

Capítulo 85

Método de Denver ou CUHP

Capítulo 85- Método de Denver ou CUHP

85.1- Introdução

O método de Denver foi feito primeiramente em janeiro de 1978 e depois atualizado em 1983.

Rubem Porto no livro de Drenagem Urbana Tucci et al 1995 p. 154 detalhe e aconselha o Método *Colorado Urban Hydrograph Procedure (CUHP)* conhecido também como Método de Denver, que foi descrito em detalhes em 1992 no Manual de Drenagem Urbana de Denver no Colorado, Estados Unidos.

O método de Denver também foi explicado no livro da CETESB, 1986 denominado Drenagem urbana-manual de projeto.

O manual de Denver recomenda que a área mínima a ser aplicado o Método de Denver seja de 0,38 Km². O manual de Denver recomenda que deve ser calculado somente um hidrograma unitário quando a área for de 13 Km². Quando a área da bacia for maior que 13 Km² deverá a mesma ser subdividida em tamanhos menores que 13 Km².

Outra observação é que as pesquisas feitas na área Metropolitana de Denver foram com declividade dos talvegues que variam de $S=0,005$ m/m a $0,037$ m/m, devendo-se tomar cuidado com extrapolar tais valores conforme recomendado no Manual de Denver.

O método de Denver é uma adaptação do **Método de Snyder** para o Estado do Colorado nos Estados Unidos, mas é usado em outros locais e tem como resultado um **diagrama unitário para runoff de 1cm.**

Uma recomendação importante é que o Método de Denver ou CUHP deve ser aplicado a áreas urbanas.

Dica: o método de Denver ou CUHP é para áreas urbanas.

No Manual de Denver é usado para infiltração o Método de Horton, mas usaremos o método do número da Curva CN do SCS.

Devemos lembrar que pelo método de Denver ou CUHP temos um hidrograma unitário e para se achar o hidrograma final de vazões temos que fazer a convolução usando para chuva excedente em cm aquela obtida pelo número da curva CN. Não esquecer que os intervalos de tempo obtido no diagrama unitário de Denver com as chuvas excedentes deve ser igual.

No caso de várias bacias podemos fazer a adição e translação de hidrogramas ou usar o método de Muskingum-Cunge onde já teremos uma translação das vazões de pico.

Andrade et al, 2001 aplicou o Método de Denver em área urbana do arroio Olarias situado no Município de Ponta Grossa no Estado do Paraná e como eram várias bacias conforme Figura (85.1) o estudo de propagação foi utilizado o **Método de Muskingum-Cunge** para a obtenção do hidrograma de enchente.

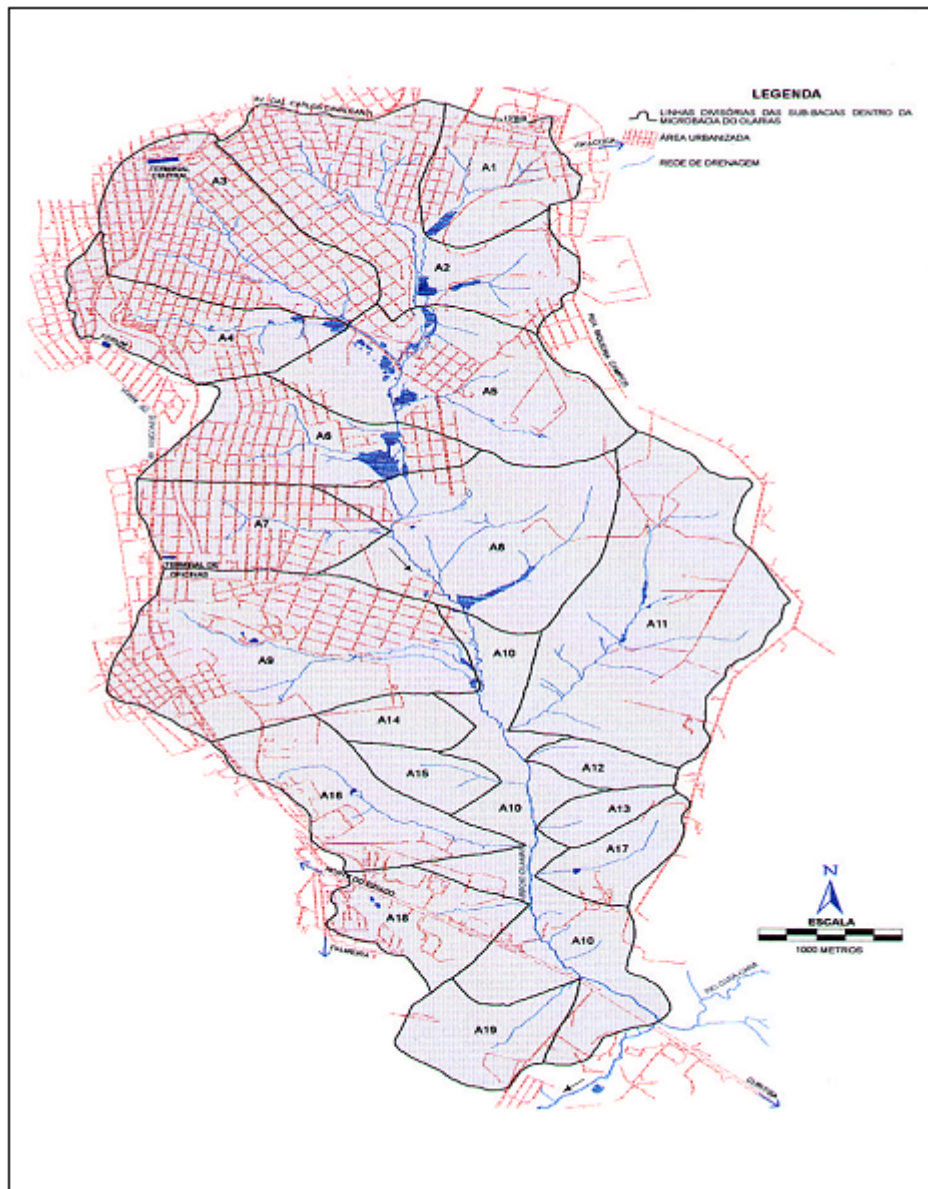


Figura 85.1- Esquema das subbacias estudadas por Andrade, et al, 2001 do Arroio Olarias em Ponta Grossa.

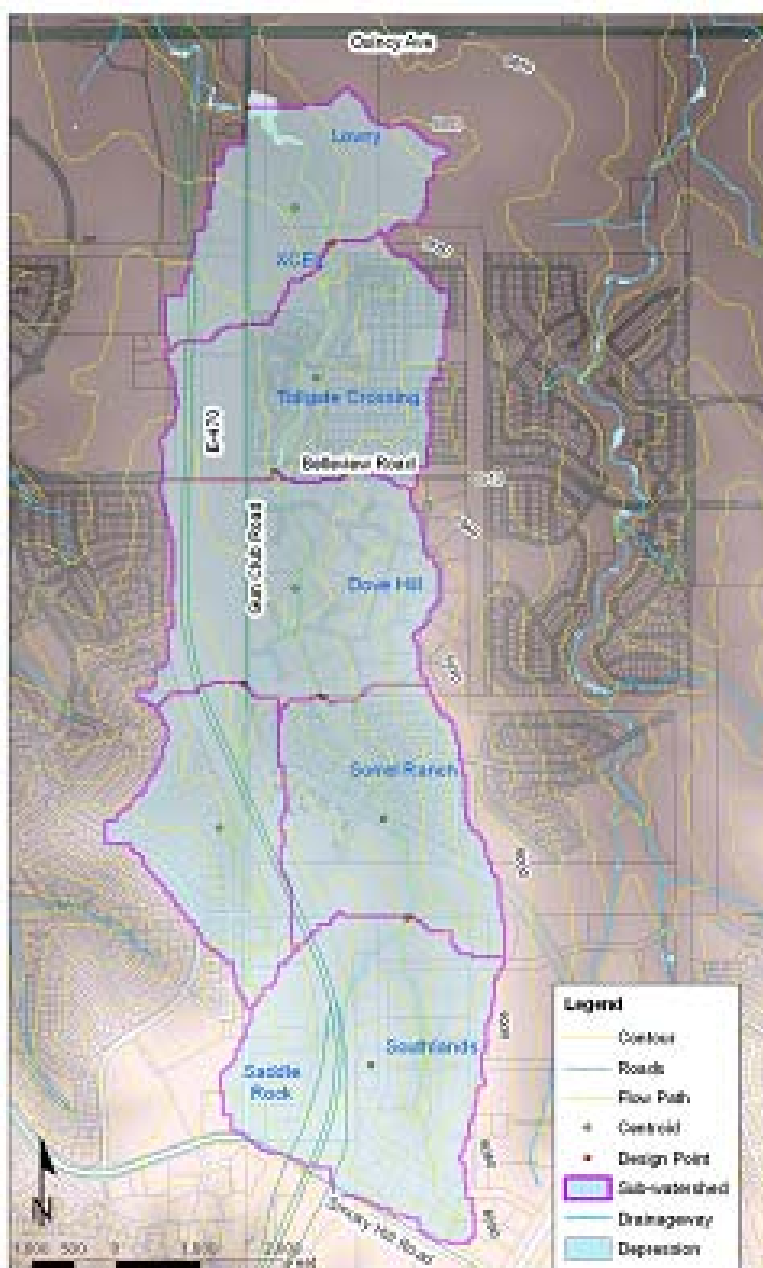


Figura 85.2- Discretização das bacias do East Toll Gate Creek de Arapahoe County, Colocado. Fonte: Dankengring et al, 2009.

Na Figura (85.2) está a discretização das bacias formando seis subbacias e se pode ver o centro de cada uma. Os estudos foram feitos para a atual e para a situação futura com áreas impermeáveis da ordem de 40%.

O interessante no estudo de Dankengring et al, 2009 é que com as 6 discretizações houve um aumento de vazão de 32% se fosse considerada uma só bacia. O interessante é que é citado estudo de Guo e Urbonas, 2008 em que ambos afirmam “ o nível de discretização pode causar aumento artificial da

vazão de pico no ponto a ser considerado. Quanto menores forem as subbacias, maior será o pico de vazão acumulado do runoff no ponto de controle.”

Dica: quanto mais bacia for subdividido maior será o pico da vazão.

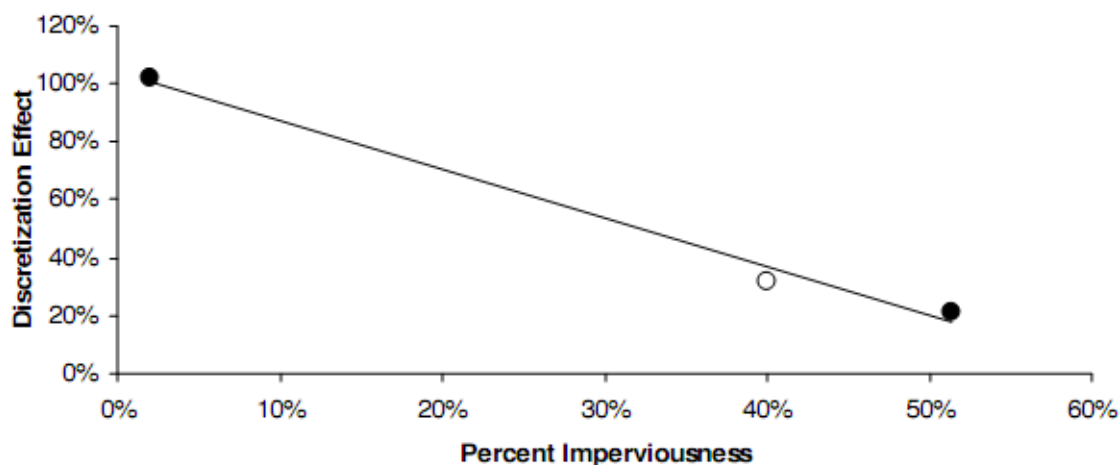


Figura 85.3- Correlação entre a porcentagem impermeável e o efeito da discretização. Fonte: Dankenbring et al, 2009

Na Figura (85.3) podemos notar para área impermeável de 40% que é o caso citado por Dankenbring et al, 2009 o efeito de discretização é de aumento de 32% na vazão de pico.

Não temos nenhuma recomendação quanto ao número de discretização a ser feita, mas na pré-desenvolvimento quando a área impermeável é muito baixa, isto é, 2% o pico da discretização aumenta consideravelmente, o que vem a confirmar que o **Método de Denver é para ser aplicado a áreas urbanas.**

85.2 Tempo de pico t_p

Para o tempo de pico t_p , o método Colorado aconselha a Equação (85.1) conforme Diretrizes Básica para Projetos de Drenagem Urbana no município de São Paulo, 1998 p.71 usa-se a seguinte Equação (85.1) que é recomendada no CUHP 2005 User Manual de Denver, março de 2008.

O valor de t_p (h) original do CUHP2005 sendo as distâncias em milhas e S (ft/ft) é:

$$t_p = Ct [L \cdot L_{cg} / S^{0,5}]^{0,48}$$

Observemos que o expoente é 0,48.

Como usaremos L e L_{cg} em Km teremos:

$$t_p = 0,637 \cdot Ct [L \cdot L_{cg} / S^{0,5}]^{0,48} \quad \text{(Equação 85.1)}$$

Sendo:

t_p = tempo de retardamento do hidrograma unitário medido do centro da chuva unitária até o pico do hidrograma (horas);

L = comprimento do talvegue da bacia desde as nascentes até a seção de controle (km);

L_{cg} = comprimento que vai desde o centro de gravidade da bacia até a seção de controle, acompanhando o talvegue (km);

S = média ponderada das declividades do talvegue (m/m) conforme Equação (85.3).

Ct = coeficiente que está relacionado com a porcentagem de impermeabilização da bacia conforme Figura (85.2).

0,637= para acertos das unidades.

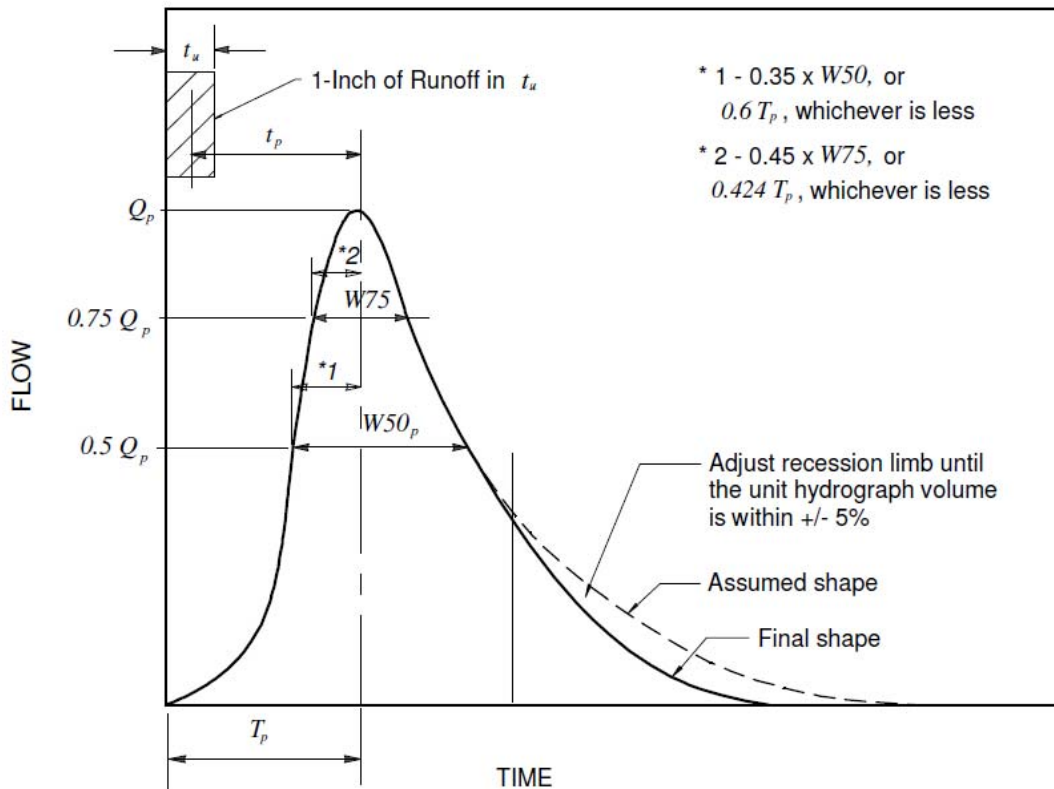


Figura 85.4- Observar o valor de tp

Tempo de concentração e tempo de retardo

O SCS diz-se que

$$t_p = 0,6 \cdot t_c \quad \text{(Equação 85.2)}$$

Conforme SCS o valor de $t_p = 0,6 \cdot t_c$ podemos achar o tempo de concentração após acharmos o valor de t_p . Na prática obtém-se pelo método cinemático um valor melhor do tempo de concentração t_c e depois se multiplicando por 0,6 obtém-se o valor de t_p .

85.3 Cálculo de P, Ct

O parâmetro de pico P pode ser tirado da Figura (85.1) ou calculado usando a Tabela (85.1) em em função da área impermeável em porcentagem.

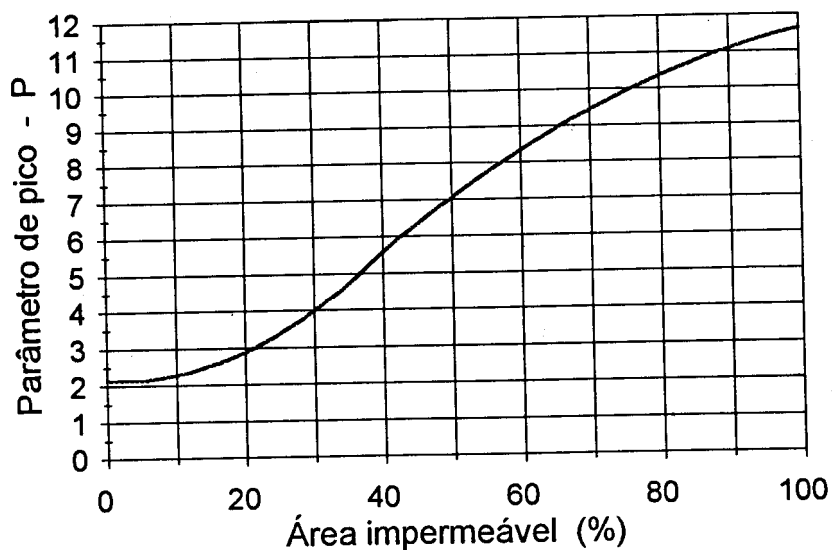


Figura 85.5- Determinação do fator de Pico P em função da área impermeável em porcentagem

Tabela 85.1- Valores de a, b, c, d, e, f devido a área impermeável

área impermeável (%) p	a	b	c	d	e	f
$p \leq 10$	0,0	-0,00371	0,163	0,00245	-0,012	2,16
$10 \leq p \leq 40$	0,000023	-0,00224	0,146	0,00245	-0,012	2,16
$p \geq 40$	0,0000033	-0,000801	0,120	-0,00091	0,228	-2,06

Fonte: Nicklow et al, 2006

$$P = d.p^2 + e.p + f$$

Exemplo 85.1

Dada a area impermeável de 44% achar o fator de pico P.

$$P = d.p^2 + e.p + f$$

$$P = -0,00091 \times 44^2 + 0,228 \times 44 - 2,06 = 6,21$$

Podemos calcular também o valor de Ct consultando a Figura (85.2) ou utilizando a equação:

$$C_t = a.p^2 + bp + c$$

Exemplo 85.2

Dada a área impermeável de 44% achar o valor Ct.

$$C_t = a.p^2 + bp + c$$

$$C_t = 0,0000033 \times 44^2 - 0,000801 \times 44 + 0,120 = 0,091$$

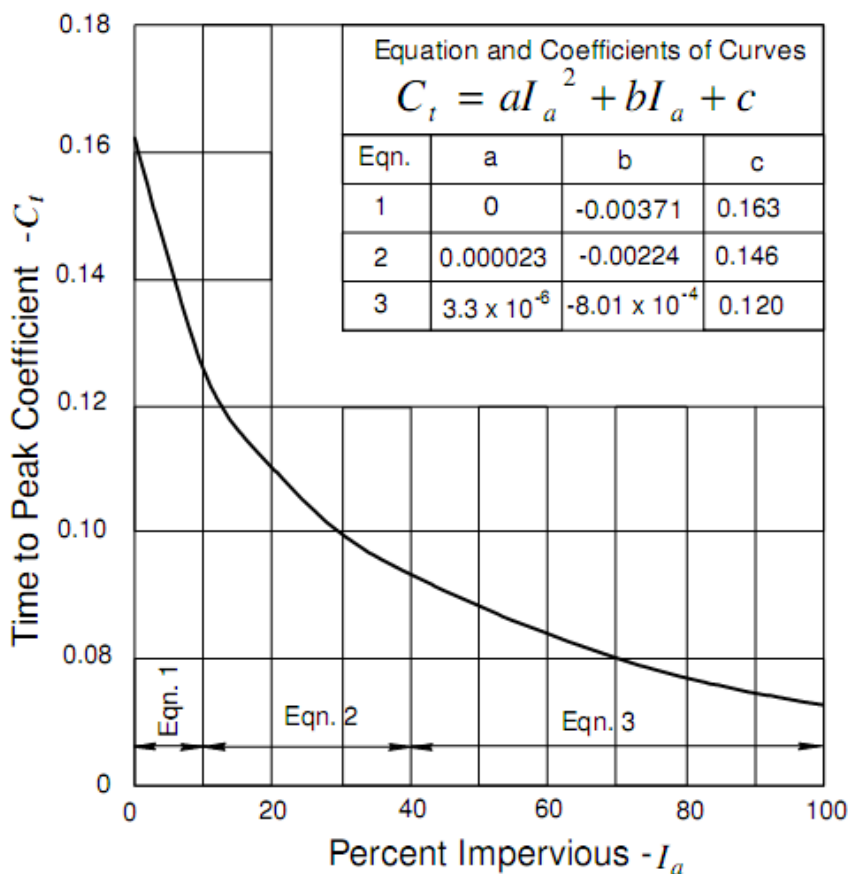


Figura 85.6- Determinação de Ct em função da área impermeável em porcentagem

Declividade: S

$$S = [(L_1 \cdot S_1^{0,24} + L_2 \cdot S_2^{0,24} + \dots) / (L_1 + L_2 + \dots)]^{4,17} \quad \text{(Equação 85.3)}$$

Exemplo 85.2- Achar a declividade média ponderada com $L_1 = 0,50\text{km}$ $L_2 = 1\text{km}$ e $L_3 = 1,5\text{km}$ e $S_1 = 0,007\text{m/m}$ $S_2 = 0,005\text{m/m}$ e $S_3 = 0,0019\text{ m/m}$.

Usando a Equação (85.3) temos:

$$S = [(L_1 \cdot S_1^{0,24} + L_2 \cdot S_2^{0,24} + \dots) / (L_1 + L_2 + \dots)]^{4,17}$$

$$S = [(0,5 \cdot 0,007^{0,24} + 1,00 \cdot 0,005^{0,24} + 1,50 \cdot 0,0019^{0,24} \dots) / (0,50 + 1,00 + 1,50)]^{4,17}$$

$$S = 0,0533\text{m/m}$$

Exemplo 85.3 – Baseado no livro de Drenagem Urbana.

Determinar o hidrograma unitário de uma bacia urbana com as seguintes características:

$$A=0,98 \text{ Km}^2$$

Comprimento do talvegue = $L=2,06\text{km}$ Distância do centro de gravidade = $L_{cg}=0,84\text{km}$,

Declividade do talvegue = $S=0,102 \text{ m/m}$ e Área impermeável $I_a = 44\%$.

Podemos calcular também o valor de C_t :

$$C_t = a.p^2 + b.p + c$$

$$C_t = 0,0000033 \times 44^2 - 0,000801 \times 44 + 0,12 = 0,091$$

Tempo de retardo (t_p)

$$t_p = 0,637 \cdot C_t [L \cdot L_{cg} / S^{0,5}]^{0,48}$$

$$t_p = 0,637 \cdot 0,091 [2,06 \times 0,84 / 0,102^{0,5}]^{0,48}$$

$$t_p = 0,13 \text{ h} = 7,8 \text{ min}$$

Nota: no livro pois nas mudanças de unidades o valor correto é 0,637 e não 6,637.

Duração da chuva unitária

$$D = t_p/3 = 0,13/3 = 0,0433 \text{ h} = 2,6 \text{ min. Adoto } D=2,5 \text{ min}$$

Fator de Pico P

$$P = d.p^2 + e.p + f$$

$$P = -0,00091 \times 44^2 + 0,228 \times 44 - 2,06 = 6,21$$

Determinação de C_p

$$C_p = 0,867 \cdot P \cdot C_t \cdot A^{0,15}$$

$$C_p = 0,867 \cdot 6,21 \cdot 0,091 \cdot 0,98^{0,15}$$

$$C_p = 0,49$$

Tempo de ascensão t_a

Tempo de ascensão é o tempo de início da chuva de duração unitária D até o pico do hidrograma:

$$t_a = t_p + D/2 \quad \text{(Equação 85.5)}$$

$$t_a = 7,8 + 2,5/2 = 9,05 \text{ min}$$

Vazão de pico do hidrograma unitário por unidade de área da bacia q_p ($\text{m}^3/\text{s} \times \text{km}^2$).

A vazão de pico é dada pela Equação (85.6).

$$q_p = 2,75 \cdot C_p / t_p \quad \text{(Equação 85.6)}$$

Sendo:

C_p = coeficiente relacionado com a capacidade de armazenamento da bacia fornecido conforme Figura (85.1) obtido em função da área impermeável.

O valor de C_p é obtido pela Equação (85.7).

$$C_p = 0,867 \cdot P \cdot C_t \cdot A^{0,15} \quad \text{(Equação 85.7)}$$

$$C_p = 0,867 \cdot P \cdot C_t \cdot A^{0,15}$$

$$C_p = 0,867 \cdot 6,21 \cdot 0,091 \cdot 0,98^{0,15} = 0,49$$

$$q_p = 2,75 \cdot C_p / t_p = 2,75 \cdot 0,49 / 0,13 = 10,37 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$$

Vazão de pico do hidrograma unitário

A vazão de pico do hidrograma unitário Q_p é obtido usando a Equação (85.8).
 $Q_p = q_p \cdot A$ (Equação 85.8)

Sendo:

Q_p = vazão de pico do hidrograma unitário (m^3/s);

q_p = vazão de pico do hidrograma unitário por unidade de área da bacia ($\text{m}^3/\text{s} \times \text{km}^2$) e

A = área da bacia (km^2).

$$Q_p = q_p \cdot A = 10,37 \cdot 0,98 = 10,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hidrograma unitário do CUHP

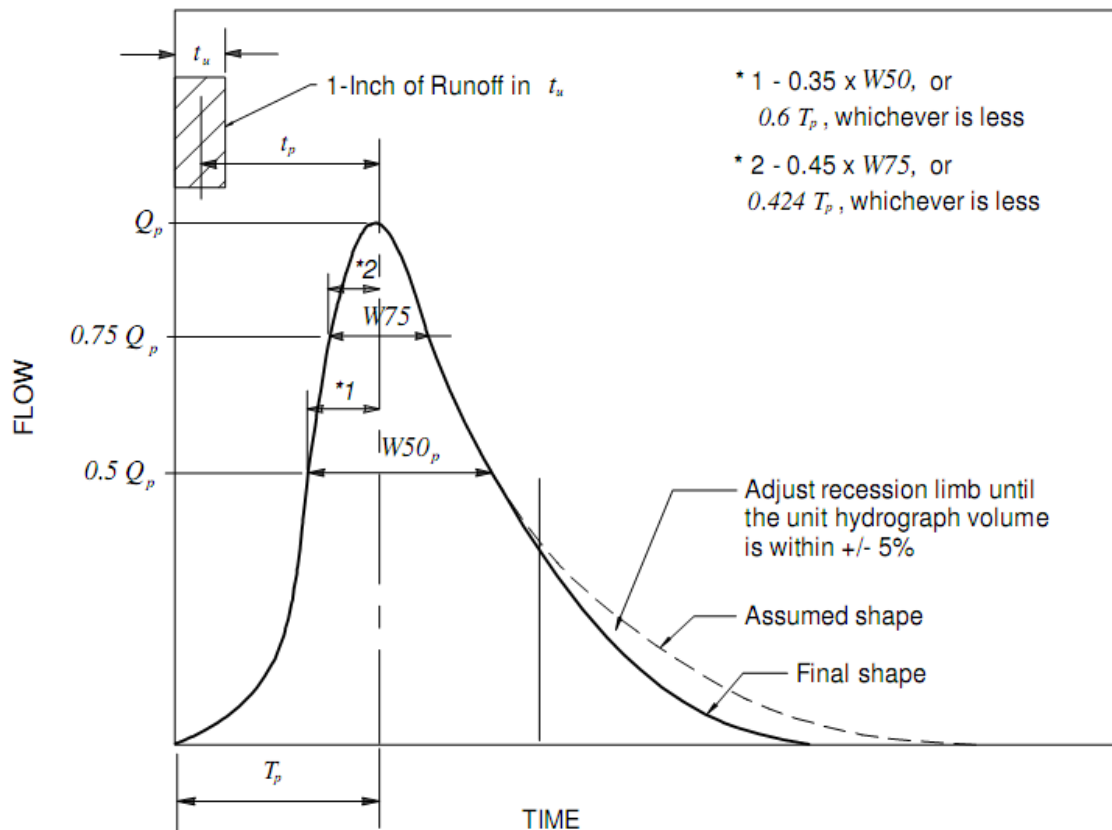


Figura 85.7- Hidrograma unitário do Método de Denver (Colorado Urban Hydrograph Procedure-CUHP2005)

Para se montar um hidrograma conforme recomendações do CUHP tempos que calcular $W50\%$ e $W75\%$, corresponde respectivamente ao tempo dentro da curva de 50% e 75% da vazão de pico.

$$W50\% = 2,15/ qp \quad (h) \quad \text{(Equação 85.9)}$$

$$W75\% = 1,12/ qp \quad (h) \quad \text{(Equação 85.10)}$$

Usando as Equações (85.9) e (85.10) temos:

$$W50\% = (2,15/ qp) \times 60 = (2,15/ 10,37) \times 60 = 12,44\text{min}$$

$$W75\% = (1,12/ qp) \times 60 = (1,12 / 10,37) \times 60 = 6,48\text{min}$$

.Para distribuir os valores W50% e W75% os mesmos são distribuídos da seguinte maneira:

m=0,35. W50% a esquerda da vazão de pico e para a direita da vazão de pico teremos n=0,65. W50%.

Para W75% teremos:

m=0,45 . W75% a esquerda da vazão de pico e n= 0,55 . W75%

Para W50% de 12,44min teremos a esquerda m=0,35 x 12,44 = 4,35min e n=0,65x 12,44= 8,09min.

Para W75% de 6,48min o valor a esquerda m=0,45x6,48= 2,90min e a direita n=0,55 x 6,48= 3,56min.

Para construir o hidrograma unitario precisamos de sete pontos.

Tabela 85.2- Sete pontos para fazer o hidrograma unitário

Ponto	Abscissa	Ordenada
1	0	0
2	Ta -0,35 W50= 9,05-4,35= 4,7 min	0,5 Qp=0,5 x 10,16= 5,08
3	Ta - 0,45 W75= 9,05 - 2,90=6,15 min	0,75 Qp= 0,75 x10,16= 7,62
4	Ta=Tp+ D/2 = 9,05 min	Qp= 10,16 m ³ /s/cm
5	Ta + 0,55 W75=9,05+3,56= 12,61 min	0,75 Qp= 0,75 x 10,16= 7,62
6	Ta + 0,65 W50=9,05+8,09= 17,14 min	0,5 Qp=0,5 x 10,16= 5,08
7	53,6	0

Estimativa do tempo base tb

O volume do hidrograma unitário é V=9800m³ para chuva excedente de 1cm.

$$V= A (km^2) \times 1\text{cm} = 0,98 \text{ km}^2 \times 10^6 \times 1 \times 0,01 = 9800\text{m}^3$$

Estimando hidrograma unitario triangular?

$$(Qp \times tb \times 60 /2) \times 0,01 = 9800$$

$$Qp= 10,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$tb= 2V/(Qp \times 60 \times 0,01) = 2 \times 9800/ (10,16 \times 60 \times 0,01) = 3,215 \text{ s} = 53,6 \text{ min}$$

$$tb= 53,6 \text{ min aproximadamente}$$

Exercício 85.4- Calcular a vazão de pico usando o Método de Denver para área de drenagem de 17,2km², 9,7km de comprimento do talvegue, 4,85km comprimento até o centro de gravidade, declividade média de 0,47% (0,0047m/m), área impermeável de 50%, número da curva CN=85. (Pallos, bacia do córrego Rincão).

Tabela 85.1- Coeficientes da função da área impermeável

Area impermeável (%) p	a	b	c	d	e	f
p ≤ 10	0,0	-0,00371	0,163	0,00245	-0,012	2,16
10 ≤ p ≤ 40	0,000023	-0,00224	0,146	0,00245	-0,012	2,16
p ≥ 40	0,0000033	-0,000801	0,120	-0,00091	0,228	-2,06

Fonte: Nicklow et al, 2006

Podemos calcular também o valor de Ct:

$$Ct = a.p^2 + bp + c$$

$$Ct = 0,0000033 \times 50^2 - 0,000801 \times 50 + 0,12 = 0,0882$$

Tempo de retardo (tp)

$$tp = 0,637 \cdot Ct [L \cdot Lcg / S^{0,5}]^{0,48}$$

$$tp = 0,637 \cdot 0,0882 [9,7 \times 4,85 / 0,0047^{0,5}]^{0,48}$$

$$tp = 1,24h$$

Duração da chuva unitária

$$D = tp/3 = 1,24/3 = 0,4h = 25min. \text{ Adoto } D = 10min$$

Fator de Pico P

$$P = d.p^2 + e.p + f$$

$$P = -0,00091 \times 50^2 + 0,228 \times 50 - 2,06 = 7,07$$

Determinação de Cp

$$Cp = 0,867 \cdot P \cdot Ct \cdot A^{0,15}$$

$$Cp = 0,867 \cdot 7,07 \cdot 0,0882 \cdot 17,2^{0,15}$$

$$Cp = 0,79$$

Vazão de pico do hidrograma unitário

$$qp = 2,75 \cdot Cp / tp = 2,75 \cdot 0,79 / 1,24 = 1,75 \text{ m}^3/s \times \text{km}^2$$

$$Qp = qp \cdot A = 1,75 \cdot 17,2 = 30 \text{ m}^3/s$$

$$ta = tp + D/2 = 1,24 \times 60 + 10/2 = 79,68 \text{ min}$$

Para determinação do gráfico do hidrograma unitário temos que calcular os valores de W50% e W75% que estão na Tabela (85.1).

Todos os valores encontrados na Tabela (85.2) e calculados estão na Tabela (85.3) onde podemos observar que os tempos não estão de 10 em 10min. Ai está o truque do hidrograma unitário. Os intervalos devem ser de 10 em 10min que foi calculado anteriormente. As chuvas excedentes em centímetros também deverão ser coerentes, isto é, estar de 10 em 10min.

Tabela 85.3- Valores de W50% e W75% para o gráfico

Determinação de W50% e W75%	Tempo (min)
W50% = (2,15/ qp)*60	73,87
m=0,35 x W50%	25,85
n=0,65 x W50%	48,01
W75% = (1,12/qp)*60	38,48
m=0,45 x W75%	17,32
n=0,55 * W75%	21,16

Volume do hidrograma unitário

O volume em m³ do hidrograma unitário para uma chuva excedente de 1cm e':
 $V = A \text{ (km}^2\text{)} \times 1\text{cm}$

Exemplo 85.5- Calcular o volume do hidrograma unitário com chuva excedente padrão de 1cm, sendo a área da bacia de 17,2km².

$$V = A \text{ (km}^2\text{)} \times 1\text{cm} = 17,2 \times 10^6 \times 1 \times 10^{-2} = 172.000\text{m}^3$$

É com o volume de 172.000m³ que se calcula por aproximação o tempo base de **253,8 min** sendo razoável um erro de 5%.

Tabela 85.4- Valores encontrados do tempo de m³/s x km²

Tempo (minutos)	m ³ /sxkm ²	
0,00	0	
53,83	15,0	50% de Q
62,37	22,5	75% de Q
79,68	30,0	
100,85	22,5	75% de Q
127,70	15,0	50% de Q
253,8	0	

Convolução:

Para a chuva excedente foi usado o número da curva CN=85 obtemos chuva excedente total de 7,12cm.

Foi usado o hietograma de Huff 1º quartil com 50% de probabilidade e fórmula de Martinez e Magni,1999 para Tr=50anos.

Para a Tabela (85.3) temos que colocar os tempos de 10 em 10min temos que fazer isto graficamente obtendo os valores da coluna 2 ou usar interpolação linear por exemplo.

Na Tabela (85.3) os valores calculados para a convolação são procedidos da seguinte maneira:

O valor 0,54m³/s foi obtido multiplicando 2,70m³/s.cm x 0,19cm.

O valor 1,07m³/s foi obtido multiplicando 5,58m³/s.cm x 0,19cm e assim por diante.

A última coluna é a soma das colunas. O valor maior é 190,6m³/s que é a vazão máxima obtida do pico de enchente que deverá ser somada a vazão base.

Tabela 85.5- Hidrograma da cheia pelo Método de Denver para a bacia com 17,2km², chuva de 2h em intervalos de 10min.

tempo (min)	Hidrograma unitário (m ³ /s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	soma
		0,19	1,79	1,72	1,01	0,63	0,47	0,41	0,25	0,22	0,22	0,14	0,07	7,12cm (m ³ /s)
0	0,00	0,00												0,00
10	2,79	0,54												0,54
20	5,58	1,07	4,99											6,06
30	8,37	1,61	9,98	4,80										16,39
40	11,16	2,15	14,97	9,59	2,81									29,52
50	13,95	2,68	19,96	14,39	5,62	3,50								46,16
60	20,45	3,93	24,96	19,19	8,43	5,25	3,95							65,70
70	25,84	4,97	36,58	23,98	11,24	6,99	5,27	4,60						93,63
80	29,92	5,76	46,22	35,15	14,05	8,74	6,58	5,74	3,51					125,76
90	26,38	5,07	53,53	44,42	20,59	12,82	9,65	8,42	5,14	4,42				164,06
100	22,83	4,39	47,18	51,45	26,02	16,19	12,19	10,64	6,50	5,59	5,60			185,75
110	19,97	3,84	40,84	45,35	30,14	18,75	14,12	12,32	7,53	6,47	6,48	4,33		190,16
120	17,17	3,30	35,72	39,25	26,56	16,53	12,44	10,86	6,64	5,70	5,71	3,82	1,91	168,44
130	14,74	2,84	30,72	34,33	22,99	14,31	10,77	9,40	5,74	4,93	4,94	3,30	1,65	145,92
140	13,55	2,61	26,37	29,52	20,11	12,51	9,42	8,22	5,02	4,32	4,33	2,89	1,45	126,77
150	12,36	2,38	24,24	25,35	17,29	10,76	8,10	7,07	4,32	3,71	3,72	2,48	1,24	110,67
160	11,17	2,15	22,11	23,30	14,85	9,24	6,96	6,07	3,71	3,19	3,19	2,13	1,07	97,97
170	9,98	1,92	19,98	21,25	13,65	8,49	6,39	5,58	3,41	2,93	2,94	1,96	0,98	89,49
180	8,79	1,69	17,85	19,21	12,45	7,75	5,83	5,09	3,11	2,67	2,68	1,79	0,89	81,02
190	7,60	1,46	15,72	17,16	11,25	7,00	5,27	4,60	2,81	2,41	2,42	1,62	0,81	72,54
200	6,41	1,23	13,59	15,11	10,05	6,26	4,71	4,11	2,51	2,16	2,16	1,44	0,72	64,06
210	5,22	1,00	11,46	13,06	8,85	5,51	4,15	3,62	2,21	1,90	1,90	1,27	0,64	55,58
220	4,03	0,77	9,33	11,02	7,65	4,76	3,59	3,13	1,91	1,64	1,65	1,10	0,55	47,10
230	2,84	0,55	7,20	8,97	6,45	4,02	3,02	2,64	1,61	1,39	1,39	0,93	0,46	38,62
240	1,64	0,32	5,07	6,92	5,25	3,27	2,46	2,15	1,31	1,13	1,13	0,75	0,38	30,15
250	0,45	0,09	2,94	4,87	4,05	2,52	1,90	1,66	1,01	0,87	0,87	0,58	0,29	21,67
260	0,00	0,00	0,81	2,83	2,86	1,78	1,34	1,17	0,71	0,61	0,61	0,41	0,21	13,33

85.5 Bibliografia e livros consultados

-ANDRADE, ALCEU GOMES FILHO et al. *Hidrogramas de enchentes através dos métodos Colorado Urban Hydrograph procedure e Muskingum-Cunge- Estudo da bacia do Arroio Olarias em Ponta Grossa*. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Departamento de Engenharia Civil, 2001, 10 páginas.

-COLORADO URBAN HYDROGRAPH PROCEDURE EXCEL-BASED COMPUTER PROGRAM (cuhp2005), março de 2008; Urban Drainage and Flood Control District, Denver, Colorado.

-CUHP2005. *User Manual*, março de 2008.

-DAEE. *Drenagem Urbana- manual de projeto*. São Paulo, agosto 1980, 2ª edição corrigida, 468 páginas.

-DANKENBRING, SHAWN C. et al. *Catchment discretization in the Colorado Urbana Hydrograph Procedure: a case study in de East Oll Gate Creek Watershed, Arapohoe County, Colorado*. Dia 5 de outubro de 2009. University of Colorado Denver, Department of Civil Engineering. 11 páginas.

-NICKLOW/BOULOS/MULETA. *Comprehensive urban hydrologic modeling handbook for engineers and planners*. 376 paginas, ISBN 0-97455689-6-1. Chapter five-Surface runoff. 2006

-TUCCI. CARLOS E;M, PORTO, RUBEM LA LAINA PORTO , BARROS, MARIO T. DE. *Drenagem urbana*. ABRH, 1ª ed, 1995, Porto Alegre, ISBN 85-7025-364-8 com 428 páginas.