

ANÁLISE DA VARIABILIDADE DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DE SOLO DE DIABÁSIO DA REGIÃO DE CAMPINAS E SEU EFEITO NO CÁLCULO DA PREVISÃO DE FLUXO SOB A FUNDAÇÃO DE BARRAGENS

Orientado: Luiz Gustavo Florian, Orientador Prof. Dr. David de Carvalho.

Palavras-chave: Permeabilidade – Barragem – Água

Introdução

O conhecimento do valor da permeabilidade é importante na engenharia, principalmente, na estimativa da vazão que percolará através do maciço e da fundação de barragens de terra, em obras de drenagem, rebaixamento do nível d'água, adensamento, análise de recalques e estudo de estabilidade.

Na agricultura a permeabilidade do solo influi diretamente na escolha do tipo de cultura e na forma de manejo do solo.

Materiais e Métodos

Os dados de coeficiente de permeabilidade foram obtidos através da realização de ensaios de laboratório e campo e da compilação de dados já existentes, foram realizadas análises estatísticas para determinação da variabilidade deste parâmetro nos primeiros 6 metros da camada de solo poroso de Diabásio presente no Campus da Unicamp.

Lei de Darcy

$$Q = K.A. (h_1 - h_2) / L = K.A.i$$

- Q – vazão ;
- K – permeabilidade ;
- A – secção atravessada ;
- h₁ – carga hidráulica do piezômetro 1 ;
- h₂ – carga hidráulica do piezômetro 2 ;
- L – distância entre os piezômetros 1 e 2 ;
- i – gradiente hidráulico ;



Figura. Permeômetro

Conclusões

- Valores de K: Os valores variam de $8,7 \times 10^{-3}$ até $2,4 \times 10^{-5}$ indicando a variabilidade do solo. Esta variação deve ser considerada no projeto, devendo ser adotado um fator de segurança adequado. O valor médio foi de $0,00338 \text{ cm/s}$ e o desvio padrão $0,00347$.
- Fluxo no Centro da Barragem: Os valores de fluxo aumentam com altura da barragem. Para as barragens de 6m, 10m, 15m os valores médios de fluxo no centro da barragem obtidos foram de $0,21 \text{ m}^3/\text{dia.m}$ - $0,25 \text{ m}^3/\text{dia.m}$ - $0,31 \text{ m}^3/\text{dia.m}$. Se estes valores forem significativos para a situação do reservatório, medidas de prevenção de perda de água devem ser tomadas, como a construção de tapete impermeável à montante e cortina de injeção sobre a barragem.

Agradecimentos

Resultados e discussão

Tabela 1: Valores de K obtidos em laboratório e campo.

PROFUNDIDADE (m)	VALORE DE K (cm/s)	
0,5	$4,2 \cdot 10^{-4}$	Kv(laboratório)
0,5	$9,1 \cdot 10^{-4}$	
1,0	$2,8 \cdot 10^{-3}$	
1,0	$7,2 \cdot 10^{-3}$	
1,5	$2,2 \cdot 10^{-3}$	
1,5	$1,1 \cdot 10^{-4}$	Kh(laboratório)
0,5	$5,6 \cdot 10^{-4}$	
0,5	$6,3 \cdot 10^{-3}$	
1,0	$1,2 \cdot 10^{-3}$	
1,0	$1,1 \cdot 10^{-4}$	
1,5	$3,4 \cdot 10^{-3}$	K(campo)
1,5	$8,7 \cdot 10^{-3}$	
0,5	$1,2 \cdot 10^{-5}$	
0,5	$2,4 \cdot 10^{-5}$	
1,0	$6,2 \cdot 10^{-3}$	
1,0	$3,6 \cdot 10^{-3}$	
1,5	$0,7 \cdot 10^{-4}$	
1,5	-	

Kv = Coeficiente de Permeabilidade obtido com corpo de prova no sentido vertical
 Kh = Coeficiente de Permeabilidade obtido com corpo de prova no sentido horizontal

Tabela 2: Secção 1

Região	Q = vazão		
	k1=1x10 ⁻⁶	k2=1x10 ⁻⁶	k3=1x10 ⁻⁷
1	$6,6 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$7,8 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$7,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{seg.m}$
	$0,570 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,067 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,006 \text{ m}^3/\text{dia.m}$
2	$6,5 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$7,2 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$7,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{seg.m}$
	$0,561 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,062 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,007 \text{ m}^3/\text{dia.m}$
3	$6,2 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$7,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$7,9 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{seg.m}$
	$0,535 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,006 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,007 \text{ m}^3/\text{dia.m}$

Tabela 3: Secção 2

Região	Q = vazão		
	k1=1x10 ⁻⁶	k2=1x10 ⁻⁶	k3=1x10 ⁻⁷
1	$8,1 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$9,6 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$9,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{seg.m}$
	$0,670 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,083 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,008 \text{ m}^3/\text{dia.m}$
2	$8,1 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$9,9 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$1,2 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{seg.m}$
	$0,670 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,086 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,010 \text{ m}^3/\text{dia.m}$
3	$6,9 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$3,5 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$6,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{seg.m}$
	$0,596 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,030 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,001 \text{ m}^3/\text{dia.m}$

Tabela 4: Secção 3

Região	Q = vazão		
	k1=1x10 ⁻⁶	k2=1x10 ⁻⁶	k3=1x10 ⁻⁷
1	$9,4 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$1,2 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$1,1 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{seg.m}$
	$0,812 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,104 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,009 \text{ m}^3/\text{dia.m}$
2	$9,3 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$1,2 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$1,2 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{seg.m}$
	$0,803 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,104 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,010 \text{ m}^3/\text{dia.m}$
3	$7,8 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$3,9 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{seg.m}$	$7,0 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{seg.m}$
	$0,674 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,334 \text{ m}^3/\text{dia.m}$	$0,001 \text{ m}^3/\text{dia.m}$

-Secção Típica da Barragem 1

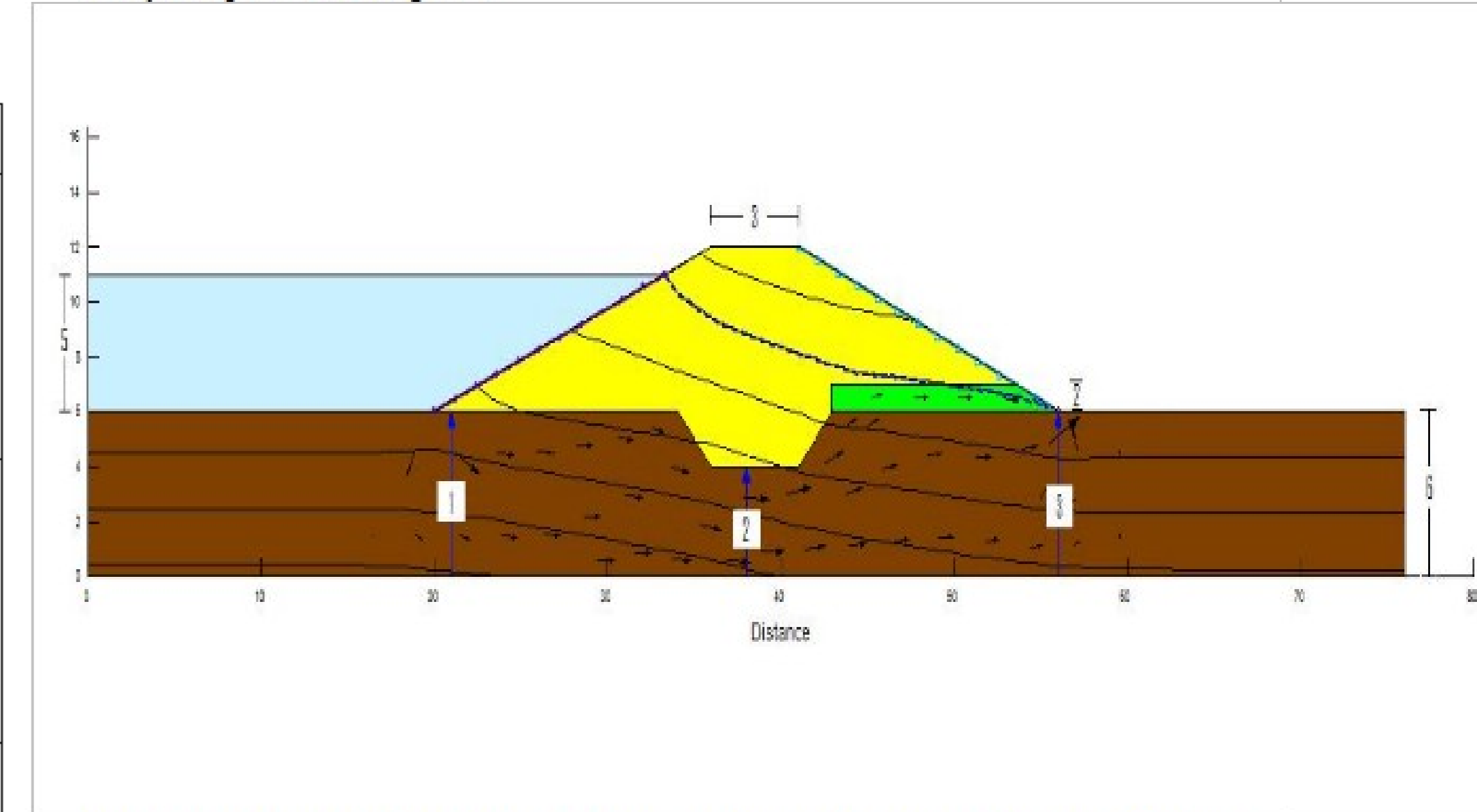


Figura 1. Locais da configuração onde foram determinadas as vazões (as setas indicam a região onde foi calculada a vazão) para a configuração acima.

-Secção Típica da Barragem 2

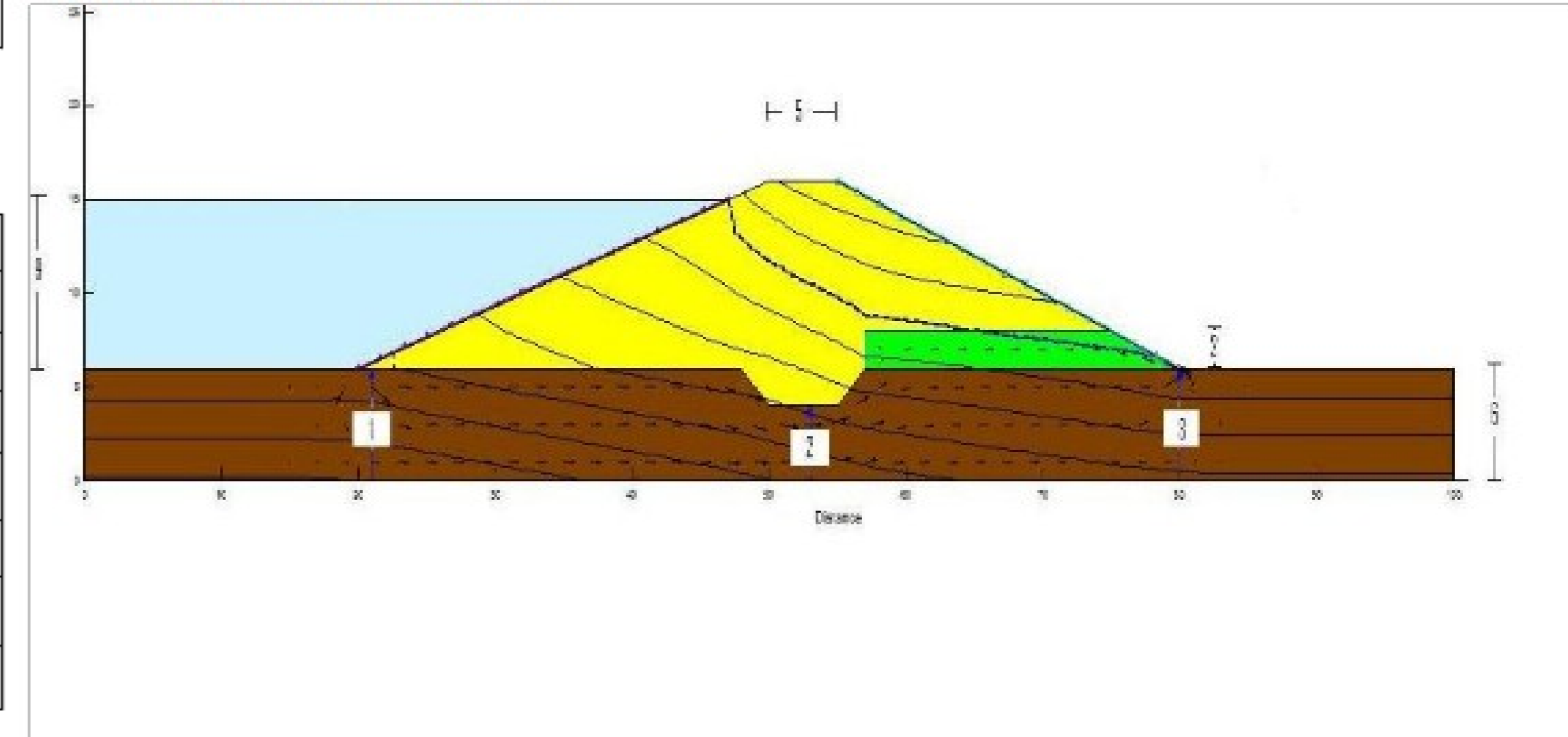


Figura 2. Locais da configuração onde foram determinadas as vazões (as setas indicam a região onde foi calculada a vazão) para a configuração acima.

-Secção Típica da Barragem 3

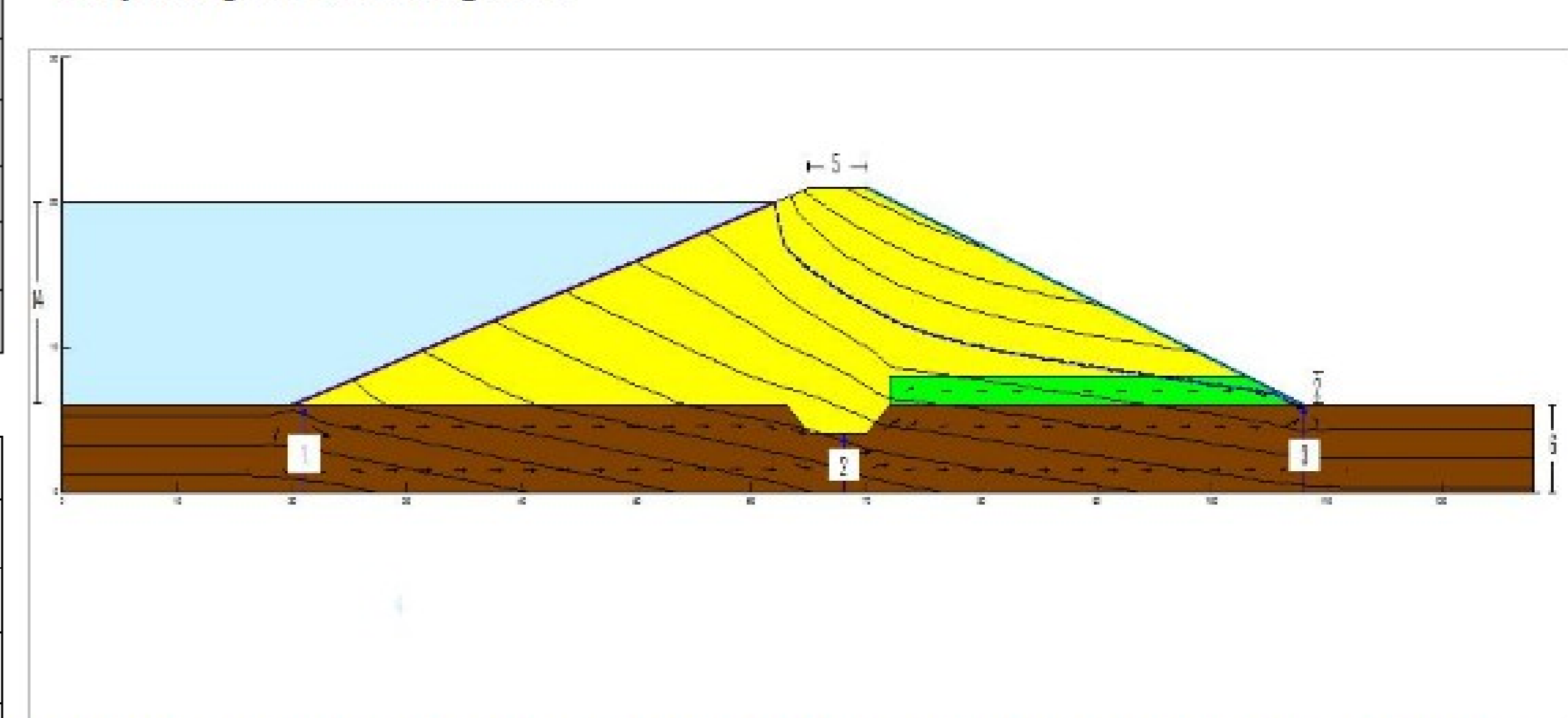


Figura 3. Locais da configuração onde foram determinadas as vazões (as setas indicam a região onde foi calculada a vazão) para a configuração acima.

Onde: 1= Porção de solo de fundação logo abaixo ao pé do talude de montante de espessura igual a 6m, 2= Porção de solo de fundação localizada no eixo da trincheira vedante de espessura igual a 4m, 3= Porção de solo de fundação localizado logo abaixo do pé de jusante da configuração de espessura igual a 6m. Os valores da cotas apresentadas no desenho são dados em metro (m).