

# Escoamento em Condutos Livres de Secção Circular

ENG. NELSON FERNANDES DA SILVA

Diretor Geral do Departamento de Obras Sanitárias

Fórmula geral de escoamento:  $Q = A.V$  onde  $A$  é a secção e  $V$  a velocidade. A velocidade, segundo Bazin, é dada por:

$$V = C \sqrt{R I} \quad , \quad \text{onde } C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

onde  $R$  é o raio hidráulico e  $I$  a declividade.

O coeficiente  $\gamma$  varia com a natureza das paredes. No nosso estudo, vamos admitir  $\gamma = 0.16$ , que corresponde a paredes da 2.<sup>a</sup> categoria (tubos para esgotos ou galerias de águas pluviais, de um modo geral)

Da fórmula  $V = C \sqrt{R I}$  que pode ser escrita  $V = C \sqrt{R} \sqrt{I}$ , verifica-se que a velocidade é função de  $\sqrt{I}$ , para determinado diâmetro e determinado coeficiente de rugosidade  $\gamma$ .

Calculamos, então, a tabela 1 para os diâmetros mais usuais e para os valores de  $V$  e  $Q$  correspondentes à declividade de 1/1000.

Para declividade  $I = 1:1000$

$$V = C \cdot \sqrt{R} \sqrt{\frac{1}{1000}}$$

Para uma declividade qualquer  $x/1000$ , temos:

$$V = C \sqrt{R} \sqrt{\frac{x}{1000}} = C \sqrt{R} \sqrt{\frac{1}{1000}} \cdot \sqrt{x}$$

Para cada diâmetro foi calculado o valor de

$$V = C \cdot \sqrt{R} \sqrt{\frac{1}{1000}}$$

que representa a velocidade de escoamento para a declividade 1:1000.

Para qualquer outra declividade, basta multiplicar o valor da tabela pela raiz quadrada da declividade, dada esta sempre em tantos por mil.

As tabelas foram calculadas para a secção plena e a 3/4 D.

A tabela 2 foi calculada para a fórmula simplificada de Kutter com  $B = 0.35$  (tubos para esgoto ou galeria de um modo geral).

A fórmula de Kutter simplificada pode ser escrita da seguinte forma:

$$V = \frac{100 R}{\sqrt{R} + b} \sqrt{I} \quad Q = A.V$$

Para uma declividade  $X/1000$  multiplicam-se os valores encontrados na tabela para  $V$  e  $Q$ , que correspondem a declividade  $1/1000$ , pela raiz quadrada de  $X$ .

—Exemplos de aplicação:

I — Determinar a vazão à secção plena de uma galeria de águas pluviais de 0.60 m de diâmetro e com uma declividade de 0.003 m/m ou 3/1000.

#### FÓRMULA DE BAZIN

Para  $I = 1/1000$   $Q = 212.60$  l/s.  $V = 0.75$  m/s.

Para  $I = 3/1000$ , temos

$$Q = 212.60 \sqrt{3} = 368 \text{ l/s.}$$

$$V = 0.75 \sqrt{3} = 1.30 \text{ m/s.}$$

2 — Determinar a vazão à meia secção de um coletor de esgotos com 40 cm de diâmetro e com a declividade de 0.005 m/m ou 5/1000.

Para  $D = 400$  mm e  $I = 1/1000$  temos pela tabela:

$$Q = 29.8 \text{ l/s (1/2 secção — Kutter simplificada)}$$

Para a declividade  $I = 5/1000$

$$Q = 29.8 \sqrt{5} = 66.6 \text{ l/s.}$$

3 — Calcular a vazão que poderá transportar um emissário de esgoto de 800 mm de diâmetro, escoando com uma lâmina de 3/4 de diâmetro, sabendo-se que a declividade disponível é de  $I = 0.0009$  m/m.

A declividade, pois, é de 0.9 m/1.000.

Para a declividade de 1/Km teremos, pela tabela, a 3/4 D a vazão de 412.5 l/s. Para a declividade indicada, teremos:

(Bazin)

$$Q = 412.5 \times \sqrt{0.9} = 392 \text{ l/s.}$$

A velocidade será:

$$V = 1.02 \times \sqrt{0.9} = 0.97 \text{ m/s.}$$

4 — Determinar, pela fórmula de Kutter, a velocidade e a vazão que pode conduzir uma galeria de águas pluviais, a plena secção, de 1.40 m de diâmetro, sabendo-se que a declividade é de 0.0065.

Temos, então, tirando da tabela:

$$Q \text{ 1/1000} = 1807.20 \text{ l/s} \quad V \text{ 1/1000} = 1.17 \text{ m/s}$$

Para a declividade dada, temos:

$$Q = 1807.20 \sqrt{6.5} = 4.600 \text{ l/s}$$

$$V = 1.17 \sqrt{3.5} = 2.98 \text{ m/s}$$

5 — Os problemas podem ser facilmente resolvidos com o uso conjugado da tabela e de uma régua de cálculo( que contenha a escala dos quadrados (A) e a dos inversos (C)).

Exemplo: Determinar a vazão e a velocidade num emissário de esgotos de 0.60 m de diâmetro para funcionamento a secção correspondente a 3/4 do diâmetro para uma declividade de 0.0018 ou 1,8/1000

cursor	A	1.8
Escala dos inversos		163.8
	D	220 l/s

Coloca-se o traço do cursor em 1.8 da escala A, e faz-se o valor achado na tabela (163.8) (Kutter), e lido na escala dos inversos coincidir com ele. A leitura na escala D é o resultado procurado, ou seja 220 l/s.

Da mesma maneira, para encontrarmos a velocidade, fariamos coincidir o valor 0.72, encontrado na tabela, com a linha do cursor que está em 1.8, e leríamos na escala D o valor 0.96 m/s.

6 — Determinar a vazão que pode ser transportada por um tubo de D = 400 mm, com a declividade I = 0.071 mm ou 71/1000, funcionando a secção plena.

Da tabela de Bazin, encontramos  $Q_{1/1000} = 72.6 \text{ l/s}$  e  $V_{1/1000} = 0.58 \text{ m/s}$ . Para a declividade dada, vem:

$$Q = 72.6 \sqrt{71} = 613 \text{ l/s} \text{ e } V = 0.58 \sqrt{71} = 4.90 \text{ m/s.}$$

7 — Supomos D = 900 mm e I = 0.0004. Calcular a vazão e a velocidade a secção plena.

Segundo Bazin:

$$Q_{1/1000} = 619. \text{ l/s} \quad V_{1/1000} = 0.97 \text{ m/s}$$

Para a declividade 0.4/1000, vem:

$$Q = 619.6 \sqrt{0.4} = 392 \text{ l/s}$$

$$V = 0.97 \sqrt{0.4} = 0.615 \text{ m/s}$$

8 — Uma galeria de águas pluviais deve dar escoamento a 450 l/s, funcionando a secção plena, sem carga.

A declividade disponível é de 0.005 m/m.

Calcular o diâmetro necessário. (Bazin)

$$\text{Dados: } I = 0.005 \text{ m/m ou } 5/1000$$

A solução é imediata:

$$Q = Q_{1/1000} \sqrt{I}, \text{ donde } Q_{1/1000} = \frac{Q}{\sqrt{I}} = \frac{450}{\sqrt{5}} = 201$$

Procurando na tabela 1, encontramos para valor mais próximo o número 212,60 l/s, que corresponde ao diâmetro de 600 mm. Esse tubo trabalharia com certa folga.

## ESCOAMENTO A DIFERENTES ALTURAS DA LÂMINA LÍQUIDA

A tabela 3, permite o cálculo de vazões e velocidades para qualquer altura da lâmina líquida.

Foram calculadas, para diversas porcentagens do diâmetro, as porcentagens correspondentes da velocidade e da vazão, a secção plena.

Exemplo da aplicação:

1 — Admitamos uma tubulação com  $D = 300$  mm, assentada com uma declividade  $I = 0.004$  ou 4 por mil.

A lâmina d'água observada foi 0.12 m.

Calcular a vazão e a velocidade.

Para a secção plena, temos:

Da tabela 1 para  $D = 300$  mm, temos:

$$Q = 33.6 \sqrt{4} = 67.2 \text{ l/s} \quad V = 0.48 \sqrt{4} = 0.96 \text{ m/s}$$

A lâmina de 0.12 m corresponde à seguinte porcentagem do diâmetro:

$$\frac{0.12}{0.30} = 0.40 \text{ ou } 40\%$$

Entrando na tabela 3, temos, em frente a 40%, os seguintes valores:

para  $V = 90\%$

para  $Q = 34\%$

A velocidade com essa altura da lâmina é pois 0.90 da velocidade a secção plena e a vazão 0.34 da vazão a secção plena.

$$V = 0.90 \times 0.96 = 0.87 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.34 \times 67.2 = 22.9 \text{ l/s}$$

2 — Admitamos  $D = 200$  mm e  $Q = 10.5$  l/s, com uma declividade de 0.003 ou 3/1000.

Quer-se saber a altura da lâmina e a velocidade.

Cálculo dos valores à secção plena:

Da tabela 1

$$V = 0.35 \sqrt{3} = 0.60 \text{ m/s.}$$

$$Q = 11.03 \sqrt{3} = 19.3 \text{ l/s.}$$

O valor 10.5 l/s corresponde a  $\frac{10.5}{19.3} = 0.54$  ou 54% da vazão a secção plena.

Entrando na tabela 3, encontramos correspondendo a 54% da vazão, os seguintes valores:

Para  $V = 102\%$  da velocidade a secção plena.

Para a lâmina: 52% do diâmetro.

Então:

$$V = 1.02 \times 0.60 = 0.61 \text{ m/s}$$

$$H = 0.52 \times 200 = 104 \text{ mm}$$

3 — Num tubo com diâmetro de 600 mm foi medida a altura da lâmina líquida e encontrou-se o valor  $H = 0.144$ . A velocidade foi de 1.17 m/s.

Calcular a vazão.

O valor de 0.144 m representa  $\frac{0.144}{0.60} = 0.24$  ou 24% do diâmetro. A este

valor corresponde, na tabela 3, o seguinte valor para  $X = \frac{A}{D^2} = 0.145$ .

Donde a secção molhada:

$$A = 0.145 \times 0.62 = 0.145 \times 0.36 = 0.052 \text{ m}^2$$

E a vazão:

$$Q = A.V = 0.0052 \times 1.17 = 0.061 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ou } 61 \text{ l/s}$$

4 — Um coletor de esgotos com 0.30 m de diâmetro e declividade de 0.0055. irá transportar inicialmente 14.5 l/s. Deseja-se saber qual a lâmina e a velocidade de escoamento.

A declividade de 5.5/1000, teremos a seguinte vazão e velocidade a secção plena.

$$Q = 26.86 \sqrt{5.5} = 63.3 \text{ l/s Tabela 2 — Kutter).}$$

$$V = 0.38 \sqrt{5.5} = 0.89 \text{ m/s}$$

A vazão atual, em relação à da secção plena, representa:

$$\frac{14.5}{63.3} = 0.23 \text{ ou } 23\%$$

Entrando-se na tabela com essa porcentagem, encontramos para a lâmina líquida o valor 32% do diâmetro. Logo:

$$h = 0.32 \times 0.30 = 0.096 \text{ m ou } 10 \text{ cm.}$$

A velocidade, para a mesma porcentagem de vazão, será de 82%, ou seja:

$$V = 0.82 \times 0.89 = 0.73 \text{ m/s}$$

5 — Sabendo-se que uma canalização tem uma capacidade de escoar a plena secção 15 l/s, a uma velocidade de 0.70 m/seg., calcular a velocidade quando a vazão for de 12 l/s.

A vazão dada corresponde a:  $\frac{12}{15} = 0.80$  ou 80% da vazão a secção plena.

A tabela nos indica que para uma vazão de 80%, a velocidade corresponde a 111% da velocidade a secção plena.

Então, a velocidade procurada é de:

$$V = 1.11 \times 0.70 = 0.78 \text{ m/s.}$$

Tabela n.º 4 — Seu uso dispensa quaisquer esclarecimentos. Foram calculadas as vazões e as velocidades com a declividade variando de 1 em 1 por mil e, para os diâmetros, mais comuns nos projetos de rede de esgotos sanitários.

Esses valores foram calculados até a declividade de 100 por 1.000, utilizando-se a fórmula de Bazin, para coeficientes da 2.ª categoria,  $\gamma'' = 0.16$ .

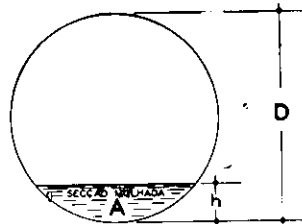
Estão grifadas as declividades mínimas para os diversos diâmetros, tendo em vista manter a velocidade mínima necessária para evitar a sedimentação de resíduos sólidos.

TABELA 1

Fórmula de BAZIN

$$Q = A \cdot V \quad e \quad V = \frac{87 R}{\sqrt{R + \gamma}} \quad V = \frac{V}{I} \cdot \frac{1}{1000} \sqrt{I}$$

$$\gamma = 0.16 \quad Q = \frac{Q}{I} \cdot \frac{1}{1000} \sqrt{I}$$



DIÂMETROS		SECÇÃO PLENA		SECÇÃO A % D	
mm	pols.	V 1/1000 m/s	Q 1/1000 l/s	V 1/1000 m/s	Q 1/1000 l/s
100	4"	0.22	1.70	0.24	1.54
125	5"	0.26	3.13	0.29	2.83
150	6"	0.29	5.16	0.33	4.66
200	8"	0.35	11.03	0.41	10.36
250	10"	0.42	20.50	0.47	18.60
300	12"	0.48	33.60	0.53	30.40
350	14"	0.53	50.80	0.59	46.00
400	16"	0.58	72.60	0.65	66.00
450	18"	0.62	99.20	0.70	89.50
500	20"	0.67	131.20	0.75	118.50
550	22"	0.71	169.20	0.80	152.90
600	24"	0.75	212.60	0.85	192.20
650	26"	0.79	263.10	0.89	237.90
700	28"	0.83	320.20	0.93	287.90
750	30"	0.87	383.50	0.98	346.90
800	32"	0.91	455.40	1.02	412.50
900	36"	0.97	619.60	1.09	557.90
1000	40"	1.04	816.80	1.17	739.30
1200	48"	1.16	1316.50	1.31	1192.00
1400	55"	1.28	1968.90	1.44	1783.30
1600	63"	1.39	2786.70	1.56	2523.30
1800	72"	1.49	3781.40	1.67	3418.00
2000	79"	1.59	4979.40	1.78	4498.00

TABELA 3  
TUBOS PARCIALMENTE CHEIOS

Porcentagem do Diâmetro h/D	Porcentagem da velocidade à secção plena	Porcentagem da vazão à secção plena	Secção molhada A $x = \frac{A}{D^2}$
1%	7%	0.01%	0.001
2	12	0.06	0.004
3	17	0.15	0.007
4	21	0.3	0.011
5	26	0.5	0.015
6	29	0.7	0.019
7	32	1.0	0.024
8	35	1.3	0.029
9	38	1.7	0.035
10	41	2.0	0.041
12	46	3	0.053
14	50	4	0.067
16	55	6	0.081
18	60	7	0.096
20	63	9	0.112
22	66	11	0.128
24	70	13	0.145
26	73	15	0.162
28	76	17	0.180
30	79	20	0.198
32	82	23	0.217
34	84	25	0.235
36	86	28	0.255
38	88	31	0.274
40	90	34	0.293
42	93	37	0.313
44	95	40	0.333
46	97	41	0.353
48	98	47	0.373
50	100	50	0.393
52	102	54	0.413
54	103	57	0.433
56	105	60	0.453
58	106	64	0.472
60	107	67	0.492
62	108	70	0.512
64	109	74	0.531
66	110	77	0.550
68	111	80	0.569
70	112	83	0.587
72	112	86	0.605
74	112	89	0.623
75	112	90.5	0.632
76	113	92	0.640
78	113	94	0.657
80	113	97	0.674
82	113	99	0.689
84	113	101	0.704
86	113	103	0.719
88	113	105	0.732
90	112	106	0.745
92	111	106	0.756
94	110	107	0.766
96	108	106	0.775
98	106	105	0.782
100%	100%	100%	0.785

TABELA 2

Fórmula de KUTTER simplificada  
com b = 0.35

$$V = \frac{100 R}{0.35 + \sqrt{R}} \sqrt{I} \quad V = \frac{V}{I} \cdot \frac{1}{1000} \sqrt{I}$$

$$Q = \frac{Q}{I} \cdot \frac{1}{1000} \sqrt{I}$$

DIÂMETROS		SECÇÃO PLENA		SECÇÃO A % D	
mm	pols.	V 1/1000 m/s	Q 1/1000 l/s	V 1/1000 m/s	Q 1/1000 l/s
100	4"	0.16	1.23	0.18	1.14
125	5"	0.19	2.29	0.21	2.07
150	6"	0.22	3.85	0.24	3.41
200	8"	0.28	8.64	0.31	7.83
250	10"	0.33	16.15	0.37	14.60
300	12"	0.38	26.86	0.43	24.50
350	14"	0.43	41.20	0.48	37.20
400	16"	0.47	59.60	0.53	53.60
450	18"	0.52	82.40	0.58	74.20
500	20"	0.56	110.20	0.63	99.50
550	22"	0.60	143.30	0.68	129.90
600	24"	0.64	181.50	0.72	163.80
650	26"	0.68	226.30	0.77	205.60
700	28"	0.72	276.70	0.81	250.20
750	30"	0.76	334.40	0.85	302.10
800	32"	0.79	398.60	0.89	360.30
900	36"	0.86	548.40	0.97	495.40
1000	40"	0.93	729.60	1.04	659.70
1200	48"	1.06	1198.80	1.19	1083.70
1400	55"	1.17	1807.20	1.32	1633.40
1600	63"	1.29	2583.60	1.44	2334.10
1800	72"	1.39	3542.20	1.56	3201.50
2000	79"	1.49	4690.40	1.68	4237.80

TABELA 4

Fórmula de BAZIN para  $\gamma = 0.16$   
Escoamento à meia Secção

Declividade m/km	150 mm 6"		200 mm 8"		250 mm 10"		300 mm 12"	
	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
1	0.29	2.6	0.36	5.7	0.42	10.3	0.48	17.0
2	0.41	3.6	0.51	8.0	0.59	14.5	0.67	23.8
3	0.51	4.5	0.62	9.7	0.73	17.8	0.82	29.1
4	0.58	5.1	0.72	11.3	0.84	20.6	0.95	33.6
5	0.65	5.8	0.80	12.6	0.94	23.0	1.06	37.6
6	0.72	6.4	0.88	13.8	1.03	25.2	1.17	41.2
7	0.77	6.8	0.95	14.9	1.11	27.2	1.26	44.5
8	0.83	7.3	1.01	15.9	1.19	29.2	1.35	47.5
9	0.88	7.8	1.08	17.0	1.26	30.9	1.43	50.4
10	0.92	8.1	1.13	17.8	1.33	32.6	1.50	53.2
11	0.97	8.6	1.19	18.7	1.39	34.1	1.58	55.8
12	1.01	8.9	1.24	19.5	1.45	35.6	1.65	53.2
13	1.05	9.3	1.29	20.3	1.51	37.1	1.72	60.6
14	1.09	9.6	1.34	21.0	1.57	38.5	1.78	62.9
15	1.13	10.0	1.39	21.8	1.62	39.8	1.84	65.1
16	1.17	10.4	1.43	22.5	1.68	41.2	1.90	67.3
17	1.20	10.6	1.48	23.2	1.73	42.4	1.96	69.3
18	1.24	10.9	1.52	23.9	1.78	43.7	2.02	71.4
19	1.27	11.2	1.56	24.5	1.83	44.9	2.07	73.3
20	1.31	11.6	1.60	25.1	1.87	45.9	2.14	75.5
21	1.34	11.9	1.64	25.8	1.92	47.1	2.18	77.0
22	1.37	12.1	1.68	26.4	1.97	48.5	2.23	78.9
23	1.40	12.4	1.72	27.0	2.01	49.3	2.28	80.6
24	1.43	12.7	1.76	27.6	2.05	50.3	2.33	82.3
25	1.46	12.9	1.79	28.1	2.10	51.5	2.38	84.0
26	1.49	13.2	1.83	28.7	2.14	52.5	2.43	85.7
27	1.52	13.5	1.86	29.2	2.18	53.5	2.47	87.3
28	1.54	13.6	1.90	29.8	2.22	54.5	2.52	88.9
29	1.57	13.9	1.93	30.3	2.26	55.5	2.56	90.5
30	1.60	14.2	1.96	30.8	2.30	56.6	2.61	92.1
31	1.63	14.4	2.00	31.4	2.34	57.4	2.65	93.6
32	1.65	14.6	2.03	31.9	2.37	58.2	2.69	95.1
33	1.68	14.9	2.06	32.4	2.41	59.2	2.73	96.6
34	1.70	15.0	2.09	32.8	2.45	60.1	2.77	98.0
35	1.73	15.3	2.12	33.3	2.48	60.9	2.81	99.5
36	1.75	15.5	2.15	33.8	2.52	61.9	2.85	100.8
37	1.77	15.7	2.18	34.2	2.55	62.6	2.89	102.2
38	1.80	15.9	2.21	34.7	2.58	63.3	2.93	103.6
39	1.82	16.1	2.24	35.2	2.62	64.3	2.97	105.0
40	1.85	16.4	2.27	35.7	2.65	65.0	3.01	106.3
41	1.87	16.5	2.30	36.1	2.69	66.0	3.05	107.7
42	1.89	16.7	2.32	36.4	2.72	66.8	3.08	108.9
43	1.91	16.9	2.35	36.9	2.75	67.5	3.12	110.2
44	1.94	17.2	2.38	37.4	2.78	68.2	3.16	111.5
45	1.96	17.3	2.41	37.9	2.81	69.0	3.19	112.7
46	1.98	17.5	2.43	38.2	2.84	69.7	3.23	114.1
47	2.00	17.7	2.46	38.6	2.88	70.7	3.26	115.3
48	2.02	17.9	2.48	39.0	2.91	71.4	3.30	116.5
49	2.04	18.1	2.51	39.4	2.93	71.9	3.33	117.7
50	2.03	18.2	2.54	39.9	2.97	72.9	3.36	118.8
51	2.08	18.4	2.56	40.2	2.99	73.4	3.40	120.0
52	2.10	18.6	2.59	40.7	3.02	74.1	3.43	121.2
53	2.12	18.8	2.61	41.0	3.05	74.9	3.46	122.4
54	2.14	18.9	2.64	41.8	3.08	75.6	3.50	123.6
55	2.16	19.1	2.66	41.8	3.11	76.3	3.53	124.7
56	2.18	19.3	2.68	42.1	3.14	77.1	3.56	125.8
57	2.20	19.5	2.71	42.6	3.17	77.8	3.59	126.9
58	2.22	19.6	2.73	42.9	3.19	78.3	3.62	128.0
59	2.24	19.8	2.75	43.2	3.22	79.0	3.65	129.1
60	2.26	20.0	2.78	43.7	3.25	79.8	3.68	130.2
61	2.28	20.2	2.80	44.0	3.28	80.5	3.72	131.3
62	2.30	20.4	2.82	44.3	3.30	81.0	3.75	132.4
63	2.32	20.5	2.85	44.8	3.33	81.7	3.78	133.5

TABELA "4"

Fórmula de BAZIN para  $\gamma = 0.16$   
Escoamento à meia Seção

Declividade m/km	150 mm 6"		200 mm 8"		250 mm 10"		300 mm 12"	
	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
64	2.33	20.6	2.87	45.1	3.36	82.5	3.81	134.5
65	2.35	20.8	2.89	45.4	3.38	83.0	3.83	135.5
66	2.37	20.9	2.91	45.7	3.41	83.7	3.86	136.5
67	2.39	21.2	2.93	46.0	3.43	84.2	3.89	137.6
68	2.41	21.3	2.95	46.5	3.46	84.9	3.92	138.7
69	2.42	21.4	2.98	46.8	3.48	85.4	3.95	139.7
70	2.44	21.6	3.00	47.1	3.51	86.1	3.98	140.7
71	2.46	21.8	3.02	47.4	3.53	86.6	4.01	141.7
72	2.48	21.9	3.04	47.8	3.56	87.4	4.04	142.6
73	2.49	22.0	3.06	48.1	3.58	87.9	4.06	143.6
74	2.51	22.2	3.08	48.4	3.61	88.6	4.09	144.6
75	2.53	22.4	3.11	48.9	3.63	89.1	4.12	145.6
76	2.54	22.5	3.13	49.2	3.66	89.8	4.15	146.6
77	2.56	22.7	3.15	49.5	3.68	90.3	4.17	147.5
78	2.58	22.8	3.17	49.8	3.70	90.8	4.20	148.5
79	2.59	22.9	3.19	50.1	3.73	91.5	4.23	149.4
80	2.61	23.1	3.21	50.4	3.75	92.0	4.26	150.3
81	2.63	23.3	3.23	50.7	3.78	92.8	4.29	151.7
82	2.64	23.4	3.24	50.9	3.79	93.0	4.30	152.0
83	2.66	23.5	3.27	51.4	3.82	93.8	4.33	153.1
84	2.68	23.7	3.29	51.7	3.85	94.5	4.36	154.1
85	2.69	23.8	3.31	52.0	3.87	95.0	4.39	155.2
86	2.71	23.9	3.33	52.3	3.90	95.7	4.42	156.2
87	2.72	24.0	3.34	52.5	3.91	96.0	4.44	157.0
88	2.74	24.2	3.37	52.9	3.94	96.7	4.47	158.0
89	2.76	24.4	3.39	53.3	3.97	97.4	4.50	159.1
90	2.77	24.5	3.40	53.4	3.98	97.7	4.51	159.4
91	2.79	24.7	3.42	53.7	4.01	98.4	4.54	160.5
92	2.80	24.8	3.45	54.2	4.03	98.9	4.57	161.5
93	2.81	24.9	3.46	54.3	4.04	99.2	4.59	162.3
94	2.83	25.0	3.48	54.7	4.07	99.9	4.62	163.3
95	2.84	25.1	3.49	54.8	4.08	100.1	4.63	163.7
96	2.86	25.3	3.52	55.3	4.11	100.9	4.66	164.7
97	2.88	25.5	3.54	55.6	4.14	101.6	4.69	165.8
98	2.90	25.7	3.56	55.9	4.16	102.1	4.72	166.9
99	2.91	25.8	3.57	56.1	4.18	102.6	4.74	167.6
100	2.92	25.9	3.58	56.2	4.19	102.8	4.75	167.9