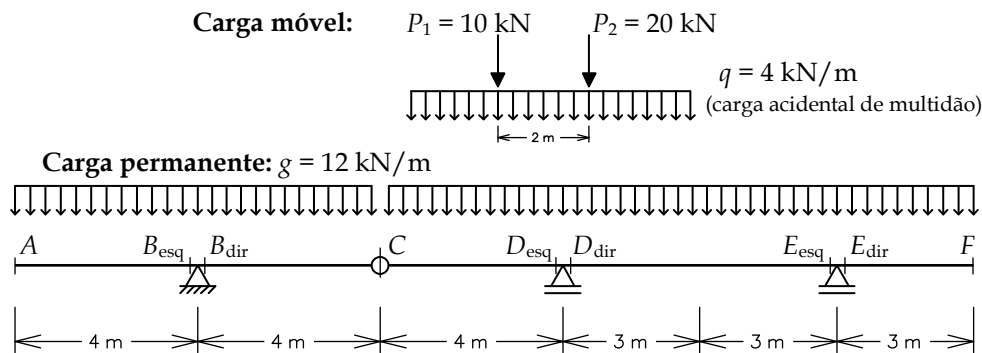


1ª Questão (4,0 pontos)

Você está envolvido no projeto de uma ponte rodoviária cujo sistema estrutural está mostrado abaixo. A carga permanente, constituída do peso próprio da estrutura, é uniformemente distribuída (g), com valor indicado na figura. O carregamento móvel está indicado na figura, sendo que q representa a carga acidental de multidão e as cargas P_1 e P_2 representam as cargas dos eixos do veículo de projeto. A carga de multidão não tem extensão definida, isto é, a sua área de atuação deve ser obtida de forma a majorar ou minorar um determinado efeito.

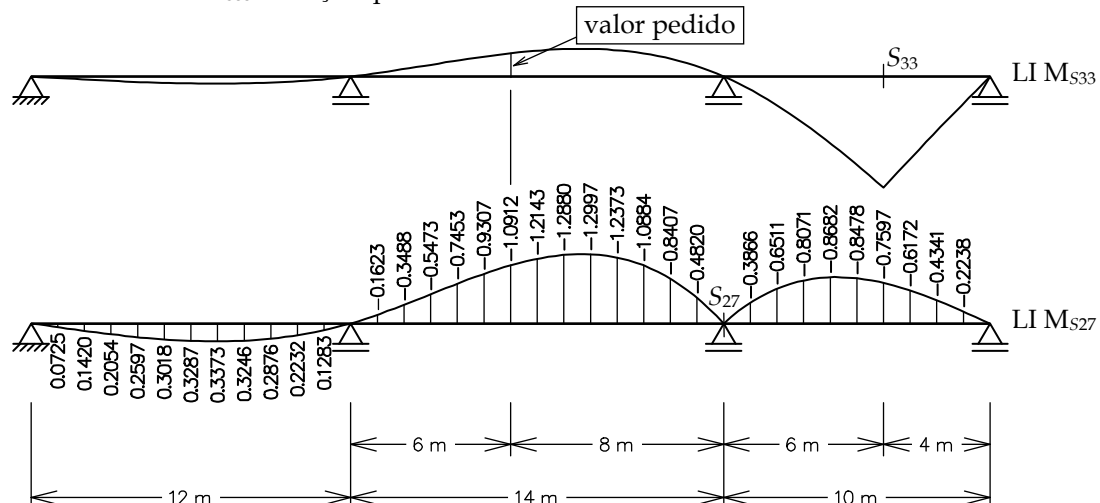
Pede-se:

- Trace as Linhas de Influência (LI) de esforços cortantes nas seções A , B_{esq} , B_{dir} , C , D_{esq} , D_{dir} , E_{esq} , E_{dir} e F , indicando valores das ordenadas e das áreas positivas e negativas.
- Indique as posições do carregamento móvel que provocam os valores mínimo e máximo do esforço cortante para cada uma dessas seções.
- Com base na carga permanente e na carga móvel, monte uma tabela de esforços cortantes mínimos e máximos nessas seções.
- Desenhe as envoltórias de esforços cortantes máximos e mínimos baseadas nos valores obtidos no item (c).



2ª Questão (1,5 pontos)

Abaixo estão mostradas as linhas de influência de momentos fletores na seção S_{33} e na seção S_{27} de uma ponte. Calcule a ordenada da LI $M_{S_{33}}$ na seção que está indicada.



3ª Questão (3,5 pontos)

Você está envolvido no projeto de uma estrutura, mas perdeu o desenho do modelo estrutural. Felizmente, você encontrou o arquivo de dados de entrada e saída para o programa de computador que foi utilizado para fazer a análise estrutural. Este arquivo está reproduzido na folha seguinte.

Os valores das componentes de deslocamentos e rotações nodais foram omitidos dos resultados. Os esforços internos nas extremidades das barras são fornecidos nos sistemas de eixos locais das barras com a convenção de sinais do Método dos Deslocamentos: esforços normais são positivos no sentido do eixo local x e negativos no sentido contrário; esforços cortantes são positivos no sentido do eixo local y e negativos no sentido contrário; e momentos fletores são positivos quando têm o sentido anti-horário e negativos no sentido contrário.

Pede-se:

- Desenhe os diagramas de esforços normais, esforços cortantes e momentos fletores fornecidos pelo modelo estrutural. Esforços normais de tração são positivos e de compressão são negativos. Esforços cortantes são positivos quando, entrando com as forças à esquerda de uma seção transversal (de quem olha da fibra inferior para a fibra superior), a resultante das forças na direção transversal à barra for para cima. O diagrama de momentos fletores é sempre desenhado do lado da fibra tracionada (1,5 pontos).
- Existem quatro erros nos resultados de esforços internos nas extremidades das barras. Identifique esses erros (2,0 pontos).

Dados de Entrada e Resultados do Modelo Computacional

Coordenadas Nodais e Condições de Suporte

Nó	X (m)	Y (m)	Desloc. X	Desloc. Y	Rotação Z
1	2.0	0.0	Fixo	Fixo	Fixo
2	6.0	0.0	Fixo	Fixo	Fixo
3	10.0	0.0	Fixo	Fixo	Livre
4	0.0	3.0	Livre	Livre	Livre
5	2.0	3.0	Livre	Livre	Livre
6	6.0	3.0	Livre	Livre	Livre
7	0.0	6.0	Livre	Livre	Livre
8	2.0	6.0	Livre	Livre	Livre

Dados das Barras

Barra	Nó inicial	Nó final	Rótula inicial	Rótula final	Mod.Elast. (kN/m ²)	Área Seção (m ²)	Mom.Inércia (m ⁴)
1	1	5	Não	Não	2.0e+08	0.0012	0.00012
2	2	6	Não	Não	2.0e+08	0.0012	0.00012
3	3	6	Não	Não	2.0e+08	0.0012	0.00012
4	5	4	Não	Não	2.0e+08	0.0012	0.00012
5	5	6	Não	Sim	2.0e+08	0.0012	0.00012
6	5	8	Não	Não	2.0e+08	0.0012	0.00012
7	7	8	Não	Não	2.0e+08	0.0012	0.00012
8	8	6	Não	Sim	2.0e+08	0.0012	0.00012

Dados de Carregamentos Uniformemente Distribuídos em Barras

Barra	Direção	Q _x (kN/m)	Q _y (kN/m)
3	Local	0.0	16.0
4	Local	0.0	8.0
5	Global	0.0	-8.0
7	Global	0.0	-8.0
8	Local	0.0	-16.0

Resultados de Esforços nas Barras (direções locais)

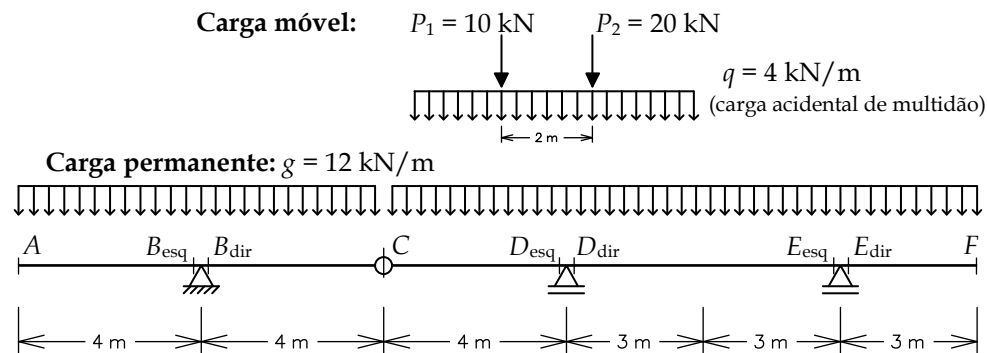
Barra	Normal Nó inicial (kN)	Normal Nó final (kN)	Cortante Nó inicial (kN)	Cortante Nó final (kN)	Momento Nó inicial (kNm)	Momento Nó final (kNm)
1	+108.20	-108.20	-10.11	+10.11	-21.53	-8.81
2	+88.80	-88.80	-26.17	+26.17	-37.66	-40.85
3	-50.77	+50.77	+31.83	-48.17	-5.43	+40.85
4	0.00	0.00	+16.00	0.00	-16.00	0.00
5	+0.87	-0.87	+23.30	+8.70	+29.21	0.00
6	+68.90	-68.90	-9.25	+9.25	-4.40	+23.34
7	0.00	0.00	0.00	+16.00	0.00	-16.00
8	-24.34	+24.34	+47.87	+32.13	+39.34	0.00

4ª Questão (1,0 ponto)

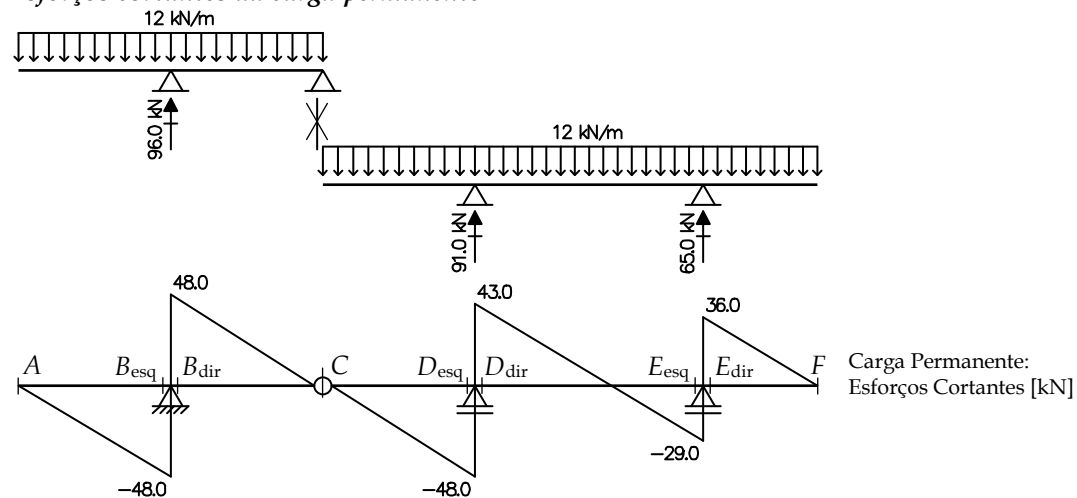
Grau vindo do terceiro trabalho (nota do trabalho x 0,1).

1ª Questão

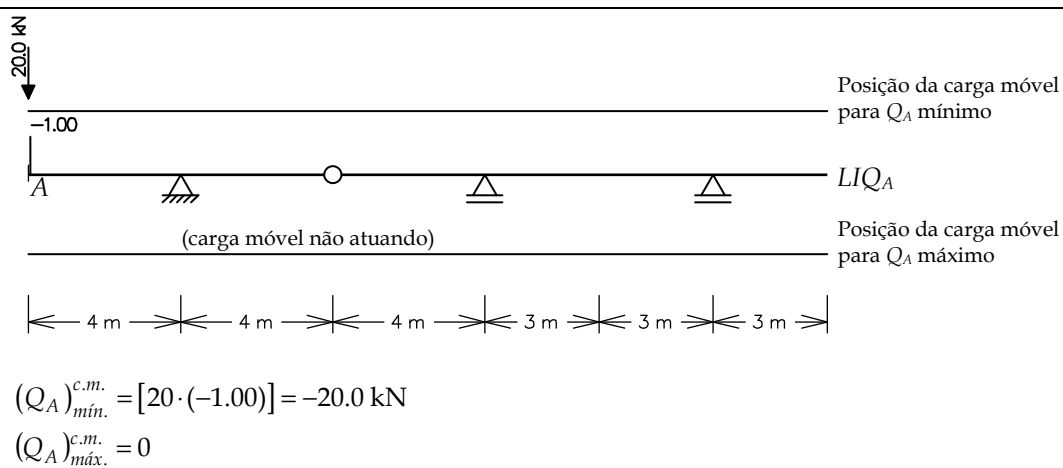
Viga Gerber isostática, carga permanente e carga móvel

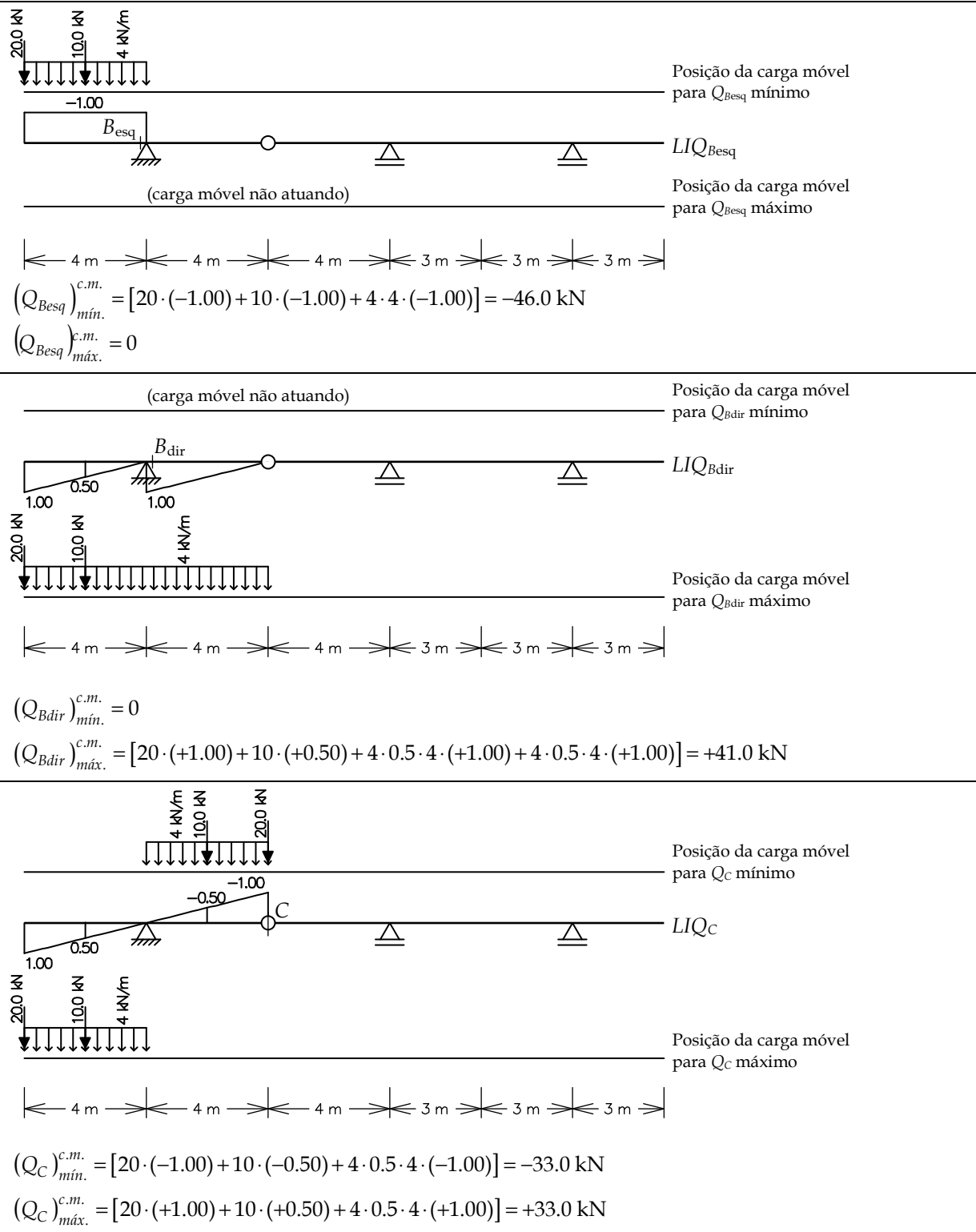


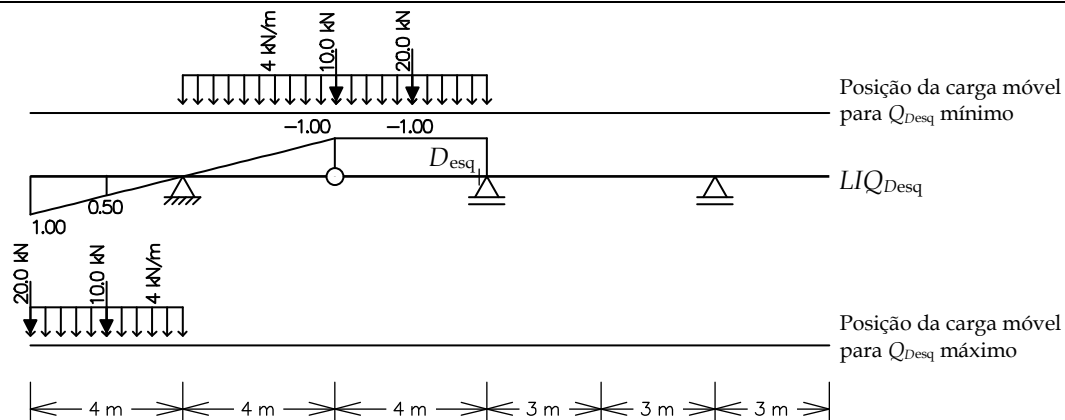
Esforços cortantes da carga permanente



Itens (a) e (b): Determinação dos esforços cortantes mínimos e máximos da carga móvel

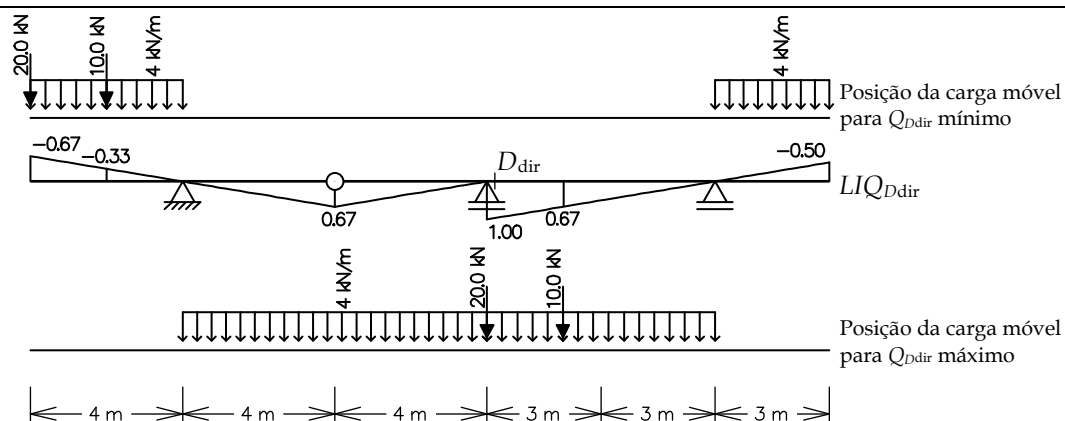






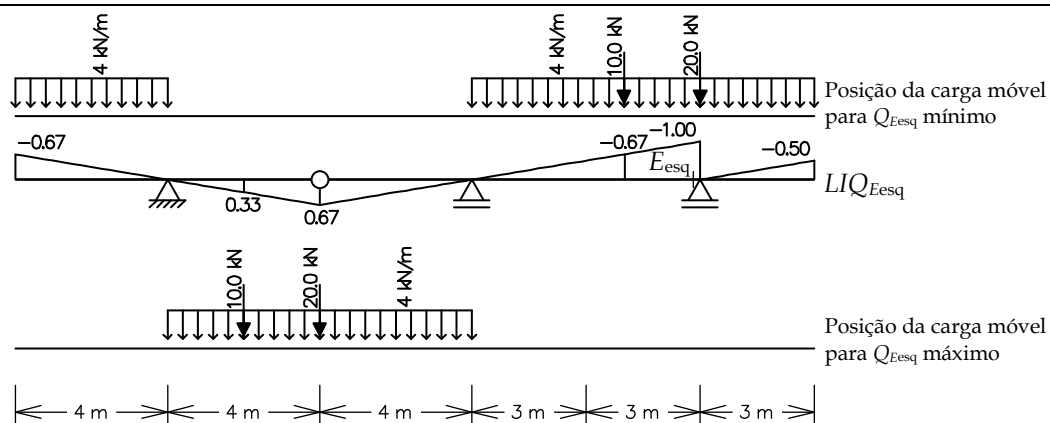
$$(Q_{Desq})_{mín.}^{c.m.} = [20 \cdot (-1.00) + 10 \cdot (-1.00) + 4 \cdot 0.5 \cdot 4 \cdot (-1.00) + 4 \cdot 4 \cdot (-1.00)] = -54.0 \text{ kN}$$

$$(Q_{Desq})_{máx.}^{c.m.} = [20 \cdot (+1.00) + 10 \cdot (+0.50) + 4 \cdot 0.5 \cdot 4 \cdot (+1.00)] = +33.0 \text{ kN}$$



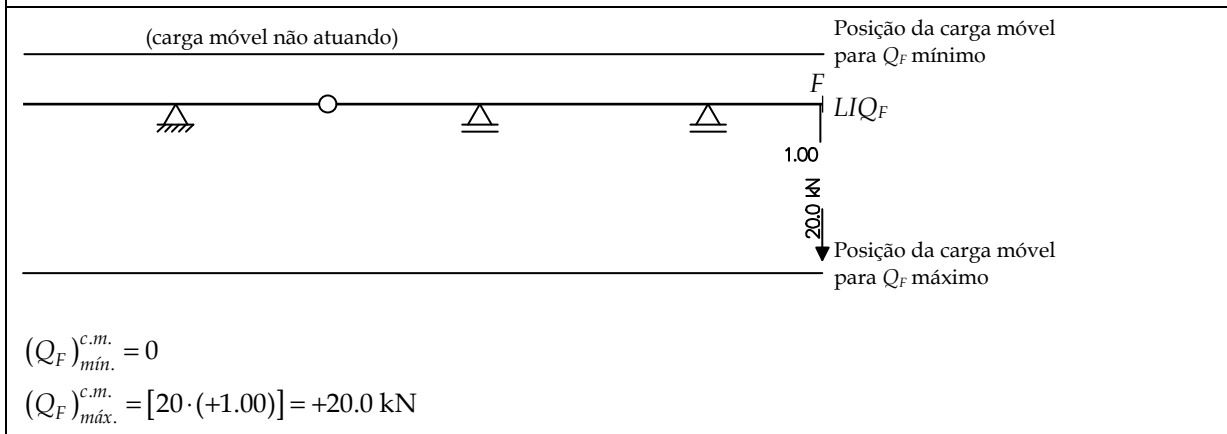
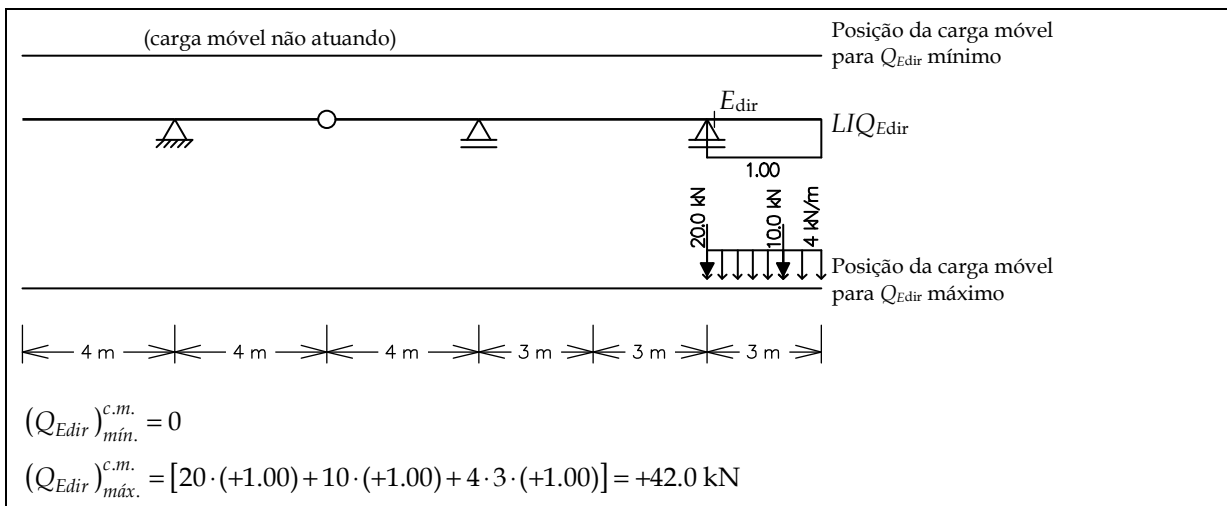
$$(Q_{Ddir})_{mín.}^{c.m.} = [20 \cdot (-0.67) + 10 \cdot (-0.33) + 4 \cdot 0.5 \cdot 4 \cdot (-0.67) + 4 \cdot 0.5 \cdot 3 \cdot (-0.50)] = -25.0 \text{ kN}$$

$$(Q_{Ddir})_{máx.}^{c.m.} = [20 \cdot (+1.00) + 10 \cdot (+0.67) + 4 \cdot 0.5 \cdot 8 \cdot (+0.67) + 4 \cdot 0.5 \cdot 6 \cdot (+1.00)] = +49.3 \text{ kN}$$



$$(Q_{Eesq})_{mín.}^{c.m.} = [20 \cdot (-1.00) + 10 \cdot (-0.67) + 4 \cdot 0.5 \cdot 4 \cdot (-0.67) + 4 \cdot 0.5 \cdot 6 \cdot (-1.00) + 4 \cdot 0.5 \cdot 3 \cdot (-0.50)] = -47.0 \text{ kN}$$

$$(Q_{Eesq})_{máx.}^{c.m.} = [20 \cdot (+0.67) + 10 \cdot (+0.33) + 4 \cdot 0.5 \cdot 8 \cdot (+0.67)] = +27.3 \text{ kN}$$



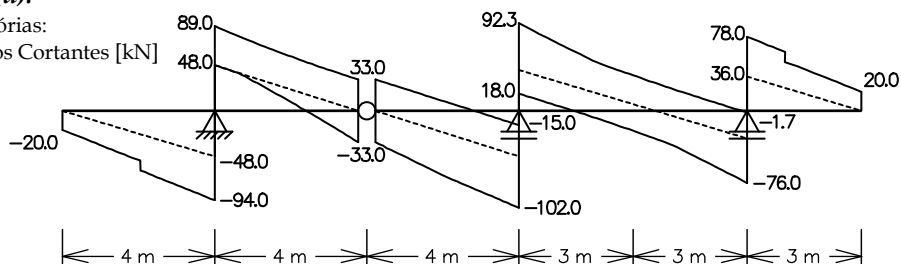
Item (c):

Envoltórias de Esforços Cortantes [kN]					
Seção	Carga Permanente	Carga Móvel		Envoltórias	
		mínimo	máximo	mínimo	máximo
A	0.0	-20.0	0.0	-20.0	0.0
Besq	-48.0	-46.0	0.0	-94.0	-48.0
Bdir	+48.0	0.0	+41.0	+48.0	+89.0
C	0.0	-33.0	+33.0	-33.0	+33.0
Desq	-48.0	-54.0	+33.0	-102.0	-15.0
Ddir	+43.0	-25.0	+49.3	+18.0	+92.3
Eesq	-29.0	-47.0	+27.3	-76.0	-1.7
Edir	+36.0	0.0	+42.0	+36.0	+78.0
F	0.0	0.0	+20.0	0.0	+20.0

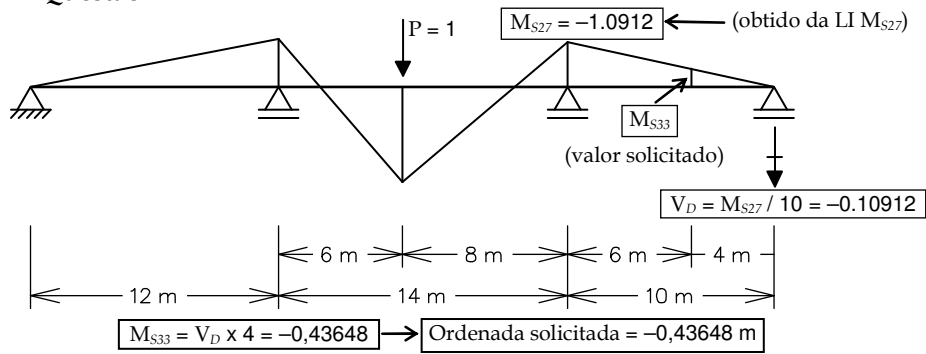
Item (d):

Envoltórias:

Esforços Cortantes [kN]



2ª Questão



3ª Questão

Itens (a) e (b)

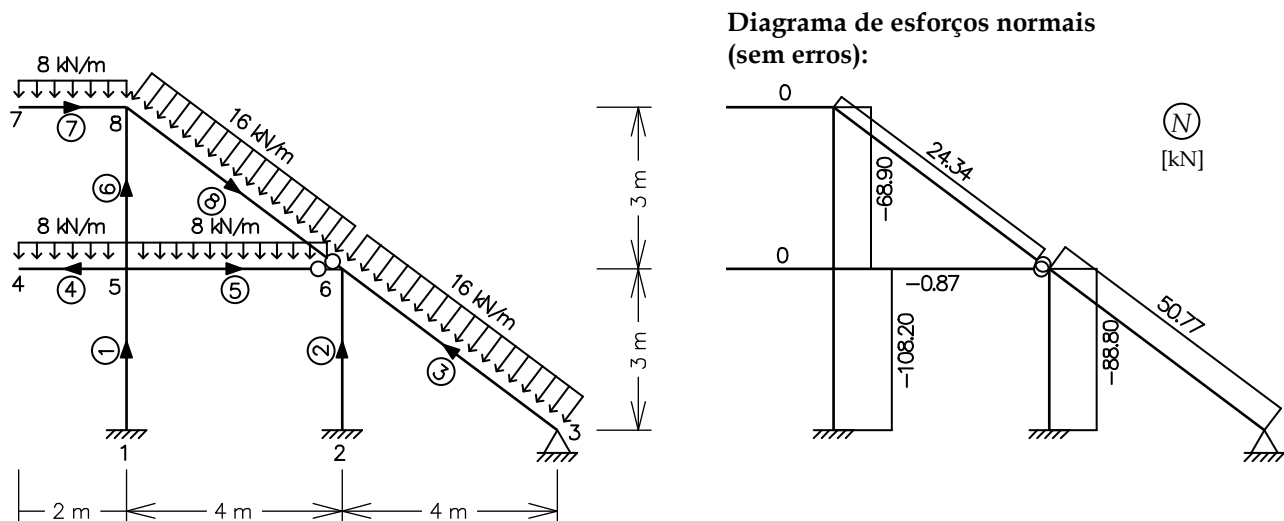
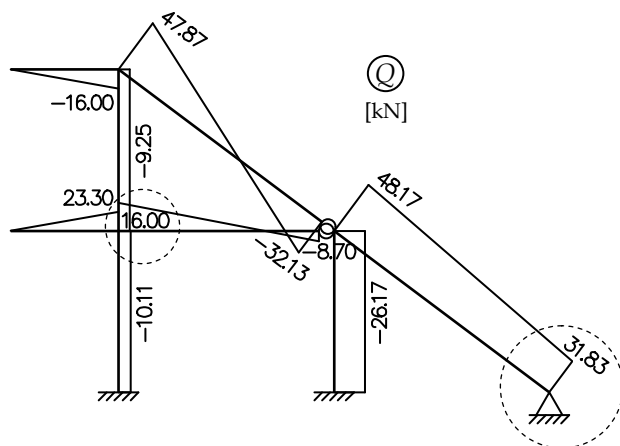
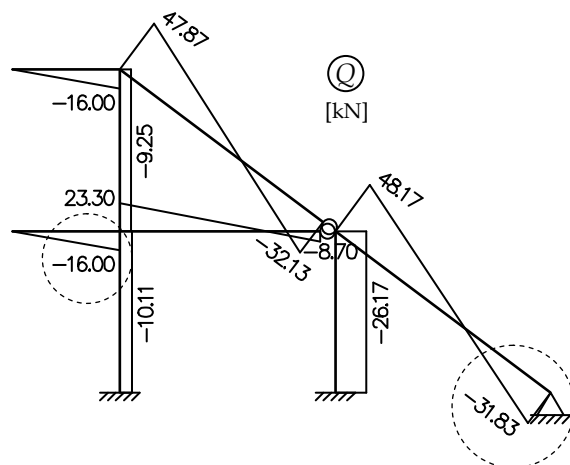


Diagrama de esforços cortantes com erros indicados:



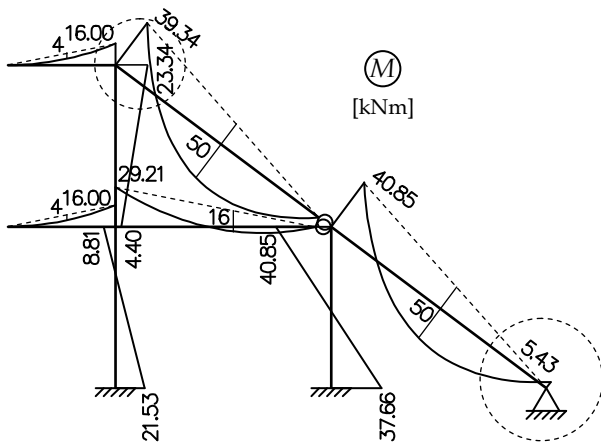
Erro 1: esforços cortantes nas extremidades da barra inclinada 3 não estão em equilíbrio com a carga uniformemente distribuída aplicada.

Diagrama de esforços cortantes com correções indicadas:



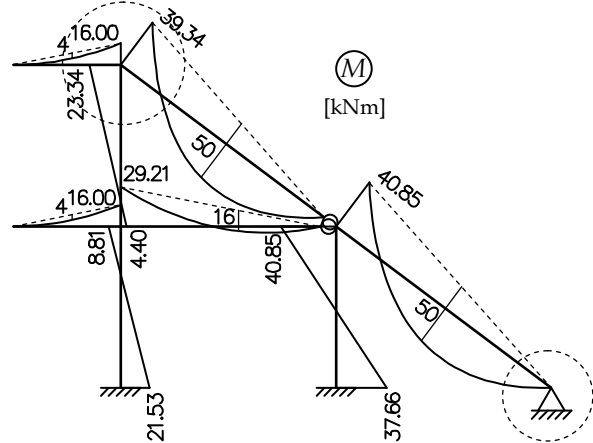
Erro 2: esforços cortantes na barra 4 em balanço não são compatíveis com a carga aplicada.

Diagrama de momentos fletores com erros indicados:



Erro 3: momentos fletores no nó 8 não satisfazem equilíbrio do nó.

Diagrama momentos fletores com correções indicadas:



Erro 4: momento fletor na extremidade inferior da barra 3 tem de ser nulo, pois a barra é a única a chegar em um apoio simples nessa extremidade.