



PREFEITURA MUNICIPAL DE VISTA ALEGRE DO PRATA/RS



DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

Passo Fundo/RS, 22 de setembro de 2025

SUMÁRIO

1. GENERALIDADES	3
2. CRITÉRIOS DE PROJETO.....	4
3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	5
3.1. Materiais.....	5
3.2. Coeficientes de ponderação.....	5
3.3. Ações.....	5
3.4. Carga móvel TB-450.....	6
3.5. Coeficientes de impacto	6
3.5.1. CIV → Coeficiente de Impacto Vertical	6
3.5.2. CNF → Coeficiente de Número de Faixas.....	7
3.5.3. CIA → Coeficiente de Impacto Adicional.....	7
4. MODELO PARA DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL DE CARGAS: PROCESSO FAUCHART.....	8
5. RESULTADOS	9
5.1. Esforços solicitantes na viga longarina mais carregada.....	9
5.2. Geometria.....	10
5.3. Protensão.....	12
5.4. Cisalhamento + fadiga	12
5.5. Cisalhamento + fadiga	12
5.5.1. Esforços Carregamento Permanente – Ftool.....	13
5.5.2. Esforços Carregamento Móvel – Ftool.....	13
5.5.3. Dimensionamento da laje	13
5.5.4. Dimensionamento Barreira New Jersey.....	14

1. GENERALIDADES

Trata-se de uma ponte em concreto armado protendido, cuja seção transversal é caracterizada por um tabuleiro apoiada sobre cortinas/pilares em concreto armado. Geometricamente, foi projetada para passagem de dois veículos (duas faixas de tráfego) e possui um passeio lateral para passagem de pedestres. A largura total da ponte é de 10,40 m.

Para fins de cálculo, foi considerado revestimento em concreto/asfalto sobre o tabuleiro com inclinação de 2% para os bordos.

Esquema geral da ponte é representado na Figura 1 a seguir.

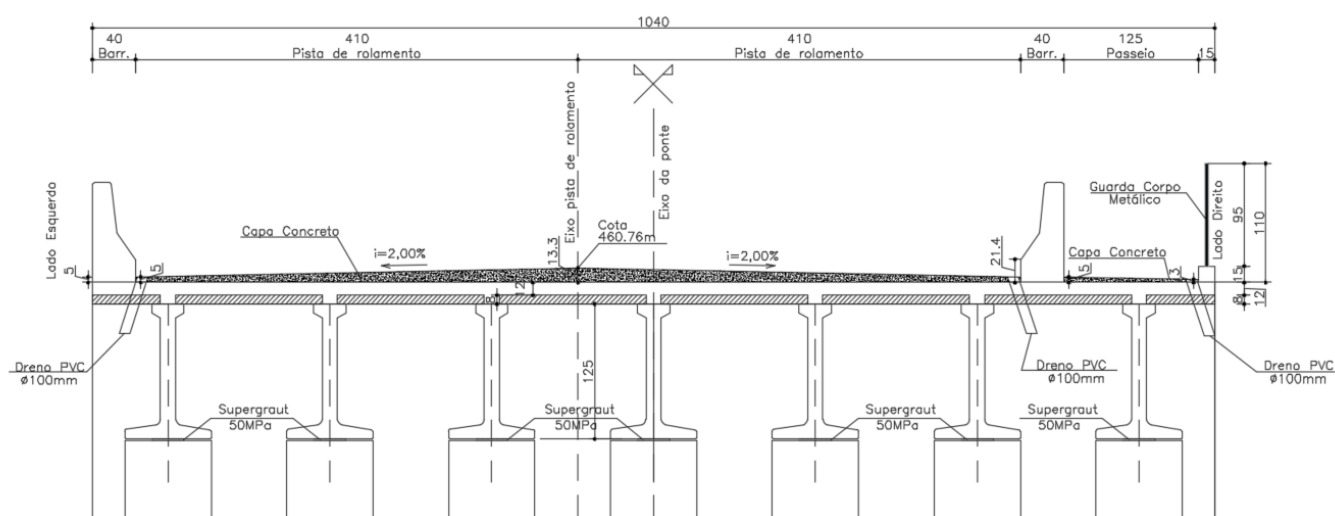


Figura 1 - Seção transversal da Ponte

2. CRITÉRIOS DE PROJETO

O presente projeto foi elaborado procurando atender as Normas Brasileiras vigentes, em particular:

- ABNT NBR 7187:2022 - Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto;
- ABNT NBR 7188: 2024 - Ações devido ao tráfego de veículos rodoviários e de pedestres em pontes, viadutos e passarelas;
- ABNT NBR 6118:2023 – Projeto de estruturas de concreto;
- ABNT NBR 6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- ABNT NBR 6122:2022 – Projeto e execução de fundações;
- ABNT NBR 7480:2024 – Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado - Requisitos;
- ABNT NBR 8953:2015 – Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência.

Sem prejuízo às especificações contidas nas Normas acima relacionadas, no detalhamento do projeto executivo deverá ser adotado:

- Cobrimento mínimo das armaduras de fundações e pilares de 5,00cm;
- Cobrimento mínimo das armaduras da mesoestrutura e superestrutura de 3,00cm;
- Cobrimento mínimo das armaduras das longarinas em concreto protendido de 3,00cm;
- Cobrimento mínimo das armaduras de lajes e placas de 2,50cm;
- Comprimento máximo das barras de aço de 12,00m;
- Aço CA-50/CA-60.

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Segue as características técnicas para o dimensionamento da obra de arte:

3.1. Materiais

- Concreto para Superestrutura – Longarinas: Fck 50Mpa
- Concreto para Superestrutura – Lajes/Pré-lajes: Fck 30Mpa
- Concreto para Infra/Mesoestrutura: Fck 30Mpa
- Aço CA 50-60
- Aço CP-190 RB

3.2. Coeficientes de ponderação

γ_f → coeficiente de ponderação das ações (cargas).

γ_s → coeficiente de ponderação da resistência do aço.

γ_c → coeficiente de ponderação da resistência do concreto.

Sendo:

γ_f → **1,35 (cargas permanente);**

γ_f → **1,50 (cargas acidentais);**

γ_s → **1,15 (aço);**

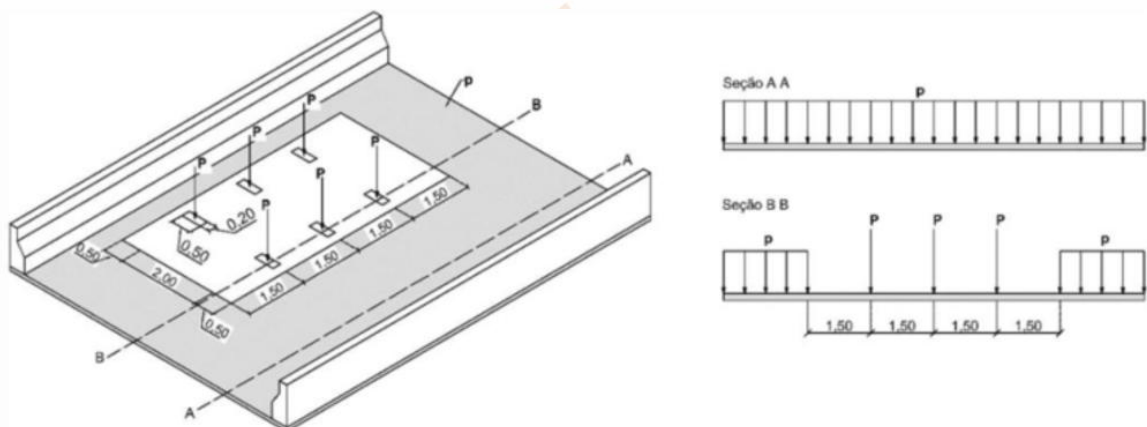
γ_c → **1,40 (concreto).**

3.3. Ações

- Permanente: (peso próprio da estrutura em concreto, barreiras)
- Variáveis: (trem-tipo rodoviário TB-450 e etc)

3.4. Carga móvel TB-450

Total = 450 Kn = 45 tf



Fonte: 7188:2024

Cargas multidão:

$$P = 5 \text{ kN/m}^2 = 0,5 \text{ tf/m}^2$$

A favor da segurança será considerado o aumento do leito carroçável na seção da OAE.

3.5. Coeficientes de impacto

3.5.1. CIV → Coeficiente de Impacto Vertical

$$\text{CIV} = 1,35 \text{ para } \ell < 10,0 \text{ m};$$

$$\text{CIV} = 1 + 1,06 \cdot \left(\frac{20}{L_{iv} + 50} \right) \text{ para } 10,0 \text{ m} \leq \ell \leq 200,0 \text{ m}$$

Com L_{iv} é o vão teórico do elemento analisado, dado em metros:

L_{iv} é o comprimento do próprio vão para estruturas isostáticas;

L_{iv} é a média aritmética dos vão nos casos de estrutura contínua;

L_{iv} é o comprimento do próprio balanço para estruturas em balanço;

L_{iv} é o menor vão para lajes com vínculos os quatro bordos.

CIV → 1,286

3.5.2. CNF → Coeficiente de Número de Faixas

$$CNF = 1 - 0,05 (n-2) \geq 0,9$$

Onde:

n → número (inteiro) da razão $b/3,5$;

b → largura do tabuleiro rodoviário transversalmente contínuo em metros, a ser carregado para uma determinada hipótese de carga.

Este coeficiente não se aplica ao dimensionamento de elementos estruturais transversais ao sentido do tráfego (lajes, transversinas, etc.).

CNF → 1,05

3.5.3. CIA → Coeficiente de Impacto Adicional

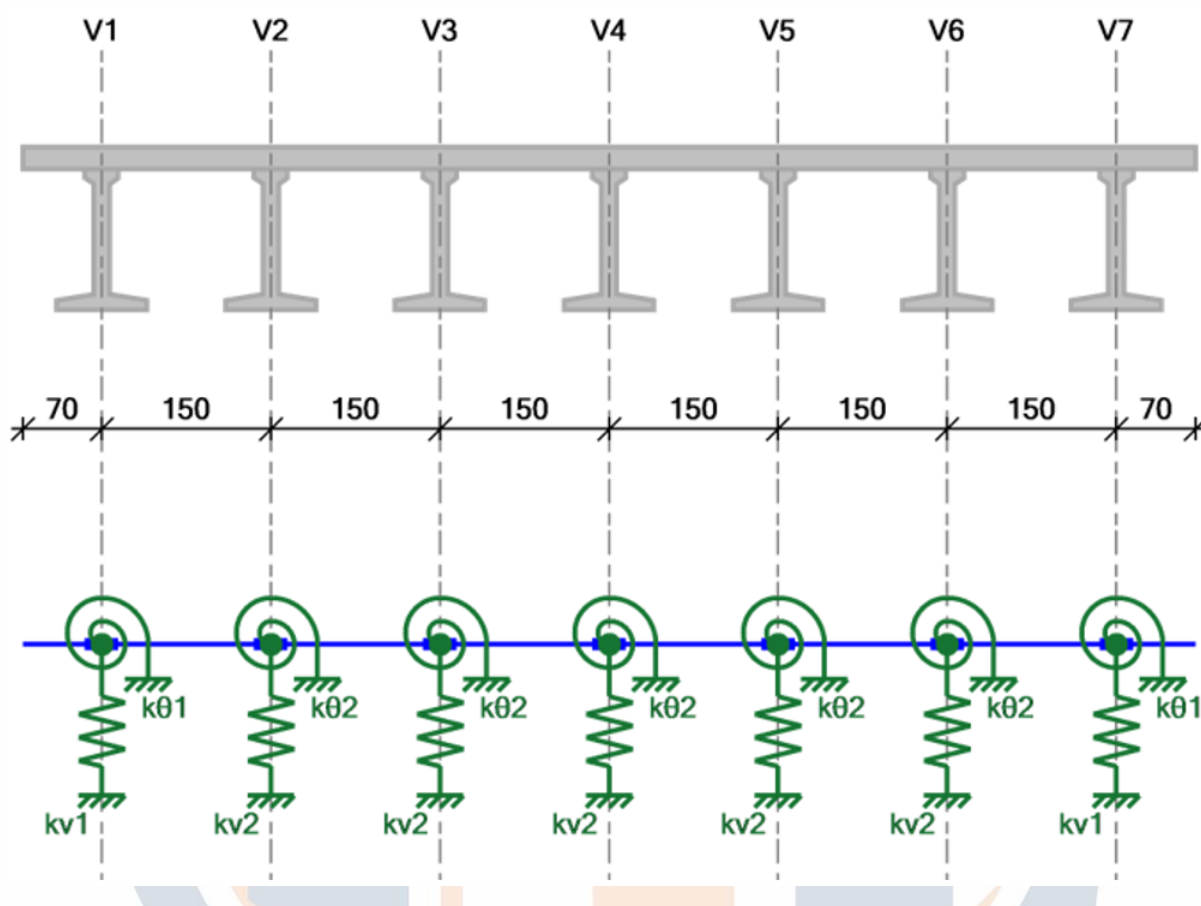
O coeficiente de impacto adicional (*CIA*) consiste em um coeficiente destinado à majoração da carga móvel característica devido à imperfeição ou à descontinuidade da pista de rolamento, no caso de juntas de dilatação e das extremidades das obras, estruturas de transição e acessos. Os esforços originados pela carga móvel determinada, devem ser majorados para o dimensionamento de lajes e transversinas, quando ligadas à laje do tabuleiro, situadas a uma distância horizontal, normal à junta, inferior a 5,0 m para cada lado da junta ou descontinuidade estrutural, pelo coeficiente de impacto adicional (*CIA*) dado por:

$CIA = 1,25$ → para obras em concreto ou mistas;

$CIA = 1,15$ → para obras em aço;

Para os demais elementos estruturais, deve-se considerar $CIA = 1,0$.

4. MODELO PARA DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL DE CARGAS: PROCESSO FAUCHART



Apoio elástico:

$$K_{v1} = 1288 \text{ kN/m}$$

$$K_{\theta1} = 876 \text{ kN.m/rad}$$

$$K_{v2} = 1303 \text{ kN/m}$$

$$K_{\theta1} = 900 \text{ kN.m/rad}$$

Propriedades das barras:

$$E_c = 32000 \text{ MPa}$$

Barra 1:

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

$$I_c = 0,00067 \text{ m}^4$$

Barra 2:

$$h = 22,5 \text{ cm}$$

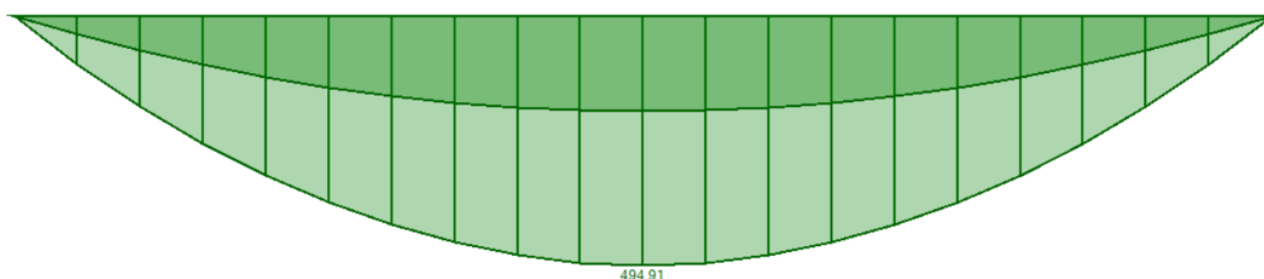
$$b_w = 100 \text{ cm}$$

$$I_c = 0,00095 \text{ m}^4$$

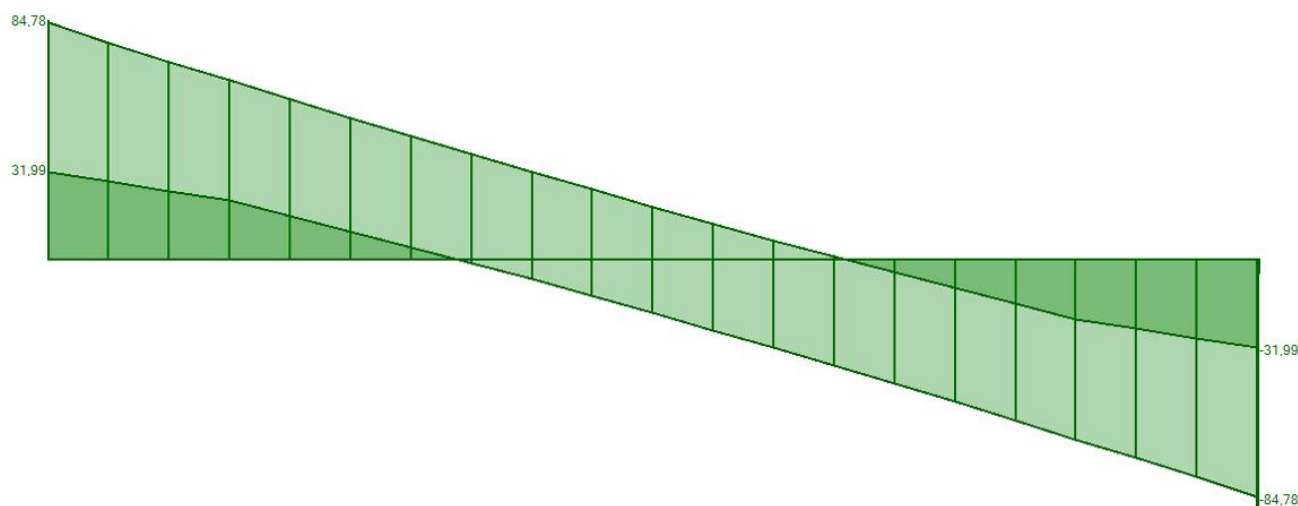
5. RESULTADOS

5.1. Esforços solicitantes na viga longarina mais carregada

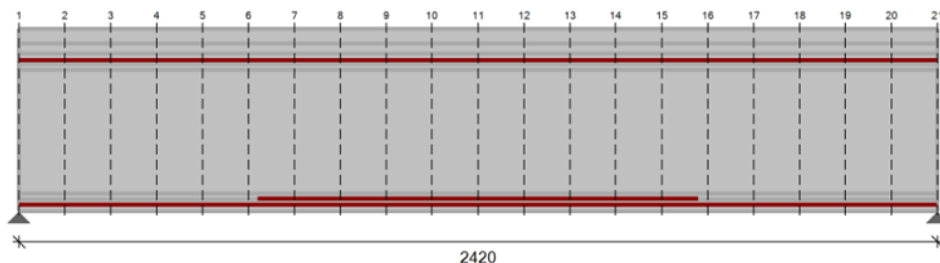
Envoltória de momento fletor combinação de cálculo: V1.



Envoltória de esforço cortante combinação de cálculo: V1.



5.2. Geometria



Concreto:

$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$
 $f_{ctm} = 4,08 \text{ MPa}$
 $E_c = 35 \text{ GPa}$
 $f_{cj} = 40 \text{ MPa}$
 $f_{ctm,j} = 2,9 \text{ MPa}$
 $E_{c,j} = 27 \text{ GPa}$
 $\gamma_c = 1,40$

Armadura ativa:

$f_{ctk} = 1.900,00$
 $f_{pyk} = 1.710,00$
 $E_p = 200 \text{ GPa}$
 $\gamma_p = 1,15$

Armadura passiva:

$f_{yk} = 500,00$
 $E_s = 210 \text{ GPa}$
 $\gamma_s = 1,15$

Tabela 1: Propriedades geométricas seção transversal (ATO de protensão)

Seção	x (m)	h (m)	y _i (m)	y _s (m)	A _c (m²)	I _c (m⁴)	W _i (m³)	W _s (m³)
1	0	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
2	1,21	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
3	2,42	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
4	3,63	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
5	4,84	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
6	6,05	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
7	7,26	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
8	8,47	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
9	9,68	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
10	10,89	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
11	12,1	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
12	13,31	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
13	14,52	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
14	15,73	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
15	16,94	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
16	18,15	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
17	19,36	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
18	20,57	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
19	21,78	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
20	22,99	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479
21	24,2	1,25	0,50022	0,74978	0,2677	0,04858	0,09712	0,06479

Tabela 2: Propriedades geométricas seção transversal (FASE FINAL)

Seção	x (m)	h (m)	y _i (m)	y _s (m)	A _c (m²)	I _c (m⁴)	W _i (m³)	W _s (m³)
1	0	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
2	1,21	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
3	2,42	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
4	3,63	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
5	4,84	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
6	6,05	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
7	7,26	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
8	8,47	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
9	9,68	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
10	10,89	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
11	12,1	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
12	13,31	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
13	14,52	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
14	15,73	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
15	16,94	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
16	18,15	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
17	19,36	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
18	20,57	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
19	21,78	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
20	22,99	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893
21	24,2	1,45	0,80774	0,64226	0,41057	0,12158	0,15052	0,1893

Tabela 3: Casos de carregamentos considerados

Caso	γ _f	γ _f (fav.)	Ψ ₀	Ψ ₁	Ψ ₂
Peso próprio (G0)	1,35	1	-	-	-
Hiperestático de protensão (HP)	1,1	0,9	-	-	-
Permanente (G1)	1,35	1	-	-	-
Acidental (Q)	1,5	-	0,7	0,5	0,3

γ_f = coeficiente de ponderação para as ações

Ψ₀ = fator de redução de combinação para ELU

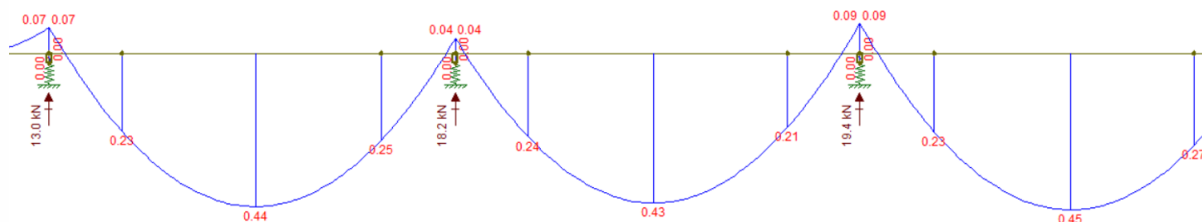
Ψ₁ = fator de redução de combinação frequente para ELS

Ψ₂ = fator de redução de combinação quase permanente para ELS

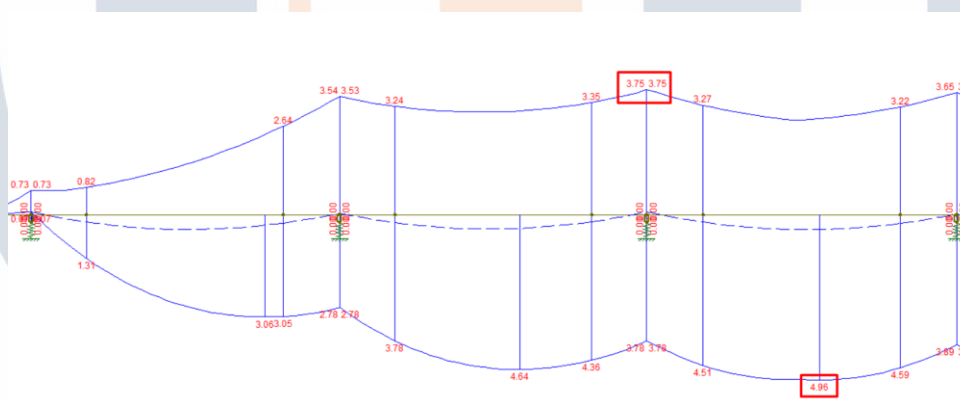
mentos pelas vigas, é redistribuída e

Deslocamento Permanente – F_{tool}

5.5.1. Esforços Carregamento Permanente – Ftool



5.5.2. Esforços Carregamento Móvel – Ftool

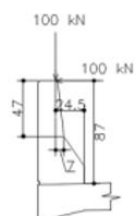


5.5.3. Dimensionamento da laje

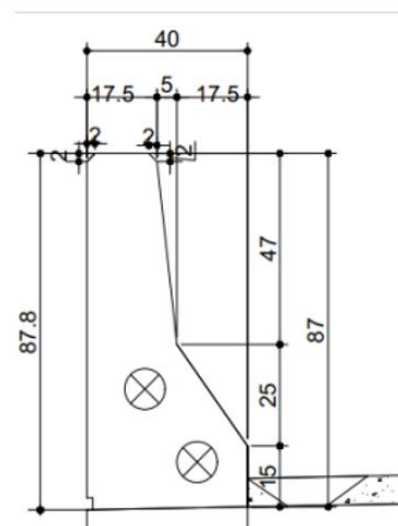
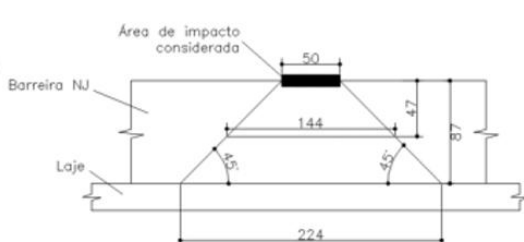
[illegible]

5.5.4. Dimensionamento Barreira New Jersey

CORTE



VISTA FRONTAL



h total da barreira =	0,870 m
h centro barreira =	0,470 m
Largura total =	0,400 m
Largura no centro =	0,225 m
d na base =	0,360 m
d no centro =	0,185 m
Afast. carga centro =	0,245 m
Afast. carga base =	0,070 m
extensão base =	2,240 m
extensão centro =	1,440 m
Md base =	49,78 tf.m/m
Md centro =	37,50 tf.m/m

f_{ck} =	30 MPa
f_{yk} =	500 MPa
γ_c =	1,2
γ_s =	1,1
$x/d \leq$	0,45
$A_{s,min} (\%)$	0,15

Segundo a tabela 12.1 da NBR6118:2014, para combinações excepcionais pode utilizar os coeficientes de ponderação das resistências como $\gamma_c = 1,2$ e $\gamma_s = 1,0$.

Seção	M_d (kNm)	bw (cm)	h (cm)	d (cm)	kmd	kx	kz	x (cm)	$A_{s,cal}$ (cm ² /m)	$A_{s,min}$ (cm ² /m)	A_s (cm ² /m)	ϕ (mm)	Esp (cm)	Adotado (cm)	A_s Adotado (cm ² /m)
Md base =	49,78 tf.m/m	100	40,00 m	36,00 m	0,015	0,023	0,991	0,82	3,07	6,00	6,00	ø 10,0	C/ 13,1	C/ 13,00	6,04
Md centro =	37,50 tf.m/m	100	22,50 m	18,50 m	0,044	0,066	0,974	1,22	4,58	3,38	4,58	ø 10,0	C/ 17,1	C/ 13,00	6,04

Portanto, adotado Ø10 c/ 13cm.

Passo Fundo/RS, 22 de setembro de 2025.

Atenciosamente,

Laudar Engenharia Ltda
CNPJ 32.046.324/0001-57
Responsável Legal e Responsável Técnico
Anderson J. Poltronieri
CREA RS 174506