

Capítulo 78

Canais compostos

Capítulo 78- Canais compostos

78.1 Introdução

Alguns canais possuem no fundo e nas margens coeficientes de Manning diferentes.

Existem varios métodos, mas pela simplicidade citamos o método de Yen, 1991 citado por Subramanya, 2009 conforme esquema da Figura (78.1)

$$n_e = \frac{\sum(n_i P_i)}{P}$$

Sendo:

n_e = rugosidade equivalente

n_i = rugosidade de Manning no trecho P_i

P = soma do perímetro molhado (m)

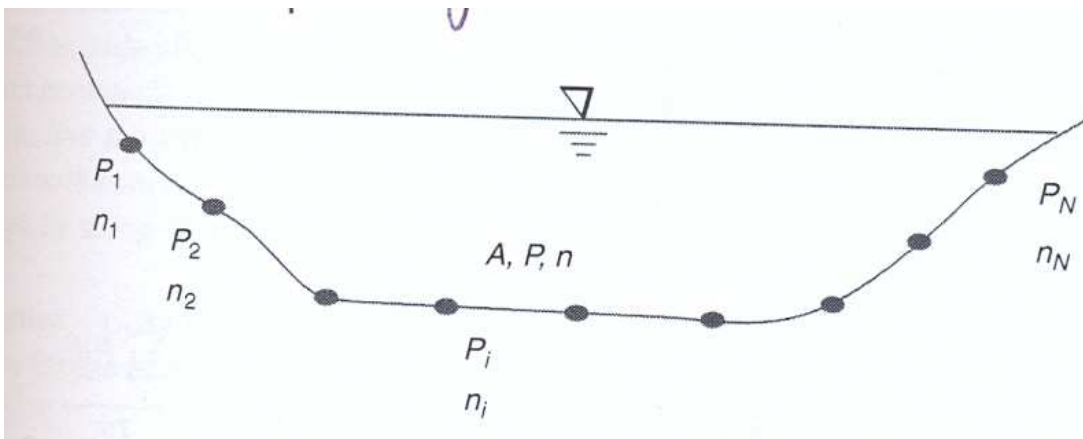


Figura 78.1- Esquema de perímetro com vários coeficientes de Manning
Fonte: Subramanya, 2009

Outro problema frequente é quando examinamos canais com enchentes onde temos vários níveis e neste caso para o uso da fórmula de Manning usamos o que se chama de canais compostos.

78.2 Método da Interface vertical para canal composto

Existem vários métodos, mas o mais usado e simples é o da interface vertical que conforme Subramanya, 2009 se obtém melhores resultados.

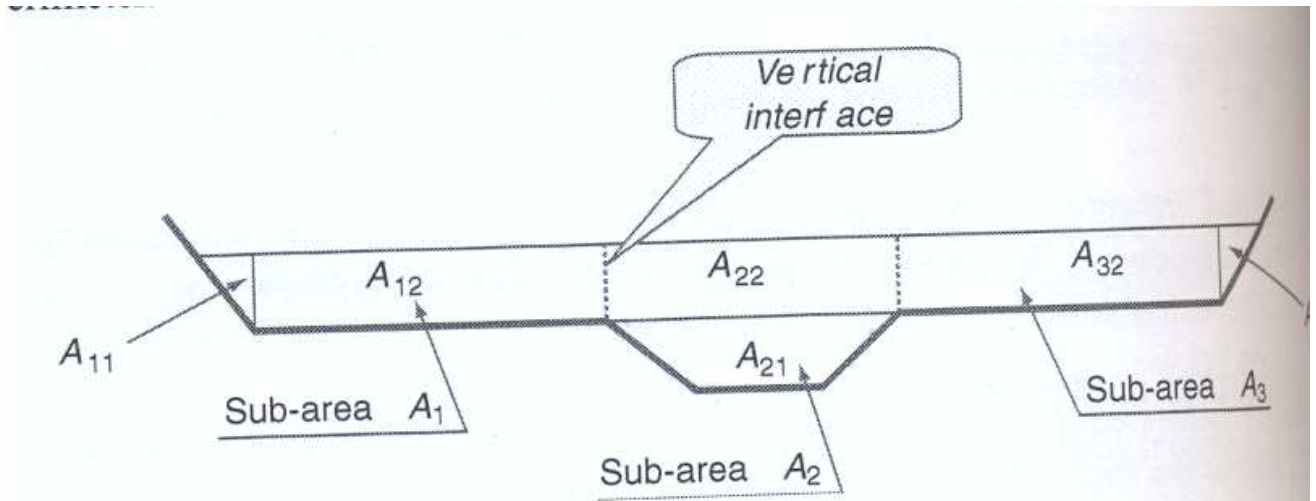


Figura 78.2- Esquema de corte transversal de canal com Interface Vertical. Fonte: Subramanya, 2009

Vamos mostrar os procedimentos de Subramanya, 2009 para o dimensionamento com interface verticais.

Usamos somente verticais e na seção da Figura (78.2) iremos considerar três áreas: A_1 , A_2 e A_3 .

Traçamos verticais nas interseções conforme se pode ver na Figura (78.2) onde criamos area A_{11} , A_{12} , A_{22} , A_{21} , A_{32} e A_{31} .

Nas interfaces teremos tensão de cisalhamento zero e devido a isto não é inclusa nos cálculos.

No caso a área A_1 é igual a área A_3 .

Observe que a sub-área A_{22} temos a área molhada de $28,8\text{m}^2$ mas o perímetro molhado é zero. Veja ainda que somamos as áreas para se ter a área total A_2 que é 87m^2 e que somamos o perímetro molhado e obtemos $25,817\text{m}$ e o raio hidráulico $3,382\text{m}$

Tabela 78.1- Cálculos da área molhada, perímetro molhado e raio hidráulico conforme Subramanya, 2009

Sub- area	Área elementar	Área molhada	(m ²)	Perímetro Molhado (m)		Raio Hidráulico (m)
A ₁	A ₁₁	[0,5x1,2x(1,5x1,2)]	1,08	$1,2x(1+1,5^2)^{0,5}$	2,163	
	A ₁₂	75 x 1,2	90,00	75	75	
	Total=		91,08m²		77,163m	1,180m
A ₂	A ₂₁	[(15+(1,5x3,0)]x3,0	58,5	$15+2x3,0x[1+(1,5^2)^{0,5}]$	25,817m	
	A ₂₂	[15+(2x1,5x3)] x 3,0	28,8	0	0	
	Total=		87,3m²		25,817m	3,382m

Fórmula de Manning

$$V = (1/n) \times R^{2/3} \times S^{0,5}$$

Equação da continuidade Q= AxV

$$Q = (1/n) \times A \times R^{2/3} \times S^{0,5}$$

Sub-área A₁

$$Q_1 = (1/0,05) \times 91,08 \times 1,18^{2/3} \times 0,0009^{0,5} = 61,035 \text{m}^3/\text{s}$$

Sub-área A₂

$$Q_2 = (1/0,03) \times 87,3 \times 3,382^{2/3} \times 0,0009^{0,5} = 196,697 \text{m}^3/\text{s}$$

Sub-área A₃

$$Q_3 = (1/0,05) \times 91,08 \times 1,18^{2/3} \times 0,0009^{0,5} = 61,035 \text{m}^3/\text{s}$$

Descarga total: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 318,77 \text{m}^3/\text{s}$

78.3 Seção composta usando K

Uma outra maneira de resolver os canais compostos é usar o conhecido coeficiente K dado pela equação:

$$Q = (1/n) \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{0,5}$$

Na mesma equação de Manning separamos dados da seção como área, raio hidráulico e coeficiente de Manning e denominamos de K

$$K = Q / S^{0,5} = (1/n) \cdot A \cdot R^{2/3}$$

Obtido o coeficiente K, achamos a vazão $Q = K \cdot S^{0,5}$

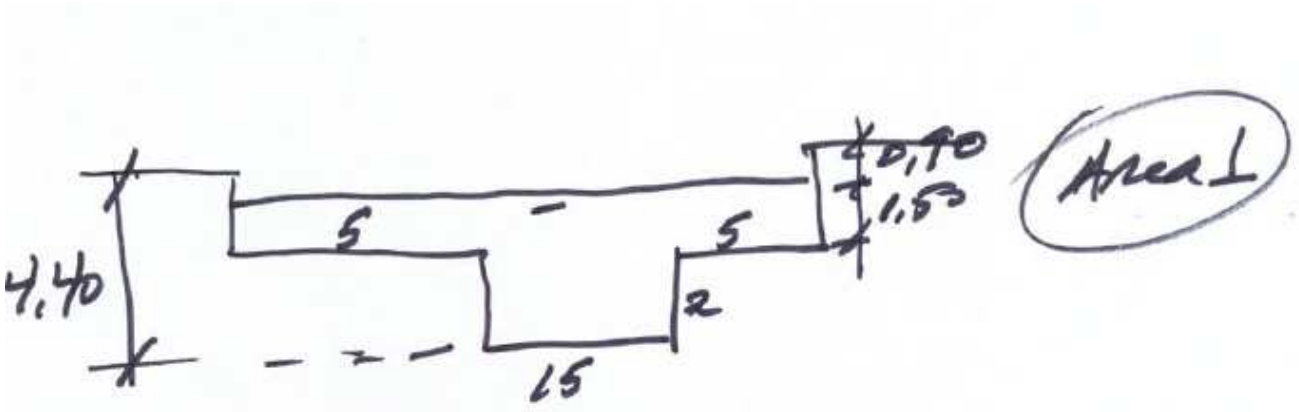
Genericamente pode ser escrito da seguinte forma:

$$K_i = Q_i / S^{0,5} = (1/n_i) \cdot A_i \cdot R_i^{2/3}$$

Supondo três seções teremos:

$$K = K_1 + K_2 + K_3$$

$$Q = K \cdot S^{0,5}$$



Como temos $n=0,035$ na base do canal e $n=0,050$ nos patamares, temos uma seção composta que calcularemos pela fórmula de Manning.

$$K_i = Q_i / S^{0,5} = (1/n_i) \cdot A_i \cdot R_i^{2/3}$$

Supondo três seções teremos:

$$K = K_1 + K_2 + K_3$$

$$Q = K \cdot S^{0,5}$$

Tabela 78.2- Calculo do canal na Area 1 para Tr=100anos

		Q (m3/s)=	184,81	Area 1 Tr=100anos				
		Declividade no trecho (m/m)=	0,0033					
Coluna 01	Coluna 02	Coluna 03	Coluna 04	Coluna 05	Coluna 06	Coluna 07	Coluna 08	Coluna 09
	Subseção	Comprimento (m)	Altura (m)	Rugosidade n	Perimetro	A (m2)	Rh (m)	$K = (1/n) A \times R^{2/3}$
Lado Esquerdo	1	5,0	1,50	0,050	6,50	7,50	1,15	165,01
Lado Direito	2	5,0	1,50	0,050	6,50	7,50	1,15	165,01
Centro	3	15,0	3,50	0,035	19,00	52,50	2,76	2953,67
					$\Sigma =$	67,50	$\Sigma =$	3283,70
		Capacidade de vazão (m3/s)=	188,63	OK				
		Velocidade (m/s)=	2,79					
		Comprimento da superficie B (m)=	25,00					
		Diametro hidraulico (m)=	2,70					
		Froude	0,54	<0,86 OK				
		Altura total do nivel de água (m)=	3,50					
		Folga (m)=	0,90					
		Altura total com folga (m)=	4,40					

78.4 Bibliografia e livros consultados

-HAMILL, LES. *Bridge Hydraulics*. London, 1999, 367 páginas.

-SUBRAMANYA, K. *Flow in open channels*. Tata McGraw-Hill, New Delhi, 2009, 3a ed. 548 páginas.