

**Exercício 2. Canal com Revestimento da Margem por Enrocamento –
Método das Tensões**

Para as margens do canal do enunciado **do Exercício 1, projete proteção em enrocamento lançado**, considerando a ação da Tensão de Arraste, devido ao escoamento. Determine a granulometria desse material (d_{50}) e a espessura da camada de proteção.

Faça um esquema do projeto na seção. Indique, também, os diagramas, de tensão, atuantes no fundo e nas margens.

Dados :

- Ângulo de atrito interno do material, da margem, submerso : $\phi_m = 32^\circ$
- Massa específica da rocha : $\rho_s = 2.700 \text{ Kg} / \text{m}^3$
- Inclinação das margens : $1 (V) : 2 (H) : \text{Cotg } \theta = 2$
- O leito e as margens tem o mesmo material descrito no Exercício 1.

- **Material do leito e da margem**

Tensão crítica do material da margem : $\tau_{m,c} / \tau_{o,c} = \sqrt{ (1 - \text{sen}^2 \theta / \text{sen}^2 \phi_{\text{marg.}}) } ;$

$\tau_{m,c}$ - Tensão crítica de início de movimento do material da margem, com θ = ângulo de inclinação do talude e $\phi_{\text{marg.}}$ o ângulo de atrito interno do material submerso da margem.

Tensão crítica de início de movimento do material no fundo: $\tau_{o,c} = \tau^* g (\rho_s - \rho) d_{50} (\text{N/m}^2)$

- **Tensões devido ao escoamento**

Formulário e Dados : $\tau_o = \gamma R_H i$; $Q = K_s R_H^{2/3} i^{1/2} A$; $\tau_m = 0,75 \tau_o$;

τ_o - Tensão tangencial junto ao fundo, devido a ação do escoamento.

τ_m - Tensão tangencial junto a margem, devido a ação do escoamento.

Q_p – Capacidade de vazão de projeto na seção transversal do canal.

- **Material de proteção**

$\tau_{o,c,p} = \tau^* g (\rho_s - \rho) d_{m,p}$ - Tensão crítica de início de movimento do material de proteção

Tensão crítica do material de proteção da margem : $\tau_{m,c,p} / \tau_{o,c,p} = \sqrt{ (1 - \text{sen}^2 \theta / \text{sen}^2 \phi_{\text{prot.}}) } ;$ com θ dado e $\phi_{\text{prot.}}$ em função de seu diâmetro e forma, conforme gráfico.

$\tau_{m,c,p}$ - Tensão crítica de início de movimento do material de proteção na margem.

- **Dados Gerais**

Admitir Coeficiente de Segurança, $CS = 1,20$, tanto para o fundo quanto para a margem.

Considere que o material do leito , da margem e de proteção tenham o **formato muito anguloso**.

Considere o método por **tentativas de aproximação** para a solução da proteção da margem, com $d_{m,p}$ e ϕ_{prot} .

$$\bullet \quad V = 8 \sqrt{g / K_s^{1/6} R_H^{2/3} i^{1/2}} ; \quad Q = V.A ; \quad n = K_s^{1/6} / 25,06 ;$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\bullet \quad \gamma = \rho \cdot g - \text{peso específico da água} ; \quad \rho = 1000 \text{ Kg/m}^3 \text{ e } g = 9,81 \text{ m/s}^2 .$$

$$\bullet \quad \gamma_s = \rho_s \cdot g - \text{peso específico do material de leito, margem ou proteção} ;$$

$$\rho_s = 2700 \text{ Kg/m}^3$$

Ângulo de atrito interno ou de repouso (ϕ_m)

