

PROVÃO 97

Prova de Engenharia Civil

PROVA DISCURSIVA

Responda às questões de números 1 a 10, **todas de mesmo valor**, totalizando **100 (cem) pontos**, preferivelmente a tinta azul ou preta, nos espaços próprios das páginas do Caderno de Respostas no tempo de até **04 (quatro) horas**.

O espaço disponível para desenvolvimento, resposta e eventuais rascunhos é **SUFICIENTE**. **NÃO** serão fornecidas folhas adicionais e os rascunhos **NÃO** serão considerados na correção.

Questão 1

Você foi o engenheiro escolhido por sua empresa para administrar a obra cujo cronograma físico-financeiro resumido encontra-se no quadro abaixo, o qual deverá ser adequadamente preenchido.

Considere:

Q_n = Quantidade de serviço no mês n , em porcentagem;

M_n = Valor do serviço no mês n .

Atividades	Peso (%)	Custo (R\$)	Q1 (%)	M1 (R\$)	Q2 (%)	M2 (R\$)	Q3 (%)	M3 (R\$)	Q4 (%)	M4 (R\$)	Q5 (%)	M5 (R\$)
Fundações			100	180 mil								
Estruturas			25	75 mil	50	150 mil	25	75 mil				
Alvenaria					25	30 mil	60	72 mil	15	18 mil		
Instalações					10	18 mil	20	36 mil	50	90 mil	20	36 mil
Acabamentos									50	210 mil	50	210 mil
Total simples												
Total acumulado												

Em encontro com seu supervisor, considerando a previsão do cronograma, ele lhe fez as perguntas apresentadas a seguir.

- Que atividade representa o maior custo em relação ao total? Qual o seu valor em percentual? (4 pontos)
- Em que mês será atingido o custo de 60% do total da obra? (2 pontos)
- Que mês apresenta o maior custo? Qual o seu valor em reais? (4 pontos)

Questão 2

Considerando o desenvolvimento do projeto de um trecho da rodovia BR-101, analise as etapas abaixo e resolva as situações nelas propostas.

Etapa 1

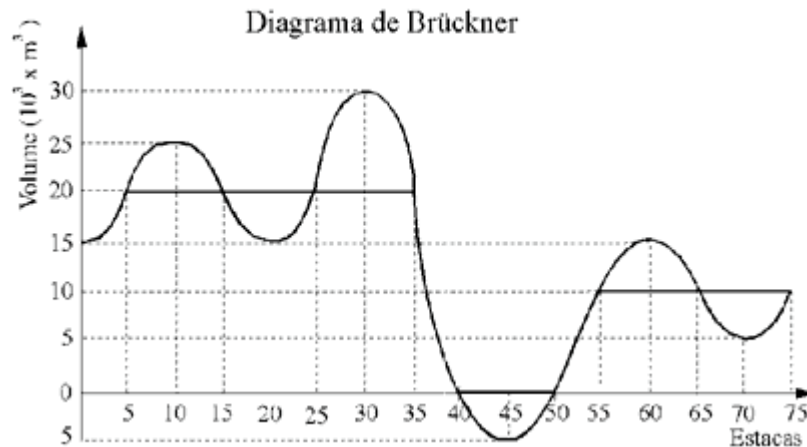
No projeto básico do traçado, a primeira tangente fez uma deflexão à direita de 90° , com o objetivo de preservar uma área de Mata Atlântica. Originou-se o PI-1, localizado na estaca 81 + 19,00. Para a concordância horizontal necessária a essa deflexão, usou-se uma curva circular de raio igual a 600,00 m. Quais as estacas dos pontos notáveis da curva (PC e PT) no projeto detalhado, cujo estaqueamento, nesta fase final de projeto, é desenvolvido pela curva utilizada?

Dados/Informações Técnicas:

Fórmula da Tangente: $T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\hat{AC}}{2}$	$R = \text{raio}$ $\hat{AC} = \text{ângulo central}$
Fórmula do desenvolvimento do arco: $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \hat{AC}}{180^\circ}$	

Etapa 2

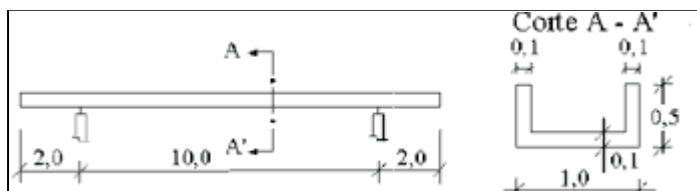
Dados/Informações Técnicas:



Para a realização do projeto detalhado de terraplenagem no intervalo entre as estacas 0 e 75 da primeira tangente do trecho da rodovia supracitada, lançou-se mão do Diagrama de Brückner acima esquematizado. Com base nesse diagrama, indique:

- a) o volume do empréstimo, em m^3 ; (1 ponto)
- b) o volume do bota-fora, em m^3 ; (1 ponto)
- c) o volume do maior corte, em m^3 ; (1 ponto)
- d) o volume do maior aterro, em m^3 ; (1 ponto)
- e) as estacas de cota vermelha nula. (1 ponto)

Questão 3



A calha de concreto representada na figura acima foi pré-fabricada com uma contra-flecha de 4cm, tendo como referência o vão entre os apoios em que será colocada. Você, como responsável pela instalação da calha, recebeu a informação de que a mesma, sob a ação do seu peso próprio e da sobrecarga de 4 kN/m, apresentará uma contra-flecha residual de, pelo menos, 2cm. Desconsiderando comportamentos reológicos, determine se aquela informação está correta. Suponha que um dos apoios impeça eventual deslocamento horizontal e siga os seguintes passos de resolução:

- esquematize o modelo estrutural; (2 pontos)
- calcule as propriedades da seção transversal da calha necessárias à determinação da contra-flecha; (3 pontos)
- determine a contra-flecha após a instalação e informe se ela atende à condição preestabelecida. (5 pontos)

Dados/Informações Técnicas:

.Módulo de elasticidade do concreto: $E = 2,1 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$.

.Peso específico do concreto: $g = 25 \text{ kN / m}^3$.

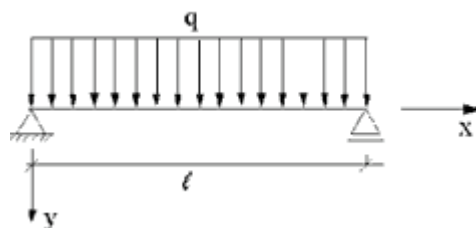
. Momento de inércia da seção retangular $b \times h$ em relação ao eixo paralelo ao lado b e que passa pelo centróide: $I = b h^3/12$.

. Distância ao eixo x do centro de gravidade de área constituída de retângulos de áreas A_i situados no plano xy : $\bar{y} = \frac{\sum A_i Y_i}{\sum A_i}$ onde Y_i é a distância do centróide de A_i ao eixo x .

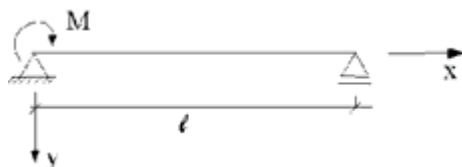
.Teorema dos eixos paralelos: $I = I_C + A d^2$, onde I_C é o momento de inércia em relação ao eixo que passa pelo centróide da figura plana de área A e d é a distância entre aquele eixo e o eixo de cômputo do momento de inércia I .

. Deflexão δ_y de viga de vão λ :

$$\delta_y = \frac{qx}{24EI} (\lambda^3 - 2\lambda x^2 + x^3)$$



$$\delta_y = \frac{Mx}{6\lambda EI} (2\lambda^2 - 3\lambda x + x^2)$$

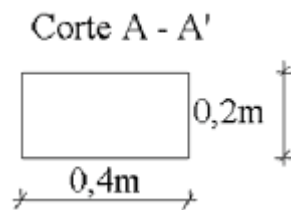
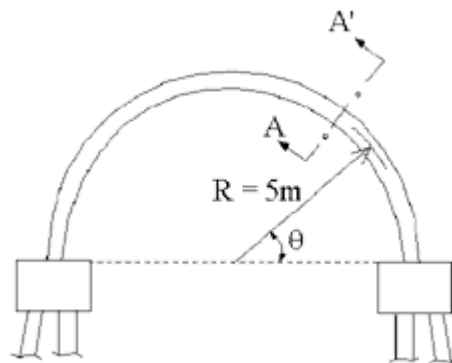


Você está projetando o arco semicircular de concreto, representado na figura abaixo, que servirá de apoio de uma tubulação. Consultando norma de projeto, você identificou a recomendação de adotar uma variação uniforme de temperatura de 15°C . Supondo as fundações indeslocáveis, atenda às solicitações abaixo.

a) Esquematize modelo estrutural para a determinação do efeito daquela variação de temperatura sobre as fundações, sabendo-se que este efeito é apenas de força horizontal. (2 pontos)

b) Determine essa força. (6 pontos)

c) Frente ao resultado anterior, é necessário considerar aquela variação de temperatura no projeto? Assinale **SIM** ou **Não** e justifique. (2 pontos)



Dados/Informações Técnicas:

. Módulo de elasticidade do concreto: $E = 2,1 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$

. Coeficiente de dilatação térmica do concreto: $\alpha = 10^{-5}/^\circ\text{C}$

. Dilatação térmica de barra de comprimento inicial λ_0 : $\Delta\lambda = \lambda_0 \alpha \Delta T$, onde ΔT é a variação de temperatura.

. Momento de inércia da seção retangular $b \times h$ em relação ao eixo paralelo ao lado b e que passa pelo centróide: $I = b h^3/12$.

. Ângulo central infinitesimal: $d\theta = ds/R$, onde ds é o arco infinitesimal.

$$\int_0^\pi \sin^2 \theta \, d\theta = \frac{\pi}{2}$$

. Método da carga unitária: $\delta = \int_s \frac{MM_1}{EI}$ onde δ é o deslocamento, em determinada direção, de determinada seção em que se aplica uma carga unitária; M é momento fletor devido ao carregamento que provoca o deslocamento δ , e M_1 é o momento fletor em virtude daquela carga unitária.

Questão 5

Você recebeu materiais na obra, para uma concretagem de pilares, vigas e lajes, a serem posteriormente revestidos, com as características indicadas na tabela a seguir.

Material	Cimento	Areia	Brita 1
Massa unitária (kg/m^3)	1200	1500	1240

A areia e a brita estão estocadas na obra e a umidade de cada uma foi determinada, obtendo-se 5% para a areia e um valor desprezível para a brita. Foi determinado, também, o coeficiente de inchamento da areia para esta umidade, encontrando-se o valor de 1,32, necessário ao cálculo do traço em volume. O teor de argamassa do concreto seco (α) é de 0,5 (ou seja, 50%) e é calculado por:

$$\alpha = \frac{1 + a}{1 + m}$$

sendo:

$$m = -2,21 + 12,2 \times a/c$$

a = proporção de areia;

a/c = relação água/cimento em (kg/kg).

m = proporção dos agregados em relação ao cimento em (kg/kg);

Dados/Informações Técnicas:

Retomando suas notas da época da graduação, você lembrou que:

$$f_{c_{28}} = \frac{177}{23^{a/c}} \quad \text{e} \quad f_{c_{28}} = f_{ck} + 1,65 \times sd$$

sendo:

$f_{c_{28}}$ = resistência à compressão do concreto a 28 dias em MPa;

f_{ck} = 20 MPa

sd = desvio padrão, estimado em 5,5 MPa.

Assim,

a) operando com, no mínimo, cinco dígitos (5 pontos)
decimais após a vírgula e apresentando os
resultados com dois dígitos, calcule o traço em
massa a ser adotado para o concreto
(c:a:p:a/c), significando as letras,
respectivamente, cimento, areia, brita e relação
água/cimento;

b) deseja-se saber se o traço praticado pelo mestre estava correto. Assinale SIM ou NÃO e redija sua justificativa com clareza, baseado nos cálculos desenvolvidos, sabendo que para cada saco de cimento

(50 kg) eram utilizados os seguintes volumes: (5 pontos)

- . 64 litros de areia com 5% de umidade;
- . 117 litros de brita 1;
- . 29 litros de água.

Questão 6

No livro de sugestões de um hotel, encontra-se registrada repetidamente a queixa: "a água do banho é fria". O proprietário, que possui também preocupações ambientais, deseja arcar com os mínimos custos de energia através de um projeto adequado. Assim, chamou você para resolver a situação.

a) Consultando a bibliografia especializada e estabelecendo a vazão, tempo médio de banho e número provável de banhos no horário de pico, entre outros parâmetros, você conclui que a vazão de projeto do sistema deve ser igual a 500 kg/hora de água, a 38 °C. O sistema é aquele em que o usuário controla as vazões de água fria e quente nos registros da ducha para obter a temperatura desejada. Na condição mais crítica, considerando a temperatura ambiente da água como 8 °C, e a do reservatório, 65 °C, qual é a massa necessária de água quente para satisfazer às necessidades da mistura de água

quente e fria? (3 pontos)

Dados/Informações Técnicas:

$$m_m \times \theta_m = m_f \times \theta_f + m_q \times \theta_q$$

onde:

m_m = massa de água da mistura (kg);

θ_m = temperatura da água da mistura (°C);

m_f = massa de água fria (kg);

θ_f = temperatura da água fria (°C);

m_q = massa de água quente (kg);

θ_q = temperatura da água quente (°C).

b) Considerando-se a massa diária de água quente para o abastecimento do hotel, no que se refere ao preparo de alimentos, m_{qt} , igual a 756 kg e a radiação solar média absorvida por coletores, I , igual a 500 Wh/m² dia, no local, com elevação da temperatura da água de 8°C para 65°C, qual é a área necessária de coletores?

(3 pontos)

Dados/Informações Técnicas:

$$Q = m \times c \times \Delta\theta$$

onde:

Q = calor absorvido (kcal);

m = massa de água (kg);

c = calor específico da água (1,0 kcal/kg °C);

$\Delta\theta$ = diferença de temperaturas (°C).

1 cal = 4,19 J

$$1W = 1 \frac{J}{s} \text{ (ou seja, potência = } \frac{\text{energia}}{\text{tempo}} \text{)}$$

c) Aquecendo-se a água de 8 °C para 65 °C no dia crítico, e sendo a necessidade total de água quente do hotel de 2000 kg/dia, qual seria a despesa diária do proprietário com a energia necessária para alimentar o aquecedor elétrico existente? Utilize as fórmulas já apresentadas, considerando R\$ 65,00 (sessenta e cinco reais) o custo de 1 MWh e 75% a eficiência do aquecedor.

(4 pontos)

Questão 7

Para um condomínio com população prevista de 40 habitantes, é necessário prever um sistema de infiltração do efluente da fossa séptica dos esgotos domésticos. O teste de percolação do terreno, realizado conforme NB 41/81 (Construção e Instalações de Fossas Sépticas e Disposição dos Efluentes Finais), indicou um tempo de 11 minutos para um desnível d'água de 1 cm. Considerando o gráfico abaixo:

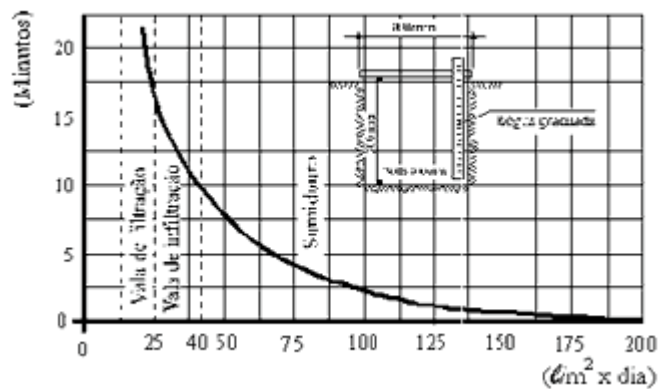
a) recomende o tipo de dispositivo de infiltração do efluente no solo; (5 pontos)

b) dimensione o dispositivo de infiltração do efluente. Caso adote poço sumidouro, use o diâmetro de 4,0 m; caso adote vala de infiltração, use largura da vala de 0,80 m.

(5 pontos)

Dados/Informações Técnicas:

- contribuição média per capita de esgotos = 150 l /dia x hab
- gráfico da NB 41/81



Questão 8

O sistema de recalque de um edifício residencial com 6 pavimentos é o representado pela figura abaixo. Deseja-se especificar um conjunto moto-bomba centrífugo de recalque para água. Para isso, pede-se calcular:

a) o diâmetro comercial de sucção e o de recalque; (5 pontos)

b) a altura manométrica total. (5 pontos)

Dados/Informações Técnicas:

- consumo médio diário = 18000 litros;
- horas de funcionamento diário do conjunto moto-bomba = 5 horas;
- tubulação de PVC;
- na sucção há: 1 válvula de pé e 1 curva de 90°, cuja soma de comprimentos virtuais resulta em 19,5 m;
- no recalque há: 1 válvula de retenção, 1 registro de gaveta, 3 joelhos de 90° e 1 saída de canalização, cuja soma de comprimentos virtuais resulta em 15,2 m;
- diâmetros comerciais de tubos de PVC: DN 20; DN 25; DN 32; DN 40; DN 50; DN 60; DN 75; DN 100;
- para o cálculo da perda de carga, apresente os resultados com dois dígitos após a vírgula;
- no cálculo da altura manométrica total, despreze a coluna d'água acima da válvula de pé.
- Fórmula de Fair - Whipple - Hsiao -> $Q = 55,934 \times J^{0,571} \times D^{2,714}$;

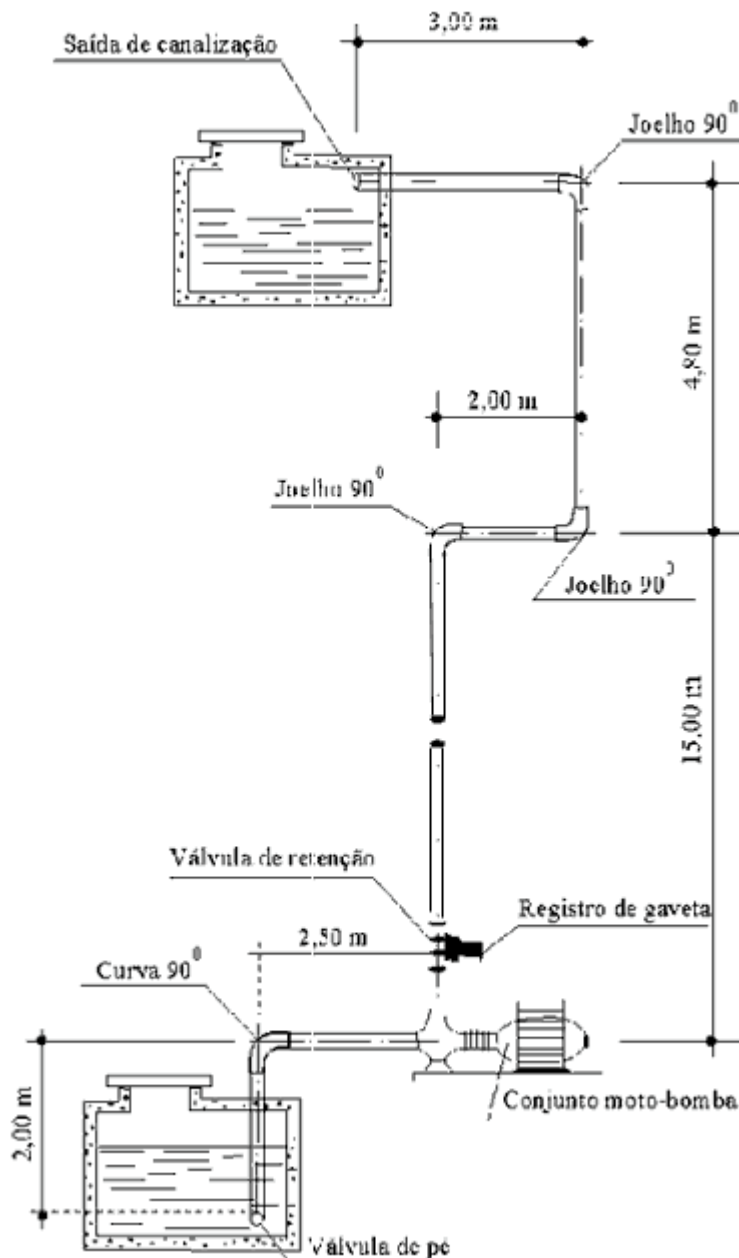
- Fórmula de Forchheimer -> $D = 1,3 \times \sqrt{Q} \times \sqrt[4]{X}$;

Onde: Q = vazão (m³/s);

J = perda de carga unitária (m/m);

D = diâmetro (m);

X = relação entre o número de horas de funcionamento diário do conjunto elevatório e 24 horas.



Questão 9

Você faz parte de uma equipe de profissionais que está estudando a possibilidade de ampliação do sistema de abastecimento de água de uma cidade localizada às margens de um rio. Este projeto de ampliação consistirá na construção de uma barragem para regularização de vazões a qual complementará o sistema existente composto por uma estação de bombeamento e por um canal. O sistema atual tem capacidade de atender a uma demanda de $4\text{m}^3/\text{s}$. Por problemas ambientais e de uso dos recursos hídricos, a jusante do local da barragem deverá ser mantida uma vazão constante (Q_j) igual a 2,5 vezes a vazão mínima do rio (Figura 1).

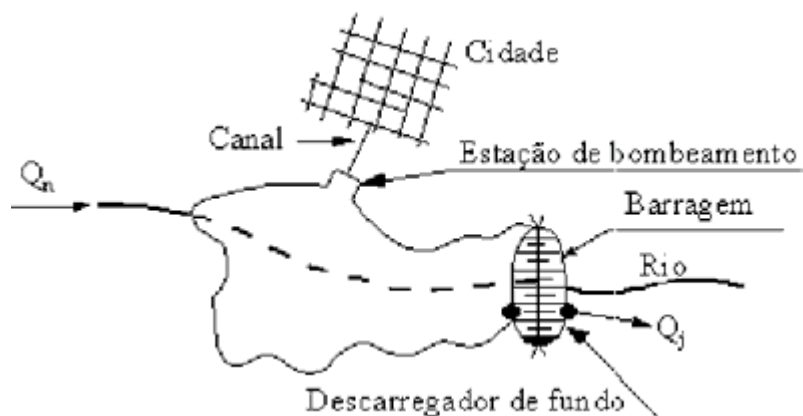
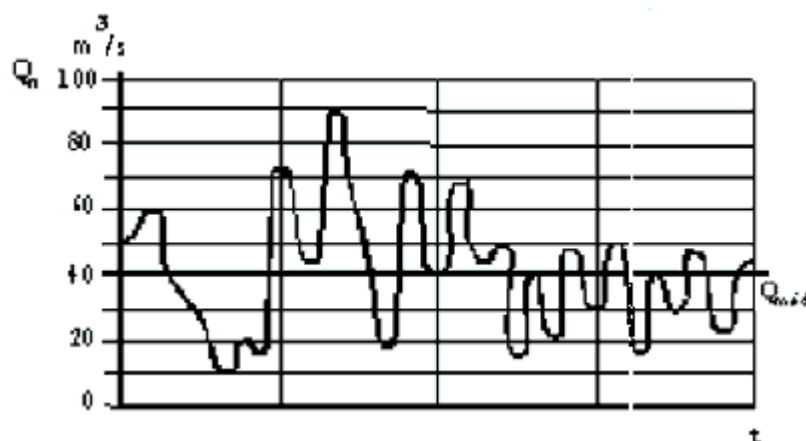


Fig. 1 - Esquema da ampliação do sistema de abastecimento da cidade.

Você ficou encarregado de realizar os estudos hidrológicos e hidráulicos. Quando da análise da localização dos postos fluviométricos e pluviométricos nas cartas topográficas, você detectou que não existem dados flúvio ou pluviométricos no interior da bacia (A) em estudo, mas estes dados existem para uma outra bacia (B). A bacia (A) possui características fisiográficas e geomorfológicas semelhantes às da bacia (B).

A área da bacia (B) é duas vezes maior que a área da bacia (A). O hidrograma da bacia (B) é apresentado na Figura 2.



Q_n = vazão natural

$Q_{méd}$ = vazão média de longo período

t = anos

Fig. 2 - Hidrograma representativo da bacia (B).

Nesta fase dos estudos, foram feitas as seguintes hipóteses:

- . o sistema deverá atender à demanda máxima do ano 2030, que será de $6 \text{ m}^3/\text{s}$;
- . as perdas por evaporação e infiltração podem ser desprezadas;
- . o canal na situação atual escoar em regime permanente e uniforme;
- . o canal na situação futura (ano de 2030) também deverá escoar em regime permanente e uniforme;
- . após os estudos econômicos das diferentes alternativas possíveis para a situação futura, você optou pela solução de manter a mesma geometria do canal (seção e declividade), mas revestindo o fundo e as laterais do mesmo com concreto. Desta forma, o coeficiente de rugosidade (de Manning) passará para $2/3$ do valor atual.

Quando você apresentou os resultados dos estudos hidrológicos e hidráulicos ao

coordenador dos trabalhos, ele lhe fez as perguntas abaixo:

a) O rio tem condições de atender à demanda máxima do ano 2030 e à vazão a ser mantida a jusante (Q_j) com a construção da barragem?

Assinale **SIM** ou **NÃO** e justifique. (5 pontos)

b) Haverá risco de o canal transbordar quando escoar com a demanda máxima do ano de 2030, uma vez que a solução recomendada mantém a mesma seção e declividade da situação atual?

Assinale **SIM** ou **NÃO** e justifique. (5 pontos)

Dados/Informações Técnicas:

O cálculo do escoamento em regime permanente e uniforme pode ser efetuado pela Fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Onde: Q = vazão

n = Coeficiente de Rugosidade de Manning

A = área molhada

R = raio hidráulico

S = declividade do canal

Questão 10

Você será o responsável técnico pela elaboração de um projeto de fundação e obras de contenção para um edifício de seis andares. Os dados enviados pela projetista revelam uma carga vertical de 140 toneladas. De posse das informações do relatório de sondagem e planta topográfica descritos abaixo, responda às perguntas que se seguem, assinalando **SIM** ou **NÃO** e justificando suas respostas.

a) Com base na inclinação do terreno e na altura crítica de corte (H_{cr}), existe alguma camada com potencial de ruptura?

(4 pontos)

b) Substanciado no relatório de sondagem e topografia, você considera esses dados suficientes para a elaboração do projeto?

(3 pontos)

c) A camada vegetal e as obras de contenção serão fatores relevantes nessa obra?

(3 pontos)

Dados/Informações Técnicas:

Região caracterizada por uma cobertura vegetal espessa, proteção natural do terreno contra erosão e com função drenante e solo residual caracterizado como silte arenoso micáceo pouco compacto de cor cinza e amarelo ocorrendo matacões de gnaiss cinza escuro.

Ensaio realizado:

1 - Ensaio de laboratório.

. Camada superficial com espessura média de 4,0 m onde as amostras ensaiadas permitem avaliar:

. Classificação do solo: silte-arenoso com fragmentos de rocha mal graduados.

. Ensaio de cisalhamento direto: Coesão : $1 \text{ tf} / \text{m}^2$; ângulo de atrito: $\theta = 20^\circ$

. Peso específico aparente úmido: $\gamma = 2,0 \text{ tf} / \text{m}^3$.

2 - SPT - Teste de Penetração.

Ensaio caracterizado pela cravação de um amostrador no solo, utilizando um peso de 65 kg lançado a 75 cm de altura. Primeiramente se fazem penetrar 15 cm do amostrador no solo e, em seguida, registra-se o número de golpes aplicados para cravar os outros 30 cm. Na planilha de sondagem anota-se o número de golpes a cada 15 cm penetrados no solo.

Quanto maior o número de golpes para penetrar os 15 cm, maior a resistência do solo.

O ensaio STP pode ser relacionado a uma avaliação preliminar dos parâmetros de resistência do solo, como índice de consistência (IC) e coesão (c).

. Número de ensaios realizados : três

. Área do terreno : 1150 m².

. Resultados dos ensaios de penetração:

. Camada Subjacente:

. Peso específico aparente úmido : $\gamma = 1,9 \text{ tf} / \text{m}^3$.

. Furo 1: Profundidade : 8,00 m - N° de golpes (STP) = 8 , solo descrito como silte arenoso compacto. IC = 0,60; c = 6,5 tf / m²

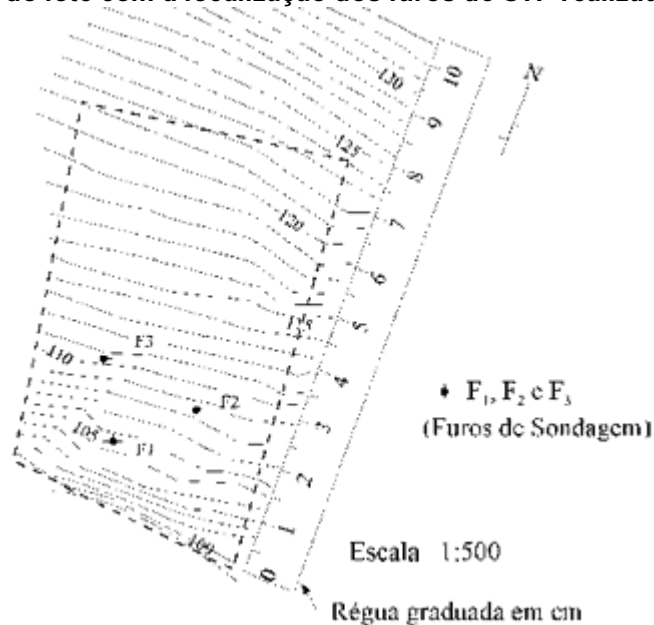
. Furo 2 : Profundidade : 7,9 m - N° de golpes (STP) = 15, solo descrito como silte argiloso duro. IC = 0,85; c = 10 tf / m²

. Furo 3 : Profundidade: 8,2 m - N° de golpes (STP) = 60, gnaiss decomposto (argila muito dura). IC = 1,5; c = 22 tf / m²

Fórmula para cálculo de altura crítica de corte (90°):

$$H_{cr} = [(2,67 \times c)/\gamma] \times \text{tg} (45+\theta/2)$$

Planta do lote com a localização dos furos de STP realizados:



[\[Volta \]](#) [\[Padrão de respost: \]](#)

HOMEPAGE

AGENDA

NOTÍCIAS

EVENTOS

PESQUISA

Dúvidas e sugestões? Mande e-mail par i:

enc@inep.gov.br

PROVA DE ENGENHARIA CIVIL

PADRÕES DE RESPOSTA ESPERADOS

Questão n.º 1

Conteúdos envolvidos na questão:

Matemática, Economia, Administração e Construção Civil.

Habilidades aferidas:

Capacidades de operacionalização de problemas numéricos; crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza; consolidação de conhecimentos teóricos; obtenção e sistematização de informações; gerenciamento e operações de sistema de engenharia.

Padrão de Resposta Esperado:

Para o cálculo do cronograma é necessário o preenchimento total do quadro.

Atividades	Peso (%)	Custo (R\$)	Q1 (%)	M1(R\$)	Q2 (%)	M2 (R\$)	Q3 (%)	M3 (R\$)	Q4 (%)	M4 (R\$)	Q5 (%)	M5 (R\$)
Fundações	15	180.000,00	100	180.000,00								
Estruturas	25	300.000,00	25	75.000,00	50	150.000,00	25	75.000,00				
Alvenaria	10	120.000,00			25	30.000,00	60	72.000,00	15	18.000,00		
Instalações	15	180.000,00			10	18.000,00	20	36.000,00	50	90.000,00	20	36.000,00
Acabamentos	35	420.000,00							50	210.000,00	50	210.000,00
Total simples		1.200.000,00	21,25	255.000,00	16,50	198.000,00	15,25	183.000,00	26,50	318.000,00	20,50	246.000,00
Total acumulado		1.200.000,00	21,25	255.000,00	37,75	453.000,00	53,00	636.000,00	79,50	954.000,00	100,00	1.200.000,00

a) acabamento **{4 pontos}**
35%

b) 4º mês **{2 pontos}**

c) 4º mês **{4 pontos}**
R\$ 318.000,00

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP
EXAME NACIONAL DE CURSOS - ENC 29/jun/1997

Questão n.º 2

Conteúdos envolvidos na questão:

Matemática, Desenho, Topografia e Transportes.

Habilidades aferidas:

Capacidades de: raciocínio espacial; operacionalização de problemas numéricos; crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza; expressão e interpretação gráfica; consolidação de conhecimentos teóricos; obtenção e sistematização de informações; formulação e avaliação de problemas de Engenharia e de concepção de soluções; interpretação, elaboração e execução de projetos.

Padrão de Resposta Esperado:

ETAPA 1

Cálculo da tangente

$$T = R \cdot \tan \frac{\widehat{AC}}{2}$$

$$R = 600,00 \text{ m}$$

$$\widehat{AC} = 90^\circ$$

$$T = 600 \cdot \tan \frac{90^\circ}{2}$$

$$T = 600,00 \text{ m} = 30 \text{ estacas}$$

Cálculo do desenvolvimento do arco

$$D = \frac{\pi \cdot R \cdot \widehat{AC}}{180^\circ} = \frac{\pi \cdot 600 \cdot 90^\circ}{180^\circ} = 942,48$$

$$D = 47 + 2,48 \text{ estacas}$$

$$\begin{aligned} \text{Estaca do PC} &= \text{Estaca do PI} - T \\ &= 81 + 19,00 - (30) \end{aligned}$$

Estaca do PC = 51 + 19,00

{2,5 pontos}

$$\begin{aligned} \text{Estaca do PT} &= \text{Estaca do PC} + D \\ &= 51 + 19,00 + (47 + 2,48) \\ &= (51 + 47) + (19,00 + 2,48) \\ &= 98 + 21,48 \\ &= 99 + 1,48 \end{aligned}$$

Estaca do PT = 99 + 1,48

{2,5 pontos}

ETAPA 2

a) EMPRÉSTIMO $\rightarrow V = 20.000 \text{ m}^3$ {1 ponto}

b) BOTA-FORA $\rightarrow V = 15.000 \text{ m}^3$ {1 ponto}

c) MAIOR CORTE $\rightarrow V = 20.000 \text{ m}^3$ {1 ponto}

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP
EXAME NACIONAL DE CURSOS - ENC 29/jun/1997

d) MAIOR ATERRO $\rightarrow V = 35.000 \text{ m}^3$ {1 ponto

e) Estacas: 10, 20, 30, 45, 60 e 70 {1 ponto

Questão n.º 3

Conteúdos envolvidos na questão:

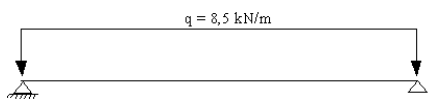
Matemática, Física, Mecânica, Desenho, Resistência dos Materiais, Estruturas.

Habilidades aferidas:

Capacidades de: raciocínio espacial; operacionalização de problemas numéricos; crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza; expressão e interpretação gráfica; consolidação de conhecimentos teóricos; obtenção e sistematização de informações; construção de modelos matemáticos e físicos a partir de informações sistematizadas; formulação e avaliação de problemas de Engenharia e de concepção de soluções; interpretação, elaboração e execução de projetos.

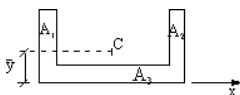
Padrão de Resposta Esperado:

a) A calha pode ser modelada sob a forma {2 pontos



onde q é a sobrecarga mais o peso-próprio por unidade de comprimento:
 $q = 4 + (0,1 \times 0,5 \times 2 + 0,8 \times 0,1) \times 25 = 8,5 \text{ kN/m}$

b) Propriedades da seção



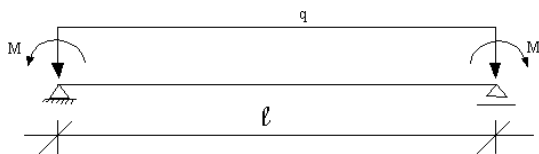
$$\bar{y} = \frac{0,5 \times 0,1 \times 0,25 \times 2 + 0,8 \times 0,1 \times 0,05}{0,1 \times 0,5 \times 2 + 0,8 \times 0,1} = 0,1611 \text{ m}$$

$$I_c = \left[\frac{0,1 \times 0,5^3}{12} + 0,1 \times 0,5 (0,25 - 0,1611)^2 \right] \times 2 + \frac{0,8 \times 0,1^3}{12} + 0,8 \times 0,1 (0,1611 - 0,05)^2$$

$$I = 0,003928 \text{ m}^4$$

{3 pontos

c) Rigidez à flexão: $EI = 2,1 \times 10^7 \times 0,003928 = 82.488 \text{ kN.m}^2$



A contra-flecha deve ser calculada na seção média do modelo abaixo, com $q = 8,5 \text{ kN/m}$ e

$$M = q \frac{2^2}{2} = 8,5 \times 2 = 17 \text{ kN.m}$$

Para q , em $x = \frac{\ell}{2}$, tem-se $\delta_1 = \frac{q}{24EI} \frac{\ell}{2} \left(\ell^3 - 2\ell \frac{\ell^2}{4} + \frac{\ell^3}{8} \right)$

$$\delta_1 = \frac{q\ell^4}{48EI} \left(1 - \frac{2}{4} + \frac{1}{8} \right) = \frac{q\ell^4}{48EI} \frac{8-4+1}{8} = 5 \frac{q\ell^4}{384EI}$$

$$\delta_1 = \frac{5 \times 8,5 \times 10^4}{384 \times 82.488} = 0,0134 \text{ m} \downarrow (\text{sentido})$$

Para M , em $x = \frac{\ell}{2}$, tem-se $\delta_2 = 2 \frac{M}{6EI} \frac{\ell}{2} \left(2\ell^2 - 3\ell \frac{\ell}{2} + \frac{\ell^2}{4} \right)$

$$\delta_2 = \frac{M\ell^2}{6EI} \left(2 - \frac{3}{2} + \frac{1}{4} \right) = \frac{M\ell^2}{6EI} \left(\frac{8-6+1}{4} \right) = \frac{3M\ell^2}{24EI} = \frac{M\ell^2}{8EI}$$

$$\delta_2 = \frac{17 \times 10^2}{8 \times 82.488} = 0,00258 \text{ m} \uparrow (\text{sentido})$$

Logo, a contra-flecha será $\delta = 0,04 - 0,0134 + 0,0026 = 0,0292 \text{ m} = 2,92 \text{ cm}$, o que atende à condição pré-estabelecida.

{5 pontos}

Questão n.º 4

Conteúdos envolvidos na questão:

Matemática, Física, Mecânica, Desenho, Resistência dos Materiais, Estruturas.

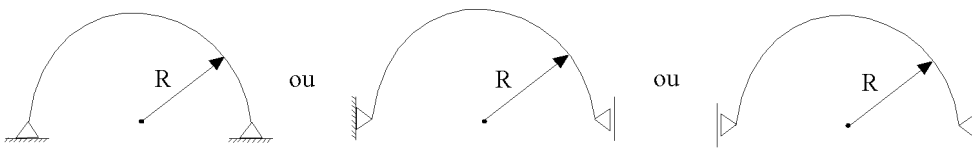
Habilidades aferidas:

Capacidades de: raciocínio espacial; operacionalização de problemas numéricos; crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza; expressão e interpretação gráfica; consolidação de conhecimentos teóricos; obtenção e sistematização de informações; construção de modelos matemáticos e físicos a partir de informações sistematizadas; formulação e avaliação de problemas de Engenharia e de concepção de soluções; interpretação, elaboração e execução de projetos.

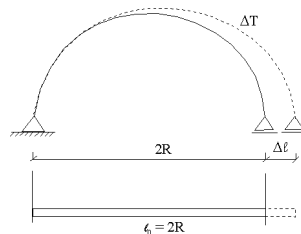
Padrão de Resposta Esperado:

a)

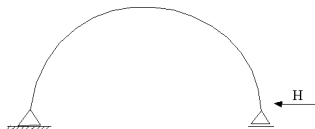
{2 pontos



- b) A expansão térmica diametral do arco sem restrição de fundação é igual à de uma barra de comprimento igual ao diâmetro do arco: $\Delta\ell = 2R\alpha \Delta T$... (1)



As fundações impedem a expansão térmica $\Delta\ell$ através da força reativa horizontal H.



Designando por δ o deslocamento de uma carga unitária segundo a força H, tem-se a equação de compatibilidade de

deslocamentos: $\delta H = \Delta\ell \quad \therefore \quad H = \frac{\Delta\ell}{\delta} \quad \dots (2)$

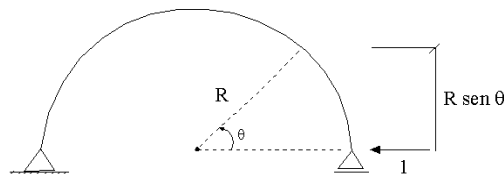
Pelo método da carga unitária tem-se:

$$\delta = \int_0^{\pi R} \frac{M_1^2}{EI} ds, \text{ onde}$$

$$M_1 = 1 \times R \sin \theta$$

$$M_1 = R \sin \theta. \text{ Logo,}$$

$$\delta = \int_0^{\pi} \frac{R^2 \sin^2 \theta}{EI} R d\theta = \frac{R^3}{EI} \int_0^{\pi} \sin^2 \theta d\theta$$



Efetuada a integração na equação anterior, obtém-se

$$\delta = \frac{R^3}{EI} \cdot \frac{\pi}{2} \quad \dots (3)$$

Substituindo **1** e **3** em **2**, tem-se:

$$H = \frac{2R\alpha\Delta T}{\frac{R^3\pi}{2EI}} = \frac{4\alpha\Delta TEI}{R^2\pi} = \frac{4 \times 10^{-5} \times 15 \times 2,1 \times 10^7 \times 0,4 \times 0,2^3}{5^2 \times \pi \times 12}$$

$$H = 0,04278 \text{ kN} = 42,78 \text{ N}$$

Logo, a variação de temperatura transmite a cada bloco de fundação o esforço horizontal de 42,78 N.

{6 pontos}

c) Não. A grandeza do esforço determinado anteriormente é irrelevante.

{2 pontos}

Questão n.º 5

Conteúdos envolvidos na questão:

Matemática, Materiais de Construção Civil, Construção Civil.

Habilidades aferidas:

Capacidades de: operacionalização de problemas numéricos; crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza; consolidação de conhecimentos teóricos; síntese aliada a compreensão e expressão em língua portuguesa; obtenção e sistematização de informações; formulação e avaliação de problemas de Engenharia e de concepção de soluções.

Padrão de Resposta Esperado:

a) $f_{c28} = 20 + 1,65 \times 5,5 = 29,075 \text{ MPa}$

$$29,075 = \frac{177}{23^{a/c}} \Rightarrow a/c = \log \left(\frac{177}{29,08} \right) \times \frac{1}{\log 23} = 0,58$$

$$m = -2,21 + 12,2 \times 0,576 = 4,82$$

$$\alpha = 0,50 = \frac{1+a}{1+4,82} \Rightarrow a = 1,91$$

$$p = m - a = 4,82 - 1,91 = 2,91$$

Assim, o traço **c : a : p : a/c** será: 1 : 1,91 : 2,91 ; 0,58

{5 pontos}

b) Considerando um saco de cimento (50 kg), os pesos dos outros materiais resultam da multiplicação de 50 kg pelo traço encontrado anteriormente:

- . cimento = $50 \times 1 = 50 \text{ kg}$;
- . areia = $50 \times 1,91 = 95,5 \text{ kg}$;
- . brita = $50 \times 2,91 = 145,5 \text{ kg}$;
- . água = $50 \times 0,58 = 29 \text{ kg}$.

Os volumes dos materiais são encontrados dividindo-se o peso pela massa unitária:

- No caso da areia, é necessário utilizar o coeficiente de inchamento:

$$\bullet \quad V_{\text{areia}} = \frac{95,5 \times 1,32}{1500} = 0,0840 \text{ m}^3 = 84 \ell$$

- Para a brita temos:

$$\bullet \quad V_{\text{brita}} = \frac{145,5}{1240} = 0,117 \text{ m}^3 = 117 \ell$$

- No caso da água, é necessário subtrair a água contida na areia:

$$\bullet \quad V_{\text{água}} = 29 - 0,05 \times 95,5 = 24,2 \approx 24 \ell$$

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP
EXAME NACIONAL DE CURSOS - ENC 29/jun/1997

Assim, o traço correto em volume é:

c : a : p : *alc* = 1 saco : 84 : 117 : 24

O traço praticado pelo mestre **NÃO** estava correto, pois não considerava a umidade da areia. Errou também, pelo mesmo motivo, ao calcular o volume de água, ou seja, não considerou a água já presente na areia úmida. **{5 pontos}**

Questão n.º 6

Conteúdos envolvidos na questão:

Matemática, Física, Eletricidade, Fenômenos de Transporte, Economia, Ciências do Ambiente, Construção Civil.

Habilidades aferidas:

Capacidades de: operacionalização de problemas numéricos; crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza; consolidação de conhecimentos teóricos; obtenção e sistematização de informações; formulação e avaliação de problemas de Engenharia e de concepção de soluções; interpretação, elaboração e execução de projetos; gerenciamento e operação de sistemas de Engenharia.

Padrão de Resposta Esperado:

a) Sabe-se que a massa horária da mistura é de 500 kg e pergunta-se a massa de água quente, podendo-se, então, escrever:

$m_f = m_m - m_q$ e substituir m_f na equação fornecida:

$$m_f \times \Theta_f + m_q \times \Theta_q = m_m \times \Theta_m$$

$$(m_m - m_q) \times \Theta_f + m_q \times \Theta_q = m_m \times \Theta_m$$

$$(500 - m_q) \times 8 + m_q \times 65 = 500 \times 38$$

$$500 \times 8 - m_q \times 8 + m_q \times 65 = 500 \times 38$$

$$m_q (65 - 8) = 500 (38 - 8)$$

$m_q = 263,2 \text{ kg}$

{3 pontos}

b) $1 \text{ cal} = 4,19 \text{ J} \quad \Rightarrow \quad 1 \text{ kcal} = 4190 \text{ J}$

sendo $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$, temos que:

$$1 \text{ kcal} = 4190 \text{ Ws}$$

$$1 \text{ kcal} = \frac{4190}{3600} \text{ Wh}$$

$$1 \text{ kcal} \cong 1,164 \text{ Wh}$$

Assim:

$$\frac{1 \text{ kcal}}{x} = \frac{1,16 \text{ Wh}}{500 \text{ Wh}} \Rightarrow x \cong 430 \text{ kcal}$$

$$I = 500 \text{ Wh} / \text{m}^2 \text{ dia} = 430 \text{ kcal} / \text{m}^2 \text{ dia}$$

$$Q = 756 \text{ kg} \times 1 \text{ kcal} / \text{kg } ^\circ\text{C} \times (65 - 8) = 43.092 \text{ kcal}$$

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP
EXAME NACIONAL DE CURSOS - ENC 29/jun/1997

$$\text{Área} = \frac{Q}{I} = \frac{43.092}{430} = 100,2 \cong 100\text{m}^2$$

$\text{Área} \cong 100 \text{ m}^2$

{3 pontos}

c) $Q = m.c. \Delta\theta = 2000 \times 1 \times (65 - 8) = 114.000 \text{ kcal}$

Sendo $1 \text{ kcal} = 1,16 \text{ Wh} \rightarrow Q = 132.400 \text{ Wh}$

Como a eficiência do aquecedor é de 0,75, a energia bruta é $Q = \frac{132.400}{0,75} = 176.533 \text{ Wh}$

Então:

$$Q = \frac{176.533}{1 \times 10^6} = 0,177 \text{ MWh} \rightarrow \text{Custo} = \text{R\$ } 11,47/\text{dia}$$

{4 pontos}

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP
EXAME NACIONAL DE CURSOS - ENC 29/jun/1997

Questão n.º 7

Conteúdos envolvidos na questão:

Matemática, Desenho, Ciências do Ambiente, Saneamento Básico, Construção Civil.

Habilidades aferidas:

Capacidades de: raciocínio espacial; operacionalização de problemas numéricos; crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza; expressão e interpretação gráfica; consolidação de conhecimentos teóricos; obtenção e sistematização de informações; formulação e avaliação de problemas de Engenharia e de concepção de soluções; interpretação, elaboração e execução de projetos.

Padrão de Resposta Esperado:

a)

- . Cálculo da capacidade de absorção do terreno (Q_{at}):

com tempo de infiltração = 11 min no gráfico da NB 41/81 $\Rightarrow Q_{at} = 37,5 \text{ l/dia} \times \text{m}^2 \Rightarrow$ vala de infiltração

{5 pontos}

b)

- . Cálculo da contribuição de despejos diária (Q):

$$Q = 40 \times 150 = 6000 \text{ l/dia}$$

{1 ponto}

- . Cálculo da área necessária de fundo de vala (A):

$$A = Q / Q_{at} = 6000 / 37,5 = 160 \text{ m}^2$$

{2 pontos}

- . Cálculo do comprimento da vala de infiltração (C):

$$C = A / L = 160 / 0,80 \Rightarrow C = 200 \text{ m}$$

{2 pontos}

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP
EXAME NACIONAL DE CURSOS - ENC 29/jun/1997

Questão n.º 8

Conteúdos envolvidos na questão:

Matemática, Desenho, Fenômenos de Transporte, Saneamento Básico, Construção Civil.

Habilidades aferidas:

Capacidades de: raciocínio espacial; operacionalização de problemas numéricos; crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza; consolidação de conhecimentos teóricos; obtenção e sistematização de informações; formulação e avaliação de problemas de Engenharia e de concepção de soluções; interpretação, elaboração e execução de projetos.

Padrão de Resposta Esperado:

a)

- Cálculo da vazão

$$Q = 18 / (5 \times 3600) = 0,001 \text{ m}^3 / \text{s}$$

- Cálculo do diâmetro de recalque (D_R)

$$D_R \cong 1,3 \times \sqrt{Q} \times \sqrt[4]{X} = 1,3 \times \sqrt{0,001} \times \sqrt[4]{\frac{5}{24}} \Rightarrow D_R \cong 0,028 \text{ m} \cong 28 \text{ mm} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ adotado para recalque $\Rightarrow$ **DN 32**

{2 pontos}

- Cálculo do diâmetro de sucção (D_S)

Como diâmetro de sucção (D_S) é adotado como sendo uma unidade comercial acima do diâmetro de recalque (D_R) $\Rightarrow$ adotado para sucção $\Rightarrow$ **DN 40**

{2 pontos}

- b)** • Cálculo da altura manométrica de sucção (H_{MS})

$\Rightarrow$ da figura $\Rightarrow H_{MS} = 2,00 \text{ m}$

- Cálculo do comprimento total de sucção (L_S)

$$L_S = L_{VS} + L_{RS} = 19,50 + 4,50 \Rightarrow L_S = 24,00 \text{ m}$$

- Cálculo da perda de carga na sucção (J_S)

$$0,001 = 55,934 \times J_S^{0,571} \times 0,04^{2,714} \Rightarrow J_S = 0,02 \text{ m/m}$$

- Cálculo da altura devido às perdas na sucção (H_{PS})

$$H_{PS} = L_S \times J_S = 24,00 \times 0,02 \Rightarrow H_{PS} = 0,48 \text{ m}$$

2 pontos

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP
EXAME NACIONAL DE CURSOS - ENC 29/jun/1997

- Cálculo da altura manométrica de recalque (H_{MR})

$$\Rightarrow \text{da figura} \Rightarrow H_{MR} = 19,80 \text{ m}$$

- Cálculo do comprimento total de recalque (L_R)

$$L_R = L_{VR} + L_{RR} = 15,20 + 24,80 \Rightarrow L_R = 40,00 \text{ m}$$

- Cálculo da perda de carga no recalque (J_R)

$$0,001 = 55,934 \times J_R^{0,571} \times 0,032^{2,714} \Rightarrow J_R = 0,06 \text{ m/m}$$

- Cálculo da altura devido às perdas no recalque (H_{PR})

$$H_{PR} = L_R \times J_R = 40,00 \times 0,06 \Rightarrow H_{PR} = 2,40 \text{ m}$$

2 pontos

- Cálculo da altura manométrica total (H_M)

$$H_M = H_{MS} + H_{PS} + H_{MR} + H_{PR} = 2,00 + 0,48 + 19,80 + 2,40$$

$$\Rightarrow H_M = 24,68 \text{ m}$$

{ 2 pontos

Questão n.º 9

Conteúdos envolvidos na questão:

Matemática, Desenho, Fenômenos de Transporte, Recursos Hídricos.

Habilidades aferidas:

Capacidades de: raciocínio espacial; operacionalização de problemas numéricos; crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza; expressão e interpretação gráfica; consolidação de conhecimentos teóricos; síntese aliada à compreensão e expressão em língua portuguesa; obtenção e sistematização de informações; formulação e avaliação de problemas de Engenharia e de concepção de soluções; interpretação, elaboração e execução de projetos; gerenciamento e operação de sistemas de Engenharia.

Padrão de Resposta Esperado:

a)

. Como não existem dados na bacia A, pode-se utilizar os dados da bacia B, que possui características fisiográficas e geomorfológicas semelhantes. Entretanto, como a área da bacia B é 2 vezes maior que a da bacia A, os dados deverão ser corrigidos em função das áreas

$$Q_A = \frac{A_A}{A_B} Q_B = 0,5 Q_B, \text{ onde:}$$

Q_A = Vazão da bacia A

Q_B = Vazão da bacia B

A_A = Área da bacia A

A_B = Área da bacia B

A vazão máxima que pode ser regularizada é a vazão média de longo período. Do hidrograma obtém-se, para a bacia B, $40\text{m}^3/\text{s}$ como vazão média; portanto, para a bacia A, será de $20\text{m}^3/\text{s}$. **{1 ponto}**

Para verificar se a construção da barragem fornecerá as condições para atender à demanda máxima de 2030, e a vazão de jusante (Q_J), da vazão média devem ser descontadas essas vazões:

$$. Q_f = 6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$. Q_J = 2,5 Q_{\min}$$

$$Q_{\min} = 0,5 \times 10 \text{ m}^3/\text{s} = 5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_J = 2,5 \times 5 \text{ m}^3/\text{s} = 12,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

{2 pontos}

Para atender às condições impostas:

$$Q_{\text{méd}} - Q_f - Q_J \geq 0$$

$$20 - 12,5 - 6 \geq 0$$

$$1,5 \text{ m}^3/\text{s} \geq 0$$

SIM, o rio tem condições de atender às condições impostas, uma vez que a vazão média do rio é maior que a soma da demanda de 2030 com a vazão a jusante **{2 pontos}**

b)

h_a = altura da água na situação atual

h_f = altura de água na situação futura

Q_a = vazão na situação atual

Q_f = vazão na situação futura

n_a = coeficiente de rugosidade na situação atual

$I_a = I_f$ = declividade do canal

n_f = coeficiente de rugosidade na situação futura

A_a = área da seção atual

A_f = área da seção futura

R_a = raio hidráulico da seção atual

R_f = raio hidráulico da seção futura

como

$$Q_f = 1,5 Q_a \quad \therefore \quad Q_a = \frac{2}{3} Q_f \quad \text{e} \quad n_f = \frac{2}{3} n_a$$

fazendo

$$\frac{Q_a}{Q_f} = \frac{n_f}{n_a} \frac{A_a R_a^{2/3} I_a^{1/2}}{A_f R_f^{2/3} I_f^{1/2}} \Rightarrow \frac{Q_a}{1,5 Q_a} = \frac{\frac{2}{3} n_a}{n_a} \frac{A_a R_a^{2/3} I_a^{1/2}}{A_f R_f^{2/3} I_a^{1/2}} \Rightarrow 1 = \frac{A_a R_a^{2/3}}{A_f R_f^{2/3}}$$

A única solução que satisfaz esta situação para uma mesma geometria de seção é $h_a = h_f$

O canal **NÃO** transbordará na situação futura, porque apesar de a vazão aumentar de 4m³/s para 6m³/s (cerca de 1,5 vezes) e a seção do canal e a declividade continuarem as mesmas, o coeficiente de rugosidade será reduzido para 2/3 do valor do coeficiente atual, quando for colocado o revestimento de concreto. Portanto, as alturas de água no interior do canal serão as mesmas para as duas situações. Como o canal escoar em regime permanente nos dois casos, as alturas de água são constantes ao longo do canal, ou, simplesmente, as condições não se alteram devido ao uso do revestimento.

{5 pontos}

Questão n.º 10

Conteúdos envolvidos na questão:

Matemática, Física, Desenho, Ciências do Ambiente, Topografia, Geotecnia.

Habilidades aferidas:

Capacidades de: raciocínio espacial; operacionalização de problemas numéricos; crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza; expressão e interpretação gráfica; consolidação de conhecimentos teóricos; síntese aliada à compreensão e expressão em língua portuguesa; obtenção e sistematização de informações; análise crítica dos modelos empregados no estudo das questões de Engenharia; formulação e avaliação de problemas de Engenharia e de concepção de soluções; interpretação, elaboração e execução de projetos.

Padrão de Resposta Esperado:

a)

Cálculo da inclinação média do terreno com dados retirados da figura:

10,50 cm medidos na régua inserida na figura, escala 1:500 $\Rightarrow 10,50 \times 5 = 52,50$ m
diferença das cotas $133 - 100 = 33$.

$\arctg(33/52,5) \cong 32,15^\circ$, considerar $> 30^\circ$, ou $> 57,7\%$

Cálculo da altura crítica:

coesão a ser considerada será a da camada superficial: $c = 1 \text{ tf} / \text{m}^2$

Ângulo a ser considerado: $\theta = 20^\circ$; peso específico aparente úmido a ser considerado: $\gamma = 2,0 \text{ tf} / \text{m}^3$

$H_{cr} = [(2,67 \times c) / \gamma] \times \text{tg}(45 + \theta/2) = [(2,67 \times 1 \text{ tf} / \text{m}^2) / 2 \text{ tf} / \text{m}^3] \times \text{tg}(45 + 20/2) = 1,906 \text{ m}$

$H_{cr} = 1,906 \cong 1,91 \text{ m}$

SIM, existe a camada superficial com espessura média de 4 metros. Essa camada possui uma altura crítica de corte de 1,91 m e um ângulo de atrito de 20° , sendo acomodada em um terreno com inclinação média maior que 30° . **{4 pontos}**

b) NÃO. Os dados de sondagem são poucos e muito heterogêneos, não possuindo, assim, uma representatividade clara da qualidade do solo em questão. **{3 pontos}**

c) SIM. Visto a topografia do terreno, as funções da cobertura vegetal e as qualidades geotécnicas desse terreno, serão necessárias obras de contenção como por exemplo muros de arrimo e conservação e/ou replantio da cobertura vegetal. **{3 pontos}**