 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	Nº 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 1 / 16	REV. 1

1. OBJETIVO

Estabelecer a metodologia, os procedimentos e a apresentação dos Estudos Hidrológicos de forma a fornecer subsídios para a determinação de vazões de dimensionamento de estruturas hidráulicas.

As diretrizes contidas neste documento são aplicáveis na elaboração de estudos com finalidade de dimensionar Obras de Arte Correntes, Obras de Arte Especiais, dispositivos de drenagem superficial e profunda para Projetos Básicos e Executivos no âmbito de atuação da VALEC.

2. COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS HIDROLÓGICOS

2.1. Interpretação Cartográfica ou Aerofotogramétrica

Deverão ser coletados elementos que permitam a caracterização fisiográfica das bacias contribuintes, como plantas topográficas, levantamentos aerofotogramétricos, fotografias aéreas, cartas geográficas e outras cartas ou mapas disponíveis.


Se não houver outro mecanismo mais preciso, também será admitida a utilização de cartas hipsométricas para a definição das características físicas das bacias.

Para a caracterização física das bacias, deverão ser identificadas as áreas de contribuição, os talwegues principais com apuração de sua extensão total, desnível e declividade.

O estudo deverá apresentar a relação de plantas, cartas e mapas utilizados, com indicação das suas características, como tipo, escala, data e entidade executante.

2.2. Dados Hidrológicos

Deverão ser coletados estudos existentes e dados disponíveis em órgãos oficiais que permitam a caracterização climática, pluviométrica, fluviométrica, meteorológica e geomorfológica da região de interesse do projeto.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	Nº 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 2 / 16	REV. 1

Serão coletados os dados para elaboração dos pluviogramas das precipitações registradas nos postos localizados na área em estudo, contendo a localização, período e tipo de observação, tipo de aparelho, entidade operadora e outras informações pertinentes.

O estudo deverá apresentar mapa ou planta em escala adequada, destacando a rede hidrográfica abrangida pelo projeto, contendo o traçado da rodovia, cidades, rios, estradas e ferrovias existentes.

Serão catalogadas as principais obras hidráulicas existentes ou projetadas que possam influir nos estudos hidrológicos, como barragens a montante e jusante da rodovia, canalizações e dragagens.

3. ESTUDOS CLIMATOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS

3.1. Caracterização Física da Área

O estudo deverá apresentar as principais características da área em estudo, como localização, tipo de relevo, ocupação e cobertura do solo e principais travessias sobre cursos d'água.


3.2. Caracterização do Regime Climático Regional

O regime climático regional será caracterizado pelos seguintes parâmetros, obtidos a partir dos postos pesquisados:

- Temperatura máxima
- Temperatura mínima
- Evaporação
- Insolação
- Umidade relativa do ar
- Distribuição do número médio de dias chuvosos por mês com precipitações superiores a 5 mm diários

O clima deverá ser classificado segundo o Sistema Internacional de Koeppen.

3.3. Estudo das Chuvas Intensas

 ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	Nº 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 3 / 16	REV. 1

O estudo de chuvas intensas tem por finalidade estabelecer as equações intensidade – duração – frequência.

As equações existentes em regiões próximas ao traçado da ferrovia poderão ser analisadas e incorporadas ao estudo, desde que representem o regime de chuvas intensas do local da obra em estudo.

Deverão ser apresentados os seguintes elementos:

- Equações de intensidade - duração – frequência indicando a fonte, localização do posto e período de coleta dos dados;
- Gráficos comparativos relacionando a intensidade pluviométrica e a duração da chuva para períodos de recorrência de 10, 15, 25, 50 e 100 anos.

3.3.1. Métodos Estatísticos Diretos

Os Métodos Estatísticos Diretos são baseados na análise probabilística dos registros pluviométricos, a partir da análise de frequência de precipitações.

A seqüência mínima de procedimentos que será adaptada nos estudos conforme a suficiência dos dados é a seguinte:

- Determinação da série de precipitações máximas anuais;
- Análise de homogeneidade da série;
- Escolha da função distribuição de probabilidade (Gumbel EV-1, Log-Pearson III, Log-Normal ou outras);
- Determinação das precipitações máximas em função dos períodos de recorrência.

Deverão ser apresentados todos os elementos utilizados nos estudos, entre eles:

- Precipitações Anuais de Chuvas (máxima, mínima, média);
- Número de dias de chuva por mês;
- Alturas máximas e mínimas
- Registros de chuvas e respectivos pluviogramas.

Dados dos postos pluviométricos tais como: organismo responsável por sua operação, períodos a que se referem as leituras, posição geográfica, etc.

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	Nº 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 4 / 16	REV. 1

A partir das informações dos postos disponíveis deverá ser elaborado estudo quanto a consistência dos dados e caracterização das ocorrências da região do projeto, selecionando assim, os postos que mais significativamente expressem as condições predominantes em cada lote de projeto. Para os mesmos, deverão ser calculados os seguintes elementos: médias anuais de chuvas (máxima, mínima e média); número de dias de chuva por mês, alturas máximas e mínimas, registros de chuvas e respectivos pluviogramas.

Os dados processados, envolvendo o maior período de leitura possível, permitirão a determinação dos seguintes elementos:

- Curvas de Intensidade – Duração – Período de Recorrência;
- Curvas de Altura – Duração – Período de Recorrência;
- Distribuição dos totais médios, máximos e mínimos de chuva e respectivos histogramas;
- Distribuição anual dos dias de chuva;
- Equações de intensidade de chuva;
- Equações de precipitação de chuva.

3.4. Fluviometria

Deverão ser identificados os principais cursos d'água, perenes, intermitentes ou efêmeros ao longo do eixo de projeto. Para estes cursos d'água serão coletados dados existentes que permitam a definição das alturas de água médias, máximas e mínimas que ocorrem na região.

Para os cursos d'água de menor porte em que não se disponha de registros de aparelhos medidores, as informações de máximas enchentes poderão ser obtidas através de histórico local ou vestígios físicos.

Para cada lote de projeto deverão ser apresentadas listagem de postos fluviométricos de interesse e pluviogramas das alturas médias, máximas e mínimas mensais.

O tratamento dos dados fluviométricos resultarão nos elementos listados a seguir:

- Curvas-chave dos cursos d'água para os quais se disponha de leituras linimétricas ou linigráficas;

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	N° 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 5 / 16	REV. 1

- Tabelas dos valores extremos das médias diárias, em m³/s, em função das curvas-chave, anteriormente definidas.
- Tabelas dos níveis máximos observados para os cursos d'água identificados como de relativa importância para os quais não se dispunha de leituras.

Por ocasião da fase inicial do Projeto Executivo deverão ser realizados levantamentos por topobatimetria na seção dos cursos d'água estudados e que não disponham de leituras fluviométricas, visando obter da forma mais aproximada possível suas curvas-chave.

4. METODOLOGIA DO ESTUDO HIDROLÓGICO

4.1. Estudos de Escoamento Superficial

Os estudos de escoamento superficial das bacias de drenagem deverão abranger a análise das características fisiográficas da bacia, tipo de solo e sua cobertura, inclusive estimativa da evolução futura quanto ao uso e ocupação do solo.

4.2. Métodos e Parâmetros para Determinação da Vazão de Projeto

A metodologia de cálculos hidrológicos para determinação das vazões de projeto será definida em função das áreas das bacias hidrográficas, conforme a seguir indicadas:

BACIA	ÁREA	MÉTODO
Pequena	Área < 1 km ²	Método Racional
Intermediária	1 km ² ≤ Área < 10 km ²	Método Racional acrescido do coeficiente de retardo adimensional
	10 km ² ≤ Área < 20 km ²	Método do Hidrograma Sintético Triangular (HST)
Grande	Área ≥ 20 km ²	Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT)

Desde que devidamente justificada e adequada à área em estudo, a fiscalização poderá aceitar outra metodologia para a determinação das vazões de projeto.

5. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O cálculo do tempo de concentração, em face do atributo de homogeneização objetivado por esta instrução, deverá ser efetivado através da utilização da expressão estabelecida no boletim “Califórnia Culvert Practice”, publicado em 1942, pelo “California Highway and Public Works”:

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	N° 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 6 / 16	REV. 1

$$t_c = 57 (L^3/H)^{0,385}$$

ou

$$T_c = 0,95 (L^3/H)^{0,385}$$

onde:

t_c = tempo de concentração (min)

T_c = tempo de concentração (h)

L = comprimento do talvegue (km)

H = desnível do talvegue (m)

No dimensionamento de obras de drenagem superficial, envolvendo bacias de reduzidas dimensões, o tempo de concentração mínimo de 6 minutos, exceto quando forem utilizadas as equações do Otto Pfafstetter onde poderá ser admitido um tempo de concentração mínimo de 5 minutos.

6. PERÍODOS DE RECORRÊNCIA

O período de retorno utilizado na determinação da vazão de projeto e, conseqüentemente, no dimensionamento do dispositivo de drenagem, será fixado em função dos seguintes itens:

- Importância e segurança da obra;
- Estudo benefício-custo, a partir da avaliação dos danos para vazões superiores à vazão de projeto, considerando danos a terceiros e custos para restauração da ferrovia.

Em princípio, desde que não haja recomendação específica da fiscalização, no dimensionamento de dispositivos deverão ser adotados períodos de recorrência conforme o tipo de obra.

TIPO DE OBRA	TEMPO DE RECORRÊNCIA (TR)
OAE – Obras de Arte Especiais (Pontes)	100 anos
Pontilhões (vão único máximo de 30,0m)	50 anos

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	N° 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 7 / 16	REV. 1
OAC - Obras de Arte Correntes (Bueiros)	25 anos – para escoamento livre e verificação com 50 anos considerando-se o afogamento e sobrelevação de até 1m.		
Bueiros de Greide	15 anos		
Obras de Drenagem Superficial	10 anos		

Nos casos de travessias de cursos d'água, a que correspondam a aproveitamentos hídricos tais como: tomadas de água, reservatórios, eclusas, etc., o período de recorrência deverá ser compatível com o adotado quando do dimensionamento hidráulico daquelas obras.

7. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Os coeficientes de escoamento superficial ou de deflúvio (run-off) serão determinados levando-se em consideração todos os fatores que possam influenciar no escoamento difuso nas vertentes, notadamente no que concerne à:

- características geotopográficas das bacias;
- declividade e recobrimento vegetal das bacias;
- forma e dimensões dos talvegues;
- porosidade e permeabilidade dos solos;
- utilização pretendida para as áreas de montante.

Com vistas à uniformização e padronização pretendidas pela presente especificação, recomenda-se a utilização dos valor estabelecidos na obra “Handbook of Applied Hydrology”, Ven te Chow, editada por McGraw-Hill Book Company.

Como sugestão, poderão ser utilizados coeficientes de run-off da tabela resumo a seguir:

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	N° 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 8 / 16	REV. 1

VALORES DOS COEFICIENTES DE DEFLÚVIO						
COBERTURA VEGETAL	CARACTERÍSTICAS DE PERMEABILIDADE DO SOLO	DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA (%)				
		ESCARPADA	MONTANHOSA	FORTEMENTE ONDULADA	ONDULADA	LEVEMENTE ONDULADA
		D > 50	20 < D < 50	10 < D < 20	5 < D < 10	2 < D < 5
SEM VEGETAÇÃO	IMPERMEÁVEL	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	SEMI-PERMEÁVEL	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	PERMEÁVEL	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
PASTAGEM CAMPO OU CERRADO	IMPERMEÁVEL	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	SEMI-PERMEÁVEL	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	PERMEÁVEL	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
CULTURAS	IMPERMEÁVEL	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	SEMI-PERMEÁVEL	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	PERMEÁVEL	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
MATAS OU CAPOEIRAS	IMPERMEÁVEL	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	SEMI-PERMEÁVEL	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
	PERMEÁVEL	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10

8. CURVAS “CN” (Curve Number)

As curvas “CN”, que representam as curvas indicativas da influência do complexo solo-vegetação e servem na formação da precipitação efetiva a serem adotadas na determinação de descargas através dos métodos do Hidrograma Unitário e Hidrograma Triangular Sintético (HTS), deverão ser obtidas das tabelas apresentadas pela obra “Design of Small Dams”, Bureau of Reclamation do United States Soil Conservation.

Como sugestão, poderão ser utilizados os coeficientes CN da tabela resumo a seguir:

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	N° 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 9 / 16	REV. 1

DEFLÚVIO PARA OS DIFERENTES COMPLEXOS HIDROLÓGICOS DE SOLO COBERTURA (para Condição II de Bacia e Ia = 0,28)						
USO OU COBERTURA DA TERRA	TRATAMENTO OU PRÁTICA	CONDIÇÃO HIDROLÓGICA PARA INFILTRAÇÃO	GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO			
			A	B	C	D
Terreno não cultivado	SR	-	77	86	91	94
Plantação em fileiras, formando "ruas" (milho, algodão, tomate etc.)	SR	Pobre	72	81	88	91
	SR	Boa	67	78	85	89
	C	Pobre	70	79	84	88
	C	Boa	65	75	82	86
	C&T	Pobre	66	74	80	82
	C&T	Boa	62	71	78	81
Cereais de pequeno porte (trigo, arroz etc.)	SR	Pobre	65	76	84	88
	SR	Boa	63	75	83	87
	C	Pobre	63	74	82	85
	C	Boa	61	73	81	84
	C&T	Pobre	61	72	79	82
	C&T	Boa	59	70	78	81
Hortaliças, leguminosas com pequeno espaçamento, gramíneas cultivadas em várzeas	SR	Pobre	66	77	85	89
	SR	Boa	58	72	81	85
	C	Pobre	64	75	83	85
	C	Boa	55	69	78	83
	C&T	Pobre	63	73	80	83
	C&T	Boa	51	67	76	80
Pasto não tratado	-	Pobre	68	79	86	89
	-	Regular	49	69	79	84
	-	Boa	39	61	74	80
	C	Pobre	47	67	81	88
	C	Regular	25	59	75	83
	C	Boa	6	35	70	79
Pasto permanente, entremeado de árvores, numa várzea	-	Boa	30	58	71	78
Mato ou bosque	-	Pobre	45	66	77	83
	-	Regular	36	60	73	79
	-	Boa	25	55	70	77
Fazenda	-	-	59	74	82	86
Estrada de terra batida ou caminho (2)	-	-	72	82	87	89
	-	-	74	84	90	92

FONTE: Design of Small Dams/Revista de Saneamento nº 34 / Divisão de Pesquisa do DNOS


1 – Semeado a curtos intervalos ou espalhado

2 – Incluindo as servidões

3 – SR = Fileira reta / C = Em curvas de nível / Terraceado / Em curvas de nível e terraceado

Os grupos hidrológicos dos solos citados são:

Tipo A - Baixo potencial de deflúvio. Terrenos muito permeáveis com pouco silte e argila. Os valores mais baixos do CN estão dentro deste tipo.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	Nº 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 10 / 16	REV. 1

Tipo B - Capacidade de infiltração acima da média após completo umedecimento. Solos arenosos menos profundos que os do tipo A.

Tipo C - Capacidade de infiltração abaixo da média depois de pré-saturação. Contém apreciável percentagem de argila.

Tipo D - Mais alto potencial de deflúvio. Muito argiloso, quase impermeável. Os valores mais altos do CN estão dentro deste tipo.

Na tabela acima são fornecidos valores de CN para os diferentes tipos de solo e respectivas condições de ocupação. Esta tabela se refere a condição II de umidade antecedente do solo.

As condições de umidade antecedente do solo, segundo o método do SCS distingue três condições de umidade antecedente do solo:

CONDIÇÃO I – Solos secos – as chuvas, nos últimos 5 dias não ultrapassaram 15 mm

CONDIÇÃO II – Situação média na época das cheias – as chuvas nos últimos 5 dias, totalizaram de 15 a 40 mm (condição normalmente utilizada em projetos ferroviários).

CONDIÇÃO III – Solo úmido (próximo da saturação) – as chuvas nos últimos 5 dias, foram superiores a 40 mm, e as condições meteorológicas foram desfavoráveis a altas taxas de evaporação.

Para efeito de conversão, caso seja necessário, deverá ser utilizada a tabela a seguir:

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	N° 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 11 / 16	REV. 1

CONDIÇÕES ANTECEDENTES DE UMIDADES		
CONDIÇÃO I	CONDIÇÃO II	CONDIÇÃO III
100	100	100
87	95	99
78	90	98
70	85	97
63	80	94
57	75	91
51	70	87
45	65	83
40	60	79
35	55	75
31	50	70
27	45	65
23	40	60
19	35	55
15	30	50

FONTE: Design of Small Dams/Revista de Saneamento nº 34 / Divisão de Pesquisa do DNOS

9. DETERMINAÇÃO DAS DESCARGAS DE PROJETO

9.1. Bacias Pequenas

Bacias Pequenas são aquelas pertinentes aos dispositivos de drenagem superficial e bueiros para transposição de pequenos talwegues, em geral de regime temporário, com áreas de até 1 km².

Para pequenas bacias as descargas de projeto, serão determinadas através da utilização do Método Racional.

$$Q = 0,278 C. I. A$$

onde:

Q = descarga de projeto (m³/s)

0,278 = fator adimensional de conversão de unidades

C = coeficiente adimensional de escoamento superficial (run-off), classificado em função do tipo de solo, da cobertura vegetal e da declividade média da bacia.

I = intensidade média de precipitação sobre a bacia (mm/h).

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	Nº 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 12 / 16	REV. 1

A = área da bacia drenada (km²)

9.2. Bacias Intermediárias

As bacias intermediárias são as bacias hidrográficas cujas áreas se situam entre 1km² e 20 km², que em geral correspondem a bueiros celulares e tubulares de transposição de grotas.

Nestes casos, as descargas de projeto serão determinadas através de duas metodologias, a saber:

9.2.1. Áreas até 10 km²

Para as bacias intermediárias cujas áreas se situam entre 1km² e 10km², o cálculo das descargas de projeto deverá ser efetuado pelo Método Racional acrescido do coeficiente de retardo adimensional que visa a correção da precipitação pontual para a precipitação uniformemente distribuída pela área, dado pela expressão:

$$Q = 0,278 C . I . A . \sigma$$

onde:

Q = descarga de projeto (m³/s)

0,278 = fator adimensional de conversão de unidades

C = coeficiente adimensional de escoamento superficial (run-off), classificado em função do tipo de solo, da cobertura vegetal e da declividade média da bacia.

I = intensidade média de precipitação sobre a bacia. (mm/h)

A = área da bacia drenada (km²)

σ = coeficiente adimensional de retardo

$$\sigma = A^{-0,1}$$

9.2.2. Áreas maiores que 10 km²

Para as bacias intermediárias, compreendendo áreas entre 10km² e 20km², as descargas de projeto serão determinadas pelo Método do Hidrograma Triangular Sintético, considerando-se no caso o hidrograma formado por uma única ordenada.

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	N° 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 13 / 16	REV. 1

Neste caso, a precipitação efetiva será obtida a partir da curva “CN” adequada à bacia, e da precipitação real obtida para a duração igual ao tempo de concentração da bacia.

$$Q = \frac{0,208 \times A \times P_e}{t_p}$$

onde:

Q = descarga de projeto (m³/s)

0,208 = fator adimensional de conversão de unidades

A = área da bacia drenada (km²)

P_e = excesso de chuva ou precipitação efetivamente escoada (mm)

t_p = tempo de pico (h)

A precipitação efetiva é obtida com base na fórmula proposta pelo “US Soil Conservation Service” que com suas unidades ajustadas ao sistema métrico, apresenta a seguinte forma:

$$P_e = \frac{(P - 5080/CN + 50,80))^2}{P + (20320/CN - 203,2)}$$

onde:

P_e = excesso de chuva ou precipitação efetivamente escoada (mm)

P = precipitação para uma duração D (mm)

D = duração da precipitação (h)

Neste método a duração (D) será determinada através da fórmula $D = 2\sqrt{t_c}$

t_c = tempo de concentração (h)

CN = curve number (número de deflúvio representativo para o complexo hidrológico solo-vegetação)

O tempo de pico é obtido a partir do valor do tempo de concentração, através da expressão:

$$t_p = \sqrt{t_c} + 0,6 t_c$$

onde:

t_c = tempo de concentração (h)

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	Nº 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 14 / 16	REV. 1

9.3. Bacias Grandes

Correspondem às bacias hidrográficas de maior porte, em geral cursos d'água de maior porte e seus afluentes, as quais são drenadas por bueiros celulares duplos ou triplos, pontes e pontilhões e possuem áreas superiores a 20 km².

As descargas de projeto para estas bacias serão determinadas através do Método do Hidrograma Unitário Triangular.

$$q_p = \frac{0,208 \times A}{t_p}$$

Sendo:

q_p = descarga de pico unitária, referente a uma chuva efetiva P_e igual a 1cm de altura, ocorrida no tempo unitário Δt (m²/s . cm)

Δt = tempo unitário de duração da chuva (h)

$$\Delta t = \frac{t_c}{4}$$

A = área da bacia drenada (km²)

t_p = tempo de pico (h)


$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 t_c$$

t_r = tempo de retorno (h)

$$t_r = 1,67 t_p$$

t_b = tempo de base (h)

$$t_b = 2,67 t_p$$

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	Nº 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 15 /16	REV. 1

9.4. Obras de Drenagem Superficial

Para a determinação das vazões de cálculos das obras de drenagem superficial será efetuada através do Método Racional, para a duração de precipitação mínima de 6 minutos, exceto quando forem utilizadas as equações do engº Otto Pfafstetter. Neste caso será admitido o tempo de concentração mínimo de 5 minutos.

Entretanto, nos casos em que os dispositivos de drenagem superficial venham a coletar deflúvios de bacias relativamente significativas (ravinas ou talvegues interceptados por cortes) a determinação das descargas será realizada com o procedimento indicado no item 9.1, conforme o caso.

9.5. Casos Especiais


No caso de interferência com aproveitamentos hídricos cuja envergadura justifique apreciação mais profunda, deverão ser consultados os órgãos responsáveis por este aproveitamento, com vistas às interferências que possam ser causadas no seu comportamento hidráulico.

10. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados dos Estudos Hidrológicos deverão ser apresentados, para apreciação da fiscalização de forma conclusiva e suficiente à análise, contendo os seguintes itens:

- Descrição sumária das características geomorfológicas compreendendo a rede de drenagem natural, tipo de relevo, altitudes médias etc.
- Descrição sumária dos tipos de cobertura vegetal, abordando a utilização da terra por culturas, possibilidade de desmatamento etc.
- Desenhos contendo as plantas de todas as bacias de contribuição em escalas convenientes, amarradas ao eixo de projeto, devidamente estaqueado, de modo a fornecer elementos para análise dos resultados.

Nesta apresentação as bacias serão numeradas e os elementos deverão estar representados por convenções que não suscitem dúvidas. Deverão ser inseridos nesses

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO		
TÍTULO: ESTUDOS HIDROLÓGICOS	Nº 80-EG-000A-27-0000	FOLHA 16 / 16	REV. 1

desenhos quadros em que constem, no mínimo, os seguintes elementos: número da bacia, km ou estaca do talvegue, área da bacia, comprimento do talvegue e desnível.

- Relação e descrição dos pontos pluviométricos e fluviométricos pesquisados/utilizados com informações básicas do tipo: nome do posto, código da Agência Nacional de Águas, operador, série histórica e demais dados que permitam a definição do aproveitamento das estações para o projeto. Recomenda-se a apresentação de mapa com a localização dos postos pesquisados/utilizados.
- Gráficos de precipitação média mensal e número de dias de chuva médio mensal de postos que caracterizem a pluviometria local.
- Cálculos estatísticos para a determinação da equação de chuvas intensas.
- Gráficos de precipitação x duração x frequência e intensidade x duração x frequência dos postos selecionados.
- Equações de chuva dos postos adotados.
- Metodologia de cálculo das descargas de projeto e tempo de concentração.
- Cálculo das vazões, apresentados em planilhas apropriadas, contendo:
 - Localização aproximada da futura obra ou do curso principal;
 - Características geométricas da bacia;
 - Valor do tempo de concentração;
 - Método de cálculo utilizado;
 - Intensidade ou altura de chuva adotada para o período de recorrência previsto;
 - Coeficiente de escoamento superficial ou curva número adotados;
 - Valores das vazões de projeto calculadas nos tempos de recorrência adequados.