

Capítulo 26

Método TR-55 para várias bacias

Para a construção do Parthenon localizado na Acrópole de Atenas foi usada a “seção áurea” ou a “divina proporção” onde o comprimento L e a largura W para um retângulo satisfaz a expressão:

$$(L + W) / L = L / W$$

Fonte: Geometry de Peter B. Geltner e Darrel J. Peterson.



SUMÁRIO

Ordem	Assunto
26.1	Introdução
26.2	SCS TR-55
26.3	Método SCS do TR-55 para dimensionamento preliminar de reservatório de retenção
26.4	Tr-55 para várias bacias

21 páginas

Capítulo 26- Método TR-55 para várias bacias

26.1 Introdução

O Departamento de Agricultura nos Estados Unidos apresentou em junho de 1986 através do *Natural Resources Conservation Service (NRCS)*, o *Technical Release 55*, ou seja, o TR-55 destina a bacias urbanas maiores que 4ha até 65km², mais conhecido como SCS TR-55, incorporando o que já tinha sido publicado em janeiro de 1976 pelo *Soil Conservation Service (SCS)*.

O TR-55 apresenta metodologia própria para determinar o pico de descarga e volume de retenção para áreas urbanas e rurais. Não apresenta o hidrograma completo e pode ser usado facilmente para varias bacias.

Para o uso do TR-55 é obrigatório **chuva de duração de 24h.**

Dica- O Método SCS TR-55 é bom para determinar vazão de pico e volume de retenção. Para hidrograma completo deve-se usar o SCS original.

26.2 SCS TR-55

O método SCS TR-55 é o seguinte.

$$Q_p = Q_u \cdot A \cdot Q \cdot F_p \quad (\text{Equação 26.1})$$

Sendo:

Q_p = vazão de pico (m³/s)

Q_u = pico de descarga unitário (m³/s/cm / km²)

A = área da bacia (km²)

Q = runoff ou seja o escoamento superficial ou chuva excedente de uma chuva de 24h (cm)

F_p = fator adimensional de ajustamento devido a poças d'água fornecido pela Tabela (26.1).

Tabela 26.1- Fator de ajustamento em função da porcentagem de água de chuva retida em poças d'água ou em brejos

Porcentagem da água de chuva que fica em poças d'água ou em brejos (%)	F_p
0	1,00
0,2	0,97
1,0	0,87
3,0	0,75
5,0*	0,72

Fonte: TR-55 junho de 1986

(*) Se a porcentagem de água de chuva retida em poças e brejos for maior que 5%, considerações especiais devem ser tomadas para se achar a chuva excedente (Chin, 2000).

O pico de descarga unitário Q_u é fornecido pela Equação (26.2) em função do tempo de concentração t_c em horas.

$$\log(Q_u) = C_0 + C_1 \cdot \log t_c + C_2 \cdot (\log t_c)^2 - 2,366 \quad (\text{Equação 26.2})$$

Sendo:

C_0, C_1 e C_2 obtidos da Tabela (26.2)

t_c = tempo de concentração (h), sendo que $0,1h \leq t_c \leq 10h$

Dica: O SCS TR-55 usa sempre chuva de duração de 24horas.

Tabela 26.2- Valores de C_0 , C_1 e C_2 obtidos em função do tipo de chuva e da relação Ia/P

Tipo de chuva conforme SCS (Estados Unidos)	Ia/ P	C_0	C_1	C_2
I	0,10	2,30550	-0,51429	-0,11750
	0,20	2,23537	-0,50387	-0,08929
	0,25	2,18219	-0,48488	-0,06589
	0,30	2,10624	-0,45695	-0,02835
	0,35	2,00303	-0,40769	0,01983
	0,40	1,87733	-0,32274	0,05754
	0,45	1,76312	-0,15644	0,00453
	0,50	1,67889	-0,06930	0,0
IA	0,10	2,03250	-0,31583	-0,13748
	0,20	1,91978	-0,28215	-0,07020
	0,25	1,83842	-0,25543	-0,02597
	0,30	1,72657	-0,19826	0,02633
	0,50	1,63417	-0,09100	0,0
II	0,10	2,55323	-0,61512	-0,16403
	0,30	2,46532	-0,62257	-0,11657
	0,35	2,41896	-0,61594	-0,08820
	0,40	2,36409	-0,59857	-0,05621
	0,45	2,29238	-0,57005	-0,02281
	0,50	2,20282	-0,51599	-0,01259
III	0,10	2,47317	-0,51848	-0,17083
	0,30	2,39628	-0,51202	-0,13245
	0,35	2,35477	-0,49735	-0,11985
	0,40	2,30726	-0,46541	-0,11094
	0,45	2,24876	-0,41314	-0,11508
	0,50	2,17772	-0,36803	-0,09525

Fonte: Chin, 2000 p. 364

Os Estados Unidos foram divididos em 4 regiões, onde existem os tipos de chuva I, IA, II e III. Infelizmente não temos nada semelhante no Brasil.

Segundo Porto,1995 o tipo de chuva de São Paulo que mais se aproxima dos Estados Unidos é o tipo II. No Capítulo 7 deste livro encontramos as frações de chuvas acumuladas Tipo I, Tipo IA, Tipo II e Tipo III.

Lembrando o método de cálculo da chuva excedente pelo número da curva CN, Ia é abstração inicial em milímetros, que representa todas as perdas antes que comece o runoff.

Dica: Para o Estado de São Paulo usar a chuva Tipo II para o SCS-TR-55

O valor de $I_a = 0,2 S$ sendo que S é o potencial máximo de retenção em milímetros após começar o runoff. O valor de S está em função do número da curva CN.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

O valor da chuva excedente ou runoff ou escoamento superficial Q é :

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)} \quad \text{válida quando } P > 0,2 S$$

O valor de P para o caso do método SCS TR-55 é para uma chuva de 24 horas.

Na Tabela (26.2) para valores de $I_a/P < 0,10$ deverá ser usado o valor $I_a/P = 0,10$ e para valores de $I_a/P > 0,50$ deverá ser usado $I_a/P = 0,50$. O TR-55, 1986 diz que para valores de I_a/P menores que 0,10 e maiores que 0,50 temos falta de precisão na vazão de pico que será obtida.

O TR-55, 1986 aconselha ainda que para a aplicação do método o valor de CN deverá ser maior que 40 e que a bacia deve ser homogênea, isto é, que o uso do solo e a cobertura seja uniformemente distribuída na bacia. Chin, 2000 sugere que as variações do coeficiente CN na bacia devem ser de $\pm 5\%$ (cinco por cento).

O TR-55 recomenda ainda que quando for aplicado o método gráfico estimativo de pico, as vazões devem ser calculadas antes e depois do desenvolvimento, usando os mesmos procedimentos para estimativa do tempo de concentração t_c .

O TR-55 aconselha outro método caso se queira a hidrógrafa.

Exemplo 26.1

Seja uma bacia com $2,22\text{km}^2$ com 0,2% de poças d'água e que o número da curva estimado $CN=87$. O tempo de concentração é de $15\text{min} = 0,25\text{h}$ e que a chuva de 24 horas é o Tipo II e que a precipitação para período de retorno de 25 anos conforme Martinez e Magni, 1999, na cidade de São Paulo, seja de 123mm.

Solução

Para $CN=87 > 40$ o armazenamento S será:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = (25.400/87) - 254 = 37,95\text{mm}$$

Como o valor $P=123\text{mm}$ temos:

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)}$$
$$Q = \frac{(123 - 0,2 \cdot 37,95)^2}{(123 + 0,8 \cdot 37,95)} = 86,85\text{mm} = 8,69\text{cm}$$

Portanto, a chuva excedente é 8,69cm.

Como $I_a = 0,2 \cdot S = 0,2 \times 37,95 = 7,59\text{mm}$

$I_a/P = 7,59\text{mm}/123\text{mm} = 0,06 < 0,1$ (teremos imprecisões maiores na estimativa)

Como $Ia/P < 0,1$ adotamos para $Ia/P = 0,1$ e então para a chuva Tipo II escolhida temos:

$$C_0 = 2,55323$$

$$C_1 = -0,61512$$

$$C_2 = -0,16403$$

$t_c = 0,25h > 0,1h$ (hipótese de aplicação do método)

Substituindo os valores na Equação (26.2) temos:

$$\log(Q_u) = C_0 + C_1 \cdot \log t_c + C_2 \cdot (\log t_c)^2 - 2,366$$

$$\log(Q_u) = 2,55323 - 0,61512 \cdot \log 0,25 - 0,16403 \cdot (\log 0,25)^2 - 2,366$$

$$\log(Q_u) = 0,4981$$

e portanto $Q_u = 3,1477 \text{ (m}^3/\text{s / cm / km}^2 \text{)}$

Como admitimos 0,2% de poças d'água, da Tabela (26.1) obtemos $F_p = 0,97$

Da Equação (26.1) do TR-55 temos:

$$Q_p = Q_u \cdot A \cdot Q \cdot F_p$$

$$Q_p = 3,1477 \cdot 2,22 \cdot 8,69 \cdot 0,97 = 58,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portanto, a estimativa de vazão de pico segundo o método gráfico do TR-55 é de $58,9 \text{ m}^3/\text{s}$ para $Tr = 25$ anos.

Exemplo 26.2

Seja uma bacia com $9,95\text{km}^2$ com 0,2% de poças d'água e que o número da curva estimado $CN=75$. O tempo de concentração é de 2,53h e que a chuva de 24h é do Tipo II e que a precipitação para o período de retorno de 100 anos seja de 162,05mm

A declividade média foi obtida proporcionalmente aos comprimentos dos trechos desde a primeira cota de montante até a última cota de jusante.

Para o cálculo do tempo de concentração será usado a fórmula SCS Lag-1975, pois a área da bacia $9,95\text{km}^2$.

$$t_c = 0,0136 \cdot L^{0,8} \cdot (1000 / CN - 9)^{0,7} \cdot S^{-0,5}$$

Sendo $L=5050\text{m}$; declividade média $S=0,05248 \text{ m/m}$; $t_c = 152,04\text{min} = 2,53\text{h}$

Para $CN=75 > 40$ o armazenamento S será:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 = 84,67\text{mm}$$

Como o valor $P=162,05\text{mm}$

$$Q = \frac{(P - 0,2 S)^2}{(P + 0,9.S)} = 91,64\text{mm} = 9,164\text{cm}$$

Portanto, a chuva excedente é 9,164cm

Como $I_a = 0,2 \cdot S = 0,2 \cdot 84,67\text{mm} = 16,93\text{mm}$

$I_a / P = 16,93\text{mm} / 162,05\text{mm} = 0,10$

Para a chuva Tipo II com $I_a/P = 0,1$, conforme Tabela (26.2)

$$C_0 = 2,55323$$

$$C_1 = -0,61512$$

$$C_2 = -0,16403$$

$$\log(Q_u) = C_0 + C_1 \cdot \log t_c + C_2 \cdot (\log t_c)^2 - 2,366$$

$$\log(Q_u) = 2,55323 - 0,61512 \cdot \log(2,53) - 0,16403 \cdot (\log 2,53)^2 - 2,366$$

$$\log(Q_u) = -0,0874$$

$$Q_u = 0,81777 \text{ m}^3/\text{s}/\text{cm}/\text{km}^2$$

$$Q_p = Q_u \cdot A \cdot Q \cdot F_p$$

$$Q_p = 0,81777 \text{ m}^3/\text{s}/\text{cm}/\text{km}^2 \cdot 9,95\text{km}^2 \cdot 9,16\text{cm} \cdot 0,97 = 72,32\text{m}^3/\text{s}$$

Considerando a vazão de base de $3\text{m}^3/\text{s}$ teremos como vazão de pico de projeto é igual a $72,32\text{m}^3/\text{s} + 3\text{m}^3/\text{s} = 75,32\text{m}^3/\text{s}$.

26.3 Método SCS do TR-55 para o reservatório de retenção

McCuen, 1998 p. 448 apresenta a Equação (26.3) que substitui o gráfico apresentado pelo TR-55.

$$\frac{\text{Volume do reservatório}}{\text{volume de runoff}} = C_0 + C_1 \cdot \alpha + C_2 \cdot \alpha^2 + C_3 \cdot \alpha^3 \quad (\text{Equação 26.3})$$

Sendo:

Volume do reservatório = volume do piscinão (m^3);

volume de runoff = volume da chuva excedente (m^3). É a altura da chuva multiplicada pela área da bacia nas unidades compatíveis;

$$\alpha = Q_{\text{pré-desenvolvimento}} / Q_{\text{pós-desenvolvimento}}$$

Sendo:

$Q_{\text{pós-desenvolvimento}}$ = vazão de pico (m^3/s) depois do desenvolvimento calculado pelo TR-55;

$Q_{\text{pré-desenvolvimento}}$ = vazão de pico (m^3/s) antes do desenvolvimento calculado pelo TR-55.

C_0, C_1, C_2 e C_3 = coeficientes de análise de regressão da Tabela (26.4)

Tabela 26.4- Valores dos coeficientes C_0, C_1, C_2 e C_3 em função do tipo de chuva dos Estados Unidos padronizadas pelo SCS.

Tipo de chuva nos Estados Unidos	C_0	C_1	C_2	C_3
I, IA	0,660	-1,76	1,96	-0,730
II, III	0,682	-1,43	1,64	-0,804

Fonte: McCuen, 1998 p. 449

O TR-55 recomenda que as estimativas de pico devem ser as calculadas pelo TR-55 e que o procedimento de cálculo do tempo de concentração adotado para o pré-desenvolvimento e pós-desenvolvimento deve ser o mesmo.

O TR-55 adverte que os erros de estimativas são da ordem de 25% (vinte e cinco por cento). De modo geral, o método SCS super-dimensiona o reservatório de retenção (capítulo 6-3, junho de 1986, *Urban Hydrology for Small Watersheds – TR-55*).

Exemplo 26.3- Aplicação do TR-55 para o reservatório de retenção.

É o mesmo do piscinão citado no Exemplo (26.1) com $T_r=25$ anos.

$$Q_{\text{pré}} = 13 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (dado imposto no problema)}$$

$$Q_{\text{pós}} = 58,9 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (calculado pelo TR-55)}$$

$$\alpha = 13/58,9 = 0,22$$

Usando a Equação (26.3) e sendo a chuva escolhida Tipo II conforme Tabela (26.3) teremos os valores de C_0, C_1, C_2 e C_3 .

$$\frac{\text{Volume do reservatório}}{\text{volume de runoff}} = C_0 + C_1 \cdot \alpha + C_2 \cdot \alpha^2 + C_3 \cdot \alpha^3$$

$$\frac{\text{Volume do reservatório}}{\text{volume de runoff}} = 0,682 - 1,43 \cdot 0,22 + 1,64 \cdot 0,22^2 - 0,804 \cdot 0,22^3 = 0,44$$

Como no exercício anterior calculamos a chuva excedente do piscinão do Pacaembu obtivemos $Q = 8,69\text{cm}$.

Portanto o volume de runoff deverá ser obtido pela altura de chuva de 8,69cm multiplicado pela área da bacia de $2,22\text{km}^2$.

$$\text{Volume de runoff} = (8,69\text{cm}/100) \times 222\text{ha} \times 10.000\text{m}^2 = 192.918\text{m}^3$$

$$\text{Volume do reservatório} = 0,44 \times 192.918 = 84.884\text{m}^3$$

Portanto, usando o método de TR-55 achamos que o volume estimado do piscinão é de **84.884m^3** .

26.4 Tr-55 para várias bacias

O método TR-55 de 1986 possui um método simples de calcular varias bacias. Para isto se utiliza hidrógrafa tabelada. No caso transcrevemos somente aquela que nos interessa, ou seja, aquela resultante da chuva Tipo II que pode ser usada no Brasil.

Só vale para **chuvas de duração de 24h**.

Nas Tabelas do TR-55 para chuva Tipo II estão no fim do capítulo.

Deve-se observar que:

- a) tempo de concentração $t_c \leq 2h$;
- b) tempo de trânsito ou *travel time* $T_t \leq 3h$;
- c) as áreas de drenagem individuais diferem em áreas menor que um fator 5.

Quando ultrapassarmos as hipóteses acima, teremos que usar o programa de software do SCS denominado **TR-20** que é gratuito.

Uma outra observação a ser feito é:

- a) arredondamento do t_c sempre para baixo. Assim $t_c=1,6h$ deve ser usado a tabela da parte de $t_c=1,50h$;
- b) O valor do tempo de trânsito T_t deve ser arredondando sempre para cima.
- c) O valor de I_a/P deve ser arredondado para baixo. Assim $I_a/P=0,15$ deve ser usado $I_a/P=0,10$.

Exemplo 26.6

Adaptamos o exemplo do TR-55. Este exemplo também está no livro do Akan, 1993.

Trata-se de calcular a vazão de pico para antes do desenvolvimento para uma bacia com sete sub-bacias, para o período de retorno de 25anos, chuva de 24h Tipo II.

Vamos usar dados de chuva da Região Metropolitana de São Paulo que para chuva de 24h e $T_r=25$ anos o valor de $P=123mm$.

O esquema das subbacias está na Figura (26.3).

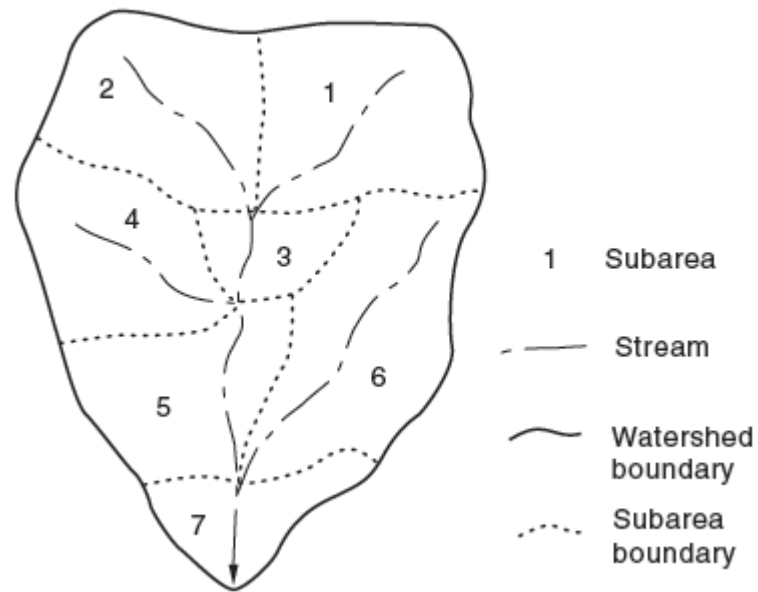


Figura 26.3- Esquema das sete subbacias conforme TR-55, 1986

Tabela 26.6- Dados

1	2	3	4	5	6
	Área	Tc	Travel Time	Áreas a jusante	Travel Time
Sub bacia			horas		até saída
	(km ²)	(h)	subárea		(h)
1	0,78	1,50		3,5,7	2,50
2	0,52	1,25		3,5,7	2,50
3	0,26	0,50	0,50	5,70	2,00
4	0,65	0,75		5,70	2,00
5	0,52	1,50	1,25	7,00	0,75
6	1,04	1,50		6,00	0,75
7	0,52	1,25	0,75		0,00
	4,27				

Na Tabela (26.6) estão os dados fornecidos discriminados a seguir:

Coluna 1- estão as subbacias numeradas de 1 a 7.

Coluna 2- Área de cada subbacia em km²;

Coluna 3- tempo de concentração em hora de cada subbacia até o ponto de saída

Coluna 4- *travel time*, ou trânsito pela área subsequente. Assim a subbacia 3 tem *travel time* de 0,50h enquanto que a subbacia 5 tem *travel time* de 1,25h e a subbacia 7 que é a última tem 0,75h.

Coluna 5- estão as áreas a jusante. Assim a subbacia tem a jusante as subbacias 3; 5 e 7 conforme Figura (26.1).

Coluna 6- Nesta coluna estão os *travel time* da subbacia até a saída final de toda a bacia. Assim a subbacia 1 tem *travel time* de 2,50h para chegar até a saída da bacia. A subbacia 7 que é a última o *travel time* é 0,0h.

Tabela 26.7- Cálculo do runoff e de Ia/P

Colu na 1	Colu na 2	Colu na 3	Colu na 4	Colu na 5	Colu na 6	Colu na 7	Colu na 8	Colu na 9
	Área	24horas	Número	S	Runoff	Abstração		Runoff
Sub bacia		P	Curva		Q	Ia	Ia/P	Q
	(km ²)	(mm)	CN	(mm)	(mm)	(mm)		(cm)
1	0,78	123	65	137	39,4	27	0,22	3,94
2	0,52	123	70	109	48,8	22	0,18	4,88
3	0,26	123	75	85	59,0	17	0,14	5,90
4	0,65	123	70	109	48,8	22	0,18	4,88

5	0,52	123	75	85	59,0	17	0,14	5,90
6	1,04	123	70	109	48,8	22	0,18	4,88
7	0,52	123	75	85	59,0	17	0,14	5,90

Na Tabela (26.7) está o cálculo do runoff Q e da relação Ia/P importante para utilização do TR-55.

Coluna 1- número das subbacias;

Coluna 2- área em km² de cada subbacia;

Coluna 3- Precipitação de 24h para a Região Metropolitana de São Paulo conforme de Martinez e Magno, 1999 e para período de retorno de 25anos adotado.

Coluna 4- número da curva CN fornecido pelo exemplo;

Coluna 5- cálculo do valor de S em mm;

$$25400$$

$$\text{Sendo: } S = \frac{\text{CN}}{\text{CN}} - 254$$

Coluna 6- cálculo do runoff Q conforme número da curva CN do SCS

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)} \quad \text{válida quando } P > 0,2 S$$

Coluna 7- Abstração inicial $I_a = 0,2 S$

Coluna 9- Relação Ia/P

Coluna 9- Runoff em cm, pois será usado cm e não milímetros.

Tabela 26.9- Cálculo d e Q x área

Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7
	Tc	Travel Time		Área	Runoff	
Sub bacia		até saída	Ia/P		Q	Q x Area
	(h)	(h)		(km ²)	(cm)	(cm x km ²)
1	1,50	2,50	0,22	0,78	3,94	3,06
2	1,25	2,50	0,18	0,52	4,88	2,53
3	0,50	2,00	0,14	0,26	5,90	1,53
4	0,75	2,00	0,18	0,65	4,88	3,16
5	1,50	0,75	0,14	0,52	5,90	3,06
6	1,50	0,75	0,18	1,04	4,88	5,05
7	1,25	0,00	0,14	0,52	5,90	3,06

Na Tabela (26.8) está o cálculo auxiliar de Q x área e que será usado na Tabela (26.9).

Tabela 26.9- Obtenção dos valores de cfs/mi²/in

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Tc	Travel Time			qt						
Sub-bacia		até saída	Ia/P	Q x Área	cfs/milha²/in						
	(h)	(h)		(cm x km²)	12,8 h	13,2h	13,6h	14,0h	14,3h	14,6h	15h
1	1,5	2,5	0,1 0	3,06	6	8	11	18	34	69	141
2	1,25	2,5	0,1 0	2,53	7	10	14	28	58	114	197
3	0,5	2	0,1 0	1,53	15	23	65	202	297	280	181
4	0,75	2	0,1 0	3,16	13	20	48	151	245	274	213
5	1,5	0,75	0,1 0	3,06	42	125	222	233	193	148	102
6	1,5	0,75	0,1 0	5,05	42	125	222	233	193	148	102
7	1,25	0	0,1 0	3,06	284	266	163	104	78	61	47

Na Tabela (26.9) estão:

Coluna 1- subbacias a partir da 1 a 7

Coluna 2- Tempo de concentração em horas de cada subbacia;

Coluna 3- *Travel time* de cada subbacia até a saída da bacia;

Coluna 4- estão os valores de Ia/P que serão usados para entrar nas Tabelas do TR-55 para chuva Tipo II estão no fim do capítulo.

Notar que todos os valores de Ia/P são iguais a 0,10, pois toma-se sempre o valor inferior. Como os valores são inferiores a 0,22 e como o valor superior de Ia/P=0,30 toma-se Ia/p=0,10.

Coluna 5- valores dos produtos das áreas pelo runoff em cm.

Coluna 6- são os valores obtidos na Tabelas do TR-55 para chuva Tipo II estão no fim do capítulo.

Entrando com o tempo de concentração tc, o *travel time* e o valor Ia/P para chuva tipo II e 24h de chuva. Notar que tomamos arbitrariamente para inicio o valor de 12,8h.

Escolhemos para efeito didático somente parte do período tabelado que vai de 11h até 24h.

Tabela 26.10- Mudança de unidades

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Tc	Travel Time			qt						
Sub bacia	hor as	até saída	Ia/ P	Q x Área	m³/s/km²/cm						
		horas		cm x km²	12,8 h	13,2h	13,6h	14,0h	14,3h	14,6h	15h
1	1,5	2,5	0,1 0	3,06	0,0258	0,0344	0,0473	0,0774	0,1462	0,2967	0,6063
2	1,25	2,5	0,1 0	2,53	0,0301	0,043	0,0602	0,1204	0,2494	0,4902	0,8471
3	0,5	2	0,1 0	1,53	0,0645	0,0989	0,2795	0,8686	1,2771	1,204	0,7783
4	0,75	2	0,1 0	3,16	0,0559	0,086	0,2064	0,6493	1,0535	1,1782	0,9159
5	1,5	0,75	0,1 0	3,06	0,1806	0,5375	0,9546	1,0019	0,8299	0,6364	0,4386
6	1,5	0,75	0,1 0	5,05	0,1806	0,5375	0,9546	1,0019	0,8299	0,6364	0,4386
7	1,25	0	0,1 0	3,06	1,2212	1,1438	0,7009	0,4472	0,3354	0,2623	0,2021

Os valores da Tabela (26.10) são semelhantes aos da Tabela (26.9) com a diferença que fizemos a mudança das unidades para m³/s/km²/cm. Usamos para isto o fator de conversão **0,0043**.

Assim o valor da coluna 7 da Tabela (26.9) foi multiplicado por 0,0043 obtendo-se 0,08 na coluna 6 da Tabela (26.10).

Tabela 26.11- Cálculos de cada subbacia e total

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Tc	Travel Time			qt						
Sub bacia	hor as	até saída	Ia/ P	Q x Área	m³/s/km²/cm						
		horas		cm x km²	12,8 h	13,2h	13,6h	14,0h	14,3h	14,6h	15h
1	1,50	2,50	0,1	3,06	0,08	0,11	0,14	0,24	0,45	0,91	1,85
2	1,25	2,50	0,1	2,53	0,08	0,11	0,15	0,30	0,63	1,24	2,14
3	0,50	2,00	0,1	1,53	0,10	0,15	0,43	1,33	1,95	1,84	1,19
4	0,75	2,00	0,1	3,16	0,18	0,27	0,65	2,05	3,33	3,72	2,89
5	1,50	0,75	0,1	3,06	0,55	1,64	2,92	3,06	2,54	1,94	1,34
6	1,50	0,75	0,1	5,05	0,91	2,72	4,82	5,06	4,19	3,22	2,22
7	1,25	0,00	0,1	3,06	3,73	3,49	2,14	1,37	1,02	0,80	0,62
					5,63	8,49	11,26	13,41	14,11	13,67	12,25

Na Tabela (26.11) estão os cálculos da multiplicação da coluna 5 por cada valor da coluna 6 a 12 da Tabela (26.10).

Coluna 6- $3,06 \text{ cm} \times \text{km}^2 \times 0,0258 = 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ e assim por diante.

As coluna 6 a 12 tem a sua soma na última linha da Tabela (26.10). Assim a coluna 6 tem soma de $5,63 \text{ m}^3/\text{s}$.

Fazendo-se soma das colunas 7 a 12 obtemos os valores $8,49 \text{ m}^3/\text{s}$, $11,26 \text{ m}^3/\text{s}$, etc.

O valor máximo será $14,11 \text{ m}^3/\text{s}$ que será a máxima vazão das 7 subbacias e que se dará as 14,3h.

Obtemos assim a máxima vazão bem como uma parte do hidrograma conforme Figura (26.4).

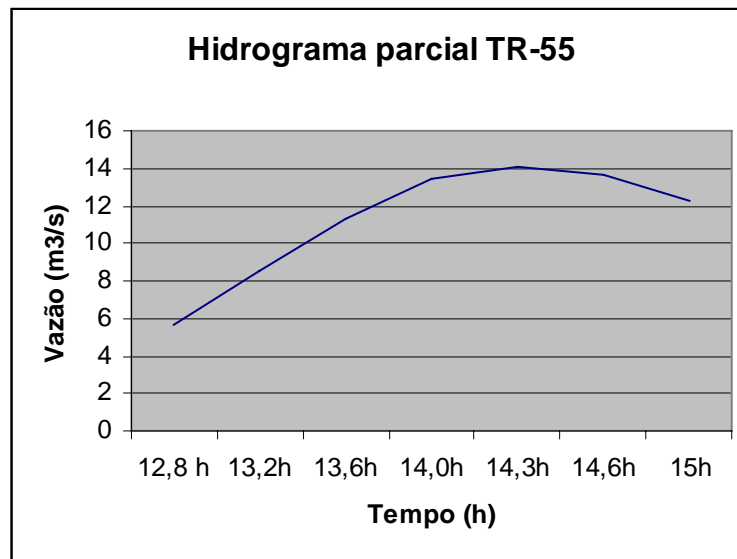


Figura 26.4- Hidrograma parcial usando Tr-55.

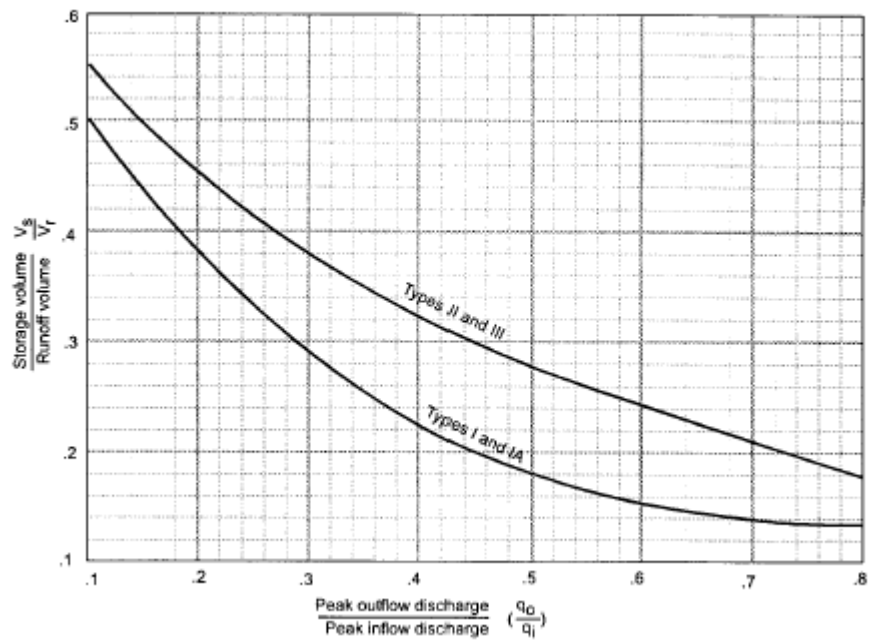


Figura 26.5- Gráfico das relações de pico e de volume para os diferentes tipos de chuvas usados nos Estados Unidos e usado no TR-55.

Tabelas do TR-55 para chuva Tipo II estão no fim do capítulo.

Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution																																		
TRVL TIME (hr)	11.0	11.3	11.6	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	13.0	13.2	13.4	13.6	13.8	14.0	14.3	14.6	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	19.0	20.0	22.0	26.0		
IA/P = 0.10											TC = 0.1 HR											IA/P = 0.10												
0.0	24	34	53	334	647	1010	623	217	147	123	104	86	76	66	57	51	46	42	38	34	32	29	26	23	21	20	19	18	15	13	12	0		
.10	21	29	43	134	267	520	847	701	378	224	157	122	98	75	64	56	50	45	41	36	33	30	27	24	21	20	19	18	16	13	12	0		
.20	18	25	35	61	110	215	418	704	702	486	312	209	151	94	73	62	54	49	44	38	34	31	28	25	22	21	19	18	16	14	12	0		
.30	17	23	33	56	92	174	337	582	662	545	389	269	190	109	79	65	56	50	45	39	35	32	29	25	22	21	20	18	16	14	12	0		
.40	15	20	28	41	51	78	142	272	478	601	563	447	328	172	104	76	63	55	49	42	37	33	29	26	23	21	20	19	17	14	12	0		
.50	14	19	26	39	47	68	117	220	392	531	553	482	380	209	121	84	67	57	51	43	38	33	30	27	23	21	20	19	17	14	12	0		
.75	12	15	21	29	33	38	49	73	126	224	343	432	464	385	252	156	103	76	62	50	43	36	31	28	25	22	21	19	17	15	12	0		
1.0	9	12	15	21	23	26	29	33	40	55	86	148	238	406	434	317	205	130	89	62	50	41	34	30	27	24	22	20	18	16	12	0		
1.5	7	8	10	14	15	16	18	20	22	25	29	34	45	101	220	339	373	320	234	131	80	53	40	34	30	27	24	21	19	17	12	2		
2.0	4	6	7	9	9	10	11	12	13	15	16	18	20	25	37	72	150	252	336	312	216	109	58	42	34	30	27	24	20	18	13	8		
2.5	3	4	5	6	7	7	8	8	9	10	11	12	13	16	19	25	39	75	142	262	308	229	108	58	41	34	30	27	22	19	14	11		
3.0	1	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	10	12	14	17	22	31	76	169	288	236	122	64	43	35	30	24	20	16	11		
IA/P = 0.30											TC = 0.1 HR											IA/P = 0.30												
0.0	0	0	0	154	568	936	524	217	172	149	126	107	97	86	76	69	63	58	53	48	46	42	38	34	31	30	28	27	24	20	19	0		
.10	0	0	0	19	109	415	762	603	346	230	176	143	119	96	84	74	68	62	57	50	47	44	40	35	32	30	29	27	24	21	19	0		
.20	0	0	0	0	13	77	302	609	605	432	297	217	167	115	94	81	73	66	60	53	48	45	41	37	33	31	29	28	25	21	19	0		
.30	0	0	0	0	9	54	219	479	563	476	357	263	199	129	99	85	75	68	62	54	49	45	41	37	33	31	29	28	25	21	19	0		
.40	0	0	0	0	0	6	38	159	372	500	484	399	309	183	123	96	82	73	66	58	51	46	42	38	34	31	30	28	25	22	19	0		
.50	0	0	0	0	0	4	27	115	287	429	465	421	346	213	138	103	86	76	68	59	52	47	43	39	34	32	30	29	25	22	19	0		
.75	0	0	0	0	0	0	1	10	46	132	246	338	381	341	243	165	119	94	80	67	58	50	45	41	37	33	31	29	26	23	19	0		
1.0	0	0	0	0	0	0	0	1	22	69	149	241	357	331	246	170	122	96	76	64	54	47	42	38	34	32	30	27	24	19	0			
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	41	142	258	310	285	224	142	97	71	55	47	43	39	35	32	29	25	20	4
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	49	130	221	279	255	182	108	70	55	47	42	38	34	30	27	20	11	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14	52	119	224	256	193	107	70	55	47	42	38	32	28	22	17	11		
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	52	141	240	199	117	74	56	48	43	35	30	24	18		
IA/P = 0.50											TC = 0.1 HR											IA/P = 0.50												
0.0	0	0	0	0	0	70	539	377	196	171	154	134	117	108	99	89	83	77	67	61	59	56	51	46	43	42	40	38	34	30	28	0		
.10	0	0	0	0	0	47	375	376	256	199	169	146	126	114	102	92	85	79	73	68	62	59	56	52	47	43	42	40	38	34	30	28	0	
.20	0	0	0	0	0	31	260	338	283	227	189	160	138	112	99	90	83	77	72	64	60	57	53	48	44	42	41	39	35	30	28	0		
.30	0	0	0	0	0	0	21	180	285	284	246	208	176	131	110	97	88	82	76	68	62	59	54	50	45	43	41	39	36	31	28	0		
.40	0	0	0	0	0	0	14	125	232	266	253	223	192	142	115	100	91	83	77	69	63	59	55	50	45	43	41	40	36	31	28	0		
.50	0	0	0	0	0	0	9	86	183	239	248	231	205	154	122	104	93	85	79	71	64	59	55	51	46	43	41	40	36	32	28	0		
.75	0	0	0	0	0	0	3	31	87	147	190	211	213	184	147	121	103	92	84	75	67	61	57	52	47	44	42	40	37	32	28	0		
1.0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	45	92	141	205	197	165	134	112	98	84	75	65	59	55	50	46	43	41	38	34	28	0			
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	51	118	170	183	167	143	111	92	77	65	59	54	50	45	43	39	35	28	2		
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15	51	103	148	168	156	127	96	76	65	58	54	49	45	41	37	29	12	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	31	69	131	159	140	101	78	66	58	54	50	43	39	31	24		
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	46	101	151	134	99	77	65	59	54	45	41	33	26		
RAINFALL TYPE = II											TC = 0.1 HR											SHEET 1 OF 10												

Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued

TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																																	
	11.3		11.9		12.1		12.3		12.5		12.7		13.0		13.4		13.8		14.3		15.0		16.0		17.0		18.0		20.0		26.0			
	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	26.0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	26.0
	IA/P = 0.10																		IA/P = 0.10															
0.0	23	31	47	209	403	739	800	481	250	166	128	102	86	70	61	54	49	44	40	35	33	30	27	24	21	20	19	18	16	13	12	0		
.10	19	26	39	86	168	325	601	733	565	355	229	161	122	83	69	59	53	47	43	37	34	31	28	25	22	21	20	19	18	16	14	12	0	
.20	17	23	32	49	94	136	262	488	652	594	235	298	207	115	81	67	58	51	46	40	35	32	29	26	23	21	20	19	18	16	14	12	0	
.30	16	22	30	46	64	112	212	396	566	585	485	360	258	139	90	71	60	53	48	41	36	32	29	26	23	21	20	19	18	16	14	12	0	
.40	15	19	25	37	43	57	94	173	322	485	551	507	409	227	129	87	68	58	52	44	38	33	30	27	24	21	20	19	17	14	12	0		
.50	13	18	24	35	40	52	80	142	252	410	504	506	441	269	153	98	73	63	55	45	38	34	30	27	24	22	20	19	17	14	12	0		
.75	10	13	17	23	26	30	34	40	55	86	150	247	349	438	360	240	151	101	75	57	47	39	32	29	26	23	21	20	18	15	12	0		
1.0	9	11	14	19	21	24	26	30	35	44	62	101	167	337	413	353	245	157	104	68	53	42	35	31	28	24	22	20	18	16	12	0		
1.5	6	8	10	13	14	15	17	19	21	23	26	30	37	73	166	288	356	337	264	154	91	57	42	35	30	27	24	22	19	17	13	3		
2.0	4	5	7	8	9	10	10	11	12	14	16	15	16	18	21	55	114	206	291	324	239	125	63	44	35	31	28	24	20	18	14	3		
2.5	3	4	5	6	6	7	7	8	9	9	10	7	11	12	15	18	22	32	58	111	227	298	246	122	63	43	35	31	27	19	15	11		
3.0	1	2	3	4	4	5	5	6	6	6	7	5	7	8	11	13	16	19	27	59	138	28	248	137	70	46	31	21	22	2	16			
	IA/P = 0.30																		IA/P = 0.30															
0.0	0	0	0	39	180	545	697	497	276	198	158	130	110	93	81	73	67	61	56	49	46	43	39	35	32	31	29	27	24	21	19	0		
.10	0	0	0	2	27	129	407	600	532	361	252	190	150	108	90	79	71	65	59	52	48	44	41	36	32	30	29	28	25	21	19	0		
.20	0	0	0	2	19	92	302	501	521	415	306	228	176	119	95	82	73	67	61	53	48	45	41	37	33	31	29	28	25	21	19	0		
.30	0	0	0	2	1	13	66	223	408	484	438	350	269	163	114	93	80	72	65	57	51	46	42	38	34	31	30	28	25	22	19	0		
.40	0	0	0	0	1	9	4	164	327	431	436	379	306	189	127	98	83	74	67	58	52	47	43	38	34	31	30	28	25	22	19	0		
.50	0	0	0	0	0	0	6	33	120	258	374	415	391	271	173	121	95	81	72	62	55	48	44	40	35	32	30	29	26	22	19	0		
.75	0	0	0	0	0	0	2	13	50	126	221	302	348	323	240	167	121	96	81	68	59	50	45	41	37	33	31	29	26	23	19	0		
1.0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	24	24	69	139	285	331	280	204	145	109	82	68	56	48	43	39	35	32	30	27	24	19	0		
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	79	186	271	288	247	165	110	76	58	49	44	40	35	32	29	26	20	5		
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	24	80	163	235	262	202	123	76	58	49	43	39	35	30	27	21	13		
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	28	77	179	242	207	120	75	57	48	43	39	32	29	22	17			
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	30	101	207	227	130	80	59	49	44	34	30	24	18			
	IA/P = 0.50																		IA/P = 0.50															
0.0	0	0	0	0	7	98	371	322	221	182	158	137	120	104	94	86	80	74	69	62	60	57	52	47	44	42	41	39	35	30	28	0		
.10	0	0	0	0	4	67	270	305	249	204	174	149	130	108	97	88	82	76	71	64	60	57	53	48	44	42	41	39	35	30	28	0		
.20	0	0	0	0	0	3	45	195	268	255	221	189	163	125	106	95	87	80	75	67	62	58	54	49	45	43	41	39	35	31	28	0		
.30	0	0	0	0	0	2	31	140	226	245	229	193	176	134	111	98	89	82	76	68	62	59	55	50	45	43	41	39	36	31	28	0		
.40	0	0	0	0	0	1	21	101	184	225	228	211	188	144	117	101	91	84	78	69	63	59	55	50	45	43	41	40	36	31	28	0		
.50	0	0	0	0	0	0	1	14	72	146	199	218	213	175	137	113	99	89	82	73	66	60	56	52	47	43	42	40	36	32	28	0		
.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	121	162	186	193	161	133	112	98	88	78	70	62	57	53	48	44	42	41	37	33	28	0	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	38	77	154	186	174	147	122	105	89	78	68	60	56	51	46	43	42	38	34	28	0	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	22	71	129	163	168	150	120	98	80	67	60	55	51	46	43	40	36	28	4	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25	65	112	146	157	134	103	79	67	60	55	50	46	41	38	29	14		
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	26	60	117	148	136	101	79	66	59	54	50	43	39	31	24			
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	40	100	142	130	99	78	66	59	54	45	41	33	26		
	RAINFALL TYPE = II																																	
	*** TC = 0.2 HR ***																																	
	SHEET 2 OF 10																																	

Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued

TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																																
	11.3		11.9		12.1		12.3		12.5		12.7		13.0		13.4		13.8		14.3		15.0		16.0		17.0		18.0		20.0		26.0		
	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0																	
IA/P = 0.10																	IA/P = 0.10																
0.0	20	28	41	118	235	447	676	676	459	283	196	146	114	80	66	57	51	46	42	37	33	31	28	24	22	20	19	18	16	13	12	0	
.10	19	26	39	99	189	361	571	641	580	362	251	181	136	89	70	60	53	48	43	37	34	31	28	25	22	21	19	18	16	14	12	0	
.20	17	23	32	53	83	154	292	478	587	542	422	308	223	127	86	68	58	52	46	40	35	32	29	26	23	21	20	19	16	14	12	0	
.30	16	22	30	49	72	127	237	398	524	536	460	359	268	151	97	73	61	53	48	41	36	32	29	26	23	21	20	19	16	14	12	0	
.40	14	19	25	37	45	63	105	193	330	456	610	477	398	227	139	92	70	59	52	44	38	34	30	27	24	21	20	19	17	14	12	0	
.50	13	18	24	35	42	56	89	158	272	387	472	475	424	274	163	104	76	62	54	46	39	34	30	27	24	22	20	19	17	15	12	0	
.75	11	14	19	26	30	34	42	59	95	160	250	339	417	398	299	196	128	89	69	54	45	37	32	29	26	23	21	20	17	15	12	0	
1.0	9	11	14	19	21	24	27	30	36	46	68	109	174	328	396	346	248	163	109	70	54	43	35	31	28	24	22	20	18	16	12	0	
IA/P = 0.30																	IA/P = 0.30																
1.5	6	8	10	13	14	15	17	19	21	23	26	31	38	77	169	282	347	330	264	158	94	58	42	35	31	27	24	22	19	17	13	3	
2.0	4	5	7	8	9	10	11	12	14	15	16	18	23	32	57	116	205	285	317	239	128	64	44	36	31	28	25	20	18	14	9		
2.5	2	4	5	6	7	7	8	9	9	10	11	12	15	18	23	33	60	113	223	293	245	125	65	44	35	31	27	22	19	15	11		
3.0	1	2	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	11	13	16	20	27	61	138	275	246	139	72	46	36	31	25	22	16	11			
IA/P = 0.50																	IA/P = 0.50																
0.0	0	0	0	0	11	64	251	525	574	450	303	221	173	140	104	88	77	70	64	58	51	47	44	40	36	32	31	29	28	24	21	19	0
.10	0	0	0	0	7	45	183	411	452	403	366	268	205	133	101	85	76	69	62	55	49	45	41	37	33	31	30	28	25	21	19	0	
.20	0	0	0	0	5	32	132	318	452	468	396	310	244	151	109	90	78	70	64	56	50	46	42	38	33	31	30	28	25	22	19	0	
.30	0	0	0	0	3	22	98	244	383	440	411	344	217	142	105	87	76	69	60	53	47	43	39	35	32	30	29	26	22	19	0		
.40	0	0	0	0	0	0	2	16	69	186	317	399	407	365	246	160	115	92	79	71	61	54	48	43	39	35	32	30	29	26	22	19	0
.50	0	0	0	0	0	0	2	11	50	140	258	352	389	327	223	149	110	89	77	66	57	50	45	41	36	33	31	29	26	23	19	0	
.75	0	0	0	0	0	0	0	4	20	63	135	219	290	335	281	205	146	110	89	72	62	52	46	42	38	34	31	30	27	23	19	0	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	32	78	216	326	403	320	206	143	176	128	90	72	59	49	44	40	36	33	31	28	24	19	1	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20	84	195	264	281	246	168	112	77	58	49	44	40	36	32	29	26	20	5	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	12	50	121	200	257	224	141	83	61	50	44	40	36	31	28	21	14	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	16	51	145	239	223	137	82	60	50	44	40	33	29	22	17		
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	19	74	184	224	146	89	63	51	45	36	31	24	18		
IA/P = 0.50																	IA/P = 0.50																
0.0	0	0	0	0	1	25	151	299	277	219	187	162	141	113	100	90	84	78	72	65	61	58	53	48	44	42	41	39	35	31	28	0	
.10	0	0	0	0	1	17	106	235	263	234	202	175	152	120	104	93	85	79	73	66	61	58	54	49	44	42	41	39	35	31	28	0	
.20	0	0	0	0	0	12	75	182	236	234	213	188	144	116	101	91	84	78	70	63	59	55	50	45	43	41	40	36	31	28	0		
.30	0	0	0	0	0	8	62	138	230	224	217	197	154	123	105	94	86	79	71	64	59	55	50	45	43	42	40	36	32	28	0		
.40	0	0	0	0	0	0	5	37	105	170	206	213	203	164	131	116	97	88	81	72	65	60	56	51	46	43	42	40	36	32	28	0	
.50	0	0	0	0	0	0	17	78	140	178	190	184	203	191	155	126	107	99	92	80	72	64	58	53	48	44	42	40	37	32	28	0	
.75	0	0	0	0	0	0	1	10	34	73	117	153	184	173	146	122	105	94	82	73	64	58	54	49	45	43	41	37	33	28	0		
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	42	114	168	178	159	134	114	94	82	70	61	57	52	47	44	42	39	35	28	0	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	44	98	144	163	157	130	105	84	69	61	56	52	47	44	40	36	29	6	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14	44	87	127	153	141	110	83	69	61	56	51	47	42	38	30	17		
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	16	42	97	138	148	115	82	68	60	55	51	44	40	32	25		
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	27	71	127	139	105	81	68	60	55	48	41	34	27	21		
RAINFALL TYPE = II																	RAINFALL TYPE = II																
*** TC = 0.3 HR ***																	*** TC = 0.3 HR ***																
SHEET 3 OF 10																																	

Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued

TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																TIME (HOURS)																																	
	11.3	11.6	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	13.0	13.2	13.4	13.6	13.8	14.0	14.3	14.6	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	19.0	20.0	22.0	26.0																				
IA/P = 0.10																	TC = 0.4 HR																	IA/P = 0.10																
0.0	18	25	36	77	141	271	468	592	574	431	298	216	163	104	77	63	55	49	44	38	34	31	28	25	22	21	20	18	16	14	12	0																		
10	18	24	34	67	116	219	385	523	557	473	357	263	196	119	84	67	57	51	46	39	35	32	29	25	22	21	20	19	16	14	12	0																		
20	15	20	28	44	59	97	179	316	454	523	489	401	309	178	112	81	65	56	49	42	37	33	30	26	23	21	20	19	17	14	12	0																		
30	15	20	27	41	53	82	147	260	389	478	486	429	349	210	129	89	69	58	51	43	38	33	30	27	24	21	20	19	17	14	12	0																		
40	13	17	23	33	38	48	71	121	214	331	429	467	442	308	189	120	85	66	56	47	41	35	31	28	24	22	20	19	17	15	12	0																		
50	12	16	22	31	36	44	62	102	176	279	379	438	440	339	218	137	94	71	59	49	42	35	31	28	25	22	21	19	17	15	12	0																		
75	10	13	17	24	26	30	35	45	65	106	170	251	326	393	341	245	164	112	81	59	48	39	33	30	26	23	21	20	18	15	12	0																		
1.0	8	10	13	17	19	21	24	27	31	37	50	75	118	251	360	376	292	205	138	83	60	45	36	32	28	25	22	21	18	16	12	1																		
IA/P = 0.30																	TC = 0.4 HR																	IA/P = 0.30																
0.0	0	0	0	4	26	113	296	480	495	413	306	234	186	127	100	84	74	67	61	54	49	45	41	37	33	31	29	28	25	21	19	0																		
10	0	0	0	0	13	81	224	395	462	430	347	272	172	121	96	82	73	66	57	51	46	42	38	34	31	30	28	25	22	19	0																			
20	0	0	0	0	2	13	59	169	320	414	424	373	305	196	134	103	85	75	67	59	52	47	43	39	34	32	30	29	25	22	19	0																		
30	0	0	0	0	0	1	9	42	127	255	361	403	383	274	181	127	99	83	73	63	55	48	44	40	36	32	30	29	26	23	19	0																		
40	0	0	0	0	0	0	1	6	30	94	202	308	372	379	298	203	141	106	87	76	65	56	49	44	40	36	32	31	29	26	23	19	0																	
50	0	0	0	0	0	0	0	4	21	70	158	258	334	364	270	187	133	102	85	70	60	51	46	41	37	33	31	30	26	23	19	0																		
75	0	0	0	0	0	0	0	2	8	30	76	145	219	321	305	241	177	130	102	78	65	55	47	43	38	34	32	30	27	24	19	0																		
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	15	42	150	267	308	272	209	154	103	79	62	51	45	41	37	33	31	28	25	19	1																	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	51	136	226	274	263	195	131	85	62	51	45	41	36	33	29	26	20	6																	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	31	86	162	252	239	162	93	64	52	45	41	37	31	28	21	15	0																	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	33	112	202	235	155	92	64	52	45	41	33	29	23	18	0																		
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	21	76	182	221	148	90	63	51	45	41	36	31	24	18	0																		
IA/P = 0.50																	TC = 0.4 HR																	IA/P = 0.50																
0.0	0	0	0	0	0	0	7	59	168	245	257	213	186	163	128	109	96	88	81	75	67	62	58	54	50	45	43	41	39	35	31	28	0																	
10	0	0	0	0	0	0	0	5	41	125	205	240	222	198	154	123	106	94	86	79	71	64	60	56	51	46	43	42	40	36	32	28	0																	
20	0	0	0	0	0	0	0	3	28	93	168	216	220	205	164	131	110	97	88	81	72	65	60	56	51	46	43	42	40	36	32	28	0																	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20	69	135	189	209	192	155	126	107	95	86	77	69	62	57	53	48	44	42	41	37	33	28	0																	
40	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	50	106	161	193	202	163	133	112	98	89	78	70	62	58	53	48	44	42	41	37	33	28	0																	
50	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	37	83	135	174	194	171	140	117	102	91	80	71	63	58	54	49	45	43	41	37	33	28	0																	
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15	40	76	147	177	169	146	124	107	90	79	68	60	56	51	47	43	42	38	34	28	0																	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	21	78	141	173	167	146	125	101	86	73	63	58	53	48	45	42	39	35	28	1																	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	26	71	121	153	159	139	113	89	72	63	57	53	48	44	40	37	29	7																	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	45	86	138	150	125	93	74	64	58	53	48	44	42	39	31	20	0																	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17	59	112	143	121	91	73	63	57	53	48	44	42	34	26	0	0																	
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	40	101	138	117	90	73	63	57	48	42	34	26	0	0																		
RAINFALL TYPE = II																	*** TC = 0.4 HR ***																	SHEET 4 OF 10																

Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued

TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																															
	11.3	11.6	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	12.8	13.0	13.4	13.6	13.8	14.0	14.3	14.6	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	26.0										
	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.0	13.2	13.4	13.6	14.0	14.3	14.6	15.0	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	26.5										
IA/P = 0.10																																
0.0	17	23	32	57	94	170	308	467	529	507	402	297	226	140	96	74	61	53	47	41	36	32	29	26	23	21	20	19	16	14	12	0
10	16	22	30	51	80	140	252	395	484	499	434	343	265	162	108	80	65	55	49	42	36	32	29	26	23	21	20	19	16	14	12	0
20	14	19	25	38	47	69	116	207	332	434	477	449	378	238	149	101	77	62	53	45	39	34	30	27	24	22	20	19	17	14	12	0
30	13	18	24	35	43	60	97	170	278	382	446	448	401	270	171	114	83	66	56	46	40	34	31	27	24	22	20	19	17	15	12	0
40	12	15	21	29	33	40	53	83	141	233	332	408	434	361	243	157	107	79	64	51	43	36	32	28	25	22	21	20	17	15	12	0
50	11	15	20	28	31	37	48	71	118	194	286	367	412	378	271	178	119	86	68	53	44	37	32	29	25	23	21	20	17	15	12	0
75	9	11	14	19	21	24	27	31	37	49	74	118	182	319	374	328	244	169	117	76	56	43	35	31	28	25	22	21	18	16	12	1
1.0	7	9	12	16	17	19	21	24	27	32	40	55	83	188	309	359	322	245	172	102	68	49	38	32	29	26	23	21	19	16	12	1
1.5	5	7	8	11	12	13	14	15	17	19	21	23	27	43	89	175	269	322	309	225	140	77	49	38	32	29	25	23	20	17	13	5
2.0	3	4	6	7	8	8	9	10	10	11	12	14	15	18	23	35	65	123	202	297	280	181	88	52	39	33	29	26	21	19	14	10
2.5	2	3	4	5	5	6	6	7	7	8	9	9	10	12	15	18	24	36	66	150	244	278	171	87	52	39	33	29	23	20	15	11
3.0	1	1	2	3	3	4	4	4	4	5	6	6	7	8	9	11	13	16	20	37	86	198	263	182	96	56	40	33	26	21	16	11
IA/P = 0.30																																
0.0	0	0	1	9	53	157	314	433	439	379	299	237	159	118	95	81	71	65	56	50	46	42	38	34	31	30	28	25	22	19	0	
10	0	0	0	1	6	37	117	248	372	391	391	330	218	110	113	92	82	72	60	53	47	43	39	35	32	30	29	26	22	19	0	
20	0	0	0	0	4	87	194	414	616	582	380	255	144	167	122	87	82	67	58	48	43	39	35	32	30	29	26	22	19	0		
30	0	0	0	0	3	19	64	151	259	341	372	316	223	156	117	94	80	67	58	50	45	41	36	33	31	29	26	23	19	0		
40	0	0	0	0	0	0	2	13	47	116	211	298	354	328	245	172	127	100	83	69	59	51	45	41	37	33	31	29	26	23	19	0
50	0	0	0	0	0	0	1	9	34	89	170	255	341	303	225	161	120	96	76	64	54	47	42	38	34	31	30	27	24	19	0	
75	0	0	0	0	0	0	1	4	14	41	89	152	270	205	268	207	155	118	87	70	57	48	44	44	39	35	32	30	27	24	19	0
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	12	29	212	295	285	237	181	120	88	67	53	46	42	38	34	31	28	25	19	2	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	30	95	183	249	265	217	152	96	66	53	46	41	37	34	30	26	20	8	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	18	59	125	221	245	182	105	69	54	47	42	38	32	28	22	16	0	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	21	84	174	230	172	103	69	54	46	42	34	30	23	18	0	
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	56	157	217	163	101	68	53	46	37	31	25	18	0	
IA/P = 0.50																																
0.0	0	0	0	0	0	2	26	89	170	217	229	200	179	140	119	104	93	85	78	70	64	59	55	51	46	43	41	40	36	32	28	0
10	0	0	0	0	0	1	18	65	135	190	216	205	170	137	115	101	91	83	74	67	61	56	52	47	44	42	40	36	32	28	0	
20	0	0	0	0	0	1	12	47	106	162	198	203	178	145	121	105	94	85	76	68	61	57	52	48	44	42	40	37	32	28	0	
30	0	0	0	0	0	0	1	8	34	82	135	177	194	168	139	117	102	92	80	71	63	58	54	49	45	43	41	37	33	28	0	
40	0	0	0	0	0	0	0	6	25	63	111	155	189	174	146	122	106	94	82	73	64	58	54	50	45	43	41	37	33	28	0	
50	0	0	0	0	0	0	0	4	18	48	90	133	184	177	152	128	110	97	84	74	65	59	55	50	45	43	41	38	33	28	0	
75	0	0	0	0	0	0	0	1	7	22	47	80	142	169	164	144	124	108	91	79	68	61	56	51	47	44	42	38	34	28	0	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	11	51	112	155	166	154	134	109	91	76	65	59	54	49	45	43	39	35	28	2
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16	50	97	136	154	145	121	95	75	64	58	54	49	45	41	37	29	21
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	18	47	86	134	146	125	94	75	64	58	53	49	42	39	31	21	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	14	45	147	155	127	95	77	65	58	54	48	43	38	26	27	
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	29	86	135	122	95	76	65	58	49	43	35	27	0	
RAINFALL TYPE = II																																
*** TC = 0.5 HR ***																																
SHEET 5 OF 10																																

Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued

TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																															
	11.3	11.6	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	13.0	13.4	13.8	14.3	15.0	16.0	17.0	18.0	20.0	26.0															
0.0	13	18	24	36	46	68	115	194	294	380	424	410	369	252	172	123	93	74	61	49	41	35	31	27	24	22	20	19	17	15	12	0
.10	13	17	23	34	42	59	97	162	250	337	395	405	381	279	191	135	100	79	65	51	42	36	31	28	25	22	21	19	17	15	12	0
.20	11	15	20	28	32	39	52	82	135	211	295	362	391	351	255	178	127	95	75	57	46	38	32	29	26	23	21	20	17	15	12	0
.30	11	14	19	26	30	36	47	70	113	179	256	326	379	360	277	196	140	103	80	60	48	38	33	29	26	23	21	20	18	15	12	0
.40	10	12	16	22	25	28	33	42	61	96	151	221	291	367	336	255	182	131	98	69	54	42	34	30	27	24	22	20	18	16	12	0
.50	9	12	16	21	24	27	31	39	53	82	128	190	258	358	343	274	200	144	106	74	56	43	35	30	27	24	22	20	18	16	12	0
.75	8	10	13	17	18	21	23	26	31	39	55	82	122	230	314	329	281	217	161	104	72	51	38	33	29	26	23	21	19	16	12	1
1.0	6	8	10	13	14	15	17	19	21	23	27	32	42	89	177	272	319	303	249	163	105	66	45	36	31	27	24	22	19	17	13	3
1.5	4	6	7	9	10	10	11	12	14	15	16	18	20	27	46	90	163	241	295	275	204	119	66	45	35	31	27	24	20	18	13	7
2.0	3	4	5	6	7	7	8	9	9	10	11	12	13	16	20	28	48	89	151	245	274	213	115	65	44	35	30	27	22	19	14	10
2.5	1	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	10	12	14	17	24	37	86	170	260	219	127	71	47	36	31	24	20	16	11
3.0	1	1	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6	7	8	10	11	14	17	30	64	157	247	205	122	70	46	36	27	22	17	12
IA/P = 0.10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
*** TC = 0.75 HR ***	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0.0	0	0	0	0	1	6	30	86	174	266	326	348	328	246	181	138	110	92	79	66	57	49	44	40	36	32	31	29	26	23	19	0
.10	0	0	0	0	1	4	22	65	137	223	292	329	303	228	170	131	106	89	73	61	52	46	41	37	33	31	29	26	23	19	0	
.20	0	0	0	0	0	3	15	48	108	185	256	305	321	245	184	141	112	93	75	63	53	46	42	37	34	31	30	27	23	19	0	
.30	0	0	0	0	0	2	11	36	84	151	221	277	308	260	199	152	120	98	78	65	54	47	42	38	34	31	30	27	23	19	0	
.40	0	0	0	0	0	0	1	8	27	65	122	188	286	301	243	187	144	114	87	71	57	48	43	39	35	32	30	27	24	19	1	
.50	0	0	0	0	0	0	0	6	20	50	98	158	263	292	254	200	155	122	91	74	59	49	44	40	35	32	30	27	24	19	1	
.75	0	0	0	0	0	0	0	2	8	23	51	140	231	269	253	211	167	119	90	68	53	46	42	37	34	31	30	27	23	19	2	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	29	96	186	249	261	231	169	120	84	61	50	44	40	36	33	29	26	20	5	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	34	91	163	220	241	197	131	83	61	50	44	40	35	31	27	21	12	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	36	85	174	226	200	127	82	60	49	44	39	32	29	22	17		
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	37	105	196	214	135	87	62	51	44	36	31	24	18		
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	24	96	205	189	130	85	62	50	39	32	26	18		
IA/P = 0.30	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
*** TC = 0.75 HR ***	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0.0	0	0	0	0	0	2	16	45	92	137	166	185	170	146	125	110	98	89	79	70	63	58	53	48	44	42	41	37	33	28	0	
.10	0	0	0	0	0	1	11	34	73	115	149	180	163	141	122	107	96	84	74	65	59	54	50	45	43	41	38	33	28	0		
.20	0	0	0	0	0	0	1	8	25	57	96	131	173	166	146	126	111	99	86	76	66	59	55	50	46	43	41	38	34	28	0	
.30	0	0	0	0	0	0	0	1	5	18	44	79	143	170	160	141	122	108	92	81	69	61	56	52	47	44	42	38	34	28	1	
.40	0	0	0	0	0	0	0	0	4	14	34	64	127	166	162	145	127	111	95	82	70	62	57	52	47	44	42	38	34	28	1	
.50	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	26	82	138	162	157	140	123	103	88	75	64	58	53	49	45	43	39	35	28	2		
.75	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	12	47	98	139	154	148	135	113	96	80	67	60	55	50	46	43	39	36	29	3		
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	30	73	119	146	151	134	113	91	74	63	58	53	48	45	41	37	29	7		
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	30	66	105	143	143	117	90	73	63	57	52	48	42	39	30	18	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	30	77	121	137	114	88	72	63	57	52	44	40	32	25		
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	19	55	111	132	111	87	71	62	56	47	42	34	27		
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12	51	112	128	108	86	71	62	51	44	36	27		
RAINFALL TYPE = II	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
*** TC = 0.75 HR ***	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
SHEET 6 OF 10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued

TRVL TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																																
	11.3	11.6	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	13.0	13.4	13.6	13.8	14.0	14.3	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	22.0	26.0												
	11.0	11.3	11.6	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.6	12.8	13.2	13.4	13.6	13.8	14.0	14.3	15.0	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	22.0	26.0								
IA/P = 0.10																									IA/P = 0.10								
0.0	11	15	20	29	35	47	72	112	168	231	289	329	357	313	239	175	133	103	83	63	50	40	33	29	26	23	21	20	17	15	12	0	
.10	10	13	17	24	27	33	42	62	95	144	202	260	306	340	293	222	165	126	98	72	56	43	35	30	27	24	22	20	18	15	12	0	
.20	10	13	17	23	26	30	38	54	82	123	176	232	281	332	303	238	179	136	105	76	59	45	35	30	27	24	22	20	18	16	12	0	
.30	9	12	16	22	24	28	35	48	70	105	152	205	256	323	310	254	193	146	113	81	61	46	36	31	27	24	22	20	18	16	12	0	
.40	8	11	14	19	21	23	27	32	42	61	91	132	181	276	318	294	237	181	138	95	70	51	39	32	28	25	23	21	18	16	12	1	
.50	8	10	13	18	20	22	25	30	38	53	78	114	159	253	310	300	251	195	149	102	74	53	40	33	29	25	23	21	18	16	12	1	
.75	7	9	11	14	16	17	19	21	25	30	38	53	76	146	228	284	293	256	208	143	99	66	46	36	31	27	24	22	19	17	13	2	
1.0	5	7	8	11	12	13	14	16	17	19	22	25	31	57	111	188	256	286	272	208	144	90	56	41	33	29	26	23	20	17	13	4	
IA/P = 0.30																									IA/P = 0.30								
1.5	4	5	6	8	8	9	10	11	12	13	14	15	17	22	33	59	107	171	231	268	235	157	88	56	41	33	29	25	21	18	14	8	
2.0	2	3	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	12	15	19	27	44	78	157	231	252	167	96	59	42	34	29	23	20	15	11		
2.5	1	2	2	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	10	12	15	19	27	58	120	214	241	159	94	59	42	34	26	21	16	11	
3.0	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	7	8	10	12	14	22	44	113	214	231	152	91	58	42	29	23	17	12	
IA/P = 0.50																									IA/P = 0.50								
0.0	0	0	0	0	1	4	16	42	83	137	195	243	271	292	227	178	143	117	98	79	66	55	47	42	38	34	31	30	27	23	19	0	
.10	0	0	0	0	0	0	3	12	32	66	113	168	216	259	260	213	169	136	113	88	72	59	49	43	39	35	32	30	27	24	19	1	
.20	0	0	0	0	0	0	2	9	24	52	93	143	193	271	271	225	180	145	119	92	75	60	50	44	39	35	32	30	27	24	19	1	
.30	0	0	0	0	0	0	1	6	18	41	75	120	169	246	264	234	191	153	125	96	78	62	51	44	40	36	33	31	27	24	19	1	
.40	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	14	32	61	100	190	251	259	222	181	146	109	86	67	53	46	41	37	33	31	28	25	19	2
.50	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	10	24	49	83	168	237	254	230	191	155	122	90	74	47	42	37	33	31	28	25	19	2	
.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	12	25	76	150	213	239	228	198	149	112	82	61	50	44	39	35	32	29	26	20	4	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	11	51	113	182	226	234	197	150	104	72	56	47	42	38	34	30	27	20	7	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	18	51	104	162	220	210	158	102	71	56	47	42	37	31	28	22	13	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	20	49	121	187	209	152	100	70	55	47	41	34	29	23	18	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	32	87	171	196	140	98	69	54	47	40	33	28	21	18	
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	62	158	192	151	103	73	56	41	34	26	18		
IA/P = 0.50																									IA/P = 0.50								
0.0	0	0	0	0	0	1	7	21	42	71	101	126	160	155	133	123	110	100	87	77	67	60	55	50	46	43	41	38	34	28	1		
.10	0	0	0	0	0	0	1	5	15	33	58	87	124	156	149	134	120	108	92	71	62	57	52	47	44	42	40	37	33	28	1		
.20	0	0	0	0	0	0	1	4	12	26	48	74	123	153	153	137	123	111	95	84	72	63	57	52	47	44	42	38	34	28	1		
.30	0	0	0	0	0	0	0	3	9	20	38	62	111	143	150	140	127	114	98	86	73	63	58	53	48	45	42	39	35	28	1		
.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	16	31	75	120	145	148	137	123	106	91	77	66	59	54	49	45	43	39	35	29	2	
.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	12	22	66	146	140	148	140	127	108	94	79	68	60	54	50	46	43	39	36	29	4	
.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	12	39	78	115	96	134	127	108	101	84	70	62	56	50	46	43	40	37	29	8	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	59	95	125	139	133	117	97	78	66	56	54	49	46	41	37	32	24		
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	26	54	86	123	133	119	95	77	66	59	54	49	43	39	31	17	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	25	64	104	134	129	116	93	76	65	58	53	45	41	33	24	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	34	66	119	122	114	94	77	66	53	45	37	27		
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	32	89	122	114	94	77	66	53	45	37	27		
RAINFALL TYPE = II																									RAINFALL TYPE = II								
IA/P = 0.50																									IA/P = 0.50								
SHEET 7 OF 10																																	

Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution —continued

TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																TC = 1.25 HR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	11.3				11.9				12.1				12.3				12.5				12.7				13.0				13.4				13.8				14.3				15.0				16.0				17.0				18.0				20.0				26.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	26.0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	26.0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	26.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
IA/P = 0.10																	TC = 1.25 HR																	IA/P = 0.10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0.0	10	13	18	25	29	38	54	81	118	163	213	256	284	311	266	212	163	129	104	78	61	47	37	31	27	24	22	20	18	16	12	1	0	10	13	18	25	29	38	54	81	118	163	213	256	284	311	266	212	163	129	104	78	61	47	37	31	27	24	22	20	18	16	12	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
.10	10	13	17	23	27	34	47	69	102	143	189	234	267	297	274	226	175	138	111	82	64	48	38	31	27	24	22	20	18	16	12	1	0	10	13	17	23	27	34	47	69	102	143	189	234	267	297	274	226	175	138	111	82	64	48	38	31	27	24	22	20	18	16	12	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
.20	9	11	15	20	22	26	31	42	60	88	124	168	212	280	292	261	212	166	131	95	72	53	40	33	28	25	23	21	18	16	12	1	0	9	11	15	20	22	26	31	42	60	88	124	168	212	280	292	261	212	166	131	95	72	53	40	33	28	25	23	21	18	16	12	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
.30	8	11	14	19	21	24	29	38	53	76	108	148	190	263	288	268	224	177	140	101	76	55	41	34	29	25	23	21	18	16	12	1	0	8	11	14	19	21	24	29	38	53	76	108	148	190	263	288	268	224	177	140	101	76	55	41	34	29	25	23	21	18	16	12	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
.40	8	10	13	18	20	23	27	34	46	66	94	130	170	245	282	273	235	188	149	107	80	58	42	34	29	26	23	21	19	16	12	2	0	8	10	13	18	20	23	27	34	46	66	94	130	170	245	282	273	235	188	149	107	80	58	42	34	29	26	23	21	19	16	12	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
.50	7	9	12	16	17	19	22	25	31	41	58	82	114	190	256	279	262	222	178	127	93	65	46	36	31	27	24	22	19	17	13	2	0	7	9	12	16	17	19	22	25	31	41	58	82	114	190	256	279	262	222	178	127	93	65	46	36	31	27	24	22	19	17	13	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
.75	6	8	10	14	15	17	19	21	25	31	41	56	78	139	207	254	265	245	208	152	110	75	51	39	32	28	25	22	19	17	13	3	0	6	8	10	14	15	17	19	21	25	31	41	56	78	139	207	254	265	245	208	152	110	75	51	39	32	28	25	22	19	17	13	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1.0	5	6	8	10	11	13	14	15	17	19	22	26	33	60	109	173	230	261	255	208	153	100	64	46	36	30	26	24	20	18	13	5	0	5	6	8	10	11	13	14	15	17	19	22	26	33	60	109	173	230	261	255	208	153	100	64	46	36	30	26	24	20	18	13	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1.5	3	4	5	7	7	8	9	9	10	11	12	13	15	19	27	45	79	130	186	247	239	180	108	68	48	37	31	27	22	19	14	10	0	3	4	5	7	7	8	9	9	10	11	12	13	15	19	27	45	79	130	186	247	239	180	108	68	48	37	31	27	22	19	14	10	0	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2.0	2	3	4	5	6	7	7	8	8	9	10	11	13	16	22	35	59	98	171	236	236	156	95	62	44	35	30	23	20	15	11	0	2	3	4	5	6	7	7	8	8	9	10	11	13	16	22	35	59	98	171	236	236	156	95	62	44	35	30	23	20	15	11	0	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
2.5	1	2	3	4	4	5	5	5	6	6	7	8	10	12	14	19	28	58	114	197	226	163	102	65	46	36	26	21	16	11	0	1	2	3	4	5	6	6	7	7	8	9	10	11	13	16	22	35	59	98	171	236	236	156	95	62	44	35	30	23	20	15	11	0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
3.0	0	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	6	7	9	10	13	19	35	88	184	218	169	109	70	49	31	24	18	12	0	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	6	7	9	10	13	19	35	88	184	218	169	109	70	49	31	24	18	12	0	0	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
IA/P = 0.30																	TC = 1.25 HR																	IA/P = 0.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
0.0	0	0	0	0	0	2	9	25	50	86	130	174	208	253	235	201	164	136	115	92	76	61	51	44	39	35	32	30	27	24	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued

TRVL TIME (hr)	11.3	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	13.0	13.4	13.8	14.3	15.0	16.0	17.0	18.0	20.0	26.0
11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	18.5	19.0	22.0
IA/P = 0.10 *** TC = 1.5 HR ***																
0.0	9	11	15	21	25	31	41	58	82	112	147	184	216	255	275	236
1.0	8	10	13	18	20	23	28	37	51	72	98	131	166	226	265	254
2.0	8	10	13	17	19	22	26	33	45	63	87	116	149	212	259	253
3.0	7	9	12	16	18	21	24	30	40	55	76	103	134	197	244	255
4.0	7	9	11	14	15	17	19	23	28	36	49	67	91	151	208	247
5.0	6	8	10	13	15	16	18	21	26	33	43	59	80	136	194	238
7.5	5	7	9	11	12	13	14	16	18	21	25	32	42	76	125	179
1.0	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	22	34	59	101
1.5	3	4	5	6	6	7	8	8	9	10	11	12	13	16	22	34
2.0	1	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	12	16
2.5	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	6	7	8	9
3.0	0	0	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	5	5	6
IA/P = 0.30 *** TC = 1.5 HR ***																
0.0	0	0	0	0	1	6	15	31	53	80	112	144	193	225	208	186
1.0	0	0	0	0	1	4	12	25	43	68	97	157	198	219	203	178
2.0	0	0	0	0	0	1	3	9	19	35	57	114	168	201	213	196
3.0	0	0	0	0	0	1	2	7	15	29	48	100	155	193	213	200
4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IA/P = 0.50 *** TC = 1.5 HR ***																
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

RAINFALL TYPE = I

*** TC = 1.5 HR ***

SHEET 9 OF 10

Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued

TRVL TIME (hr)	11.3	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	13.0	13.4	13.8	14.3	15.0	16.0	17.0	18.0	20.0	26.0
11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	18.5	19.0	22.0
IA/P = 0.10 *** TC = 2.0 HR ***																
0.0	7	9	12	16	18	21	27	36	49	64	82	104	127	171	201	226
1.0	6	8	10	14	15	17	20	25	33	43	57	74	94	139	179	204
2.0	6	8	10	13	14	16	19	23	29	39	51	66	84	128	169	198
3.0	6	8	10	12	14	16	18	21	27	35	45	59	76	117	159	191
4.0	5	6	8	11	12	13	15	17	20	24	31	41	53	87	128	167
5.0	5	6	8	10	11	13	14	16	18	22	28	37	48	78	118	158
7.5	4	6	7	9	10	11	12	13	15	18	22	27	35	58	91	129
1.0	3	4	6	7	8	8	9	10	11	12	14	16	18	28	46	74
1.5	2	3	3	5	5	5	6	6	7	8	8	9	10	12	16	23
2.0	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	8	10	16
2.5	0	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6	7	8
3.0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	5	6
IA/P = 0.30 *** TC = 2.0 HR ***																
0.0	0	0	0	0	0	1	3	8	15	25	38	54	74	115	148	168
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	12	21	32	47	65	85
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	10	17	27	41	57	75
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	14	23	35	49	66
4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IA/P = 0.50 *** TC = 2.0 HR ***																
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

RAINFALL TYPE = II

*** TC = 2.0 HR ***

SHEET 10 OF 10

Cálculos nas unidades inglesas

Talvez a melhor solução é fazer os cálculos nas unidades inglesas e depois converter cfs para m³/s. Devido a isto é que apresentamos o Exemplo (26.7) todo feito nas unidades inglesas para não haver problemas de conversão de unidades.

Exemplo 26.7-

Vamos dar um exemplo que está no capítulo 6, 2005 *Waterware Consultants, Centerville, OH, USA*. Calcular a hidrógrafa de cada subbacia, sendo a subbacia A com 120 acre e a subbacia B com 90 acres conforme Figura (26.6).

Os valores de CN respectivamente são de 75 e 68.

Tabela 26.12- Fornecimento de dados

Parâmetro	Subbacia A	Subbacia B
CN	75	68
Tc (tempo de concentração) em horas	0,95	0,60
Tt= travel time (horas)	0,50	0
Área das bacias	120 acres (0,19mi ²)	90acres (0,14mi ²)

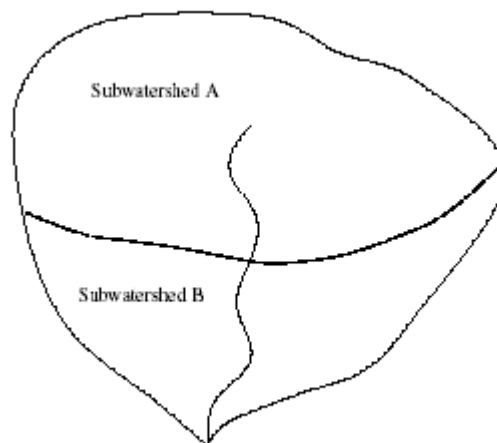


Figura 26.6- Subbacias A e B

Para a subbacia A

$$S_a = 1000/CN_a - 10 = 1000/75 - 10 = 3,33 \text{ inches}$$

$$I_a = 0,2S_a = 0,2 \times 3,33 = 0,67 \text{ inches}$$

$$R_a = (P_{24} - 0,2 \times S_a)^2 / (P_{24} + 0,80 \times S_a) = (5,3 - 0,67)^2 / (5,3 + 0,8 \times 3,33) = 2,69 \text{ inches}$$

$$Q(t) = Q_{TR55} \times 0,19 \text{mi}^2 \times R_a = Q \times 0,19 \times 2,69 = 0,5111 \times Q$$

Para a subbacia B

$$S_b = 1000/CN_b - 10 = 1000/68 - 10 = 4,71 \text{ inches}$$

$$I_b = 0,2S_b = 0,2 \times 4,71 = 0,94 \text{ inches}$$

$R_b = (P_{24} - 0,2 \times S_b)^2 / (P_{24} + 0,80 \times S_b) = (5,3 - 0,94)^2 / (5,3 + 0,8 \times 4,71) = 2,10 \text{ inches}$
 $Q(t) = Q_{TR55} \times 0,134 \text{ in}^2 \times R_a = Q \times 0,14 \times 2,10 = 0,294 \times Q$
 $Q(t) = Q_{TR55} \times A \times R$
 Consultando a Tabela II para $t_c = 0,50 \text{ h}$ e *Travel time* = 0,50h

Achamos para 12h o valor 20 é achado na Tabela para o Tipo II

$Q(t) = Q_{TR55} \times 0,19 \text{ mi}^2 \times R_a = Q \times 0,19 \times 2,69 = 0,5111 \times Q$
 $Q(t) = Q_{TR55} \times 0,19 \text{ mi}^2 \times R_a = Q \times 0,19 \times 2,69 = 0,5111 \times 20 = 10,22 \text{ cfs}$

Tabela 26.13- Tabela de cálculos do TR-55 em unidades inglesas

Tempo	Tabular A	Tabular B	Runoff A	Runoff B	Soma
(h)	(cms/in) Cubic ft /sec Square Mile per inch		(cfs)		(cfs)
1	2	3	4	5	6
					5+5
11,0	8	17	4,09	5,00	9,09
11,3	10	23	5,11	6,76	11,87
11,6	13	32	6,64	9,41	16,05
11,9	18	57	9,20	16,76	25,96
12,0	20	94	10,22	27,64	37,86
12,1	22	170	11,24	49,98	61,22
12,2	25	308	12,78	90,55	103,33
12,3	30	467	15,33	137,30	152,63
12,4	38	529	19,42	155,53	174,95
12,5	53	507	27,09	149,06	176,15
12,6	78	402	39,87	118,19	158,05
12,7	114	297	58,27	87,32	145,58
12,8	159	226	81,26	66,44	147,71
13,0	253	140	129,31	41,16	170,47
13,2	311	96	158,95	28,22	187,18
13,4	300	74	153,33	21,76	175,09
13,6	251	61	128,29	17,93	146,22
13,8	195	53	99,66	15,58	115,25
14,0	149	47	76,15	13,82	89,97
14,3	102	41	52,13	12,05	64,19
14,6	74	36	37,82	10,58	48,41
15,0	53	32	27,09	9,41	36,50
15,5	40	29	20,44	8,53	28,97
16,0	33	26	16,87	7,64	24,51
16,5	29	23	14,82	6,76	21,58
17,0	25	21	12,78	6,17	18,95
17,5	23	20	11,76	5,88	17,64
18,0	21	19	10,73	5,59	16,32
19,0	18	16	9,20	4,70	13,90
20,0	16	14	8,18	4,12	12,29
22,0	12	12	6,13	3,53	9,66
26,0	1	0	0,51	0,00	0,51

