua ou Munck,
- serras elétricas para formas,
- vibradores de placa ou de imersão.

A execução dos reaterros deverá prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendidos as condições locais e a produtividade exigida.



3.5.3 EXECUÇÃO

3.5.3.1 Bueiros tubulares de concreto assentados em berço de 1ª classe

Antes da execução de um bueiro o terreno deve ser preparado mediante conformação do subleito de acordo com as cotas de projeto.

Após a regularização do terreno a obra será locada com a instalação de réguas e gabaritos, obedecendo ao alinhamento, profundidade e declividades estabelecidas no projeto. As réguas deverão estar espaçadas de, no máximo, 5 (cinco) metros.

No caso de deslocamento do eixo do bueiro do leito natural recomenda-se, antes da locação da obra, executar o preenchimento da vala com pedra-de-mão ou “rachão”, a fim de proporcionar o fluxo das águas de infiltração ou remanescentes da canalização do talvegue.

Os tubos serão assentados de modo que a bolsa de cada unidade esteja sempre na posição de montante, em relação ao escoamento das águas, e a declividade longitudinal do bueiro deverá ser sempre contínua, salvo em condições excepcionais sob aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Após atingir o grau de compactação adequada para o fundo da cava, instalar formas laterais para o berço de concreto e executar a porção inferior do berço com concreto de resistência a compressão aos 28 dias fck mínimo > 10 MPa, com a espessura de 10 cm.

Para execução dos berços dos bueiros deverão ser utilizados gabaritos e réguas para melhor orientação das profundidades e declividades da canalização, e o assentamento deverá ser feito através de cruzetas.

Somente após a conclusão do berço serão feitos a colocação, o assentamento e o rejuntamento dos tubos, com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. A seguir será executada a complementação do berço envolvendo o tubo com o mesmo tipo de concreto até a altura prevista no projeto, para posterior reaterro com recobrimento mínimo de 50 cm acima da geratriz superior da canalização.



3.5.3.2 Reaterro Parcial

deverão ser testadas todas as tubulações enterradas antes de se iniciar o reaterro, de forma a permitir facilmente a correção de eventuais vazamentos nas juntas, ou qualquer dano porventura existente.

deverá haver cuidado especial com cada camada de reaterro colocado, tomando-se precaução e certificando-se que o material depositado ocupe sempre a parte inferior, podendo para isso utilizar a movimentação de pá ou o aterro hidráulico, saturando o material com água.

3.5.3.3 Reaterro Total

- o reaterro total deverá ser feito após a execução da correção de possíveis danificações porventura existentes.

execução do reaterro deverá, sempre que possível, utilizar material próprio de escavação, evitando, porém, pedras com dimensões superiores a 5 cm. As camadas deverão ser de 20 cm, adensadas até que se obtenha a compactação e densidades próximas à do terreno natural adjacente. Nas áreas sob pavimentação, o material deverá ser compactado a 100% PM.

A distância entre dois tubos paralelos deve ser no mínimo, igual à metade do diâmetro do tubo.

O assentamento dos tubos de concreto armado deve ser executado com o máximo cuidado, sobre berços de concreto com fck > 10 MPa, para os bueiros simples e duplos.

3.5.3.4 Formas (execução de tubo envelopado)

Deverão atender ao prescrito na especificação DNER-ES-333/97.

As formas só poderão ser retiradas quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, já se achar o concreto suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam. Todavia, tais prazos não deverão ser inferiores a 3 dias. Este prazo poderá ser reduzido, conforme preconiza a NBR 6118/03 (NB-1) da ABNT, ou quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, forem adotados concretos com cimento de alta resistência inicial ou com aditivos aceleradores de endurecimento.



3.5.3.5 Concreto (execução de tubo envelopado)

O concreto empregado em estruturas de concreto armado deverá atender ao prescrito nas normas NBR 6118/03 e NBR 12654/92 da ABNT.

Onde houver grande densidade de barras de aço da armadura, deve ser preparado um concreto cujo diâmetro máximo de agregado graúdo seja inferior ao espaçamento das barras, atendendo à resistência estabelecida no projeto.

Em peças delgadas, onde não haja possibilidade de introdução de vibrador de agulha, deverá ser usado vibrador de placa.

As imperfeições de concretagem só poderão ser corrigidas após a vistoria da FISCALIZAÇÃO, que deverá recomendar, para cada caso, uma solução adequada a adotar.

Após a retirada das formas, todos os dispositivos empregados, aparentes na face do concreto, tais como vergalhões de travamento e pregos, serão cortados a uma distância de pelo menos 5 milímetros da face do concreto e tomados os orifícios com argamassa forte de cimento e areia.

3.5.4 CONTROLE

O acabamento da escavação deve ser executado mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitido as seguintes tolerâncias:

- a) variação de altura máxima de $\pm 0,01$ m para o eixo, bordas e alinhamentos paralelos;
- b) variação máxima da dimensão horizontal, em qualquer direção e sentido, de 0,02 m, não se admitindo variação para menos.

O controle para as tubulações de concreto será realizado através da elaboração de ensaios dos materiais empregados, testes, diâmetro dos tubos, compactação do reaterro e verificação topográfica de cotas, alinhamentos, dimensões e locação.



3.5.4.1 Controle dos Materiais

Os tubos de concreto armado serão controlados através dos ensaios preconizados na ABNT NBR-8890/03.

Cada lote para amostragem será formado por grupo de 100 a 200 unidades de tubos não rejeitados na inspeção.

Serão retirados quatro tubos de cada lote para serem ensaiados, sendo dois tubos submetidos a ensaio de permeabilidade, dois tubos ensaiados à compressão diametral e submetidos ao ensaio de absorção.

Sempre que houver alteração no teor de umidade dos agregados deverá ser feito o ensaio de consistência do concreto de acordo com a NBR 7223, quando da execução da primeira emassada do dia, ao reinício dos trabalhos após interrupção de mais de duas horas e cada vez que forem moldados corpos de prova.

3.5.4.2 Controle da Execução

Para ensaios de resistência à compressão, ou à flexão, deverá ser feita uma amostragem mínima do concreto, dividindo-se o trabalho em lotes, de acordo com a norma da ABNT NBR-12655/92.

O concreto empregado será controlado tecnologicamente através do rompimento de corpos-de-prova à compressão simples, aos 7 dias, de acordo com as normas DNER-ES 330/97 e ABNT NBR-6118/03.

No controle de qualidade do concreto através dos ensaios de resistência à compressão, ou à flexão, o número de determinações será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme tabela seguinte:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

n = nº de amostras; k = coeficiente multiplicador; α = risco da CONTRATADA.



3.5.4.3 Controle Geométrico e Verificação Final da Qualidade

O controle geométrico da execução será verificado através de levantamentos topográficos, auxiliado por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

O acompanhamento da execução, bem como das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas será feito através das Notas de Serviço, onde serão estabelecidos os elementos geométricos característicos.

O controle final da qualidade dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas. Caso seja conveniente, a FISCALIZAÇÃO deverá solicitar, a seu critério, outros processos de controle a fim de garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

3.5.4.4 Controle tecnológico para serviços de reaterro (em áreas sob pavimento)

Devem ser procedidos:

um ensaio de compactação (NBR 7182 ou DNER ME 129/94), com a energia Modificada, para determinação da massa específica aparente seca máxima, para cada 500 m³ de um mesmo material do corpo do reaterro;

- um ensaio para determinação da massa específica aparente seca, in situ, após compactação, pelo método DNER-ME 092/94 e DNER-ME 129/94, para cada 500 m³ de material compactado do reaterro, nos locais onde forem coletadas amostras para os ensaios referidos na alínea "a".

3.5.4.5 Controle tecnológico para concreto estrutural (tubo envelopado)

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97.

O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos



agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores. Os critérios utilizados para a execução seguem apresentados:

Ensaio de abatimento de cone (slump test): executado em conformidade com a NBR NM 67 – no mínimo 2 (dois) ensaios por caminhão betoneira;

Ensaio de resistência à compressão simples: executado em conformidade com a NBR 5739, utilizando-se o controle tecnológico por amostragem total (100%), em conformidade com a NBR 12655 – no mínimo 1 (um) ensaios por caminhão betoneira. Para cada ensaio, deverão ser moldados dois corpos de prova

3.5.4.6 Controle da Execução

O número de ensaios de massa específica aparente “in situ”, para o controle da execução, será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme tabela a seguir:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
N	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = n° de amostras					k = coeficiente multiplicador					α = risco da CONTRATADA				



As determinações do grau de compactação (GC) serão realizadas utilizando-se os valores da massa específica aparente seca, de laboratório, e da massa específica aparente “in situ”, obtida no campo.

Deverão ser obedecidos os seguintes limites:

- Corpo do Reaterro - GC > 95%;
- Camadas Finais - GC > 100%.

Controle Geométrico

O acabamento do reaterro será procedido, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, através da verificação topográfica de cotas e alinhamentos.

3.5.4.7 Controle de execução para concreto estrutural (tubo envelopado)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

3.5.5 ACEITAÇÃO

Será adotado o seguinte procedimento para controle do valor mínimo da resistência à compressão, ou à flexão, do concreto:

Com os valores do coeficiente k obtidos na Tabela de Amostragem Variável, teremos:

$X_{med} - kS < \text{Valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$

$X_{med} - kS > \text{Valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço}.$

$$X_{máx} = X_{med} + S/n \times t_{(n-1)(1-\alpha)}$$

$$\text{onde } S^2 = \frac{\sum (X - X_{med})^2}{n - 1}$$

$$X_{min} = X_{med} + \frac{S}{n} \times t_{(n-1)(1-\alpha)}$$

$$X_{med} = \sum X / n$$



Sendo:

X - Valores individuais;

X_{med} - Média da amostra;

S - Desvio Padrão da amostra;

k - Coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - Número de determinações.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico da execução serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

Para a aceitação do serviço de reaterro, a expansão determinada no ensaio de Índice de Suporte Califórnia - CBR deverá sempre apresentar o seguinte resultado:

$$\text{CBR} > \text{CBR de projeto e expansão} < 2\%$$

Serão controlados os valores mínimos para o Índice de Suporte Califórnia - CBR e para o grau de compactação (GC), com valores de k obtidos na Tabela de Amostragem Variável, admitindo-se os seguintes procedimentos:

Para CBR e GC, têm-se:

X_{med} - kS < Valor mínimo de projeto ⇒ Rejeita-se o serviço;

X_{med} - kS > Valor mínimo de projeto ⇒ Aceita-se o serviço.

Para a expansão, têm-se:

X_{med} + kS > Valor mínimo de projeto ⇒ Rejeita-se o serviço;

X_{med} + kS < Valor mínimo de projeto ⇒ Aceita-se o serviço.

$$\text{onde } S^2 = \frac{\sum (X - X_{med})^2}{n - 1}$$

$$X_{med} = \sum X / n$$

Sendo:



- X - Valores individuais.
- Xmed - Média da amostra.
- S - Desvio Padrão da amostra.
- k - Coeficiente tabelado em função do número de determinações.
- n - Número de determinações.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico da execução serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

3.5.5.1 Concreto estrutural (tubo envelopado)

O serviço será considerado como aceito desde que as dimensões internas do dispositivo atendam as indicadas no projeto, com tolerâncias de 10% em pontos isolados.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck,est} < f_{ck}$ – não-conformidade;

$f_{ck,est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

$f_{ck,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

3.5.6 ESGOTAMENTO DE VALAS

Nos locais escavados, onde o nível do lençol freático dificultar a trabalhabilidade e execução dos serviços necessários à implantação da rede será executado esgotamento de valas através de bombeamento eletro-mecânico, utilizando bombas submersas.

Quando a escavação atingir o lençol de água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra, dever-se-á ter o cuidado de manter o fundo da vala ou cava, permanentemente drenado, impedindo-se que a água se acumule no interior da mesma. O bombeamento deverá prolongar-se até que seja reaterrada a vala e/ou se conclua a obra.



3.5.7 ESCORAMENTO DE VALAS

Nos locais escavados, onde a estabilidade das paredes laterais for insuficiente à permanência estável da seção escavada, será executado escoramento de valas.

O escoramento deverá ser executado com tábuas e pontaletes de madeira, podendo ser contínuo (ou fechado), onde existe continuidade das peças estruturais, ou descontínuo (ou aberto) onde não existe continuidade.

A metodologia empregada deverá ser aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

3.5.8 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

No decorrer das operações destinadas à execução de escavação de valas deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

Quando houver excesso de material de cortes e for impossível incorporá-los aos corpos dos aterros, serão constituídos bota-foras, devidamente compactados;

A CONTRATADA se responsabilizará pela definição do local de bota-fora e respectivo licenciamento ambiental;

Na ocorrência de taludes dos bota-foras, estes deverão ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos;

Os bota-foras deverão ser executados de forma a evitar que o escoamento das águas pluviais possa carrear o material depositado, causando assoreamentos;

Deverá ser implantado revestimento vegetal nos bota-foras, inclusive os de 3ª categoria, após a conformação final, a fim de incorporá-los à paisagem local;

O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço, fora das áreas de trabalho, deverá ser evitado tanto quanto possível, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;



As áreas de corte, após a escavação, deverão ser reconformadas com abrandamento dos taludes, de modo a suavizar contornos e reincorporá-las ao relevo natural, operação que é realizada antes do espalhamento do solo orgânico;

- As áreas de corte deverão ser convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo de águas, bem como os efeitos da erosão.

No decorrer das operações destinadas às execuções dos dispositivos de drenagem superficiais e profundas deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

Quando houver excesso de material de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, de modo a não provocar o seu entupimento, sendo conduzido para bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO;

Nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de forma a evitar a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;

- Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação da obra deverá ser feito revestimento vegetal dos botas-foras, a fim de proporcionar a manutenção das condições locais e incorporá-los à paisagem local;

O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço desnecessários deverá ser evitado, tanto quanto possível, para não causar desfiguração, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;

Nas áreas de bota-fora ou empréstimos necessários à realização das valas de saída que se instalam nas vertentes, deverão ser evitados os lançamentos de materiais de escavação que possam afetar o sistema de drenagem superficial.

Para os aterros, deverão ser adotadas as recomendações de manejo ambiental previstas na especificação Técnica de Terraplenagem para Aterros.



3.5.9 MEDIÇÃO

Serão medidos, para fins de acompanhamento dos serviços, por metro linear de tubulação executada, em relação aos seguintes diâmetros de tubulação utilizados no projeto: 0,60 m, 0,80 m e 1,00 m.

A medição será feita para fins de acompanhamento dos serviços.

O critério adotado para a medição dos bueiros de concreto é função do metro linear (m) executado desse dispositivo de drenagem acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.

3.6 Tubo de concreto armado CA 1 - D = 0,60 m

3.6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este item aplica-se aos tubos de concreto armado que são obras de arte destinadas a conduzir a água drenada em direção aos talvegues do terreno natural.

Os tubos, como parte integrante do Projeto de Drenagem, foram estudados de forma a resistir à ação das cargas como aterros e eventual pressão da água, afim de permitir um perfeito escoamento das águas que conduzirá.

Os tubos poderão ser assentados em berço de brita ou envelopados, conforme detalhado no projeto de drenagem.

3.6.2 MATERIAIS

O material de escavação para o sistema de drenagem é formado por solos. Os solos compreendem os materiais terrosos, em geral, e as alterações de rocha que ocorrem em depósitos sedimentares, podendo conter pedras e matações, e cujo desmonte se faz com equipamentos adequados sem o emprego de explosivos.

3.6.2.1 Tubos de Concreto

Os tubos de concreto armado deverão ser do tipo, classe e dimensões indicadas no projeto; serão de encaixe, tipo ponta e bolsa e deverão obedecer às exigências e prescrições da norma NBR-8890 da ABNT.



O rejuntamento a ser empregado será argamassa de cimento e areia no traço 1:4 e deverá atingir toda a circunferência da tubulação a fim de garantir sua estanqueidade.

O concreto usado para a fabricação dos tubos será confeccionado de acordo com as normas NBR 6118/03 e NBR 12654/92 e dosado experimentalmente para a resistência à compressão (f_{ck} mínimo), aos 28 dias, de 15 MPa.

Os tubos serão executados sobre berços de 1ª classe, de acordo com as dimensões indicadas em projeto, devendo o concreto ser dosado para uma resistência à compressão maior ou igual a 10 MPa.

3.6.2.2 Material Granular

O material granular é constituído pedra britada 1, limpa, isenta de argila e matérias orgânicas.

3.6.2.3 Concreto estrutural

O concreto deverá ser dosado racionalmente, devendo satisfazer às prescrições da ABNT, atendendo às resistências à compressão aos 28 dias (f_{ck}) indicadas nas plantas de detalhes do projeto.

3.6.2.4 Formas

As formas poderão ser de madeira ou metálicas, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças de concreto a que sirvam de molde.

As formas planas utilizadas para a execução das galerias serão em compensado plastificado e as demais formas, inclusive as curvas, deverão receber a indicação e aprovação da FISCALIZAÇÃO.

3.6.2.5 Armadura

A qualidade do aço a empregar será a especificada no projeto e deverá atender às prescrições das NBR 7480, da ABNT.



3.6.3 EQUIPAMENTOS

A escavação deve ser executada mediante a utilização racional de equipamentos adequados, que possibilitem a execução dos serviços de acordo com as condições especificadas e a produtividade requerida.

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado dependerão do tipo e dimensões do serviço a executar e o prazo para execução da obra.

No mínimo, deverão ser utilizados:

- caminhões basculantes e de carroceria,
- betoneiras ou caminhões betoneiras,
- motoniveladoras,
- pás-carregadeiras,
- rolos compactadores metálicos,
- retroescavadeiras valetadeiras
- valetadeiras,
- guinchos ou caminhões grua ou Munck,
- serras elétricas para formas
- vibradores de placa ou de imersão.

A execução dos reaterros deverá prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendidos as condições locais e a produtividade exigida.

3.6.4 EXECUÇÃO

3.6.4.1 Tubos de concreto assentados em berço de 1ª classe

Antes da execução da rede de tubos, o terreno deve ser preparado de acordo com as cotas de projeto.

Após a regularização do terreno a obra será locada com a instalação de réguas e gabaritos, obedecendo ao alinhamento, profundidade e declividades estabelecidas no projeto. As réguas deverão estar espaçadas de, no máximo, 5 (cinco) metros.

No caso de deslocamento do eixo da tubulação do leito natural recomenda-se, antes da locação da obra, executar o preenchimento da vala com pedra-de-mão



ou “rachão”, a fim de proporcionar o fluxo das águas de infiltração ou remanescentes da canalização do talvegue.

Os tubos serão assentados de modo que a bolsa de cada unidade esteja sempre na posição de montante, em relação ao escoamento das águas, e a declividade longitudinal do bueiro deverá ser sempre contínua, salvo em condições excepcionais sob aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Após atingir o grau de compactação adequada para o fundo da cava, instalar formas laterais para o berço de concreto e executar a porção inferior do berço com concreto de resistência a compressão aos 28 dias fck mínimo > 10 MPa, com a espessura de 10 cm.

Para execução dos berços dos bueiros deverão ser utilizados gabaritos e régua para melhor orientação das profundidades e declividades da canalização, e o assentamento deverá ser feito através de cruzetas.

Somente após a conclusão do berço serão feitos a colocação, o assentamento e o rejuntamento dos tubos, com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. A seguir será executada a complementação do berço envolvendo o tubo com o mesmo tipo de concreto até a altura prevista no projeto, para posterior reaterro com recobrimento mínimo de 50 cm acima da geratriz superior da canalização.

3.6.4.2 Reaterro Parcial

deverão ser testadas todas as tubulações enterradas antes de se iniciar o reaterro, de forma a permitir facilmente a correção de eventuais vazamentos nas juntas, ou qualquer dano porventura existente.

deverá haver cuidado especial com cada camada de reaterro colocado, tomando-se precaução e certificando-se que o material depositado ocupe sempre a parte inferior, podendo para isso utilizar a movimentação de pá ou o aterro hidráulico, saturando o material com água.

3.6.4.3 Reaterro Total

- o reaterro total deverá ser feito após a execução da correção de possíveis danificações porventura existentes.



execução do reaterro deverá, sempre que possível, utilizar material próprio de escavação, evitando, porém, pedras com dimensões superiores a 5 cm. As camadas deverão ser de 20 cm, adensadas até que se obtenha a compactação e densidades próximas à do terreno natural adjacente.

A distância entre dois tubos paralelos deve ser no mínimo, igual à metade do diâmetro do tubo.

O assentamento dos tubos de concreto armado deve ser executado com o máximo cuidado, sobre berços de concreto com $f_{ck} > 10$ MPa.

3.6.5 CONTROLE

O acabamento da escavação deve ser executado mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitido as seguintes tolerâncias:

- a) variação de altura máxima de $\pm 0,01$ m para o eixo, bordas e alinhamentos paralelos;
- b) variação máxima da dimensão horizontal, em qualquer direção e sentido, de 0,02 m, não se admitindo variação para menos.

O controle para as tubulações de concreto será realizado através da elaboração de ensaios dos materiais empregados, testes, diâmetro dos tubos, compactação do reaterro e verificação topográfica de cotas, alinhamentos, dimensões e locação.

3.6.5.1 Controle dos Materiais

Os tubos de concreto armado serão controlados através dos ensaios preconizados na ABNT NBR-8890/03.

Cada lote para amostragem será formado por grupo de 100 a 200 unidades de tubos não rejeitados na inspeção.

Serão retirados quatro tubos de cada lote para serem ensaiados, sendo dois tubos submetidos a ensaio de permeabilidade, dois tubos ensaiados à compressão diametral e submetidos ao ensaio de absorção.



Sempre que houver alteração no teor de umidade dos agregados deverá ser feito o ensaio de consistência do concreto de acordo com a NBR 7223, quando da execução da primeira emassada do dia, ao reinício dos trabalhos após interrupção de mais de duas horas e cada vez que forem moldados corpos de prova.

3.6.5.2 Controle da Execução

Para ensaios de resistência à compressão, ou à flexão, deverá ser feita uma amostragem mínima do concreto, dividindo-se o trabalho em lotes, de acordo com a norma da ABNT NBR-12655/92.

O concreto empregado será controlado tecnologicamente através do rompimento de corpos-de-prova à compressão simples, aos 7 dias, de acordo com as normas DNER-ES 330/97 e ABNT NBR-6118/03.

No controle de qualidade do concreto através dos ensaios de resistência à compressão, ou à flexão, o número de determinações será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme tabela seguinte:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
∞	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = nº de amostras; k = coeficiente multiplicador; ∞ = risco da CONTRATADA.														

3.6.5.3 Controle Geométrico e Verificação Final da Qualidade

O controle geométrico da execução será verificado através de levantamentos topográficos, auxiliado por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

O acompanhamento da execução, bem como das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas será feito através das Notas de Serviço, onde serão estabelecidos os elementos geométricos característicos.



O controle final da qualidade dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas. Caso seja conveniente, a FISCALIZAÇÃO deverá solicitar, a seu critério, outros processos de controle a fim de garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

3.6.5.4 Controle da Execução

O número de ensaios de massa específica aparente “in situ”, para o controle da execução, será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme tabela a seguir:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
N	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = n° de amostras					k = coeficiente multiplicador					α = risco da CONTRATADA				

As determinações do grau de compactação (GC) serão realizadas utilizando-se os valores da massa específica aparente seca, de laboratório, e da massa específica aparente “in situ”, obtida no campo.

Deverão ser obedecidos os seguintes limites:

- Corpo do Reaterro - GC > 95%;
- Camadas Finais - GC > 100%.

Controle Geométrico

O acabamento do reaterro será procedido, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, através da verificação topográfica de cotas e alinhamentos.



3.6.6 ACEITAÇÃO

Será adotado o seguinte procedimento para controle do valor mínimo da resistência à compressão, ou à flexão, do concreto:

Com os valores do coeficiente k obtidos na Tabela de Amostragem Variável, teremos:

$X_{med} - kS < \text{Valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$

$X_{med} - kS > \text{Valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço}.$

$$X_{máx} = X_{med} + S / n \times t_{(n-1)^{(1-\alpha)}}$$

$$\text{onde } S^2 = \frac{\sum (X - X_{med})^2}{n - 1}$$

$$X_{min} = X_{med} + \frac{S}{n} \times t_{(n-1)^{(1-\alpha)}}$$

$$X_{med} = \sum X / n$$

Sendo:

X - Valores individuais;

Xmed - Média da amostra;

S - Desvio Padrão da amostra;

k - Coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - Número de determinações.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico da execução serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

Para a aceitação do serviço de reaterro, a expansão determinada no ensaio de Índice de Suporte Califórnia - CBR deverá sempre apresentar o seguinte resultado:

$$\text{CBR} > \text{CBR de projeto e expansão} < 2\%$$



Serão controlados os valores mínimos para o Índice de Suporte Califórnia - CBR e para o grau de compactação (GC), com valores de k obtidos na Tabela de Amostragem Variável, admitindo-se os seguintes procedimentos:

Para CBR e GC, têm-se:

$X_{med} - kS < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$

$X_{med} - kS > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço}.$

Para a expansão, têm-se:

$X_{med} + kS > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$

$X_{med} + kS < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço}.$

$$\text{onde } S^2 = \frac{\sum (X - X_{med})^2}{n - 1}$$

$$X_{med} = \sum X / n$$

Sendo:

X - Valores individuais.

Xmed - Média da amostra.

S - Desvio Padrão da amostra.

k - Coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - Número de determinações.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico da execução serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

3.6.7 ESGOTAMENTO DE VALAS

Nos locais escavados, onde o nível do lençol freático dificultar a trabalhabilidade e execução dos serviços necessários à implantação da rede será executado esgotamento de valas através de bombeamento eletro-mecânico, utilizando bombas submersas.



Quando a escavação atingir o lençol de água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra, dever-se-á ter o cuidado de manter o fundo da vala ou cava, permanentemente drenado, impedindo-se que a água se acumule no interior da mesma. O bombeamento deverá prolongar-se até que seja reaterrada a vala e/ou se conclua a obra.

3.6.8 ESCORAMENTO DE VALAS

Nos locais escavados, onde a estabilidade das paredes laterais for insuficiente à permanência estável da seção escavada, será executado escoramento de valas.

O escoramento deverá ser executado com tábuas e pontaletes de madeira, podendo ser contínuo (ou fechado), onde existe continuidade das peças estruturais, ou descontínuo (ou aberto) onde não existe continuidade.

A metodologia empregada deverá ser aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

3.6.9 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

No decorrer das operações destinadas à execução de escavação de valas deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

Quando houver excesso de material de cortes e for impossível incorporá-los aos corpos dos aterros, serão constituídos bota-foras, devidamente compactados;

A CONTRATADA se responsabilizará pela definição do local de bota-fora e respectivo licenciamento ambiental;

Na ocorrência de taludes dos bota-foras, estes deverão ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos;

Os bota-foras deverão ser executados de forma a evitar que o escoamento das águas pluviais possa carrear o material depositado, causando assoreamentos;



Deverá ser implantado revestimento vegetal nos bota-foras, inclusive os de 3ª categoria, após a conformação final, a fim de incorporá-los à paisagem local;

O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço, fora das áreas de trabalho, deverá ser evitado tanto quanto possível, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;

As áreas de corte, após a escavação, deverão ser reconformadas com abrandamento dos taludes, de modo a suavizar contornos e reincorporá-las ao relevo natural, operação que é realizada antes do espalhamento do solo orgânico;

- As áreas de corte deverão ser convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo de águas, bem como os efeitos da erosão.

No decorrer das operações destinadas às execuções dos dispositivos de drenagem superficiais e profundas deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

Quando houver excesso de material de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, de modo a não provocar o seu entupimento, sendo conduzido para bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO;

Nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de forma a evitar a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;

- Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação da obra deverá ser feito revestimento vegetal dos bota-foras, a fim de proporcionar a manutenção das condições locais e incorporá-los à paisagem local;

O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço desnecessários deverá ser evitado, tanto quanto possível, para não causar desfiguração, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;

Nas áreas de bota-fora ou empréstimos necessários à realização das valas de saída que se instalam nas vertentes, deverão ser evitados os lançamentos de materiais de escavação que possam afetar o sistema de drenagem superficial.



Para os aterros, deverão ser adotadas as recomendações de manejo ambiental previstas na especificação Técnica de Terraplenagem para Aterros.

3.6.10 MEDIÇÃO

Serão medidos, para fins de acompanhamento dos serviços, por metro linear de tubulação executada, em relação aos seguintes diâmetros de tubulação utilizados no projeto: 0,60 m, 0,80 m e 1,00 m.

A medição será feita para fins de acompanhamento dos serviços.

O critério adotado para a medição dos bueiros de concreto é função do metro linear (m) executado desse dispositivo de drenagem acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.

3.7 Tubo de concreto armado CA 1 - D = 0,80 m

3.7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este item aplica-se aos tubos de concreto armado que são obras de arte destinadas a conduzir a água drenada em direção aos talvegues do terreno natural.

Os tubos, como parte integrante do Projeto de Drenagem, foram estudados de forma a resistir à ação das cargas como aterros e eventual pressão da água, afim de permitir um perfeito escoamento das águas que conduzirá.

Os tubos poderão ser assentados em berço de brita ou envelopados, conforme detalhado no projeto de drenagem.

3.7.2 MATERIAIS

O material de escavação para o sistema de drenagem é formado por solos. Os solos compreendem os materiais terrosos, em geral, e as alterações de rocha que ocorrem em depósitos sedimentares, podendo conter pedras e matações, e cujo desmonte se faz com equipamentos adequados sem o emprego de explosivos.



3.7.2.1 Tubos de Concreto

Os tubos de concreto armado deverão ser do tipo, classe e dimensões indicadas no projeto; serão de encaixe, tipo ponta e bolsa e deverão obedecer às exigências e prescrições da norma NBR-8890 da ABNT.

O rejununtamento a ser empregado será argamassa de cimento e areia no traço 1:4 e deverá atingir toda a circunferência da tubulação a fim de garantir sua estanqueidade.

O concreto usado para a fabricação dos tubos será confeccionado de acordo com as normas NBR 6118/03 e NBR 12654/92 e dosado experimentalmente para a resistência à compressão (f_{ck} mínimo), aos 28 dias, de 15 MPa.

Os tubos serão executados sobre berços de 1ª classe, de acordo com as dimensões indicadas em projeto, devendo o concreto ser dosado para uma resistência à compressão maior ou igual a 10 MPa.

3.7.2.2 Material Granular

O material granular é constituído pedra britada 1, limpa, isenta de argila e matérias orgânicas.

3.7.2.3 Concreto estrutural

O concreto deverá ser dosado racionalmente, devendo satisfazer às prescrições da ABNT, atendendo às resistências à compressão aos 28 dias (f_{ck}) indicadas nas plantas de detalhes do projeto.

3.7.2.4 Formas

As formas poderão ser de madeira ou metálicas, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças de concreto a que sirvam de molde.

As formas planas utilizadas para a execução das galerias serão em compensado plastificado e as demais formas, inclusive as curvas, deverão receber a indicação e aprovação da FISCALIZAÇÃO.



3.7.2.5 Armadura

A qualidade do aço a empregar será a especificada no projeto e deverá atender às prescrições das NBR 7480, da ABNT.

3.7.3 EQUIPAMENTOS

A escavação deve ser executada mediante a utilização racional de equipamentos adequados, que possibilitem a execução dos serviços de acordo com as condições especificadas e a produtividade requerida.

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado dependerão do tipo e dimensões do serviço a executar e o prazo para execução da obra.

No mínimo, deverão ser utilizados:

- caminhões basculantes e de carroceria,
- betoneiras ou caminhões betoneiras,
- motoniveladoras,
- pás-carregadeiras,
- rolos compactadores metálicos,
- retroescavadeiras valetadeiras
- valetadeiras,
- guinchos ou caminhões grua ou Munck,
- serras elétricas para formas
- vibradores de placa ou de imersão.

A execução dos reaterros deverá prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendidos as condições locais e a produtividade exigida.

3.7.4 EXECUÇÃO

3.7.4.1 Tubos de concreto assentados em berço de 1ª classe

Antes da execução da rede de tubos, o terreno deve ser preparado de acordo com as cotas de projeto.

Após a regularização do terreno a obra será locada com a instalação de régua e gabaritos, obedecendo ao alinhamento, profundidade e declividades



estabelecidas no projeto. As régua deverão estar espaçadas de, no máximo, 5 (cinco) metros.

No caso de deslocamento do eixo da tubulação do leito natural recomenda-se, antes da locação da obra, executar o preenchimento da vala com pedra-de-mão ou “rachão”, a fim de proporcionar o fluxo das águas de infiltração ou remanescentes da canalização do talvegue.

Os tubos serão assentados de modo que a bolsa de cada unidade esteja sempre na posição de montante, em relação ao escoamento das águas, e a declividade longitudinal do bueiro deverá ser sempre contínua, salvo em condições excepcionais sob aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Após atingir o grau de compactação adequada para o fundo da cava, instalar formas laterais para o berço de concreto e executar a porção inferior do berço com concreto de resistência a compressão aos 28 dias fck mínimo > 10 MPa, com a espessura de 10 cm.

Para execução dos berços dos bueiros deverão ser utilizados gabaritos e régua para melhor orientação das profundidades e declividades da canalização, e o assentamento deverá ser feito através de cruzetas.

Somente após a conclusão do berço serão feitos a colocação, o assentamento e o rejuntamento dos tubos, com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. A seguir será executada a complementação do berço envolvendo o tubo com o mesmo tipo de concreto até a altura prevista no projeto, para posterior reaterro com recobrimento mínimo de 50 cm acima da geratriz superior da canalização.

3.7.4.2 Reaterro Parcial

deverão ser testadas todas as tubulações enterradas antes de se iniciar o reaterro, de forma a permitir facilmente a correção de eventuais vazamentos nas juntas, ou qualquer dano porventura existente.

deverá haver cuidado especial com cada camada de reaterro colocado, tomando-se precaução e certificando-se que o material depositado ocupe sempre a parte inferior, podendo para isso utilizar a movimentação de pá ou o aterro hidráulico, saturando o material com água.



3.7.4.3 Reaterro Total

- o reaterro total deverá ser feito após a execução da correção de possíveis danificações porventura existentes.

execução do reaterro deverá, sempre que possível, utilizar material próprio de escavação, evitando, porém, pedras com dimensões superiores a 5 cm. As camadas deverão ser de 20 cm, adensadas até que se obtenha a compactação e densidades próximas à do terreno natural adjacente.

A distância entre dois tubos paralelos deve ser no mínimo, igual à metade do diâmetro do tubo.

O assentamento dos tubos de concreto armado deve ser executado com o máximo cuidado, sobre berços de concreto com $f_{ck} > 10$ MPa.

3.7.5 CONTROLE

O acabamento da escavação deve ser executado mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitido as seguintes tolerâncias:

a) variação de altura máxima de $\pm 0,01$ m para o eixo, bordas e alinhamentos paralelos;

b) variação máxima da dimensão horizontal, em qualquer direção e sentido, de 0,02 m, não se admitindo variação para menos.

O controle para as tubulações de concreto será realizado através da elaboração de ensaios dos materiais empregados, testes, diâmetro dos tubos, compactação do reaterro e verificação topográfica de cotas, alinhamentos, dimensões e locação.

3.7.5.1 Controle dos Materiais

Os tubos de concreto armado serão controlados através dos ensaios preconizados na ABNT NBR-8890/03.



Cada lote para amostragem será formado por grupo de 100 a 200 unidades de tubos não rejeitados na inspeção.

Serão retirados quatro tubos de cada lote para serem ensaiados, sendo dois tubos submetidos a ensaio de permeabilidade, dois tubos ensaiados à compressão diametral e submetidos ao ensaio de absorção.

Sempre que houver alteração no teor de umidade dos agregados deverá ser feito o ensaio de consistência do concreto de acordo com a NBR 7223, quando da execução da primeira emassada do dia, ao reinício dos trabalhos após interrupção de mais de duas horas e cada vez que forem moldados corpos de prova.

3.7.5.2 Controle da Execução

Para ensaios de resistência à compressão, ou à flexão, deverá ser feita uma amostragem mínima do concreto, dividindo-se o trabalho em lotes, de acordo com a norma da ABNT NBR-12655/92.

O concreto empregado será controlado tecnologicamente através do rompimento de corpos-de-prova à compressão simples, aos 7 dias, de acordo com as normas DNER-ES 330/97 e ABNT NBR-6118/03.

No controle de qualidade do concreto através dos ensaios de resistência à compressão, ou à flexão, o número de determinações será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme tabela seguinte:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
∞	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

n = nº de amostras; k = coeficiente multiplicador; ∞ = risco da CONTRATADA.

3.7.5.3 Controle Geométrico e Verificação Final da Qualidade



O controle geométrico da execução será verificado através de levantamentos topográficos, auxiliado por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

O acompanhamento da execução, bem como das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas será feito através das Notas de Serviço, onde serão estabelecidos os elementos geométricos característicos.

O controle final da qualidade dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas. Caso seja conveniente, a FISCALIZAÇÃO deverá solicitar, a seu critério, outros processos de controle a fim de garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

3.7.5.4 Controle da Execução

O número de ensaios de massa específica aparente “in situ”, para o controle da execução, será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme tabela a seguir:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
N	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = n° de amostras k = coeficiente multiplicador α = risco da CONTRATADA														

As determinações do grau de compactação (GC) serão realizadas utilizando-se os valores da massa específica aparente seca, de laboratório, e da massa específica aparente “in situ”, obtida no campo.

Deverão ser obedecidos os seguintes limites:

- Corpo do Reaterro - GC > 95%;
- Camadas Finais - GC > 100%.



Controle Geométrico

O acabamento do reaterro será procedido, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, através da verificação topográfica de cotas e alinhamentos.

3.7.6 ACEITAÇÃO

Será adotado o seguinte procedimento para controle do valor mínimo da resistência à compressão, ou à flexão, do concreto:

Com os valores do coeficiente k obtidos na Tabela de Amostragem Variável, teremos:

$X_{med} - kS < \text{Valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$

$X_{med} - kS > \text{Valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço}.$

$$X_{máx} = X_{med} + S / n \times t_{(n-1)}^{(1-\alpha)}$$

$$\text{onde } S^2 = \frac{\sum (X - X_{med})^2}{n - 1}$$

$$X_{min} = X_{med} + \frac{S}{n} \times t_{(n-1)}^{(1-\alpha)}$$

$$X_{med} = \sum X / n$$

Sendo:

X - Valores individuais;

Xmed - Média da amostra;

S - Desvio Padrão da amostra;

k - Coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - Número de determinações.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico da execução serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.



Para a aceitação do serviço de reaterro, a expansão determinada no ensaio de Índice de Suporte Califórnia - CBR deverá sempre apresentar o seguinte resultado:

$$\text{CBR} > \text{CBR de projeto e expansão} < 2\%$$

Serão controlados os valores mínimos para o Índice de Suporte Califórnia - CBR e para o grau de compactação (GC), com valores de k obtidos na Tabela de Amostragem Variável, admitindo-se os seguintes procedimentos:

Para CBR e GC, têm-se:

$X_{med} - kS < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$

$X_{med} - kS > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço}.$

Para a expansão, têm-se:

$X_{med} + kS > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço};$

$X_{med} + kS < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço}.$

$$\text{onde } S^2 = \frac{\sum (X - X_{med})^2}{n - 1}$$

$$X_{med} = \sum X / n$$

Sendo:

X - Valores individuais.

Xmed - Média da amostra.

S - Desvio Padrão da amostra.

k - Coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - Número de determinações.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico da execução serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.



3.7.7 ESGOTAMENTO DE VALAS

Nos locais escavados, onde o nível do lençol freático dificultar a trabalhabilidade e execução dos serviços necessários à implantação da rede será executado esgotamento de valas através de bombeamento eletro-mecânico, utilizando bombas submersas.

Quando a escavação atingir o lençol de água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra, dever-se-á ter o cuidado de manter o fundo da vala ou cava, permanentemente drenado, impedindo-se que a água se acumule no interior da mesma. O bombeamento deverá prolongar-se até que seja reaterrada a vala e/ou se conclua a obra.

3.7.8 ESCORAMENTO DE VALAS

Nos locais escavados, onde a estabilidade das paredes laterais for insuficiente à permanência estável da seção escavada, será executado escoramento de valas.

O escoramento deverá ser executado com tábuas e pontaletes de madeira, podendo ser contínuo (ou fechado), onde existe continuidade das peças estruturais, ou descontínuo (ou aberto) onde não existe continuidade.

A metodologia empregada deverá ser aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

3.7.9 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

No decorrer das operações destinadas à execução de escavação de valas deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

Quando houver excesso de material de cortes e for impossível incorporá-los aos corpos dos aterros, serão constituídos bota-foras, devidamente compactados;

A CONTRATADA se responsabilizará pela definição do local de bota-fora e respectivo licenciamento ambiental;

Na ocorrência de taludes dos bota-foras, estes deverão ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos;



Os bota-foras deverão ser executados de forma a evitar que o escoamento das águas pluviais possa carrear o material depositado, causando assoreamentos;

Deverá ser implantado revestimento vegetal nos bota-foras, inclusive os de 3ª categoria, após a conformação final, a fim de incorporá-los à paisagem local;

O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço, fora das áreas de trabalho, deverá ser evitado tanto quanto possível, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;

As áreas de corte, após a escavação, deverão ser reconformadas com abrandamento dos taludes, de modo a suavizar contornos e reincorporá-las ao relevo natural, operação que é realizada antes do espalhamento do solo orgânico;

As áreas de corte deverão ser convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo de águas, bem como os efeitos da erosão.

No decorrer das operações destinadas às execuções dos dispositivos de drenagem superficiais e profundas deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

Quando houver excesso de material de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, de modo a não provocar o seu entupimento, sendo conduzido para bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO;

Nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de forma a evitar a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;

Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação da obra deverá ser feito revestimento vegetal dos bota-foras, a fim de proporcionar a manutenção das condições locais e incorporá-los à paisagem local;

O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço desnecessários deverá ser evitado, tanto quanto possível, para não causar desfiguração, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;



Nas áreas de bota-fora ou empréstimos necessários à realização das valas de saída que se instalam nas vertentes, deverão ser evitados os lançamentos de materiais de escavação que possam afetar o sistema de drenagem superficial.

Para os aterros, deverão ser adotadas as recomendações de manejo ambiental previstas na especificação Técnica de Terraplenagem para Aterros.

3.7.10 MEDIÇÃO

Serão medidos, para fins de acompanhamento dos serviços, por metro linear de tubulação executada, em relação aos seguintes diâmetros de tubulação utilizados no projeto: 0,60 m, 0,80 m e 1,00 m.

A medição será feita para fins de acompanhamento dos serviços.

O critério adotado para a medição dos bueiros de concreto é função do metro linear (m) executado desse dispositivo de drenagem acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.

3.8 Dissipador de energia - DED 01

3.8.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Não é permitida a execução dos serviços objeto desta especificação:

Sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;

Sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;

Sem o fornecimento de nota de serviço pelo DER/PR;
em dias de chuva;

Na ausência de projeto-tipo específico, devem ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DER/PR, que constem do Álbum de Projetos-Tipo do DER/PR.



3.8.2 MATERIAIS

3.8.2.1 Concreto

O concreto, utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deve ser dosado racional e experimentalmente para a resistência característica à compressão mínima (f_{ck}) min. igual àquela especificada no respectivo projeto-tipo.

O concreto utilizado deve ser preparado de acordo com o prescrito na NBR 12654 e NBR 12655, além de atender ao que dispõem as especificações do DER/PR.

3.8.2.2 Concreto ciclópico

Os dissipadores de energia também podem ser executados em concreto ciclópico, utilizando-se na sua confecção pedra-de-mão com diâmetro aproximado de 10 cm e concreto com as características indicadas abaixo:

Deve atender a NBR 6136/94 e NBR 10837/89;

Possuir resistência mínima: 4,5 MPa.

3.8.2.3 Pedra Argamassada

A argamassa a utilizar deve ser de cimento e areia, no traço de 1:3 e preparada, preferencialmente, em betoneira.

O diâmetro da pedra-de-mão deve estar situado entre 10 a 15 cm. A pedra utilizada deve ser originária de rocha sã e estável.

3.8.2.4 Concreto armado

Em razão de sua localização em terreno de grande declividade ou passível de deformação, ou quando indicado em projeto, **o dissipador de energia deve ser executado em concreto armado**. Neste caso, as dimensões, fôrmas e armaduras a adotar são aquelas indicadas no respectivo projeto.

3.8.2.5 Armadura e fôrmas:

O aço, quando utilizado, e as fôrmas de madeira devem estar de acordo com as especificações do DER/PR, respectivamente, ES-OA 03/05 e ES-OA 05/05.



3.8.3 EXECUÇÃO

A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

Os dissipadores de energia são moldados "in loco", distinguindo-se os quatro tipos básicos, antes citados: dissipadores constituídos por alvenaria de pedra argamassada, dissipadores constituídos por caixa de concreto preenchida com alvenaria de pedra argamassada e dissipadores de concreto providos de dentes ou com fundo em degraus. As etapas executivas estão descritas a seguir.

3.8.3.1 Dissipadores de alvenaria de pedra argamassada

- Escavação do terreno na extremidade de jusante do dispositivo cujo fluxo deve ter sua energia dissipada, atendendo às dimensões estabelecidas no projeto-tipo adotado.
- Compactação da superfície resultante após escavações.
- Preenchimento da porção inferior da escavação regularizada com argamassa cimento- areia, traço 1:3, em espessura de cerca de 5 cm.
- Preenchimento da escavação com a pedra-de-mão argamassada.

3.8.3.2 Dissipadores constituídos por caixa de concreto preenchida por alvenaria de pedra argamassada

- Escavação do terreno de forma a proporcionar a confecção prevista no projeto-tipo adotado.
- Compactação da superfície resultante da escavação.
- Instalação das fôrmas laterais.
- Lançamento do concreto destinado à caixa, fazendo-se o adensamento do concreto por vibração manual ou mecânica.
- Retirada das fôrmas, após cura do concreto.
- Preenchimento da caixa com pedra-de-mão argamassada. Previamente, espalhar sobre o concreto da caixa uma camada de argamassa de cimento-areia, traço 1:3, em espessura de 5 cm.



- Complementação de eventuais espaços laterais, decorrentes da instalação de fôrmas, com solo local fortemente compactado.

3.8.3.3 Dissipadores de concreto provido de dentes

- Escavação do terreno de forma a proporcionar a confecção prevista no projeto-tipo adotado.
- Compactação da superfície resultante da escavação.
- Instalação das fôrmas necessárias à moldagem da base e dos dentes.
- Colocação das armaduras, se indicadas no projeto-tipo.
- Lançamento e vibração do concreto.
- Retirada das fôrmas, após cura do concreto.
- Complementação de eventuais espaços laterais, decorrentes da instalação de fôrmas, com solo local fortemente compactado.

3.8.3.4 Dissipadores de concreto com fundo em degraus

A sistemática construtiva destes dispositivos desenvolve-se da mesma forma que no caso dos dissipadores com dentes ressaltando-se que, para a sua implantação, a escavação deve dispor do fundo da canalização com o escalonamento dos diversos patamares com declividade inferior ao terreno natural. Por esta razão, torna-se necessário um rigoroso controle da altimetria do dispositivo e cuidados particulares quanto às paredes da canalização que, dispondo de alturas variáveis, necessitam maior atenção na compactação do terreno de fundação, no reaterro e na estrutura dos degraus.

3.8.3.5 Recomendações gerais

O nível das saídas d'água deve estar no mesmo nível do terreno.

Devem ser evitadas escavações que excedam as dimensões do dissipador de energia e requeiram complementação com solo local compactado, gerando possíveis pontos de erosão.

O concreto utilizado deve ser preparado em betoneiras, com fator água/cimento apenas suficiente para alcançar boa operacionalidade.



O concreto deve ser preparado em quantidade suficiente para uso imediato, não se permitindo o lançamento após mais de 1 hora do seu preparo, e nem o seu retemperamento.

A argamassa cimento-areia deve ser preparada, preferencialmente, em betoneira.

Dar especial atenção à conexão das saídas dos dispositivos de drenagem com dissipadores de energia, evitando pontos fracos ou infiltração de água. Caso necessário, rejuntar a zona de contato com cimento asfáltico.

3.8.4 CONTROLE

Todo o material excedente proveniente de escavação ou sobras deve ser removido das proximidades dos dispositivos e depositado em bota-fora, em local aprovado pelo DER/PR, de forma a não provocar o seu entupimento e não ser conduzido para os cursos d'água.

Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação das obras, devem ser tomadas medidas que proporcionem a manutenção das condições locais, através de replantio da vegetação local ou grama.

Como em geral as águas de drenagem superficial afetam as condições de escoamento difuso e conseqüentemente dos mananciais locais, durante a execução dos dispositivos ou após a sua conclusão, deve ser mantida a qualidade das águas e sua potabilidade, impedindo-se a sua contaminação, especialmente, por despejos sanitários.

O trânsito de equipamentos e veículos de serviço fora das áreas de trabalho deve ser evitado tanto quanto possível, principalmente onde há alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico.

Nas áreas de bota-fora e de empréstimos, necessários à realização dos dispositivos, devem ser evitados os lançamentos de materiais de escavação que afetem o sistema de drenagem superficial.

Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.



3.8.5 ACEITAÇÃO

O serviço é aceito quando atendidas as condições descritas a seguir.

Todos os ensaios dos materiais devem atender aos requisitos especificados em 3.8.2.

O acabamento é julgado satisfatório.

Os serviços estão em perfeitas condições de conservação e funcionamento.

As dimensões transversais avaliadas não são divergentes das de projeto de mais do que 5%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessura efetuadas encontram-se situadas no intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura de projeto.

A resistência à ação mecânica da pedra-de-mão argamassada, avaliada "in situ", é julgada satisfatória.

No caso de o serviço não atender ao disposto acima, o serviço deve ser rejeitado, devendo ser removido e substituído por material de boa qualidade.

No caso de o serviço não atender a uma ou mais condições descritas acima, deve ser providenciada a correção do serviço, complementando-se as suas dimensões.

No caso de não atender às acima, a executante deve refazer ou melhorar o acabamento e/ou conferir ao dispositivo condições satisfatórias, indicadas pelo DER/PR, quanto a sua conservação e funcionamento.

3.8.6 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

Todo o material excedente proveniente de escavação ou sobras deve ser removido das proximidades dos dispositivos e depositado em bota-fora, em local aprovado pelo DER/PR, de forma a não provocar o seu entupimento e não ser conduzido para os cursos d'água.



Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação das obras, devem ser tomadas medidas que proporcionem a manutenção das condições locais, através de replantio da vegetação local ou grama.

Como em geral as águas de drenagem superficial afetam as condições de escoamento difuso e conseqüentemente dos mananciais locais, durante a execução dos dispositivos ou após a sua conclusão, deve ser mantida a qualidade das águas e sua potabilidade, impedindo-se a sua contaminação, especialmente, por despejos sanitários.

O trânsito de equipamentos e veículos de serviço fora das áreas de trabalho deve ser evitado tanto quanto possível, principalmente onde há alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico.

Nas áreas de bota-fora e de empréstimos, necessários à realização dos dispositivos, devem ser evitados os lançamentos de materiais de escavação que afetem o sistema de drenagem superficial.

Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

3.8.7 MEDIÇÃO

Os serviços executados e recebidos na forma descrita são medidos de acordo com o descrito a seguir.

- Escavação: é avaliado o volume de material escavado, expresso em metros cúbicos.
- Concreto: é determinado o volume de concreto aplicado, separadamente para cada resistência especificada, expresso em metros cúbicos.
- Fôrmas: é determinada a área de formas utilizada, expressa em metros quadrados.
- Apiloamento: é determinado o volume de solo apilado, expresso em metros cúbicos, em não conformidades com as seções transversais indicadas em 3.8.2.



- Alvenaria de pedra-de-mão argamassada: é determinado o volume de alvenaria de pedra-de-mão argamassada, expresso em metros cúbicos.
- Aço: é determinada a massa utilizada, expressa em quilogramas

3.9 Descida d'água aterros em degraus - DAD 03

3.9.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esta especificação fixa as diretrizes para a execução das descidas d'água de aterros em degrau (DAD) e das descidas de corte em degraus (DCD), a serem construídas.

3.9.2 MATERIAIS

As formas serão de madeira, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças de concreto a que sirvam de molde.

O material utilizado na execução das descidas d'água será o concreto.

O concreto, onde as pedras de mão são adicionadas, deve possuir resistência característica a compressão mínima de 15 MPa.

3.9.3 EXECUÇÃO

3.9.3.1 Formas

Deverão atender ao prescrito na especificação DNER-ES-333/97.

As formas só poderão ser retiradas quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, já se achar o concreto suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam. Todavia, tais prazos não deverão ser inferiores a 3 dias. Este prazo poderá ser reduzido, conforme preconiza a NBR 6118/03 (NB-1) da ABNT, ou quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, forem adotados concretos com cimento de alta resistência inicial ou com aditivos aceleradores de endurecimento.



3.9.3.2 Concreto

As descidas d'água serão executadas segundo as dimensões, cotas e detalhes previstos no projeto.

Iniciar-se-á pelo preparo do solo de fundação, sua correta regularização e compactação, a seguir, será procedida a concretagem da laje da calçada e o preparo das formas e escoramentos. Em seguida, far-se-á o lançamento do concreto.

3.9.3.3 Acabamento

Após o término da obra serão corrigidos os defeitos de ligação entre as caixas coletoras, eliminadas eventuais erosões, todas as imperfeições aparentes e efetuada a limpeza de sedimentos e detritos.

Todas as superfícies do concreto deverão ter um acabamento comum, isto é, serão argamassadas todas as imperfeições do concreto verificadas após a retirada das formas. As superfícies deverão apresentar-se lisas e uniformes, sem "nichos" ou saliências.

3.9.4 CONTROLE

Os dispositivos serão controlados, no que diz respeito às cotas, alinhamentos, dimensões e locação, topograficamente, antes e após a conclusão dos serviços, com base nos elementos previstos no projeto e, sempre que a FISCALIZAÇÃO julgar necessário solicitará ensaios dos materiais empregados.

3.9.5 ACEITAÇÃO

O serviço será considerado como aceito desde que as dimensões internas dos dispositivos atendam os indicados no projeto, com tolerâncias de 10% em pontos isolados.



3.9.6 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

No decorrer das operações destinadas as execuções dos dispositivos de drenagem superficiais e profundas deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

Quando houver excesso de material de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, de modo a não provocar o seu entupimento, sendo conduzido para bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO;

Nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de forma a evitar a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;

- Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação da obra deverá ser feito revestimento vegetal dos bota-foras, a fim de proporcionar a manutenção das condições locais e incorporá-los à paisagem local;
- O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço desnecessários deverá ser evitado, tanto quanto possível, para não causar desfiguração, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;
- Nas áreas de bota-fora ou empréstimos necessários à realização das valas de saída que se instalam nas vertentes, deverão ser evitados os lançamentos de materiais de escavação que possam afetar o sistema de drenagem superficial.

3.9.7 MEDIÇÃO

A medição será feita para fins de acompanhamento dos serviços.

O critério adotado para a medição descidas d'água moldadas "in loco" é função da unidade (unid.) executada desse dispositivo de drenagem, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.



3.10 Descida d'água aterros em degraus - DAD 04

3.10.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esta especificação fixa as diretrizes para a execução das descidas d'água de aterros em degrau (DAD) e das descidas de corte em degraus (DCD), a serem construídas.

3.10.2 MATERIAIS

As formas serão de madeira, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças de concreto a que sirvam de molde.

O material utilizado na execução das descidas d'água será o concreto.

O concreto, onde as pedras de mão são adicionadas, deve possuir resistência característica a compressão mínima de 15 MPa.

3.10.3 EXECUÇÃO

3.10.3.1 Formas

Deverão atender ao prescrito na especificação DNER-ES-333/97.

As formas só poderão ser retiradas quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, já se achar o concreto suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam. Todavia, tais prazos não deverão ser inferiores a 3 dias. Este prazo poderá ser reduzido, conforme preconiza a NBR 6118/03 (NB-1) da ABNT, ou quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, forem adotados concretos com cimento de alta resistência inicial ou com aditivos aceleradores de endurecimento.

3.10.3.2 Concreto

As descidas d'água serão executadas segundo as dimensões, cotas e detalhes previstos no projeto.

Iniciar-se-á pelo preparo do solo de fundação, sua correta regularização e compactação, a seguir, será procedida a concretagem da laje da calçada e o



preparo das formas e escoramentos. Em seguida, far-se-á o lançamento do concreto.

3.10.3.3 Acabamento

Após o término da obra serão corrigidos os defeitos de ligação entre as caixas coletoras, eliminadas eventuais erosões, todas as imperfeições aparentes e efetuada a limpeza de sedimentos e detritos.

Todas as superfícies do concreto deverão ter um acabamento comum, isto é, serão argamassadas todas as imperfeições do concreto verificadas após a retirada das formas. As superfícies deverão apresentar-se lisas e uniformes, sem "nichos" ou saliências.

3.10.4 CONTROLE

Os dispositivos serão controlados, no que diz respeito às cotas, alinhamentos, dimensões e locação, topograficamente, antes e após a conclusão dos serviços, com base nos elementos previstos no projeto e, sempre que a FISCALIZAÇÃO julgar necessário solicitará ensaios dos materiais empregados.

3.10.5 ACEITAÇÃO

O serviço será considerado como aceito desde que as dimensões internas dos dispositivos atendam os indicados no projeto, com tolerâncias de 10% em pontos isolados.

3.10.6 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

No decorrer das operações destinadas as execuções dos dispositivos de drenagem superficiais e profundas deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

Quando houver excesso de material de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, de modo a não provocar o seu entupimento, sendo conduzido para bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO;



Nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de forma a evitar a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;

- Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação da obra deverá ser feito revestimento vegetal dos botas-foras, a fim de proporcionar a manutenção das condições locais e incorporá-los à paisagem local;
- O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço desnecessários deverá ser evitado, tanto quanto possível, para não causar desfiguração, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;
- Nas áreas de bota-fora ou empréstimos necessários à realização das valas de saída que se instalam nas vertentes, deverão ser evitados os lançamentos de materiais de escavação que possam afetar o sistema de drenagem superficial.

3.10.7 MEDIÇÃO

A medição será feita para fins de acompanhamento dos serviços.

O critério adotado para a medição descidas d'água moldadas "in loco" é função da unidade (unid.) executada desse dispositivo de drenagem, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.

3.11 Descida d'água cortes em degraus - DCD 03

3.11.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esta especificação fixa as diretrizes para a execução das descidas d'água de aterros em degrau (DAD) e das descidas de corte em degraus (DCD), a serem construídas.



3.11.2 MATERIAIS

As formas serão de madeira, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças de concreto a que sirvam de molde.

O material utilizado na execução das descidas d'água será o concreto.

O concreto, onde as pedras de mão são adicionadas, deve possuir resistência característica a compressão mínima de 15 MPa.

3.11.3 EXECUÇÃO

3.11.3.1 Formas

Deverão atender ao prescrito na especificação DNER-ES-333/97.

As formas só poderão ser retiradas quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, já se achar o concreto suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam. Todavia, tais prazos não deverão ser inferiores a 3 dias. Este prazo poderá ser reduzido, conforme preconiza a NBR 6118/03 (NB-1) da ABNT, ou quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, forem adotados concretos com cimento de alta resistência inicial ou com aditivos aceleradores de endurecimento.

3.11.3.2 Concreto

As descidas d'água serão executadas segundo as dimensões, cotas e detalhes previstos no projeto.

Iniciar-se-á pelo preparo do solo de fundação, sua correta regularização e compactação, a seguir, será procedida a concretagem da laje da calçada e o preparo das formas e escoramentos. Em seguida, far-se-á o lançamento do concreto.

3.11.3.3 Acabamento

Após o término da obra serão corrigidos os defeitos de ligação entre as caixas coletoras, eliminadas eventuais erosões, todas as imperfeições aparentes e efetuada a limpeza de sedimentos e detritos.

Todas as superfícies do concreto deverão ter um acabamento comum, isto é, serão argamassadas todas as imperfeições do concreto verificadas após a retirada



das formas. As superfícies deverão apresentar-se lisas e uniformes, sem "nichos" ou saliências.

3.11.4 CONTROLE

Os dispositivos serão controlados, no que diz respeito às cotas, alinhamentos, dimensões e locação, topograficamente, antes e após a conclusão dos serviços, com base nos elementos previstos no projeto e, sempre que a FISCALIZAÇÃO julgar necessário solicitará ensaios dos materiais empregados.

3.11.5 ACEITAÇÃO

O serviço será considerado como aceito desde que as dimensões internas dos dispositivos atendam os indicados no projeto, com tolerâncias de 10% em pontos isolados.

3.11.6 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

No decorrer das operações destinadas as execuções dos dispositivos de drenagem superficiais e profundas deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

Quando houver excesso de material de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, de modo a não provocar o seu entupimento, sendo conduzido para bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO;

Nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de forma a evitar a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;

- Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação da obra deverá ser feito revestimento vegetal dos bota-foras, a fim de proporcionar a manutenção das condições locais e incorporá-los à paisagem local;
- O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço desnecessários deverá ser evitado, tanto quanto possível, para não causar



desfiguração, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;

- Nas áreas de bota-fora ou empréstimos necessários à realização das valas de saída que se instalam nas vertentes, deverão ser evitados os lançamentos de materiais de escavação que possam afetar o sistema de drenagem superficial.

3.11.7 MEDIÇÃO

A medição será feita para fins de acompanhamento dos serviços.

O critério adotado para a medição descidas d'água moldadas "in loco" é função da unidade (unid.) executada desse dispositivo de drenagem, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.

3.12 Descida d'água cortes em degraus - DCD 04

3.12.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esta especificação fixa as diretrizes para a execução das descidas d'água de aterros em degrau (DAD) e das descidas de corte em degraus (DCD), a serem construídas.

3.12.2 MATERIAIS

As formas serão de madeira, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças de concreto a que sirvam de molde.

O material utilizado na execução das descidas d'água será o concreto.

O concreto, onde as pedras de mão são adicionadas, deve possuir resistência característica a compressão mínima de 15 MPa.



3.12.3 EXECUÇÃO

3.12.3.1 Formas

Deverão atender ao prescrito na especificação DNER-ES-333/97.

As formas só poderão ser retiradas quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, já se achar o concreto suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam. Todavia, tais prazos não deverão ser inferiores a 3 dias. Este prazo poderá ser reduzido, conforme preconiza a NBR 6118/03 (NB-1) da ABNT, ou quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, forem adotados concretos com cimento de alta resistência inicial ou com aditivos aceleradores de endurecimento.

3.12.3.2 Concreto

As descidas d'água serão executadas segundo as dimensões, cotas e detalhes previstos no projeto.

Iniciar-se-á pelo preparo do solo de fundação, sua correta regularização e compactação, a seguir, será procedida a concretagem da laje da calçada e o preparo das formas e escoramentos. Em seguida, far-se-á o lançamento do concreto.

3.12.3.3 Acabamento

Após o término da obra serão corrigidos os defeitos de ligação entre as caixas coletoras, eliminadas eventuais erosões, todas as imperfeições aparentes e efetuada a limpeza de sedimentos e detritos.

Todas as superfícies do concreto deverão ter um acabamento comum, isto é, serão argamassadas todas as imperfeições do concreto verificadas após a retirada das formas. As superfícies deverão apresentar-se lisas e uniformes, sem "nichos" ou saliências.

3.12.4 CONTROLE

Os dispositivos serão controlados, no que diz respeito às cotas, alinhamentos, dimensões e locação, topograficamente, antes e após a conclusão dos serviços,



com base nos elementos previstos no projeto e, sempre que a FISCALIZAÇÃO julgar necessário solicitará ensaios dos materiais empregados.

3.12.5 ACEITAÇÃO

O serviço será considerado como aceito desde que as dimensões internas dos dispositivos atendam os indicados no projeto, com tolerâncias de 10% em pontos isolados.

3.12.6 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

No decorrer das operações destinadas as execuções dos dispositivos de drenagem superficiais e profundas deverão ser observados cuidados visando a preservação do meio-ambiente, tais que:

Quando houver excesso de material de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, de modo a não provocar o seu entupimento, sendo conduzido para bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO;

Nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de forma a evitar a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;

- Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação da obra deverá ser feito revestimento vegetal dos botas-foras, a fim de proporcionar a manutenção das condições locais e incorporá-los à paisagem local;
- O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço desnecessários deverá ser evitado, tanto quanto possível, para não causar desfiguração, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico;
- Nas áreas de bota-fora ou empréstimos necessários à realização das valas de saída que se instalam nas vertentes, deverão ser evitados os lançamentos de materiais de escavação que possam afetar o sistema de drenagem superficial.



3.12.7 MEDIÇÃO

A medição será feita para fins de acompanhamento dos serviços.

O critério adotado para a medição descidas d'água moldadas "in loco" é função da unidade (unid.) executada desse dispositivo de drenagem, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.

3.13 Caixa - CCS01

3.13.1 CONDIÇÕES GERAIS

Os dispositivos abrangidos por esta Especificação serão executados de acordo com as indicações do projeto.

Na ausência de projetos específicos deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNER que constam do Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.

3.13.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Basicamente os dispositivos de drenagem abrangidos por esta Norma serão executados em concreto de cimento, moldados "in loco" ou pré-moldados, podendo ainda serem executados em concreto armado ou de alvenaria, devendo satisfazer às condições:

3.13.3 MATERIAIS

3.13.3.1 Concreto de cimento

O concreto, quando utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ck}) min., aos 28 dias de 15Mpa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118/80 e NBR 12655/96, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.



3.13.3.2 Concreto ciclópico

Os dispositivos também poderão ser feitos com concreto ciclópico, utilizando-se na sua confecção pedra-de-mão com diâmetro de 10 a 15 cm, com preenchimento dos vazios com concreto de cimento com as características indicadas no item 5.1.1.

No caso de uso de concreto ciclópico com berço de pedra argamassada ou arrumada, a pedra-de-mão utilizada deverá ser originária de rocha sã e estável, apresentando os mesmos requisitos qualitativos exigidos para a pedra britada destinada à confecção do concreto.

3.13.3.3 Concreto armado

Em razão de sua localização em terreno de grande declividade ou passível de deformação as caixas coletoras deverão ser executadas em concreto armado adotando-se no caso as dimensões, fôrmas e armaduras recomendadas no projeto, executando os serviços de acordo com as normas NBR 6118/80, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97, no que couberem.

3.13.3.4 Alvenaria

Além dos materiais apresentados as caixas coletoras, principalmente aquelas com menores dimensões, poderão ser executadas com alvenaria de blocos de concreto, pedra argamassada ou tijolo cerâmico, devendo obedecer para cada caso as normas vigentes da ABNT e do DNER.

3.13.4 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- Caminhão basculante;



- Caminhão de carroceria fixa;
- Betoneira ou caminhão betoneira;
- Motoniveladora;
- Pá-carregadeira;
- Rolo compactador metálico;
- Retroescavadeira ou valetadeira;
- Guincho ou caminhão com grua ou Munck;
- Serra elétrica para fôrmas
- Compactadores manuais
- Vibradores para concreto.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.

3.13.5 EXECUÇÃO

O processo executivo para implantação das caixas coletoras, bocas e alas é similar ao utilizado para os demais dispositivos de concreto de cimento, podendo-se adotar fôrmas de madeira ou metálicas.

Em função da posição relativa dos dispositivos em relação ao ponto de suprimento, o concreto deverá ser lançado na fôrma preferencialmente por bombeamento.

Caso venha a ser utilizada calha em forma de “bica” deverão ser adotadas rotinas de controle de modo a reduzir a segregação dos materiais componentes do concreto, não sendo permitido o basculamento diretamente na fôrma.



3.13.5.1 Processo executivo

O processo executivo mais utilizado refere-se ao emprego de dispositivos moldados “in loco” com emprego de fôrmas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

- Escavação das cavas para assentamento do dispositivo, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- Regularização do fundo escavado com compactação com emprego de compactador mecânico e com controle de umidade a fim de garantir o suporte necessário para a caixa, a boca ou ala, em geral de considerável peso próprio;
- Lançamento de concreto magro com utilização de concreto de cimento amassado em betoneira ou produzido em usina e transportado para o local em caminhão betoneira, sendo o concreto dosado experimentalmente para resistência característica à compressão (f_{ck} min), aos 28 dias de 11 Mpa;
- Instalação das fôrmas laterais e das paredes de dispositivos acessórios, com adequado cimbramento, limitando-se os segmentos a serem concretados em cada etapa, adotando-se as juntas de dilatação estabelecidas no projeto.
- No caso de dispositivos para os quais convergem canalizações circulares as
- paredes somente poderão ser iniciadas após a colocação e amarração dos tubos, assegurando-se ainda da execução de reforço no perímetro da tubulação;



- Colocação e amarração das armaduras definidas pelo projeto, no caso de utilização de estrutura de concreto armado;
- Lançamento e vibração do concreto tomando-se as precauções anteriormente mencionadas;
- Retirada das guias e das fôrmas que somente poderá ser feita após a cura do concreto, somente iniciando-se o reaterro lateral após a total desforma;
- Os dispositivos deverão ser protegidos para que não haja a queda de materiais soltos para o seu interior, o que poderia causar sua obstrução;
- Recomposição do terreno lateral às paredes, com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação;
- Sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feita substituição por areia ou pó-de-pedra, fazendo-se o preenchimento dos vazios com adensamento com adequada umidade;
- No caso de utilização de concreto ciclópico, deverão ser feitos o lançamento e arrumação cuidadosa da pedra de mão, evitando-se a contaminação com torrões de argila ou lama;
- No caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura;



- Para execução do dispositivo com alvenaria de cimento ou pedra deverão ser adotadas
- Juntas desencontradas, com controle destas juntas com o uso de prumos e níveis, de modo a assegurar-se da estabilidade das paredes;
- Quando forem utilizadas grelhas ou tampas somente será permitida a sua colocação e chumbamento após a total limpeza do dispositivo;
- No caso de utilização de grelha ou tampa metálica será exigido o seu tratamento anti-oxidante.

3.13.6 MANEJO AMBIENTAL

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- Todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento.
- O material excedente removido será transportado para local pré definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento.
- Nos pontos de deságüe dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.



- Durante o desenrolar das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração.
- Caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar no projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados em função das condições locais.
- Além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da DNER- ISA 07- Instrução de Serviço Ambiental, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou sub-superficiais.

3.13.7 INSPEÇÃO

3.13.7.1 Controle dos insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

3.13.7.2 Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.



3.13.8 VERIFICAÇÃO DO PRODUTO

3.13.8.1 Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios. Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução. As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

3.13.8.2 Controle de acabamento

O controle qualitativo dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

3.13.8.3 Condições de conformidade e não-conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos itens 4 e 5 desta Norma, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck, est} < f_{ck}$ – não-conformidade; $f_{ck, est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

$f_{ck, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.



Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

3.13.9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- As caixas coletoras, bocas, alas e poços serão medidos por unidade construída, de acordo com o projeto, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução;
- As escavações ou reaterros excedentes não serão objeto de medição, bem como não serão remunerados os materiais necessários a reconformação ou reparos decorrentes de imprecisão construtiva.
- As escavações de valas serão medidas pela determinação do volume de material escavado, classificando-se o tipo de material escavado, e expresso em metros cúbicos.

3.14 Caixa – CCS02

3.14.1 CONDIÇÕES GERAIS

Os dispositivos abrangidos por esta Especificação serão executados de acordo com as indicações do projeto.

Na ausência de projetos específicos deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNER que constam do Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.



3.14.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Basicamente os dispositivos de drenagem abrangidos por esta Norma serão executados em concreto de cimento, moldados “in loco” ou pré-moldados, podendo ainda serem executados em concreto armado ou de alvenaria, devendo satisfazer às condições:

3.14.3 MATERIAIS

3.14.3.1 Concreto de cimento

O concreto, quando utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ck}) min., aos 28 dias de 15Mpa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118/80 e NBR 12655/96, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.

3.14.3.2 Concreto ciclópico

Os dispositivos também poderão ser feitos com concreto ciclópico, utilizando-se na sua confecção pedra-de-mão com diâmetro de 10 a 15 cm, com preenchimento dos vazios com concreto de cimento com as características indicadas no item 5.1.1.

No caso de uso de concreto ciclópico com berço de pedra argamassada ou arrumada, a pedra-de-mão utilizada deverá ser originária de rocha sã e estável, apresentando os mesmos requisitos qualitativos exigidos para a pedra britada destinada à confecção do concreto.

3.14.3.3 Concreto armado

Em razão de sua localização em terreno de grande declividade ou passível de deformação as caixas coletoras deverão ser executadas em concreto armado adotando-se no caso as dimensões, fôrmas e armaduras recomendadas no projeto, executando os serviços de acordo com as normas NBR 6118/80, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97, no que couberem.



3.14.3.4 Alvenaria

Além dos materiais apresentados as caixas coletoras, principalmente aquelas com menores dimensões, poderão ser executadas com alvenaria de blocos de concreto, pedra argamassada ou tijolo cerâmico, devendo obedecer para cada caso as normas vigentes da ABNT e do DNER.

3.14.4 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- Caminhão basculante;
- Caminhão de carroceria fixa;
- Betoneira ou caminhão betoneira;
- Motoniveladora;
- Pá-carregadeira;
- Rolo compactador metálico;
- Retroescavadeira ou valetadeira;
- Guincho ou caminhão com grua ou Munck;
- Serra elétrica para fôrmas
- Compactadores manuais
- Vibradores para concreto.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.



3.14.5 EXECUÇÃO

O processo executivo para implantação das caixas coletoras, bocas e alas é similar ao utilizado para os demais dispositivos de concreto de cimento, podendo-se adotar fôrmas de madeira ou metálicas.

Em função da posição relativa dos dispositivos em relação ao ponto de suprimento, o concreto deverá ser lançado na fôrma preferencialmente por bombeamento.

Caso venha a ser utilizada calha em forma de “bica” deverão ser adotadas rotinas de controle de modo a reduzir a segregação dos materiais componentes do concreto, não sendo permitido o basculamento diretamente na fôrma.

3.14.5.1 Processo executivo

O processo executivo mais utilizado refere-se ao emprego de dispositivos moldados “in loco” com emprego de fôrmas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

- Escavação das cavas para assentamento do dispositivo, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- Regularização do fundo escavado com compactação com emprego de compactador mecânico e com controle de umidade a fim de garantir o suporte necessário para a caixa, a boca ou ala, em geral de considerável peso próprio;
- Lançamento de concreto magro com utilização de concreto de cimento amassado em betoneira ou produzido em usina e transportado para o local em caminhão betoneira, sendo o concreto dosado experimentalmente para resistência característica à compressão (f_{ck} min), aos 28 dias de 11 Mpa;
- Instalação das fôrmas laterais e das paredes de dispositivos acessórios, com adequado cimbramento, limitando-se os segmentos a



serem concretados em cada etapa, adotando-se as juntas de dilatação estabelecidas no projeto.

- No caso de dispositivos para os quais convergem canalizações circulares as
- Paredes somente poderão ser iniciadas após a colocação e amarração dos tubos, assegurando-se ainda da execução de reforço no perímetro da tubulação;
- Colocação e amarração das armaduras definidas pelo projeto, no caso de utilização de estrutura de concreto armado;
- Lançamento e vibração do concreto tomando-se as precauções anteriormente mencionadas;
- Retirada das guias e das fôrmas que somente poderá ser feita após a cura do concreto, somente iniciando-se o reaterro lateral após a total desforma;
- Os dispositivos deverão ser protegidos para que não haja a queda de materiais soltos para o seu interior, o que poderia causar sua obstrução;
- Recomposição do terreno lateral às paredes, com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação;
- Sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feita substituição por areia ou pó-de-pedra, fazendo-se o preenchimento dos vazios com adensamento com adequada umidade;



- No caso de utilização de concreto ciclópico, deverão ser feitos o lançamento e arrumação cuidadosa da pedra de mão, evitando-se a contaminação com torrões de argila ou lama;
- No caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura;
- Para execução do dispositivo com alvenaria de cimento ou pedra deverão ser adotadas
- Juntas desencontradas, com controle destas juntas com o uso de prumos e níveis, de modo a assegurar-se da estabilidade das paredes;
- Quando forem utilizadas grelhas ou tampas somente será permitida a sua colocação e chumbamento após a total limpeza do dispositivo;
- No caso de utilização de grelha ou tampa metálica será exigido o seu tratamento anti-oxidante.

3.14.6 MANEJO AMBIENTAL

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- Todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento.
- O material excedente removido será transportado para local pré definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda que este



material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento.

- Nos pontos de deságüe dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.
- Durante o desenrolar das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração.
- Caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar no projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados em função das condições locais.
- Além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da DNER- ISA 07- Instrução de Serviço Ambiental, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou sub-superficiais.

3.14.7 INSPEÇÃO

3.14.7.1 Controle dos insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.



3.14.7.2 Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.

3.14.8 VERIFICAÇÃO DO PRODUTO

3.14.8.1 Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios. Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução. As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

3.14.8.2 Controle de acabamento

O controle qualitativo dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

3.14.8.3 Condições de conformidade e não-conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos itens 4 e 5 desta Norma, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:



f_{ck} , $est < f_{ck}$ – não-conformidade; f_{ck} , $est \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

f_{ck} , est = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

3.14.9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- As caixas coletoras, bocas, alas e poços serão medidos por unidade construída, de acordo com o projeto, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução;
- As escavações ou reaterros excedentes não serão objeto de medição, bem como não serão remunerados os materiais necessários a reconformação ou reparos decorrentes de imprecisão construtiva.
- As escavações de valas serão medidas pela determinação do volume de material escavado, classificando-se o tipo de material escavado, e expresso em metros cúbicos.



3.15 Caixa – CCS04

3.15.1 CONDIÇÕES GERAIS

Os dispositivos abrangidos por esta Especificação serão executados de acordo com as indicações do projeto.

Na ausência de projetos específicos deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNER que constam do Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.

3.15.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Basicamente os dispositivos de drenagem abrangidos por esta Norma serão executados em concreto de cimento, moldados “in loco” ou pré-moldados, podendo ainda serem executados em concreto armado ou de alvenaria, devendo satisfazer às condições:

3.15.3 MATERIAIS

3.15.3.1 Concreto de cimento

O concreto, quando utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ck}) min., aos 28 dias de 15Mpa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118/80 e NBR 12655/96, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.

3.15.3.2 Concreto ciclópico

Os dispositivos também poderão ser feitos com concreto ciclópico, utilizando-se na sua confecção pedra-de-mão com diâmetro de 10 a 15 cm, com preenchimento dos vazios com concreto de cimento com as características indicadas no item 5.1.1.

No caso de uso de concreto ciclópico com berço de pedra argamassada ou arrumada, a pedra-de-mão utilizada deverá ser originária de rocha sã e estável, apresentando os mesmos requisitos qualitativos exigidos para a pedra britada destinada à confecção do concreto.



3.15.3.3 Concreto armado

Em razão de sua localização em terreno de grande declividade ou passível de deformação as caixas coletoras deverão ser executadas em concreto armado adotando-se no caso as dimensões, fôrmas e armaduras recomendadas no projeto, executando os serviços de acordo com as normas NBR 6118/80, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97, no que couberem.

3.15.3.4 Alvenaria

Além dos materiais apresentados as caixas coletoras, principalmente aquelas com menores dimensões, poderão ser executadas com alvenaria de blocos de concreto, pedra argamassada ou tijolo cerâmico, devendo obedecer para cada caso as normas vigentes da ABNT e do DNER.

3.15.4 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- Caminhão basculante;
- Caminhão de carroceria fixa;
- Betoneira ou caminhão betoneira;
- Motoniveladora;
- Pá-carregadeira;
- Rolo compactador metálico;
- Retroescavadeira ou valetadeira;
- Guincho ou caminhão com grua ou Munck;



- Serra elétrica para fôrmas
- Compactadores manuais
- Vibradores para concreto.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.

3.15.5 EXECUÇÃO

O processo executivo para implantação das caixas coletoras, bocas e alas é similar ao utilizado para os demais dispositivos de concreto de cimento, podendo-se adotar fôrmas de madeira ou metálicas.

Em função da posição relativa dos dispositivos em relação ao ponto de suprimento, o concreto deverá ser lançado na fôrma preferencialmente por bombeamento.

Caso venha a ser utilizada calha em forma de “bica” deverão ser adotadas rotinas de controle de modo a reduzir a segregação dos materiais componentes do concreto, não sendo permitido o basculamento diretamente na fôrma.

3.15.5.1 Processo executivo

O processo executivo mais utilizado refere-se ao emprego de dispositivos moldados “in loco” com emprego de fôrmas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

- Escavação das cavas para assentamento do dispositivo, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- Regularização do fundo escavado com compactação com emprego de compactador mecânico e com controle de umidade a fim de garantir o



suporte necessário para a caixa, a boca ou ala, em geral de considerável peso próprio;

- Lançamento de concreto magro com utilização de concreto de cimento amassado em betoneira ou produzido em usina e transportado para o local em caminhão betoneira, sendo o concreto dosado experimentalmente para resistência característica à compressão (f_{ck} min), aos 28 dias de 11 Mpa;
- Instalação das fôrmas laterais e das paredes de dispositivos acessórios, com adequado cimbramento, limitando-se os segmentos a serem concretados em cada etapa, adotando-se as juntas de dilatação estabelecidas no projeto.
- No caso de dispositivos para os quais convergem canalizações circulares as
- paredes somente poderão ser iniciadas após a colocação e amarração dos tubos, assegurando-se ainda da execução de reforço no perímetro da tubulação;
- Colocação e amarração das armaduras definidas pelo projeto, no caso de utilização de estrutura de concreto armado;
- Lançamento e vibração do concreto tomando-se as precauções anteriormente mencionadas ;
- Retirada das guias e das fôrmas que somente poderá ser feita após a cura do concreto, somente iniciando-se o reaterro lateral após a total desforma;



- Os dispositivos deverão ser protegidos para que não haja a queda de materiais soltos para o seu interior, o que poderia causar sua obstrução;
- Recomposição do terreno lateral às paredes, com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação;
- Sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feita substituição por areia ou pó-de-pedra, fazendo-se o preenchimento dos vazios com adensamento com adequada umidade;
- No caso de utilização de concreto ciclópico, deverão ser feitos o lançamento e arrumação cuidadosa da pedra de mão, evitando-se a contaminação com torrões de argila ou lama;
- No caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura;
- Para execução do dispositivo com alvenaria de cimento ou pedra deverão ser adotadas
 - juntas desencontradas, com controle destas juntas com o uso de prumos e níveis, de modo a assegurar-se da estabilidade das paredes;
 - Quando forem utilizadas grelhas ou tampas somente será permitida a sua colocação e chumbamento após a total limpeza do dispositivo;
 - No caso de utilização de grelha ou tampa metálica será exigido o seu tratamento anti-oxidante.



3.15.6 MANEJO AMBIENTAL

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- Todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento.
- O material excedente removido será transportado para local pré definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento.
- Nos pontos de deságüe dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.
- Durante o desenrolar das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração.
- Caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar no projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados em função das condições locais.
- Além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da DNER- ISA 07- Instrução de Serviço Ambiental, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou sub-superficiais.



3.15.7 INSPEÇÃO

3.15.7.1 Controle dos insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

3.15.7.2 Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.

3.15.8 VERIFICAÇÃO DO PRODUTO

3.15.8.1 Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios. Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução. As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

3.15.8.2 Controle de acabamento

O controle qualitativo dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros



processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

3.15.8.3 Condições de conformidade e não-conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos itens 4 e 5 desta Norma, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck, est} < f_{ck}$ – não-conformidade; $f_{ck, est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

$f_{ck, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

3.15.9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- As caixas coletoras, bocas, alas e poços serão medidos por unidade construída, de acordo com o projeto, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução;



- As escavações ou reaterros excedentes não serão objeto de medição, bem como não serão remunerados os materiais necessários a reconformação ou reparos decorrentes de imprecisão construtiva.
- As escavações de valas serão medidas pela determinação do volume de material escavado, classificando-se o tipo de material escavado, e expresso em metros cúbicos.

3.16 Caixa – CCS05

3.16.1 CONDIÇÕES GERAIS

Os dispositivos abrangidos por esta Especificação serão executados de acordo com as indicações do projeto.

Na ausência de projetos específicos deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNER que constam do Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.

3.16.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Basicamente os dispositivos de drenagem abrangidos por esta Norma serão executados em concreto de cimento, moldados “in loco” ou pré-moldados, podendo ainda serem executados em concreto armado ou de alvenaria, devendo satisfazer às condições:

3.16.3 MATERIAIS

3.16.3.1 Concreto de cimento

O concreto, quando utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ck}) min., aos 28 dias de 15Mpa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118/80 e NBR 12655/96, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.



3.16.3.2 Concreto ciclópico

Os dispositivos também poderão ser feitos com concreto ciclópico, utilizando-se na sua confecção pedra-de-mão com diâmetro de 10 a 15 cm, com preenchimento dos vazios com concreto de cimento com as características indicadas no item 5.1.1.

No caso de uso de concreto ciclópico com berço de pedra argamassada ou arrumada, a pedra-de-mão utilizada deverá ser originária de rocha sã e estável, apresentando os mesmos requisitos qualitativos exigidos para a pedra britada destinada à confecção do concreto.

3.16.3.3 Concreto armado

Em razão de sua localização em terreno de grande declividade ou passível de deformação as caixas coletoras deverão ser executadas em concreto armado adotando-se no caso as dimensões, fôrmas e armaduras recomendadas no projeto, executando os serviços de acordo com as normas NBR 6118/80, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97, no que couberem.

3.16.3.4 Alvenaria

Além dos materiais apresentados as caixas coletoras, principalmente aquelas com menores dimensões, poderão ser executadas com alvenaria de blocos de concreto, pedra argamassada ou tijolo cerâmico, devendo obedecer para cada caso as normas vigentes da ABNT e do DNER.

3.16.4 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:



- Caminhão basculante;
- Caminhão de carroceria fixa;
- Betoneira ou caminhão betoneira;
- Motoniveladora;
- Pá-carregadeira;
- Rolo compactador metálico;
- Retroescavadeira ou valetadeira;
- Guincho ou caminhão com grua ou Munck;
- Serra elétrica para fôrmas
- Compactadores manuais
- Vibradores para concreto.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.

3.16.5 EXECUÇÃO

O processo executivo para implantação das caixas coletoras, bocas e alas é similar ao utilizado para os demais dispositivos de concreto de cimento, podendo-se adotar fôrmas de madeira ou metálicas.

Em função da posição relativa dos dispositivos em relação ao ponto de suprimento, o concreto deverá ser lançado na fôrma preferencialmente por bombeamento.

Caso venha a ser utilizada calha em forma de “bica” deverão ser adotadas rotinas de controle de modo a reduzir a segregação dos materiais componentes do concreto, não sendo permitido o basculamento diretamente na fôrma.



3.16.5.1 Processo executivo

O processo executivo mais utilizado refere-se ao emprego de dispositivos moldados “in loco” com emprego de fôrmas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

- Escavação das cavas para assentamento do dispositivo, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- Regularização do fundo escavado com compactação com emprego de compactador mecânico e com controle de umidade a fim de garantir o suporte necessário para a caixa, a boca ou ala, em geral de considerável peso próprio;
- Lançamento de concreto magro com utilização de concreto de cimento amassado em betoneira ou produzido em usina e transportado para o local em caminhão betoneira, sendo o concreto dosado experimentalmente para resistência característica à compressão (f_{ck} min), aos 28 dias de 11 Mpa;
- Instalação das fôrmas laterais e das paredes de dispositivos acessórios, com adequado cimbramento, limitando-se os segmentos a serem concretados em cada etapa, adotando-se as juntas de dilatação estabelecidas no projeto.
- No caso de dispositivos para os quais convergem canalizações circulares as
- paredes somente poderão ser iniciadas após a colocação e amarração dos tubos, assegurando-se ainda da execução de reforço no perímetro da tubulação;



- Colocação e amarração das armaduras definidas pelo projeto, no caso de utilização de estrutura de concreto armado;
- Lançamento e vibração do concreto tomando-se as precauções anteriormente mencionadas ;
- Retirada das guias e das fôrmas que somente poderá ser feita após a cura do concreto, somente iniciando-se o reaterro lateral após a total desforma;
- Os dispositivos deverão ser protegidos para que não haja a queda de materiais soltos para o seu interior, o que poderia causar sua obstrução;
- Recomposição do terreno lateral às paredes, com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação;
- Sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feita substituição por areia ou pó-de-pedra, fazendo-se o preenchimento dos vazios com adensamento com adequada umidade;
- No caso de utilização de concreto ciclópico, deverão ser feitos o lançamento e arrumação cuidadosa da pedra de mão, evitando-se a contaminação com torrões de argila ou lama;
- No caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura;



- Para execução do dispositivo com alvenaria de cimento ou pedra deverão ser adotadas
- juntas desencontradas, com controle destas juntas com o uso de prumos e níveis, de modo a assegurar-se da estabilidade das paredes;
- Quando forem utilizadas grelhas ou tampas somente será permitida a sua colocação e chumbamento após a total limpeza do dispositivo;
- No caso de utilização de grelha ou tampa metálica será exigido o seu tratamento anti-oxidante.

3.16.6 MANEJO AMBIENTAL

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- Todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento.
- O material excedente removido será transportado para local pré definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento.
- Nos pontos de deságüe dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.



- Durante o desenrolar das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração.
- Caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar no projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados em função das condições locais.
- Além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da DNER- ISA 07- Instrução de Serviço Ambiental, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou sub-superficiais.

3.16.7 INSPEÇÃO

3.16.7.1 Controle dos insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

3.16.7.2 Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.



3.16.8 VERIFICAÇÃO DO PRODUTO

3.16.8.1 Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios. Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução. As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

3.16.8.2 Controle de acabamento

O controle qualitativo dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

3.16.8.3 Condições de conformidade e não-conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos itens 4 e 5 desta Norma, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck, est} < f_{ck}$ – não-conformidade; $f_{ck, est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

$f_{ck, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.



Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

3.16.9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- As caixas coletoras, bocas, alas e poços serão medidos por unidade construída, de acordo com o projeto, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução;
- As escavações ou reaterros excedentes não serão objeto de medição, bem como não serão remunerados os materiais necessários a reconformação ou reparos decorrentes de imprecisão construtiva.
- As escavações de valas serão medidas pela determinação do volume de material escavado, classificando-se o tipo de material escavado, e expresso em metros cúbicos.

3.17 Caixa – CCS06

3.17.1 CONDIÇÕES GERAIS

Os dispositivos abrangidos por esta Especificação serão executados de acordo com as indicações do projeto.

Na ausência de projetos específicos deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNER que constam do Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.



3.17.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Basicamente os dispositivos de drenagem abrangidos por esta Norma serão executados em concreto de cimento, moldados “in loco” ou pré-moldados, podendo ainda serem executados em concreto armado ou de alvenaria, devendo satisfazer às condições:

3.17.3 MATERIAIS

3.17.3.1 Concreto de cimento

O concreto, quando utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ck}) min., aos 28 dias de 15Mpa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118/80 e NBR 12655/96, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.

3.17.3.2 Concreto ciclópico

Os dispositivos também poderão ser feitos com concreto ciclópico, utilizando-se na sua confecção pedra-de-mão com diâmetro de 10 a 15 cm, com preenchimento dos vazios com concreto de cimento com as características indicadas no item 5.1.1.

No caso de uso de concreto ciclópico com berço de pedra argamassada ou arrumada, a pedra-de-mão utilizada deverá ser originária de rocha sã e estável, apresentando os mesmos requisitos qualitativos exigidos para a pedra britada destinada à confecção do concreto.

3.17.3.3 Concreto armado

Em razão de sua localização em terreno de grande declividade ou passível de deformação as caixas coletoras deverão ser executadas em concreto armado adotando-se no caso as dimensões, fôrmas e armaduras recomendadas no projeto, executando os serviços de acordo com as normas NBR 6118/80, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97, no que couberem.



3.17.3.4 Alvenaria

Além dos materiais apresentados as caixas coletoras, principalmente aquelas com menores dimensões, poderão ser executadas com alvenaria de blocos de concreto, pedra argamassada ou tijolo cerâmico, devendo obedecer para cada caso as normas vigentes da ABNT e do DNER.

3.17.4 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- Caminhão basculante;
- Caminhão de carroceria fixa;
- Betoneira ou caminhão betoneira;
- Motoniveladora;
- Pá-carregadeira;
- Rolo compactador metálico;
- Retroescavadeira ou valetadeira;
- Guincho ou caminhão com grua ou Munck;
- Serra elétrica para fôrmas
- Compactadores manuais
- Vibradores para concreto.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.



3.17.5 EXECUÇÃO

O processo executivo para implantação das caixas coletoras, bocas e alas é similar ao utilizado para os demais dispositivos de concreto de cimento, podendo-se adotar fôrmas de madeira ou metálicas.

Em função da posição relativa dos dispositivos em relação ao ponto de suprimento, o concreto deverá ser lançado na fôrma preferencialmente por bombeamento.

Caso venha a ser utilizada calha em forma de “bica” deverão ser adotadas rotinas de controle de modo a reduzir a segregação dos materiais componentes do concreto, não sendo permitido o basculamento diretamente na fôrma.

3.17.5.1 Processo executivo

O processo executivo mais utilizado refere-se ao emprego de dispositivos moldados “in loco” com emprego de fôrmas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

- Escavação das cavas para assentamento do dispositivo, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- Regularização do fundo escavado com compactação com emprego de compactador mecânico e com controle de umidade a fim de garantir o suporte necessário para a caixa, a boca ou ala, em geral de considerável peso próprio;
- Lançamento de concreto magro com utilização de concreto de cimento amassado em betoneira ou produzido em usina e transportado para o local em caminhão betoneira, sendo o concreto dosado experimentalmente para resistência característica à compressão (f_{ck} min), aos 28 dias de 11 Mpa;
- Instalação das fôrmas laterais e das paredes de dispositivos acessórios, com adequado cimbramento, limitando-se os segmentos a



serem concretados em cada etapa, adotando-se as juntas de dilatação estabelecidas no projeto.

- No caso de dispositivos para os quais convergem canalizações circulares as
- paredes somente poderão ser iniciadas após a colocação e amarração dos tubos, assegurando-se ainda da execução de reforço no perímetro da tubulação;
- Colocação e amarração das armaduras definidas pelo projeto, no caso de utilização de estrutura de concreto armado;
- Lançamento e vibração do concreto tomando-se as precauções anteriormente mencionadas ;
- Retirada das guias e das fôrmas que somente poderá ser feita após a cura do concreto, somente iniciando-se o reaterro lateral após a total desforma;
- Os dispositivos deverão ser protegidos para que não haja a queda de materiais soltos para o seu interior, o que poderia causar sua obstrução;
- Recomposição do terreno lateral às paredes, com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação;
- Sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feita substituição por areia ou pó-de-pedra, fazendo-se o preenchimento dos vazios com adensamento com adequada umidade;



- No caso de utilização de concreto ciclópico, deverão ser feitos o lançamento e arrumação cuidadosa da pedra de mão, evitando-se a contaminação com torrões de argila ou lama;
- No caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura;
- Para execução do dispositivo com alvenaria de cimento ou pedra deverão ser adotadas
 - juntas desencontradas, com controle destas juntas com o uso de prumos e níveis, de modo a assegurar-se da estabilidade das paredes;
 - Quando forem utilizadas grelhas ou tampas somente será permitida a sua colocação e chumbamento após a total limpeza do dispositivo;
 - No caso de utilização de grelha ou tampa metálica será exigido o seu tratamento anti-oxidante.

3.17.6 MANEJO AMBIENTAL

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- Todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento.
- O material excedente removido será transportado para local pré definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda que este



material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento.

- Nos pontos de deságüe dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.
- Durante o desenrolar das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração.
- Caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar no projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados em função das condições locais.
- Além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da DNER- ISA 07- Instrução de Serviço Ambiental, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou sub-superficiais.

3.17.7 INSPEÇÃO

3.17.7.1 Controle dos insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.



3.17.7.2 Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.

3.17.8 VERIFICAÇÃO DO PRODUTO

3.17.8.1 Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios. Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução. As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

3.17.8.2 Controle de acabamento

O controle qualitativo dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

3.17.8.3 Condições de conformidade e não-conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos itens 4 e 5 desta Norma, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:



f_{ck} , $est < f_{ck}$ – não-conformidade; f_{ck} , $est \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

f_{ck} , est = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

3.17.9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- As caixas coletoras, bocas, alas e poços serão medidos por unidade construída, de acordo com o projeto, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução;
- As escavações ou reaterros excedentes não serão objeto de medição, bem como não serão remunerados os materiais necessários a reconformação ou reparos decorrentes de imprecisão construtiva.
- As escavações de valas serão medidas pela determinação do volume de material escavado, classificando-se o tipo de material escavado, e expresso em metros cúbicos.



3.18 Caixa – CCS20

3.18.1 CONDIÇÕES GERAIS

Os dispositivos abrangidos por esta Especificação serão executados de acordo com as indicações do projeto.

Na ausência de projetos específicos deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNER que constam do Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.

3.18.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Basicamente os dispositivos de drenagem abrangidos por esta Norma serão executados em concreto de cimento, moldados “in loco” ou pré-moldados, podendo ainda serem executados em concreto armado ou de alvenaria, devendo satisfazer às condições:

3.18.3 MATERIAIS

3.18.3.1 Concreto de cimento

O concreto, quando utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ck}) min., aos 28 dias de 15Mpa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118/80 e NBR 12655/96, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.

3.18.3.2 Concreto ciclópico

Os dispositivos também poderão ser feitos com concreto ciclópico, utilizando-se na sua confecção pedra-de-mão com diâmetro de 10 a 15 cm, com preenchimento dos vazios com concreto de cimento com as características indicadas no item 5.1.1.

No caso de uso de concreto ciclópico com berço de pedra argamassada ou arrumada, a pedra-de-mão utilizada deverá ser originária de rocha sã e estável, apresentando os mesmos requisitos qualitativos exigidos para a pedra britada destinada à confecção do concreto.



3.18.3.3 Concreto armado

Em razão de sua localização em terreno de grande declividade ou passível de deformação as caixas coletoras deverão ser executadas em concreto armado adotando-se no caso as dimensões, fôrmas e armaduras recomendadas no projeto, executando os serviços de acordo com as normas NBR 6118/80, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97, no que couberem.

3.18.3.4 Alvenaria

Além dos materiais apresentados as caixas coletoras, principalmente aquelas com menores dimensões, poderão ser executadas com alvenaria de blocos de concreto, pedra argamassada ou tijolo cerâmico, devendo obedecer para cada caso as normas vigentes da ABNT e do DNER.

3.18.4 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- Caminhão basculante;
- Caminhão de carroceria fixa;
- Betoneira ou caminhão betoneira;
- Motoniveladora;
- Pá-carregadeira;
- Rolo compactador metálico;
- Retroescavadeira ou valetadeira;
- Guincho ou caminhão com grua ou Munck;
- Serra elétrica para fôrmas



- Compactadores manuais
- Vibradores para concreto.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.

3.18.5 EXECUÇÃO

O processo executivo para implantação das caixas coletoras, bocas e alas é similar ao utilizado para os demais dispositivos de concreto de cimento, podendo-se adotar fôrmas de madeira ou metálicas.

Em função da posição relativa dos dispositivos em relação ao ponto de suprimento, o concreto deverá ser lançado na fôrma preferencialmente por bombeamento.

Caso venha a ser utilizada calha em forma de “bica” deverão ser adotadas rotinas de controle de modo a reduzir a segregação dos materiais componentes do concreto, não sendo permitido o basculamento diretamente na fôrma.

3.18.5.1 Processo executivo

O processo executivo mais utilizado refere-se ao emprego de dispositivos moldados “in loco” com emprego de fôrmas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

- Escavação das cavas para assentamento do dispositivo, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- Regularização do fundo escavado com compactação com emprego de compactador mecânico e com controle de umidade a fim de garantir o suporte necessário para a caixa, a boca ou ala, em geral de considerável peso próprio;



- Lançamento de concreto magro com utilização de concreto de cimento amassado em betoneira ou produzido em usina e transportado para o local em caminhão betoneira, sendo o concreto dosado experimentalmente para resistência característica à compressão (f_{ck} min), aos 28 dias de 11 Mpa;
- Instalação das fôrmas laterais e das paredes de dispositivos acessórios, com adequado cimbramento, limitando-se os segmentos a serem concretados em cada etapa, adotando-se as juntas de dilatação estabelecidas no projeto.
- No caso de dispositivos para os quais convergem canalizações circulares as
- paredes somente poderão ser iniciadas após a colocação e amarração dos tubos, assegurando-se ainda da execução de reforço no perímetro da tubulação;
- Colocação e amarração das armaduras definidas pelo projeto, no caso de utilização de estrutura de concreto armado;
- Lançamento e vibração do concreto tomando-se as precauções anteriormente mencionadas ;
- Retirada das guias e das fôrmas que somente poderá ser feita após a cura do concreto, somente iniciando-se o reaterro lateral após a total desforma;
- Os dispositivos deverão ser protegidos para que não haja a queda de materiais soltos para o seu interior, o que poderia causar sua obstrução;



- Recomposição do terreno lateral às paredes, com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação;
- Sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feita substituição por areia ou pó-de-pedra, fazendo-se o preenchimento dos vazios com adensamento com adequada umidade;
- No caso de utilização de concreto ciclópico, deverão ser feitos o lançamento e arrumação cuidadosa da pedra de mão, evitando-se a contaminação com torrões de argila ou lama;
- No caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura;
- Para execução do dispositivo com alvenaria de cimento ou pedra deverão ser adotadas
- juntas desencontradas, com controle destas juntas com o uso de prumos e níveis, de modo a assegurar-se da estabilidade das paredes;
- Quando forem utilizadas grelhas ou tampas somente será permitida a sua colocação e chumbamento após a total limpeza do dispositivo;
- No caso de utilização de grelha ou tampa metálica será exigido o seu tratamento anti- oxidante.



3.18.6 MANEJO AMBIENTAL

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- Todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento.
- O material excedente removido será transportado para local pré definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento.
- Nos pontos de deságüe dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.
- Durante o desenrolar das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração.
- Caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar no projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados em função das condições locais.
- Além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da DNER- ISA 07- Instrução de Serviço Ambiental, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou sub-superficiais.



3.18.7 INSPEÇÃO

3.18.7.1 Controle dos insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

3.18.7.2 Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.

3.18.8 VERIFICAÇÃO DO PRODUTO

3.18.8.1 Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios. Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução. As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

3.18.8.2 Controle de acabamento

O controle qualitativo dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros



processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

3.18.8.3 Condições de conformidade e não-conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos itens 4 e 5 desta Norma, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck, est} < f_{ck}$ – não-conformidade; $f_{ck, est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

$f_{ck, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

3.18.9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- As caixas coletoras, bocas, alas e poços serão medidos por unidade construída, de acordo com o projeto, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução;



- As escavações ou reaterros excedentes não serão objeto de medição, bem como não serão remunerados os materiais necessários a reconformação ou reparos decorrentes de imprecisão construtiva.
- As escavações de valas serão medidas pela determinação do volume de material escavado, classificando-se o tipo de material escavado, e expresso em metros cúbicos.

4. POSSIBILIDADES DE PERMUTABILIDADE DE ITENS DE DRENAGEM DO PROJETO, BEM COMO AS RESTRIÇÕES PARA A PERMUTA.

A possibilidade de permuta pode envolver aditivos, por isso não é recomendada, exceto que estudos técnicos atestem a superioridade técnica, financeira, logística e legal.

4.1. ELEMENTO DE DRENAGEM: Valeta de Proteção de Aterro e sarjetas de concreto.

4.1.1. POSSIBILIDADE DE PERMUTA: Colchão em gabião;

RESTRIÇÃO: Maior custo, maior tempo de concentração e diminuição da vazão, maior quantidade de água infiltrando pelo maciço de terra o que pode causar instabilidade e provável aumento da largura do maciço de terra, que tem um custo bastante elevado neste projeto.

4.1.2. POSSIBILIDADE DE PERMUTA: Pedra argamassada.

RESTRIÇÃO: Menor vazão em função da maior rugosidade, portanto deverá ser aumentado a largura do maciço de terra para execução de drenagem fora da faixa preparada, ocasionando enorme aumento de custo com terraplenagem.



4.1.3. POSSIBILIDADE DE PERMUTA: Canal vegetado/gramado.

RESTRIÇÃO: Aumento do tempo de concentração, diminuição da vazão, aumento da faixa de terraplenagem em função da menor capacidade de drenagem e aumento de custo em um local com taludes bastante levados, aumento da infiltração de água no maciço de terra, fator que contribui sobremaneira para a instabilidade dos maciços.

É permitido a permutação do sistema de canaletas de concreto para um sistema de drenagem em canaletas de grama mediante a aprovação formal do operador do aeródromo.

A comparação de desempenho entre os dois sistemas difere consideravelmente nas ações necessárias para a manutenção do sistema de canaletas em grama. Embora o sistema em grama apresenta-se mais vantajoso financeiramente para a implantação, o seu perfeito desempenho requer a garantia de desenvolvimento pleno da espécie gramínea utilizada, bem como serviços de corte/roçagem periódicos para a garantia do Manning relativo a grama, utilizado no projeto. Aliado a isso, as proteções em grama necessitam periodicamente de lançamento de terra, geralmente realizado durante o inverno/estiagem, para possibilitar a manutenção do desenvolvimento pleno da espécie.

Observa-se que o impacto sobre o sistema de drenagem como um todo é mais intenso no carreamento gradual de partículas de solo que acabam se depositando nas caixas de passagem e nos poços de visita localizados a jusante, aumentando os custos e os serviços de manutenção periódicos de todo o sistema.

Portanto, do ponto de vista de operação aeroportuária somo de parecer pela implantação do sistema em canaletas de concreto. Tal procedimento é correntemente adotado pelo DER-PR.

A seguir, apresenta-se a tabela para soluções em valeta equivalentes de grama.

Tabela 1 – Tabela de comparativos entre soluções de drenagem em concreto e grama



Código (-)	Dispositivo (-)	Seção (-)	Altura Valeta (m)	Largura Base Canaleta de Concreto (m)	Largura Base Canaleta Equivalente em Grama (m)
SCC03	VALETA	TRAPEZOIDAL	0,25	0,50	0,70
SCC04	VALETA	TRAPEZOIDAL	0,35	0,70	1,00
WPM03	VALETA	TRAPEZOIDAL	0,35	0,70	1,40

A verificação foi realizada com referência nas seções das valetas de concreto de drenagem, dimensionadas anteriormente neste memorial.

Para a verificação da largura de base necessária para valetas em grama, tomou-se como referência a lâmina d'água de projeto, calculada com os critérios de projeto de dimensionamento para TR-5 e verificação para TR-20.

4.2. ELEMENTO DE DRENAGEM: Tudo de Concreto Armado

4.2.1. POSSIBILIDADE DE PERMUTA: Tubos de PEAD (Polietileno de Alta Densidade)

RESTRIÇÃO: Custo elevado.

4.3. ELEMENTO DE DRENAGEM: Dissipador de energia

4.3.1. POSSIBILIDADE DE PERMUTA: Estruturas em gabião, concreto ciclópico.

RESTRIÇÃO: Projetos não convencionais, fora do padrão DNIT, utilizado neste projeto, aumento de infiltração de água no maciço de terra, Geraldo instabilidade, mãe de obra qualificada para que os gabiões não sejam destruídos, situação comum em obras assim.

4.4. ELEMENTOS DE DRENAGEM: Descida de água em degraus de concreto armado.

4.4.1. POSSIBILIDADE DE PERMUTA: Escada de dissipação em gabiões.

RESTRIÇÃO: o gabião tem tamanhos padronizados e necessita de base horizontal, o que demandaria escavações consideráveis para apoio dos



gabiões caixa ou colchões, inclusive a lateral da decida, com provável custo mais elevado.

4.5. ELEMENTO DE DRENAGEM: Dreno Horizontal Profundo

4.5.1. POSSIBILIDADE DE PERMUTA: Camada drenante

RESTRIÇÃO: Dificuldade de execução durante a terraplenagem, custo elevado, plano de enfraquecimento do maciço do aterro.

4.6. ELEMENTO DE DRENAGEM: Caixa de concreto armado

4.6.1. POSSIBILIDADE DE PERMUTA: Caixa de concreto pré-moldado

RESTRIÇÃO: Custo, metodologia executiva, prazo e logística

4.6.2. POSSIBILIDADE DE PERMUTA: Caixa de alvenaria estrutural

RESTRIÇÃO: Custo, metodologia executiva, prazo e logística.

5. CONCLUSÃO

Cumprindo seu objetivo em estabelecer os procedimentos a serem adotados na execução dos projetos de drenagem do Aeroporto Municipal de Caçador em Santa Catarina, ratifica-se que os devidos serviços deverão ser realizados obedecendo estritamente e integralmente os projetos fornecidos pela CONTRATANTE, a fim de que sejam respeitados os objetivos e conceitos de engenharia considerados, sejam eles aspectos funcionais, técnicos ou econômicos.

