

Capítulo 7

Infiltração com Green e Ampt, 1911

7. Infiltração com Green e Ampt, 1911

7.1 Introdução

Objetivo é mostrar como funciona a equação de Green e Ampt, 1911 em um reservatório de infiltração conforme Figura (7.1).

7.2 Reservatório de infiltração para recarga baseado na equação de Green e Ampt, 1911

Vamos fazer uma apresentação de Metcalf e Eddy, 2007 baseada na equação de Green e Ampt, 1911, modificada por Bouwer, 1966 e Neuman, 1976.

Na aplicação vamos considerar a profundidade da água H_w constante e também não levaremos em conta a evapotranspiração horária.

A formulação de Green e Ampt baseia-se na equação de Darcy com uma série de hipóteses. Uma delas é que o nível de água é constante e que a frente úmida avança até o lençol freático. O solo acima da frente úmida é considerado saturado.

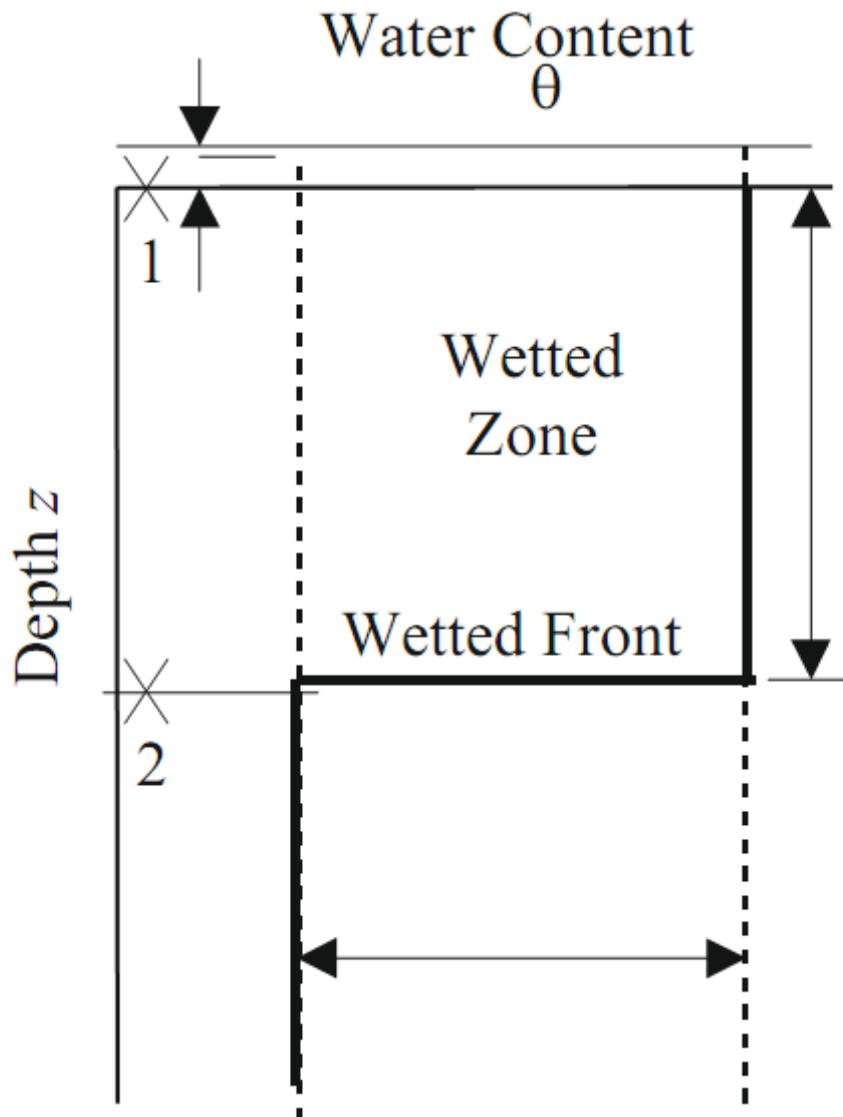


Figura 7.1- Esquema do método de infiltração de Green-Ampt.

A velocidade de infiltração é dada pela equação:

$$V = K \times (H_w + L_f - H_{cr}) / L_f$$

Sendo:

V= taxa de infiltração (m/dia)

K= condutividade hidráulica na zona molhada (m/dia)

H_w= profundidade da água acima do solo (m)

L_f= profundidade da frente molhada (m)= profundidade do lençol freático

H_{cr}= pressão crítica do solo (m). Varia de -0,1m (solos grosseiros) a -1m (solos finos).

A Tabela (7.1) apresenta alguns valores da pressão crítica do solo em cm.

Tabela 7.1- Alguns parametros para uso em Green e Ampt conforme Herman Bouwer em Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering

Tipo de solo	H _{cr} (cm)
Areia grossa	-5
Areia média	-10
Areia fina	-15
Areia franca	-25
Franco	-35
Argila estruturada	-35
Argila dispersa	-100

Integrando dL_f/ dt obtemos:

$$t = (f/K) \times \{ L_f - (H_w - H_{cr}) \times \{ \ln [(H_w + L_f - H_{cr}) / (H_w - H_{cr})] \} \}$$

Sendo:

t= tempo desde o início de infiltração em dias f= porosidade efetiva do solo (dimensional). Para areia varia de 0,20 a 0,30.

Exemplo 48.1- baseado em Metcalf e Eddy, 2007

Dados:

H_w=0,7m (altura da água)

K= 1m/dia= condutividade hidráulica que corresponde a 42mm/h

H_{cr}= -0,5 (valor médio)

f=0,35 (valor alto)

Determinar a quantidade de água infiltrada em área de recarga = 100m²

L_f= 10m= profundidade até a zona saturada

Vamos variar o valor total de L_f=10m de 0,50m em 0,50m da seguinte maneira:

$$t = (f/K) \times \{ L_f - (H_w - H_{cr}) \times \{ \ln [(H_w + L_f - H_{cr}) / (H_w - H_{cr})] \} \}$$

$$t = (0,35/1) \times \{ 0,5 - (0,7 - (-0,5)) \times \{ \ln [(0,7 + 0,5 - (-0,5)) / (0,7 - (-0,5))] \} \} = 0,029d$$

A velocidade é calculada assim:

$$V = K \times (H_w + L_f - H_{cr}) / L_f$$

$$V = 1,0 \times (0,7 + 0,5 - (-0,5)) / 0,5 = 3,4m/s$$

Na Tabela (48.2) estão os cálculos de aplicação do Método de Green e Ampt.

Nota: fizemos aplicação pelo método que usamos no livro Poluição Difusa e os resultados são os mesmos.

Tabela 7.2- Cálculos de recarga de reservatório de infiltração segundo Green e Ampt

Lf	f	Hcr (m)	Hw (m)	K (m/dia)	t (dias)	Velocidade de infiltração (m/d)
0,50	0,35	-0,5	0,7	1,00	0,029	3,40
1,00	0,35	-0,5	0,7	1,00	0,095	2,20
1,50	0,35	-0,5	0,7	1,00	0,184	1,80
2,00	0,35	-0,5	0,7	1,00	0,288	1,60
2,50	0,35	-0,5	0,7	1,00	0,402	1,48
3,00	0,35	-0,5	0,7	1,00	0,524	1,40
3,50	0,35	-0,5	0,7	1,00	0,652	1,34
4,00	0,35	-0,5	0,7	1,00	0,784	1,30
4,50	0,35	-0,5	0,7	1,00	0,921	1,27
5,00	0,35	-0,5	0,7	1,00	1,060	1,24
5,50	0,35	-0,5	0,7	1,00	1,203	1,22
6,00	0,35	-0,5	0,7	1,00	1,347	1,20
6,50	0,35	-0,5	0,7	1,00	1,494	1,18
7,00	0,35	-0,5	0,7	1,00	1,643	1,17
7,50	0,35	-0,5	0,7	1,00	1,793	1,16
8,00	0,35	-0,5	0,7	1,00	1,945	1,15
8,50	0,35	-0,5	0,7	1,00	2,097	1,14
9,00	0,35	-0,5	0,7	1,00	2,251	1,13
9,50	0,35	-0,5	0,7	1,00	2,406	1,13
10,00	0,35	-0,5	0,7	1,00	2,562	1,12

Observar na Figura (7.2) no gráfico que no final de 2,251dias a velocidade fica constante de 1,13m/dia.

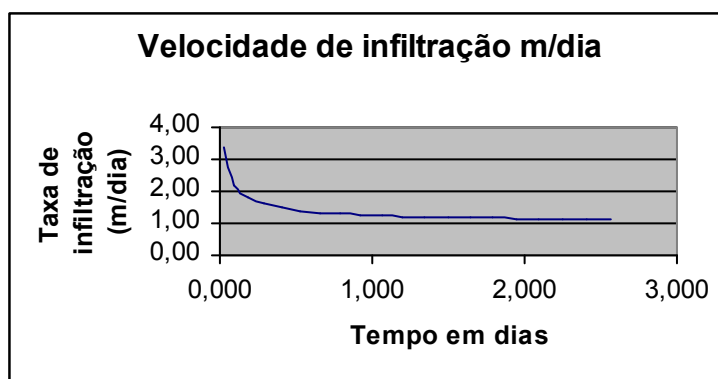


Figura 7.2- Gráfico da velocidade de infiltração

Metcalf e Eddy, 2007 observam que quando se usa o coeficiente K deve-se usar um coeficiente de segurança igual a 2,0 e quando usamos a reservatório para água de reúso temos que aplicar novamente novo coeficiente de segurança igual a 2,0. Assim teremos um valor de segurança que evitará o *clogging*.

Determinação do volume de água infiltrada em área de recarga de 100m²

$$V_{infiltrado} = Lf \times f \times \text{area}$$

$$V_{infiltrado} = 10m \times 0,35 \times 100m^2 = 350m^3$$

7.3 Bibliografia e livros consultados

- GUPTA, RAM S. *Hydrology and Hydraulic Systems*. 3a ed. Waveland, ano 2008, 896 páginas, ISBN 1-57766-455-8.
- METCALF&EDDY. *Water Reuse*. McGraw Hill,2007, 1570páginas,ISBN 13.978-0-07145927-3