

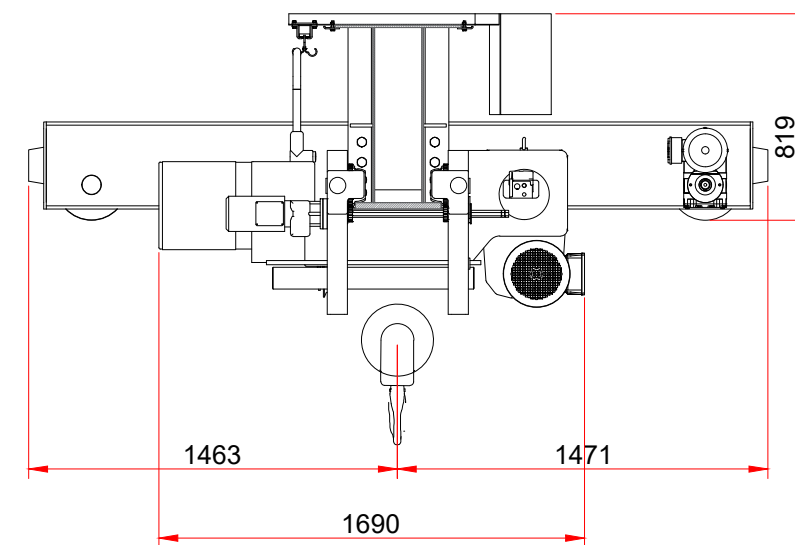
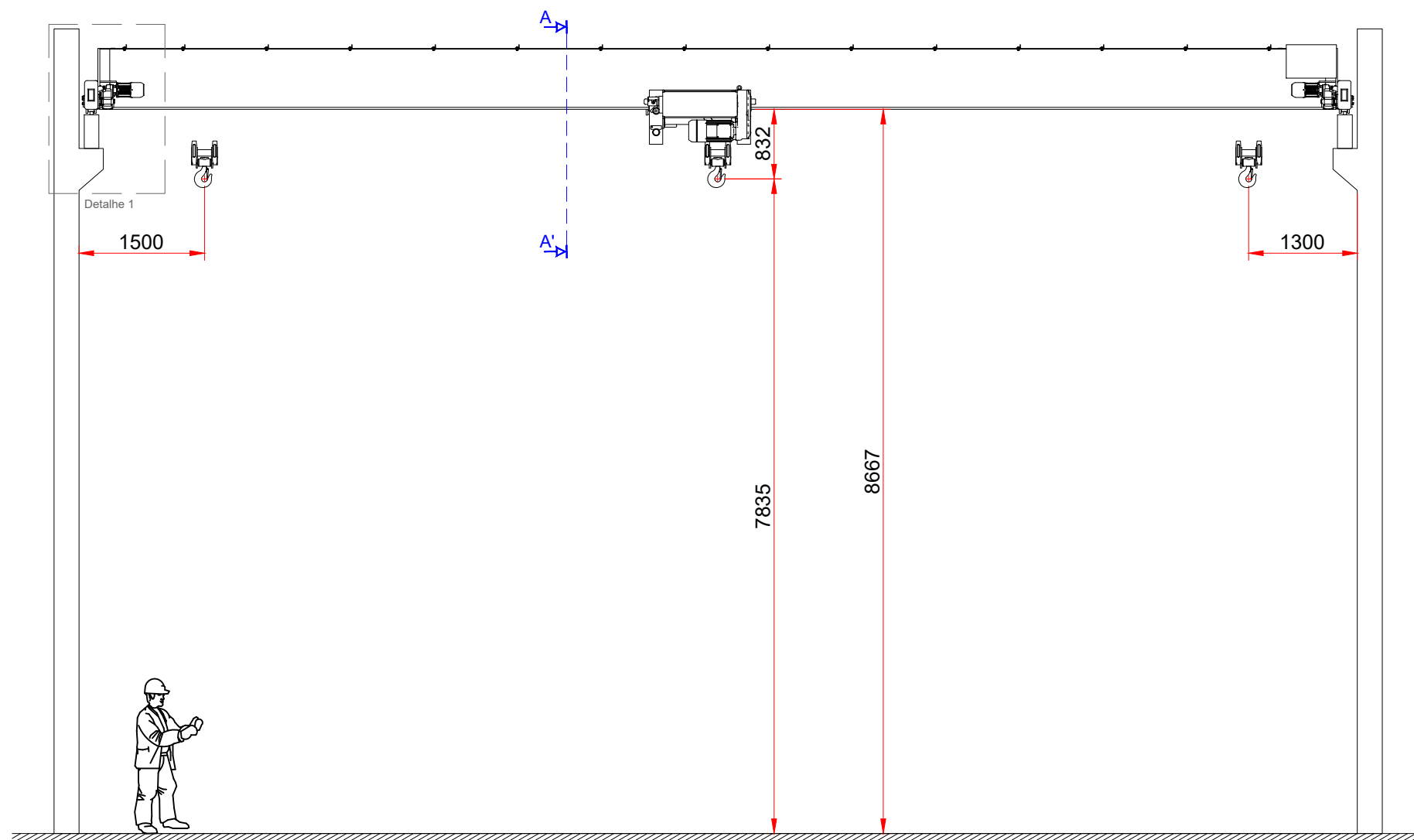


SIAOTECH

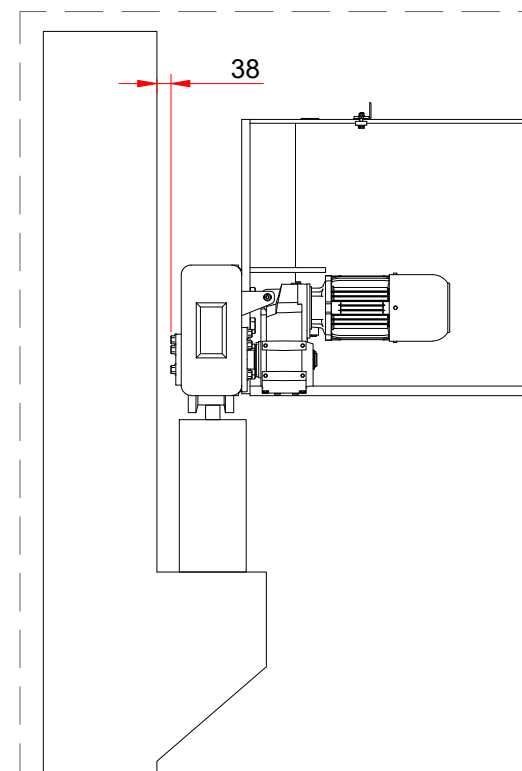
PROJETO PONTE ROLANTE 10T

Cliente: **ANTONIOLLI**

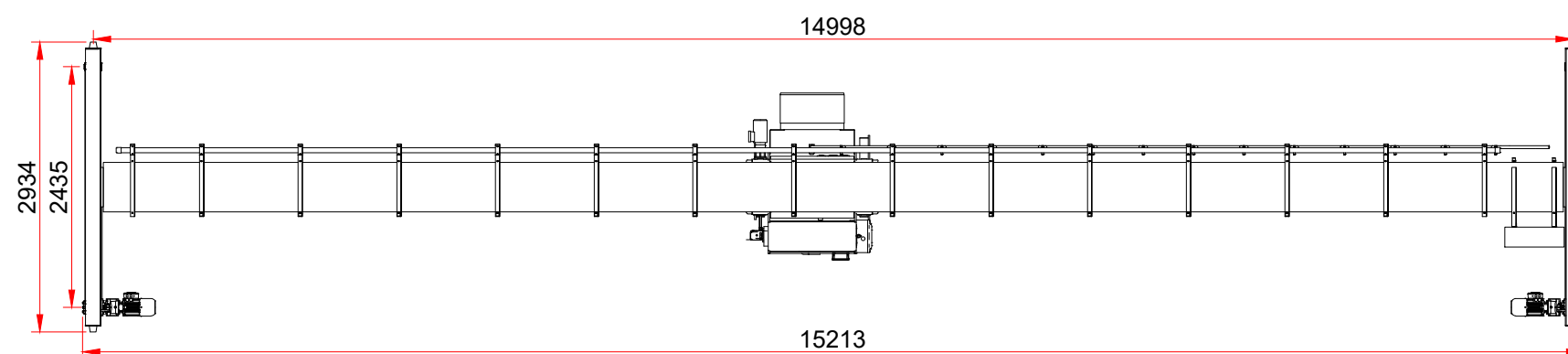
Caxias do Sul/RS | Setembro /2026



Corte A:A'
Escala (1:30)



Detalhe 1
Escala (1:20)



Dados Técnicos:

Capacidade da Ponte Rolante..... : 10 Ton
 Velocidade de Içamento..... : 4,0 e 0,7 m/min
 Velocidade de Deslocamento Lateral..... : 20 e 5,0 m/min
 Velocidade de Deslocamento..... : 25 e 7,6 m/min
 Peso Total da Ponte e Acessórios..... : 4600 Kg
 Comprimento do Caminho de Rolamento.. : 54,000 m
 Vão..... : 14,998 m

PONTE ROLANTE 10 ton

Escala (1:70)

02			
01	28/09/26	Eduardo	Atualização Cabeceira
00	24/08/26	Eduardo	Emissão inicial
REV.	DATA	DES.	DESCRICAO



DESENHISTA: EDUARDO W.

DATA: 24/08/2026

REVISADO:

CLIENTE:

ANTONIOLLI ADMINISTRAÇÃO
Caxias do Sul / RS

TÍTULO:

Ponte Rolante 10 Ton - 15 m

ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:

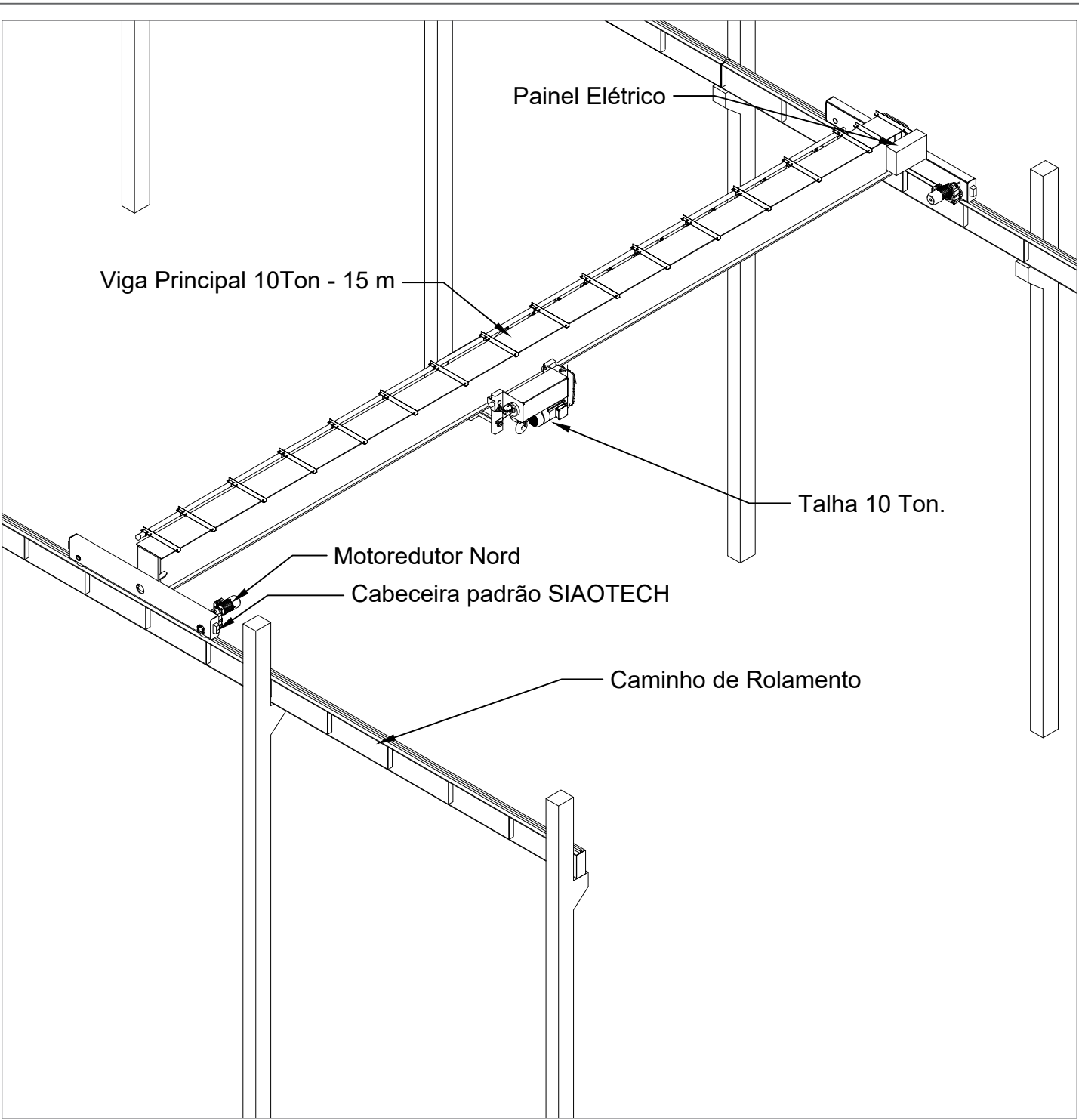
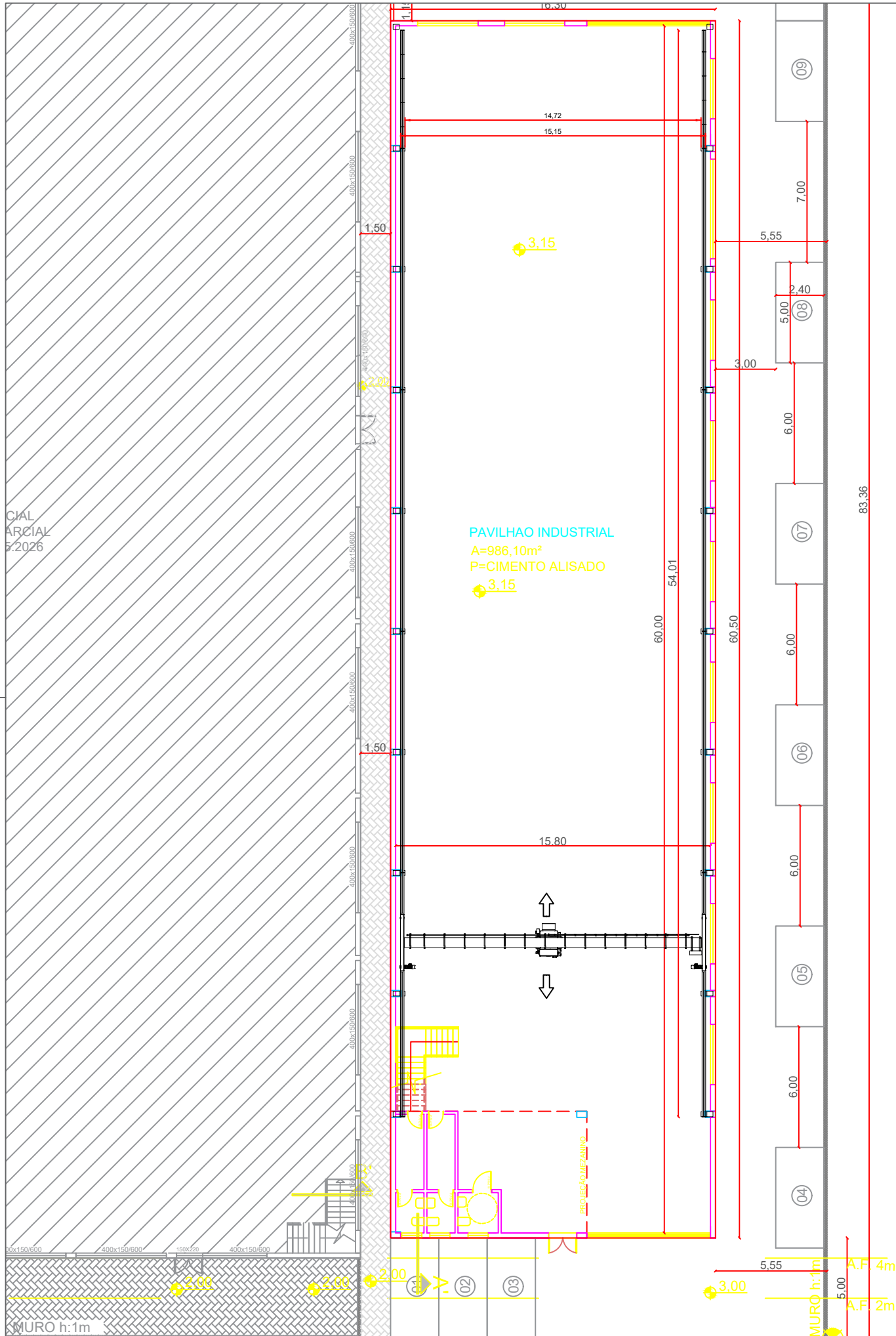
LUÍS EDUARDO WIECHORECK CREA 2211066380

NÚMERO DO PROJETO:

PR 26 08 066

FOLHA:

1/3



PONTE ROLANTE 10 ton
Escala (1:80)

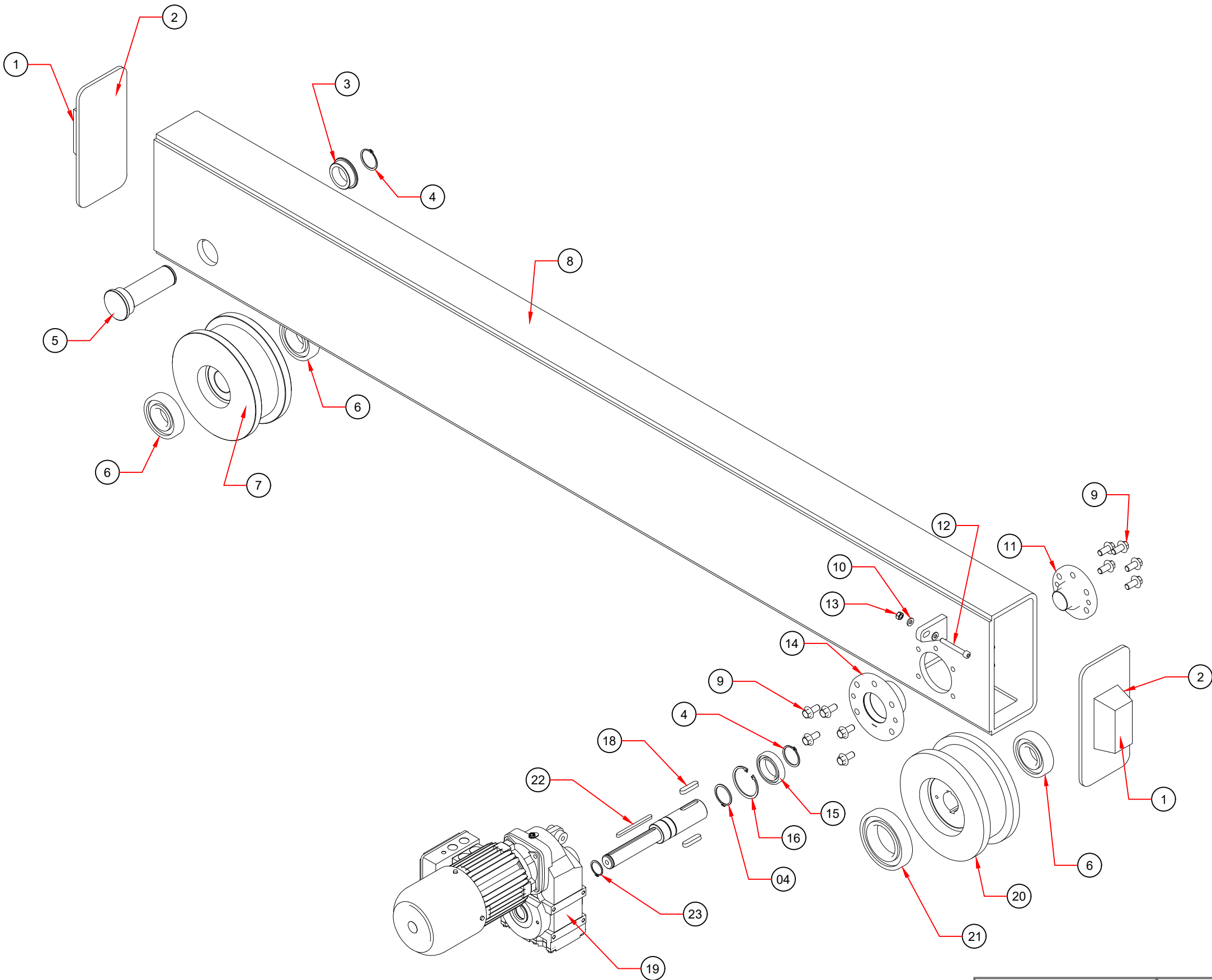
02			
01	28/09/26	Eduardo	Atualização Cabeceira
00	24/08/26	Eduardo	Emissão inicial
REV.	DATA	DES.	DESCRICAO



CLIENTE:
ANTONIOLLI ADMINISTRAÇÃO
Caxias do Sul / RS

TÍTULO:
Ponte Rolante 10 Ton - 15 m

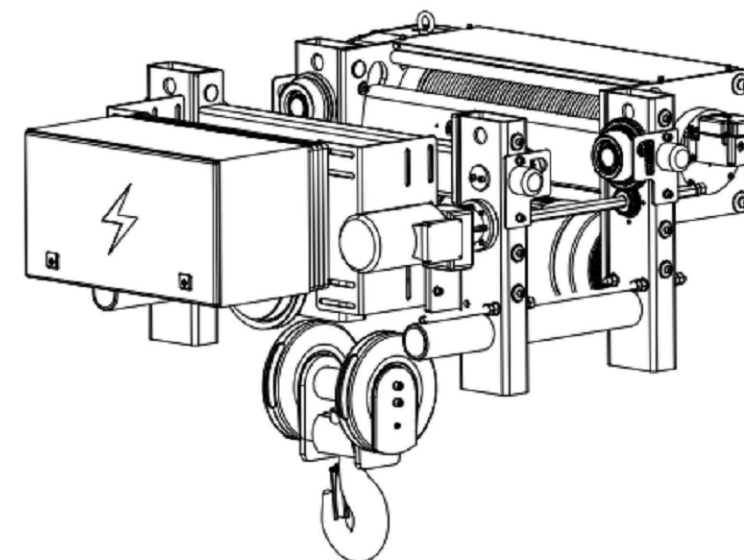
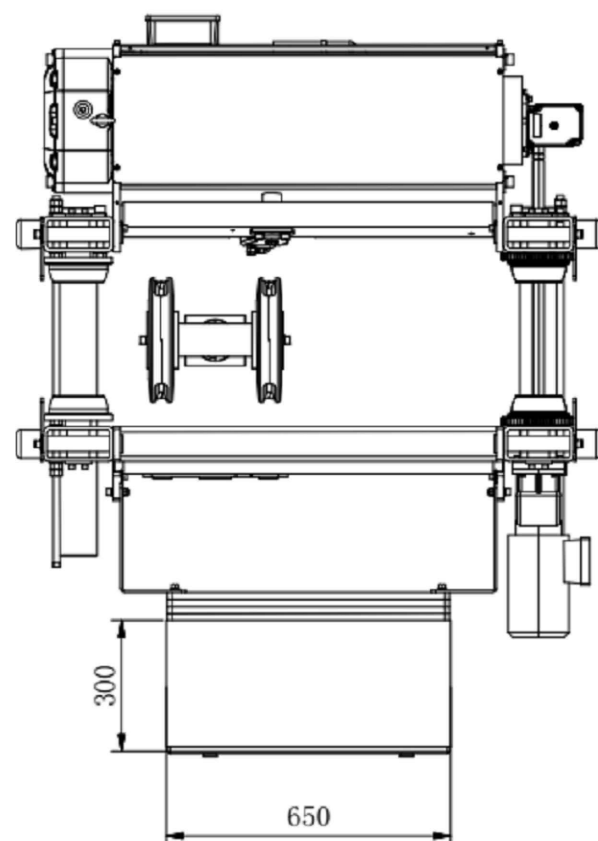
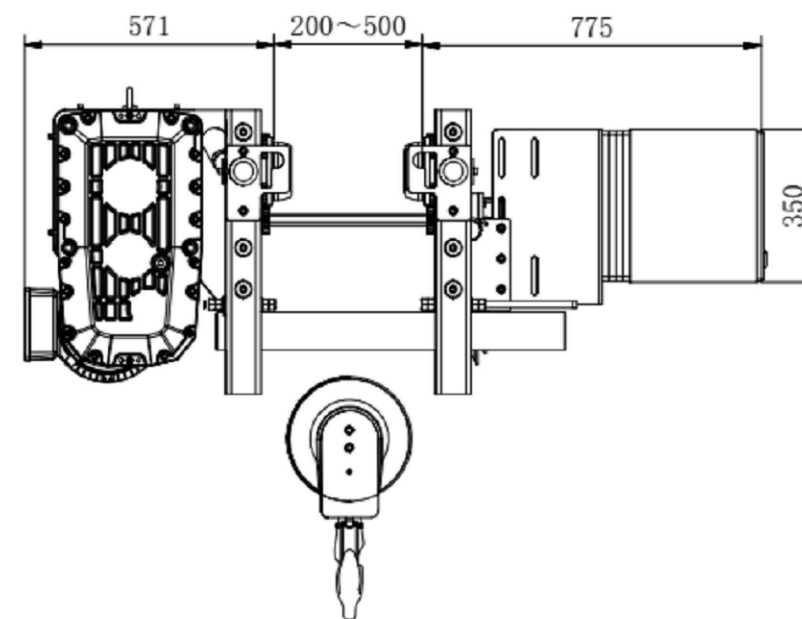
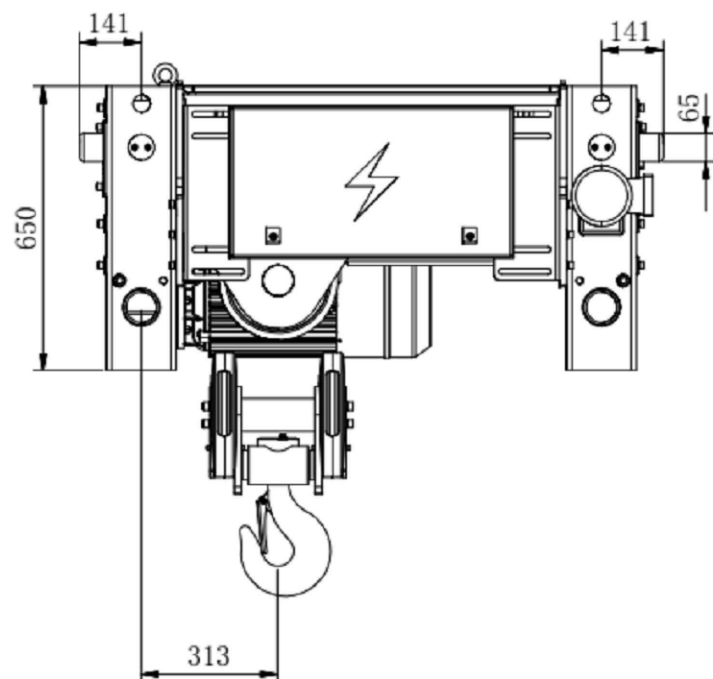
DESENHISTA: EDUARDO W.	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL: LUÍS EDUARDO WIECHORECK CREA 2211066380
DATA: 24/08/2026	NÚMERO DO PROJETO: PR 26 08 066
REVISADO:	FOLHA: 2/3



Item	Descrição
01	Batente
02	Chapa Batente
03	Bucha Livre
04	Anel Elastico 50 X 2
05	Eixo Livre
06	Rolamento de Esferas 6310
07	Roda Livre
08	Tubo Cabeceira
09	Paraf. Hex. Flangeado M14X30 mm - DIN 6921
10	Arruela 11 - DIN 6902
11	Flange Motor Livre
12	Paraf. Cab Cilindrica M10X80 mm - DIN 912
13	Porca M10
14	Flange Motor
15	Rolamento de Esferas 6010
16	Anel Elastico 80 X 2,5
17	Eixo Tração
18	Chaveta Motor
19	Motoredutor Nord SK1382.1AXZG-90SP
20	Roda Tração
21	Rolamento de Esferas 6217
22	Chaveta Motoredutor
23	Anel elástico 35X1.5

02			
01	28/09/26	Eduardo	Atualização Cabeceira
00	24/08/26	Eduardo	Emissão inicial
REV.	DATA	DES.	DESCRICAO

	CLIENTE: ANTONIOLLI ADMINISTRAÇÃO Caxias do Sul / RS		
	TÍTULO: Ponte Rolante 10 Ton - 15 m		
DESENHISTA: EDUARDO W.	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL: LUÍS EDUARDO WIECHORECK CREA 2211066380		
DATA: 24/08/2026	NÚMERO DO PROJETO: PR 26 08 066	FOLHA: 3/3	
REVISADO:			



Dados Técnicos:

Modelo/Tipo.....: S541 Talha eletrica de cabo de aço
 Capacidade Nominal.....: 10 Toneladas
 Classe de Serviço.....: FEM 2m / ISO M5
 Motoredutor.....: SEW-EURODRIVE
 Cabo de Aço.....: Ø11mm - 43 metros
 Sistema de Frenagem.....: Freio Eletromagnético
 Velocidade de Elevação.....: 4,0 m/min
 Grau de Proteção.....: IP55

Talha 10 ton S541

Escala (S/E)

02			
01			
00	24/08/26	Eduardo	Emissão inicial
REV.	DATA	DES.	DESCRICAO



CLIENTE:
ANTONIOLLI ADMINISTRAÇÃO
 Caxias do Sul / RS

TÍTULO:
Talha 10 Ton - S541

DESENHISTA: EDUARDO W.

DATA: 24/08/2026

REVISADO:

ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:
 LUÍS EDUARDO WIECHORECK CREA 2211066380

NÚMERO DO PROJETO: **PR 26 08 066** FOLHA: **1/1**

Lista de Peças

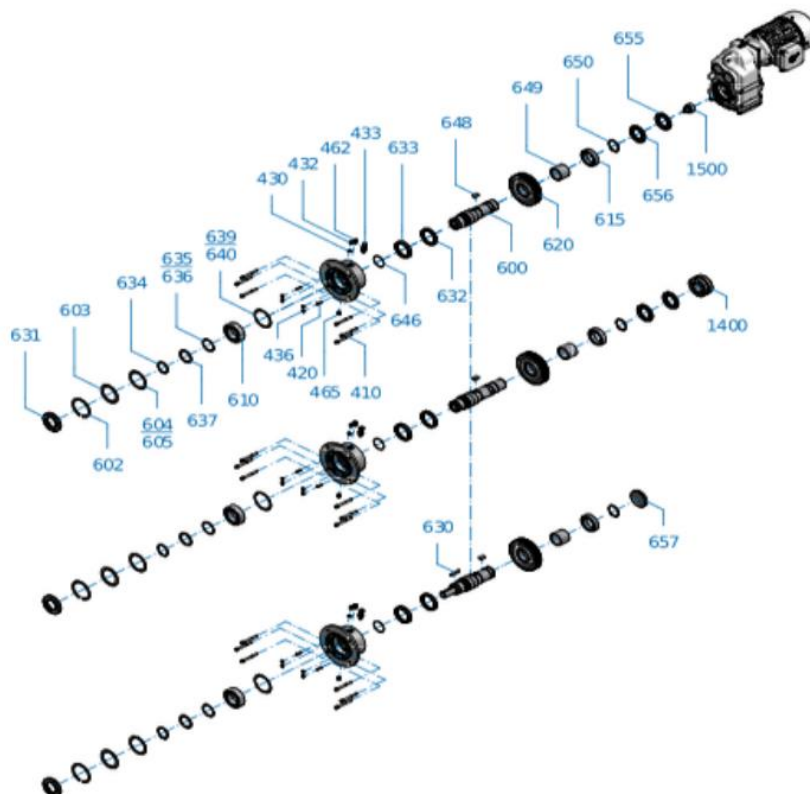


Equipamento Motorredutores: SK1382.1AXZG-90SP/4 AR BRE20 TF

Número de série: 204799154-400

Cliente: SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

Ano de fabricação: 2026



NORD DRIVESYSTEMS BRASIL LTDA

Rua Dr. Moacyr Antônio de Moraes, 127 – Parque Sto Agostinho – Guarulhos – SP – CEP 07140-285

Lista de Peças



Equipamento: SK1382.1AXZG-90SP/4 AR BRE20 T | Número de série: 204799154-400

REDUTOR			
Item	Código	Descrição	Quantidade
1	8002558	KLUEBEROIL GEM 1-220 N M220	1.670
3	8759007	ALEXIT-PAINT 402-9D RAL9007C/99FA	0.400
100	80511000	CARCAÇA DO REDUTOR	1
105	50697090	VEDAÇÃO DO MOTOR	1
110	22010056	PARAFUSO DO RESPIRO FORÇADO	1
120	22110083	BUJÃO	1
173	8510540	ADESIVO P/ RESP. DE VALVULA 50X25	1
200	80518000	TAMPA DA CARCAÇA	1
210	80597000	VEDAÇÃO DO REDUTOR	1
230	22008206	PARAFUSO SEXTAVADO	8
240	22110083	BUJÃO	1
244	22110083	BUJÃO	1
325	22008256	PARAFUSO SEXTAVADO	4
400	80514010	FLANGE	1
410	22108255	PARAFUSO CILÍNDRICO	6
420	23208010	PINO COM ENTALHE 8X30 ISO 8745	1
510	29603000	BUCHA AMORTECEDORA	2
600	80537060	EIXO OCO	1
602	27308000	ANEL DE TRAVA	1
610	24601010	ROLAMENTO DE ESFERAS	1
615	24601010	ROLAMENTO DE ESFERAS	1
620	82273020	ENGRENAGEM DE SAÍDA	1
626	29107280	ARRUELA DE AJUSTE	1
644	80582020	BUCHA DISTANCIADORA	1
645	80582020	BUCHA DISTANCIADORA	1
648	26140225	CHAVETA	1
655	25050160	RETENTOR	1
656	25050140	RETENTOR	1
687	27308000	ANEL DE TRAVA	1
688	29107013	ARRUELA DE AJUSTE	2
689	29107053	ARRUELA DE AJUSTE	2
700	80572200	EIXO DO PINHÃO	1
701	57571420	RODA MOTRIZ	1
710	24630329	ROLAMENTO DE ESFERAS	1
711	24620329	ROLAMENTO	1
730	25804700	TAMPÃO	1
732	27304700	ANEL DE TRAVA	1
734	29103711	ARRUELA DE AJUSTE	2
735	29103751	ARRUELA DE AJUSTE	2
737	26060145	CHAVETA	1
753	80582010	BUCHA DISTANCIADORA	1
800	57572420	EIXO DO PINHÃO	1
801	57371100	RODA MOTRIZ	1
810	24630129	ROLAMENTO	1
811	24620129	ROLAMENTO DE ESFERAS	1
820	27303700	ANEL DE TRAVA	1
821	26050125	CHAVETA	1
824	27801200	ARRUELA CALÇO	1
826	29102611	ARRUELA DE AJUSTE	2
827	29102651	ARRUELA DE AJUSTE	2
829	25804700	TAMPÃO	1
900	50670110	PINHÃO DE ACIONAMENTO	1
911	27201400	ANEL DE TRAVA	1

NORD DRIVESYSTEMS BRASIL LTDA

Rua Dr. Moacyr Antônio de Moraes, 127 – Parque Sto Agostinho – Guarulhos – SP – CEP 07140-285

Lista de Peças



MOTOR			
Item	Código	Descrição	Quantidade
9000	14236040	ROTOR	1
9001	26030164	CHAVETA	1
9004	27202500	ANEL DE TRAVA	1
9005	27202000	ANEL DE TRAVA	1
9006	27201900	ANEL DE TRAVA	2
9007	26061603	CHAVETA	1
9008	26061603	CHAVETA	1
9020	14234300	TAMPA DO MANCAL A	1
9021	22106250	PARAFUSO CILÍNDRICO	4
9026	22110083	BUJÃO	1
9040	25025123	RETENTOR	1
9050	24630520	ROLAMENTO DE ESFERAS	1
9060	29205100	ARRUELA	1
9070	13035720	ESTRUTURA DA CAIXA DE LIGAÇÃO	1
9071	22935141	PARAFUSO DE CABEÇA PLANA	4
9080	13035740	TAMPA DA CAIXA DE LIGAÇÃO	1
9081	22935141	PARAFUSO DE CABEÇA PLANA	4
9090	13097000	VEDAÇÃO DA BASE DA CAIXA DE LIGAÇÃO	1
9100	13035540	VEDAÇÃO DA TAMPA DA CAIXA DE LIGAÇÃO	1
9120	19141000	RETIFICADOR EM PONTE GVE20L	1
9121	22903083	PARAFUSO DE CABEÇA LENTICULAR	2
9160	14042787	ESTATOR	1
9260	14097930	VEDAÇÃO DO RECESSO DO ESTATOR	2
9290	24620520	ROLAMENTO DE ESFERAS	1
9320	14033500	TAMPA DO MANCAL B	1
9321	22106250	PARAFUSO CILÍNDRICO	4
9323	27305200	ANEL DE TRAVA	1
9330	25025200	RETENTOR	1
9360	19031932	FREIO	1
9380	19100322	ARRASTADOR DO FREIO	1
9390	14599020	VENTILADOR INTERNO	1
9400	14595010	TAMPA DO VENTILADOR	1
9401	22935085	PARAFUSO SEXTAVADO	4

2026



SIAOTECH

Laudo de Conformidade Mecânica

ANTONIOLLI ADMINISTRAÇÃO

Caxias do Sul/RS

Ponte Rolante 10 TON – 15 metros

	REV. 00	REV. 01	REV. 02	REV. 03	REV. 04	REV. 05
DATA	04/06/2026					
ELABORADOR	Luís Eduardo Wiechoreck					



SUMÁRIO

IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATANTE	3
IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DO SERVIÇO	3
RESPONSÁVEL TÉCNICO	3
OBJETIVO	4
ESCOPO	4
REFERÊNCIA NORMATIVA	4
DIMENSIONAMENTO	5
Verificação da Viga Principal	6
Verificação da Viga da Cabeceira	17
Verificação da Viga de Rolamento	26
PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA PONTE	38
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	39

IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATANTE**ANTONIOLLI ADMINISTRAÇÃO****CNPJ:** 94.604.543.0001/61**IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DO SERVIÇO****ANTONIOLLI ADMINISTRAÇÃO****CNPJ:** 94.604.543.0001/61**ENDEREÇO DA OBRA:**

Rua Das Guavirovas, 399 – São Virgílio

Cidade: Caxias do Sul - RS

CEP 95076-140

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Luís Eduardo Wiechoreck

*Engenheiro Mecânico**Engenheiro de Segurança do Trabalho*

CREA RS2211066380

SISTEMA: PR 26 08 066 - ANTONIOLLI - Ponte Rolante 10 Ton 15 m**ART Nr.:** 14599027

OBJETIVO

Este relatório foi desenvolvido com o objetivo de evidenciar a conformidade mecânica em uma ponte rolante com talha fabricado e instalado na empresa Antonioli em Caxias do Sul.

ESCOPO

Fazem parte deste relatório a ponte rolante com capacidade de 10 toneladas e a estrutura metálica do caminho de rolamento.

REFERÊNCIA NORMATIVA

NBR 8400:2019 - Equipamentos de elevação e movimentação de carga — Regras para projeto

NBR 8800:2024 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios

NBR 14762:2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio

ASTM A36 - Standard specification for carbon structural steel

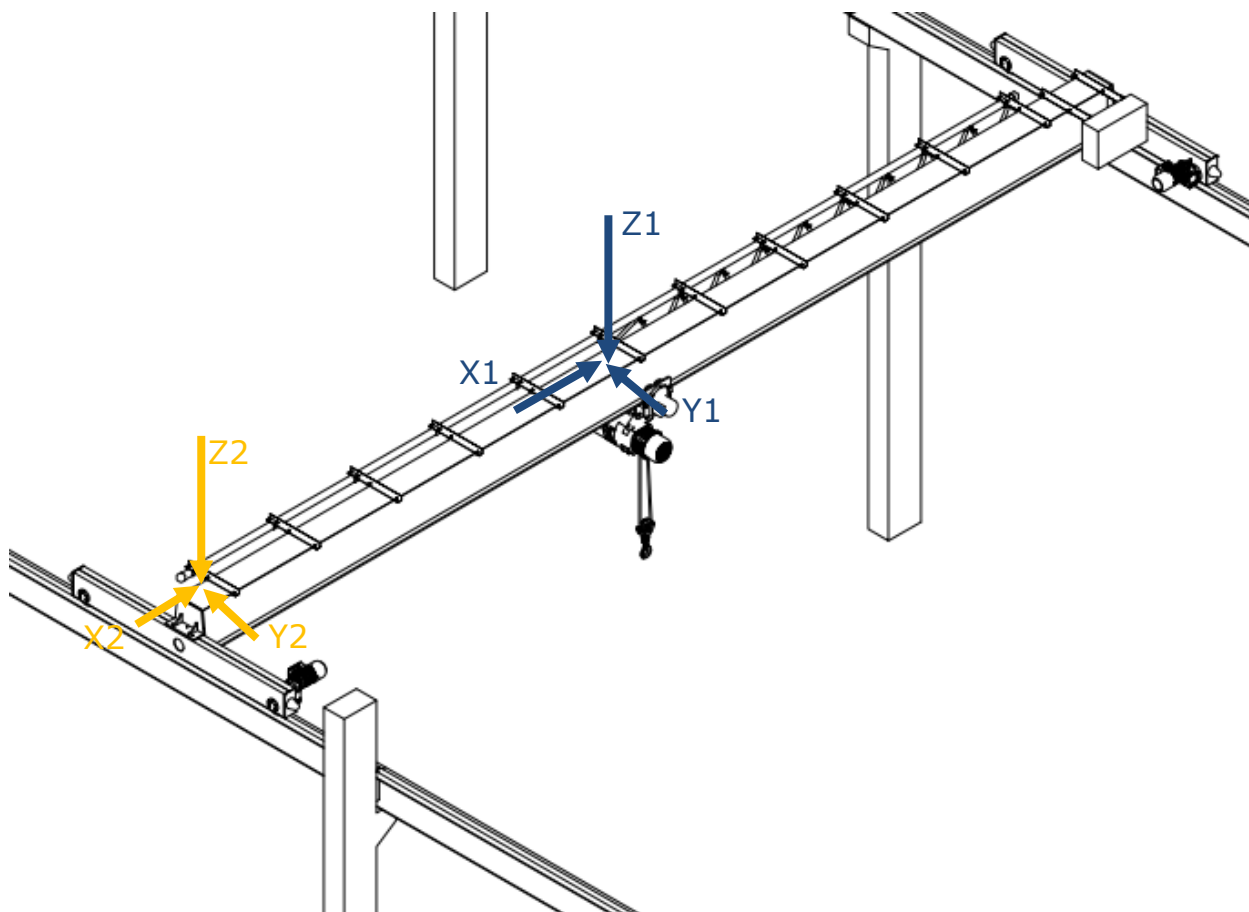
ASTM A572 - Standard specification for high-strength low-alloy columbium-vanadium structural steel

ISO 2553 - Welding and allied processes – Symbolic representation on drawings – Welded joints

ISO 22986 - Cranes – Stiffness – Bridge and gantry cranes

DIMENSIONAMENTO

Desenho esquemático de elementos estruturais:



Classificação do equipamento:

Grupo do equipamento: A4

Classe de elevação: HC3

Valor de carga principal considerando coeficiente dinâmico e de amplificação = 144,3 kN

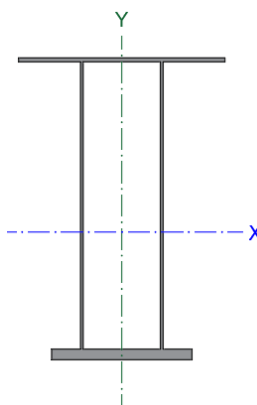
Valores de carga horizontais em função de aceleração ao longo da viga e rotação da mesma (estimado em considerando velocidade baixa/moderada menor que 0,25 m/s e aceleração em $0,078 \text{ m/s}^2$) = 14,4 kN

Tensão admissível de projeto = 166,7 MPa (escolhido menor valor entre tensão admissível com relação ao limite elástico e tensão admissível de projeto em relação a fadiga – conforme NBR 8400)

Para verificação, as cargas serão inseridas ao longo do trilho e a condição mais desfavorável para cada elemento será considerada.

Verificação da Viga Principal

Perfil: 730X340X25.4X9.52X6.4 mm (Espaç. enrijecedores: 1800 mm. Espessura: 4.8 mm)
Material: Aço (A36 - Tensão Projeto - 166,7 MPa)



Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N1	N2	15.000	202.69	180682.65	37934.28	90714.88
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme						
	Flambagem		Flambagem lateral			
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.		Aba inf.	
β	1.00	1.00	0.12		1.00	
L _K	15.000	15.000	1.800		15.000	
C _b	-		1.000			
Notação: β: Coeficiente de flambagem L _K : Comprimento de flambagem (m) C _b : Fator de modificação para o momento crítico						

Barra	VERIFICAÇÕES								Estado
	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	NM _x M _y		
N1/N2	x: 0 m η = 0.5	x: 7.501 m η = 0.4	x: 7.5 m η = 76.9	x: 7.5 m η = 22.3	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 25.9	x: 7.501 m η = 99.4		PASSA η = 99.4
Notação: N _t : Resistência à tração N _c : Resistência à compressão M _x : Resistência à flexão eixo X M _y : Resistência à flexão eixo Y V _x : Resistência ao esforço cortante X V _y : Resistência ao esforço cortante Y NM _x M _y : Resistência ao esforço axial e flexão combinados x: Distância à origem da barra η: Coeficiente de aproveitamento (%)									
Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.): ⁽¹⁾ A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor. ⁽²⁾ Não há interação entre a esforço axial, momento fletor, esforço cortante e momento torsor. Portanto, a verificação não é necessária. ⁽³⁾ Não há interação entre o momento torsor, os dois momentos fletores e os dois esforços cortantes. Portanto, a verificação não é necessária.									

Resistência à tração

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N1, para a combinação de ações PP+HorY2.

N_{t,sd}: Força axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

N_{t,sd} : 14.39 kN

A força axial de tração resistente de cálculo, N_{t,Rd}, deve ser determinada pela expressão:

$$N_{t,Rd} : 3071.72 \text{ kN}$$

Onde:

A_g : Área bruta da seção transversal da barra.

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

$$A_g : 202.69 \text{ cm}^2$$

$$f_y : 166.70 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{a1} : 1.10$$

Resistência à compressão

Deve satisfazer:

$$\eta : 0.004 \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância de 7.501 m do nó N1, para a combinação de ações PP+HorY.

$N_{c,Sd}$: Força axial de compressão solicitante de cálculo, desfavorável.

$$N_{c,Sd} : 7.20 \text{ kN}$$

A força axial de compressão resistente de cálculo, $N_{c,Rd}$, deve ser determinada pela expressão:

$$N_{c,Rd} : 1701.26 \text{ kN}$$

Onde:

χ : Fator de redução total associado à resistência à compressão.

A_{ef} : Área efetiva da seção transversal da barra.

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

$$\chi : 0.654$$

$$A_{ef} : 171.71 \text{ cm}^2$$

$$f_y : 166.70 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{a1} : 1.10$$

Fator de redução χ :

$$\chi : 0.654$$

Onde:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido.

$$\lambda_0 : 1.008$$

Sendo:

A_g : Área bruta da seção transversal da barra.

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

N_e : Força axial de flambagem elástica.

$$A_g : 202.69 \text{ cm}^2$$

$$f_y : 166.70 \text{ MPa}$$

$$N_e : 3327.97 \text{ kN}$$

Área efetiva da seção transversal.

$$A_{ef} : \underline{171.71} \text{ cm}^2$$

Mesa: Elemento do Grupo 2 da Tabela 4.

$$112.06 > 63.83$$

b_{ef} : Largura efetiva do elemento.

$$b_{ef} : \underline{475.11} \text{ mm}$$

Onde:

(b/t) : Relação entre largura e espessura.

$$(b/t) : \underline{112.06}$$

b : Largura.

$$b : \underline{717.20} \text{ mm}$$

t : Espessura.

$$t : \underline{6.40} \text{ mm}$$

$(b/t)_{lim}$: Relação limite entre largura e espessura.

$$(b/t)_{lim} : \underline{63.83}$$

E : Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

σ_{el} : Tensão de flambagem local.

$$\sigma_{el} : \underline{67.33} \text{ MPa}$$

C_1 : Factor para cálculo de flambagem local (Tabela 5).

$$C_1 : \underline{0.20}$$

C_2 : Factor para cálculo de flambagem local (Tabela 5).

$$C_2 : \underline{1.38}$$

Mesa: Elemento do Grupo 2 da Tabela 4.

$$19.60 \leq 63.83$$

b_{ef} : Largura efetiva do elemento.

$$b_{ef} : \underline{317.60} \text{ mm}$$

Onde:

(b/t) : Relação entre largura e espessura.

$$(b/t) : \underline{19.60}$$

b : Largura.

$$b : \underline{317.60} \text{ mm}$$

t : Espessura.

$$t : \underline{16.20} \text{ mm}$$

$(b/t)_{lim}$: Relação limite entre largura e espessura.

$$(b/t)_{lim} : \underline{63.83}$$

E : Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

Força axial de flambagem elástica:

A força axial de flambagem elástica, N_e , de uma barra com seção transversal duplamente simétrica ou simétrica em relação a um ponto, é dada pelo menor valor entre os obtidos por (a), (b) e (c):

$$N_e : \underline{3327.97} \text{ kN}$$

(a) Para flambagem por flexão em relação ao eixo principal de inércia X da seção transversal:

$$N_{ex} : 15851.26 \text{ kN}$$

Onde:

 L_x : Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$L_x : 15.000 \text{ m}$$

 I_x : Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo X.

$$I_x : 180682.65 \text{ cm}^4$$

 E : Módulo de elasticidade do aço.

$$E : 200000 \text{ MPa}$$

(b) Para flambagem por flexão em relação ao eixo principal de inércia Y da seção transversal:

$$N_{ey} : 3327.97 \text{ kN}$$

Onde:

 L_y : Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$L_y : 15.000 \text{ m}$$

 I_y : Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo Y.

$$I_y : 37934.28 \text{ cm}^4$$

 E : Módulo de elasticidade do aço.

$$E : 200000 \text{ MPa}$$

(c) Para flambagem por torção em relação ao eixo longitudinal Z:

$$N_{ez} : 647625.30 \text{ kN}$$

Onde:

 L_z : Comprimento de flambagem por torção.

$$L_z : 15.000 \text{ m}$$

 E : Módulo de elasticidade do aço.

$$E : 200000 \text{ MPa}$$

 C_w : Constante de empenamento da seção transversal.

$$C_w : 0.00 \text{ cm}^6$$

 G : Módulo de elasticidade transversal do aço.

$$G : 77000 \text{ MPa}$$

 J : Constante de torção da seção transversal.

$$J : 90714.88 \text{ cm}^4$$

 r_o : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de cisalhamento.

$$r_o : 32.84 \text{ cm}$$

Onde:

 r_x, r_y : Raios de giração em relação aos eixos principais X, Y, respectivamente.

$$r_x : 29.86 \text{ cm}$$

$$r_y : 13.68 \text{ cm}$$

 X_o, Y_o : Coordenadas do centro de cisalhamento na direção dos eixos principais X, Y, respectivamente.

$$X_o : 0.00 \text{ mm}$$

$$Y_o : 0.00 \text{ mm}$$

Resistência à flexão eixo X

Deve satisfazer:

$$\eta : 0.769 \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância de 7.500 m do nó N1, para a combinação de ações 1.3·PP+VerticalP.

M_{Sd}^+ : Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

M_{Sd}^+ : 598.20 kN·m

Já que ' $\lambda \leq \lambda_r$ ', deve-se considerar viga de alma não-esbelta

109.00 ≤ **197.43**

Onde:

λ : 109.00

Sendo:

h: Altura da parte plana das almas.

h : 697.60 mm

t_w : Espessura da alma.

t_w : 6.40 mm

λ_r : 197.43

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 166.70 MPa

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} de vigas de alma não-esbelta deve ser tomado como o menor valor entre os obtidos nas seguintes seções:

M_{Rd} : 777.43 kN·m

(a) Máximo momento fletor resistente de cálculo

M_{Rd} : 1125.27 kN·m

Onde:

W_x : Módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão.

W_x : 4950.21 cm³

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 166.70 MPa

(b) Estado-límite último de flambagem lateral com torção, FLT

13.16 ≤ **119.33**

M_{Rd} : 849.34 kN·m

Onde:

λ : 13.16

Sendo:

$L_{b,sup}$: Distância entre pontos travados à flambagem lateral.

$L_{b,sup}$: 1.800 m

r_y : Raio de giração da seção em relação ao eixo principal de inércia perpendicular ao eixo de flexão.

r_y : 13.68 cm

$$\lambda_p : 119.33$$

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$\mathbf{E} : 200000 \text{ MPa}$$

J: Constante de torção da seção transversal.

$$\mathbf{J} : 90714.88 \text{ cm}^4$$

A: Área bruta da seção transversal da barra.

$$\mathbf{A} : 202.69 \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{M}_{pl} : 934.27 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

Z_x: Módulo de resistência plástico.

$$\mathbf{Z}_x : 5604.51 \text{ cm}^3$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$\mathbf{f}_y : 166.70 \text{ MPa}$$

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : 1.10$$

(c) Estado-límite último de flambagem local da mesa comprimida, FLM

$$20.81 \leq 38.79$$

$$\mathbf{M}_{Rd} : 849.34 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$$\lambda : 20.81$$

Sendo:

b_f: Largura da parte plana das mesas.

$$\mathbf{b}_f : 337.20 \text{ mm}$$

t_f: Espessura da mesa comprimida.

$$\mathbf{t}_f : 16.20 \text{ mm}$$

$$\lambda_p : 38.79$$

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$\mathbf{E} : 200000 \text{ MPa}$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$\mathbf{f}_y : 166.70 \text{ MPa}$$

$$\mathbf{M}_{pl} : 934.27 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

Z_x: Módulo de resistência plástico.

$$\mathbf{Z}_x : 5604.51 \text{ cm}^3$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$\mathbf{f}_y : 166.70 \text{ MPa}$$

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : 1.10$$

(d) Estado-límite último de flambagem local da alma, FLA

$$109.00 > 83.82$$

$$\mathbf{M}_{Rd} : 777.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$$M_{pl} : 934.27 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

 Z_x : Módulo de resistência plástica.

$$Z_x : 5604.51 \text{ cm}^3$$

 f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : 166.70 \text{ MPa}$$

$$M_r : 577.64 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Sendo:

 W_x : Módulo de resistência elástica mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão.

$$W_x : 4950.21 \text{ cm}^3$$

 f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : 166.70 \text{ MPa}$$

$$\sigma_r : 50.01 \text{ MPa}$$

 γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : 1.10$$

$$\lambda : 109.00$$

Sendo:

 h : Altura da parte plana das almas.

$$h : 697.60 \text{ mm}$$

 t_w : Espessura da alma.

$$t_w : 6.40 \text{ mm}$$

$$\lambda_p : 83.82$$

Sendo:

 E : Módulo de elasticidade do aço.

$$E : 200000 \text{ MPa}$$

 f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : 166.70 \text{ MPa}$$

Resistência à flexão eixo Y

Deve satisfazer:

$$\eta : 0.223 \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância de 7.500 m do nó N1, para a combinação de ações PP+HorX.

 M_{sd}^+ : Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

$$M_{sd}^+ : 54.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Já que ' $\lambda \leq \lambda_r$ ', deve-se considerar viga de alma não-esbelta

$$20.81 \leq 197.43$$

Onde:

$$\lambda : 20.81$$

Sendo:

 h : Altura da parte plana das almas.

$$h : 337.20 \text{ mm}$$

t_w : Espessura da alma. t_w : 16.20 mm λ_r : 197.43

Sendo:

 E : Módulo de elasticidade do aço. E : 200000 MPa f_y : Resistência ao escoamento do aço. f_y : 166.70 MPa

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} de vigas de alma não-esbelta deve ser tomado como o menor valor entre os obtidos nas seguintes seções:

 M_{Rd} : 242.51 kN·m

(a) Máximo momento fletor resistente de cálculo

 M_{Rd} : 492.75 kN·m

Onde:

 W_y : Módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão. W_y : 2167.67 cm³ f_y : Resistência ao escoamento do aço. f_y : 166.70 MPa γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material. γ_{a1} : 1.10

(b) Estado-límite último de flambagem lateral com torção, FLT

Não é necessária, já que o eixo de flexão não é o de maior inércia.

(c) Estado-límite último de flambagem local da mesa comprimida, FLM

109.00 > 51.61 M_{Rd} : 242.51 kN·m

Onde:

 λ : 109.00

Sendo:

 b_f : Largura da parte plana das mesas. b_f : 697.60 mm t_f : Espessura da mesa comprimida. t_f : 6.40 mm λ_r : 51.61

Sendo:

 E : Módulo de elasticidade do aço. E : 200000 MPa f_y : Resistência ao escoamento do aço. f_y : 166.70 MPa $W_{ef,y}$: Módulo de resistência mínimo elástico, relativo ao eixo de flexão, para uma seção que tem uma mesa comprimida de largura igual a b_{ef} dada por F.3.2, com σ igual a f_y . $W_{ef,y}$: 1600.25 cm³ f_y : Resistência ao escoamento do aço. f_y : 166.70 MPa γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material. γ_{a1} : 1.10

(d) Estado-limite último de flambagem local da alma, FLA



$$20.81 > 83.82$$

$$20.81 \leq 197.43$$

$$M_{Rd} : \underline{382.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$$M_{pl} : \underline{421.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

Z_y : Módulo de resistência plástica.

$$Z_y : \underline{2526.30} \text{ cm}^3$$

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

$$\lambda : \underline{20.81}$$

Sendo:

h : Altura da parte plana das almas.

$$h : \underline{337.20} \text{ mm}$$

t_w : Espessura da alma.

$$t_w : \underline{16.20} \text{ mm}$$

$$\lambda_p : \underline{83.82}$$

Sendo:

E : Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

$$\lambda_r : \underline{197.43}$$

Sendo:

E : Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

Resistência ao esforço cortante X

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N1, para a combinação de ações PP+HorX2.

V_{sd} : Esforço cortante solicitante de cálculo, desfavorável.

$$V_{sd} : \underline{14.39} \text{ kN}$$

A força cortante resistente de cálculo, V_{Rd} , é determinada pela expressão:

$$20.81 \leq 85.20$$

$$V_{Rd} : \underline{993.41} \text{ kN}$$

Onde:

$$\lambda : \underline{20.81}$$

Sendo:

b_f : Largura da parte plana das mesas.

$$b_f : \underline{337.20} \text{ mm}$$

t_f : Espessura das mesas.

$$t_f : \underline{16.20} \text{ mm}$$

$$\lambda_p : \underline{85.20}$$

Sendo:

k_v : Coeficiente de flambagem.

$$k_v : \underline{5.00}$$

E : Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

$$V_{pl} : \underline{1092.75} \text{ kN}$$

Sendo:

A_w : Área efetiva ao cisalhamento.

$$A_w : \underline{109.25} \text{ cm}^2$$

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

Resistência ao esforço cortante Y

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.259} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N1, para a combinação de ações 1.3·PP+VerticalP2.

V_{Sd} : Esforço cortante solicitante de cálculo, desfavorável.

$$V_{Sd} : \underline{159.37} \text{ kN}$$

A força cortante resistente de cálculo, V_{Rd} , é determinada pela expressão:

$$109.00 > 106.11$$

$$V_{Rd} : \underline{615.08} \text{ kN}$$

Onde:

$$\lambda : \underline{109.00}$$

Sendo:

h: Altura da parte plana das almas.**h** : 697.60 mm**t_w**: Espessura da alma.**t_w** : 6.40 mm**λ_p** : 85.20**λ_r** : 106.11

Sendo:

k_y: Coeficiente de flambagem.**k_y** : 5.00**E**: Módulo de elasticidade do aço.**E** : 200000 MPa**f_y**: Resistência ao escoamento do aço.**f_y** : 166.70 MPa**V_{pl}** : 893.11 kN

Sendo:

A_w: Área efetiva ao cisalhamento.**A_w** : 89.29 cm²**γ_{a1}**: Coeficiente de segurança do material.**γ_{a1}** : 1.10**Resistência ao esforço axial e flexão combinados**

Deve satisfazer:

η : 0.994 ✓

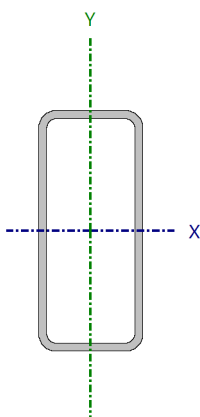
O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância de 7.501 m do nó N1, para a combinação de ações 1.3·PP+VerticalP+HorY+HorX.

N_{c,Sd}: Força axial de compressão solicitante de cálculo, desfavorável.**N_{c,Sd}** : 7.20 kN**M_{x,Sd}**: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.**M_{x,Sd}** : 598.12 kN·m**M_{y,Sd}**: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.**M_{y,Sd}** : 53.99 kN·m**0.004** < **0.200****η** : 0.994

Onde:

N_{c,Rd}: Força axial resistente de cálculo de compressão**N_{c,Rd}** : 1701.26 kN**M_{x,Rd}, M_{y,Rd}**: Momentos fletores resistentes de cálculo, respectivamente em relação aos eixos X e Y da seção transversal**M_{x,Rd}** : 777.43 kN·m**M_{y,Rd}** : 242.51 kN·m

Verificação da Viga da Cabeceira
Perfil: 345X150X12.7 mm
Material: Aço (Aço A36 (Tensão de Projeto - 166,7 MPa))



Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N1	N2	2.435	115.03	16172.55	4306.02	11548.02
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme						
	Flambagem		Flambagem lateral			
	Plano ZX		Plano ZY		Aba sup.	Aba inf.
β	1.00		1.00		1.00	1.00
L _K	2.435		2.435		2.435	2.435
C _m	-		-		1.000	1.000
C _b	-				1.000	
Notação: β: Coeficiente de flambagem L _K : Comprimento de flambagem (m) C _m : Coeficiente de momentos C _b : Fator de modificação para o momento crítico						

Barra	VERIFICAÇÕES												Estado
	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	M _x V _y	M _y V _x	N _c M _x M _y	N _t M _x M _y	M _t		
N1/N2	x: 0 m η = 0.4	x: 1.219 m η = 0.5	x: 1.218 m η = 68.8	x: 1.218 m η = 5.0	η = 1.6	x: 0 m η = 11.9	x: 1.218 m η = 48.7	x: 1.218 m η = 0.3	x: 1.219 m η = 74.2	x: 1.218 m η = 74.2	M _{t,Sd} = 0.00 N.A. ⁽¹⁾		PASSA η = 74.2
Notação: N _t : Resistência à tração N _c : Resistência à compressão M _x : Resistência à flexão eixo X M _y : Resistência à flexão eixo Y V _x : Resistência ao esforço cortante X V _y : Resistência ao esforço cortante Y M _x V _y : Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados M _y V _x : Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados N _c M _x M _y : Resistência à flexo-compressão N _t M _x M _y : Resistência à flexo-tração M _t : Resistência à torção x: Distância à origem da barra η: Coeficiente de aproveitamento (%) N.A.: Não aplicável													
Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.): ⁽¹⁾ A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.													

Resistência à tração

Deve satisfazer:

 η : **0.004** ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N1, para a combinação de ações PP+Z+X+Y.

N_{t,Sd}: Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

N_{t,Sd} : 7.20 kN

 A força normal de tração resistente de cálculo **N_{t,Rd}** deve ser tomada como:



$$N_{t,Rd} : 1743.19 \text{ kN}$$

Onde:

A: Área bruta da seção transversal da barra.

f_y: Tensão de escoamento.

γ: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$A : 115.03 \text{ cm}^2$$

$$f_y : 166.70 \text{ MPa}$$

$$\gamma : 1.1$$

Resistência à compressão

Deve satisfazer:

$$\eta : 0.005 \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância de 1.219 m do nó N1, para a combinação de ações PP+Z+X+Y.

N_{c,Sd}: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : 7.20 \text{ kN}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo **N_{c,Rd}** deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} : 1510.92 \text{ kN}$$

Onde:

A_{ef}: Área efetiva da seção transversal da barra.

χ: Fator de redução associado à flambagem,

Sendo:

λ₀: Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$A_{ef} : 115.03 \text{ cm}^2$$

$$\chi_{xx} : 0.99$$

$$\chi_{yy} : 0.95$$

$$\chi_{zz} : 1.00$$

$$\lambda_{0,xx} : 0.19$$

$$\lambda_{0,yy} : 0.37$$

$$\lambda_{0,zz} : 0.06$$

Sendo:

N_e: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

A: Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : 115.03 \text{ cm}^2$$

f_y : Tensão de escoamento.

f_y : 166.70 MPa

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

γ : 1.2

A força normal de flambagem elástica N_e é o menor valor entre os obtidos por a), b) e c):

N_e : 14335.34 kN

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo X.

N_{ex} : 53840.65 kN

b) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

N_{ey} : 14335.34 kN

c) Força normal de flambagem elástica por torção.

N_{ez} : 500619.06 kN

Onde:

I_x : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

I_x : 16172.55 cm⁴

I_y : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

I_y : 4306.02 cm⁴

I_t : Momento de inércia à torção uniforme.

I_t : 11548.02 cm⁴

C_w : Constante de empenamento da seção.

C_w : 88731.87 cm⁶

E : Módulo de elasticidade.

E : 200000 MPa

G : Módulo de elasticidade transversal.

G : 76923 MPa

$K_x L_x$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$K_x L_x$: 2.435 m

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$K_y L_y$: 2.435 m

$K_z L_z$: Comprimento efetivo de flambagem por torção.

$K_z L_z$: 2.435 m

r_0 : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

r_0 : 13.34 cm

Sendo:

r_x, r_y : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

r_x : 11.86 cm

r_y : 6.12 cm

x_0, y_0 : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

x_0 : 0.00 mm

y_0 : 0.00 mm

Resistência à flexão eixo X

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.688} \quad \checkmark$$

O momento fletor solicitante de cálculo desfavorável M_{Sd} produz-se num ponto situado a uma distância de 1.218 m do nó N1, para a combinação de hipóteses 1.1·PP+Z+X+Y.

$$M_{Sd} : \underline{97.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd} : \underline{142.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

a) Início de escoamento da la seção efetiva

$$M_{Rd} : \underline{142.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

W_{ef} : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef} : \underline{937.54} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

$$M_{Rd} : \underline{142.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$W_{c,ef}$: Módulo de resistência elástico da seção efetiva em relação à fibra comprimida, calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, adotando $\sigma = \chi_{FLT} f_y$.

f_y : Tensão de escoamento.

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

χ_{FLT} : Fator de redução associado à flambagem lateral com torção.

$$W_{c,ef} : \underline{937.54} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$^{(1)}\chi_{FLT} : \underline{1.00}$$

Sendo:

$$\lambda_0 : 0.12$$

W_c : Módulo de resistência elástico da seção bruta em relação à fibra comprimida.

$$W_c : 937.54 \text{ cm}^3$$

O momento fletor de flambagem lateral com torção **M_e** , em regime elástico, pode ser calculado pela seguinte expressão para barras com seccão fechada (caixão), sujeitas à flexão em torno do eixo X:

$$M_e : 11284.60 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

C_b : Coeficiente de equivalência de momento na flexão.

$$C_b : 1.00$$

$$N_{ey} : 14335.34 \text{ kN}$$

I_y : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

$$I_y : 4306.02 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inércia à torção uniforme.

$$I_t : 11548.02 \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidade.

$$E : 200000 \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidade transversal.

$$G : 76923 \text{ MPa}$$

$K_y L_y$: Comprimento efetivo de flambagem lateral.

$$K_y L_y : 2.435 \text{ m}$$

r_0 : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$r_0 : 13.34 \text{ cm}$$

Sendo:

r_x, r_y : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

$$r_x : 11.86 \text{ cm}$$

$$r_y : 6.12 \text{ cm}$$

x_0, y_0 : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$x_0 : 0.00 \text{ mm}$$

$$y_0 : 0.00 \text{ mm}$$

Resistência à flexão eixo Y

Deve satisfazer:

$$\eta : 0.050 \checkmark$$

O momento fletor solicitante de cálculo desfavorável **M_{sd}** produz-se num ponto

$$M_{sd} : 4.38 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



situado a uma distância de 1.218 m do nó N1, para a combinação de hipóteses PP+Z+X+Y.

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como:

$$M_{Rd} : \underline{87.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

W_{ef} : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com σ calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

$$W_{ef} : \underline{574.14} \text{ cm}^3$$

f_y : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

Resistência ao esforço cortante X

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.016} \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável V_{Sd} produz-se para a combinação de hipóteses PP+Z+X+Y.

$$V_{Sd} : \underline{3.60} \text{ kN}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$.

$$V_{Sd} : \underline{1.80} \text{ kN}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma V_{Rd} deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{114.55} \text{ kN}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{83.65}$$

para

$$h/t : \underline{7.81}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{108.43}$$

Onde:

t : Espessura da alma.

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

h : Largura da alma.

$$h : \underline{99.20} \text{ mm}$$

f_y : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

E : Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

K_v : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

K_v : 5.00

Resistência ao esforço cortante Y

Deve satisfazer:

η : 0.119 ✓

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V_{sd}** produz-se no nó N1, para a combinação de hipóteses 1.1·PP+Z+X+Y.

V_{sd} : 80.84 kN

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é **$V_{sd} = 0.5 V_{sd}$** .

V_{sd} : 40.42 kN

A força cortante resistente de cálculo da alma **V_{Rd}** deve ser calculada por:

⁽¹⁾ **V_{Rd}** : 339.74 kN

para

$1.08(EK_v/f_y)^{0.5}$: 83.65

para

h/t : 23.17

para

$1.4(EK_v/f_y)^{0.5}$: 108.43

Onde:

t: Espessura da alma.

t : 12.70 mm

h: Largura da alma.

h : 294.20 mm

f_y : Tensão de escoamento.

f_y : 166.70 MPa

E: Módulo de elasticidade.

E : 200000 MPa

γ : Coeficiente de ponderação das resistências.

γ : 1.1

K_v : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

K_v : 5.00

Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis **M_{sd}** e **V_{sd}** produzem-se num ponto situado a uma distância 1.218 m do nó N1, para a combinação de hipóteses 1.1·PP+Z+X+Y.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \underline{0.487} \quad \checkmark$$

Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \underline{97.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \underline{142.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \underline{79.65} \text{ kN}$$

V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \underline{679.47} \text{ kN}$$

Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis M_{Sd} e V_{Sd} produzem-se num ponto situado a uma distância 1.218 m do nó N1, para a combinação de hipóteses PP+Z+X+Y.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

Onde:

M_{Sd} : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \underline{4.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \underline{87.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

V_{Sd} : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \underline{3.60} \text{ kN}$$

V_{Rd} : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \underline{229.11} \text{ kN}$$

Resistência à flexo-compressão

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se num ponto situado a uma distância 1.219 m do nó N1, para a combinação de hipóteses 1.1·PP+Z+X+Y.

$$\eta : \underline{0.742} \quad \checkmark$$

Onde:

$N_{c,Sd}$: Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{7.20} \text{ kN}$$

$M_{x,Sd}$, $M_{y,Sd}$: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$M_{x,Sd} : \underline{97.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Sd} : \underline{4.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$N_{c,Rd}$: Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

$$N_{c,Rd} : \underline{1510.92} \text{ kN}$$

$M_{x,Rd}$, $M_{y,Rd}$: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$M_{x,Rd} : \underline{142.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{87.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistência à flexo-tração**

Os esforços solicitantes de cálculo desfavoráveis produzem-se num ponto situado a uma distância de 1.218 m do nó N1, para a combinação de hipóteses 1.1·PP+Z+X+Y.

Os esforços devem satisfazer as seguintes expressões de interação:

$$\eta : \underline{0.742} \quad \checkmark$$

Onde:

$N_{t,Sd}$: Força normal de tração solicitante de cálculo.

$$\mathbf{N_{t,Sd}} : \underline{7.20} \text{ kN}$$

$M_{x,Sd}$, $M_{y,Sd}$: Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$\mathbf{M_{x,Sd}} : \underline{97.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{y,Sd}} : \underline{4.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_{Rd} : Força normal de tração resistente de cálculo conforme 9.6.

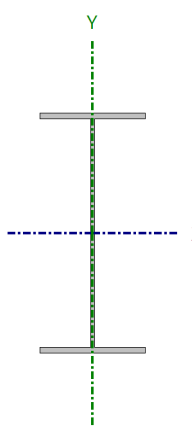
$$\mathbf{N_{Rd}} : \underline{1743.19} \text{ kN}$$

$M_{x,Rd}$, $M_{y,Rd}$: Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$\mathbf{M_{x,Rd}} : \underline{142.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{y,Rd}} : \underline{87.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Verificação da Viga de Rolamento
Perfil: W410X53
Material: Aço (A-36 250Mpa)

	Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N1	N2	6.000	68.40	18600.00	1020.00	22.70
	<i>Notas:</i> ⁽¹⁾ Inércia em relação ao eixo indicado ⁽²⁾ Momento de inércia à torção uniforme						
		Flambagem		Flambagem lateral			
		Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.		
	β	0.50	0.50	0.50	0.50		
	L _K	3.000	3.000	3.000	3.000		
	C _b	-		1.000			
	<i>Notação:</i> β: Coeficiente de flambagem L _K : Comprimento de flambagem (m) C _b : Fator de modificação para o momento crítico						

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 8800:2024)											Estado
	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	NM _x M _y	T	NMVT	σ τ f	
N1/N2	x: 2.377 m λ ≤ 200.0 Passa	x: 0 m η = 0.4	x: 2.377 m η = 0.4	x: 6 m η = 72.3	x: 6 m η = 18.1	x: 4.879 m η = 1.3	x: 6 m η = 35.8	x: 6 m η = 90.6	N.A. ⁽¹⁾	N.A. ⁽²⁾	N.A. ⁽³⁾	PASSA η = 90.6

Notação:

λ: Limitação do índice de esbeltez

 N_t: Resistência à tração

 N_c: Resistência à compressão

 M_x: Resistência à flexão eixo X

 M_y: Resistência à flexão eixo Y

 V_x: Resistência ao esforço cortante X

 V_y: Resistência ao esforço cortante Y

 NM_xM_y: Resistência ao esforço axial e flexão combinados

T: Resistência à torção

NMVT: Resistência ao momento de torção, força axial, momento fletor e cortante

σ τ f: Resistência a interações de esforços e momento de torção

x: Distância à origem da barra

η: Coeficiente de aproveitamento (%)

N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

⁽¹⁾ A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

⁽²⁾ Não há interação entre a esforço axial, momento fletor, esforço cortante e momento torsor. Portanto, a verificação não é necessária.

⁽³⁾ Não há interação entre os dois esforços cortantes nem entre o momento torsor, esforço axial, momentos fletores e esforços cortantes. Portanto, a verificação não é necessária.

Limitação do índice de esbeltez (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.3.7)

O índice de esbeltez das barras comprimidas, tomado como o maior relação entre o comprimento de flambagem e o raio de giração, não deve ser superior a 200.

 λ : **77.7** ✓

Onde:

λ: Índice de esbeltez.

 λ_x : **18.2**

$$\lambda_y : \underline{77.7}$$

Sendo:

L_x : Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$L_x : \underline{3.000} \text{ m}$$

L_y : Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$L_y : \underline{3.000} \text{ m}$$

r_x, r_y : Raios de giração em relação aos eixos principais X, Y, respectivamente.

$$r_x : \underline{16.49} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{3.86} \text{ cm}$$

Resistência à tração (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N1, para a combinação de ações PP+1.5·X.

$N_{t,Sd}$: Força axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$$N_{t,Sd} : \underline{6.52} \text{ kN}$$

A força axial de tração resistente de cálculo, $N_{t,Rd}$, deve ser determinada pela expressão:

$$N_{t,Rd} : \underline{1554.55} \text{ kN}$$

Onde:

A_g : Área bruta da seção transversal da barra.

$$A_g : \underline{68.40} \text{ cm}^2$$

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{250.00} \text{ MPa}$$

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

Resistência à compressão (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância de 2.377 m do nó N1, para a combinação de ações PP+1.5·X.

$N_{c,Sd}$: Força axial de compressão solicitante de cálculo, desfavorável.

$$N_{c,Sd} : \underline{4.28} \text{ kN}$$

A força axial de compressão resistente de cálculo, $N_{c,Rd}$, deve ser determinada pela expressão:



$$N_{c,Rd} : 1119.20 \text{ kN}$$

Onde:

χ : Fator de redução total associado à resistência à compressão.

A_{ef} : Área efetiva da seção transversal da barra.

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

$$\chi : 0.726$$

$$A_{ef} : 67.81 \text{ cm}^2$$

$$f_y : 250.00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{a1} : 1.10$$

Fator de redução χ : (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.3.3)

$$\chi : 0.726$$

Onde:

λ_0 : Índice de esbeltez reduzido.

$$\lambda_0 : 0.874$$

Sendo:

A_g : Área bruta da seção transversal da barra.

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

N_e : Força axial de flambagem elástica.

$$A_g : 68.40 \text{ cm}^2$$

$$f_y : 250.00 \text{ MPa}$$

$$N_e : 2237.11 \text{ kN}$$

Área efetiva da seção transversal. (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.3.4)

$$A_{ef} : 67.81 \text{ cm}^2$$

Alma: Elemento do Grupo 2 da Tabela 4.

$$51.03 > 49.45$$

b_{ef} : Largura efetiva do elemento.

$$b_{ef} : 374.35 \text{ mm}$$

Onde:

(b/t) : Relação entre largura e espessura.

b : Largura.

t : Espessura.

$(b/t)_{lim}$: Relação limite entre largura e espessura.

$$(b/t) : 51.03$$

$$b : 382.20 \text{ mm}$$

$$t : 7.49 \text{ mm}$$

$$(b/t)_{lim} : 49.45$$

E : Módulo de elasticidade do aço.

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

σ_{el} : Tensão de flambagem local.

$$E : 200000 \text{ MPa}$$

$$f_y : 250.00 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{el} : 292.64 \text{ MPa}$$

C₁: Factor para cálculo de flambagem local (Tabela 5).
C₂: Factor para cálculo de flambagem local (Tabela 5).
Mesa: Elemento do Grupo 4 da Tabela 4.

$$\begin{aligned} \mathbf{C_1} &: \underline{0.18} \\ \mathbf{C_2} &: \underline{1.31} \end{aligned}$$

$$\mathbf{8.17 \leq 18.59}$$

b_{ef}: Largura efetiva do elemento.

$$\mathbf{b_{ef}} : \underline{89.00} \text{ mm}$$

Onde:

(b/t): Relação entre largura e espessura.

$$\mathbf{(b/t)} : \underline{8.17}$$

b: Largura.

$$\mathbf{b} : \underline{89.00} \text{ mm}$$

t: Espessura.

$$\mathbf{t} : \underline{10.90} \text{ mm}$$

(b/t)_{lim}: Relação limite entre largura e espessura.

$$\mathbf{(b/t)_{lim}} : \underline{18.59}$$

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$\mathbf{E} : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$\mathbf{f_y} : \underline{250.00} \text{ MPa}$$

Força axial de flambagem elástica: (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.3.5)

A força axial de flambagem elástica, **N_e**, de uma barra com seção transversal duplamente simétrica ou simétrica em relação a um ponto, é dada pelo menor valor entre os obtidos por (a), (b) e (c):

$$\mathbf{N_e} : \underline{2237.11} \text{ kN}$$

(a) Para flambagem por flexão em relação ao eixo principal de inércia X da seção transversal:

$$\mathbf{N_{ex}} : \underline{40794.36} \text{ kN}$$

Onde:

L_x: Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$\mathbf{L_x} : \underline{3.000} \text{ m}$$

I_x: Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo X.

$$\mathbf{I_x} : \underline{18600.00} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$\mathbf{E} : \underline{200000} \text{ MPa}$$

(b) Para flambagem por flexão em relação ao eixo principal de inércia Y da seção transversal:

$$\mathbf{N_{ey}} : \underline{2237.11} \text{ kN}$$

Onde:

L_y: Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$\mathbf{L_y} : \underline{3.000} \text{ m}$$

I_y: Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo Y.

$$\mathbf{I_y} : \underline{1020.00} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$\mathbf{E} : \underline{200000} \text{ MPa}$$

(c) Para flambagem por torção em relação ao eixo longitudinal Z:



$$N_{ez} : \underline{3606.66} \text{ kN}$$

Onde:

L_z : Comprimento de flambagem por torção.

$$L_z : \underline{3.000} \text{ m}$$

E : Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

C_w : Constante de empenamento da seção transversal.

$$C_w : \underline{392000.00} \text{ cm}^6$$

G : Módulo de elasticidade transversal do aço.

$$G : \underline{77000} \text{ MPa}$$

J : Constante de torção da seção transversal.

$$J : \underline{22.70} \text{ cm}^4$$

r_0 : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de cisalhamento.

$$r_0 : \underline{16.94} \text{ cm}$$

Onde:

r_x, r_y : Raios de giração em relação aos eixos principais X, Y, respectivamente.

$$r_x : \underline{16.49} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{3.86} \text{ cm}$$

X_0, Y_0 : Coordenadas do centro de cisalhamento na direção dos eixos principais X, Y, respectivamente.

$$X_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$Y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.4.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.723} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N2, para a combinação de ações 1.5·PP+1.5·Z.

M_{sd} : Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

$$M_{sd} : \underline{153.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Já que ' $\lambda \leq \lambda_r$ ', deve-se considerar viga de alma não-esbelta (ABNT NBR 8800:2024, Anexo D).

$$51.03 \leq 161.22$$

Onde:

$$\lambda : \underline{51.03}$$

Sendo:

h : Altura da alma, tomada igual à distancia entre as faces internas das mesas.

$$h : \underline{382.20} \text{ mm}$$

t_w : Espessura da alma.

$$t_w : \underline{7.49} \text{ mm}$$

$$\lambda_r : \underline{161.22}$$

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.**E** : 200000 MPa**f_y**: Resistência ao escoamento do aço.**f_y** : 250.00 MPa

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} de vigas de alma não-esbelta deve ser tomado como o menor valor entre os obtidos nas seguintes seções:

M_{Rd} : 212.22 kN·m

(a) Máximo momento fletor resistente de cálculo (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.4.2.2):

M_{Rd} : 313.91 kN·m

Onde:

W_x: Módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão.**W_x** : 920.79 cm³**f_y**: Resistência ao escoamento do aço.**f_y** : 250.00 MPa**γ_{a1}**: Coeficiente de segurança do material.**γ_{a1}** : 1.10

(b) Estado-límite último de flambagem lateral com torção, FLT (ABNT NBR 8800:2024, Anexo D):

77.69 > **49.78****77.69** ≤ **147.11****M_{Rd}** : 212.22 kN·m

Onde:

λ : 77.69

Sendo:

L_{b,inf}: Distância entre pontos travados à flambagem lateral.**L_{b,inf}** : 3.000 m**r_y**: Raio de giração da seção em relação ao eixo principal de inércia perpendicular ao eixo de flexão.**r_y** : 3.86 cm**λ_p** : 49.78

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.**E** : 200000 MPa**f_y**: Resistência ao escoamento do aço.**f_y** : 250.00 MPa**λ_r** : 147.11

Sendo:

I_y: Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo Y.**I_y** : 1020.00 cm⁴**J**: Constante de torção da seção transversal.**J** : 22.70 cm⁴



C_w: Constante de empenamento da seção transversal.

C_w : 392000.00 cm⁶

β₁ : 0.035 cm⁻¹

M_{pl} : 262.50 kN·m

Onde:

Z_x: Módulo de resistência plástico.

Z_x : 1050.00 cm³

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 250.00 MPa

M_r : 161.14 kN·m

Sendo:

W_x: Módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão.

W_x : 920.79 cm³

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 250.00 MPa

σ_r : 75.00 MPa

C_b: Fator de modificação para diagrama de momento fletor não-uniforme.

C_b : 1.00

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

γ_{a1} : 1.10

(c) Estado-límite último de flambagem local da mesa comprimida, FLM (ABNT NBR 8800:2024, Anexo D):

8.17 ≤ 10.75

M_{Rd} : 238.64 kN·m

Onde:

λ : 8.17

Sendo:

b_f: Largura da mesa comprimida.

b_f : 178.00 mm

t_f: Espessura da mesa comprimida.

t_f : 10.90 mm

λ_p : 10.75

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 250.00 MPa

M_{pl} : 262.50 kN·m

Onde:

Z_x : Módulo de resistência plástico. f_y : Resistência ao escoamento do aço. γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material. Z_x : 1050.00 cm³ f_y : 250.00 MPa γ_{a1} : 1.10

(d) Estado-limite último de flambagem local da alma, FLA (ABNT NBR 8800:2024, Anexo D):

$$51.03 \leq 106.35$$

 M_{Rd} : 238.64 kN·m

Onde:

 λ : 51.03

Sendo:

 h : Altura da alma, tomada igual à distancia entre as faces internas das mesas. h : 382.20 mm t_w : Espessura da alma. t_w : 7.49 mm λ_p : 106.35

Sendo:

 E : Módulo de elasticidade do aço. E : 200000 MPa f_y : Resistência ao escoamento do aço. f_y : 250.00 MPa M_{pl} : 262.50 kN·m

Onde:

 Z_x : Módulo de resistência plástico. Z_x : 1050.00 cm³ f_y : Resistência ao escoamento do aço. f_y : 250.00 MPa γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material. γ_{a1} : 1.10**Resistência à flexão eixo Y** (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.4.2)

Deve satisfazer:

 η : 0.181 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N2, para a combinação de ações PP+1.5·Y.

 M_{Sd}^+ : Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável. M_{Sd}^+ : 7.07 kN·m

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} deve ser tomado como o menor valor entre os obtidos nas seguintes seções:

 M_{Rd} : 39.07 kN·m

(a) Máximo momento fletor resistente de cálculo (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.4.2.2):

$$M_{Rd} : \underline{39.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

W_y : Módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão.

$$W_y : \underline{114.61} \text{ cm}^3$$

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{250.00} \text{ MPa}$$

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

(b) Estado-límite último de flambagem local da mesa comprimida, FLM (ABNT NBR 8800:2024, Anexo D):

$$8.17 \leq 10.75$$

$$M_{Rd} : \underline{40.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$$\lambda : \underline{8.17}$$

Sendo:

b_f : Largura da mesa comprimida.

$$b_f : \underline{178.00} \text{ mm}$$

t_f : Espessura da mesa comprimida.

$$t_f : \underline{10.90} \text{ mm}$$

$$\lambda_p : \underline{10.75}$$

Sendo:

E : Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{250.00} \text{ MPa}$$

$$M_{pl} : \underline{44.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

Z_y : Módulo de resistência plástico.

$$Z_y : \underline{177.00} \text{ cm}^3$$

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{250.00} \text{ MPa}$$

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.4.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância de 4.879 m do nó N1, para a combinação de ações PP+1.5·Y.

V_{Sd}: Esforço cortante solicitante de cálculo, desfavorável.
A força cortante resistente de cálculo, **V_{Rd}**, é determinada pela expressão:

$$\mathbf{V_{Sd}} : \underline{6.77} \text{ kN}$$

$$\mathbf{8.17} \leq \mathbf{34.08}$$

$$\mathbf{V_{Rd}} : \underline{529.15} \text{ kN}$$

Onde:

$$\lambda : \underline{8.17}$$

Sendo:

b_f: Largura das mesas.

$$\mathbf{b_f} : \underline{178.00} \text{ mm}$$

t_f: Espessura das mesas.

$$\mathbf{t_f} : \underline{10.90} \text{ mm}$$

$$\lambda_p : \underline{34.08}$$

Sendo:

k_v: Coeficiente de flambagem.

$$\mathbf{k_v} : \underline{1.20}$$

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$\mathbf{E} : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$\mathbf{f_y} : \underline{250.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{V_{pl}} : \underline{582.06} \text{ kN}$$

Sendo:

A_w: Área efetiva ao cisalhamento.

$$\mathbf{A_w} : \underline{38.80} \text{ cm}^2$$

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.4.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.358} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N2, para a combinação de ações 1.5·PP+1.5·Z.

V_{Sd}: Esforço cortante solicitante de cálculo, desfavorável.
A força cortante resistente de cálculo, **V_{Rd}**, é determinada pela expressão:

$$\mathbf{V_{Sd}} : \underline{147.70} \text{ kN}$$

$$51.03 \leq 71.90$$

$$V_{Rd} : 412.63 \text{ kN}$$

Onde:

$$\lambda : 51.03$$

Sendo:

h: Altura da alma, tomada igual à distancia entre as faces internas das mesas.

$$h : 382.20 \text{ mm}$$

t_w: Espessura da alma.

$$t_w : 7.49 \text{ mm}$$

$$\lambda_p : 71.90$$

Sendo:

k_v: Coeficiente de flambagem.

$$k_v : 5.34$$

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : 200000 \text{ MPa}$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : 250.00 \text{ MPa}$$

$$V_{pl} : 453.89 \text{ kN}$$

Sendo:

A_w: Área efetiva ao cisalhamento.

$$A_w : 30.26 \text{ cm}^2$$

d: Altura total da seção transversal.

$$d : 404.00 \text{ mm}$$

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : 1.10$$

Resistência ao esforço axial e flexão combinados (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.5.1.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : 0.906 \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N2, para a combinação de ações 1.5·PP+1.5·Z+1.5·X+1.5·Y.

N_{c,sd}: Força axial de compressão solicitante de cálculo, desfavorável.

$$N_{c,sd} : 4.28 \text{ kN}$$

M_{x,sd}: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

$$M_{x,sd} : 153.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{y,sd}: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

$$M_{y,sd} : 7.07 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$0.004 < 0.200$$

$$\eta : 0.906$$

Onde:

$N_{c,Rd}$: Força axial resistente de cálculo de compressão (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.3).

$$N_{c,Rd} : 1119.20 \text{ kN}$$

$M_{x,Rd}, M_{y,Rd}$: Momentos fletores resistentes de cálculo, respectivamente em relação aos eixos X e Y da seção transversal (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.4.2).

$$M_{x,Rd} : 212.22 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : 39.07 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistência à torção (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.5.2.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Resistência ao momento de torção, força axial, momento fletor e cortante (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.5.2.2)

Não há interação entre a esforço axial, momento fletor, esforço cortante e momento torsor. Portanto, a verificação não é necessária.

Resistência a interações de esforços e momento de torção (ABNT NBR 8800:2024, Artigo 5.5.2.3)

Não há interação entre os dois esforços cortantes nem entre o momento torsor, esforço axial, momentos fletores e esforços cortantes. Portanto, a verificação não é necessária.

**SIAOTECH****Relatório de Conformidade**

PONTE ROLANTE 10 TON

PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA PONTE

 SIAOTECH	
SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS COM IND E SERVIÇOS LTDA CNPJ 43.983.467/0001-01 CAXIAS DO SUL-RS FONE (54) 3219 4969 www.siaotech.com	
Nº DE SÉRIE	ANO FABRICAÇÃO
070/2026	2026
TIPO	CAPACIDADE
PONTE ROLANTE	10t
MODELO	PESO (kg)
MONOVIGA	4600
CREA RS 266660	

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conforme exposto nesse Relatório, os equipamentos aqui descritos se encontram em conformidade e podem ser utilizados para as atividades a que se destinam, não podendo ultrapassar a capacidade de carga estipulada.

Nenhum item do sistema deve ser inserido, retirado ou modificado, sem autorização expressa, o que resultará na invalidação deste relatório.

IMPORTANTE: A VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS SE RESTRINGE A PARTE MECÂNICA, NÃO FORAM AVALIADAS AS PARTES DE COMPETENCIA CIVIL, COMO COLUNAS DE CONCRETO QUE SUPORTAM A VIGA DE ROLAMENTO.

Atenciosamente,

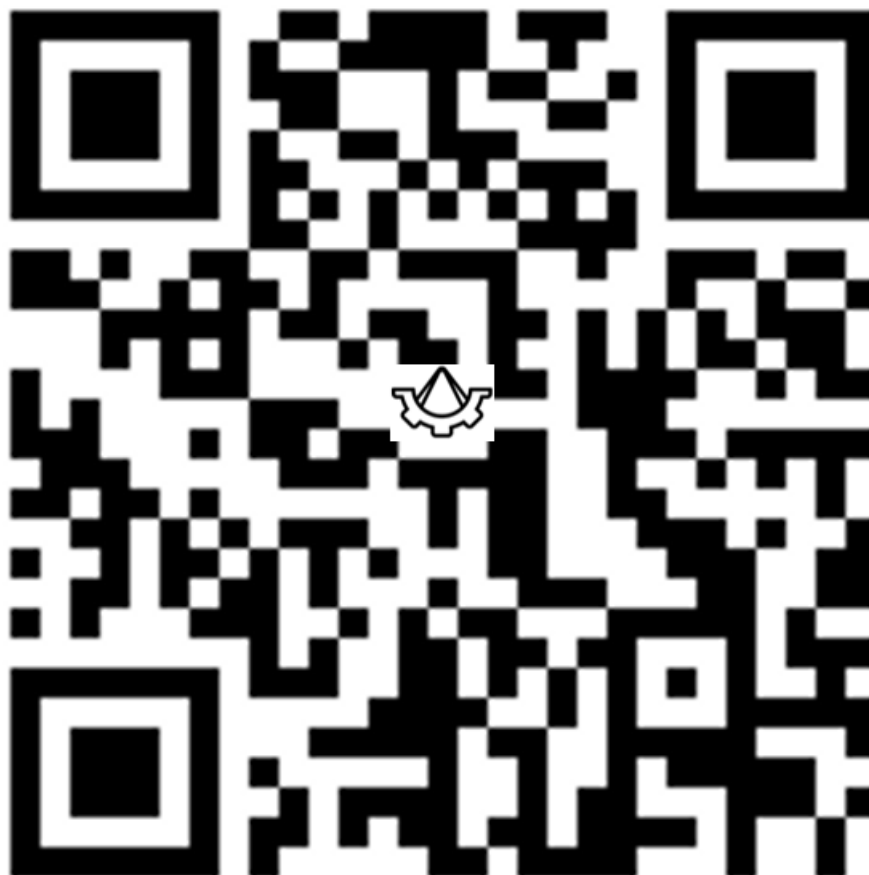


Luís Eduardo Wiechoreck
Engenheiro Mecânico
Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA RS2211066380



Os documentos podem ser acessados online, apontando a câmera do celular para o Qr code abaixo ou através do link a seguir:

<https://siaotech.com/download/antoniolli-070-2026/>





Tipo: OBRA OU SERVIÇO **Participação Técnica:** INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO **Motivo:** NORMAL

Contratado

Carteira: RS190508 **Profissional:** LUÍS EDUARDO WIECHORECK **E-mail:** eduardowie@gmail.com
RNP: 2211066380 **Título:** Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Segurança do Trabalho
Empresa: SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS COMERCIO INDUSTRIA E SERVICO LTDA **Nr.Reg.:** 266660

Contratante

Nome: SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS E SERVIÇOS LTDA **E-mail:**
Endereço: Rua JERONIMO DEMORI 1474 **Telefone:** (54) 99192 9494 **CPF/CNPJ:** 43983467000101
Cidade: Caxias do Sul **Bairro:** SÃO LUIZ **CEP:** 95074758 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: ANTONIOLLI ADMINISTRACAO **CPF/CNPJ:** 94604543000161
Endereço da Obra/Serviço: Rua DAS GUAVIROVAS 399 **CEP:** 95076140 **UF:** RS
Cidade: CAXIAS DO SUL **Bairro:** SÃO VIRGÍLIO
Finalidade: INDUSTRIAL **Vlr Contrato(R\$):** 3.500,00 **Honorários(R\$):** 0,00
Data Início: 31/08/2026 **Prev.Fim:** 30/10/2026 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Projeto e Execução	Ponte Rolante	1,00	UN
Projeto e Execução	Estruturas Metálicas	1,00	UN
Observações	REFERENTE À UMA PONTE ROLANTE COM CAPACIDADE PARA 10 TON		
Observações	COM APROX. 15 METROS DE VÃO E ESTRUTURA METÁLICA DO CAMINHO		
Observações	DE ROLAMENTO DA PONTE.		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 04/09/2026

Caxias do Sul/RS - 04/06/26
Local e Data

Declaro serem verdadeiras as informações acima

LUÍS EDUARDO WIECHORECK
Profissional

De acordo

SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS E SERVIÇOS LTDA
Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.