

O rádio foi o meio escolhido para estabelecer a comunicação entre a sede da empreiteira e uma usina de processamentos de mistura betuminosa, montada às margens de uma rodovia federal e destinada a fornecer este material para as obras de recuperação do pavimento desta estrada.

O projeto de radiocomunicação especifica para a estação da usina uma antena dipolo de meia onda que deve ser sustentada por dois postes distanciados horizontalmente 50 metros um do outro e dispostos segundo uma direção correspondente ao azimute de 86° .

Foi instalado um poste no ponto P, cujas coordenadas encontram-se abaixo. Determine as coordenadas do outro poste, de modo que o mesmo fique dentro dos limites da área reservada para a usina que, em planta, é um terreno quadrangular limitado pelos vértices A, B, C e D, dados abaixo.

Apresente sua resposta em números inteiros, com a devida aproximação.

(valor: 10,0 pontos)

Dados/Informações Adicionais

- Coordenadas cartesianas (X, Y) dos pontos citados, dadas em metros e em um sistema cujo eixo dos YY coincide com a direção Norte: P (250, 210); A (100, 100); B (120, 310); C (270, 350) e D (260, 130)
- $\sin 86^\circ = 0,9976$
- $\cos 86^\circ = 0,0698$

Você faz parte de uma empresa de cálculo estrutural e recebeu a tarefa de calcular a laje isolada de piso representada na Figura 1, apoiada nas vigas V1, V2, V3 e V4.

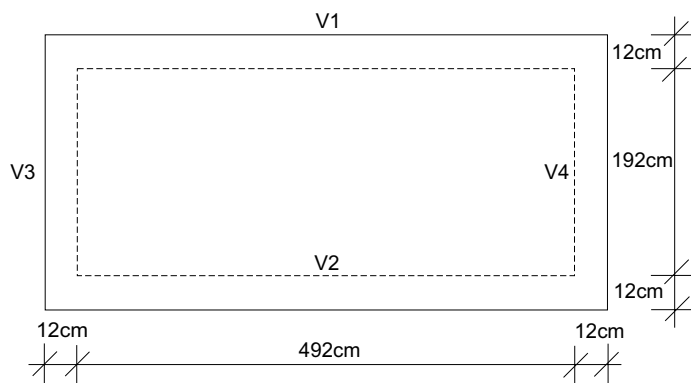


Figura 1 - Croqui da laje

Ao avaliar as solicitações de peso próprio, revestimento, paredes e sobrecarga, você obteve o valor de cálculo de $9,86 \text{ kN/m}^2$ e decidiu que a laje deve ter a espessura de 8 cm, sendo o cobrimento de armadura igual a 2 cm.

a) Informe se a laje deve ser armada em cruz ou em apenas uma direção. Justifique sua resposta. **(valor: 4,0 pontos)**

b) Utilizando as Tabelas 1 e 2, calcule o espaçamento entre as barras da(s) armadura(s) para aço $\varnothing 6,3 \text{ mm}$. **(valor: 6,0 pontos)**

Dados/Informações Adicionais

- Vão teórico é o menor valor entre a distância entre os centros dos apoios e o vão livre mais a espessura da laje.
- $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$
- Aço CA-50

Fórmulas:

$$K_c = 10^5 \cdot \frac{b_w \cdot d^2}{M_d}, \text{ onde: } K_c = \text{coeficiente da Tabela 1;}$$

b_w (em m) = 1m (por metro de laje);

d = altura útil (em m);

M_d = momento fletor máximo (em kN.m/m);

$$A_s = \frac{K_s \cdot M_d}{10 \cdot d}, \text{ onde: } A_s = \text{área da armadura de flexão (em } \text{cm}^2\text{);}$$

K_s = coeficiente da Tabela 1;

M_d = momento fletor máximo (em kN.m/m);

d = altura útil (em m).

TABELA 1

VALORES DE K_s e K_c

DIMENSIONAMENTO DE SEÇÃO RETANGULAR

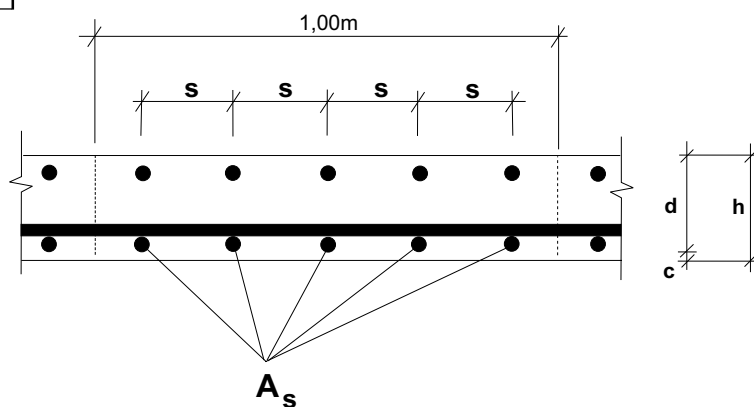
E SEÇÃO T À FLEXÃO SIMPLES

$\beta_x = \frac{x}{d}$	Valores de K_c	Valores de K_s
	concreto de $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$	CA-50
0,02	969	0,325
0,04	488	0,327
0,06	328	0,330
0,08	248	0,333
0,10	200	0,335
0,12	168	0,338
0,14	145	0,341
0,16	128	0,344
0,18	115	0,347
0,20	104	0,350
0,22	96	0,353
0,24	89	0,356
0,26	82	0,359
0,28	77	0,363
0,30	73	0,366
0,32	69	0,369
0,34	65	0,373
0,36	62	0,376
0,38	60	0,380
0,40	57	0,383
0,42	55	0,387
0,44	53	0,391
0,46	51	0,395
0,48	50	$\uparrow (K_s)_{lim}$
0,50	48	
0,52	47	
0,54	45	
0,56	44	
0,58	43	
0,60	42	
0,62	41	
0,64	40	
0,66	40	
0,68	39	
0,70	38	
0,72	37	
0,74	37	
0,76	36	

TABELA 2

SEÇÃO DE AÇO POR METRO DE LARGURA DE LAJE

Espaçamento das barras - s (cm)	Área A_s por metro de largura de laje (em cm^2)
	Para aço de $\varnothing 6,3 \text{ mm}$
7	4,57
8	4,00
9	3,56
10	3,20
11	2,91
12	2,67
13	2,46
14	2,29
15	2,13
16	2,00
17	1,88
18	1,78
19	1,68
20	1,60



Nas lajes, os limites do espaçamento da armadura principal (A_s) são: $s \leq 20 \text{ cm}$ e $s \leq 2.h$, onde h é a espessura da laje.

Você está desenvolvendo um programa computacional para cálculo de treliças planas, cuja geometria é a apresentada na Figura 1, onde os números se referem aos nós, e as letras se referem às barras.

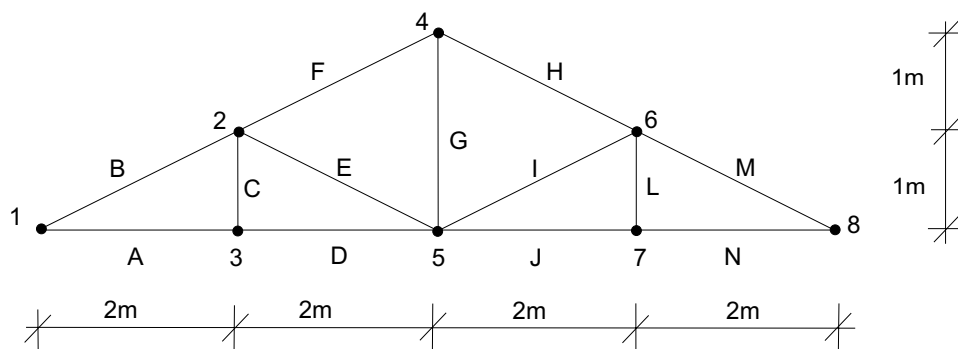


Figura 1 - Geometria da treliça

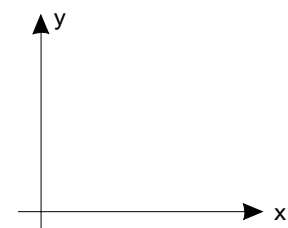


Figura 2 - Orientação dos eixos

Com base no arquivo de dados do programa, foram montadas as Tabelas 1 e 2. A Tabela 1 indica o valor dos componentes de força aplicados em cada nó, em kN, e a Tabela 2 indica a deslocabilidade de cada nó, na qual o valor unitário significa deslocamento impedido, e o valor zero significa deslocamento livre.

Tabela 1 - Carregamento nos nós

	1	2	3	4	5	6	7	8
FX (kN)	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	0,0
FY (kN)	0,0	-1,0	0,0	-1,0	-1,0	-1,0	0,0	0,0

Convenções para a Tabela 1:

- a linha FX indica os componentes de força, em kN, na direção x, e a linha FY indica os componentes de força, em kN, na direção y, conforme orientação de eixos da Figura 2;
- as colunas indicam os nós da treliça nos quais os componentes de força estão aplicados.

Tabela 2 - Deslocabilidade dos nós.

	1	2	3	4	5	6	7	8
U	0	0	0	0	0	0	0	1
V	1	0	0	0	0	0	0	1

Convenções para a Tabela 2:

- a linha U se refere aos deslocamentos dos nós na direção x, e a linha V, aos deslocamentos dos nós na direção y, conforme orientação de eixos da Figura 2;
- as colunas indicam os nós da treliça correspondentes aos deslocamentos U e V.

Com base nas informações fornecidas:

- a) faça um esquema da treliça indicando claramente o carregamento e as condições de apoio, de acordo com os valores das Tabelas 1 e 2 do arquivo de dados do programa; **(valor: 6,0 pontos)**
- b) ao mudar o arquivo de dados de modo que reflita o carregamento e as condições de apoio da Figura 3 e executar o programa, você obteve os esforços, em kN, indicados na Tabela 3 (esforços positivos significam tração, e negativos significam compressão) e constatou que, por um erro na lógica do programa, duas barras, que deveriam ter esforços nulos, apresentavam valores diferentes de zero. Indique quais são essas barras, justificando a sua resposta. **(valor: 4,0 pontos)**

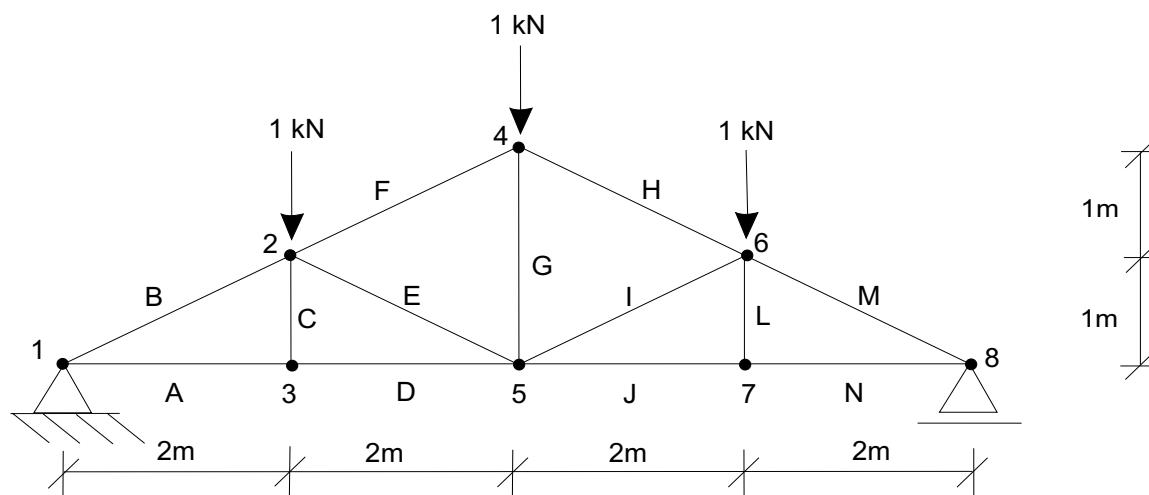


Figura 3 - Carregamento e condições de apoio para o item b

Tabela 3 - Esforços nas barras para o item b

BARRA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N
ESFORÇO (kN)	3,00	-3,35	2,00	3,00	-1,12	-2,24	1,00	-2,24	-1,12	3,00	2,00	-3,35	3,00

Um conjunto habitacional deve ser ampliado pela firma em que você trabalha. Preocupado com o aumento da contribuição de esgotos devido a essa ampliação, o engenheiro responsável pelas obras solicitou a você um estudo preliminar sobre a necessidade ou não de substituir o coletor de esgotos da rede do conjunto habitacional. Esse coletor recebe despejos de subcoletores no PV_1 (poço de visita) e os lança no PV_2 da municipalidade. Pesquisando os projetos existentes, e com o conhecimento da população adicional, você elaborou o croqui da Figura 1, onde:

- o diâmetro apresentado é o do coletor existente;
- as vazões dos subcoletores são as determinadas por você (considerando as contribuições adicionais);
- as cotas do terreno e do fundo do coletor, assim como a distância entre os PVs, são dadas pelo projeto inicial.

Após o estudo preliminar, você foi chamado para participar de uma reunião na qual seriam tomadas decisões para a execução das obras. Nessa reunião, foi-lhe perguntado:

O diâmetro do coletor de esgotos existente satisfaz a demanda antiga mais a projetada? Responda a essa pergunta, justificando sua resposta. **(valor: 10,0 pontos)**

Dados/Informações Adicionais

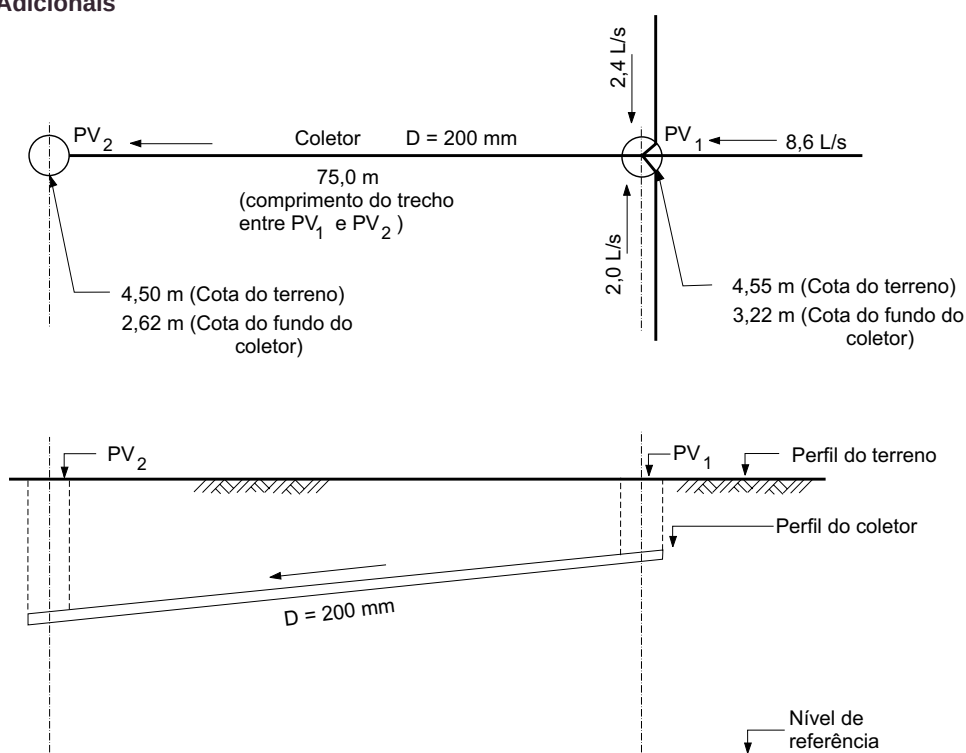


Figura 1 – Croqui do coletor, perfil do terreno, perfil do coletor e localização dos PVs

- Por ser um estudo preliminar de verificação, considere o escoamento satisfatório se ocupar até meia seção do coletor.
- Fórmula de Manning

$$Q = \frac{1}{n} R_H^{2/3} I^{1/2} A$$

onde:

Q = vazão (m^3/s);

I = declividade (m/m);

n = coeficiente que depende das condições da superfície interna dos condutos. Obs.: adotar $n = 0,013$ (valor usual para coletores de esgoto de qualquer natureza);

R_H = raio hidráulico $\left(R_H = \frac{A}{p} \right)$, sendo: A = área da seção de escoamento (m^2) e p = perímetro molhado (m).

Uma das obras prediais da empresa em que você trabalha tem valor total de custo previsto em R\$ 2.000.000,00 (dois milhões de reais). Os percentuais de cada serviço da planilha orçamentária e o cronograma físico-financeiro previstos são os seguintes:

PERCENTUAIS DOS SERVIÇOS

ITEM	SERVIÇO	%
01	Serviços Iniciais	0,5
02	Serviços Gerais	7,0
03	Fundações	4,0
04	Estruturas	16,0
05	Instalações	24,0
06	Alvenarias	3,0
07	Revestimentos	10,0
08	Soleiras, Rodapés e Peitoris	0,5
09	Esquadrias e Ferragens	15,5
10	Pavimentações	6,5
11	Impermeabilização	2,5
12	Pintura	3,0
13	Louças e Metais	4,5
14	Limpeza	3,0

CRONOGRAMA FÍSICO – FINANCEIRO (%)

ITEM	SERVIÇO	MÊS	1	2	3	4	5	6	7
01	Serviços Iniciais		40	60					
02	Serviços Gerais		10	10	20	20	20	10	10
03	Fundações			30	60	10			
04	Estruturas			10	20	50	20		
05	Instalações			10	15	20	20	20	15
06	Alvenarias				20	30	40	10	
07	Revestimentos				5	20	30	40	5
08	Soleiras, Rodapés e Peitoris				5	20	30	40	5
09	Esquadrias e Ferragens				10	20	30	30	10
10	Pavimentações					10	30	30	30
11	Impermeabilização					20	30	50	
12	Pintura						10	40	50
13	Louças e Metais							50	50
14	Limpeza							40	60

a) Acompanhando os trabalhos da análise gerencial final da obra, você constatou que

- os serviços foram executados nos prazos do cronograma;
- no serviço Fundações (item 03) houve uma despesa adicional de 20% do valor do item e, pelas normas adotadas na empresa, a gerência da obra fez um empréstimo desse valor junto à matriz, corrigido a juros simples de 5% ao mês;
- o serviço Instalações (item 05) foi realizado com uma economia de 10% do valor para ele previsto;
- os demais serviços se mantiveram inalterados.

(valor: 5,0 pontos)

A partir desses dados, informe se a obra em questão gastou mais ou menos que o previsto e qual o valor dessa diferença. Justifique, apresentando os cálculos necessários.

Considere, nos seus cálculos, que, por critérios adotados, a aplicação dos juros se faz a partir da conclusão total do serviço e que as economias geradas ao longo da obra também só são computadas após o término dos respectivos serviços.

b) Para a realização do serviço Alvenarias (item 06), nos meses 04 e 05, foi programada a compra de uma carga fechada de 300 sacos de 50 kg de cimento, em cada um desses meses.

Admitindo que o estoque no início do mês 04 é de 10 sacos, informe se esta compra é suficiente para a realização desta etapa do serviço e se ela atende à determinação de que o estoque transferido de um mês para o outro não exceda a 120 sacos.

Justifique sua resposta, considerando que

- a obra teve um total de 20.000 m² de alvenaria;
- são consumidos 1,8 kg de cimento/m² de alvenaria;
- não devem ser consideradas “perdas” no seu cálculo.

(valor: 5,0 pontos)

O esquema estático de um pilar intermediário de um edifício é o representado na Figura 1.

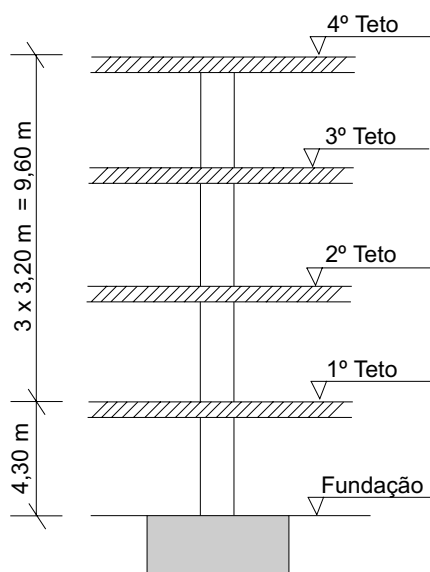


Figura 1

Os pilares podem ser considerados perfeitamente engastados nos blocos de fundação e articulados nas vigas dos pavimentos.

Diante do exposto,

a) calcule o comprimento de flambagem e o índice de esbeltez do pilar:

a.1) entre a fundação e o primeiro teto;

(valor: 2,0 pontos)

a.2) entre o segundo e o terceiro tetos;

(valor: 2,0 pontos)

b) calcule a carga normal máxima à qual ele pode estar submetido, admitindo que o pilar seja curto e utilizando o seguinte procedimento previsto em norma:

(valor: 4,0 pontos)

"Como alternativa simplificada de cálculo, poderá a barra ser calculada à compressão, com a força suposta centrada e aumentada na proporção de $1+(6/h)$, mas não menor que 1,1 onde h , medido em centímetros, é o menor lado do retângulo mais estreito circunscrito à seção."

A armação do pilar é a representada na Figura 2.

c) explique a finalidade dos ferros N3 na Figura 2.

(valor: 2,0 pontos)

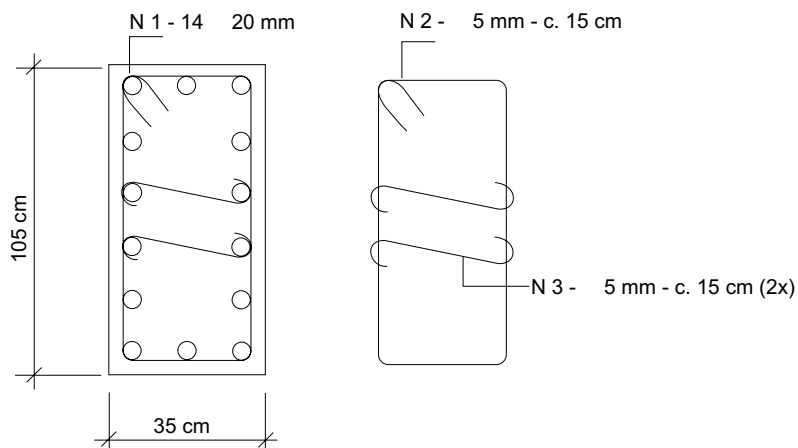
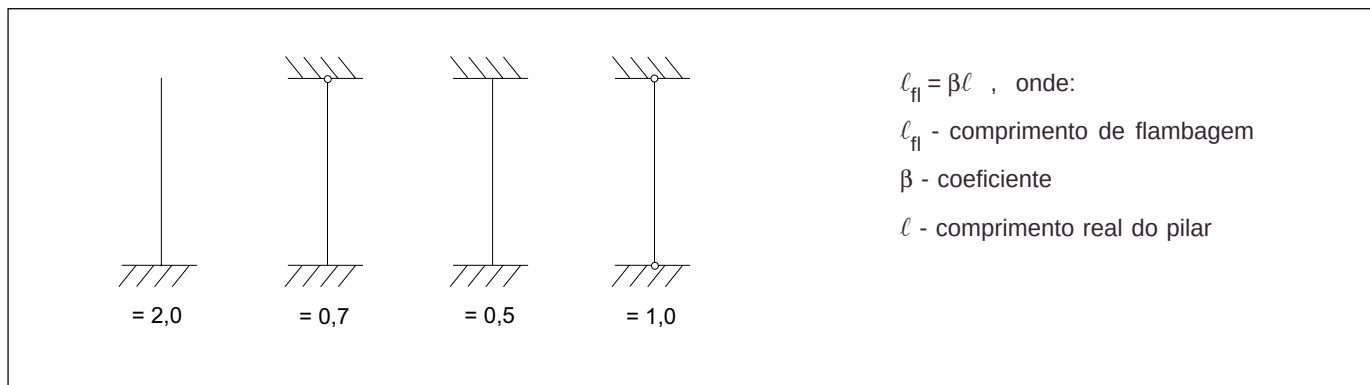


Figura 2

Dados/Informações Adicionais

- Coeficiente de majoração de cargas em serviço = 1,4
- Coeficiente de minoração da resistência do concreto = 1,4
- Tensão de cálculo no aço = 420 MPa
- Resistência característica do concreto à compressão = 18 MPa
- Área da barra de ferro da armadura longitudinal ($\varnothing = 20$ mm) = 3,14 cm²
- O comprimento de flambagem pode ser obtido pelo quadro abaixo.



Formulário:

$$i = \sqrt{J/S} \text{ , onde:}$$

i - raio de giração (m)

J - momento de inércia (m⁴)

S - área da seção transversal (m²)

$$\lambda = \frac{\ell_{fl}}{i} \text{ , onde:}$$

λ - índice de esbeltez

ℓ_{fl} - comprimento de flambagem (m)

i - raio de giração (m)

$$N_d = 0,85 \times f_{cd} \times A_c + \sigma_{sd} \times A_s \text{ , onde:}$$

N_d - carga de cálculo (N)

f_{cd} - resistência de cálculo do concreto à compressão (Pa)

A_c - área de concreto da seção transversal (m²)

σ_{sd} - tensão de cálculo no aço (Pa)

A_s - área da seção transversal da armadura longitudinal (m²)

Uma firma de empreendimentos imobiliários contratou você para elaborar um laudo sobre a possibilidade do aproveitamento da água subterrânea através de um poço, e da água de chuva, devidamente tratada, captada pelo telhado de uma edificação a ser construída, para serem utilizadas como água de consumo dessa edificação, visto que, no local, não havia rede pública de abastecimento.

De posse dos projetos e estudos do empreendimento, você constatou que

- os apartamentos teriam um padrão de acabamento médio;
- a área de cobertura que poderia ser utilizada para fazer a captação das águas de chuva seria de 900 m²;
- o número de moradores do prédio seria de 84 pessoas;
- análises físico-químicas da água do poço indicaram ser a mesma potável;
- testes de capacidade de produção do poço asseguram uma capacidade de produção conforme gráfico da Figura 1.

Consultando a bibliografia especializada e os estudos hidrológicos para a região, você também verificou que

- deveria considerar uma perda de 20% sobre o volume de água captada pelo telhado que seria utilizada para lavar a superfície de captação, representada pela água inicial da chuva;
- o consumo predial *per capita* poderia ser obtido pela Tabela 1;
- a precipitação média mensal tinha sido de 150 mm.

De posse dessas informações, foi-lhe solicitado que apresentasse um relatório, respondendo às perguntas abaixo.

a) Qual a vazão do poço em L/s? (valor: 1,0 ponto)

b) Para efeito de consumo, a quantidade de água captada pelo telhado mais a disponibilizada pelo poço atende ao consumo do prédio? (valor: 6,0 pontos)

c) Quantas pessoas podem ser atendidas somente com a água de chuva captada pelo telhado? (valor: 3,0 pontos)

Dados/Informações Técnicas

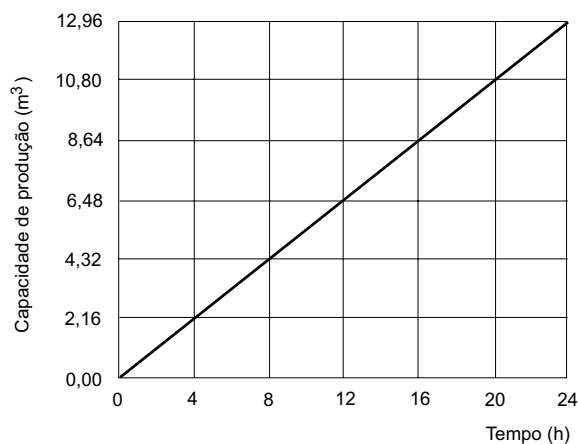


Figura 1 – Capacidade de produção do poço

Tabela 1 – Consumo predial diário de alguns tipos de edificação.

Tipos de edificação	Consumo (L/dia)
Alojamentos provisórios	80 <i>per capita</i>
Ambulatórios	25 <i>per capita</i>
Apartamentos de padrão médio	250 <i>per capita</i>
Apartamentos de padrão luxo	300 <i>per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	80 <i>per capita</i>
Hospitais	250 por leito
Residências populares	150 <i>per capita</i>
Residências de padrão médio	250 <i>per capita</i>
Residências de padrão luxo	300 <i>per capita</i>
Restaurantes	25 por refeição

- Volume captado por uma superfície:

$$V = C_s \times p \times A$$

onde:

V = volume mensal captado por uma superfície (m³);

C_s = coeficiente de escoamento superficial, adotar igual a 1,0;

p = precipitação média mensal (m);

A = superfície de contribuição (m²).

- Considere o mês como tendo 30 dias.

Para a execução de uma obra situada numa localidade do interior, foi especificado o traço em massa de 1,00:2,00:3,30:0,56 (cimento, areia, brita e água), agregados secos, para ser produzido na própria obra em betoneira estacionária.

Para efeito de orçamento, calcule o preço dos materiais para a produção de 1 m^3 de concreto, admitindo ser desprezível o volume de vazios com ar do concreto fresco adensado e que, portanto, o volume do concreto é o somatório dos volumes dos sólidos dos materiais constituintes mais o volume da água.

Considere os dados abaixo, que apresentam os preços dos materiais especificados postos na obra, as características dos agregados obtidas de um estudo realizado por uma universidade com atuação na região e as características do cimento fornecidas pelo fabricante. Despreze o custo da água.

Apresente sua resposta da seguinte forma:

- a) custo do cimento; (valor: 3,0 pontos)
- b) custo da areia; (valor: 3,5 pontos)
- c) custo da brita; (valor: 2,5 pontos)
- d) custo total de 1 m^3 de concreto. (valor: 1,0 ponto)

Dados/Informações Adicionais

CIMENTO

Preço posto obra = R\$ 12,00 por saco de 50 kg
 ρ_{sc} – massa específica dos sólidos = 3.140 kg/m^3

AREIA

Preço posto obra = R\$ 20,00 por m^3 , fornecida com um teor de umidade $w = 4\%$, que corresponde a um coeficiente de inchamento $CI = 1,26$

ρ_{sa} – massa específica dos sólidos = 2.640 kg/m^3

ρ_{da} – massa específica aparente da areia seca = 1.520 kg/m^3

BRITA

Preço posto obra = R\$ 25,00 por m^3 , fornecida seca com um índice de vazios $e = 0,98$

ρ_{sb} – massa específica dos sólidos = 2.780 kg/m^3

FÓRMULAS

$$CI = \frac{V}{V_a}, \text{ onde:}$$

CI – coeficiente de inchamento de um agregado miúdo (areia);

V – volume do agregado úmido;

V_a – volume do agregado seco.

$$e = \frac{V_v}{V_s}, \text{ onde:}$$

e – índice de vazios;

V_v – volume de vazios;

V_s – volume de sólidos.

Fazendo parte de uma equipe que está efetuando estudos na área de recursos hídricos em uma região do seu estado, você está encarregado de analisar os locais descritos abaixo.

- * No local A, está-se prevendo a implantação de uma PCH (Pequena Central Hidrelétrica). O aproveitamento hidrelétrico será feito por duas turbinas hidráulicas idênticas com seus respectivos geradores. A vazão total derivada será igual ao valor da Q_{95} (vazão que tem a permanência de 95% do tempo). A curva de permanência das vazões para este local está apresentada na Figura 1. A altura de queda bruta adotada para o dimensionamento da turbina é de 113,00 m, e a perda de carga total é de 2,0 m.

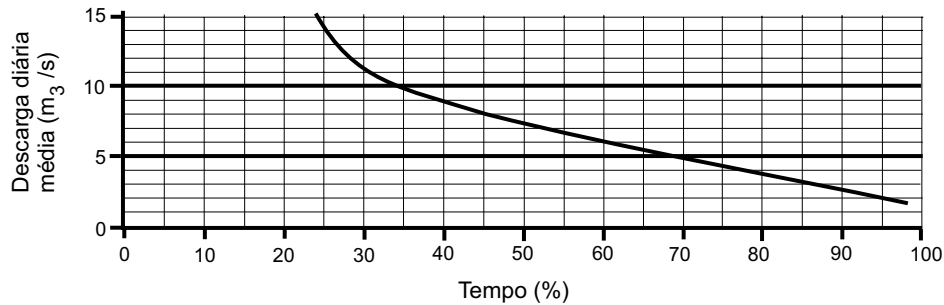


Figura 1 – Curva de permanência de vazões no Local A

- * No local B, será feita uma barragem de terra com um vertedouro em concreto no corpo da barragem, como mostra a Figura 2. Os custos em unidades monetárias da barragem de terra e do vertedouro podem ser expressos pelas equações abaixo, em função do comprimento do vertedouro (L) em metros.

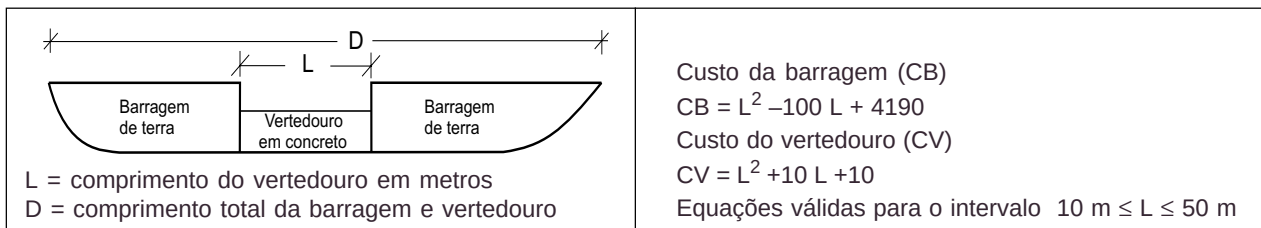


Figura 2 – Esquema da barragem e do vertedouro

- * No local C, um rio está sujeito a inundações constantes. Em um trecho deste rio existe um meandro com 15 km de comprimento. Uma das propostas é retificá-lo, passando o trecho do rio a ter 2 km de extensão, conforme mostra a Figura 3. Você foi encarregado de analisar esta solução. A vazão, a seção tipo, as cotas do leito nos pontos X_1 e X_2 , a rugosidade do canal e o material das margens e do leito, nas duas situações, sem e com retificação, são as mesmas.

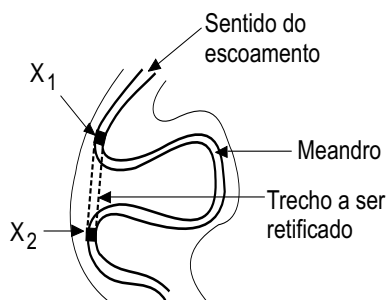


Figura 3 – Esquema do trecho retificado

Como componente da equipe, você deverá responder às perguntas apresentadas a seguir.

- No local A, qual a potência de cada uma das turbinas que deverá ser adquirida para o aproveitamento pretendido? **(valor: 3,0 pontos)**
- No local B, qual o comprimento do vertedouro para que o conjunto barragem de terra e vertedouro seja o mais econômico possível? (O comprimento deverá ser apresentado com uma casa decimal). **(valor: 4,0 pontos)**
- No local C, considerando unicamente o aspecto do potencial erosivo, qual será a consequência ambiental que a retificação poderá provocar? **(valor: 3,0 pontos)**

Dados/Informações Adicionais

- Cálculo da potência da turbina:

$P_T = \gamma Q H_L \eta_T$	P_T = potência no eixo da turbina (kW) γ = peso específico da água (kN/m³). (Adote $\gamma = 10$ kN/m³) Q = vazão de projeto da turbina (m³/s) H_L = altura de queda líquida (m) η_T = rendimento da turbina. (Adote $\eta_T = 0,90$)
-----------------------------	--

Na fase de conclusão da obra de construção de um complexo escolar, em uma região cuja geologia apresenta a ocorrência de grandes blocos de rocha soltos sobre a superfície do terreno, verificou-se que havia um destes blocos com a forma de um prisma reto com 1,50 m de altura e base quadrada com 0,70 m de lado, muito próximo da linha de transição, entre o talude natural e o talude de escavação que limita o pátio destinado à área livre para recreação, conforme ilustra a Figura 1.

- a) Analise a estabilidade do bloco, demonstrando a possibilidade ou não de que ele possa deslocar-se atingindo o pátio.
(valor: 6,0 pontos)
- b) Na hipótese de que ele não seja estável, indique uma providência em que, por uma simples manobra com o bloco, sem que seja necessária a construção de qualquer elemento estrutural de contenção, fique garantida a estabilidade do bloco na superfície AB do talude natural. Entretanto, nessa manobra não são admitidos deslocamentos de translação da base no próprio plano da base.
(valor: 4,0 pontos)

Dados/Informações Adicionais

α - ângulo de inclinação do talude natural da superfície AB = 28° ;

β - ângulo de inclinação do talude escavado da superfície BC = 60° ;

ϕ_{AB} - ângulo de atrito entre o bloco e a superfície AB = 34° ;

ϕ_{BC} - ângulo de atrito entre o bloco e a superfície BC = 30° ;

γ - peso específico do bloco = $26,5 \text{ kN/m}^3$;

h - altura do bloco = 1,50 m;

l - lado da base do bloco = 0,70 m;

d - distância entre a aresta da base do bloco mais próxima e a linha de transição entre os taludes natural e de escavação = 0,50 m (considere que esta aresta é paralela à linha de transição).

Considere desprezível a eventual ação de ventos ou escoamento superficial de água.

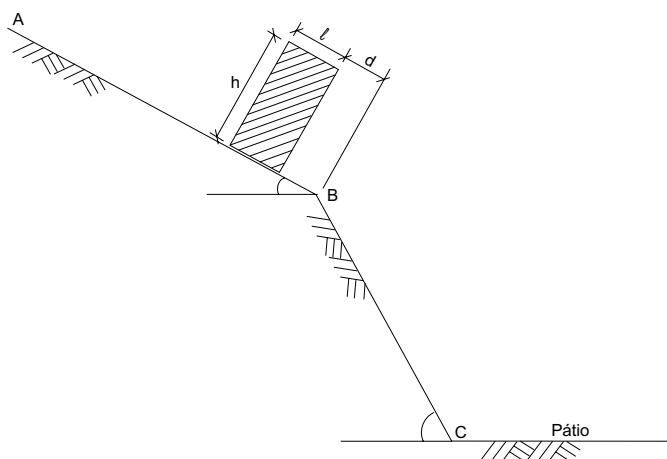


Figura 1

FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS

Ângulo	sen	cos	tg
28°	0,4695	0,8829	0,5317
30°	0,5000	0,8660	0,5774
34°	0,5592	0,8290	0,6745
60°	0,8660	0,5000	1,7321

IMPRESSÕES SOBRE A PROVA

As questões abaixo visam a levantar sua opinião sobre a qualidade e a adequação da prova que você acabou de realizar e também sobre o seu desempenho na prova.

Assinale as alternativas correspondentes à sua opinião e à razão que explica o seu desempenho nos espaços próprios (parte inferior) do Cartão-Resposta.

Agradecemos sua colaboração.

1

Qual o ano de conclusão deste seu curso de graduação?

- (A) 2001.
- (B) 2000.
- (C) 1999.
- (D) 1998.
- (E) Outro.

2

Qual o grau de dificuldade desta prova?

- (A) Muito fácil.
- (B) Fácil.
- (C) Médio.
- (D) Difícil.
- (E) Muito difícil.

3

Quanto à extensão, como você considera a prova?

- (A) Muito longa.
- (B) Longa.
- (C) Adequada.
- (D) Curta.
- (E) Muito curta.

4

Para você, como foi o tempo destinado à resolução da prova?

- (A) Excessivo.
- (B) Pouco mais que suficiente.
- (C) Suficiente.
- (D) Quase suficiente.
- (E) Insuficiente.

5

A que horas você concluiu a prova?

- (A) Antes das 14.30 horas.
- (B) Aproximadamente às 14.30 horas.
- (C) Entre 14.30 e 15.30 horas.
- (D) Entre 15.30 e 16.30 horas.
- (E) Entre 16.30 e 17 horas.

Como você explicaria o seu desempenho em cada questão da prova?

Números das questões da prova.	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Números dos campos correspondentes no CARTÃO-RESPOSTA.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
O conteúdo ...										
(A) não foi ensinado; nunca o estudei.										
(B) não foi ensinado; mas o estudei por conta própria.										
(C) foi ensinado de forma inadequada ou superficial.										
(D) foi ensinado há muito tempo e não me lembro mais.										
(E) foi ensinado com profundidade adequada e suficiente.										

6

As questões da prova apresentam enunciados claros e objetivos?

- (A) Sim, todas apresentam.
- (B) Sim, a maioria apresenta.
- (C) Sim, mas apenas cerca de metade apresenta.
- (D) Não, poucas apresentam.
- (E) Não, nenhuma apresenta.

7

Como você considera as informações fornecidas em cada questão para a sua resolução?

- (A) Sempre excessivas.
- (B) Sempre suficientes.
- (C) Suficientes na maioria das vezes.
- (D) Suficientes somente em alguns casos.
- (E) Sempre insuficientes.

8

Como você avalia a adequação da prova aos conteúdos definidos para o Provão/2001 desse curso?

- (A) Totalmente adequada.
- (B) Medianamente adequada.
- (C) Pouco adequada.
- (D) Totalmente inadequada.
- (E) Desconheço os conteúdos definidos para o Provão/2001.

9

Como você avalia a adequação da prova para verificar as habilidades que deveriam ter sido desenvolvidas durante o curso, conforme definido para o Provão/2001?

- (A) Plenamente adequada.
- (B) Medianamente adequada.
- (C) Pouco adequada.
- (D) Totalmente inadequada.
- (E) Desconheço as habilidades definidas para o Provão/2001.

10

Com que tipo de problema você se deparou *mais frequentemente* ao responder a esta prova?

- (A) Desconhecimento do conteúdo.
- (B) Forma de abordagem do conteúdo diferente daquela a que estou habituado.
- (C) Falta de motivação para fazer a prova.
- (D) Espaço insuficiente para responder às questões.
- (E) Não tive qualquer tipo de dificuldade para responder à prova.

Questão nº 1

Padrão de Resposta Esperado:

Seja o ponto Q em que deve ser instalado o outro poste.

Observando-se a Figura 1, vê-se que, como P e Q são distanciados de 50 m, Q deverá situar-se à esquerda de P, ou seja, a Oeste de P, para que fique dentro dos limites do terreno, uma vez que P está muito próximo do limite Leste desse terreno.

Mesmo sem o auxílio da Figura 1, esta situação pode ser identificada pela análise das abscissas dos pontos P, C e D, cujo ponto C está apenas a 20 metros a Leste de P.

Desse modo, fazendo-se X_P e Y_P as coordenadas de P, X_Q e Y_Q , as de Q, e A_{QP} o azimuth da direção QP, tem-se:

$$X_P = X_Q + QP \cdot \sin A_{QP} \quad (1) \text{ (valor: 1,5 ponto)}$$

$$Y_P = Y_Q + QP \cdot \cos A_{QP} \quad (2) \text{ (valor: 1,5 ponto)}$$

Como $QP = 50 \text{ m}$ $X_P = 250 \text{ m}$
 $A_{QP} = 86^\circ$ $Y_P = 210 \text{ m}$

Levando-se estes valores às equações (1) e (2):

$$250 = X_Q + 50 \cdot \sin 86^\circ$$

$$210 = Y_Q + 50 \cdot \cos 86^\circ$$

donde:

$$X_Q = 250 - 50 \cdot 0,9976 = 200,12$$

$$Y_Q = 210 - 50 \cdot 0,0698 = 206,51$$

Arredondando-se: $X_Q = 200 \text{ m}$ e $Y_Q = 207 \text{ m}$

Portanto, as coordenadas do outro poste são:

$$Q(200, 207) \text{ ou } \begin{cases} X = 200 \text{ m} \\ Y = 207 \text{ m} \end{cases}$$

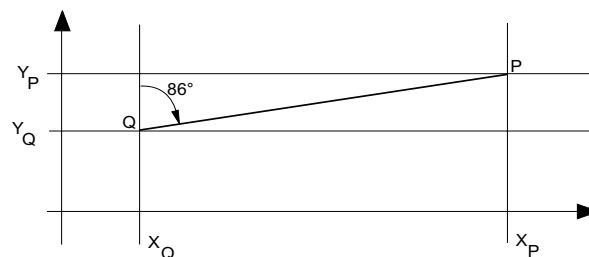
(valor: 3,0 pontos)

(valor: 3,0 pontos)

Obs.: Aceitar também:

$$X = 201 \text{ m}$$

$$Y = 206 \text{ m}$$



(valor: 1,0 ponto)

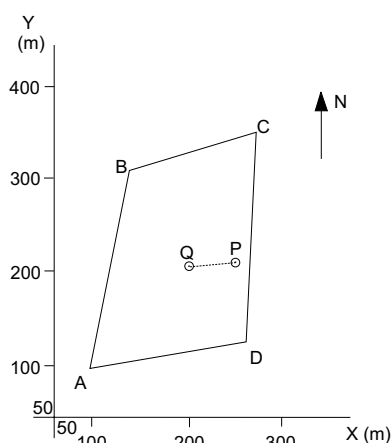


Figura 1

Questão nº 2**Padrão de Resposta Esperado:**

- a)** Considerando a direção horizontal como a direção x e a direção vertical como a direção y, tem-se que o vão livre na direção x é igual a 4,92 m e na direção y é igual a 1,92 m.

O valor do vão teórico em ambas as direções será o menor dos dois valores seguintes:

– considerando a distância entre o centro dos apoios

$$l_x = 4,92 \text{ m} + 0,12 \text{ m} = 5,04 \text{ m}$$

$$l_y = 1,92 \text{ m} + 0,12 \text{ m} = 2,04 \text{ m}$$

(valor: 1,0 ponto)

– considerando o vão livre mais a espessura

$$l_x = 4,92 \text{ m} + 0,08 \text{ m} = 5,00 \text{ m}$$

$$l_y = 1,92 \text{ m} + 0,08 \text{ m} = 2,00 \text{ m}$$

(valor: 1,0 ponto)

Portanto, adota-se 2,00 m x 5,00 m como dimensões para cálculo da laje.

(valor: 1,0 ponto)

Como $l_x > 2 l_y$ (ou seja, $5,00 > 2 \times 2,00 \text{ m}$), a laje pode ser armada em apenas uma direção.

(valor: 1,0 ponto)

- b)** Cálculo do momento fletor máximo no meio do vão

Para uma carga distribuída de $9,86 \text{ kN} / \text{m}^2$, o momento fletor máximo no meio do vão pode ser calculado pela fórmula

$$M = \frac{q l^2}{8} = \frac{9,86 \text{ kN/m}^2 (2 \text{ m})^2}{8} = 4,93 \text{ kN.m/m}$$

(valor: 1,0 ponto)

A altura útil da laje (d) é dada por

$$d = \text{espessura} - \text{cobrimento} = 8 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - \varnothing/2 = 5,7 \text{ cm} \text{ (Aceita-se } d = 8 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 6 \text{ cm)}$$

(valor: 1,0 ponto)

O valor do coeficiente K_c é:

$$K_c = \frac{10^5 \times 1 \text{ m} \times (0,057 \text{ m})^2}{4,93 \text{ kN.m/m}} = 66$$

Entrando com este valor para K_c na Tabela 1, encontra-se o valor correspondente para K_s , que é 0,372

(valor: 1,0 ponto)

Para $K_s = 0,372$, o valor na área de armadura necessária será:

$$A_s = \frac{0,372 \times 4,93 \text{ kN.m/m}}{10 \times 0,057 \text{ m}} = 3,22 \text{ cm}^2/\text{m}$$

(valor: 1,0 ponto)

Procurando na Tabela 2 um valor de seção de aço que seja igual ao valor encontrado ou imediatamente maior que ele, tem-se que o espaçamento entre as barras deve ser 10 cm, o que dá uma área de $3,20 \text{ cm}^2$ de aço por metro de laje, ou 9 cm, o que dá uma área de $3,56 \text{ cm}^2$ de aço por metro de laje.

Assim a resposta do item **b)** é $\varnothing 6,3 \text{ mm}$ a cada 10 cm, ou $\varnothing 6,3 \text{ mm}$ a cada 9 cm.

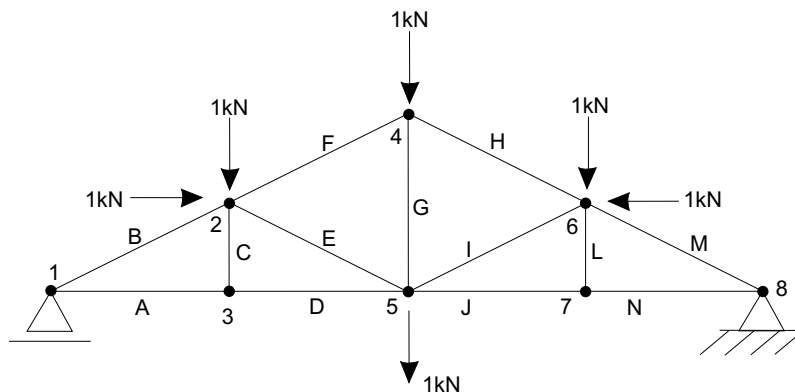
(valor: 2,0 pontos)

Questão nº 3

Padrão de Resposta Esperado:

a) Utilizando os dados das Tabelas 1 e 2 pode-se desenhar a treliça com o carregamento e os apoios

(valor: 6,0 pontos)

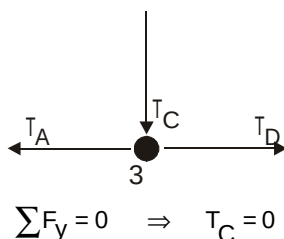


(Obs.: Os 6,0 pontos referentes a este item podem ser divididos da seguinte forma:

- . 1,0 ponto para cada grupo de cargas colocado corretamente nos 4 nós;
- . 1,0 ponto para cada condição de apoio colocada corretamente).

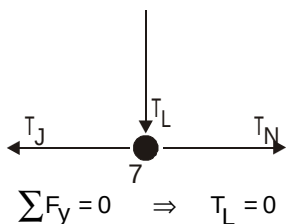
b) 1ª alternativa

Examinando o nó 3, verifica-se que, na direção da barra C, não há carga externa alguma e tampouco contribuição das forças nas outras barras que passam por este nó. Logo, como o somatório das forças verticais deve ser nulo, a barra C é uma das que deve ter esforço nulo.



(valor: 2,0 pontos)

O mesmo raciocínio se aplica à barra L que, portanto, é a outra barra com esforço nulo.



(valor: 2,0 pontos)

Portanto, as barras que apresentam esforço nulo são as barras C e L.

2ª alternativa - Calculando o esforço em cada nó

Para encontrar os esforços nas barras faz-se o equilíbrio em todos os nós.

Por somatório de forças encontram-se as reações de apoio que valem

$$R_1 + R_8 = 1 + 1 + 1 = 3 \text{ kN}$$

(valor: 1,0 ponto)

Logo, devido à simetria da treliça e do carregamento, as reações de apoio são

$$R_1 = R_8 = 1,5 \text{ kN.}$$

Da geometria da treliça, chamando α o ângulo entre as barras A e B, tem-se que

$$\text{tg } \alpha = \frac{1}{2} = 0,5$$

logo

$$\cotg \alpha = \frac{1}{\tg \alpha} = \frac{1}{0,5} = 2$$

$$\frac{\sen \alpha}{\cos \alpha} = 0,5 \Rightarrow \cos \alpha = 2 \sen \alpha$$

Da relação trigonométrica $(\sen \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2 = 1$, vem que

$$\sen \alpha = 0,44721$$

$$\cos \alpha = 0,89443$$

Assim, no nó 1

$$T_B \sen \alpha = 1,5 \text{ kN} \Rightarrow T_B = 1,5 \text{ kN} / \sen \alpha = 3,354 \text{ kN (compressão)}$$

$$T_A = T_B \cos \alpha = 3,354 \times 0,89443 \quad \text{ou} \quad T_A = 1,5 \times \cotg \alpha = 1,5 \times 2,0 = 3,000 \text{ kN (tração)}$$

Por simetria, fazendo o equilíbrio no nó 8,

$$T_M = T_B = 3,354 \text{ kN (compressão)}$$

$$T_N = T_A = 3,000 \text{ kN (tração)}$$

No nó 3

$$T_D = T_A = 3,000 \text{ kN (tração)}$$

$$T_C = 0$$

Por simetria, fazendo o equilíbrio no nó 7,

$$T_J = T_D = 3,354 \text{ kN (tração)}$$

$$T_L = T_C = 0$$

No nó 2

$$T_B \cos \alpha = T_F \cos \alpha + T_E \cos \alpha \Rightarrow 3,354 \text{ kN} = T_F + T_E \quad (\text{I})$$

$$T_B \sen \alpha - 1 = T_F \sen \alpha - T_E \sen \alpha \Rightarrow 1,118 \text{ kN} = T_F - T_E \quad (\text{II})$$

De (I) e (II) vêm

$$T_F = 2,236 \text{ kN (compressão)}$$

$$T_E = 1,118 \text{ kN (compressão)}$$

Por simetria, fazendo o equilíbrio no nó 6,

$$T_H = T_F = 2,236 \text{ kN (compressão)}$$

$$T_I = T_E = 1,118 \text{ kN (compressão)}$$

No nó 4

$$T_G = 2 T_F \sen \alpha - 1 = 1,000 \text{ kN (tração)}$$

(pelos cálculos de esforços nos nós – 2,0 pontos)

Conclusão – as barras com esforço nulo são as barras C e L.

(valor: 1,0 ponto)

Questão nº 4**Padrão de Resposta Esperado:**

Cálculo da área necessária para o escoamento

$$Q = \frac{1}{n} \times R_H^{2/3} \times I^{1/2} \times A \quad (1)$$

onde:

Q = vazão (m^3/s);

R_H = raio hidráulico (m);

I = declividade (m/m);

A = área da seção de escoamento (m^2);

n = coeficiente, adotado para tubulações de esgotos = $0,013(s/m^{1/3})$

Cálculo da declividade do trecho entre o PV_1 e o PV_2

$$I = \frac{3,22 - 2,62}{75,00} \rightarrow I = 0,008 \text{ m/m}$$

(valor: 1,0 ponto)

Cálculo do raio hidráulico

$$R_H = \frac{A}{p}$$

onde, para escoamento a meia seção do coletor:

$$A = \text{seção de escoamento} \rightarrow A = \frac{\pi D^2}{8}$$

$$p = \text{perímetro molhado} \rightarrow p = \frac{\pi D}{2}$$

daí:

$$R_H = \frac{D}{4} \rightarrow R_H = \frac{0,200}{4} \rightarrow R_H = 0,05 \text{ m}$$

(valor: 1,0 ponto)

Cálculo da vazão de dimensionamento do coletor:

$$Q = 8,6 + 2,4 + 2,0 \rightarrow Q = 13,0 \text{ L/s ou } Q = 0,013 \text{ m}^3/\text{s} \quad (2)$$

(valor: 1,0 ponto)

1ª alternativa

Cálculo da vazão para meia seção do tubo coletor de esgotos. Da equação (1) temos

$$Q_E = \frac{1}{0,013} \times 0,05^{2/3} \times 0,008^{1/2} \times \left(\frac{\pi \times 0,2^2}{8} \right) \rightarrow Q_E = 0,0147 \text{ m}^3/\text{s}$$

Conclusão: Como a vazão de dimensionamento do coletor $Q = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}$ é menor que a vazão na meia seção do tubo $Q_E = 0,0147 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q = 0,013 \text{ m}^3/\text{s} < Q_E = 0,0147 \text{ m}^3/\text{s}$), então podemos concluir que o diâmetro da tubulação ($D = 200 \text{ mm}$) ainda satisfaz.

2ª alternativa

Substituindo a vazão de dimensionamento do coletor, equação (2), na equação (1) teremos a área da seção de escoamento, ou seja:

$$0,013 = \frac{1}{0,013} \times 0,05^{2/3} \times 0,008^{1/2} \times A \rightarrow A = 0,0139 \text{ m}^2$$

(valor: 4,0 pontos)

Cálculo da área na meia seção do tubo coletor de esgotos

$$A_E = \frac{\pi \times D^2}{8} \rightarrow A_E = \frac{\pi \times 0,2^2}{8} \rightarrow A_E = 0,0157 \text{ m}^2$$

(valor: 1,0 ponto)

Conclusão:

(valor: 2,0 pontos)

Como a área necessária para o escoamento $A = 0,0139 \text{ m}^2$ é menor que a área na meia seção do tubo $A_E = 0,0157 \text{ m}^2$ ($A = 0,0139 \text{ m}^2 < A_E = 0,0157 \text{ m}^2$), então podemos concluir que o diâmetro da tubulação ($D = 200 \text{ mm}$) ainda satisfaz.

Questão nº 5

Padrão de Resposta Esperado:

- a) • O custo previsto do item 03 – Fundações – é:

$$\text{Custo Fund}_{\text{Prev.}} = 4\% \times \text{R\$ } 2.000.000,00 = \text{R\$ } 80.000,00$$

- Com acréscimo de 20%:

$$\text{Custo Fund}_{\text{Realiz.}} = \text{R\$ } 80.000,00 \times 1,20 = \text{R\$ } 96.000,00 \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

- Os R\$ 16.000,00 sofrerão juros simples de 5% ao mês:

$$\text{Juros} = 5\% \times \text{R\$ } 16.000,00 = \text{R\$ } 800,00/\text{mês} \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

- Os juros incidirão após a conclusão das Fundações, ou seja, nos meses 05, 06 e 07. Portanto, ao término da obra, haverá um aumento no custo desse item, correspondente a:

$$\text{R\$ } 16.000,00 + 3 \times \text{R\$ } 800,00 = \text{R\$ } 18.400,00 \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

- O custo previsto para o item 05 – Instalações – é:

$$\text{Custo Instal}_{\text{Prev}} = 24\% \times \text{R\$ } 2.000.000,00 = \text{R\$ } 480.000,00$$

Houve uma economia de:

$$\text{Economia} = 10\% \times \text{R\$ } 480.000,00 = \text{R\$ } 48.000,00 \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

- Assim, mesmo com um gasto maior nas fundações de R\$ 18.400,00, a obra apresentou um custo menor que o previsto de:

$$\text{R\$ } 48.000,00 - \text{R\$ } 18.400,00 = \text{R\$ } 29.600,00. \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

- b) • Área total de alvenaria = 20.000 m²

- Nos meses solicitados, temos:

$$\text{mês 4 : } 20.000 \text{ m}^2 \times 30\% = 6.000 \text{ m}^2 \text{ de alvenaria}$$

$$\text{mês 5 : } 20.000 \text{ m}^2 \times 40\% = 8.000 \text{ m}^2 \text{ de alvenaria}$$

- Logo, os consumos de cimento serão:

$$\text{Mês 4 : } 6.000 \text{ m}^2 \times 1,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 10.800 \text{ kg} \xrightarrow{\div 50 \text{ kg/saco}} 216 \text{ sacos} \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

$$\text{Mês 5 : } 8.000 \text{ m}^2 \times 1,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 14.400 \text{ kg} \xrightarrow{\div 50 \text{ kg/saco}} 288 \text{ sacos} \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

- Análise do estoque:

$$\text{início do mês 04} = 10 + 300 = 310 \text{ sacos};$$

$$\text{consumo no mês 04} = 216 \text{ sacos};$$

$$\text{estoque ao final do mês 04} = 94 \text{ sacos}; \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

$$\text{estoque no início do mês 05} = 94 + 300 = 394 \text{ sacos};$$

$$\text{consumo no mês 05} = 288 \text{ sacos};$$

$$\text{estoque ao final do mês 05} = 106 \text{ sacos}. \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

Portanto, a compra programada atende ao consumo e à determinação de estoque. (valor: 1,0 ponto)

Questão nº 6**Padrão de Resposta Esperado:**

a) Como a seção de concreto é 0,35 m x 1,05 m, encontra-se o raio de giração mínima desta seção por meio da fórmula

$$i = \sqrt{\frac{J}{S}} = \sqrt{\frac{1,05 \times 0,35^3 / 12}{1,05 \times 0,35}} = 0,101 \text{ m} = 10,1 \text{ cm}$$

a.1) Desta forma, entre a fundação e o primeiro teto, tem-se que, de acordo com a tabela, uma barra engastada na fundação e articulada no primeiro teto tem condição de extremidade correspondente a $\beta = 0,7$.

O comprimento de flambagem (ℓ_{fl}) é calculado então por

$$\ell_{fl} = \beta \ell = 0,7 \times 4,30 \text{ m} = 3,01 \text{ m} \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

e o índice de esbeltez (λ) fica sendo

$$\lambda = \frac{\ell_{fl}}{i} = \frac{3,01 \text{ m}}{0,101 \text{ m}} = 29,8 \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

a.2) Entre o segundo teto e o terceiro teto, tem-se que, de acordo com a tabela do formulário, uma barra articulada nos pavimentos tem condição de extremidade correspondente a $\beta = 1,0$.

O comprimento de flambagem (ℓ_{fl}) é calculado por

$$\ell_{fl} = \beta \ell = 1,0 \times 3,20 \text{ m} = 3,20 \text{ m} \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

e o índice de esbeltez (λ) fica sendo

$$\lambda = \frac{\ell_{fl}}{i} = \frac{3,20 \text{ m}}{0,101 \text{ m}} = 31,7 \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

b) Processo simplificado

Coefficiente de majoração da força normal centrada $1 + (6/h) = 1 + (6/35) = 1,17$

Como o coeficiente calculado é maior do que 1,1, adotar 1,17. (valor: 1,0 ponto)

Como a armadura longitudinal é composta de 14 barras de diâmetro de 20 mm, a área total da armadura é

$$A_s = 14 (\pi \times 2^2 / 4) = 14 \times 3,14 = 43,96 \text{ cm}^2 = 4,396 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \quad (\text{valor: 0,5 ponto})$$

A área de concreto vale

$$A_c = 0,35 \text{ m} \times 1,05 \text{ m} = 0,3675 \text{ m}^2 \quad (\text{valor: 0,5 ponto})$$

Em conseqüência, o valor de cálculo da força normal é:

$$N_d = 0,85 \times f_{cd} \times A_c + \sigma_{sd} \times A_s$$

$$N_d = 0,85 \times 18 \times 10^6 / 1,4 \times 0,3675 \text{ m}^2 + 420 \times 10^6 \times 4,396 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$N_d = 5.862,6 \text{ kN} \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

Como o coeficiente adicional de majoração da carga para pilar curto calculado anteriormente é igual a 1,17 e o coeficiente de majoração de cargas em serviço é 1,4, vem que

$$N_d = 1,17 \times 1,4 \times N$$

Portanto, a carga máxima em serviço que pode ser aplicada no pilar é

$$N = 5.862,6 \text{ kN} / (1,4 \times 1,17) = 3.579,1 \text{ kN} \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

c) As barras N3 destinam-se a evitar a flambagem da armadura. (valor: 2,0 pontos)

Questão nº 7**Padrão de Resposta Esperado:**

- a) Determinação da vazão do poço** (valor: 1,0 ponto)

Do gráfico da Figura 1 $\rightarrow Q = 12,96 / 24 \rightarrow Q = 0,54 \text{ m}^3/\text{h}$

ou:

$$Q = \frac{0,54 \times 1.000}{60 \times 60} \rightarrow Q = 0,15 \text{ L/s}$$

- b) Verificação se a quantidade de água a ser captada pelo telhado mais a água disponibilizada pelo poço suprem o consumo**

- b1) Quantidade de água captada pelo telhado para consumo por mês**

$$V = C_S \times p \times A$$

onde:

$$C_S = 1,0;$$

$$p = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m};$$

$$A = 900 \text{ m}^2.$$

daí:

$$V = 1,0 \times 0,15 \times 900 \rightarrow V = 135 \text{ m}^3 = 135.000 \text{ L}$$

ou:

$$Q = 135.000 / 30 \rightarrow Q = 4.500 \text{ L/dia}$$

(valor: 1,0 ponto)

Considerando uma perda de 20% sobre o volume captado, utilizada pela água inicial da chuva para lavar a superfície de captação, teremos captado pelo telhado para consumo:

$$V_T = V - 0,2 \times V \rightarrow V_T = 0,8 \times V$$

daí:

$$V_T = 0,8 \times 135.000 \rightarrow V_T = 108.000 \text{ L}$$

ou:

$$Q_T = 108.000 / 30 \rightarrow Q_T = 3.600 \text{ L/dia}$$

(valor: 1,0 ponto)

- b2) Quantidade de água disponibilizada pelo poço por dia**

$$\text{Da Figura 1} \rightarrow V_P = 12,96 \text{ m}^3 = 12.960 \text{ L}$$

ou:

$$Q_P = 12.960 \text{ L/dia}$$

(valor: 1,0 ponto)

- b3) Quantidade de água captada pelo telhado mais a água disponibilizada pelo poço**

$$V_A = V_T + V_P \times 30$$

$$V_A = 108.000 + 12.960 \times 30 \rightarrow V_A = 496.800 \text{ L (por mês)}$$

ou:

$$Q_A = 496.800 / 30 \rightarrow Q_A = 16.560 \text{ L/dia}$$

ou:

$$Q_A = 0,15 \text{ L/s} + 0,042 \text{ L/s} \rightarrow Q_A = 0,192 \text{ L/s}$$

(valor: 1,0 ponto)

- b4) Consumo diário do prédio**

$$Q_C = \text{população} \times \text{quota per capita}$$

$$Q_C = 84 \times 250 \rightarrow Q_C = 21.000 \text{ L/dia}$$

ou:

$$Q_C = 21.000 \times 30 \rightarrow Q_C = 630.000 \text{ L/mês}$$

ou:

$$Q_C = 0,243 \text{ L/s}$$

(valor: 1,0 ponto)

Conclusão:

(valor: 1,0 ponto)

A água captada pelo telhado mais a água disponibilizada pelo poço não suprem a necessidade de consumo do prédio, pois a quantidade de água captada pelo telhado mais a água disponibilizada pelo poço: $Q_A = 16.560 \text{ L/dia} = 496.800 \text{ L/mês}$ é menor que o consumo do prédio $Q_C = 21.000 \text{ L/dia} = 630.000 \text{ L/mês}$. Há, portanto, uma falta de $(21.000 - 16.560 = 4.440 \text{ L/dia})$.

- c) Determinação do número de pessoas que podem ser atendidas com a água captada pelo telhado** (valor: 3,0 pontos)

$$N = \frac{Q_T}{q}$$

onde:

$$Q_T = 3.600 \text{ L/dia};$$

$$q = 250 \text{ L/dia/pessoa}.$$

$$\text{daí: } N = \frac{3.600}{250} \rightarrow N = 14,4$$

Podem ser atendidas 14 pessoas.

Questão nº 8**Padrão de Resposta Esperado:****a) CÁLCULO DO CUSTO DO CIMENTO P/ 1m³ DE CONCRETO**

Pelo exposto no enunciado, tem-se que

$$V_{\text{conc}} = V_{\text{sc}} + V_{\text{sa}} + V_{\text{sb}} + V_{\text{w}} \quad (1)$$

onde:

- V_{conc} – volume de concreto;
- V_{sc} – volume de sólidos do cimento;
- V_{sa} – volume de sólidos da areia;
- V_{sb} – volume de sólidos da brita;
- V_{w} – volume da água.

Como os volumes da equação (1) são dados pela relação entre a massa dos materiais e suas respectivas massas específicas (dos sólidos, no caso do cimento, e dos agregados) e como se deseja o cálculo para $V_{\text{conc}} = 1 \text{ m}^3$, tem-se:

$$1 = \frac{M_{\text{c}}}{\rho_{\text{sc}}} + \frac{M_{\text{a}}}{\rho_{\text{sa}}} + \frac{M_{\text{b}}}{\rho_{\text{sb}}} + \frac{M_{\text{w}}}{\rho_{\text{w}}} \quad (2)$$

em que:

- M_{c} = massa de cimento p/ 1 m³ de concreto;
- M_{a} = massa de areia seca p/ 1 m³ de concreto;
- M_{b} = massa de brita (seca) p/ 1 m³ de concreto;
- M_{w} = massa de água para 1 m³ de concreto;
- ρ_{w} = massa específica da água = 1.000 kg/m³.

Como o traço em massa dado por

$$1 : 2,00 : 3,30 : 0,56 \quad (3)$$

apresenta a proporcionalidade entre cada um dos componentes do concreto, as equações (2) e (3) permitem que se escreva:

$$\begin{aligned} \frac{M_{\text{c}}}{\rho_{\text{sc}}} + \frac{2,00M_{\text{c}}}{\rho_{\text{sa}}} + \frac{3,30M_{\text{c}}}{\rho_{\text{sb}}} + \frac{0,56M_{\text{c}}}{\rho_{\text{w}}} &= 1 \\ M_{\text{c}} &= \frac{1}{\frac{1}{\rho_{\text{sc}}} + \frac{2,00}{\rho_{\text{sa}}} + \frac{3,30}{\rho_{\text{sb}}} + \frac{0,56}{\rho_{\text{w}}}} \\ &\text{ou} \\ M_{\text{c}} &= \frac{1.000}{\frac{1.000}{\rho_{\text{sc}}} + \frac{2.000}{\rho_{\text{sa}}} + \frac{3.300}{\rho_{\text{sb}}} + \frac{560}{\rho_{\text{w}}}} \end{aligned}$$

Substituindo-se as massas específicas pelos seus valores, tem-se:

$$M_c = \frac{1.000}{\frac{1.000}{3.140} + \frac{2.000}{2.640} + \frac{3.300}{2.780} + \frac{560}{1.000}}$$

$$M_c = \frac{1.000}{0,3185 + 0,7576 + 1,1871 + 0,560} = \frac{1.000}{2,8232}$$

$M_c = 354,21 \text{ kg}$

(4)

(valor: 2,0 pontos)

Obs.: Admitir valores de $M_c = 344 \text{ kg}$ a $M_c = 355 \text{ kg}$, pois com

5 casas decimais, tem-se:

$$M_c = \frac{1}{0,00032 + 0,00076 + 0,00119 + 0,00056} = \frac{1}{0,00283} = 353,36 \text{ kg}$$

e com 4 casas decimais, tem-se:

$$M_c = \frac{1}{0,0003 + 0,0008 + 0,0012 + 0,0006} = \frac{1}{0,0029} = 344,83 \text{ kg}$$

CUSTO DO CIMENTO P/ 1m^3 DE CONCRETO – C_c

Como 1 saco de 50 kg custa R\$ 12,00

$$C_c = M_c \cdot \frac{12,00}{50} = 354,21 \cdot \frac{12}{50}$$

$C_c = \text{R\$ } 85,01$

(5)

(valor: 1,0 ponto)

Obs.: Admitir valores de R\$ 82,00 a R\$ 86,00.

b) CUSTO DA AREIA P/ 1m^3 DE CONCRETO

Pela proporcionalidade do traço dado (3)

$$M_a = 2,00 M_c$$

Substituindo-se M_c pelo valor de (4),

$$M_c = 2,00 \times 354,21$$

$M_a = 708,42 \text{ kg}$

(6)

(valor: 0,5 ponto)

Obs.: Admitir valores de: $M_a = 688 \text{ kg}$ a $M_a = 710 \text{ kg}$.

A esta massa corresponde um volume de areia seca (V_a), que é:

$$V_a = \frac{M_a}{\rho_{da}} = \frac{708,42}{1.520}$$

$$V_a = 0,466 \text{ m}^3$$

(7)

(valor: 1,0 ponto)

Obs.: Aceitar valores de $V_a = 0,453 \text{ m}^3$ a $V_a = 0,467 \text{ m}^3$

Entretanto, a areia é fornecida com 4% de umidade, a que corresponde um coeficiente de inchamento $CI = 1,26$.

Como $CI = \frac{V}{V_a}$, onde:

V – volume de areia úmida;

V_a – volume de areia seca;

$$V = V_a \cdot CI = 0,466 \times 1,26$$

$$V = 0,587 \text{ m}^3$$

(8)

(valor: 1,0 ponto)

que corresponde ao volume da areia para 1 m^3 de concreto nas condições em que é fornecida.

Obs.: Aceitar valores de $V = 0,571 \text{ m}^3$ a $V = 0,588 \text{ m}^3$.

CUSTO DA AREIA P/ 1 m^3 DE CONCRETO – C_a

$$C_a = 0,587 \times 20,00$$

$$C_a = \text{R\$ } 11,74$$

(9)

(valor: 1,0 ponto)

Obs.: Admitir valores de R\$ 11,00 a R\$ 12,00.

c) CUSTO DA BRITA P/ 1 m^3 DE CONCRETO

Pelo traço em (3)

$$M_b = 3,30 M_c$$

$$M_b = 3,30 M_c$$

Substituindo o valor de M_c (4)

$$M_b = 3,30 \times 354,21$$

$$M_b = 1.168,89 \text{ kg}$$

(10)

(valor: 0,5 ponto)

Obs.:

Admitir valores de M_b de 1.135 kg a 1.172 kg .

O índice de vazios (e) é definido como

$$e = \frac{V_v}{V_s}, \text{ donde } \boxed{V_v = e \cdot V_s} \quad (11)$$

e onde:

V_v – volume de vazios;
 V_s – volume de sólidos.

Por outro lado, o volume total (V) é

$$V = V_v + V_s \quad \therefore \boxed{V_v = V - V_s} \quad (12)$$

levando (11) a (12) tem-se que

$$e \cdot V_s = V - V_s \quad \therefore \boxed{V = V_s (1 + e)} \quad (13)$$

Aplicando (13) no caso da brita:

$$V_b = V_{sb} (1 + e), \text{ como } V_{sb} = \frac{M_b}{\rho_{sb}}$$

$$V_b = \frac{M_b}{\rho_{sb}} (1 + e), \text{ substituindo pelos valores}$$

$$V_b = \frac{1.168,89}{2.780} (1 + 0,98) = 0,4205 \times 1,98 \quad (\text{valor: 1,0 ponto})$$

Obs.: Admitir valores de V_b de $0,808 \text{ m}^3$ a $0,835 \text{ m}^3$

$$\boxed{V_b = 0,833 \text{ m}^3} \quad (14)$$

CÁLCULO DO CUSTO DA BRITA P/ 1 m^3 DE CONCRETO

O custo da brita (C_b) será:

$$C_b = V_b \times 25,00$$

$$C_b = 0,833 \times 25,00$$

$$\boxed{C_b = \text{R\$ } 20,83} \quad (15)$$

(valor: 1,0 ponto)

Obs.: Aceitar valores entre R\$ 20,00 e R\$ 21,00.

d) CUSTO DOS MATERIAIS P/ 1 m^3 DE CONCRETO

$$\boxed{C_{\text{conc}} = C_c + C_a + C_b}, \text{ (16) onde:}$$

C_{conc} = custo dos materiais para preparo de 1 m^3 de concreto.

Levando à (16) os valores de (5), (9) e (15) tem-se:

$$C_{\text{conc}} = 85,01 + 11,74 + 20,83 = 117,58.$$

$$\boxed{C_{\text{conc}} = \text{R\$ } 117,58}$$

Obs.: Aceitar valores de R\$ 113,00 a R\$ 119,00.

(valor: 1,0 ponto)

Questão nº 9

Padrão de Resposta Esperado:

- a) Determinação da vazão turbinada: como a vazão derivada pelas turbinas é de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{95}) conforme Fig. 1e há a previsão de 2 turbinas idênticas, a vazão de uma turbina é de $1 \text{ m}^3/\text{s}$. **(valor: 1,0 ponto)**

Potência da turbina: $P_T = \gamma Q H_L \eta_T$

Altura de queda líquida $H_L = 113,00 - 2,00 = 111,00 \text{ m}$

(valor: 1,0 ponto)

$P_T = 10 \times 1 \times 111,00 \times 0,90 = 999 \text{ kW}$

(valor: 1,0 ponto)

Potência da turbina: 999 kW (aceita-se 1000 kW).

- b) Como os custos do vertedouro e da barragem de terra são dados pelas equações, o custo total do vertedouro e da barragem de terra é dado pela soma das duas equações. Como se quer a situação mais econômica, basta achar o ponto de mínimo da equação de custo total.

Custo da barragem (CB)	Custo do vertedouro (CV)	Custo total
$CB = L^2 - 100 L + 4190$	$CV = L^2 + 10 L + 10$	$CVB = 2L^2 - 90 L + 4200$

(valor: 2,0 pontos)

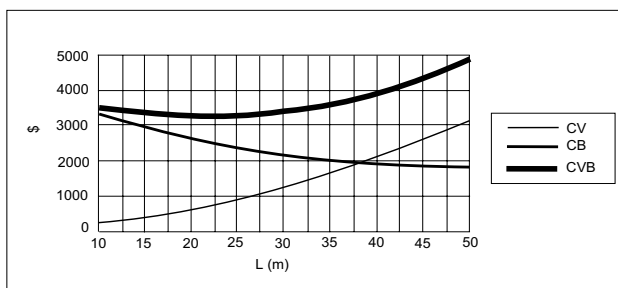
Derivando e igualando a zero para achar o ponto de mínimo, tem-se:

$0 = 4 L - 90$, portanto $L = 22,5 \text{ m}$

(valor: 2,0 pontos)

O comprimento do vertedouro deverá ser de 22,5 m.

Aceita-se também resolução gráfica.



- c) **Resposta:** O impacto ambiental, considerando o potencial erosivo, irá aumentar, uma vez que a velocidade do escoamento irá aumentar com a retificação.

A velocidade irá aumentar porque a declividade do trecho aumentará em 7,5 vezes, o que irá acarretar um aumento da erosão do leito e das margens do rio, causando um impacto ambiental. **(valor: 3,0 pontos)**

Questão nº 10**Padrão de Resposta Esperado:****a) • ESTABILIDADE DO BLOCO QUANTO AO ESCORREGAMENTO NA SUPERFÍCIE DO TALUDE NATURAL AB**

O bloco não escorrega, porque o ângulo de atrito entre o bloco e a superfície do talude AB ($\phi_{AB} = 34^\circ$) é maior que o ângulo de inclinação desta superfície (28°), não havendo, portanto, a possibilidade de escorregamento. **(valor: 1,0 ponto)**

• ESTABILIDADE QUANTO AO TOMBAMENTO

Observa-se na Figura 1 que o peso W do bloco se decompõe em uma componente normal ao plano do talude N e em uma componente paralela a este plano T , onde:

$$N = W \cos \alpha \quad ; \quad (1)$$

$$T = W \cos (90 - \alpha) \quad \text{ou} \quad T = W \sin \alpha \quad (2)$$

Analisa-se a estabilidade do bloco, quanto ao tombamento, verificando-se a possibilidade de rotação do mesmo em torno da aresta mais baixa (paralela à linha de transição) e na direção da inclinação do talude, o que se faz considerando os momentos de N e T em relação ao ponto P indicado na Figura 1.

Assim, para que o bloco seja estável, $N \cdot l/2 > T \cdot h/2$

Substituindo-se N e T pelas equações (1) e (2), tem-se:

$$W \cos \alpha \cdot l/2 > W \sin \alpha \cdot h/2 \quad ; \quad \text{simplicando,} \quad \cos \alpha \cdot l > \sin \alpha \cdot h,$$

donde

$$l/h > \sin \alpha / \cos \alpha \quad \text{ou} \quad l/h > \tan \alpha \quad (3)$$

Substituindo-se pelos valores deste caso, tem-se:

$$l/h = 0,70 / 1,50 = 0,4667 \quad \text{e} \quad \tan \alpha = \tan 28^\circ = 0,5317$$

Estes valores não satisfazem a inequação (3) porque $0,4667 < 0,5317$

Logo, o bloco não é estável quanto ao tombamento.

(valor: 2,0 pontos)

Vê-se, portanto, que o bloco tomba em torno da aresta que contém o ponto P.

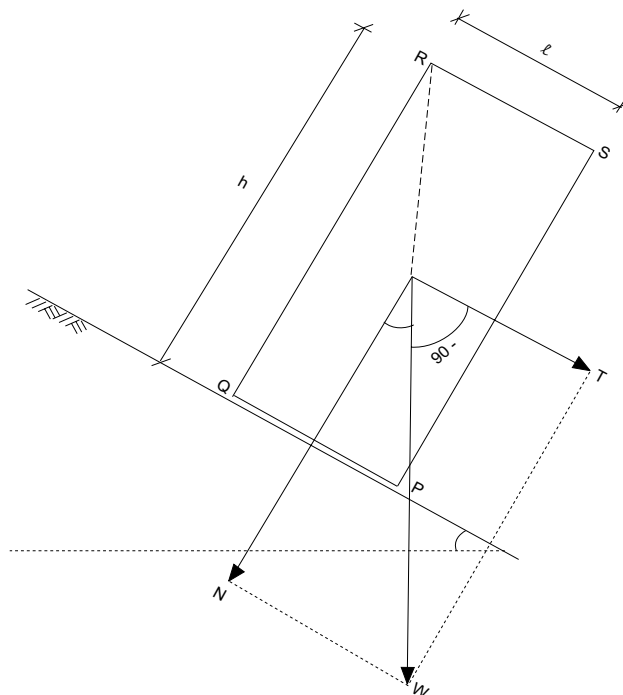


Figura 1

CONTINUAÇÃO DO MOVIMENTO DO BLOCO

Observa-se na Figura 2 que, após tomba, o bloco fica parcialmente apoiado através da face PS, mas, devido à proximidade da linha de transição entre o talude natural AB e o de escavação BC, ele fica com 2/3 de seu volume em balanço, porque a distância inicial $d = 0,50$ m é exatamente 1/3 da altura inicial $h = 1,50$ m.

Portanto, ele permanece sem equilíbrio e, assim, continua girando no sentido horário em torno de B, linha de transição, até apoiar-se no talude BC de escavação. **(valor: 2,0 pontos)**

Entretanto, ao alcançar esta nova posição (Figura 3), o bloco continua sem equilíbrio porque escorrega ao longo desta superfície até atingir o pátio, uma vez que, nesta superfície BC, o ângulo de atrito bloco/superfície ($\phi_{BC} = 30^\circ$) é muito inferior ao ângulo de inclinação deste talude ($\beta = 60^\circ$). **(valor: 1,0 ponto)**

b) . PARA CONFERIR ESTABILIDADE AO BLOCO

Para tornar o bloco estável, basta tombá-lo no sentido oposto ao ponto B, que caracteriza a linha de transição do talude, portanto, no sentido anti-horário, quando ele passará a repousar sobre a superfície AB através de uma face que contém a altura h .

Nesta posição, ele não escorrega, porque, como já foi visto, o ângulo de atrito entre o bloco e a superfície do talude AB ($\phi_{AB} = 34^\circ$) é maior que o ângulo de inclinação desta superfície (28°), e também não tomba, porque a relação de esbeltez se inverte, com a inversão entre a altura e o lado da base, verificando-se a condição da inequação (3), que passa a ser:

$$1,50 / 0,70 > \tan 28^\circ \quad \text{ou seja,} \quad 2,1429 > 0,5317 \quad \text{(valor: 4,0 pontos)}$$

Observação:

Pode ser aceita como resposta para esta última parte o tombamento do bloco através de uma das duas outras arestas perpendiculares à linha de transição dos taludes, cuja estabilidade também se verifica, uma vez que o bloco não escorrega nesta superfície e não tomba, como se pode verificar através dos novos parâmetros l e h , que passam a ser iguais a 0,70 m (lado da base do bloco), levados à condição de estabilidade da equação 3:

$$l/h > \tan \alpha$$

$$\frac{0,70}{0,70} > \tan 28 \quad \Rightarrow \quad 1 > 0,5317$$

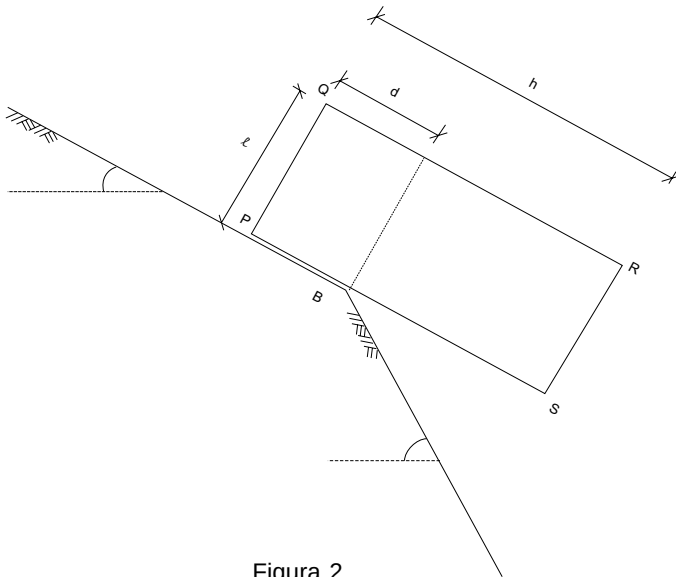


Figura 2

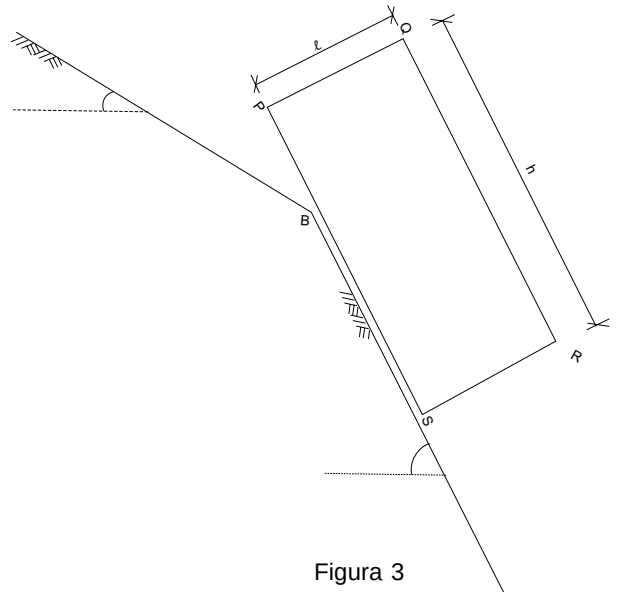


Figura 3