GUSMÃO
Planejamento
& Obras

MEMORIAL DE CALCULO ESTRUTURAL – EDIFICIO TRIANON

Proprietário: Prefeitura da Cidade do Recife

Secretaria da Educação do Recife

Engenheiro

Nome: Jefferson Alves Falcão

CREA: 181987236



Recife, 17 de Novembro de 2025

Av. Gov. Agamenon Magalhães, 2885. Espinheiro, Recife - PE, 52021-170

81 3427-2481 www.gusmaopl.com.br gusmaoplanejamentos gusmaoplanejamento

GUSMÃO
Planejamento
& Obras

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 3
1.1 Descrição do projeto 3
2 NORMAS UTILIZADAS 3
3 MATERIAIS 4
3.1 Concreto 4
3.2 Aço 4
4 CARGAS 4
4.1 Carga Permanente 4
4.2 Principais combinações ultimas de carga (concreto armado) 5
5 MODELO ESTRUTRAL 6
5.1 Modelo matemático 6
6 ANALISE ESTRUTURAL 8
6.1 Verificação dos elementos estruturais 8
6.2 Comprovações 8
7.2 Considerações finais 9

Av. Gov. Agamenon Magalhães, 2885. Espinheiro, Recife - PE, 52021-170
81 3427-2481 www.gusmaopl.com.br gusmaoplanejamentos gusmaoplanejamento

1 INTRODUÇÃO

O presente memorial, trata dos parâmetros utilizados e as recomendações a serem seguidas para a execução da estrutura em concreto armado e estrutura metálica da construção/adequação do Edifício Trianon, localizada na Av. Guararapes n° 283, Santo Antônio, Recife – Pe.

1.1 Descrição do projeto

A construção está constituída por sistema convencional em estrutura concreto armado e estrutura metálica, composta por pilares, vigas e laje em concreto armado.
A área total construída do edifício é de 5.453,84. O presente documento trata das recomendações executivas para a execução dos serviços. Todos os detalhes necessários para a perfeita execução da reforma da unidade, como: armaduras, classe do concreto, cobrimentos, dimensões, perfis e etc. estão demonstrados no projeto estrutural em anexo.

2 NORMAS UTILIZADAS

O presente projeto seguiu as recomendações das normas a seguir:

- NBR6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR 6120 – Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações;
- NBR 7211 – Agregados para Concreto – Especificação;
- NBR 7215 – Resistência a Compressão do Cimento Portland;

Av. Gov. Agamenon Magalhães, 2885. Espinheiro, Recife - PE, 52021-170
81 3427-2481 www.gusmaopl.com.br gusmaoplanejamentos gusmaoplanejamento

- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR 7480 – Aço Destinado a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado;

3 MATERIAIS

3.1 Concreto

Elemento	fck (kg/cm²)	E (kg/cm²)
Laje	300	$\alpha E * 5600\sqrt{fck}$
Pilares e Vigas	300	$\alpha E * 5600\sqrt{fck}$
Fundação	300	$\alpha E * 5600\sqrt{fck}$

3.2 Aço

Elemento	fyk (kg/cm²)	E (kg/cm²)
Aço Ca-50	5,000	2'040,000
A-36	2,500	2 100 000
A-572 Gr50	3,450	2 100 000

4 CARGAS

4.1 Carga Permanente

O próprio peso dos elementos estruturais, calculado automaticamente com o software de análise estrutural que utiliza a geometria das seções e um peso específico de concreto armado e aço estrutural igual a 2500 kg/m^3 e 7850 kg/m^3, respectivamente.

Av. Gov. Agamenon Magalhães, 2885. Espinheiro, Recife - PE, 52021-170
81 3427-2481 www.gusmaopl.com.br gusmaoplanejamentos gusmaoplanejamento

4.2 Principais combinações ultimas de carga (concreto armado)

- C1.- PP + CP
- C2. – 1.4PP + 1.4CP
- C3. – PP + CP + 1.4Qa
- C4. – 1.4PP + 1.4CP + 1.4Qa

Combinações ultimas de carga (estruturas metálicas)

- C1.- PP + CP
- C2. – 1.25PP + 1.25CP
- C3. – PP + CP + 1.5Qa
- C4. – 1.25PP + 1.25CP + 1.5Qa
- C5. – PP + CP + 1.5V
- C6. – 1.25PP + 1.25CP + 1.4V
- C7. – 1.25PP + 1.25CP + 0.75Qa + 1.4V
- C8. – PP + CP + 1.4V

Onde:
PP: Peso próprio
CP: Carga permanente
Qa: Sobrecarga

Carga Permanente: É o peso da estrutura, além da carga adicional que inclui as instalações, acabamentos, encostas, impermeabilização.

Carga Permanente =2.5 kN/m^2 (Piso)
Sobrecarga =3 kN/m^2 (Piso)

Av. Gov. Agamenon Magalhães, 2885. Espinheiro, Recife - PE, 52021-170
81 3427-2481 www.gusmaopl.com.br gusmaoplanejamentos gusmaoplanejamento

5 MODELO ESTRUTRAL

5.1 Modelo matemático

Para a modelagem da estrutura, foi utilizado o programa Cypecad de Cype Ingenieros, ao qual foram atribuídos as propriedades e materiais dos elementos, apresentaremos o modelo matemático desenvolvido, conforme projeto de arquitetura.

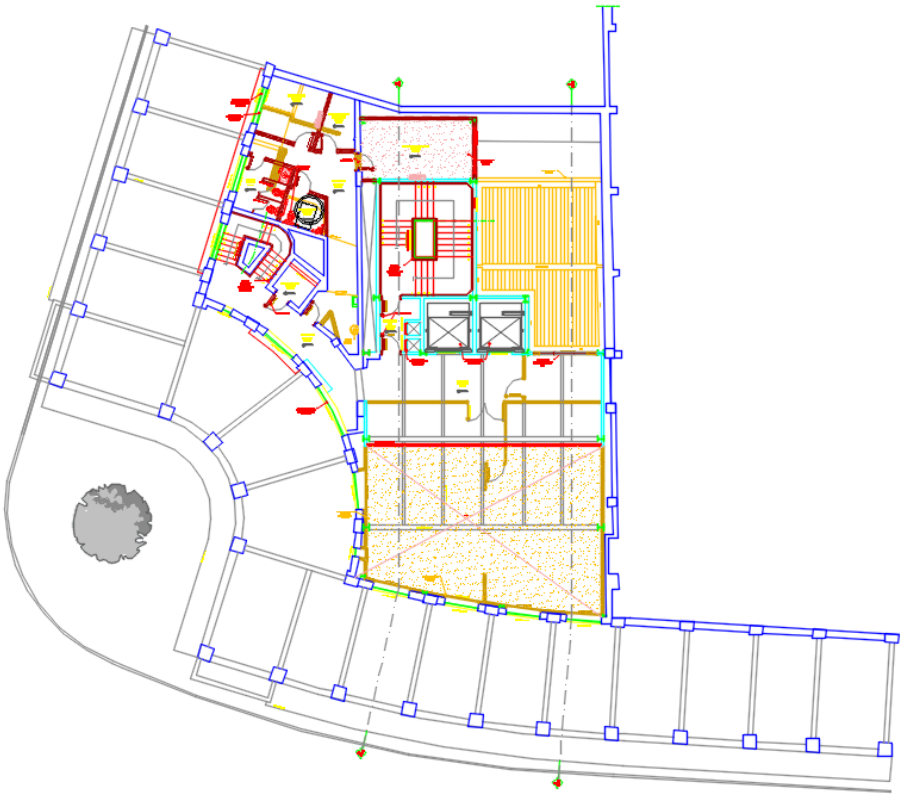


Figura 1.0 Planta baixa de Arquitetura Pav. Sobreloja

Av. Gov. Agamenon Magalhães, 2885. Espinheiro, Recife - PE, 52021-170
81 3427-2481 www.gusmaopl.com.br gusmaoplanejamentos gusmaoplanejamento

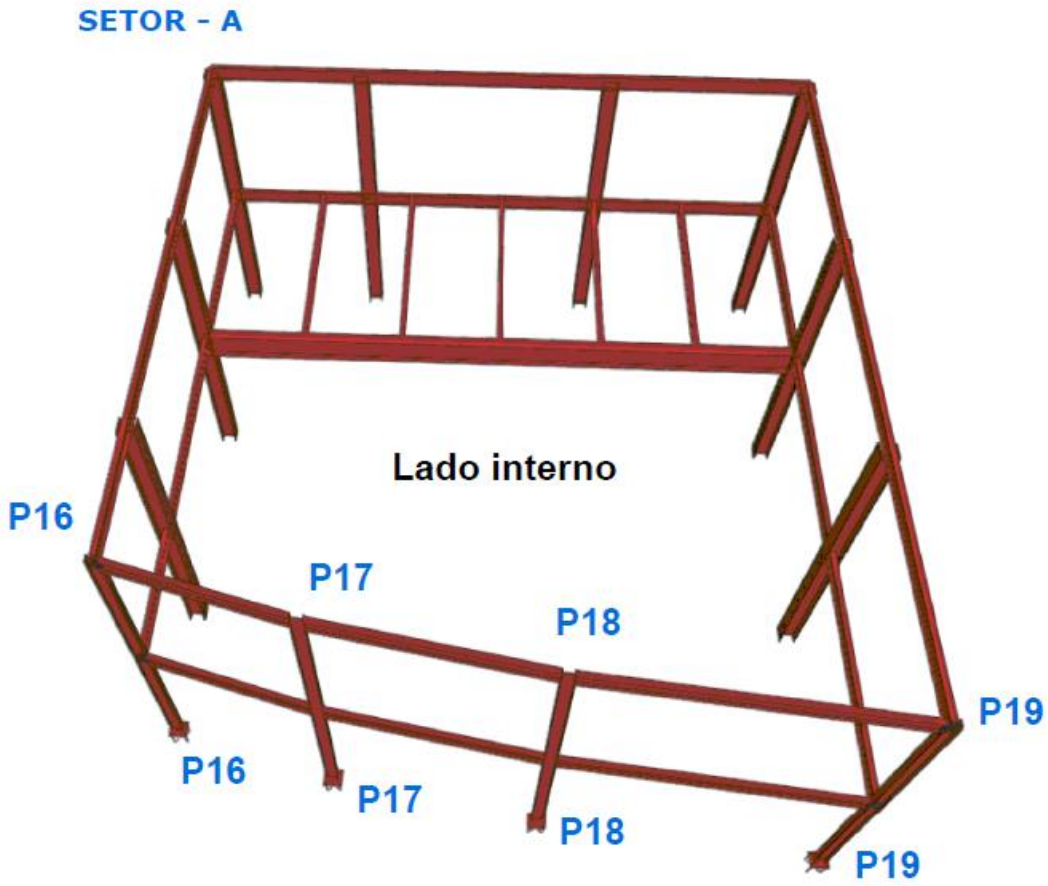


Figura 2.0 Modelo Matemático (Metálica) setor A

Av. Gov. Agamenon Magalhães, 2885. Espinheiro, Recife - PE, 52021-170
81 3427-2481 www.gusmaopl.com.br gusmaoplanejamentos gusmaoplanejamento

6 ANALISE ESTRUTURAL

6.1 Verificação dos elementos estruturais

A analise estrutural consiste em realizar verificações pontuais de estabilidade dos perfis metálicos, em resultado das modificações que ocorrerão na edificação, tanto de demolição como inclusão de novas áreas.

As análises e modificações detalhadas em projeto, foram divididas em setores.

- Setor 01
- Setor 02
- Setor 03

Cada setor está destinado a uma área de intervenção no edifício, que pode ser verificado no projeto estrutural.

6.2 Comprovações

Em anexo, seguem as comprovações nos perfis estruturais conforme cada setor.

Av. Gov. Agamenon Magalhães, 2885. Espinheiro, Recife - PE, 52021-170
81 3427-2481 www.gusmaopl.com.br gusmaoplanejamentos gusmaoplanejamento

7.2 Considerações finais

O dimensionamento da estrutura foi realizado com base nos projetos de arquitetura proporcionados pelo cliente, assim mesmo, outros dados foram importantes para obter as dimensões e materiais a serem utilizados, como: projeto topográfico, curvas de nível, ensaio spt, caracterização do solo, nível do lençol freático, planta de demolição e construção.

Os resultados foram obtidos por meio de software especifico para tal processo, cujos dados de entradas foram todos os parâmetros citados anteriormente, com isso, foi possível obter informações que possibilitaram saber a geometria ideal das seções, reforços necessários, capacidade dos elementos estruturais entre outros parâmetros, sem mais, declaro que o projeto junto ao memorial de cálculo apresentado, seja o suficiente para garantir a correta construção da obra.

É essencial a utilização de fichas de verificações de serviço FVS, conferindo todos os elementos estruturais antes mesmos para liberação de concretagem e montagem das estruturas, em caso de dúvidas consultar engenheiro responsável pelo projeto.

Cuidadosamente,

Engenheiro civil Jefferson Falcão
Especialista em Estruturas
CREA-PE N° 181987236
+55 81 87707343



João Bosco Vieira - Engenheiro civil
Especialista em Estruturas e Fundações
CREA-PB: 160004156-6



SETOR 01

ÍNDICE

1. DADOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados limites..... 2
1.2.1. Situações de projeto..... 2
1.2.2. Combinações..... 3

2. ESTRUTURA..... 4
2.1. Geometria..... 4
2.1.1. Barras..... 4
2.2. Ligações..... 6
2.2.1. Especificações para ligações soldadas..... 6
2.2.2. Especificações para ligações aparafusadas..... 8
2.2.3. Referências e simbologia..... 10
2.2.4. Memória de cálculo..... 12

1. DADOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aços laminados e soldados: ABNT NBR 8800:2024

Categoria de uso: Edificações residenciais

1.2. Estados limites

E.L.U. Aço laminado	Cópia de Aço laminado - NBR 8800: 2024
Deslocamentos	Ações características

1.2.1. Situações de projeto

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

- Com coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sem coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Onde:

G_k Ação permanente
P_k Ação de pré-tensão
Q_k Ação variável
γ_G Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes
γ_P Coeficiente parcial de segurança da ação de pré-tensão
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinação da ação variável principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão:

E.L.U. Aço laminado: ABNT NBR 8800:2024

Cópia de Normal				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

Deslocamentos

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança (γ)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

1.2.2. Combinações

- **Nomes das ações**

PP	Peso próprio
CP 1	CAPA CONCRETO + STEEL DECK
SCU 1	NORMATIVA
V 1	VENTO a 0º
V 2	VENTO a 90º

- **E.L.U. Aço laminado**

Comb.	PP	CP 1	SCU 1	V 1	V 2
1	1.000	1.000			
2	1.500	1.000			
3	1.000	1.500			
4	1.500	1.500			
5	1.000	1.000	1.500		
6	1.500	1.000	1.500		
7	1.000	1.500	1.500		
8	1.500	1.500	1.500		
9	1.000	1.000		1.400	
10	1.500	1.000		1.400	
11	1.000	1.500		1.400	
12	1.500	1.500		1.400	
13	1.000	1.000	0.750	1.400	
14	1.500	1.000	0.750	1.400	
15	1.000	1.500	0.750	1.400	
16	1.500	1.500	0.750	1.400	
17	1.000	1.000	1.500	0.840	
18	1.500	1.000	1.500	0.840	
19	1.000	1.500	1.500	0.840	
20	1.500	1.500	1.500	0.840	
21	1.000	1.000			1.400
22	1.500	1.000			1.400
23	1.000	1.500			1.400
24	1.500	1.500			1.400
25	1.000	1.000	0.750		1.400
26	1.500	1.000	0.750		1.400
27	1.000	1.500	0.750		1.400
28	1.500	1.500	0.750		1.400
29	1.000	1.000	1.500		0.840
30	1.500	1.000	1.500		0.840
31	1.000	1.500	1.500		0.840
32	1.500	1.500	1.500		0.840

- **Deslocamentos**

Comb.	PP	CP 1	SCU 1	V 1	V 2
1	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000		1.000	
4	1.000	1.000	1.000	1.000	
5	1.000	1.000			1.000
6	1.000	1.000	1.000		1.000

2. ESTRUTURA

2.1. Geometria

2.1.1. Barras

2.1.1.1. Materiais utilizados

Materiais utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_{-t} (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designação						
Aço laminado	A-572 345MPa	200000.00	0.300	77000.00	345.00	0.000012	77.01

Notação:
E: Módulo de elasticidade
n: Módulo de poisson
G: Módulo de corte
f_y: Limite elástico
a_t: Coeficiente de dilatação
g: Peso específico

2.1.1.2. Descrição

Descrição											
Material		Barra (Ni/Nf)	Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designação				Indeformável origem	Deformável	Indeformável extremo				
Aço laminado	A-572 345MPa	N540/N539	N540/N537	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	1.702	-	0.91	0.75	0.928	0.928
		N539/N538	N540/N537	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.857	-	1.00	1.00	0.929	0.929
		N538/N537	N540/N537	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.703	0.154	0.91	0.82	0.929	0.929
		N541/N537	N541/N537	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.937	0.153	0.66	0.73	1.545	1.545
		N542/N540	N542/N540	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	2.784	0.153	0.71	0.62	1.545	1.545
		N543/N537	N543/N544	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	2.848	0.152	0.66	0.69	1.500	1.500
		N537/N544	N543/N544	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	2.848	-	0.84	0.96	1.500	1.500
		N546/N545	N546/N547	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	2.848	0.152	0.70	0.65	1.500	1.500
		N545/N547	N546/N547	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	2.848	-	1.00	0.92	1.500	1.500
		N548/N542	N548/N549	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	2.848	0.152	0.67	0.68	1.500	1.500
		N542/N549	N548/N549	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	2.848	-	0.89	0.93	1.500	1.500
		N550/N540	N550/N551	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	2.848	0.152	0.67	0.68	1.500	1.500
		N540/N551	N550/N551	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	2.848	-	0.89	0.93	1.500	1.500

Descrição											
Material		Barra (Ni/Nf)	Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designação				Indeformável origem	Deformável	Indeformável extremo				
		N552/N538	N552/N538	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	3.090	-	1.00	1.00	1.545	1.545
		N553/N539	N553/N539	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	3.090	-	1.00	1.00	1.545	1.545
		N545/N541	N545/N541	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	0.536	-	0.96	0.84	0.345	0.345
		N542/N553	N542/N545	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	1.702	-	0.91	0.75	0.928	0.928
		N553/N552	N542/N545	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.857	-	1.00	1.00	0.929	0.929
		N552/N545	N542/N545	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.013	0.154	1.00	0.84	0.584	0.584

Notação:
Ni: Nó inicial
Nf: Nó final
b_{xy}: Coeficiente de flambagem no plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de flambagem no plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Espaçamento entre travamentos do banzo superior
$Lb_{Inf.}$: Espaçamento entre travamentos do banzo inferior

2.1.1.3. Características mecânicas

Tipos de peça	
Ref.	Peças
1	N540/N537, N541/N537, N542/N540, N552/N538, N553/N539, N545/N541 e N542/N545
2	N543/N544, N546/N547, N548/N549 e N550/N551

Características mecânicas									
Material		Ref.	Descrição	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designação								
Aço laminado	A-572 345MPa	1	W310X21.0, (W - TecnoMetal (Brasil))	27.24	8.64	13.38	3775.28	98.43	3.61
		2	HP310X97.0, (HP - TecnoMetal (Brasil))	123.61	70.46	24.70	22320.13	7278.38	91.50

Notação:
Ref.: Referência
A: Área da seção transversal
Avy: Área de esforço cortante da seção segundo o eixo local 'Y'
Avz: Área de esforço cortante da seção segundo o eixo local 'Z'
Iyy: Inércia da seção em torno do eixo local 'Y'
Izz: Inércia da seção em torno do eixo local 'Z'
It: Inércia à torção
As características mecânicas das peças correspondem à seção no ponto médio das mesmas.

2.2. Ligações

2.2.1. Especificações para ligações soldadas

Norma:

ABNT NBR 8800:2008: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificios. Artículo 6: Condições específicas para o dimensionamento de ligações metálicas.

Materiais:

- Perfis (Material base): A-572 345MPa.

- Material de adição (soldas): Eletrodos das séries E70XX e E60XX. Para os materiais utilizados e o procedimento de solda SMAW (Arco elétrico com eletrodo revestido), cumprem-se as condições de compatibilidade entre materiais exigidas pelo item 6.2.4 ABNT NBR 8800:2008.

Definições para soldas em ângulo:

- Garganta efetiva: é igual à menor distância medida desde a raiz à face plana teórica da solda (item 6.2.2.2 b) ABNT NBR 8800:2008).

- Lado do cordão: é o menor dos dois lados situados nas faces de fusão do maior triângulo que pode ser inscrito na seção da solda (item 6.2.2.2 b) ABNT NBR 8800:2008).

- Raiz da solda: é a interseção das faces de fusão (item 6.2.2.2 b) ABNT NBR 8800:2008).

- Comprimento efetivo do cordão de solda: é igual ao comprimento total da solda com dimensões uniformes, incluídos os retornos (item 6.2.2.2 c) ABNT NBR 8800:2008).

Disposições construtivas:

1) As prescrições consideradas neste projeto aplicam-se a ligações soldadas nas quais:

- Os aços das peças a unir têm um limite elástico não superior a 100 ksi [690 MPa] (item 1.2 (1) AWS D1.1/D1.1M:2002).

- As espessuras das peças a unir são pelo menos de 1/8 in [3mm] (item 1.2 (2) AWS D1.1/D1.1M:2002).

- As peças soldadas não são de seção tubular.

2) Em soldas de topo de penetração total ou parcial verifica-se que:

- O comprimento efetivo das soldas de penetração total ou parcial é igual ao seu comprimento total, o qual é igual ao comprimento da parte unida (item 6.2.2.1 b) ABNT NBR 8800:2008).

- Em soldas de penetração total, a garganta efetiva é igual à menor espessura das peças unidas (item 6.2.2.1 c) ABNT NBR 8800:2008).

- Em soldas de penetração parcial, a espessura mínima da garganta efetiva cumpre os valores da seguinte tabela:

Tabela 9 ABNT NBR 8800:2008

Menor espessura das peças a unir (mm)	Espessura mínima de garganta efetiva (mm)
Menor que ou igual a 6.35	3
Menor que ou igual a 12.5	5
Menor que ou igual a 19	6
Menor que ou igual a 37.5	8
Menor que ou igual a 57	10
Menor que ou igual a 152	13
Maior que 152	16

- A espessura de garganta efetiva das soldas de penetração parcial determina-se segundo a tabela 5 ABNT NBR 8800:2008.

3) Em soldas em ângulo verifica-se que:

- O tamanho mínimo do lado de uma solda de ângulo cumpre os valores da seguinte tabela:

Tabela 10 ABNT NBR 8800:2008	
Menor espessura das peças a unir (mm)	Tamanho mínimo do lado de uma solda em ângulo(*) (mm)
Menor que ou igual a 6.35	3
Menor que ou igual a 12.5	5
Menor que ou igual a 19	6
Maior que 19	8
(*)*Executada em uma só passada*	

- O tamanho máximo do lado de uma solda em ângulo ao longo das bordas de peças soldadas cumpre o especificado no item 6.2.6.2.2 ABNT NBR 8800:2008, o qual exige que:

  - ao longo das bordas de material com espessura inferior a 6.35 mm, seja menor ou igual à espessura do material.

  - ao longo das bordas de material com espessura igual ou superior 6.35 mm, seja menor ou igual à espessura do material menos 1.5 mm.

- O comprimento efetivo de um cordão de solda em ângulo cumpre que é maior que ou igual a 4 vezes o tamanho do seu lado, ou que o lado não se considera maior que o 25 % do comprimento efetivo da solda. Além disso, o comprimento efetivo de uma solda em ângulo exposta a qualquer solicitação de cálculo não é inferior a 40 mm (item 6.2.6.2.3 ABNT NBR 8800:2008).

4) No detalhe das soldas indica-se o comprimento efetivo do cordão (comprimento sobre o qual o cordão tem o seu tamanho completo). Para alcançar tal comprimento, pode ser necessário prolongar o cordão rodeando os cantos, com o mesmo tamanho de cordão.

5) As soldas de ângulo de ligações em 'T' com ângulos menores que 30° não se consideram como efetivas para a transmissão das cargas aplicadas (item 2.3.3.4 AWS D1.1/D1.1M:2002).

6) Nos processos de fabricação e montagem deverão ser cumpridos os requisitos indicados no capítulo 5 de AWS D1.1/D1.1M:2002. No que diz respeito à preparação do metal base, exige-se que as superfícies sobre as quais se depositará o metal de adição devem ser suaves, uniformes, e livres de fissuras e outras descontinuidades que afetariam a qualidade ou resistência da solda. As superfícies a soldar, e as superfícies adjacentes a uma solda, deverão estar também livres de lâminas, escamas, óxido solto ou aderido, escória, ferrugem, umidade, óleo, gordura e outros materiais estranhos que impeçam uma solda apropriada ou produzam emissões prejudiciais.

Verificações:

- A resistência de cálculo dos cordões de solda determina-se de acordo com o item 6.2.5 ABNT NBR 8800:2008.

- O método utilizado para a verificação da resistência dos cordões de solda é aquele em que as tensões calculadas nos cordões (resultante vetorial), consideram-se como tensões de corte aplicadas sobre a área efetiva (item 2.5.4.1 AWS D1.1/D1.1M:2002).

- A área efetiva de um cordão de solda é igual ao produto do comprimento efetivo do cordão pela espessura de garganta efetiva (itens 6.2.2.1 a) e 6.2.2.2 a) ABNT NBR 8800:2008).

- Na verificação da resistência dos cordões de solda considerou-se uma solicitação mínima de cálculo de 45kN (item 6.1.5.2 ABNT NBR 8800:2008).

2.2.2. Especificações para ligações aparafusadas

Norma:

ABNT NBR 8800:2008: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. 6.3 Parafusos e barras redondas rosqueadas.

Materiais:

- Perfis (Material base): A-572 345MPa.
- Classe de aço dos parafusos pré-tensionados utilizados: ASTM A325 (item 6.3 ABNT NBR 8800:2008).

Disposições construtivas:

1) Consideraram-se as seguintes distâncias mínimas e máximas entre eixos de furos e entre estes e as bordas das peças:

Disposições construtivas para parafusos, segundo itens 6.3.9, 6.3.10, 6.3.11 e 6.3.12 ABNT NBR 8800:2008				
Distâncias	À borda da peça		Entre furos	Entre parafusos
	d_b	mm		
Mínimas	5/8"	29	$2.7 \cdot d_b$	--
Máximas	150 mm 12t		--	200 mm 14t
Notas: *d_b: Diâmetro do parafuso* *t: Menor espessura das peças que se unem.*				

2) Uma vez montadas as peças, todas as superfícies de ligação, incluídas as adjacentes às cabeças dos parafusos, porcas e anilhas, devem estar livres de pequenas lâminas (exceto aquelas firmemente aderidas ao material), rebarbas, sujeira ou qualquer outra matéria estranha que impeça o perfeito contato entre as peças.

3) Os parafusos devem estar alinhados para permitir a inserção dos parafusos sem danificar as suas roscas.

4) Deve-se verificar, antes da colocação, se as porcas podem deslocar-se livremente sobre o parafuso correspondente.

5) Em cada parafuso será colocada uma anilha no lado da cabeça e outra no lado da porca.

6) Os furos devem realizar-se através de broca ou outro processo que proporcione um acabamento equivalente.

7) A furação é admitida para peças de espessura não superior ao diâmetro do parafuso mais 3 mm. Para espessuras maiores, os furos devem ser realizados através de broca, ou através de furação prévia com matriz de diâmetro inferior a 3.5 mm do diâmetro definitivo, para depois perfurar até ao diâmetro nominal.

8) Não é permitida a reutilização de parafusos ASTM A325 galvanizados. Os outros parafusos ASTM A325 podem ser reutilizados uma única vez, se for aprovado pelo engenheiro responsável. O reaperto de parafusos previamente apertados que se tenham soltado durante o aperto de parafusos vizinhos não se considera reutilização.

9) Condições para o aperto dos parafusos não pré-tensionados:

- Cada conjunto de parafuso, porca e anilhas deve alcançar a condição de aperto máximo sem sobrecarregar os parafusos. Esta condição é a que poderia conseguir um operário com alguns impactos aplicados por uma chave de impacto ou pelo esforço máximo aplicado por um operário usando uma chave normal.

- O aperto deve ser realizado a partir dos parafusos localizados na parte mais rígida da ligação, seguindo na direção das bordas livres. Inclusive, é conveniente realizar algum ciclo de aperto adicional.

10) Condições para o aperto dos parafusos pré-tensionados:

- Os parafusos de um grupo, antes de iniciar a pré-tensão, devem estar apertados como se fossem parafusos sem pré-tensão.

- Com a finalidade de garantir a capacidade frente ao deslizamento das superfícies a unir, as peças a unir serão tratadas da seguinte forma: Superfícies laminadas sem tinta, limpas e isentas de óleos ou gorduras (Classe A segundo ABNT NBR 8800:2008).

- Com o objetivo de alcançar uma protensão uniforme, o aperto será realizado progressivamente, desde os parafusos centrais de um grupo até as bordas, para posteriormente realizar ciclos adicionais de aperto.

- O aperto será realizado seguindo um dos procedimentos que se indicam em seguida, o qual deve estar calibrado através de ensaios:

a) Método da rotação da porca:

Será colocado um número suficiente de parafusos na condição de aperto máximo, de forma que se garanta que as partes estão em pleno contato. Posteriormente, serão colocados os parafusos restantes, também na condição de aperto máximo.

Todos os parafusos deverão receber um aperto adicional através da rotação aplicada à porca, tal como se indica na seguinte tabela:

Giro das porcas a partir da posição de aperto máximo	
Comprimento do parafuso	Voltas
$L_b \leq 4 \cdot d_b$	1/3 de volta
$4 \cdot d_b < L_b \leq 8 \cdot d_b$	1/2 de volta
$8 \cdot d_b < L_b \leq 12 \cdot d_b$	2/3 de volta

Notas:
A rotação da porca é medida em relação ao parafuso, sem levar em conta o elemento que está sendo rodado (porca ou parafuso). Para parafusos instalados com 1/2 de volta ou menos, a tolerância na rotação é de mais ou menos 30 graus, para parafusos com 2/3 de volta ou mais, a tolerância na rotação é de mais ou menos 45 graus.
Para comprimentos de parafuso superiores a $12 \cdot d_b$, a rotação necessária deve ser determinada por ensaios.

b) Método de aperto com chave calibrada ou com chave manual com torquímetro:

Não é permitido usar tabelas de aperto baseadas em experiências passadas ou indicadas na literatura técnica.

Quando forem utilizadas chaves calibradas, estas devem ser reguladas para alcançar uma protensão superior a 5% da força de protensão mínima. As chaves devem ser calibradas pelo menos uma vez por dia de trabalho, para cada diâmetro de parafuso a instalar.

Quando forem utilizadas chaves manuais com torquímetro para instalar vários parafusos na mesma ligação, os parafusos previamente apertados devem ser reapertados se se soltam durante o aperto dos parafusos seguintes, até que todos os parafusos alcancem o aperto desejado.

c) Método do indicador direto de tensão:

Este método é permitido se se puder demonstrar por um método preciso de medida direta que o parafuso se encontra sujeito à força mínima de protensão depois do aperto.

Verificações:

- São feitas as verificações indicadas nos itens 6.3.3, 6.3.4 e 6.3.5 de ABNT NBR 8800:2008.

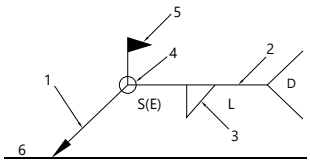
- Na verificação da resistência das ligações parafusadas considerou-se uma solicitação mínima de cálculo de 45kN (artigo 6.1.5.2 ABNT NBR 8800:2008).

2.2.3. Referências e simbologia

Para a representação dos símbolos de soldas consideram-se as indicações da norma ANSI/AWS A2.4-98 'STANDARD SYMBOLS FOR WELDING, BRAZING, AND NONDESTRUCTIVE EXAMINATION'.

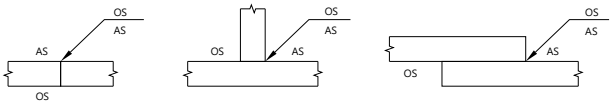
Método de representação de soldas

Conforme a figura 2 de ANSI/AWS A2.4-98 e os tipos de soldas utilizados neste projeto, desenvolve-se o seguinte esquema de representação de uma solda:



Referências:
1: seta (ligação entre 2 e 6)
2: linha de referência
3: símbolo de solda
4: símbolo solda perimetral.
5: símbolo de solda no local de montagem.
6: linha do desenho que identifica a ligação proposta.
S: profundidade do bisel. Em soldas em ângulo, é o lado do cordão de solda.
(E): tamanho do cordão em soldas de topo.
L: comprimento efetivo do cordão de solda
D: dado suplementar. Em geral, a série de eletrodo a utilizar e o processo pré-qualificado de solda.

A informação relacionada com o lado da ligação soldada à qual aponta a seta, coloca-se por baixo da linha de referência, enquanto que para o lado oposto, indica-se acima da linha de referência:

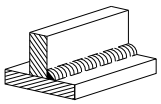
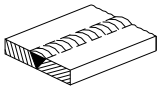
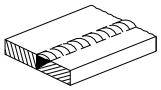
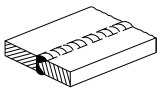
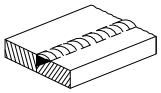
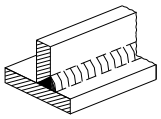
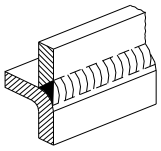


Onde:

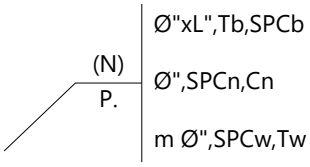
OS(Other Side): é o outro lado da seta

AS(Arrow Side): é o lado da seta

Referência 3

Designação	Ilustração	Símbolo
Solda de filete		
Solda de topo em 'V' simples (com chanfro)		
Solda de topo em bisel simples		
Solda de topo em bisel duplo		
Solda de topo em bisel simples com chanfro de raiz largo		
Solda combinada de topo em bisel simples e em ângulo		
Solda de topo em bisel simples com lado curvo		

Método de representação dos parafusos de uma ligação

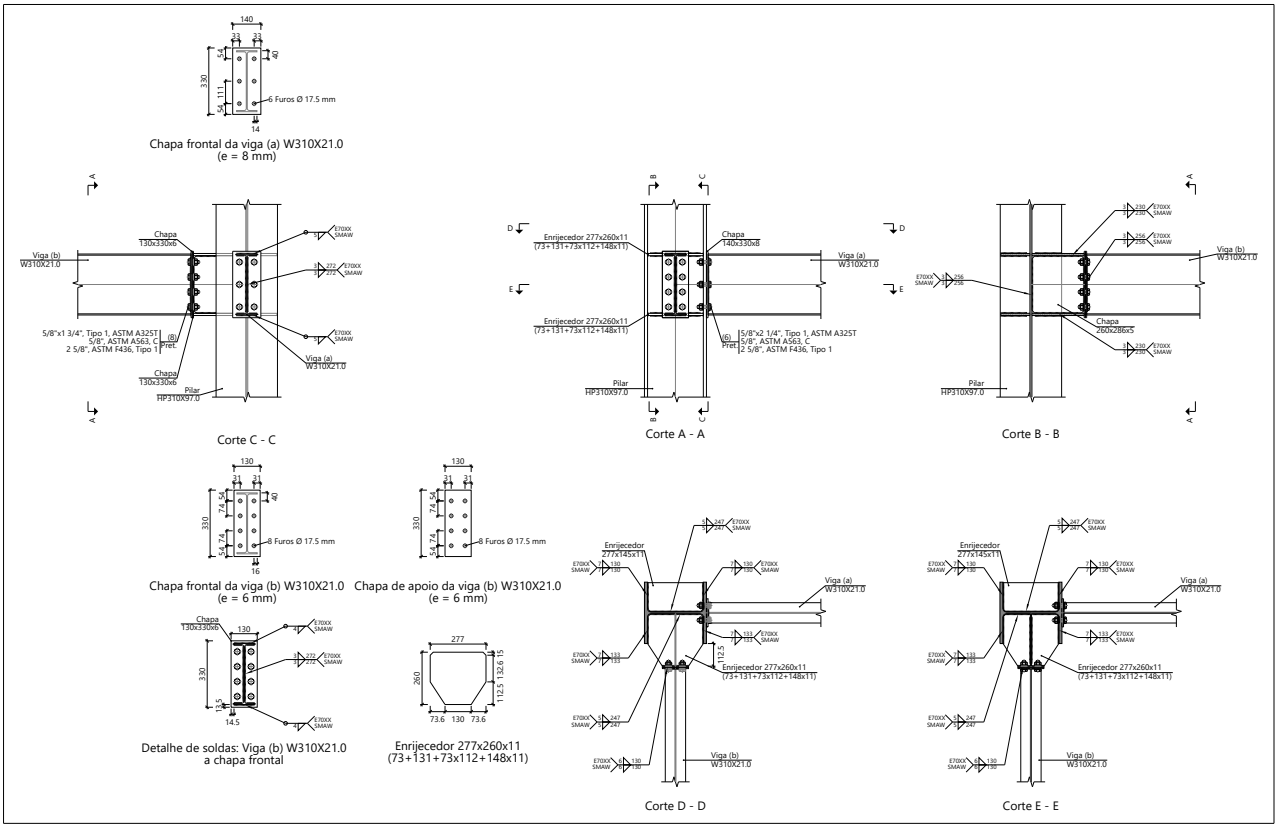


Referências:
N: Quantidade de parafusos
P: Parafusos pré-tensionados resistentes ao deslizamento
Ø"[in]: Diâmetro nominal
L"[in]: Comprimento nominal do parafuso
Tb: Tipo ou grau do parafuso
SPCb: Classe de qualidade do aço do parafuso
SPCn: Classe de qualidade do aço da porca
Cn: Classe ou grau da porca
m: Quantidade de anilhas
SPCw: Classe de aço da anilha
Tw: Tipo ou grau da anilha

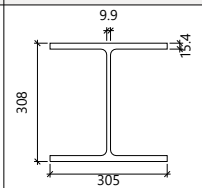
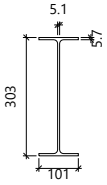
2.2.4. Memória de cálculo

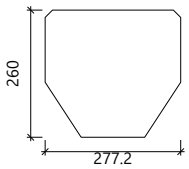
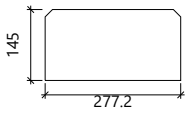
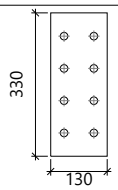
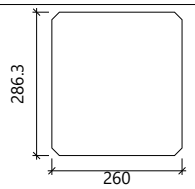
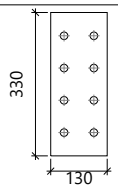
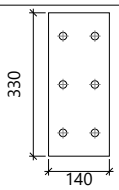
2.2.4.1. Tipo 2

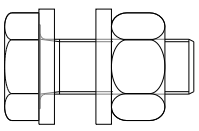
a) Detalhe

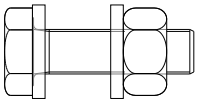


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	8	6	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	57.2	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

Verificações de resistência						
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	103.47	574.36	18.02
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	74.00	313.64	23.59
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	69.10	313.64	22.03
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	67.54	313.64	21.54
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	71.56	313.64	22.82
	Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	25.22	216.41	11.66
	Aba	Rasgamento	N/mm²	5.49	313.64	1.75
		Cortante	N/mm²	28.10	313.64	8.96
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	93.99	178.21	52.74
		Tração	kN	20.50	279.16	7.34
	Alma	Tração	kN	52.99	185.48	28.57
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	2.18	174.23	1.25
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	5.72	28.94	19.75
	Chapa vertical	Tração	kN	5.72	116.46	4.91

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	99.4	215.6	46.12	70.3	188.2	37.36	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	84.8	215.6	39.35	60.0	188.2	31.87	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	84.3	215.6	39.09	59.6	188.2	31.66	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	93.99	116.04	81.00
Aba	Compressão	kN	110.94	180.56	61.44
	Tração	kN	23.53	90.28	26.06
Alma	Tração	kN	46.93	136.49	34.38

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

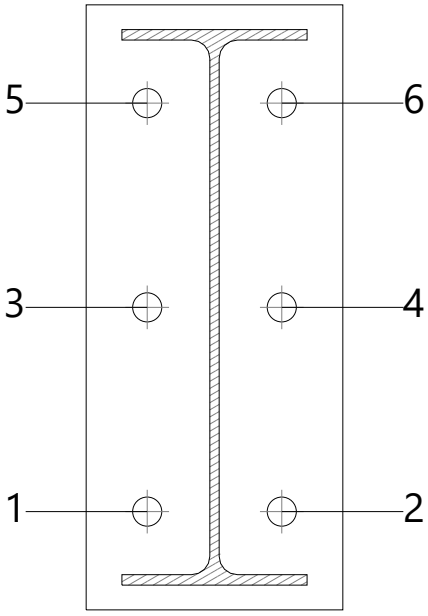
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	5
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	5

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	5	6	101	E70XX (485.0)	345.0	210.6	215.6	97.70	148.9	188.2	79.13	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	168.0	215.6	77.95	118.8	188.2	63.14	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	5	6	101	E70XX (485.0)	345.0	159.0	215.6	73.76	112.4	188.2	59.75	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



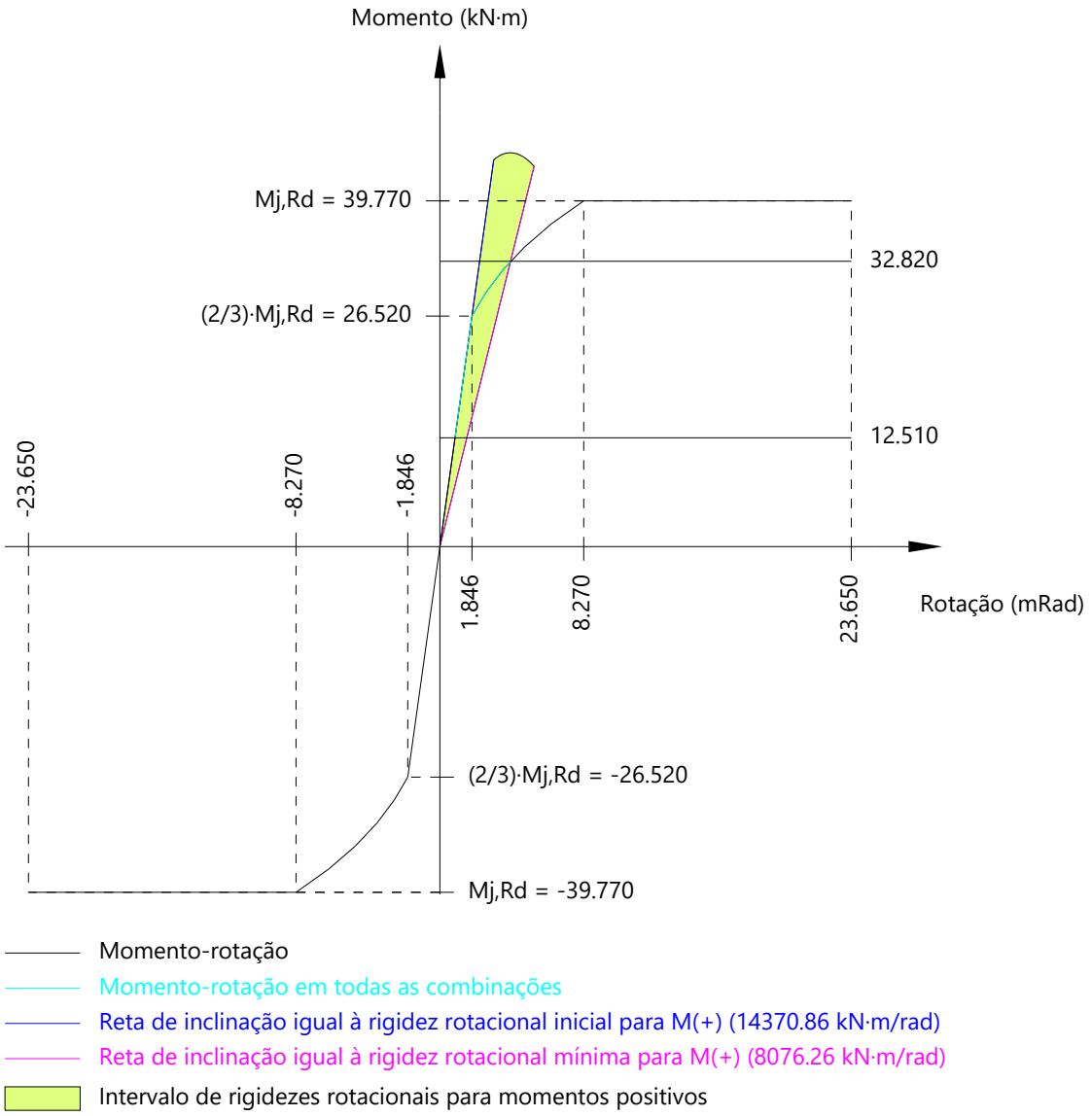
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.373	89.104	70.00	27.03	70.00
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	0.000	146.155	0.00		
2	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.373	89.104	70.00	27.03	70.00
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	0.000	146.155	0.00		
3	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	63.447	89.104	71.21	27.03	71.21
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	22.234	146.155	15.21		
4	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	63.405	89.104	71.16	27.03	71.16
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	21.375	146.155	14.62		
5	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	64.643	89.104	72.55	27.03	72.55
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	46.995	146.155	32.15		
6	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	64.601	89.104	72.50	27.03	72.50
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	46.136	146.155	31.57		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1582.41	14370.86
Calculada para momentos negativos	1582.41	14370.86

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.65	1.80	36.18
Momento resistente	kNm	32.82	39.77	82.53
Capacidade de rotação	mm	8.00	8.84	90.52

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	5.72	29.05	19.68
Aba	Compressão	kN	4.53	70.57	6.42
	Tração	kN	2.07	90.28	2.29
Alma	Tração	kN	5.72	118.79	4.81

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

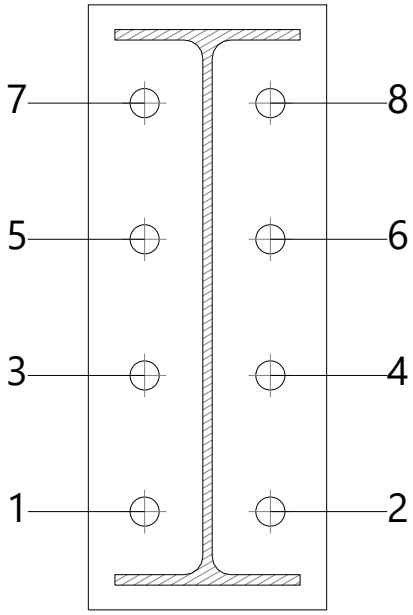
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	31.2	215.6	14.49	22.1	188.2	11.74	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	39.1	215.6	18.12	27.6	188.2	14.67	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	31.8	215.6	14.76	22.5	188.2	11.96	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



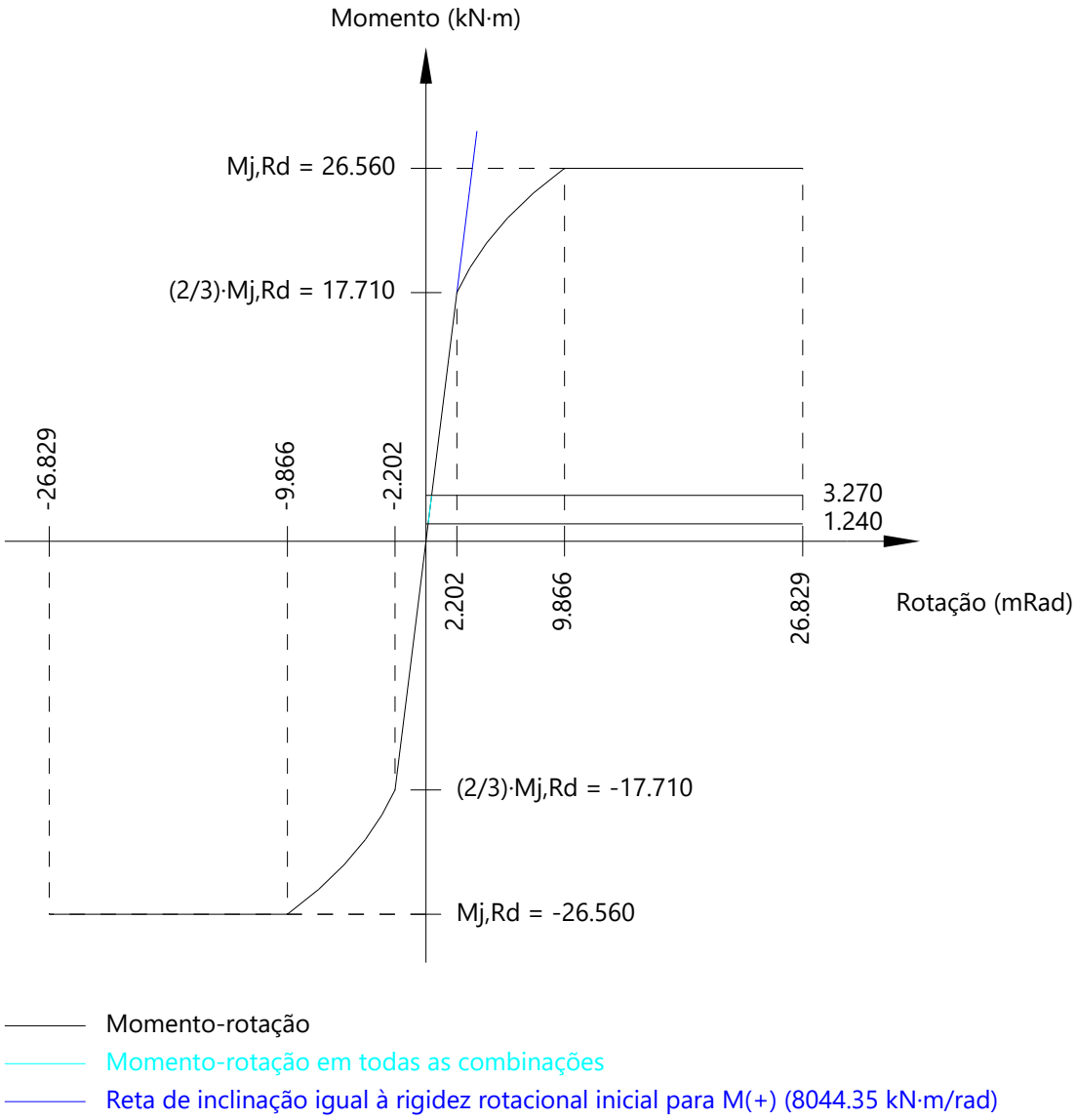
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.000	109.616	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.000	109.616	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.401	89.104	70.03	20.27	70.03
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.690	109.616	0.63		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.431	89.104	70.06	20.27	70.06
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	1.411	109.616	1.29		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.460	89.104	70.10	20.27	70.10
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	2.137	109.616	1.95		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.490	89.104	70.13	20.27	70.13
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	2.858	109.616	2.61		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.520	89.104	70.16	20.27	70.16
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	3.583	109.616	3.27		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.549	89.104	70.20	20.27	70.20
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	4.304	109.616	3.93		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	3.27	26.56	12.31
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

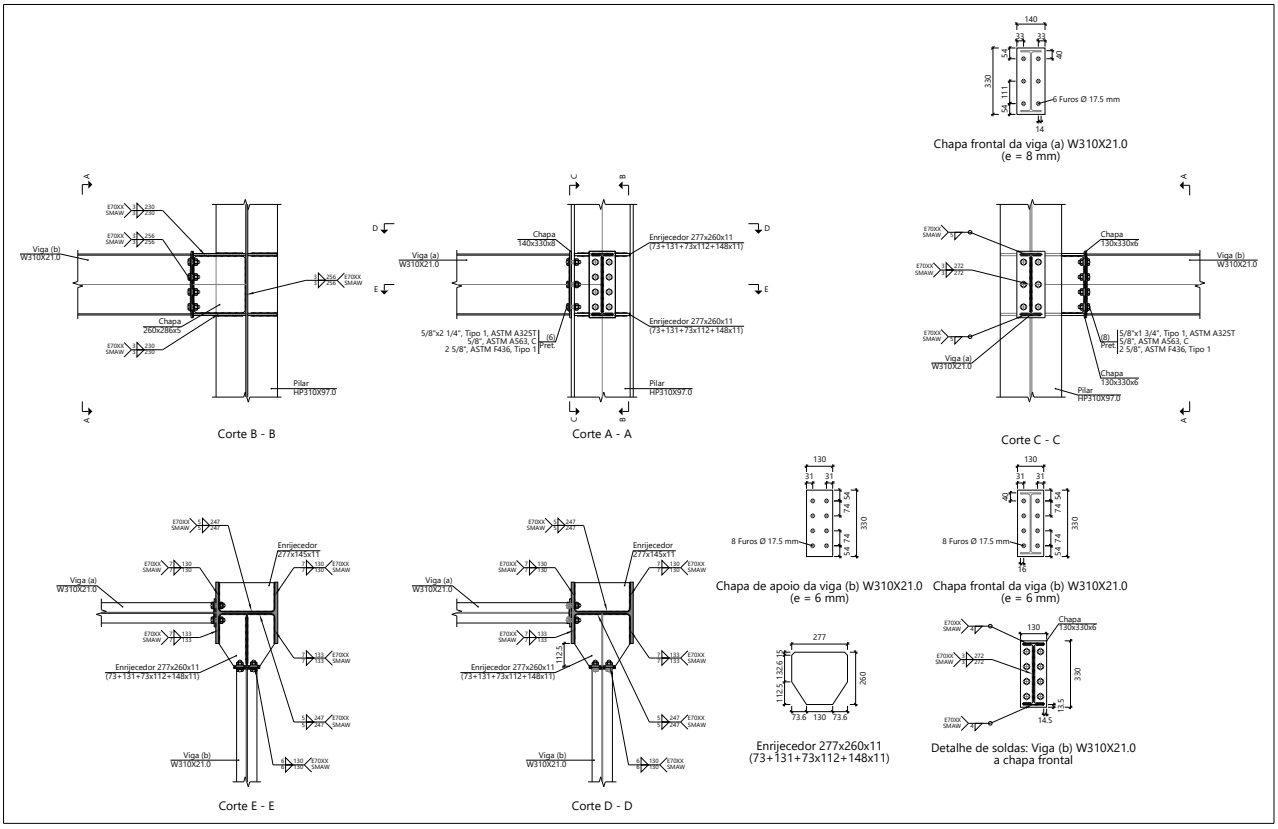
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	377
			5	2354
			6	520
			7	2100

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
		2	277x145x11	6.94
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
		1	140x330x8	2.90
			Total	27.82

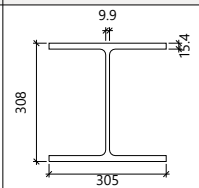
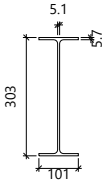
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
		6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	14	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	28	5/8", ASTM F436

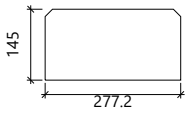
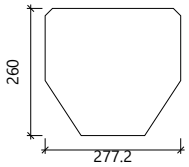
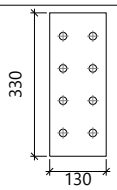
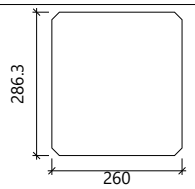
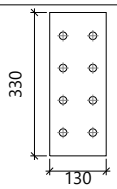
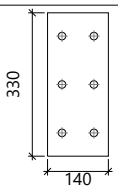
2.2.4.2. Tipo 3

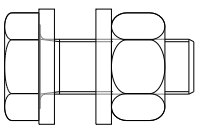
a) Detalhe

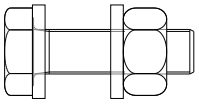


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	8	6	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	57.2	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

Verificações de resistência						
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	103.32	574.36	17.99
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	69.59	313.64	22.19
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	69.56	313.64	22.18
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	71.84	313.64	22.91
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	71.46	313.64	22.79
	Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	27.07	216.41	12.51
	Aba	Rasgamento	N/mm²	5.70	313.64	1.82
		Cortante	N/mm²	28.35	313.64	9.04
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	93.01	178.21	52.19
		Tração	kN	20.29	279.16	7.27
	Alma	Tração	kN	52.44	185.48	28.27
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	2.68	174.23	1.54
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	6.66	28.94	23.00
	Chapa vertical	Tração	kN	6.66	116.46	5.72

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	84.3	215.6	39.09	59.6	188.2	31.66	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	99.5	215.6	46.14	70.3	188.2	37.37	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	85.0	215.6	39.45	60.1	188.2	31.95	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	93.01	116.04	80.16
Aba	Compressão	kN	110.72	180.56	61.32
	Tração	kN	23.29	90.28	25.79
Alma	Tração	kN	46.44	136.49	34.03

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

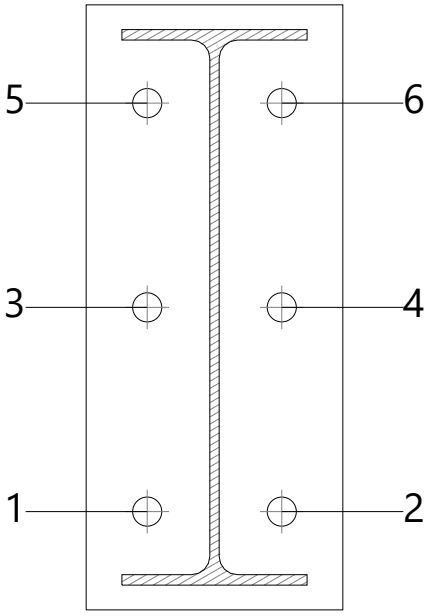
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	5
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	5

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	5	6	101	E70XX (485.0)	345.0	208.4	215.6	96.69	147.4	188.2	78.31	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	166.3	215.6	77.16	117.6	188.2	62.50	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	5	6	101	E70XX (485.0)	345.0	151.8	215.6	70.43	107.4	188.2	57.05	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



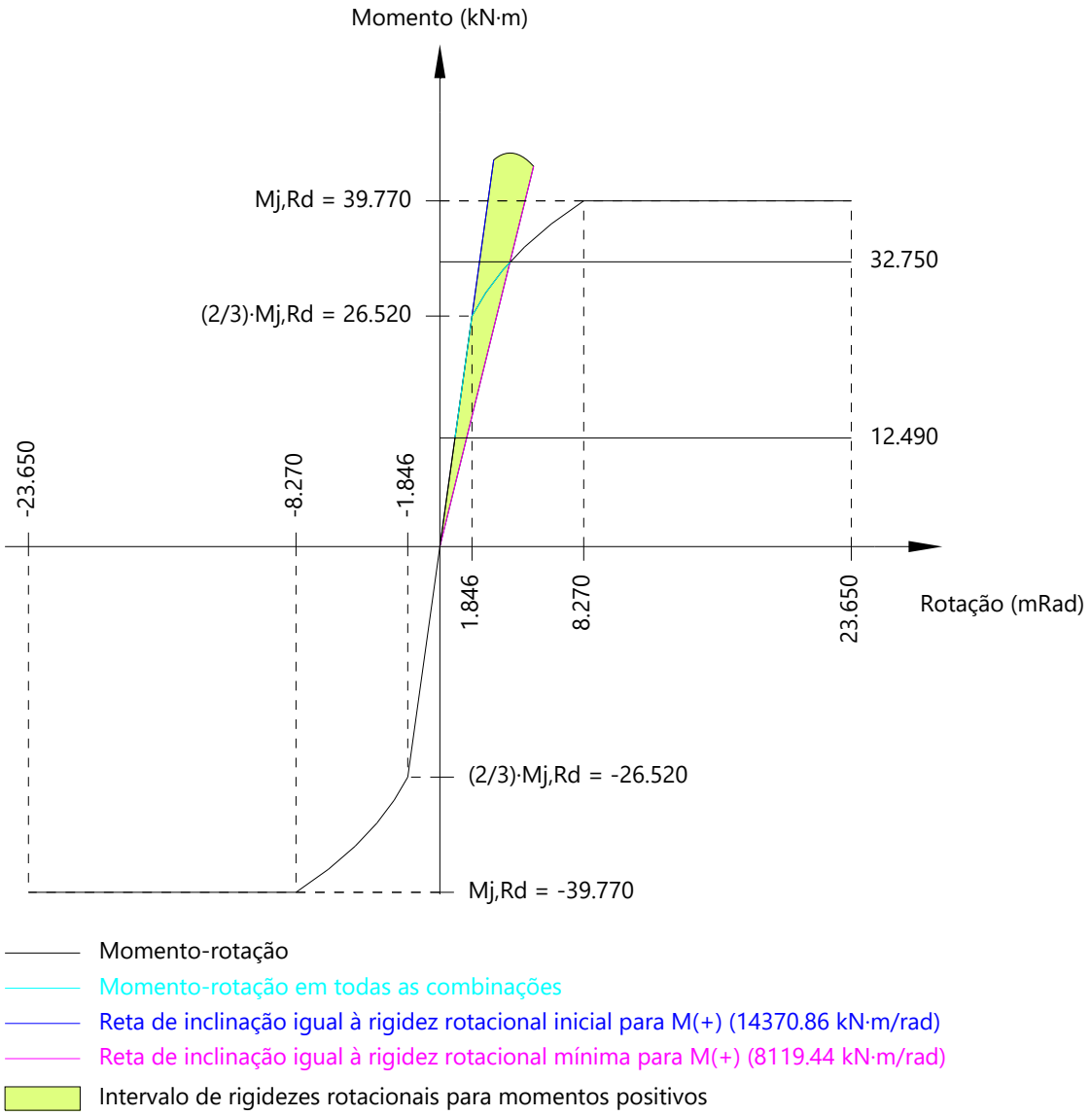
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.373	89.104	70.00	27.03	70.00
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	0.000	146.155	0.00		
2	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.373	89.104	70.00	27.03	70.00
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	0.000	146.155	0.00		
3	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	63.422	89.104	71.18	27.03	71.18
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	21.717	146.155	14.86		
4	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	63.425	89.104	71.18	27.03	71.18
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	21.797	146.155	14.91		
5	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	64.615	89.104	72.52	27.03	72.52
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	46.427	146.155	31.77		
6	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	64.619	89.104	72.52	27.03	72.52
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	46.507	146.155	31.82		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1582.41	14370.86
Calculada para momentos negativos	1582.41	14370.86

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.65	1.80	36.18
Momento resistente	kNm	32.75	39.77	82.37
Capacidade de rotação	mm	8.00	8.84	90.52

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	6.66	29.05	22.92
Aba	Compressão	kN	15.73	180.56	8.71
	Tração	kN	2.55	90.28	2.82
Alma	Tração	kN	6.66	118.79	5.60

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

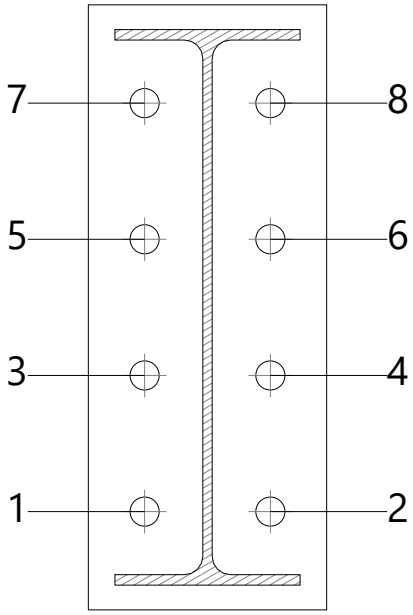
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	34.2	215.6	15.86	24.2	188.2	12.84	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	39.1	215.6	18.12	27.6	188.2	14.67	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	31.7	215.6	14.70	22.4	188.2	11.91	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



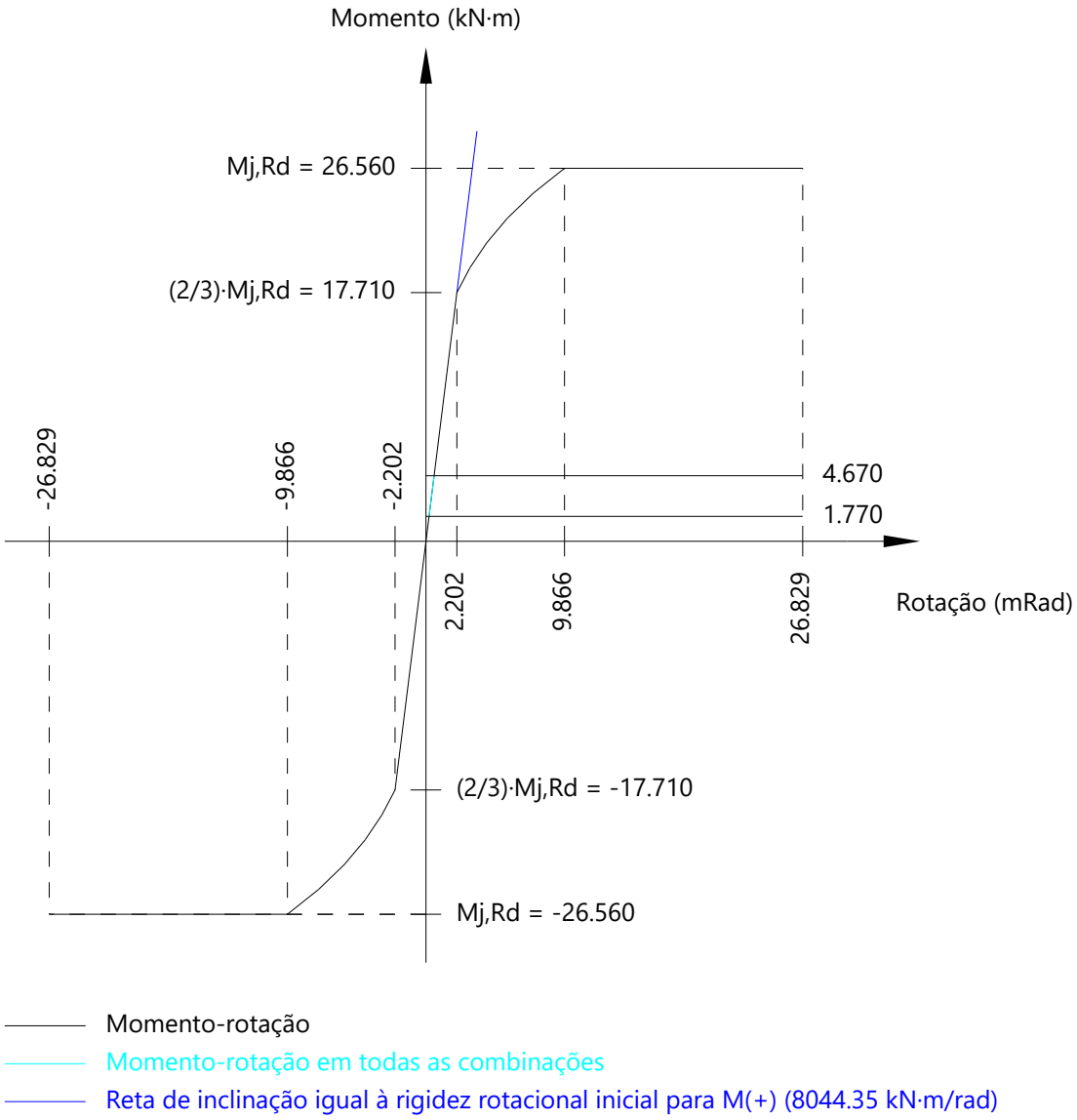
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.000	109.616	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.000	109.616	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.428	89.104	70.06	20.27	70.06
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	1.360	109.616	1.24		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.426	89.104	70.06	20.27	70.06
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	1.296	109.616	1.18		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.509	89.104	70.15	20.27	70.15
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	3.329	109.616	3.04		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.506	89.104	70.15	20.27	70.15
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	3.264	109.616	2.98		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.590	89.104	70.24	20.27	70.24
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	5.297	109.616	4.83		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.587	89.104	70.24	20.27	70.24
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	5.233	109.616	4.77		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	4.67	26.56	17.57
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

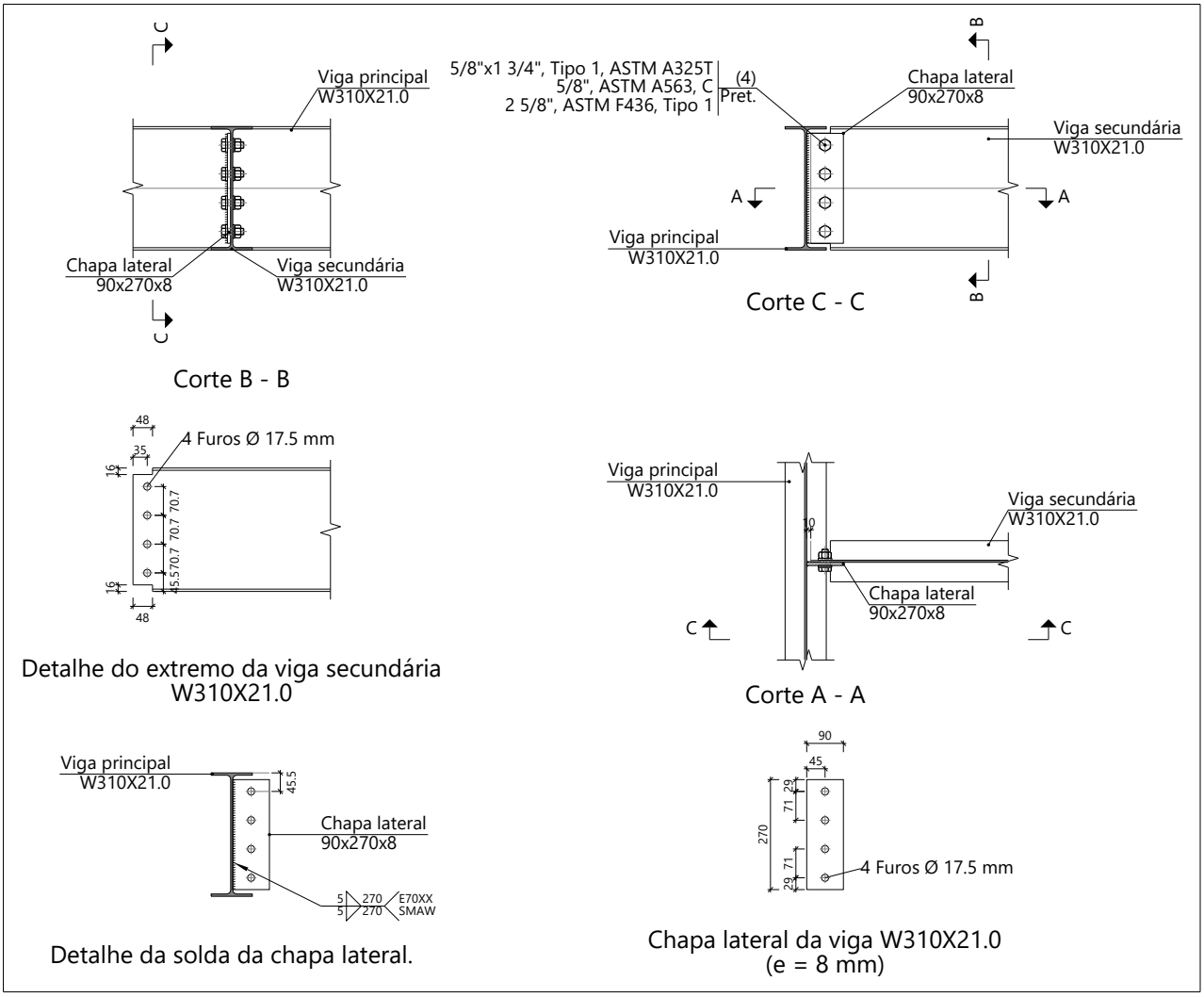
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	377
			5	2354
			6	520
			7	2100

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x145x11	6.94
		2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
		1	140x330x8	2.90
			Total	27.82

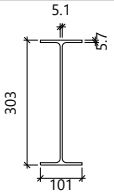
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
		6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	14	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	28	5/8", ASTM F436

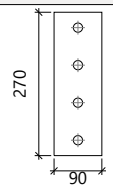
2.2.4.3. Tipo 10

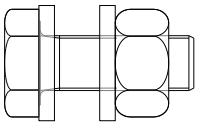
a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga secundária W310X21.0		90	270	8	4	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Viga principal

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punção	kN	0.24	98.71	0.24
	Flexão por força perpendicular	kN	0.24	274.22	0.09

2) Viga secundária W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.05
	Tensões combinadas	--	--	--	13.29
	Flambagem local	N/mm²	-20.83	280.66	7.42
	Esmagamento	kN	14.16	73.37	19.30
	Rasgamento	kN	45.00	266.87	16.86
Alma	Esmagamento	kN	14.16	47.70	29.69
	Rasgamento	kN	45.00	170.98	26.32
	Flambagem local	N/mm²	-43.65	229.80	18.99

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Detalhe da solda da chapa lateral.	De ângulo	SMAW	5	40	270	3	5	5

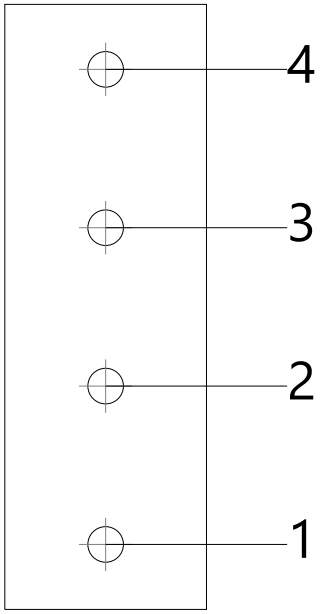
P.S.: Procedimento de soldagem.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Detalhe da solda da chapa lateral.	5	5	270	E70XX (485.0)	345.0	23.6	215.6	10.93	16.7	188.2	8.86	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



Disposições constructivas

Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	14.159	27.752	51.02	Espiga	62.373	89.104	70.00	51.02	70.00
	Esmagamento	14.159	73.365	19.30	Punção	0.000	93.174	0.00		
2	Deslizamento	11.609	27.752	41.83	Espiga	62.373	89.104	70.00	41.83	70.00
	Esmagamento	11.609	101.600	11.43	Punção	0.000	93.174	0.00		
3	Deslizamento	11.609	27.752	41.83	Espiga	62.373	89.104	70.00	41.83	70.00
	Esmagamento	11.609	101.600	11.43	Punção	0.000	93.174	0.00		
4	Deslizamento	14.159	27.752	51.02	Espiga	62.373	89.104	70.00	51.02	70.00
	Esmagamento	14.159	101.600	13.94	Punção	0.000	93.174	0.00		

d) Quantit.

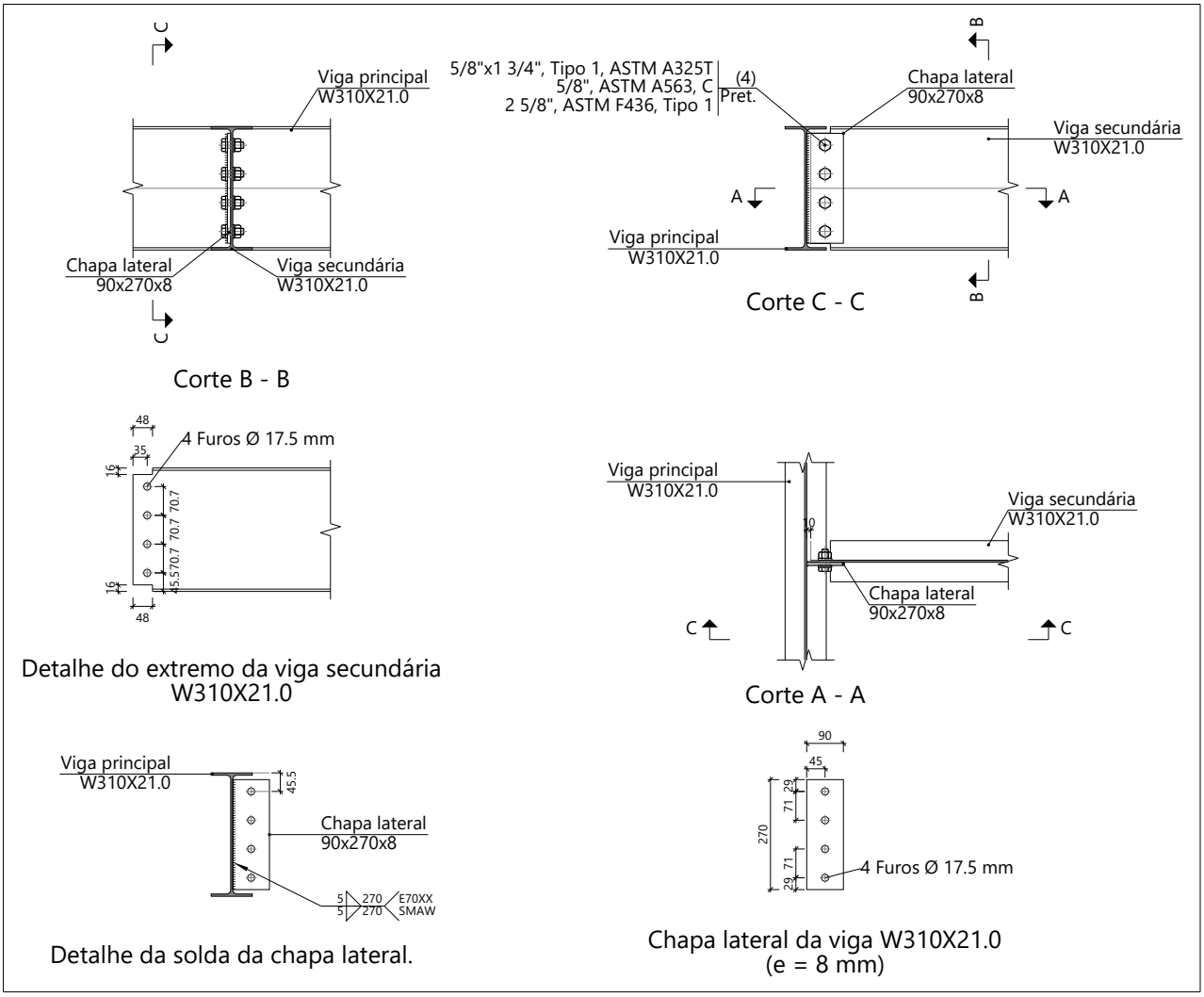
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	5	540

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Chapas	1	90x270x8	1.53
			Total	1.53

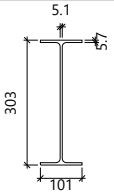
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	4	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	8	5/8", ASTM F436

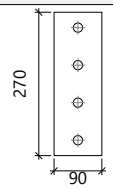
2.2.4.4. Tipo 12

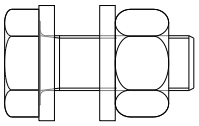
a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga secundária W310X21.0		90	270	8	4	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Viga principal

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punção	kN	0.05	98.71	0.05
	Flexão por força perpendicular	kN	0.05	274.19	0.02

2) Viga secundária W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.05
	Tensões combinadas	--	--	--	13.29
	Flambagem local	N/mm²	-20.83	280.66	7.42
	Esmagamento	kN	14.16	73.37	19.30
	Rasgamento	kN	45.00	266.87	16.86
Alma	Esmagamento	kN	14.16	47.70	29.69
	Rasgamento	kN	45.00	170.98	26.32
	Flambagem local	N/mm²	-43.65	229.80	18.99

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Detalhe da solda da chapa lateral.	De ângulo	SMAW	5	40	270	3	5	5

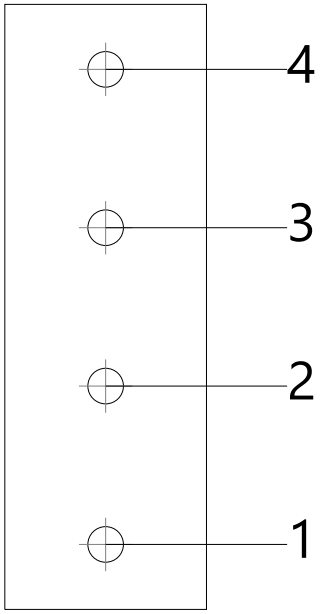
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Detalhe da solda da chapa lateral.	5	5	270	E70XX (485.0)	345.0	23.6	215.6	10.93	16.7	188.2	8.86	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



Disposições constructivas

Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	14.159	27.752	51.02	Espiga	62.373	89.104	70.00	51.02	70.00
	Esmagamento	14.159	73.365	19.30	Punção	0.000	93.174	0.00		
2	Deslizamento	11.609	27.752	41.83	Espiga	62.373	89.104	70.00	41.83	70.00
	Esmagamento	11.609	101.600	11.43	Punção	0.000	93.174	0.00		
3	Deslizamento	11.609	27.752	41.83	Espiga	62.373	89.104	70.00	41.83	70.00
	Esmagamento	11.609	101.600	11.43	Punção	0.000	93.174	0.00		
4	Deslizamento	14.159	27.752	51.02	Espiga	62.373	89.104	70.00	51.02	70.00
	Esmagamento	14.159	101.600	13.94	Punção	0.000	93.174	0.00		

d) Quantit.

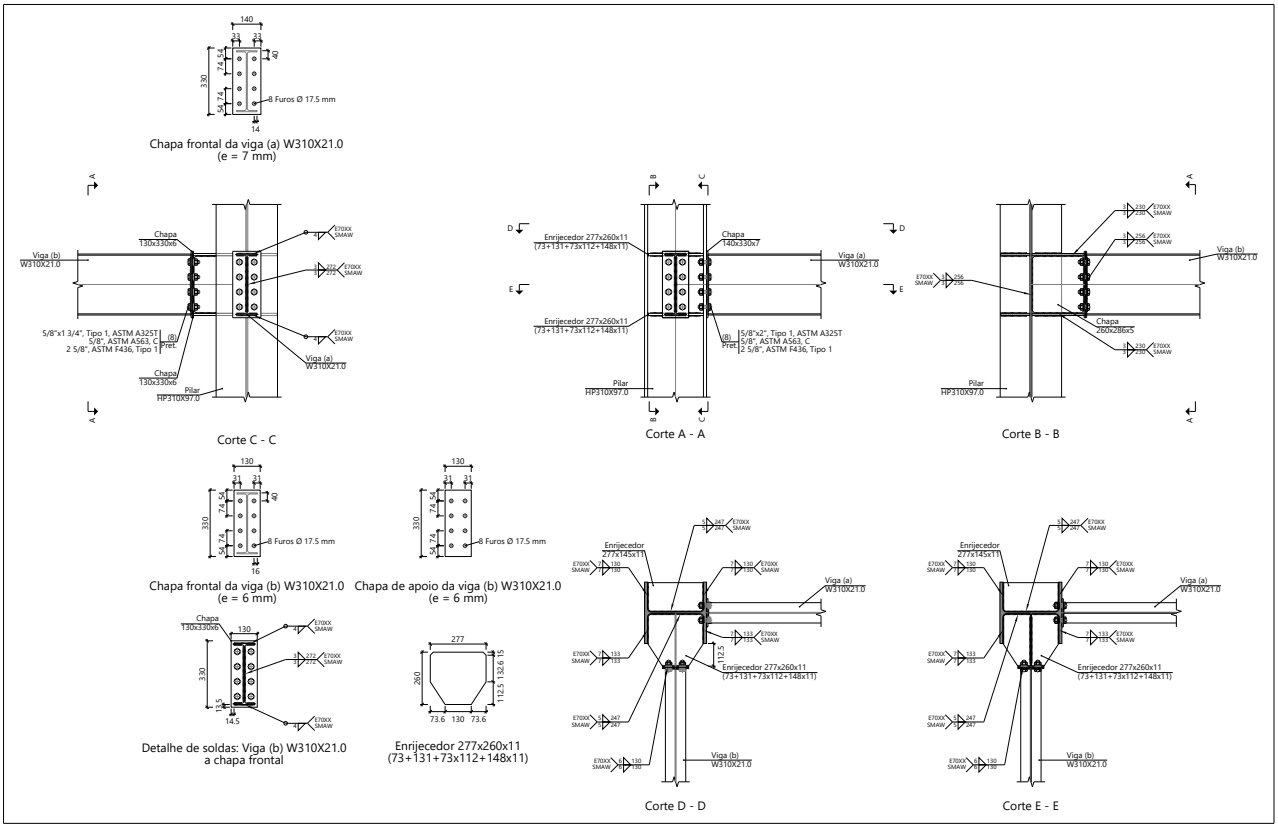
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	5	540

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Chapas	1	90x270x8	1.53
			Total	1.53

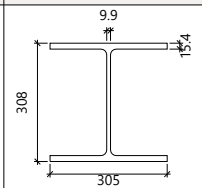
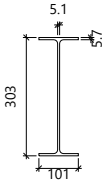
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	4	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	8	5/8", ASTM F436

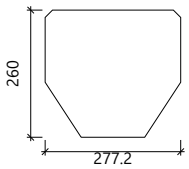
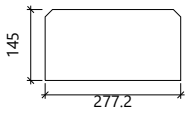
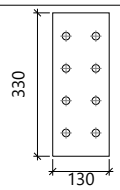
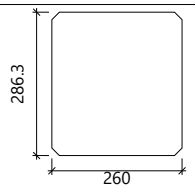
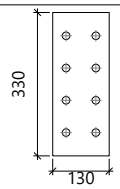
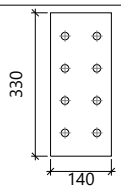
2.2.4.5. Tipo 17

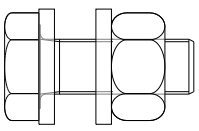
a) Detalhe

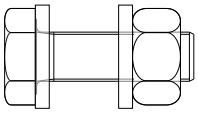


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	50.8	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

Verificações de resistência						
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	74.36	574.36	12.95
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	52.45	313.64	16.72
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	54.09	313.64	17.25
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	50.48	313.64	16.10
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	50.62	313.64	16.14
	Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	26.93	216.41	12.44
	Aba	Rasgamento	N/mm²	5.69	313.64	1.82
		Cortante	N/mm²	22.16	313.64	7.07
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	54.78	178.21	30.74
		Tração	kN	11.95	279.16	4.28
	Alma	Tração	kN	30.89	185.48	16.65
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	2.66	174.23	1.53
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	6.62	28.94	22.86
	Chapa vertical	Tração	kN	6.62	116.46	5.68

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	99.4	215.6	46.14	70.3	188.2	37.37	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	86.6	215.6	40.18	61.2	188.2	32.55	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	85.8	215.6	39.83	60.7	188.2	32.26	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	34.50	36.51	94.50
Aba	Compressão	kN	78.84	180.56	43.66
	Tração	kN	13.72	90.28	15.19
Alma	Tração	kN	34.50	118.79	29.04

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

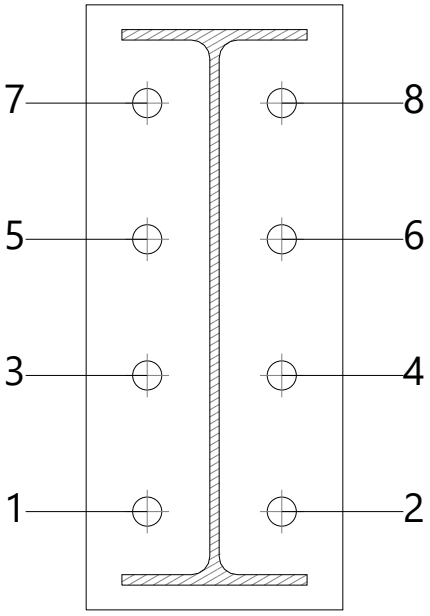
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	154.1	215.6	71.47	108.9	188.2	57.89	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	127.7	215.6	59.24	90.3	188.2	47.98	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	130.3	215.6	60.44	92.1	188.2	48.96	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



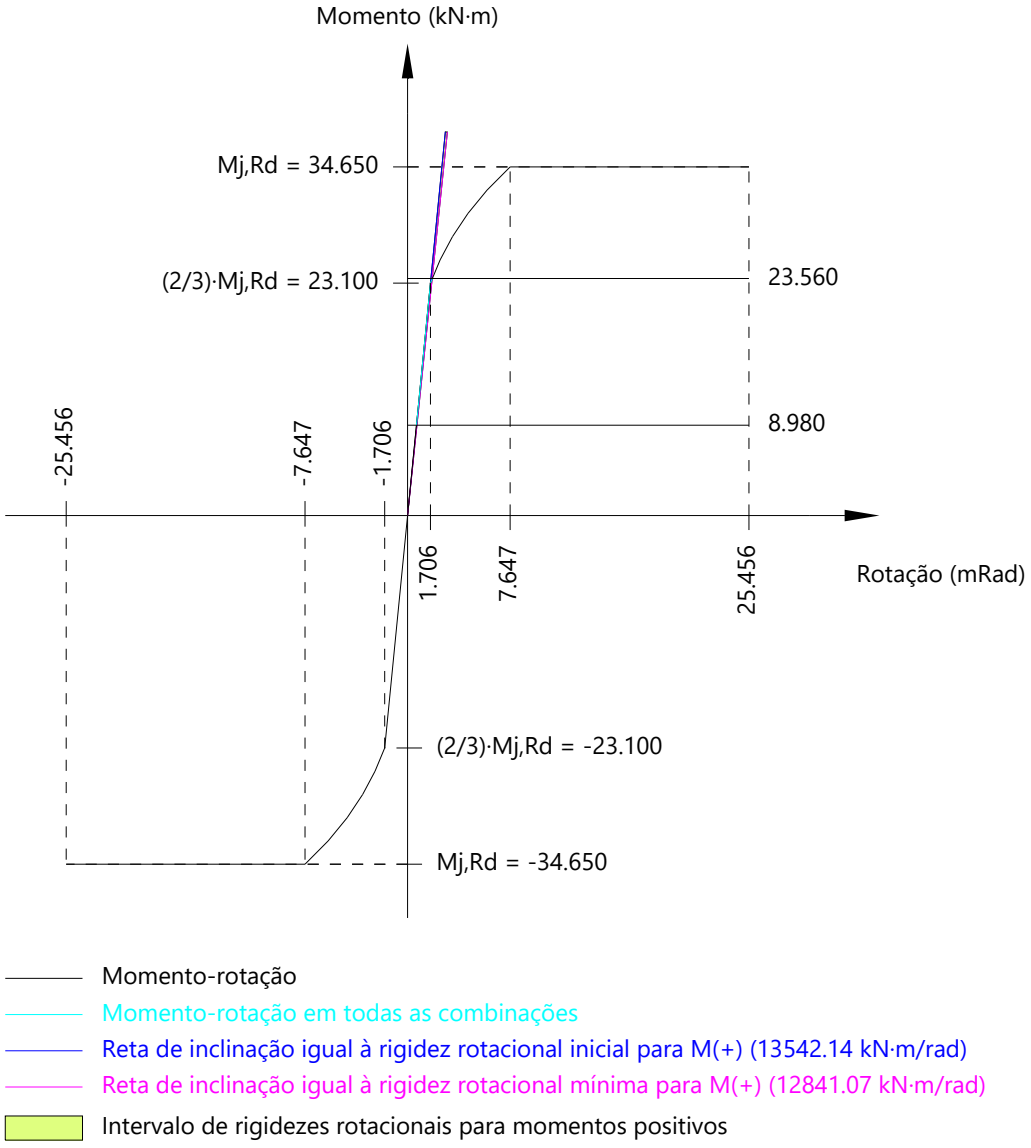
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	0.000	127.886	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	0.000	127.886	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.711	89.104	70.38	20.27	70.38
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	7.034	127.886	5.50		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.714	89.104	70.38	20.27	70.38
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	7.107	127.886	5.56		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.199	89.104	70.93	20.27	70.93
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	17.176	127.886	13.43		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.202	89.104	70.93	20.27	70.93
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	17.249	127.886	13.49		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.686	89.104	71.47	20.27	71.47
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	27.318	127.886	21.36		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.690	89.104	71.48	20.27	71.48
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	27.391	127.886	21.42		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	23.56	34.65	67.99
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	6.62	29.05	22.78
Aba	Compressão	kN	15.62	180.56	8.65
	Tração	kN	2.53	90.28	2.80
Alma	Tração	kN	6.62	118.79	5.57

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

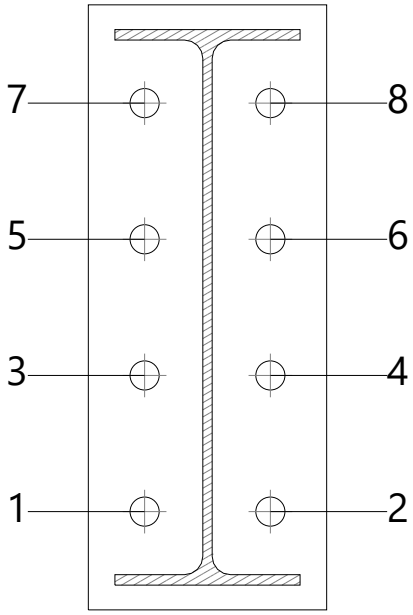
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	34.0	215.6	15.78	24.0	188.2	12.78	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	39.1	215.6	18.12	27.6	188.2	14.67	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	31.7	215.6	14.70	22.4	188.2	11.91	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



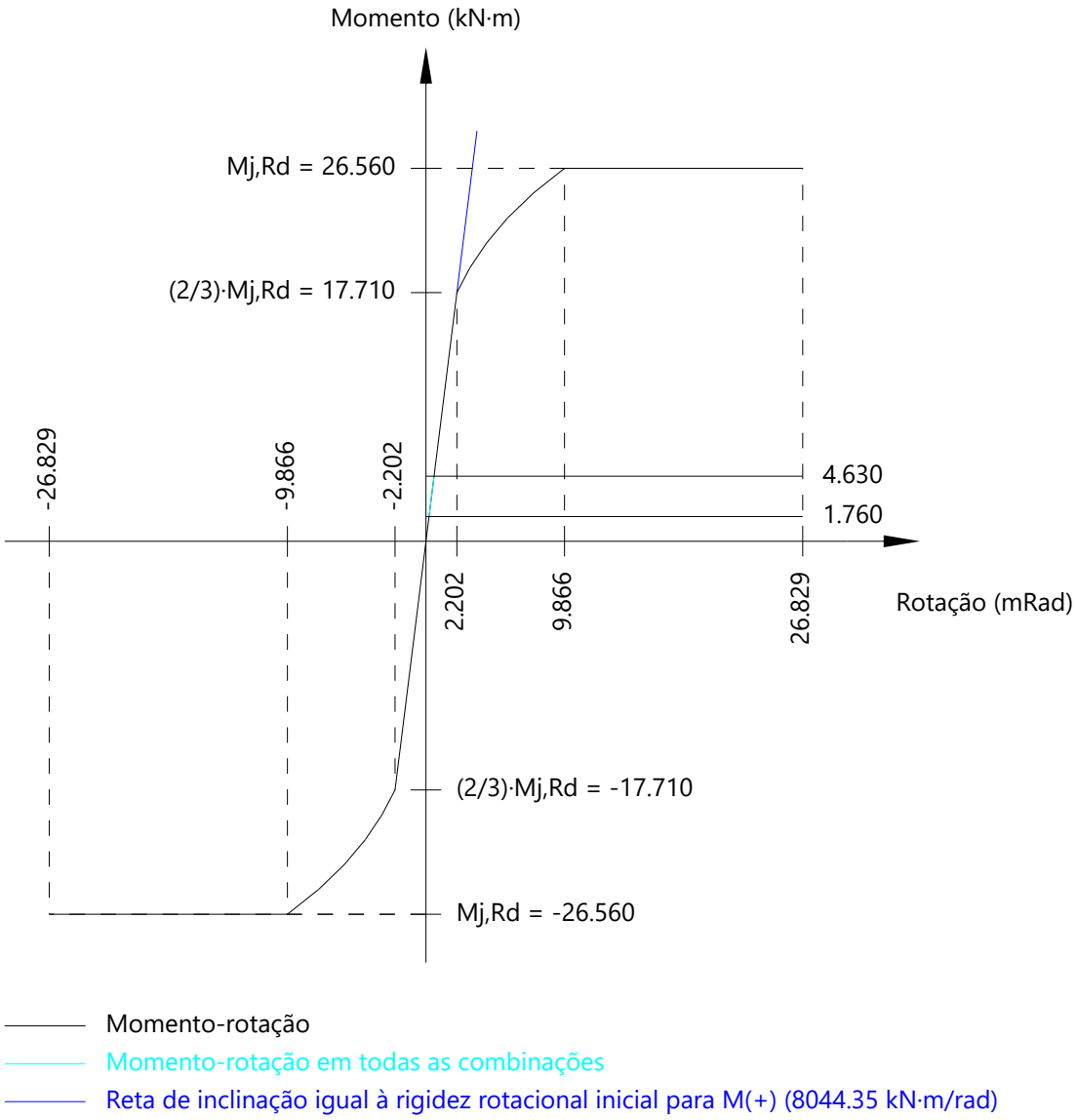
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.000	109.616	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.000	109.616	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.428	89.104	70.06	20.27	70.06
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	1.356	109.616	1.24		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.425	89.104	70.06	20.27	70.06
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	1.278	109.616	1.17		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.508	89.104	70.15	20.27	70.15
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	3.309	109.616	3.02		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.505	89.104	70.15	20.27	70.15
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	3.231	109.616	2.95		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.588	89.104	70.24	20.27	70.24
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	5.261	109.616	4.80		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.585	89.104	70.24	20.27	70.24
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	5.183	109.616	4.73		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	4.63	26.56	17.44
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

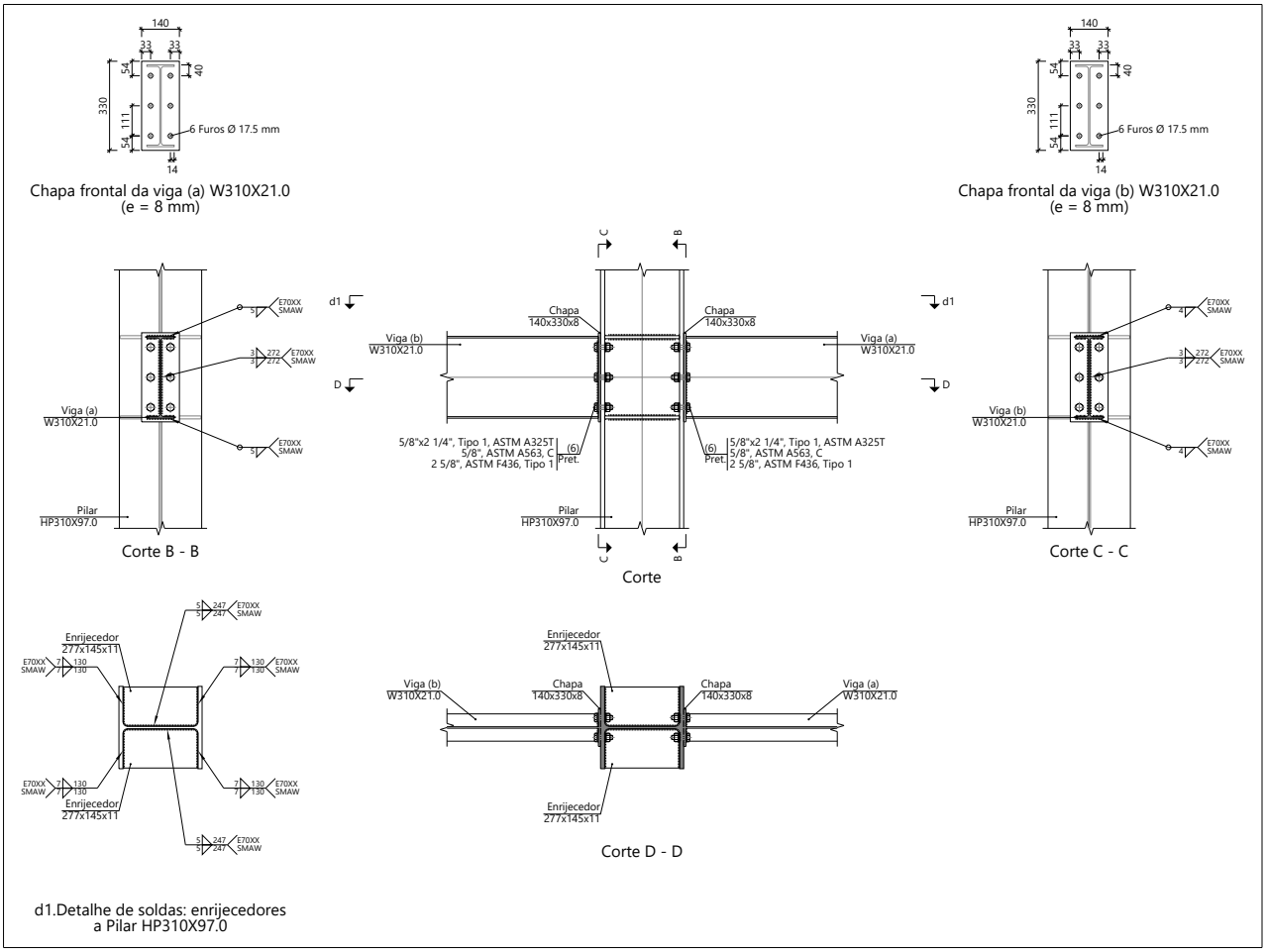
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	753
			5	1978
			6	520
			7	2100

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
		2	277x145x11	6.94
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
		1	140x330x7	2.54
			Total	27.46

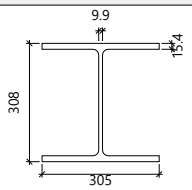
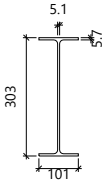
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
		8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

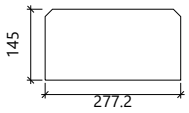
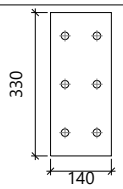
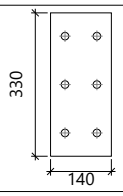
2.2.4.6. Tipo 18

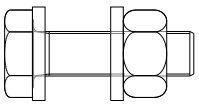
a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	8	6	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		140	330	8	6	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	57.2	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

	Verificações de resistência					
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	69.51	574.36	12.10
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	60.25	313.64	19.21
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	63.62	313.64	20.29
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	66.37	313.64	21.16
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	58.41	313.64	18.62
	Aba	Cortante	N/mm²	19.95	313.64	6.36
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	85.21	178.21	47.82
		Tração	kN	18.59	279.16	6.66
	Alma	Tração	kN	48.04	185.48	25.90
Viga (b) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	22.37	178.21	12.55
		Tração	kN	4.88	279.16	1.75
	Alma	Tração	kN	12.61	185.48	6.80

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	84.3	215.6	39.09	59.6	188.2	31.66	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	84.3	215.6	39.09	59.6	188.2	31.66	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	85.21	116.04	73.43
Aba	Compressão	kN	98.32	180.56	54.45
	Tração	kN	21.33	90.28	23.63
Alma	Tração	kN	42.55	136.49	31.17

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	5
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	5

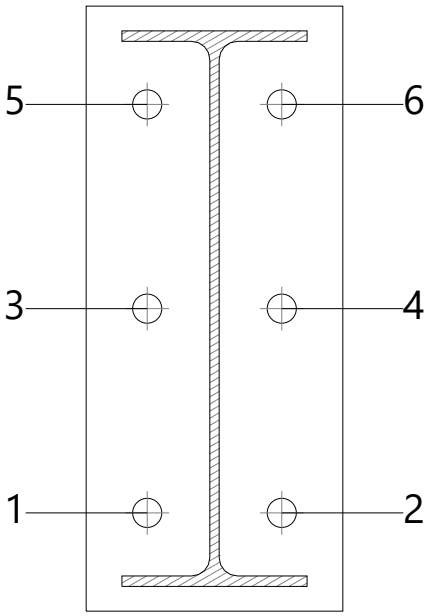
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	5	6	101	E70XX (485.0)	345.0	191.0	215.6	88.62	135.1	188.2	71.78	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	153.7	215.6	71.28	108.6	188.2	57.74	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	5	6	101	E70XX (485.0)	345.0	143.3	215.6	66.49	101.3	188.2	53.85	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



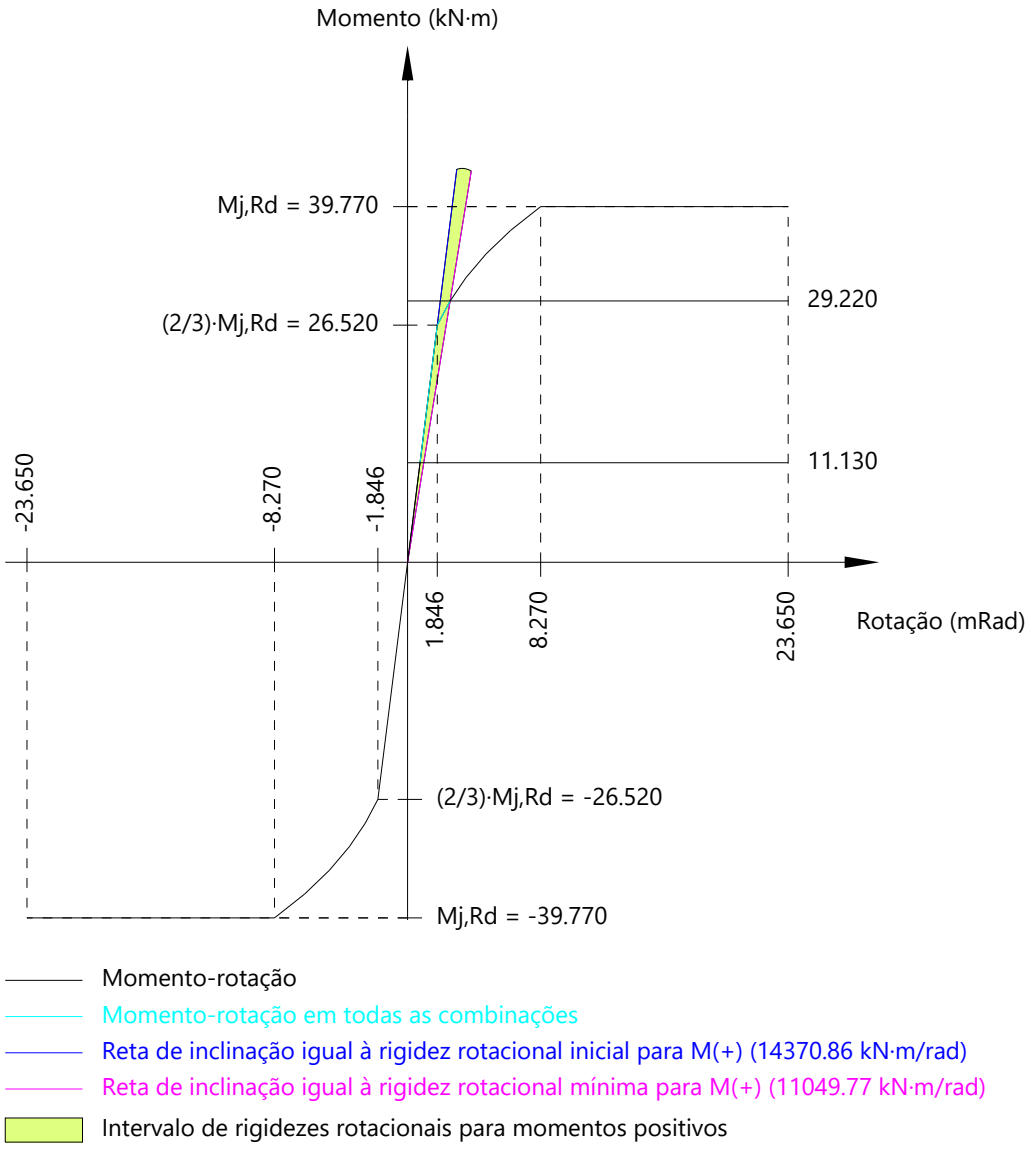
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.373	89.104	70.00	27.03	70.00
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	0.000	146.155	0.00		
2	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.373	89.104	70.00	27.03	70.00
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	0.000	146.155	0.00		
3	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	63.302	89.104	71.04	27.03	71.04
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	19.236	146.155	13.16		
4	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	63.354	89.104	71.10	27.03	71.10
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	20.321	146.155	13.90		
5	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	64.378	89.104	72.25	27.03	72.25
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	41.522	146.155	28.41		
6	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	64.431	89.104	72.31	27.03	72.31
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	42.607	146.155	29.15		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1582.41	14370.86
Calculada para momentos negativos	1582.41	14370.86

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.65	1.80	36.18
Momento resistente	kNm	29.22	39.77	73.48
Capacidade de rotação	mm	8.00	8.84	90.52

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	22.37	116.04	19.28
Aba	Compressão	kN	23.44	179.05	13.09
	Tração	kN	5.60	90.28	6.20
Alma	Tração	kN	11.17	136.49	8.18

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

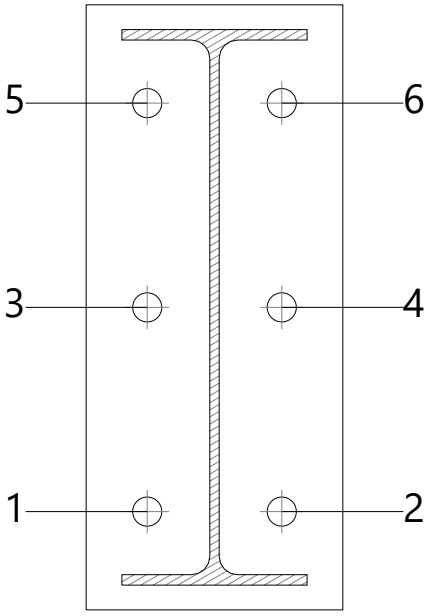
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	64.8	215.6	30.07	45.8	188.2	24.35	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	42.2	215.6	19.57	29.8	188.2	15.85	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	48.9	215.6	22.66	34.5	188.2	18.36	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



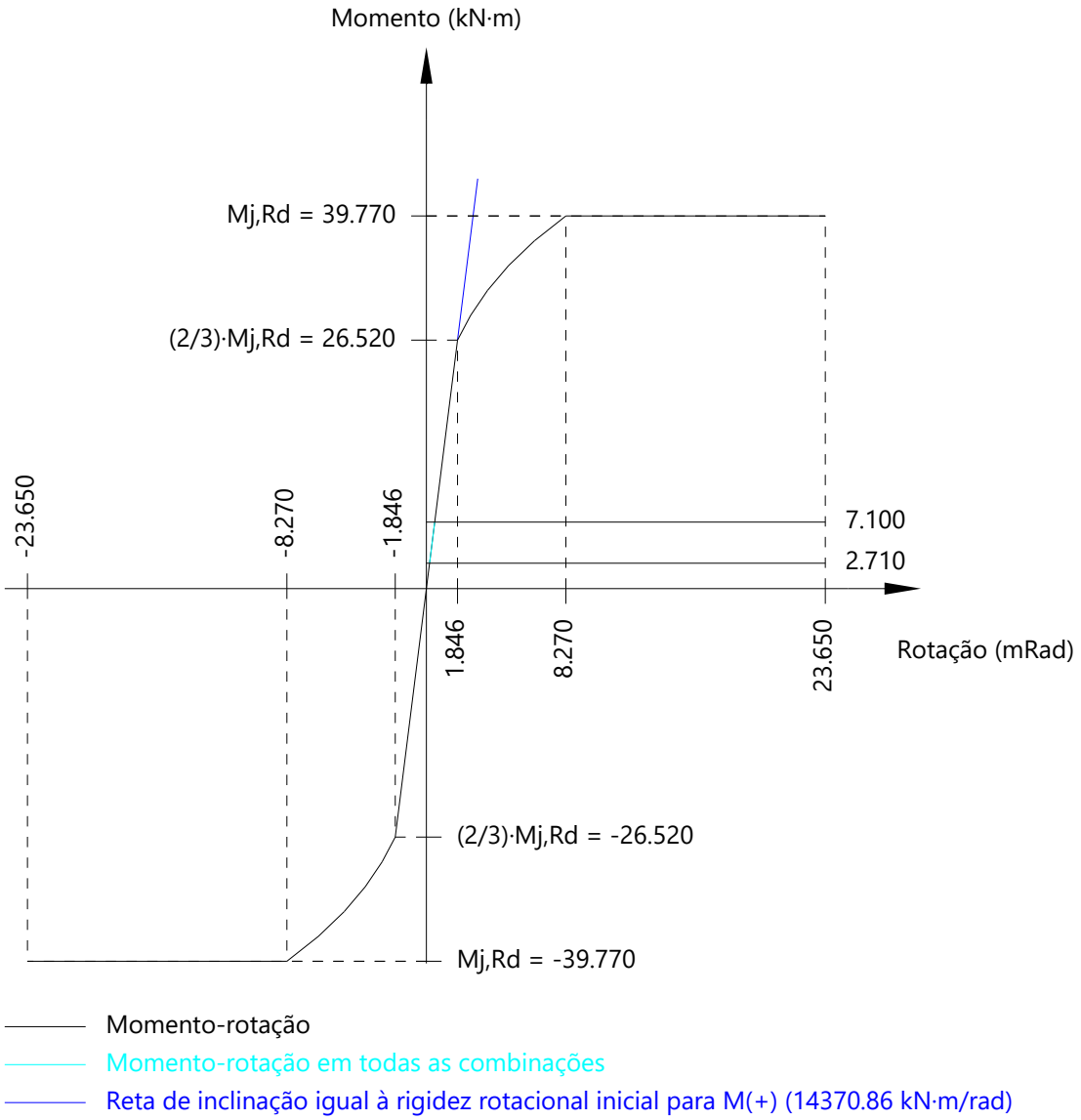
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.373	89.104	70.00	27.03	70.00
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	0.000	146.155	0.00		
2	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.373	89.104	70.00	27.03	70.00
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	0.000	146.155	0.00		
3	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.641	89.104	70.30	27.03	70.30
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	5.547	146.155	3.80		
4	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.602	89.104	70.26	27.03	70.26
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	4.757	146.155	3.25		
5	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.913	89.104	70.61	27.03	70.61
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	11.187	146.155	7.65		
6	Deslizamento	7.500	27.752	27.03	Espiga	62.875	89.104	70.56	27.03	70.56
	Esmagamento	7.500	101.600	7.38	Punção	10.397	146.155	7.11		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1582.41	14370.86
Calculada para momentos negativos	1582.41	14370.86

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.65	1.80	36.18
Momento resistente	kNm	7.10	39.77	17.85
Capacidade de rotação	mm	8.00	8.84	90.52

d) Quantit.

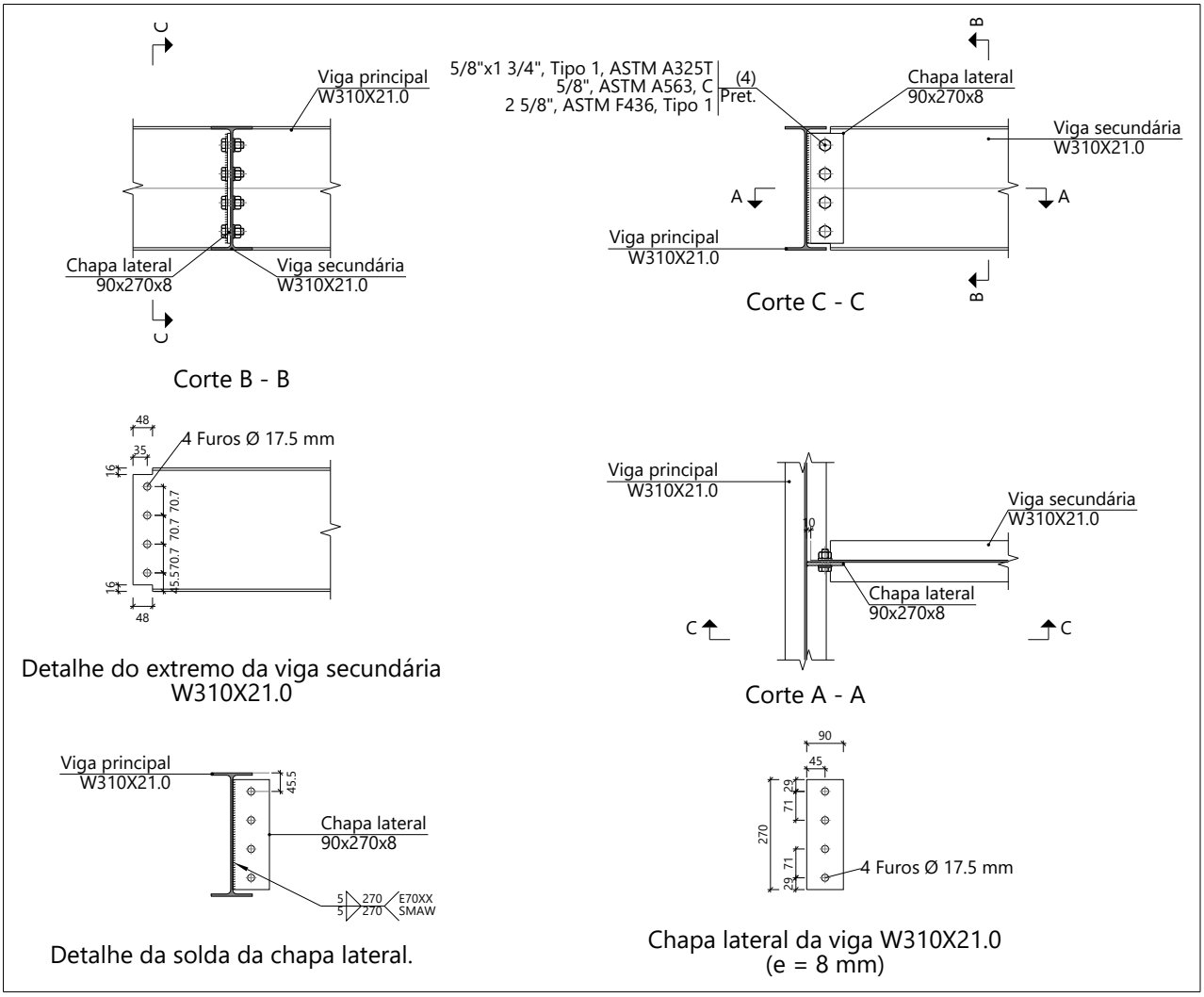
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	1086
			4	377
			5	2354
			7	2080

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	4	277x145x11	13.88
	Chapas	2	140x330x8	5.80
			Total	19.69

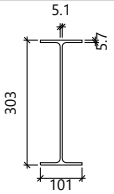
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	12	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	12	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	24	5/8", ASTM F436

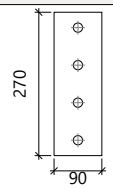
2.2.4.7. Tipo 20

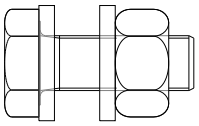
a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga secundária W310X21.0		90	270	8	4	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Viga principal

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punção	kN	0.24	98.71	0.24
	Flexão por força perpendicular	kN	0.24	275.53	0.09

2) Viga secundária W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.05
	Tensões combinadas	--	--	--	13.29
	Flambagem local	N/mm²	-20.83	280.66	7.42
	Esmagamento	kN	14.16	73.37	19.30
	Rasgamento	kN	45.00	266.87	16.86
Alma	Esmagamento	kN	14.16	47.70	29.69
	Rasgamento	kN	45.00	170.98	26.32
	Flambagem local	N/mm²	-43.65	229.80	18.99

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Detalhe da solda da chapa lateral.	De ângulo	SMAW	5	40	270	3	5	5

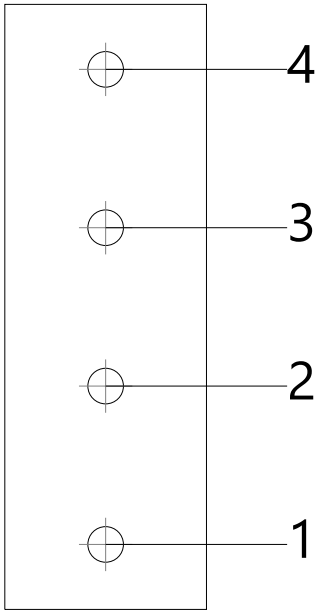
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Detalhe da solda da chapa lateral.	5	5	270	E70XX (485.0)	345.0	23.6	215.6	10.93	16.7	188.2	8.86	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



Disposições constructivas

Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	14.159	27.752	51.02	Espiga	62.373	89.104	70.00	51.02	70.00
	Esmagamento	14.159	73.365	19.30	Punção	0.000	93.174	0.00		
2	Deslizamento	11.609	27.752	41.83	Espiga	62.373	89.104	70.00	41.83	70.00
	Esmagamento	11.609	101.600	11.43	Punção	0.000	93.174	0.00		
3	Deslizamento	11.609	27.752	41.83	Espiga	62.373	89.104	70.00	41.83	70.00
	Esmagamento	11.609	101.600	11.43	Punção	0.000	93.174	0.00		
4	Deslizamento	14.159	27.752	51.02	Espiga	62.373	89.104	70.00	51.02	70.00
	Esmagamento	14.159	101.600	13.94	Punção	0.000	93.174	0.00		

d) Quantit.

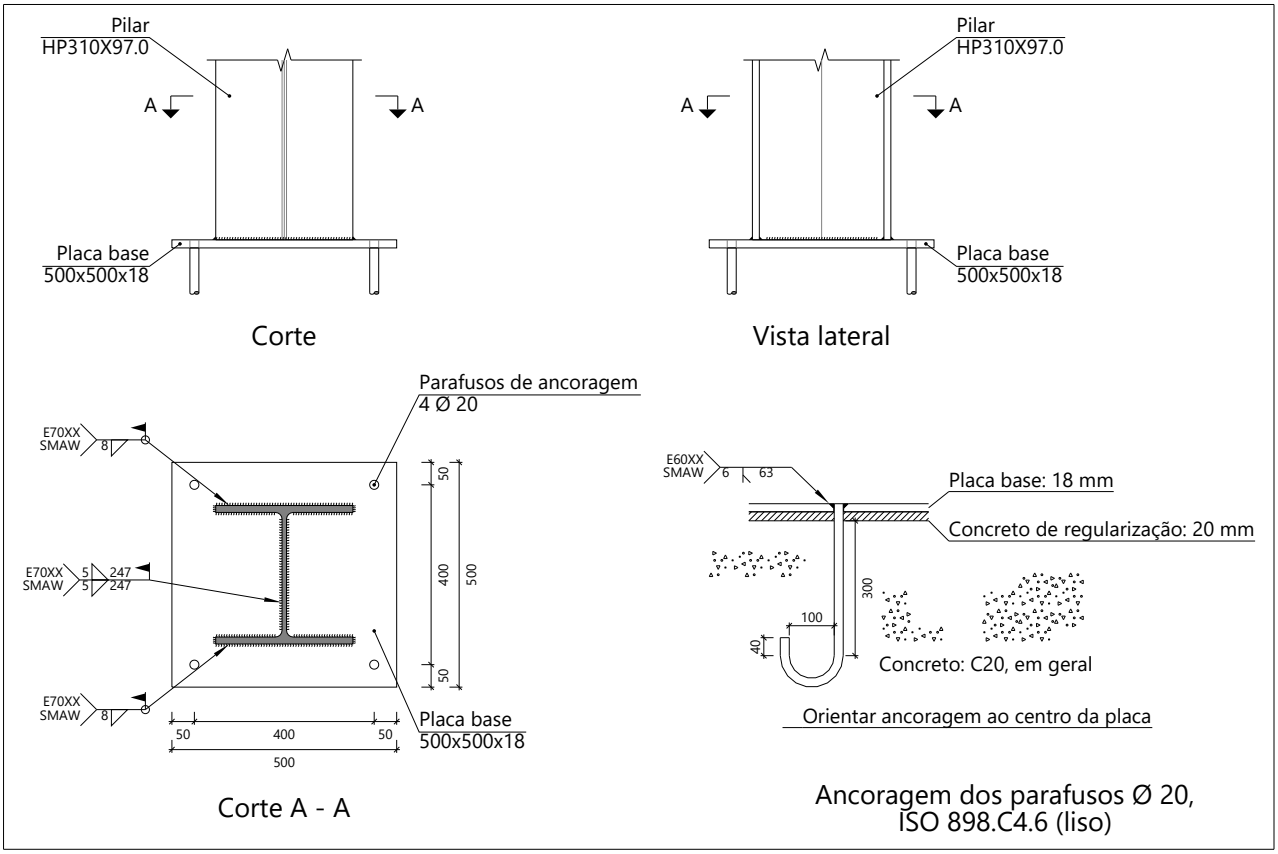
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	5	540

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Chapas	1	90x270x8	1.53
			Total	1.53

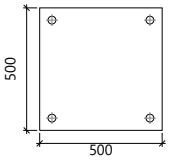
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	4	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	8	5/8", ASTM F436

2.2.4.8. Tipo 91

a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Elementos complementares											
Peça	Geometria				Furos				Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro externo (mm)	Diâmetro interno (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		500	500	18	4	32	22	6	A-36 250Mpa	250.0	400.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	8
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	8

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	8	15	305	E70XX (485.0)	250.0	32.0	215.6	14.83	22.6	136.4	16.58	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	5	10	247	E70XX (485.0)	250.0	47.9	215.6	22.24	33.9	136.4	24.86	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	8	15	305	E70XX (485.0)	250.0	32.5	215.6	15.06	23.0	136.4	16.83	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Placa de ancoragem

Referência:		
Verificação	Valores	Estado
Distância mínima entre chumbadores: *3 diâmetros*	Mínimo: 60 mm Calculado: 400 mm	Passa
Distância mínima chumbador-borda: *2 diâmetros*	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Passa
Comprimento mínimo do parafuso: *Calcula-se o comprimento de ancoragem necessário por aderência.*	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Passa
Ancoragem chumbador no concreto:		
- Tração:	Máximo: 26.43 kN Calculado: 6.88 kN	Passa
- Cortante:	Máximo: 18.5 kN Calculado: 4.03 kN	Passa
- Tração + Cortante:	Máximo: 26.43 kN Calculado: 12.64 kN	Passa
Tração chumbadores:	Máximo: 67.82 kN Calculado: 7.43 kN	Passa
Tensão de Von Mises nos chumbadores:	Máximo: 216 MPa Calculado: 35.2624 MPa	Passa
Esmagamento chumbador na placa: *Limite de esforço de corte em um chumbador atuando contra a placa*	Máximo: 202.5 kN Calculado: 4.32 kN	Passa
Tensão de Von Mises em seções globais:	Máximo: 250 MPa	
- Direita:	Calculado: 28.1127 MPa	Passa
- Esquerda:	Calculado: 30.6078 MPa	Passa
- Acima:	Calculado: 81.3702 MPa	Passa
- Abaixo:	Calculado: 83.316 MPa	Passa
Flecha global equivalente: *Limite da deformabilidade dos balanços*	Mínimo: 250	
- Direita:	Calculado: 9512.91	Passa
- Esquerda:	Calculado: 6345.73	Passa
- Acima:	Calculado: 1299.7	Passa
- Abaixo:	Calculado: 1240.48	Passa
Tensão de Von Mises local: *Tensão por tração de chumbadores sobre placas em balanço*	Máximo: 250 MPa Calculado: 0 MPa	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Informação adicional:		
- Relação ruptura desfavorável seção de concreto: 0.0314		

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)									
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Chanfro (mm)	Garganta efetiva		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)		ψ (graus)	$t_{w,min}$ (mm)	t_w (mm)
Soldadura dos pernos à placa base	Com penetração parcial	SMAW	18	40	63	6	90.00	6	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
ψ: ângulo em ligações de ângulo (AWS D1.1/D1.1M, 2.3.3.7)
$t_{w,min}$: Espessura mínima de garganta efetiva de soldas.
t_w: Garganta efetiva

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Soldadura dos pernos à placa base	6	18	63	E60XX (415.0)	240.0	95.1	184.4	51.57	19.7	130.9	15.05	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

d) Quantit.

Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E60XX	Em fábrica	De topo em bisel simples com região não chanfrada ampla	6	251
E70XX	No local de montagem	De filete	5	494
			8	1202

Placas de base				
Material	Elementos	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-36 250Mpa	Placa base	1	500x500x18	35.32
			Total	35.32
ISO 898.C4.6 (liso)	Parafusos de ancoragem	4	Ø 20 - L = 358 + 228	5.79
			Total	5.79

SETOR 02

ÍNDICE

1. DADOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados limites..... 2
1.2.1. Situações de projeto..... 2
1.2.2. Combinações..... 3

2. ESTRUTURA..... 4
2.1. Geometria..... 4
2.1.1. Barras..... 4
2.2. Ligações..... 8
2.2.1. Especificações para ligações soldadas..... 9
2.2.2. Especificações para ligações aparafusadas..... 11
2.2.3. Referências e simbologia..... 13
2.2.4. Memória de cálculo..... 14

1. DADOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aços laminados e soldados: ABNT NBR 8800:2024

Categoria de uso: Edificações residenciais

1.2. Estados limites

E.L.U. Aço laminado	Cópia de Aço laminado - NBR 8800: 2024
Deslocamentos	Ações características

1.2.1. Situações de projeto

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

- Com coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sem coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Onde:

G_k Ação permanente
P_k Ação de pré-tensão
Q_k Ação variável
γ_G Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes
γ_P Coeficiente parcial de segurança da ação de pré-tensão
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinação da ação variável principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão:

E.L.U. Aço laminado: ABNT NBR 8800:2024

Cópia de Normal				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

Deslocamentos

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança (γ)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

1.2.2. Combinações

- **Nomes das ações**

PP	Peso próprio
CP 1	CAPA CONCRETO + STEEL DECK
SCU 1	NORMATIVA
V 1	VENTO a 0º
V 2	VENTO a 90º

- **E.L.U. Aço laminado**

Comb.	PP	CP 1	SCU 1	V 1	V 2
1	1.000	1.000			
2	1.500	1.000			
3	1.000	1.500			
4	1.500	1.500			
5	1.000	1.000	1.500		
6	1.500	1.000	1.500		
7	1.000	1.500	1.500		
8	1.500	1.500	1.500		
9	1.000	1.000		1.400	
10	1.500	1.000		1.400	
11	1.000	1.500		1.400	
12	1.500	1.500		1.400	
13	1.000	1.000	0.750	1.400	
14	1.500	1.000	0.750	1.400	
15	1.000	1.500	0.750	1.400	
16	1.500	1.500	0.750	1.400	
17	1.000	1.000	1.500	0.840	
18	1.500	1.000	1.500	0.840	
19	1.000	1.500	1.500	0.840	
20	1.500	1.500	1.500	0.840	
21	1.000	1.000			1.400
22	1.500	1.000			1.400
23	1.000	1.500			1.400
24	1.500	1.500			1.400
25	1.000	1.000	0.750		1.400
26	1.500	1.000	0.750		1.400
27	1.000	1.500	0.750		1.400
28	1.500	1.500	0.750		1.400
29	1.000	1.000	1.500		0.840
30	1.500	1.000	1.500		0.840
31	1.000	1.500	1.500		0.840
32	1.500	1.500	1.500		0.840

- **Deslocamentos**

Comb.	PP	CP 1	SCU 1	V 1	V 2
1	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000		1.000	
4	1.000	1.000	1.000	1.000	
5	1.000	1.000			1.000
6	1.000	1.000	1.000		1.000

2. ESTRUTURA

2.1. Geometria

2.1.1. Barras

2.1.1.1. Materiais utilizados

Materiais utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_{-t} (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designação						
Aço laminado	A-572 345MPa	200000.00	0.300	77000.00	345.00	0.000012	77.01

Notação:
E: Módulo de elasticidade
n: Módulo de poisson
G: Módulo de corte
f_y: Limite elástico
a_t: Coeficiente de dilatação
g: Peso específico

2.1.1.2. Descrição

Descrição											
Material		Barra (Ni/Nf)	Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designação				Indeformável origem	Deformável	Indeformável extremo				
Aço laminado	A-572 345MPa	N310/N311	N310/N311	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.164	0.153	1.00	1.00	4.470	4.470
		N313/N314	N313/N314	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.164	0.153	1.00	1.00	4.470	4.470
		N311/N318	N311/N318	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.039	0.153	1.00	1.00	4.345	4.345
		N314/N319	N314/N319	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.039	0.153	1.00	1.00	4.345	4.345
		N320/N321	N320/N321	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.164	0.153	1.00	1.00	4.470	4.470
		N321/N322	N321/N322	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.039	0.153	1.00	1.00	4.345	4.345
		N323/N324	N323/N324	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.039	0.153	1.00	1.00	4.345	4.345
		N325/N323	N325/N323	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.164	0.153	1.00	1.00	4.470	4.470
		N314/N330	N314/N321	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	1.887	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N330/N331	N314/N321	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.041	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N331/N332	N314/N321	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.041	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N332/N333	N314/N321	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.109	-	1.00	1.00	2.109	2.109
		N333/N334	N314/N321	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.973	-	1.00	1.00	1.973	1.973

Descrição												
Material		Barra (Ni/Nf)	Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designação				Indeformável origem	Deformável	Indeformável extremo				
		N334/N321	N314/N321	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.886	0.154	1.00	1.00	2.040	2.040
		N330/N335	N330/N335	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.345	-	1.00	1.00	4.345	4.345
		N331/N336	N331/N336	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.345	-	1.00	1.00	4.345	4.345
		N332/N337	N332/N337	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.345	-	1.00	1.00	4.345	4.345
		N333/N338	N333/N338	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.192	0.153	1.00	1.00	4.345	4.345
		N334/N339	N334/N339	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.345	-	1.00	1.00	4.345	4.345
		N341/N324	N341/N324	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	3.705	0.154	1.00	1.00	4.013	4.013
		N338/N339	N338/N322	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	1.819	-	1.00	1.00	1.973	1.973
		N339/N322	N338/N322	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.886	0.154	1.00	1.00	2.040	2.040
		N342/N336	N342/N338	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	0.836	-	1.00	1.00	0.990	0.990
		N336/N337	N342/N338	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.041	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N337/N338	N342/N338	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.955	0.154	1.00	1.00	2.109	2.109
		N345/N341	N345/N341	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	4.832	0.154	1.00	1.00	5.140	5.140
		N318/N345	N318/N345	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	2.784	0.154	1.00	1.00	3.092	3.092
		N319/N335	N319/N342	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	1.887	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N335/N342	N319/N342	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	0.897	0.154	1.00	1.00	1.051	1.051
		N347/N320	N347/N320	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.198	0.302	1.00	1.40	3.500	3.500
		N320/N325	N320/N325	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.302	3.046	0.152	1.00	1.40	3.500	3.500

Descrição												
Material		Barra (Ni/Nf)	Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designação				Indeformável origem	Deformável	Indeformável extremo				
		N348/N321	N348/N321	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.198	0.302	0.85	0.98	3.500	3.500
		N321/N323	N321/N323	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.302	3.046	0.152	1.00	1.00	3.500	3.500
		N349/N322	N349/N322	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.348	0.152	0.96	0.99	3.500	3.500
		N322/N324	N322/N324	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	3.196	0.152	1.00	1.00	3.500	3.500
		N350/N313	N350/N313	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.198	0.302	1.00	1.40	3.500	3.500
		N313/N310	N313/N310	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.302	3.046	0.152	1.00	1.40	3.500	3.500
		N351/N314	N351/N314	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.198	0.302	0.85	0.98	3.500	3.500
		N314/N311	N314/N311	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.302	3.046	0.152	1.00	1.00	3.500	3.500
		N352/N319	N352/N319	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.348	0.152	0.95	0.99	3.500	3.500
		N319/N318	N319/N318	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	3.196	0.152	1.00	1.00	3.500	3.500
		N353/N342	N353/N342	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.348	0.152	0.93	1.00	3.500	3.500
		N342/N345	N342/N345	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	3.196	0.152	1.00	1.00	3.500	3.500
		N354/N338	N354/N338	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.348	0.152	0.94	1.00	3.500	3.500
		N338/N341	N338/N341	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	3.196	0.152	1.00	1.00	3.500	3.500
		N313/N404	N313/N320	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	1.887	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N404/N405	N313/N320	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.041	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N405/N406	N313/N320	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.041	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N406/N407	N313/N320	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.109	-	1.00	1.00	2.109	2.109

Descrição											
Material		Barra (Ni/Nf)	Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designação				Indeformável origem	Deformável	Indeformável extremo				
		N407/N408	N313/N320	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.973	-	1.00	1.00	1.973	1.973
		N408/N320	N313/N320	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.886	0.154	1.00	1.00	2.040	2.040
		N404/N330	N404/N330	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.470	-	1.00	1.00	4.470	4.470
		N405/N331	N405/N331	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.470	-	1.00	1.00	4.470	4.470
		N406/N332	N406/N332	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.470	-	1.00	1.00	4.470	4.470
		N407/N333	N407/N333	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.470	-	1.00	1.00	4.470	4.470
		N408/N334	N408/N334	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.470	-	1.00	1.00	4.470	4.470

Notação:
Ni: Nó inicial
Nf: Nó final
b_{xy}: Coeficiente de flambagem no plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de flambagem no plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Espaçamento entre travamentos do banzo superior
$Lb_{Inf.}$: Espaçamento entre travamentos do banzo inferior

2.1.1.3. Características mecânicas

Tipos de peça	
Ref.	Peças
1	N310/N311, N313/N314, N311/N318, N314/N319, N320/N321, N321/N322, N323/N324, N325/N323, N330/N335, N331/N336, N332/N337, N333/N338, N334/N339, N341/N324, N338/N322, N342/N338, N345/N341, N318/N345, N319/N342, N404/N330, N405/N331, N406/N332, N407/N333 e N408/N334
2	N314/N321 e N313/N320
3	N347/N320, N320/N325, N348/N321, N321/N323, N349/N322, N322/N324, N350/N313, N313/N310, N351/N314, N314/N311, N352/N319, N319/N318, N353/N342, N342/N345, N354/N338 e N338/N341

Características mecânicas									
Material		Ref.	Descrição	A (cm^2)	Avy (cm^2)	Avz (cm^2)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designação								
Aço laminado	A-572 345MPa	1	W310X21.0, (W - TecnoMetal (Brasil))	27.24	8.64	13.38	3775.28	98.43	3.61
		2	W610X101, (W - TecnoMetal (Brasil))	128.99	50.96	54.17	75933.63	2949.37	76.79
		3	HP310X97.0, (HP - TecnoMetal (Brasil))	123.61	70.46	24.70	22320.13	7278.38	91.50

Notação:
Ref.: Referência
A: Área da seção transversal
Avy: Área de esforço cortante da seção segundo o eixo local 'Y'
Avz: Área de esforço cortante da seção segundo o eixo local 'Z'
Iyy: Inércia da seção em torno do eixo local 'Y'
Izz: Inércia da seção em torno do eixo local 'Z'
It: Inércia à torção
As características mecânicas das peças correspondem à seção no ponto médio das mesmas.

2.2. Ligações

Nota: As ligações que não estão correctamente definidas não são mostradas nas listagens.

2.2.1. Especificações para ligações soldadas

Norma:

ABNT NBR 8800:2008: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificios. Artículo 6: Condições específicas para o dimensionamento de ligações metálicas.

Materiais:

- Perfis (Material base): A-572 345MPa.

- Material de adição (soldas): Eletrodos da série E70XX. Para os materiais utilizados e o procedimento de solda SMAW (Arco elétrico com eletrodo revestido), cumprem-se as condições de compatibilidade entre materiais exigidas pelo item 6.2.4 ABNT NBR 8800:2008.

Definições para soldas em ângulo:

- Garganta efetiva: é igual à menor distância medida desde a raiz à face plana teórica da solda (item 6.2.2.2 b) ABNT NBR 8800:2008).

- Lado do cordão: é o menor dos dois lados situados nas faces de fusão do maior triângulo que pode ser inscrito na seção da solda (item 6.2.2.2 b) ABNT NBR 8800:2008).

- Raiz da solda: é a interseção das faces de fusão (item 6.2.2.2 b) ABNT NBR 8800:2008).

- Comprimento efetivo do cordão de solda: é igual ao comprimento total da solda com dimensões uniformes, incluídos os retornos (item 6.2.2.2 c) ABNT NBR 8800:2008).

Disposições construtivas:

1) As prescrições consideradas neste projeto aplicam-se a ligações soldadas nas quais:

- Os aços das peças a unir têm um limite elástico não superior a 100 ksi [690 MPa] (item 1.2 (1) AWS D1.1/D1.1M:2002).

- As espessuras das peças a unir são pelo menos de 1/8 in [3mm] (item 1.2 (2) AWS D1.1/D1.1M:2002).

- As peças soldadas não são de seção tubular.

2) Em soldas de topo de penetração total ou parcial verifica-se que:

- O comprimento efetivo das soldas de penetração total ou parcial é igual ao seu comprimento total, o qual é igual ao comprimento da parte unida (item 6.2.2.1 b) ABNT NBR 8800:2008).

- Em soldas de penetração total, a garganta efetiva é igual à menor espessura das peças unidas (item 6.2.2.1 c) ABNT NBR 8800:2008).

- Em soldas de penetração parcial, a espessura mínima da garganta efetiva cumpre os valores da seguinte tabela:

Tabela 9 ABNT NBR 8800:2008	
Menor espessura das peças a unir (mm)	Espessura mínima de garganta efetiva (mm)
Menor que ou igual a 6.35	3
Menor que ou igual a 12.5	5
Menor que ou igual a 19	6
Menor que ou igual a 37.5	8
Menor que ou igual a 57	10
Menor que ou igual a 152	13
Maior que 152	16

- A espessura de garganta efetiva das soldas de penetração parcial determina-se segundo a tabela 5 ABNT NBR 8800:2008.

3) Em soldas em ângulo verifica-se que:

- O tamanho mínimo do lado de uma solda de ângulo cumpre os valores da seguinte tabela:

Tabela 10 ABNT NBR 8800:2008	
Menor espessura das peças a unir (mm)	Tamanho mínimo do lado de uma solda em ângulo(*) (mm)
Menor que ou igual a 6.35	3
Menor que ou igual a 12.5	5
Menor que ou igual a 19	6
Maior que 19	8
(*)*Executada em uma só passada*	

- O tamanho máximo do lado de uma solda em ângulo ao longo das bordas de peças soldadas cumpre o especificado no item 6.2.6.2.2 ABNT NBR 8800:2008, o qual exige que:

  - ao longo das bordas de material com espessura inferior a 6.35 mm, seja menor ou igual à espessura do material.

  - ao longo das bordas de material com espessura igual ou superior 6.35 mm, seja menor ou igual à espessura do material menos 1.5 mm.

- O comprimento efetivo de um cordão de solda em ângulo cumpre que é maior que ou igual a 4 vezes o tamanho do seu lado, ou que o lado não se considera maior que o 25 % do comprimento efetivo da solda. Além disso, o comprimento efetivo de uma solda em ângulo exposta a qualquer solicitação de cálculo não é inferior a 40 mm (item 6.2.6.2.3 ABNT NBR 8800:2008).

4) No detalhe das soldas indica-se o comprimento efetivo do cordão (comprimento sobre o qual o cordão tem o seu tamanho completo). Para alcançar tal comprimento, pode ser necessário prolongar o cordão rodeando os cantos, com o mesmo tamanho de cordão.

5) As soldas de ângulo de ligações em 'T' com ângulos menores que 30° não se consideram como efetivas para a transmissão das cargas aplicadas (item 2.3.3.4 AWS D1.1/D1.1M:2002).

6) Nos processos de fabricação e montagem deverão ser cumpridos os requisitos indicados no capítulo 5 de AWS D1.1/D1.1M:2002. No que diz respeito à preparação do metal base, exige-se que as superfícies sobre as quais se depositará o metal de adição devem ser suaves, uniformes, e livres de fissuras e outras descontinuidades que afetariam a qualidade ou resistência da solda. As superfícies a soldar, e as superfícies adjacentes a uma solda, deverão estar também livres de lâminas, escamas, óxido solto ou aderido, escória, ferrugem, umidade, óleo, gordura e outros materiais estranhos que impeçam uma

solda apropriada ou produzam emissões prejudiciais.

Verificações:

- A resistência de cálculo dos cordões de solda determina-se de acordo com o item 6.2.5 ABNT NBR 8800:2008.

- O método utilizado para a verificação da resistência dos cordões de solda é aquele em que as tensões calculadas nos cordões (resultante vetorial), consideram-se como tensões de corte aplicadas sobre a área efetiva (item 2.5.4.1 AWS D1.1/D1.1M:2002).

- A área efetiva de um cordão de solda é igual ao produto do comprimento efetivo do cordão pela espessura de garganta efetiva (itens 6.2.2.1 a) e 6.2.2.2 a) ABNT NBR 8800:2008).

- Na verificação da resistência dos cordões de solda considerou-se uma solicitação mínima de cálculo de 45kN (item 6.1.5.2 ABNT NBR 8800:2008).

2.2.2. Especificações para ligações aparafusadas

Norma:

ABNT NBR 8800:2008: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. 6.3 Parafusos e barras redondas rosqueadas.

Materiais:

- Perfis (Material base): A-572 345MPa.
- Classe de aço dos parafusos pré-tensionados utilizados: ASTM A325 (item 6.3 ABNT NBR 8800:2008).

Disposições construtivas:

1) Consideraram-se as seguintes distâncias mínimas e máximas entre eixos de furos e entre estes e as bordas das peças:

Disposições construtivas para parafusos, segundo itens 6.3.9, 6.3.10, 6.3.11 e 6.3.12 ABNT NBR 8800:2008				
Distâncias	À borda da peça		Entre furos	Entre parafusos
	d_b	mm		
Mínimas	5/8"	29	$2.7 \cdot d_b$	--
Máximas	150 mm 12t		--	200 mm 14t

Notas:
d_b: Diâmetro do parafuso
t: Menor espessura das peças que se unem.

2) Uma vez montadas as peças, todas as superfícies de ligação, incluídas as adjacentes às cabeças dos parafusos, porcas e anilhas, devem estar livres de pequenas lâminas (exceto aquelas firmemente aderidas ao material), rebarbas, sujeira ou qualquer outra matéria estranha que impeça o perfeito contato entre as peças.

3) Os parafusos devem estar alinhados para permitir a inserção dos parafusos sem danificar as suas roscas.

4) Deve-se verificar, antes da colocação, se as porcas podem deslocar-se livremente sobre o parafuso correspondente.

5) Em cada parafuso será colocada uma anilha no lado da cabeça e outra no lado da porca.

6) Os furos devem realizar-se através de broca ou outro processo que proporcione um acabamento equivalente.

7) A furação é admitida para peças de espessura não superior ao diâmetro do parafuso mais 3 mm. Para espessuras maiores, os furos devem ser realizados através de broca, ou através de furação prévia com matriz de diâmetro inferior a 3.5 mm do diâmetro definitivo, para depois perfurar até ao diâmetro nominal.

8) Não é permitida a reutilização de parafusos ASTM A325 galvanizados. Os outros parafusos ASTM A325 podem ser reutilizados uma única vez, se for aprovado pelo engenheiro responsável. O reaperto de parafusos previamente apertados que se tenham soltado durante o aperto de parafusos vizinhos não se considera reutilização.

9) Condições para o aperto dos parafusos não pré-tensionados:

- Cada conjunto de parafuso, porca e anilhas deve alcançar a condição de aperto máximo sem sobrecarregar os parafusos. Esta condição é a que poderia conseguir um operário com alguns impactos aplicados por uma chave de impacto ou pelo esforço máximo aplicado por um operário usando uma chave normal.

- O aperto deve ser realizado a partir dos parafusos localizados na parte mais rígida da ligação, seguindo na direção das bordas livres. Inclusive, é conveniente realizar algum ciclo de aperto adicional.

10) Condições para o aperto dos parafusos pré-tensionados:

- Os parafusos de um grupo, antes de iniciar a pré-tensão, devem estar apertados como se fossem parafusos sem pré-tensão.

- Com a finalidade de garantir a capacidade frente ao deslizamento das superfícies a unir, as peças a unir serão tratadas da seguinte forma: Superfícies laminadas sem tinta, limpas e isentas de óleos ou gorduras (Classe A segundo ABNT NBR 8800:2008).

- Com o objetivo de alcançar uma protensão uniforme, o aperto será realizado progressivamente, desde os parafusos centrais de um grupo até as bordas, para posteriormente realizar ciclos adicionais de aperto.

- O aperto será realizado seguindo um dos procedimentos que se indicam em seguida, o qual deve estar calibrado através de ensaios:

a) Método da rotação da porca:

Será colocado um número suficiente de parafusos na condição de aperto máximo, de forma que se garanta que as partes estão em pleno contato. Posteriormente, serão colocados os parafusos restantes, também na condição de aperto máximo.

Todos os parafusos deverão receber um aperto adicional através da rotação aplicada à porca, tal como se indica na seguinte tabela:

Giro das porcas a partir da posição de aperto máximo	
Comprimento do parafuso	Voltas
$L_b \leq 4 \cdot d_b$	1/3 de volta
$4 \cdot d_b < L_b \leq 8 \cdot d_b$	1/2 de volta
$8 \cdot d_b < L_b \leq 12 \cdot d_b$	2/3 de volta

Notas:
A rotação da porca é medida em relação ao parafuso, sem levar em conta o elemento que está sendo rodado (porca ou parafuso). Para parafusos instalados com 1/2 de volta ou menos, a tolerância na rotação é de mais ou menos 30 graus, para parafusos com 2/3 de volta ou mais, a tolerância na rotação é de mais ou menos 45 graus.
Para comprimentos de parafuso superiores a $12 \cdot d_b$, a rotação necessária deve ser determinada por ensaios.

b) Método de aperto com chave calibrada ou com chave manual com torquímetro:

Não é permitido usar tabelas de aperto baseadas em experiências passadas ou indicadas na literatura técnica.

Quando forem utilizadas chaves calibradas, estas devem ser reguladas para alcançar uma protensão superior a 5% da força de protensão mínima. As chaves devem ser calibradas pelo

menos uma vez por dia de trabalho, para cada diâmetro de parafuso a instalar.

Quando forem utilizadas chaves manuais com torquímetro para instalar vários parafusos na mesma ligação, os parafusos previamente apertados devem ser reapertados se se soltam durante o aperto dos parafusos seguintes, até que todos os parafusos alcancem o aperto desejado.

c) Método do indicador direto de tensão:

Este método é permitido se se puder demonstrar por um método preciso de medida direta que o parafuso se encontra sujeito à força mínima de protensão depois do aperto.

Verificações:

- São feitas as verificações indicadas nos itens 6.3.3, 6.3.4 e 6.3.5 de ABNT NBR 8800:2008.

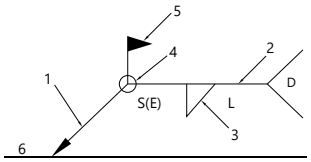
- Na verificação da resistência das ligações parafusadas considerou-se uma solicitação mínima de cálculo de 45kN (artigo 6.1.5.2 ABNT NBR 8800:2008).

2.2.3. Referências e simbologia

Para a representação dos símbolos de soldas consideram-se as indicações da norma ANSI/AWS A2.4-98 'STANDARD SYMBOLS FOR WELDING, BRAZING, AND NONDESTRUCTIVE EXAMINATION'.

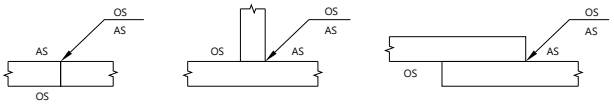
Método de representação de soldas

Conforme a figura 2 de ANSI/AWS A2.4-98 e os tipos de soldas utilizados neste projeto, desenvolve-se o seguinte esquema de representação de uma solda:



Referências:
1: seta (ligação entre 2 e 6)
2: linha de referência
3: símbolo de solda
4: símbolo solda perimetral.
5: símbolo de solda no local de montagem.
6: linha do desenho que identifica a ligação proposta.
S: profundidade do bisel. Em soldas em ângulo, é o lado do cordão de solda.
(E): tamanho do cordão em soldas de topo.
L: comprimento efetivo do cordão de solda
D: dado suplementar. Em geral, a série de eletrodo a utilizar e o processo pré-qualificado de solda.

A informação relacionada com o lado da ligação soldada à qual aponta a seta, coloca-se por baixo da linha de referência, enquanto que para o lado oposto, indica-se acima da linha de referência:

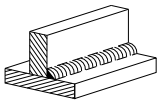
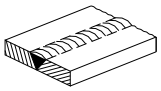
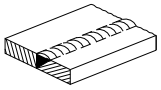
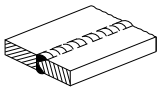
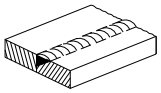
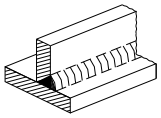
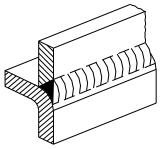


Onde:

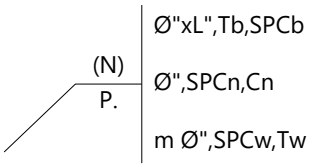
OS(Other Side): é o outro lado da seta

AS(Arrow Side): é o lado da seta

Referência 3

Designação	Ilustração	Símbolo
Solda de filete		
Solda de topo em 'V' simples (com chanfro)		
Solda de topo em bisel simples		
Solda de topo em bisel duplo		
Solda de topo em bisel simples com chanfro de raiz largo		
Solda combinada de topo em bisel simples e em ângulo		
Solda de topo em bisel simples com lado curvo		

Método de representação dos parafusos de uma ligação

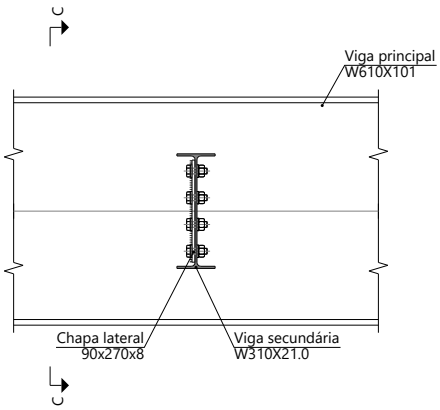


Referências:
N: Quantidade de parafusos
P: Parafusos pré-tensionados resistentes ao deslizamento
Ø"[in]: Diâmetro nominal
L"[in]: Comprimento nominal do parafuso
Tb: Tipo ou grau do parafuso
SPCb: Classe de qualidade do aço do parafuso
SPCn: Classe de qualidade do aço da porca
Cn: Classe ou grau da porca
m: Quantidade de anilhas
SPCw: Classe de aço da anilha
Tw: Tipo ou grau da anilha

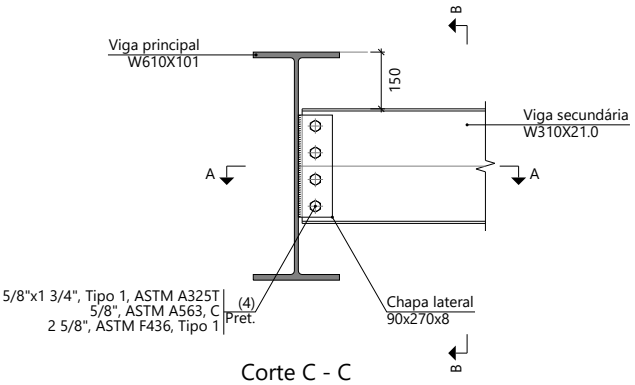
2.2.4. Memória de cálculo

2.2.4.1. Tipo 48

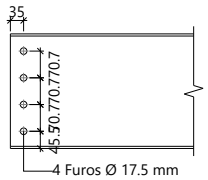
a) Detalhe



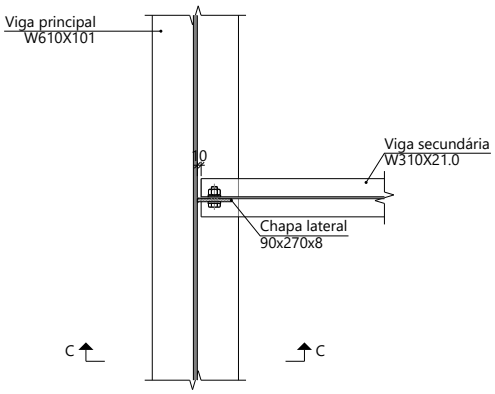
Corte B - B



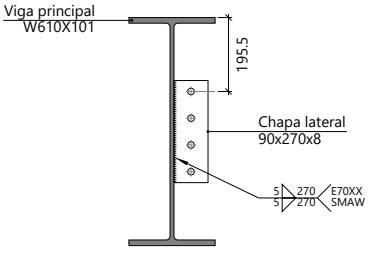
Corte C - C



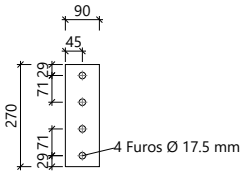
Detalhe do extremo da viga secundária W310X21.0



Corte A - A

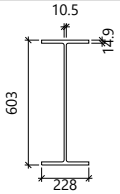
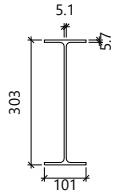


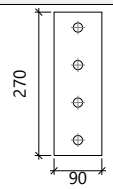
Detalhe da solda da chapa lateral.

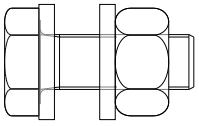


Chapa lateral da viga W310X21.0 (e = 8 mm)

b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	W610X101		603	228	14.9	10.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga secundária W310X21.0		90	270	8	4	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Viga principal

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punção	kN	8.66	209.20	4.14
	Flexão por força perpendicular	kN	8.66	135.78	6.38

2) Viga secundária W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.05
	Tensões combinadas	--	--	--	13.71
	Flambagem local	N/mm²	-21.63	280.66	7.71
	Esmagamento	kN	14.52	73.22	19.83
	Rasgamento	kN	46.33	266.87	17.36
Alma	Esmagamento	kN	14.73	59.50	24.75
	Rasgamento	kN	46.33	204.45	22.66

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

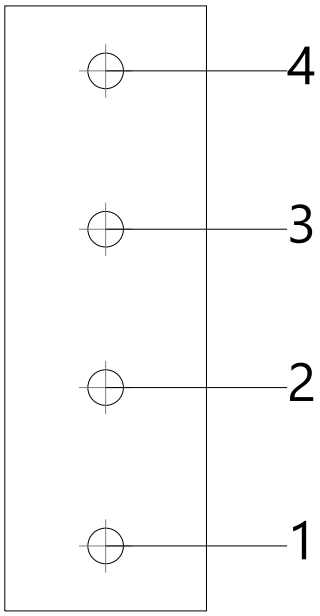
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Detalhe da solda da chapa lateral.	De ângulo	SMAW	8	40	270	5	8	5

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Detalhe da solda da chapa lateral.	5	8	270	E70XX (485.0)	345.0	34.7	215.6	16.10	24.5	188.2	13.04	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	14.727	27.752	53.06	Espiga	62.373	89.104	70.00	53.06	70.00
	Esmagamento	14.516	73.221	19.83	Punção	0.006	93.174	0.01		
2	Deslizamento	11.927	27.752	42.98	Espiga	62.373	89.104	70.00	42.98	70.00
	Esmagamento	11.927	101.600	11.74	Punção	0.006	93.174	0.01		
3	Deslizamento	11.976	27.752	43.15	Espiga	62.373	89.104	70.00	43.15	70.00
	Esmagamento	11.976	101.600	11.79	Punção	0.006	93.174	0.01		
4	Deslizamento	14.636	27.752	52.74	Espiga	62.373	89.104	70.00	52.74	70.00
	Esmagamento	14.636	101.600	14.41	Punção	0.006	93.174	0.01		

d) Quantit.

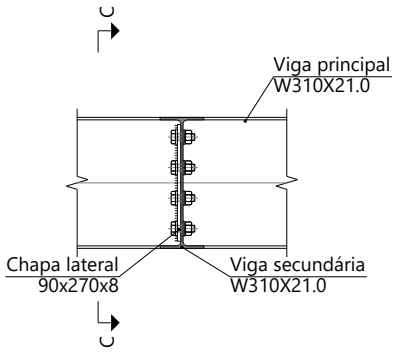
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	5	540

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Chapas	1	90x270x8	1.53
			Total	1.53

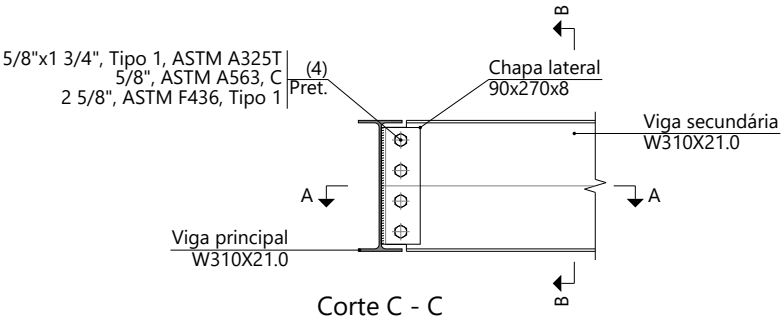
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	4	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	8	5/8", ASTM F436

2.2.4.2. Tipo 63

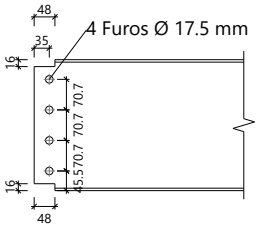
a) Detalhe



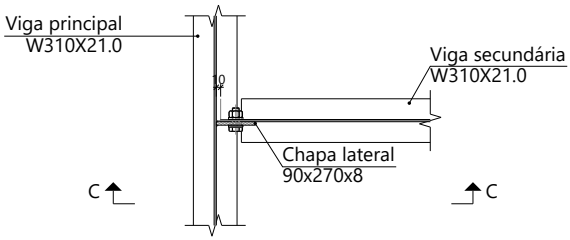
Corte B - B



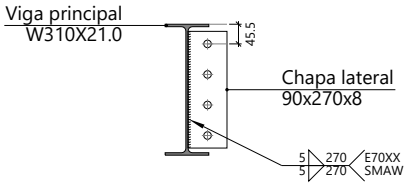
Corte C - C



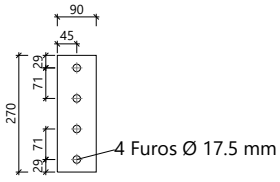
Detalhe do extremo da viga secundária W310X21.0



Corte A - A

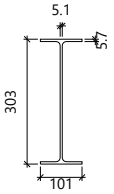


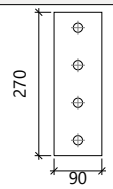
Detalhe da solda da chapa lateral.

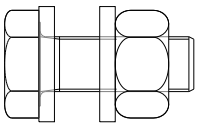


Chapa lateral da viga W310X21.0 (e = 8 mm)

b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga secundária W310X21.0		90	270	8	4	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Viga principal

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punção	kN	2.49	98.71	2.52
	Flexão por força perpendicular	kN	2.49	275.53	0.90

2) Viga secundária W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.05
	Tensões combinadas	--	--	--	13.71
	Flambagem local	N/mm²	-21.63	280.66	7.71
	Esmagamento	kN	14.52	73.22	19.83
	Rasgamento	kN	46.33	266.87	17.36
Alma	Esmagamento	kN	14.64	47.79	30.63
	Rasgamento	kN	46.33	170.98	27.10
	Flambagem local	N/mm²	-45.22	229.80	19.68

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Detalhe da solda da chapa lateral.	De ângulo	SMAW	5	40	270	3	5	5

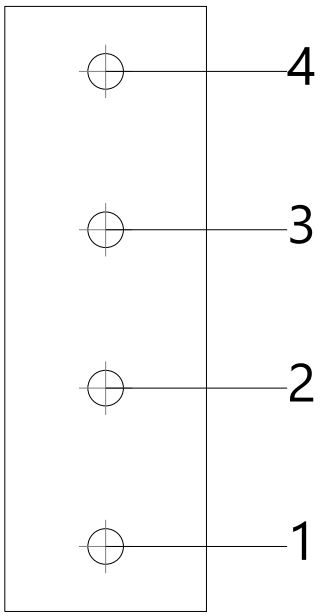
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Detalhe da solda da chapa lateral.	5	5	270	E70XX (485.0)	345.0	34.7	215.6	16.10	24.5	188.2	13.04	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



Disposições constructivas

Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	14.727	27.752	53.06	Espiga	62.373	89.104	70.00	53.06	70.00
	Esmagamento	14.516	73.221	19.83	Punção	0.000	93.174	0.00		
2	Deslizamento	11.927	27.752	42.98	Espiga	62.373	89.104	70.00	42.98	70.00
	Esmagamento	11.927	101.600	11.74	Punção	0.000	93.174	0.00		
3	Deslizamento	11.976	27.752	43.15	Espiga	62.373	89.104	70.00	43.15	70.00
	Esmagamento	11.976	101.600	11.79	Punção	0.000	93.174	0.00		
4	Deslizamento	14.636	27.752	52.74	Espiga	62.373	89.104	70.00	52.74	70.00
	Esmagamento	14.636	101.600	14.41	Punção	0.000	93.174	0.00		

d) Quantit.

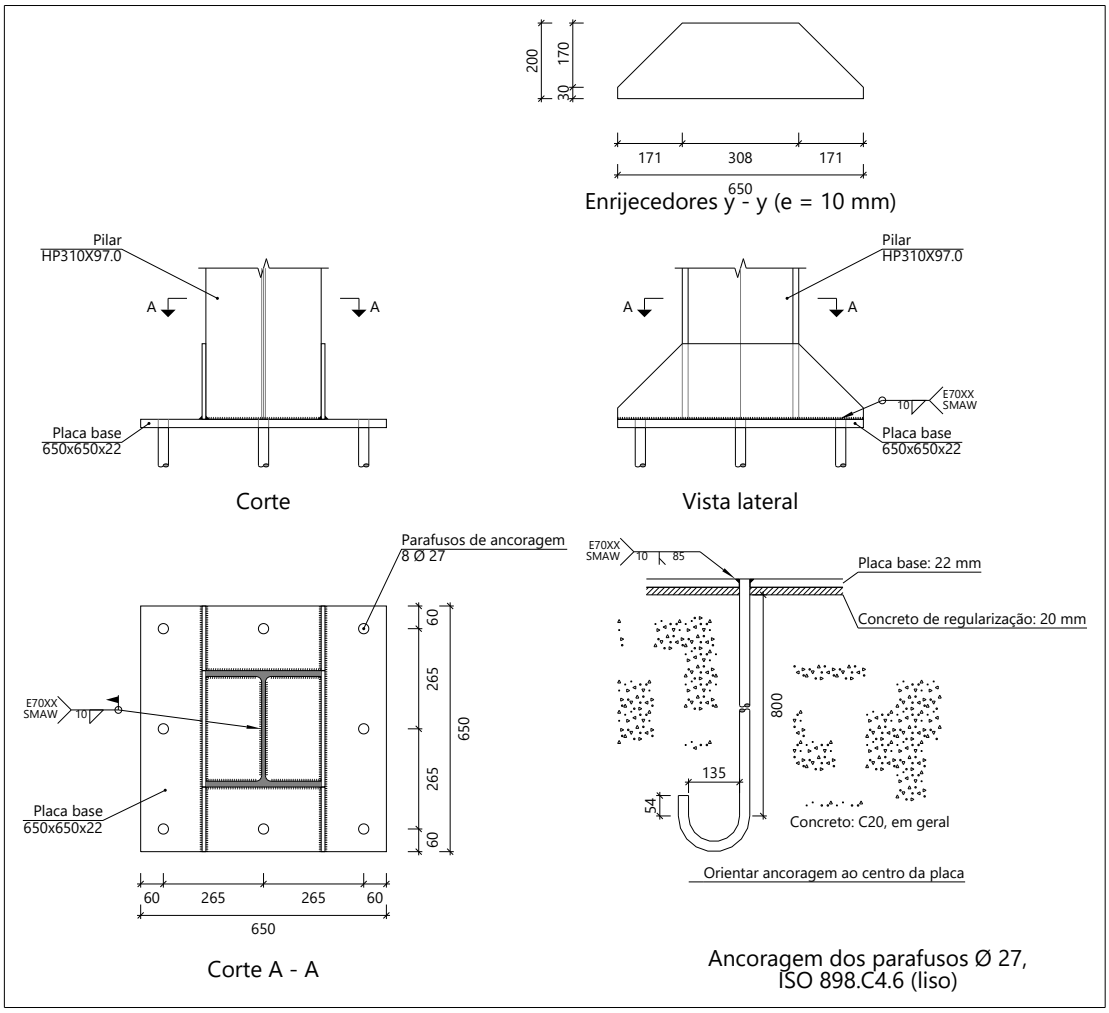
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	5	540

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Chapas	1	90x270x8	1.53
			Total	1.53

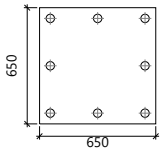
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	4	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	8	5/8", ASTM F436

2.2.4.3. Tipo 74

a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Elementos complementares											
Peça	Geometria				Furos				Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro externo (mm)	Diâmetro interno (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		650	650	22	8	47	29	10	A-36 250Mpa	250.0	400.0
Enrijecedor		650	200	10	-	-	-	-	A-36 250Mpa	250.0	400.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Soldadura perimetral à placa	De ângulo	SMAW	10	40	1635	5	10	10

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Soldadura perimetral à placa	10	10	1635	E70XX (485.0)	250.0	Não precisa ser considerado.								

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Placa de ancoragem

Referência:		
Verificação	Valores	Estado
Distância mínima entre chumbadores: *3 diâmetros*	Mínimo: 81 mm Calculado: 265 mm	Passa
Distância mínima chumbador-borda: *2 diâmetros*	Mínimo: 54 mm Calculado: 60 mm	Passa
Esbeltez dos enrijecedores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.6	Passa
Comprimento mínimo do parafuso: *Calcula-se o comprimento de ancoragem necessário por aderência.*	Mínimo: 34 cm Calculado: 80 cm	Passa
Ancoragem chumbador no concreto: - Tração: - Cortante: - Tração + Cortante:	 Máximo: 95.15 kN Calculado: 62.18 kN Máximo: 66.6 kN Calculado: 19.7 kN Máximo: 95.15 kN Calculado: 90.33 kN	 Passa Passa Passa
Tração chumbadores:	Máximo: 123.77 kN Calculado: 66.77 kN	Passa
Tensão de Von Mises nos chumbadores:	Máximo: 216 MPa Calculado: 136.326 MPa	Passa
Esmagamento chumbador na placa: *Limite de esforço de corte em um chumbador atuando contra a placa*	Máximo: 334.13 kN Calculado: 21.11 kN	Passa
Tensão de Von Mises em seções globais: - Direita: - Esquerda: - Acima: - Abaixo:	Máximo: 250 MPa Calculado: 90.6381 MPa Calculado: 107.555 MPa Calculado: 156.139 MPa Calculado: 154.296 MPa	 Passa Passa Passa Passa
Flecha global equivalente: *Limite da deformabilidade dos balanços* - Direita: - Esquerda: - Acima: - Abaixo:	 Mínimo: 250 Calculado: 2358.96 Calculado: 649.576 Calculado: 6601.65 Calculado: 6672.77	 Passa Passa Passa Passa
Tensão de Von Mises local: *Tensão por tração de chumbadores sobre placas em balanço*	Máximo: 250 MPa Calculado: 120.96 MPa	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Informação adicional:		
- Relação ruptura desfavorável seção de concreto: 0.139 - Ponto de tensão local máxima: (-0.1525, -0.325)		

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna			Chanfro (mm)	Garganta efetiva		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)		ψ (graus)	$t_{w,min}$ (mm)	t_w (mm)
Enrijecedor y-y (x = -158): Soldadura à placa base	De ângulo	SMAW	10	40	650	5	10	10	--	--	--	--
Enrijecedor y-y (x = 158): Soldadura à placa base	De ângulo	SMAW	10	40	650	5	10	10	--	--	--	--
Soldadura dos pernos à placa base	Com penetração parcial	SMAW	22	40	85	--	--	--	10	90.00	8	7

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.
y: ângulo em ligações de ângulo (AWS D1.1/D1.1M, 2.3.3.7)
$t_{w,min}$: Espessura mínima de garganta efetiva de soldas.
t_w: Garganta efetiva
--: A verificação não é necessária.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Enrijecedor y-y (x = -158): Soldadura à placa base	10	10	650	E70XX (485.0)	250.0	Não precisa ser considerado.								
Enrijecedor y-y (x = 158): Soldadura à placa base	10	10	650	E70XX (485.0)	250.0	Não precisa ser considerado.								
Soldadura dos pernos à placa base	10	22	85	E70XX (485.0)	240.0	193.4	215.6	89.70	78.7	130.9	60.13	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

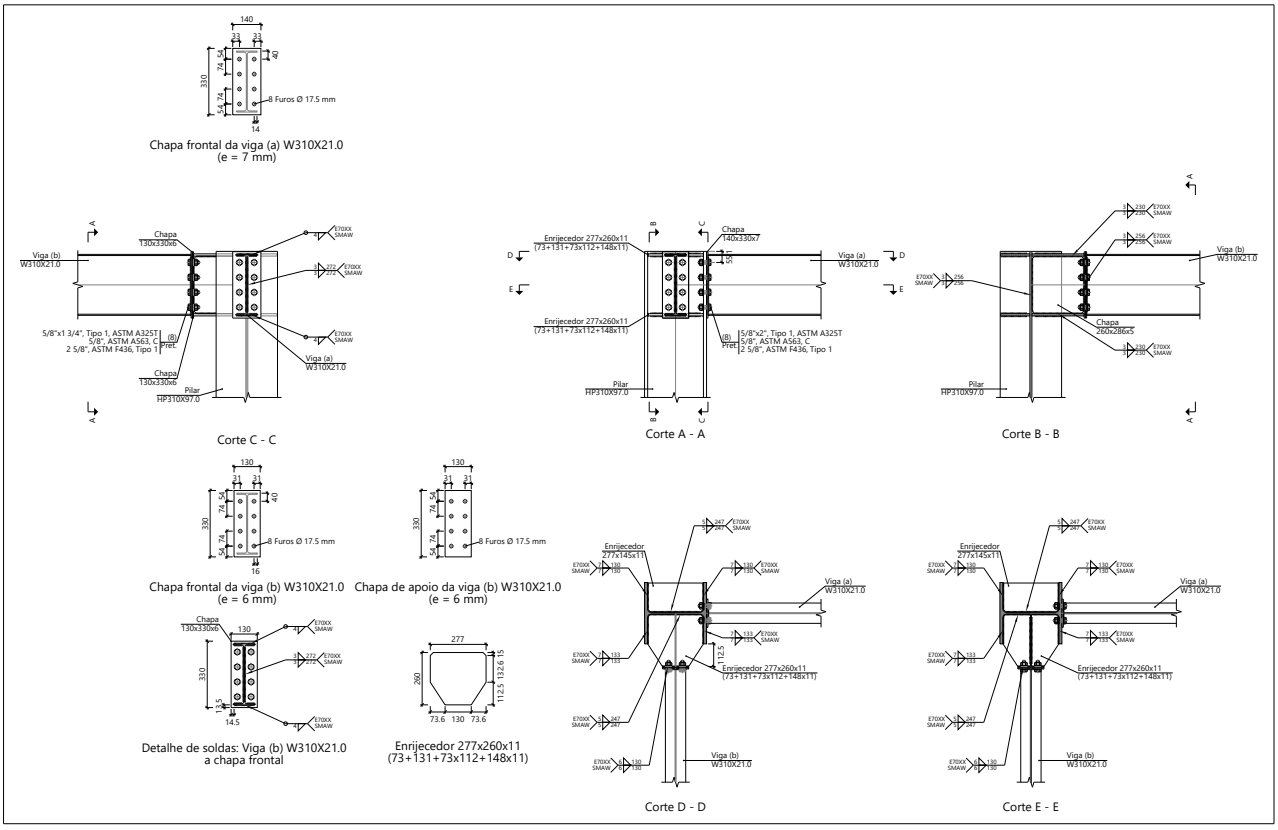
d) Quantit.

Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	10	2538
		De topo em bisel simples com região não chanfrada ampla	10	679
	No local de montagem	De filete	10	1635

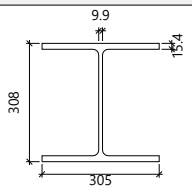
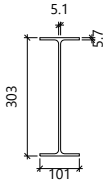
Placas de base				
Material	Elementos	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-36 250Mpa	Placa base	1	650x650x22	72.97
	Enrijecedores passantes	2	650/308x200/30x10	15.85
			Total	88.81
ISO 898.C4.6 (liso)	Parafusos de ancoragem	8	Ø 27 - L = 869 + 308	42.34
			Total	42.34

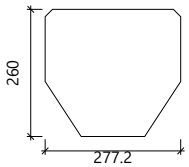
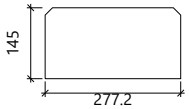
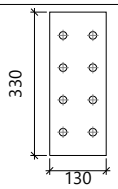
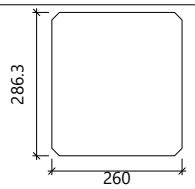
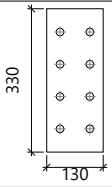
2.2.4.4. Tipo 75

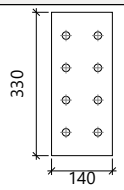
a) Detalhe

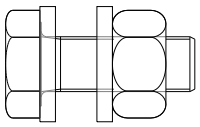
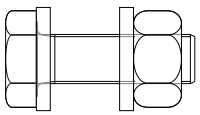


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0
5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	50.8	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

Verificações de resistência						
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	3.31	574.36	0.58
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	10.00	313.64	3.19
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	16.67	313.64	5.32
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	15.51	313.64	4.95
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	9.95	313.64	3.17
	Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	9.12	216.41	4.21
	Aba	Rasgamento	N/mm²	2.23	313.64	0.71
		Cortante	N/mm²	4.39	313.64	1.40
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	7.67	178.21	4.30
		Tração	kN	1.67	279.16	0.60
	Alma	Tração	kN	6.96	212.43	3.27
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	2.26	174.23	1.30
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	7.73	28.94	26.71
	Chapa vertical	Tração	kN	7.73	116.46	6.64

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	85.9	215.6	39.83	60.7	188.2	32.26	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	86.0	215.6	39.90	60.8	188.2	32.31	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	6.96	36.51	19.06
Aba	Compressão	kN	8.85	111.10	7.97
	Tração	kN	1.92	90.28	2.13
Alma	Tração	kN	6.96	118.79	5.86

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

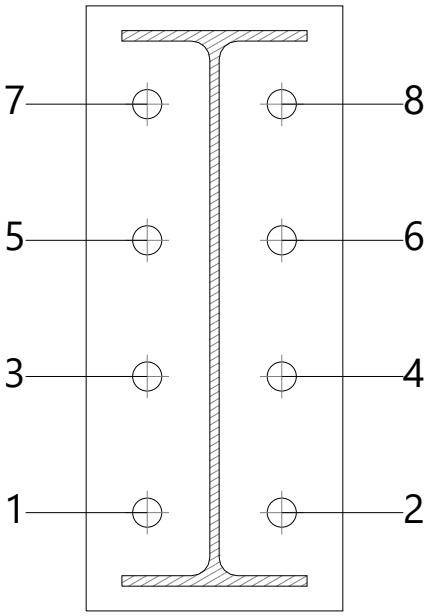
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	60.7	215.6	28.15	42.9	188.2	22.80	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	26.6	215.6	12.34	18.8	188.2	9.99	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	62.5	215.6	29.01	44.2	188.2	23.50	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



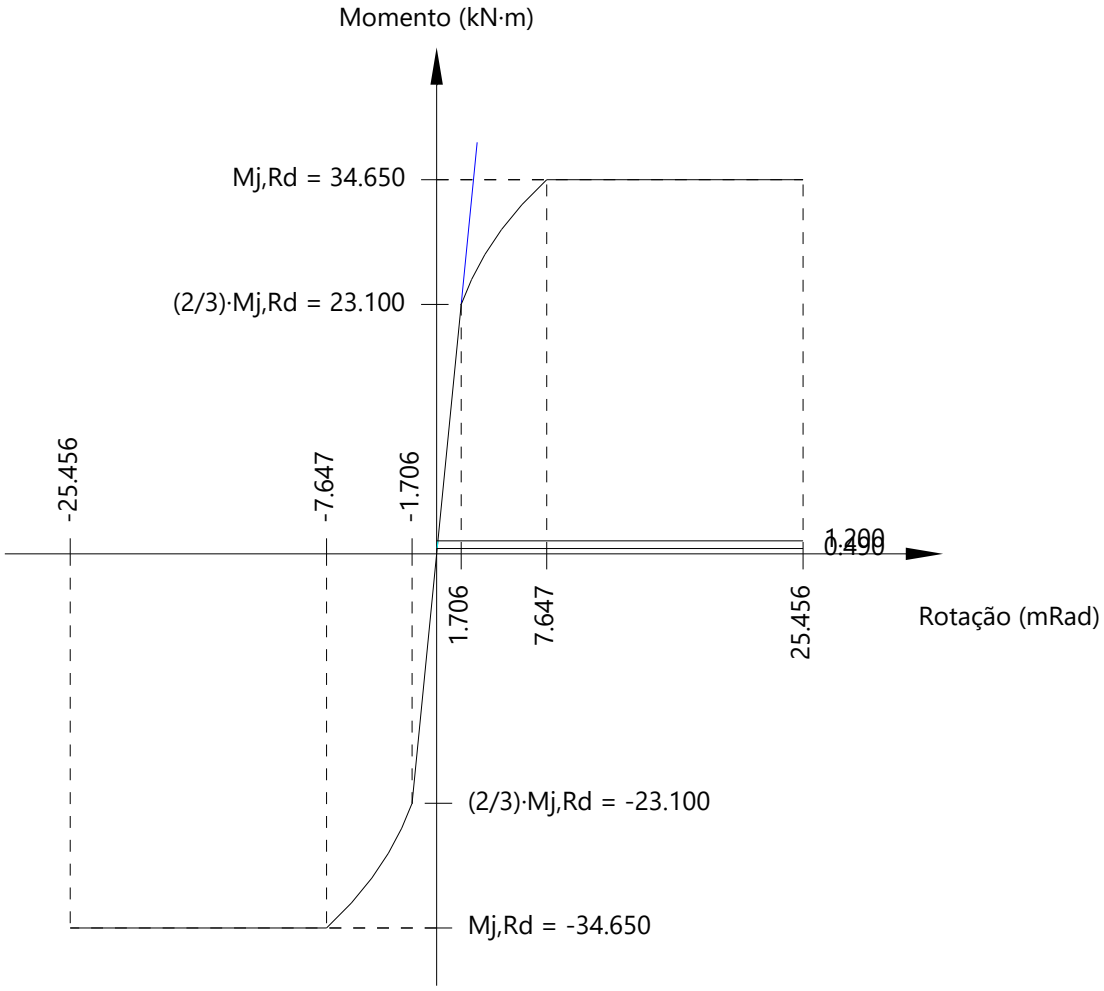
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.166	27.752	0.60	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.60	70.00
	Esmagamento	0.166	88.900	0.19	Punção	0.000	127.886	0.00		
2	Deslizamento	0.166	27.752	0.60	Espiga	62.506	89.104	70.15	0.60	70.15
	Esmagamento	0.166	88.127	0.19	Punção	2.767	127.886	2.16		
3	Deslizamento	0.166	27.752	0.60	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.60	70.00
	Esmagamento	0.166	88.900	0.19	Punção	0.000	127.886	0.00		
4	Deslizamento	0.166	27.752	0.60	Espiga	62.523	89.104	70.17	0.60	70.17
	Esmagamento	0.166	88.127	0.19	Punção	3.123	127.886	2.44		
5	Deslizamento	0.166	27.752	0.60	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.60	70.00
	Esmagamento	0.166	88.900	0.19	Punção	0.000	127.886	0.00		
6	Deslizamento	0.166	27.752	0.60	Espiga	62.540	89.104	70.19	0.60	70.19
	Esmagamento	0.166	88.127	0.19	Punção	3.478	127.886	2.72		
7	Deslizamento	0.166	27.752	0.60	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.60	70.00
	Esmagamento	0.166	88.900	0.19	Punção	0.000	127.886	0.00		
8	Deslizamento	0.166	27.752	0.60	Espiga	62.557	89.104	70.21	0.60	70.21
	Esmagamento	0.166	88.127	0.19	Punção	3.834	127.886	3.00		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	1.20	34.65	3.47
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	7.73	29.05	26.61
Aba	Compressão	kN	11.05	117.34	9.42
	Tração	kN	2.15	90.28	2.38
Alma	Tração	kN	7.73	118.79	6.51

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

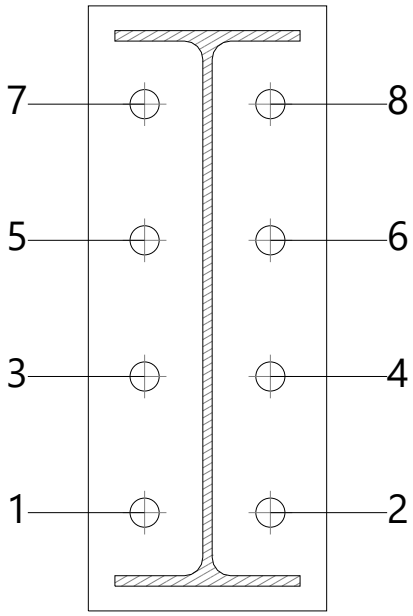
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	65.7	215.6	30.49	46.5	188.2	24.69	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	28.7	215.6	13.30	20.3	188.2	10.77	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	68.3	215.6	31.66	48.3	188.2	25.65	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



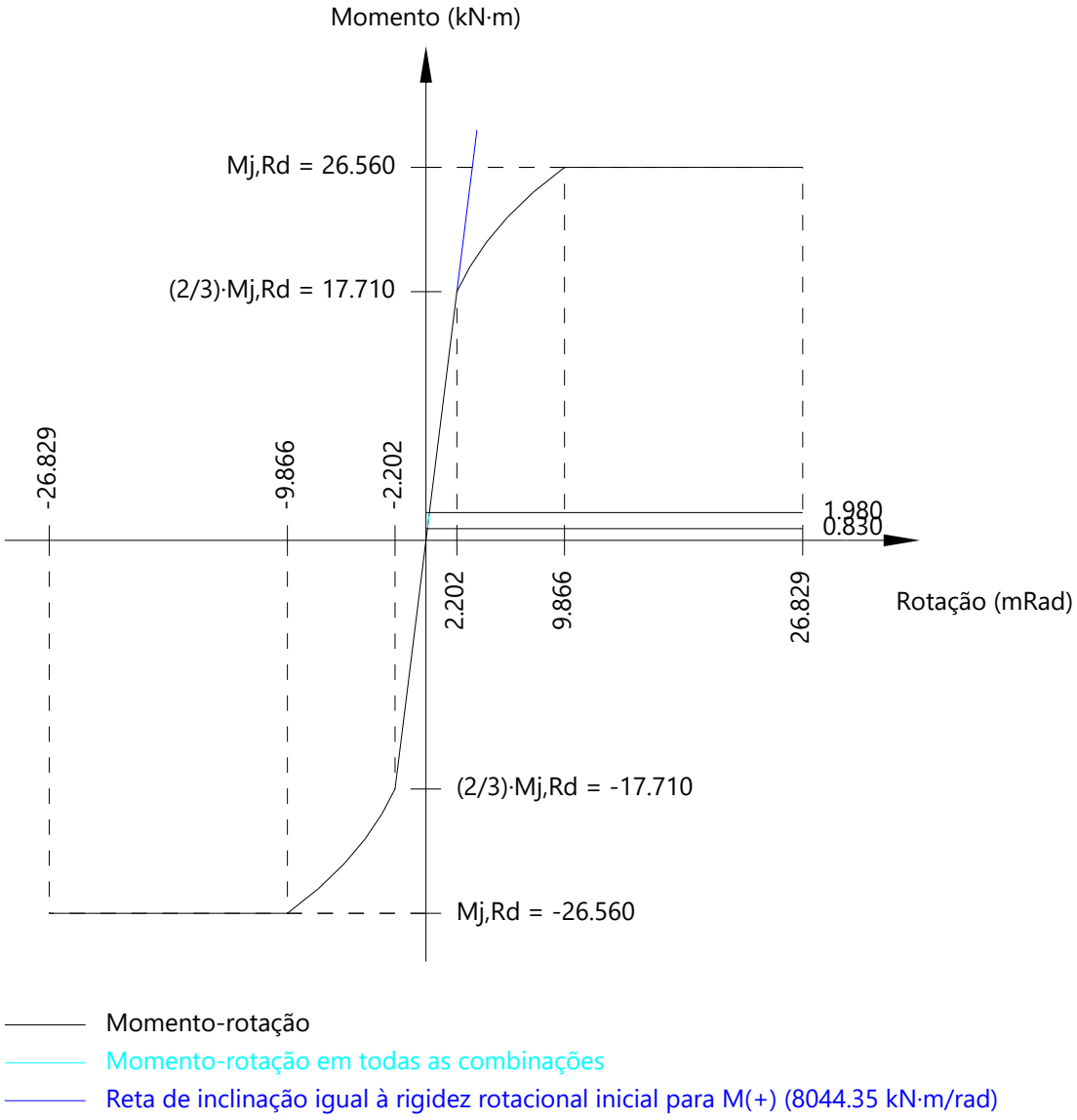
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.168	27.752	0.61	Espiga	62.482	89.104	70.12	0.61	70.12
	Esmagamento	0.168	72.422	0.23	Punção	2.665	109.616	2.43		
2	Deslizamento	0.173	27.752	0.62	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.62	70.00
	Esmagamento	0.173	76.200	0.23	Punção	0.000	109.616	0.00		
3	Deslizamento	0.170	27.752	0.61	Espiga	62.507	89.104	70.15	0.61	70.15
	Esmagamento	0.170	71.768	0.24	Punção	3.265	109.616	2.98		
4	Deslizamento	0.175	27.752	0.63	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.63	70.00
	Esmagamento	0.175	76.200	0.23	Punção	0.000	109.616	0.00		
5	Deslizamento	0.172	27.752	0.62	Espiga	62.531	89.104	70.18	0.62	70.18
	Esmagamento	0.172	71.100	0.24	Punção	3.865	109.616	3.53		
6	Deslizamento	0.177	27.752	0.64	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.64	70.00
	Esmagamento	0.177	76.200	0.23	Punção	0.000	109.616	0.00		
7	Deslizamento	0.174	27.752	0.63	Espiga	62.556	89.104	70.21	0.63	70.21
	Esmagamento	0.174	70.425	0.25	Punção	4.465	109.616	4.07		
8	Deslizamento	0.179	27.752	0.64	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.64	70.00
	Esmagamento	0.179	76.200	0.23	Punção	0.000	109.616	0.00		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	1.98	26.56	7.44
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

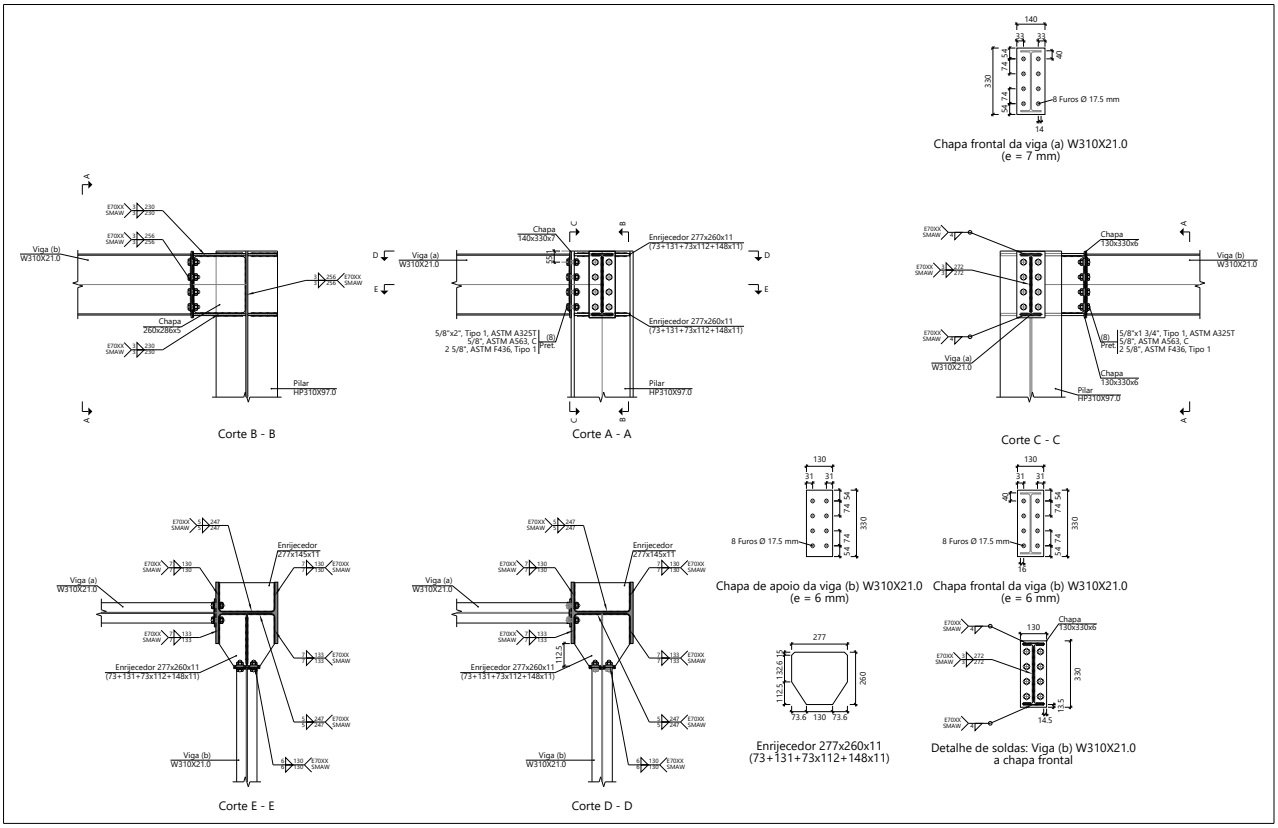
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	753
			5	1978
			6	520
			7	2100

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
		2	277x145x11	6.94
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
		1	140x330x7	2.54
			Total	27.46

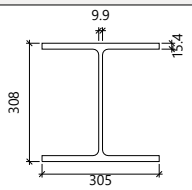
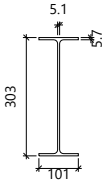
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
		8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

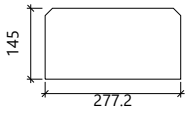
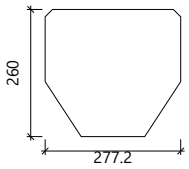
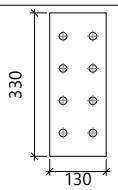
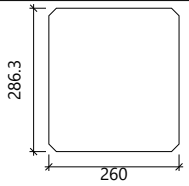
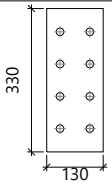
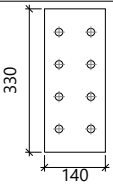
2.2.4.5. Tipo 76

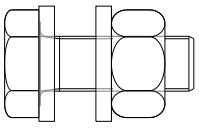
a) Detalhe

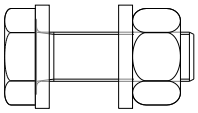


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	50.8	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

Verificações de resistência						
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	3.14	574.36	0.55
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	26.09	313.64	8.32
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	19.55	313.64	6.23
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	19.49	313.64	6.21
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	26.23	313.64	8.36
	Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	13.40	216.41	6.19
	Aba	Rasgamento	N/mm²	2.13	313.64	0.68
		Cortante	N/mm²	4.17	313.64	1.33
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	12.85	178.21	7.21
		Tração	kN	2.80	279.16	1.00
	Alma	Tração	kN	12.02	212.43	5.66
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	3.33	174.23	1.91
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	12.42	28.94	42.92
	Chapa vertical	Tração	kN	12.42	116.46	10.67

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	85.9	215.6	39.83	60.7	188.2	32.26	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	86.0	215.6	39.89	60.8	188.2	32.31	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	12.02	36.51	32.93
Aba	Compressão	kN	14.55	105.38	13.80
	Tração	kN	3.22	90.28	3.56
Alma	Tração	kN	12.02	118.79	10.12

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

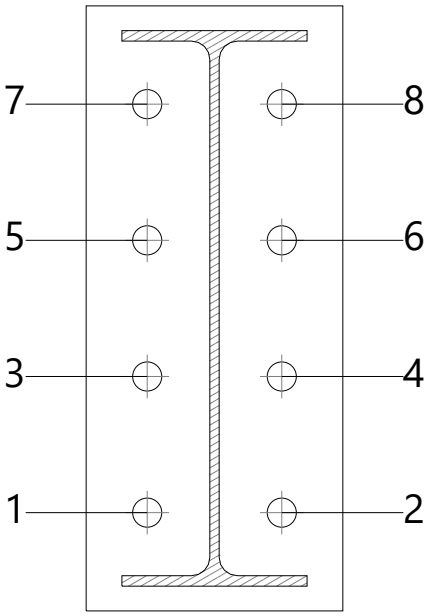
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	102.2	215.6	47.41	72.3	188.2	38.40	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	40.9	215.6	18.99	28.9	188.2	15.38	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	105.9	215.6	49.14	74.9	188.2	39.80	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



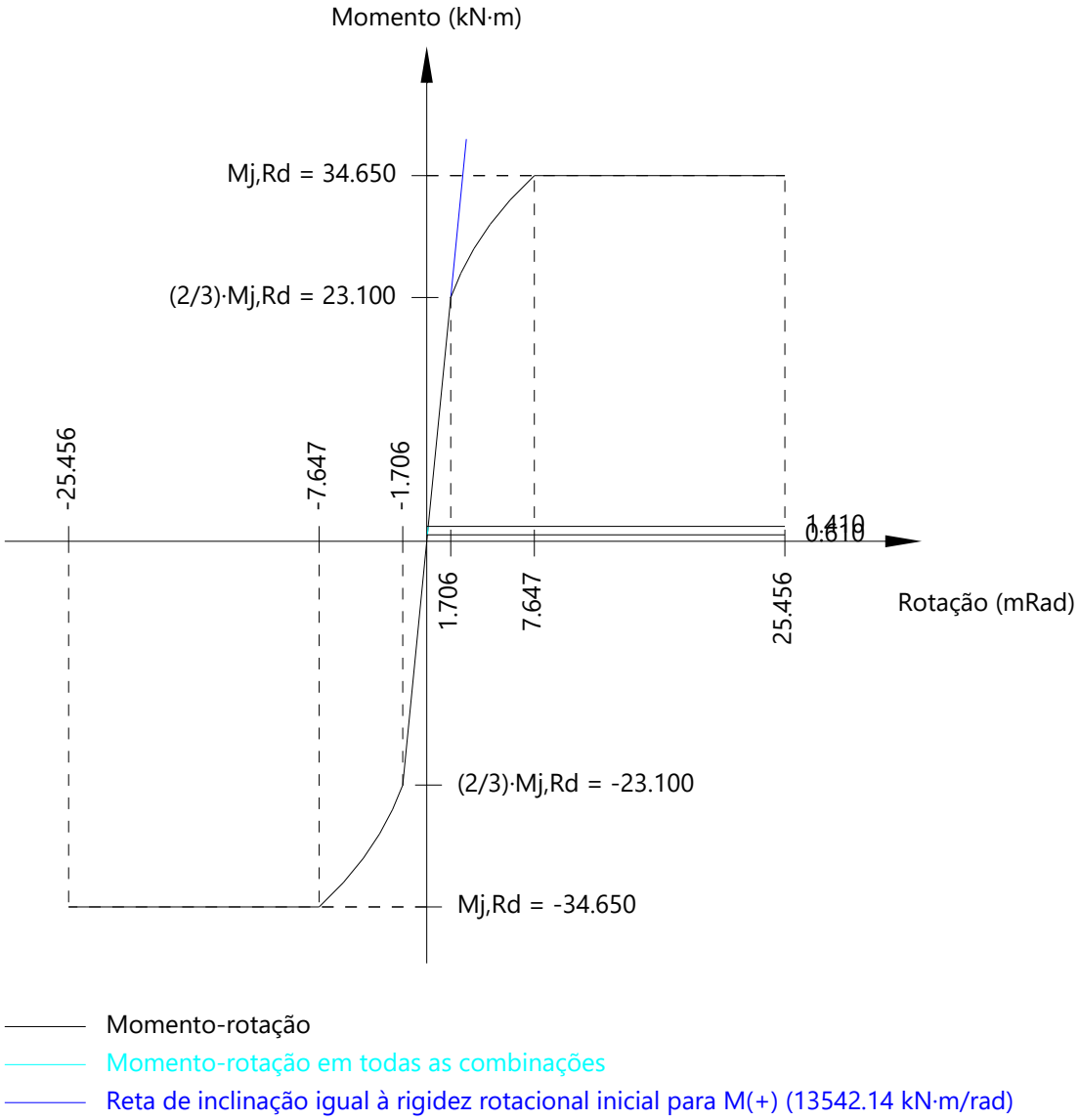
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.174	27.752	0.63	Espiga	62.622	89.104	70.28	0.63	70.28
	Esmagamento	0.174	79.744	0.22	Punção	5.182	127.886	4.05		
2	Deslizamento	0.178	27.752	0.64	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.64	70.00
	Esmagamento	0.178	88.900	0.20	Punção	0.000	127.886	0.00		
3	Deslizamento	0.177	27.752	0.64	Espiga	62.642	89.104	70.30	0.64	70.30
	Esmagamento	0.177	79.201	0.22	Punção	5.596	127.886	4.38		
4	Deslizamento	0.182	27.752	0.65	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.65	70.00
	Esmagamento	0.182	88.900	0.20	Punção	0.000	127.886	0.00		
5	Deslizamento	0.181	27.752	0.65	Espiga	62.662	89.104	70.32	0.65	70.32
	Esmagamento	0.181	78.685	0.23	Punção	6.011	127.886	4.70		
6	Deslizamento	0.185	27.752	0.67	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.67	70.00
	Esmagamento	0.185	88.900	0.21	Punção	0.000	127.886	0.00		
7	Deslizamento	0.185	27.752	0.67	Espiga	62.682	89.104	70.35	0.67	70.35
	Esmagamento	0.185	78.194	0.24	Punção	6.425	127.886	5.02		
8	Deslizamento	0.189	27.752	0.68	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.68	70.00
	Esmagamento	0.189	88.900	0.21	Punção	0.000	127.886	0.00		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	1.41	34.65	4.08
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	12.42	29.05	42.76
Aba	Compressão	kN	14.77	102.42	14.43
	Tração	kN	3.16	90.28	3.50
Alma	Tração	kN	12.42	118.79	10.46

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

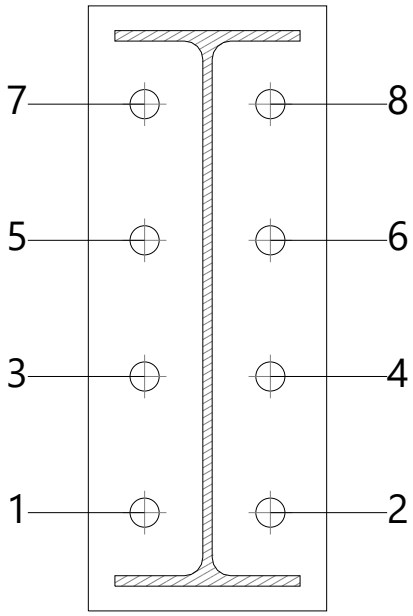
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	101.7	215.6	47.18	71.9	188.2	38.21	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	42.1	215.6	19.54	29.8	188.2	15.83	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	104.8	215.6	48.60	74.1	188.2	39.37	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



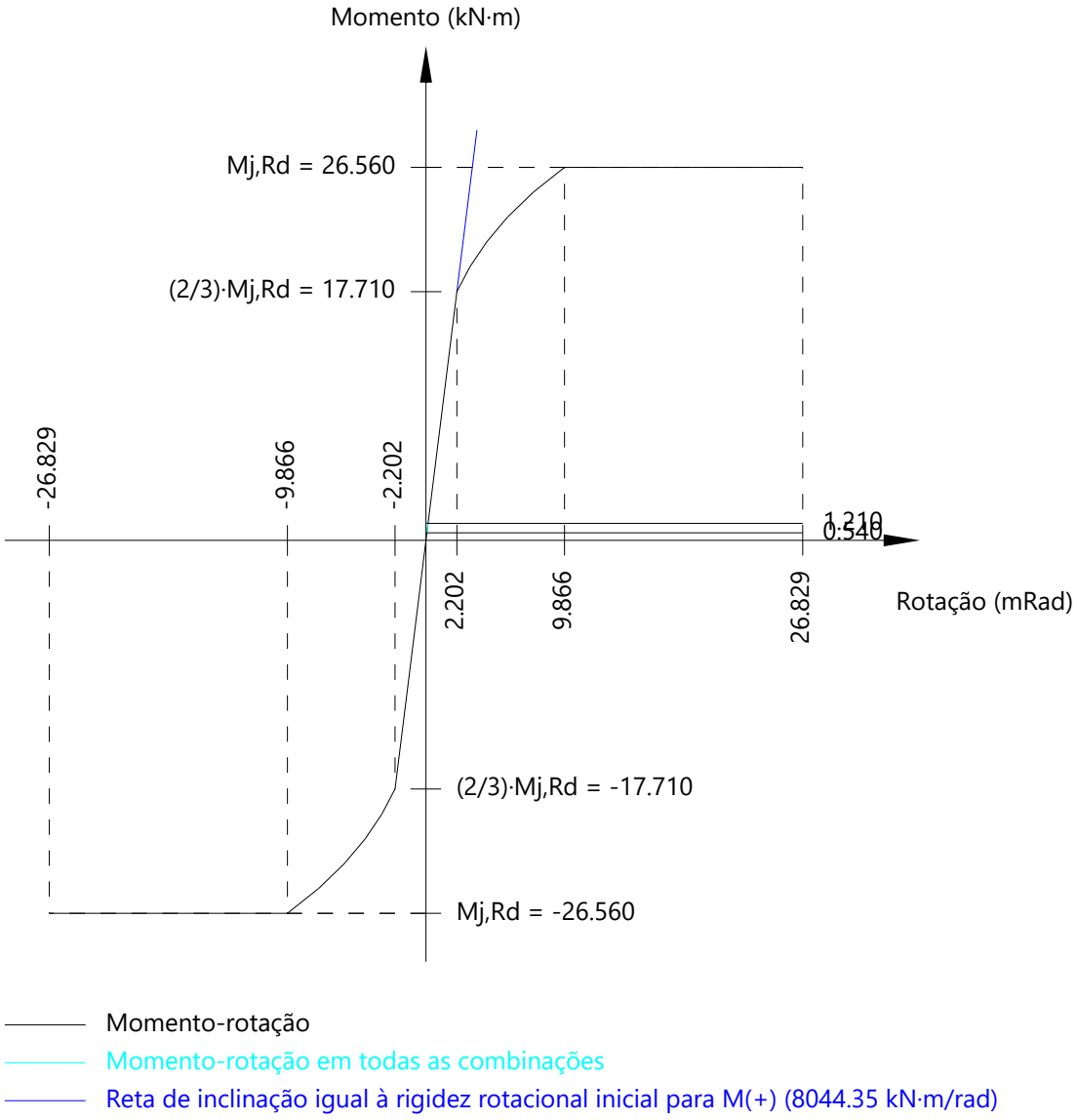
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.145	27.752	0.52	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.52	70.00
	Esmagamento	0.145	76.200	0.19	Punção	0.000	109.616	0.00		
2	Deslizamento	0.141	27.752	0.51	Espiga	62.597	89.104	70.25	0.51	70.25
	Esmagamento	0.141	64.998	0.22	Punção	5.471	109.616	4.99		
3	Deslizamento	0.148	27.752	0.53	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.53	70.00
	Esmagamento	0.148	76.200	0.19	Punção	0.000	109.616	0.00		
4	Deslizamento	0.144	27.752	0.52	Espiga	62.612	89.104	70.27	0.52	70.27
	Esmagamento	0.144	64.278	0.22	Punção	5.841	109.616	5.33		
5	Deslizamento	0.152	27.752	0.55	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.55	70.00
	Esmagamento	0.152	76.200	0.20	Punção	0.000	109.616	0.00		
6	Deslizamento	0.148	27.752	0.53	Espiga	62.627	89.104	70.29	0.53	70.29
	Esmagamento	0.148	63.600	0.23	Punção	6.211	109.616	5.67		
7	Deslizamento	0.155	27.752	0.56	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.56	70.00
	Esmagamento	0.155	76.200	0.20	Punção	0.000	109.616	0.00		
8	Deslizamento	0.151	27.752	0.54	Espiga	62.642	89.104	70.30	0.54	70.30
	Esmagamento	0.151	62.965	0.24	Punção	6.581	109.616	6.00		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	1.21	26.56	4.56
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

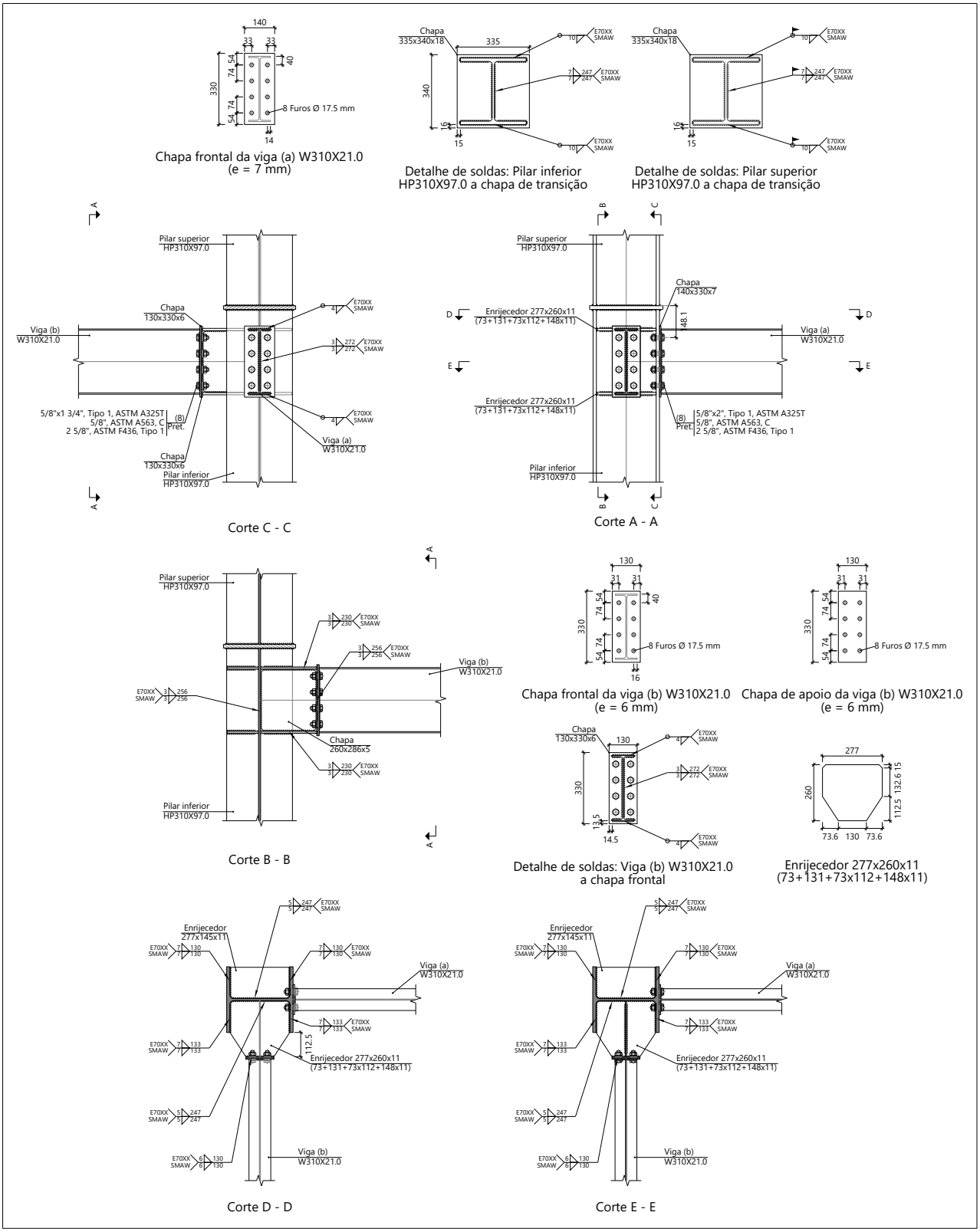
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	753
			5	1978
			6	520
			7	2100

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x145x11	6.94
		2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
		1	140x330x7	2.54
			Total	27.46

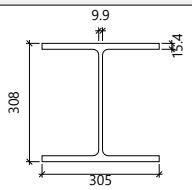
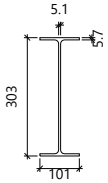
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
		8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

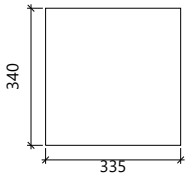
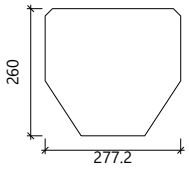
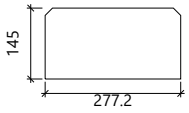
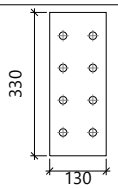
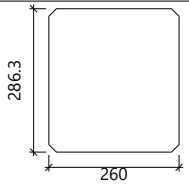
2.2.4.6. Tipo 80

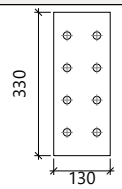
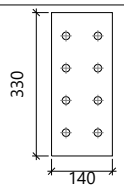
a) Detalhe

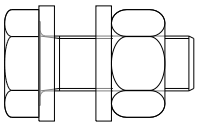
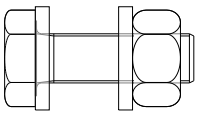


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de transição		335	340	18	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0
5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	50.8	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Chapa de transição

Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
Deformação admissível	mRad	--	2	0.00

2) Pilar superior HP310X97.0

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	21.4	215.6	9.93	15.1	188.2	8.04	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	31.9	215.6	14.78	22.5	188.2	11.97	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	20.2	215.6	9.36	14.3	188.2	7.58	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

3) Pilar inferior HP310X97.0

	Verificações de resistência					
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	25.39	574.36	4.42
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	36.11	313.64	11.51
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	41.93	313.64	13.37
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	23.22	313.64	7.40
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	9.84	313.64	3.14
	Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	59.79	216.41	27.63
	Aba	Rasgamento	N/mm²	21.71	313.64	6.92
		Cortante	N/mm²	18.76	313.64	5.98
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	20.25	178.21	11.36
		Tração	kN	4.42	279.16	1.58
	Alma	Tração	kN	13.54	212.43	6.37
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	7.81	174.23	4.48
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	20.23	28.94	69.91
	Chapa vertical	Tração	kN	20.23	116.46	17.37

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	21.4	215.6	9.93	15.1	188.2	8.04	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	31.9	215.6	14.78	22.5	188.2	11.97	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	20.2	215.6	9.36	14.3	188.2	7.58	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	36.4	215.6	16.88	25.7	188.2	13.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	41.2	215.6	19.10	29.1	188.2	15.47	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	85.8	215.6	39.83	60.7	188.2	32.26	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	61.3	215.6	28.43	43.3	188.2	23.02	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

4) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	13.54	36.51	37.08
Aba	Compressão	kN	24.79	180.43	13.74
	Tração	kN	5.07	90.28	5.62
Alma	Tração	kN	13.54	118.79	11.40

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

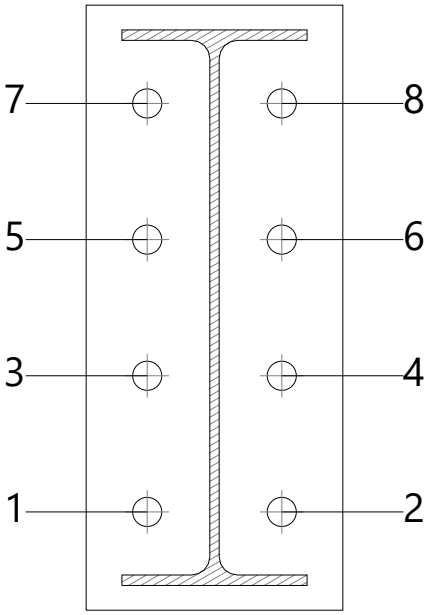
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	65.1	215.6	30.20	46.0	188.2	24.46	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	48.9	215.6	22.66	34.5	188.2	18.36	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	65.6	215.6	30.44	46.4	188.2	24.66	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



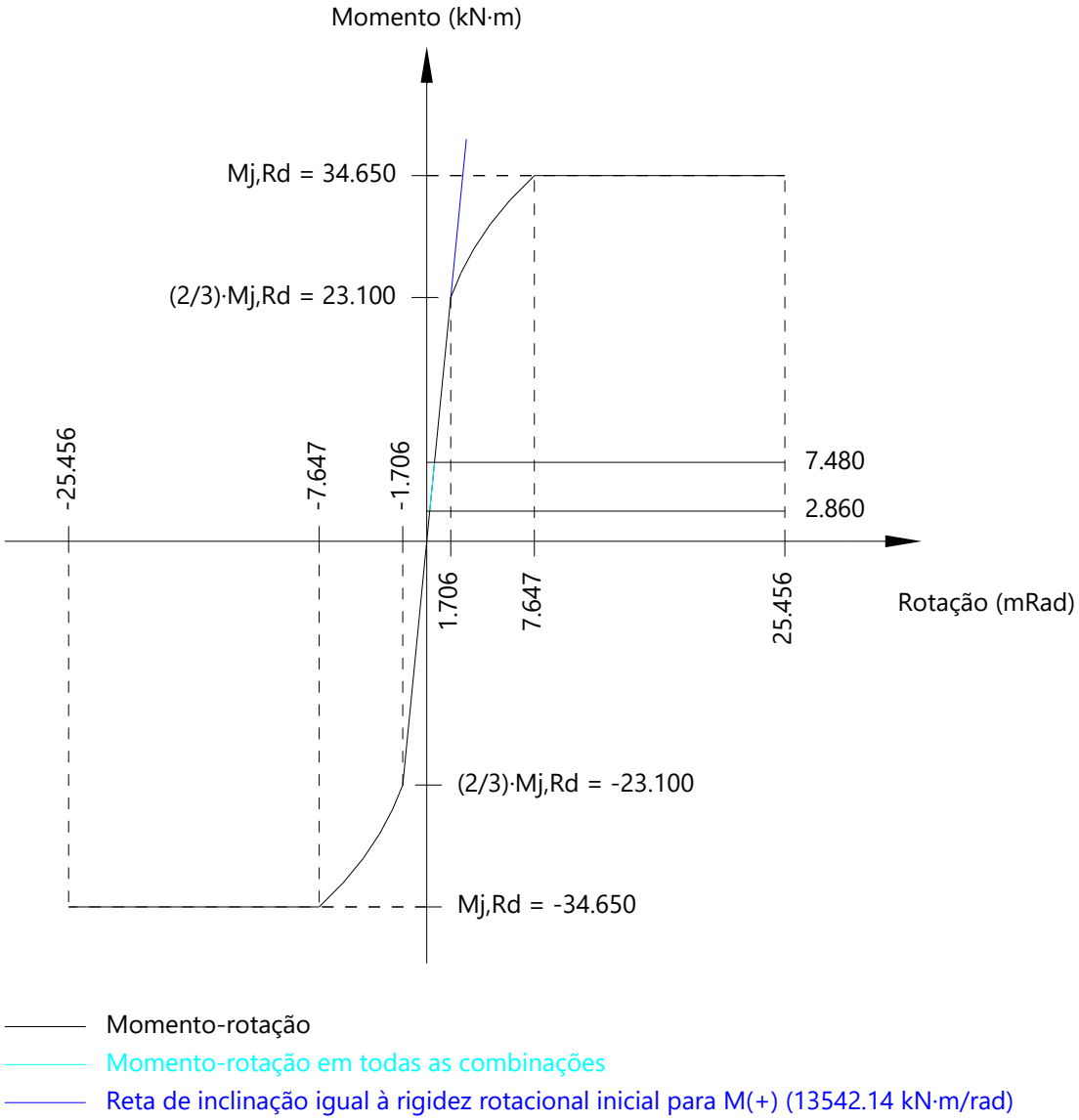
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	0.000	127.886	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.375	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	0.055	127.886	0.04		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.448	89.104	70.08	20.27	70.08
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	1.564	127.886	1.22		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.537	89.104	70.18	20.27	70.18
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	3.412	127.886	2.67		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.609	89.104	70.27	20.27	70.27
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	4.921	127.886	3.85		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.698	89.104	70.37	20.27	70.37
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	6.769	127.886	5.29		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.771	89.104	70.45	20.27	70.45
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	8.278	127.886	6.47		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.860	89.104	70.55	20.27	70.55
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	10.126	127.886	7.92		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	7.48	34.65	21.59
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

5) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	20.23	29.05	69.65
Aba	Compressão	kN	39.37	180.44	21.82
	Tração	kN	7.43	90.28	8.23
Alma	Tração	kN	20.23	118.79	17.03

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

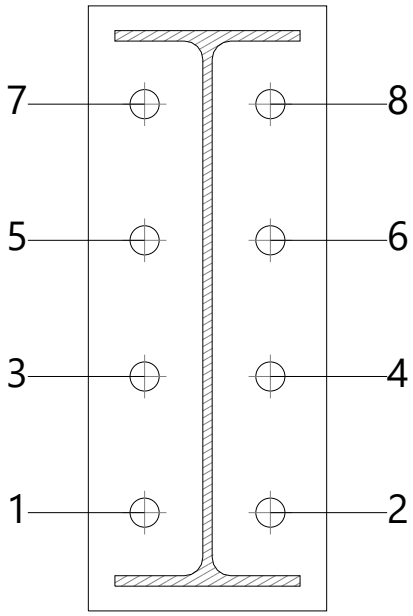
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	88.1	215.6	40.87	62.3	188.2	33.10	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	73.3	215.6	34.00	51.8	188.2	27.54	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	86.4	215.6	40.06	61.1	188.2	32.45	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



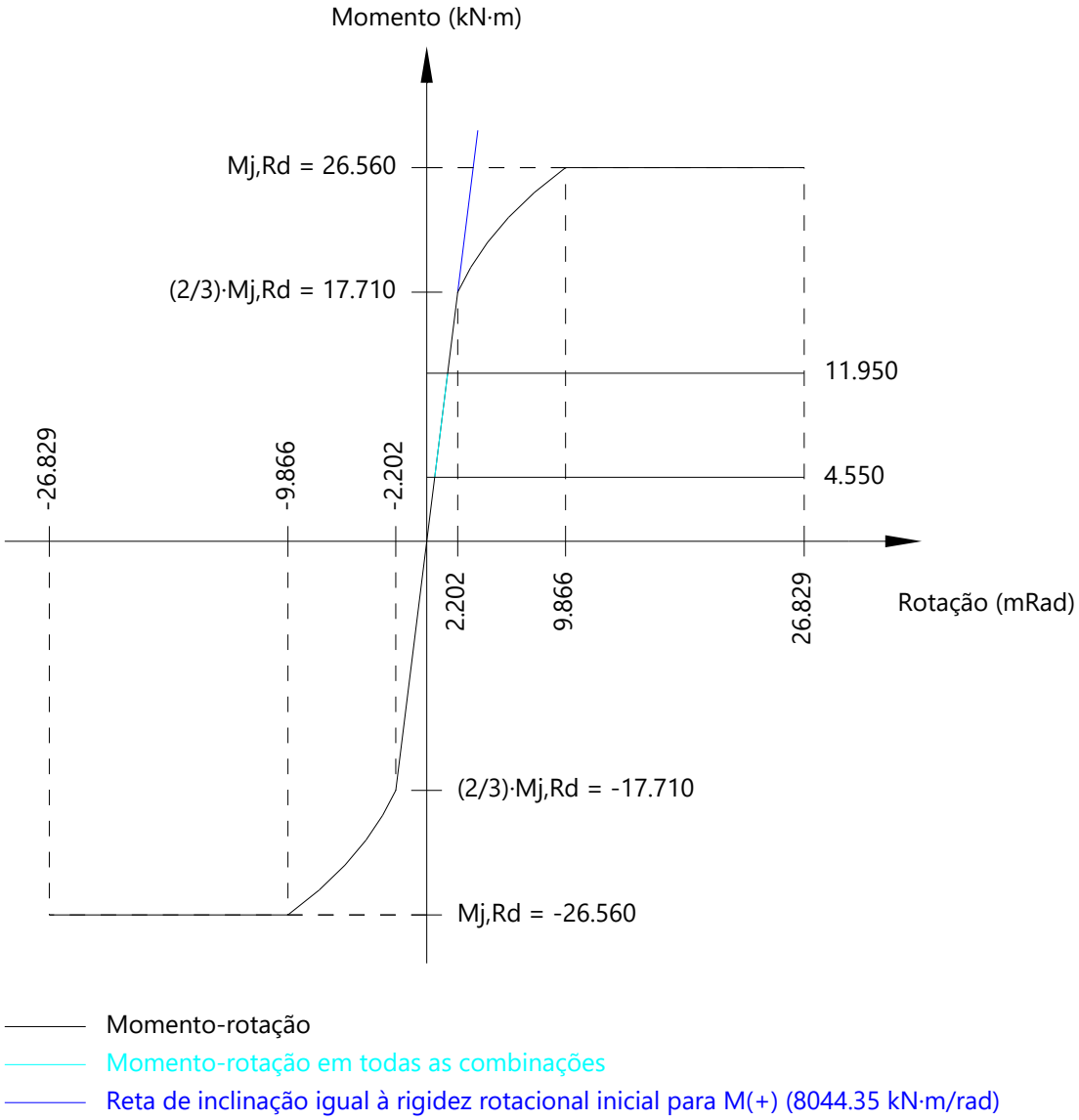
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.000	109.616	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.000	109.616	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.568	89.104	70.22	20.27	70.22
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	4.774	109.616	4.36		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.500	89.104	70.14	20.27	70.14
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	3.112	109.616	2.84		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.787	89.104	70.47	20.27	70.47
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	10.117	109.616	9.23		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.719	89.104	70.39	20.27	70.39
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	8.455	109.616	7.71		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.006	89.104	70.71	20.27	70.71
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	15.460	109.616	14.10		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.938	89.104	70.63	20.27	70.63
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	13.798	109.616	12.59		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	11.95	26.56	44.98
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

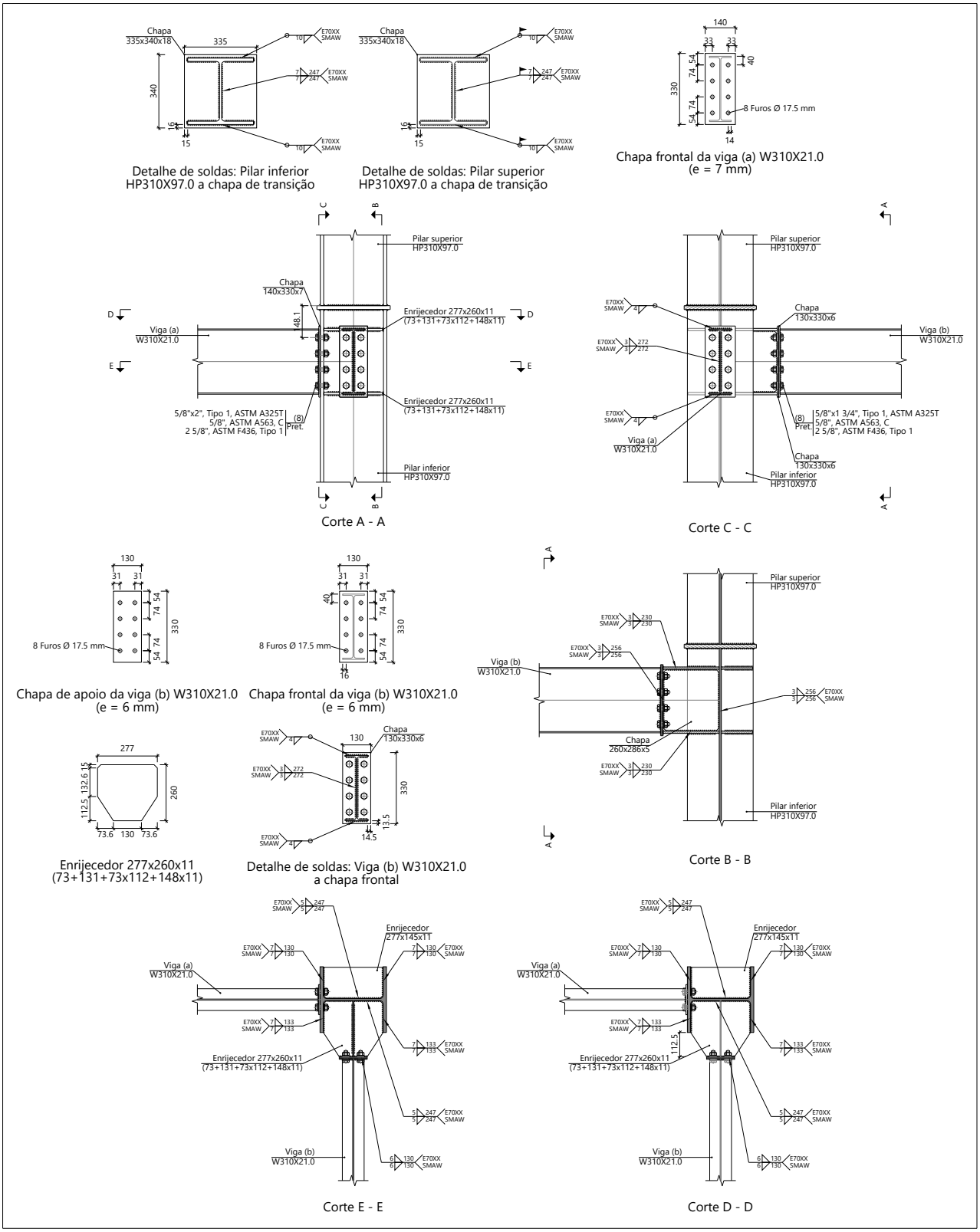
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	753
			5	1978
			6	520
			7	2595
			10	1202
	No local de montagem	De filete	7	494
			10	1202

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
		2	277x145x11	6.94
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
		1	140x330x7	2.54
		1	335x340x18	16.09
			Total	43.55

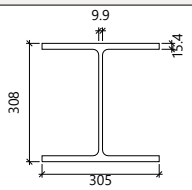
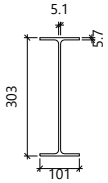
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
		8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

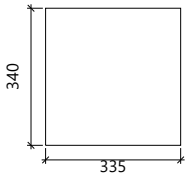
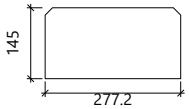
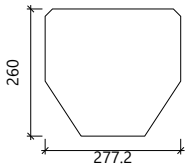
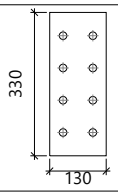
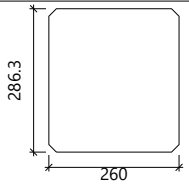
2.2.4.7. Tipo 81

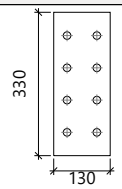
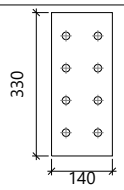
a) Detalhe

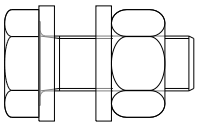
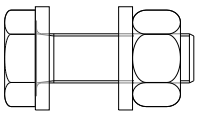


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de transição		335	340	18	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0
5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	50.8	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Chapa de transição

Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
Deformação admissível	mRad	--	2	0.00

2) Pilar superior HP310X97.0

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	25.0	215.6	11.61	17.7	188.2	9.40	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.4	215.6	15.05	22.9	188.2	12.19	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	26.3	215.6	12.18	18.6	188.2	9.87	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

3) Pilar inferior HP310X97.0

	Verificações de resistência					
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	62.11	574.36	10.81
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	50.78	313.64	16.19
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	29.46	313.64	9.39
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	44.21	313.64	14.10
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	55.28	313.64	17.62
	Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	52.56	216.41	24.29
	Aba	Rasgamento	N/mm²	24.46	313.64	7.80
		Cortante	N/mm²	18.91	313.64	6.03
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	47.81	178.21	26.83
		Tração	kN	10.43	279.16	3.74
	Alma	Tração	kN	31.35	212.43	14.76
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	6.91	174.23	3.97
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	18.38	28.94	63.49
	Chapa vertical	Tração	kN	18.38	116.46	15.78

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	25.0	215.6	11.61	17.7	188.2	9.40	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.4	215.6	15.05	22.9	188.2	12.19	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	26.3	215.6	12.18	18.6	188.2	9.87	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	85.8	215.6	39.83	60.7	188.2	32.26	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	50.1	215.6	23.25	35.4	188.2	18.83	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	60.6	215.6	28.12	42.9	188.2	22.78	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	53.9	215.6	24.99	38.1	188.2	20.24	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

4) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	31.35	36.51	85.88
Aba	Compressão	kN	60.39	180.46	33.46
	Tração	kN	11.97	90.28	13.26
Alma	Tração	kN	31.35	118.79	26.39

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

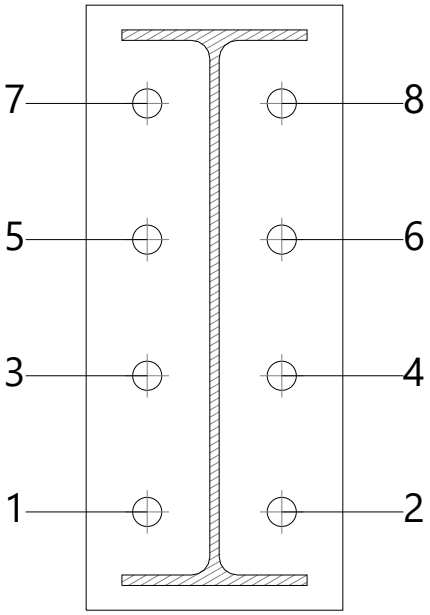
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	134.7	215.6	62.49	95.3	188.2	50.62	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	111.4	215.6	51.68	78.8	188.2	41.86	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	132.5	215.6	61.45	93.7	188.2	49.77	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



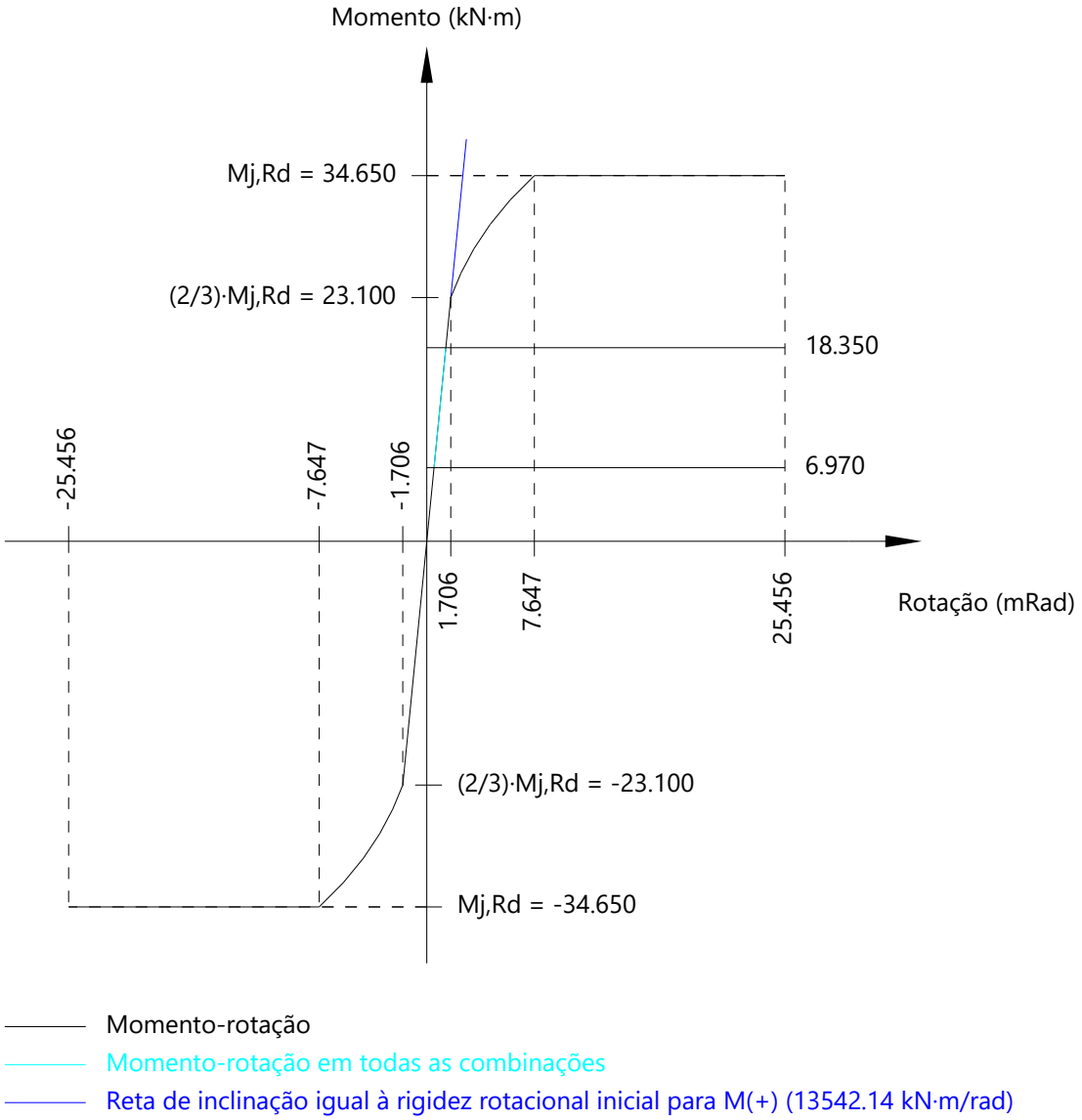
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	0.000	127.886	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	0.000	127.886	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.731	89.104	70.40	20.27	70.40
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	7.448	127.886	5.82		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.601	89.104	70.26	20.27	70.26
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	4.745	127.886	3.71		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.127	89.104	70.85	20.27	70.85
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	15.676	127.886	12.26		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.997	89.104	70.70	20.27	70.70
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	12.973	127.886	10.14		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.522	89.104	71.29	20.27	71.29
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	23.904	127.886	18.69		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.392	89.104	71.14	20.27	71.14
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	21.201	127.886	16.58		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	18.35	34.65	52.94
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

5) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	18.38	29.05	63.26
Aba	Compressão	kN	32.70	180.33	18.13
	Tração	kN	6.57	90.28	7.28
Alma	Tração	kN	18.38	118.79	15.47

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

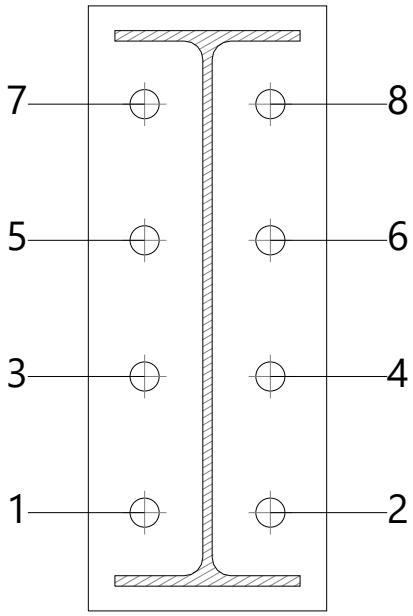
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	87.2	215.6	40.48	61.7	188.2	32.78	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	65.1	215.6	30.21	46.0	188.2	24.47	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	87.0	215.6	40.35	61.5	188.2	32.68	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



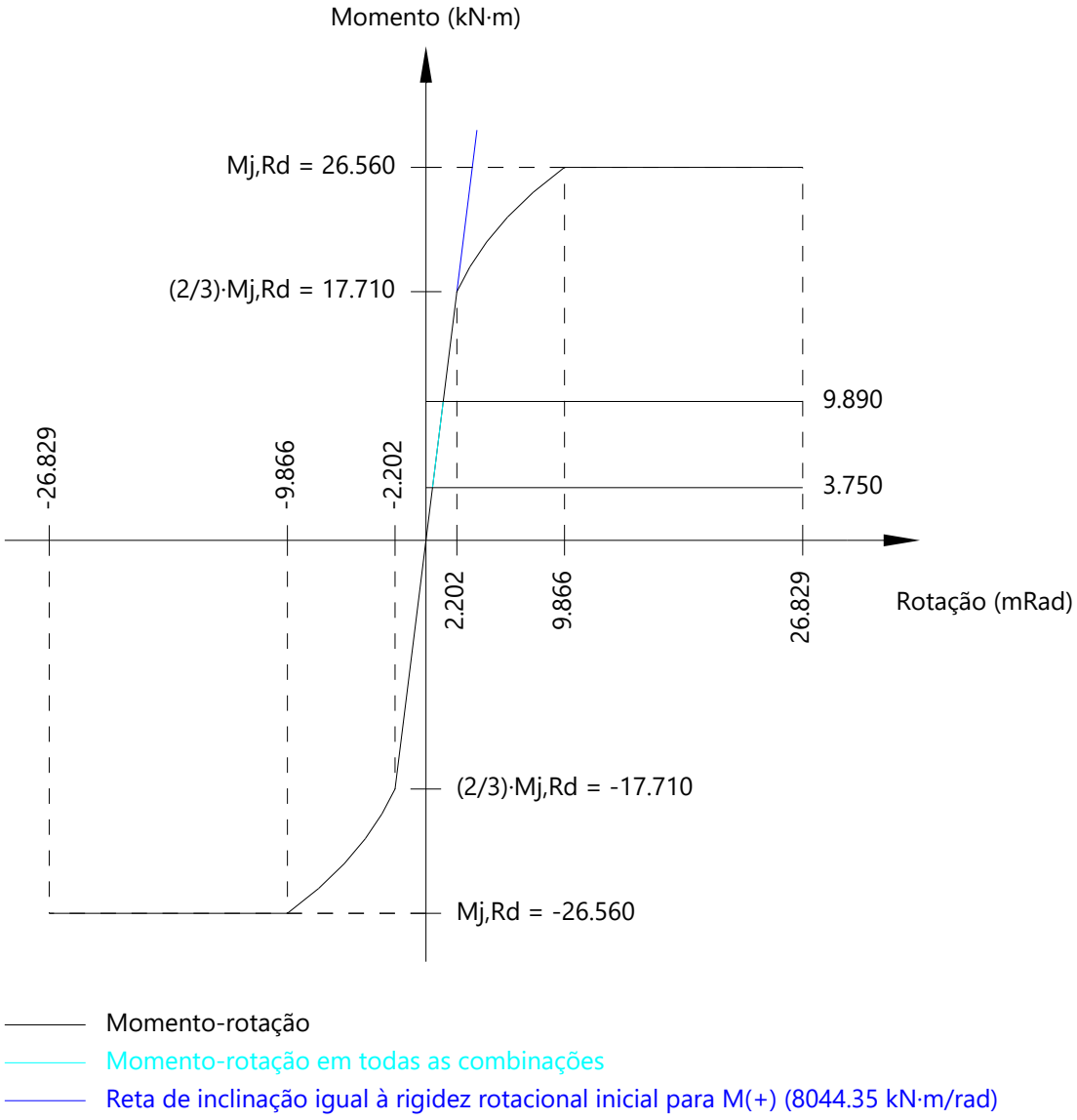
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.000	109.616	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.382	89.104	70.01	20.27	70.01
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.220	109.616	0.20		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.456	89.104	70.09	20.27	70.09
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	2.023	109.616	1.85		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.566	89.104	70.22	20.27	70.22
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	4.704	109.616	4.29		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.639	89.104	70.30	20.27	70.30
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	6.507	109.616	5.94		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.749	89.104	70.42	20.27	70.42
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	9.188	109.616	8.38		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.823	89.104	70.51	20.27	70.51
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	10.991	109.616	10.03		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.933	89.104	70.63	20.27	70.63
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	13.672	109.616	12.47		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	9.89	26.56	37.23
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

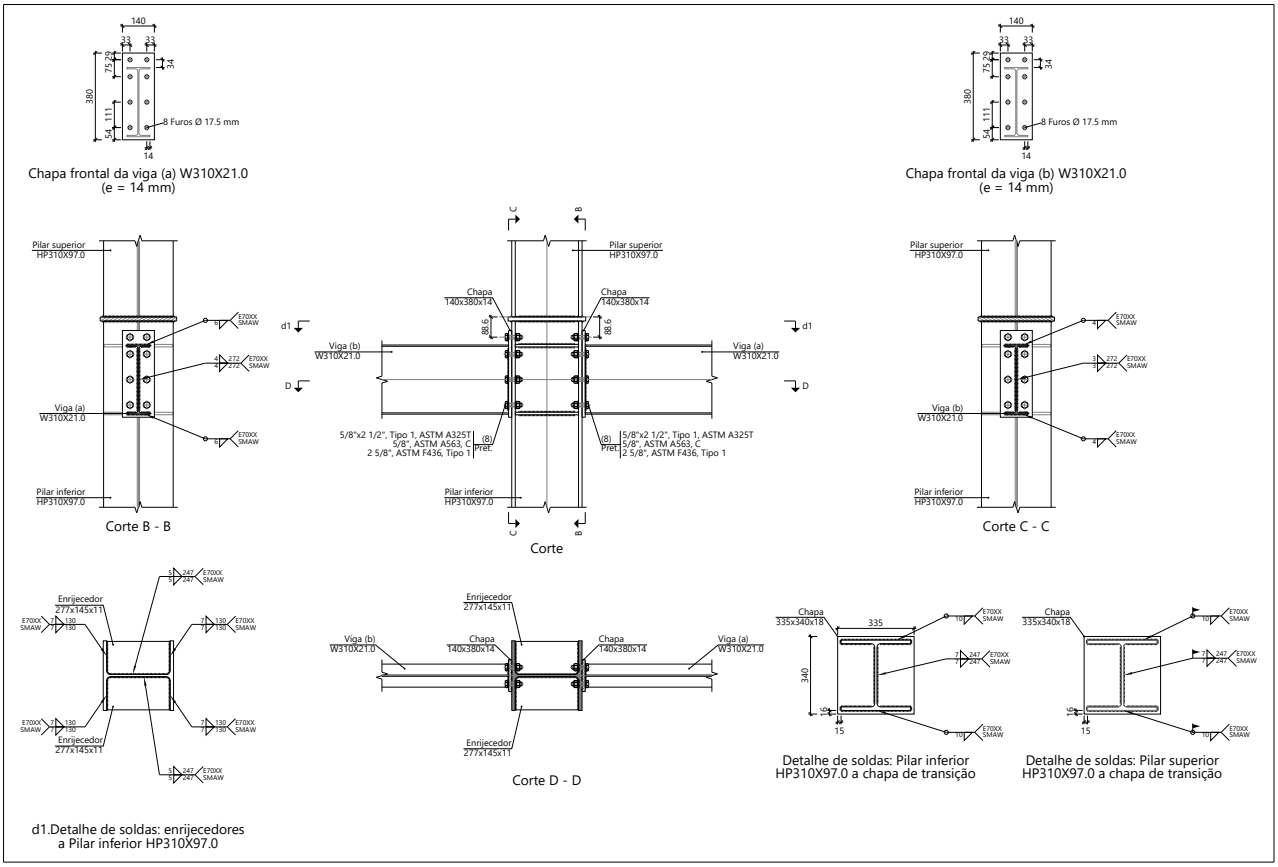
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	753
			5	1978
			6	520
			7	2595
			10	1202
	No local de montagem	De filete	7	494
			10	1202

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x145x11	6.94
		2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
		1	140x330x7	2.54
		1	335x340x18	16.09
			Total	43.55

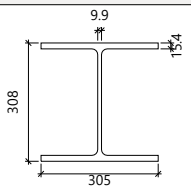
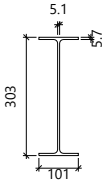
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
		8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

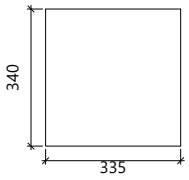
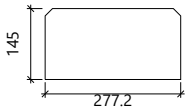
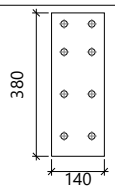
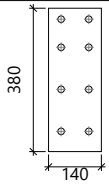
2.2.4.8. Tipo 82

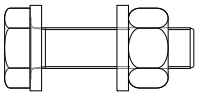
a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de transição		335	340	18	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	380	14	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		140	380	14	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	63.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Chapa de transição

Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
Deformação admissível	mRad	--	2	0.00

2) Pilar superior HP310X97.0

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	15.7	215.6	7.30	11.1	188.2	5.91	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.9	215.6	15.26	23.3	188.2	12.36	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	15.1	215.6	7.02	10.7	188.2	5.68	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

3) Pilar inferior HP310X97.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
	Cortante	kN	85.51	574.36	14.89
Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	92.88	313.64	29.62
Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	95.32	313.64	30.39
Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	122.74	313.64	39.14
Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	72.44	313.64	23.10
Aba	Cortante	N/mm²	17.76	313.64	5.66
Viga (a) W310X21.0 Aba	Tração por flexão	kN	89.00	178.21	49.94
	Tração	kN	33.59	279.16	12.03
Viga (a) W310X21.0 Alma	Tração	kN	50.18	169.62	29.58
Viga (b) W310X21.0 Aba	Tração por flexão	kN	44.01	178.21	24.69
	Tração	kN	16.77	279.16	6.01
Viga (b) W310X21.0 Alma	Tração	kN	24.81	169.62	14.63

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	15.7	215.6	7.30	11.1	188.2	5.91	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.9	215.6	15.26	23.3	188.2	12.36	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	15.1	215.6	7.02	10.7	188.2	5.68	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	103.2	215.6	47.88	73.0	188.2	38.78	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	105.9	215.6	49.14	74.9	188.2	39.80	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	136.4	215.6	63.27	96.4	188.2	51.25	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	80.5	215.6	37.34	56.9	188.2	30.24	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

4) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	89.00	121.73	73.12
Aba	Compressão	kN	110.82	180.46	61.41
	Tração	kN	60.78	90.28	67.32
Alma	Tração	kN	32.46	136.49	23.78

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	6
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	4
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	6

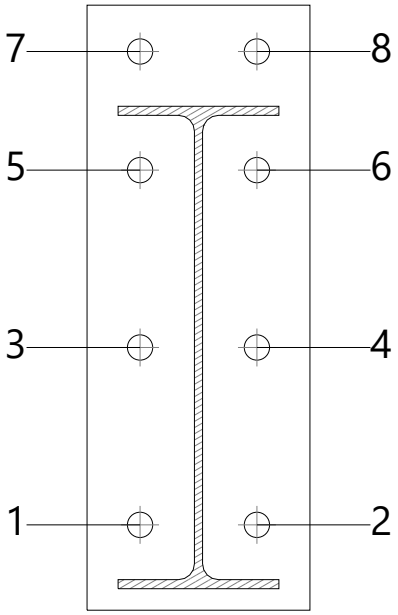
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	6	6	101	E70XX (485.0)	345.0	208.0	215.6	96.50	147.1	188.2	78.16	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	4	5	272	E70XX (485.0)	345.0	154.3	215.6	71.59	109.1	188.2	57.99	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	6	6	101	E70XX (485.0)	345.0	208.4	215.6	96.70	147.4	188.2	78.32	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



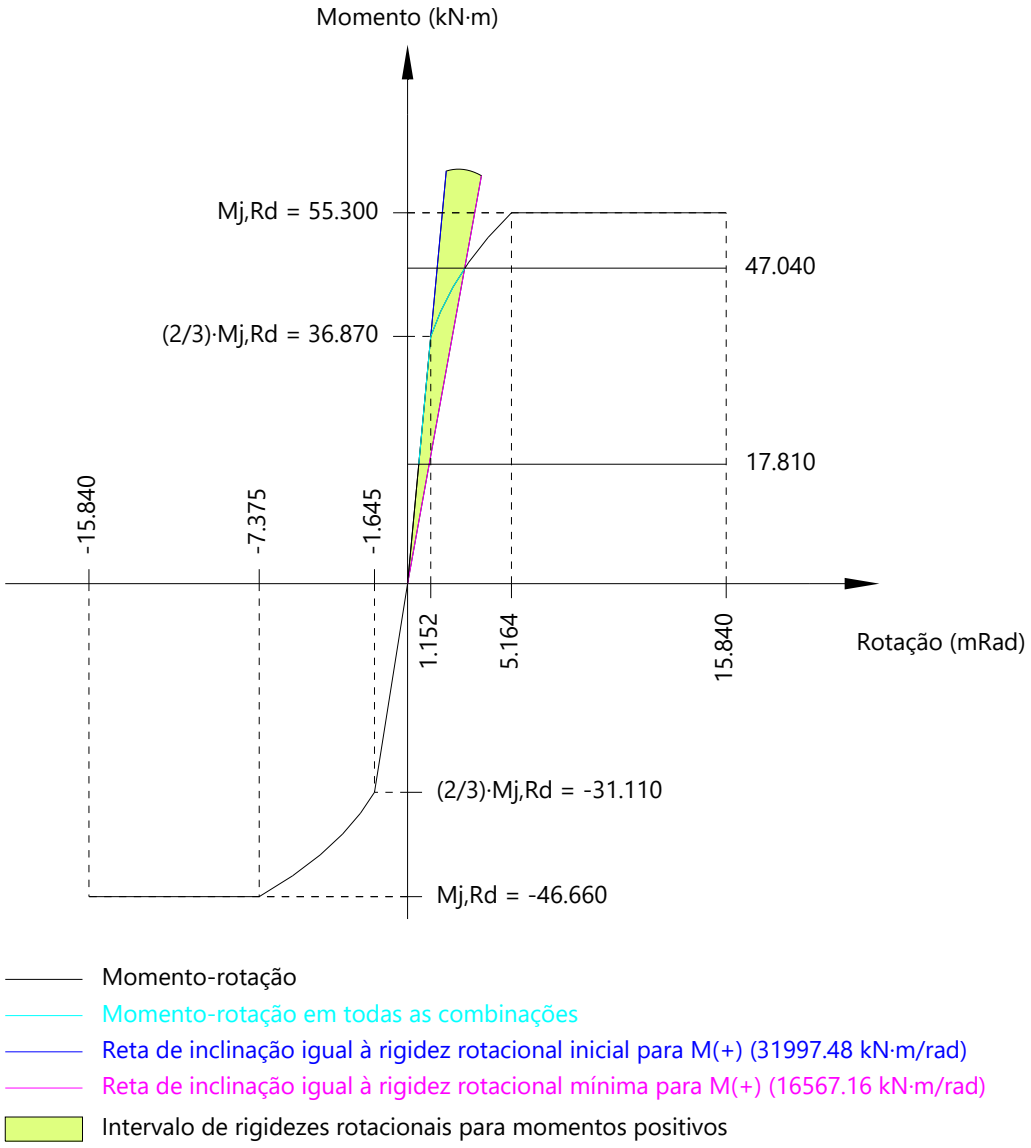
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
6	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
7	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75
8	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	7.360	27.752	26.52	Espiga	62.373	89.104	70.00	26.52	70.00
	Esmagamento	7.360	177.800	4.14	Punção	0.000	255.772	0.00		
2	Deslizamento	7.417	27.752	26.73	Espiga	62.373	89.104	70.00	26.73	70.00
	Esmagamento	7.417	177.657	4.18	Punção	0.000	255.772	0.00		
3	Deslizamento	7.356	27.752	26.51	Espiga	62.863	89.104	70.55	26.51	70.55
	Esmagamento	7.356	177.800	4.14	Punção	10.061	255.772	3.93		
4	Deslizamento	7.414	27.752	26.71	Espiga	63.082	89.104	70.80	26.71	70.80
	Esmagamento	7.414	177.717	4.17	Punção	14.563	255.772	5.69		
5	Deslizamento	7.354	27.752	26.50	Espiga	63.736	89.104	71.53	26.50	71.53
	Esmagamento	7.354	177.800	4.14	Punção	28.002	255.772	10.95		
6	Deslizamento	7.411	27.752	26.70	Espiga	63.955	89.104	71.78	26.70	71.78
	Esmagamento	7.411	177.761	4.17	Punção	32.504	255.772	12.71		
7	Deslizamento	7.352	27.752	26.49	Espiga	64.320	89.104	72.19	26.49	72.19
	Esmagamento	7.352	114.076	6.45	Punção	40.000	255.772	15.64		
8	Deslizamento	7.410	27.752	26.70	Espiga	64.539	89.104	72.43	26.70	72.43
	Esmagamento	7.410	114.071	6.50	Punção	44.502	255.772	17.40		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2951.50	31997.48
Calculada para momentos negativos	2951.50	18908.56

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	1.31	1.80	72.85
Momento resistente	kNm	47.04	55.30	85.07
Capacidade de rotação	mRad	179.259	667	26.89

5) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	44.01	121.73	36.15
Aba	Compressão	kN	51.49	180.17	28.58
	Tração	kN	30.24	90.28	33.49
Alma	Tração	kN	16.42	136.49	12.03

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

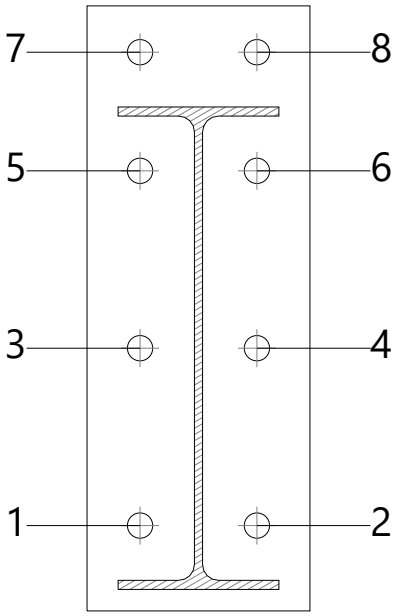
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	176.5	215.6	81.90	124.8	188.2	66.34	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	105.6	215.6	49.00	74.7	188.2	39.69	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	177.1	215.6	82.16	125.2	188.2	66.54	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



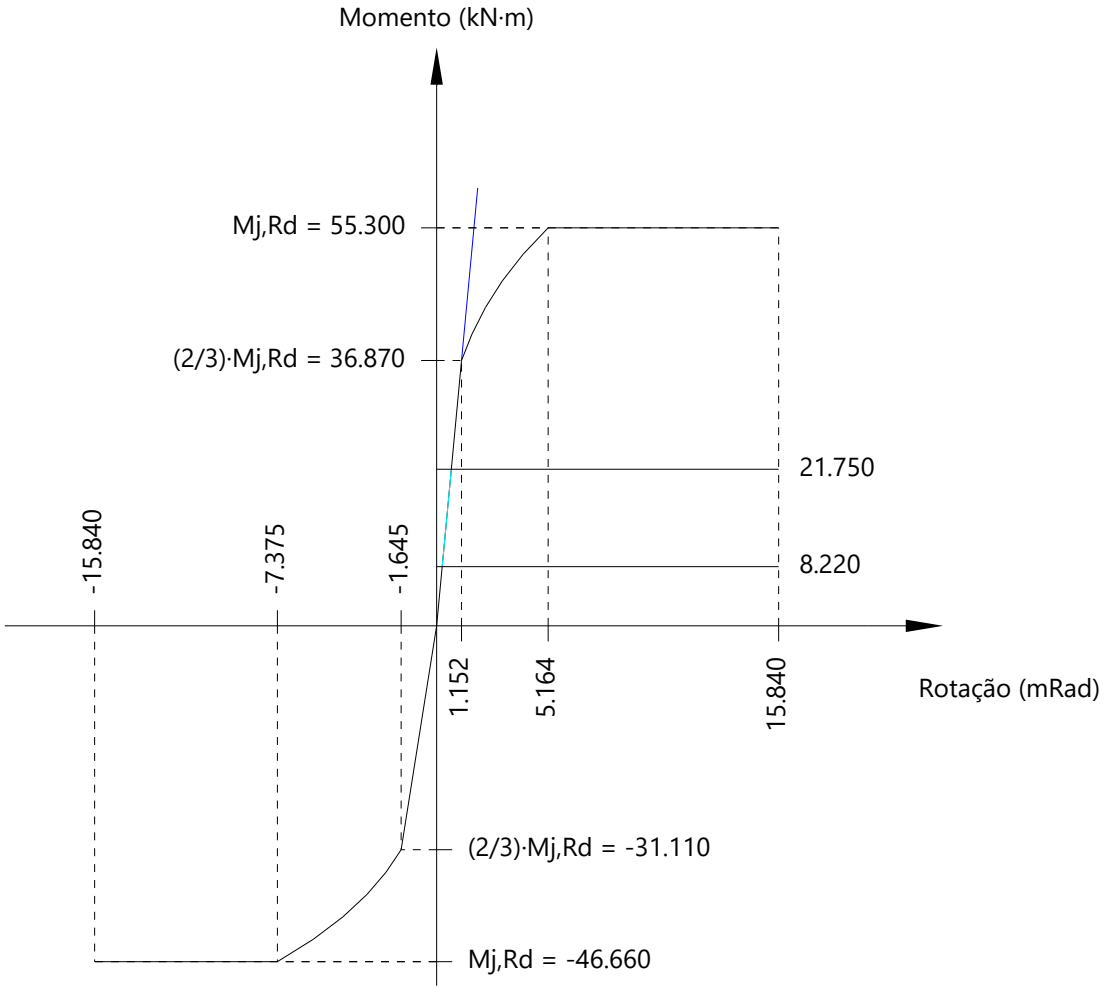
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
6	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
7	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75
8	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	0.000	255.772	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	0.000	255.772	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.769	89.104	70.44	20.27	70.44
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	8.134	255.772	3.18		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.534	89.104	70.18	20.27	70.18
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	3.319	255.772	1.30		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.173	89.104	70.90	20.27	70.90
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	16.445	255.772	6.43		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.939	89.104	70.64	20.27	70.64
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	11.630	255.772	4.55		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.444	89.104	71.20	20.27	71.20
	Esmagamento	5.625	114.065	4.93	Punção	22.004	255.772	8.60		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.210	89.104	70.94	20.27	70.94
	Esmagamento	5.625	114.065	4.93	Punção	17.189	255.772	6.72		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2951.50	31997.48
Calculada para momentos negativos	2951.50	18908.56

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	1.31	1.80	72.85
Momento resistente	kNm	21.75	55.30	39.34
Capacidade de rotação	mRad	42.921	667	6.44

d) Quantit.

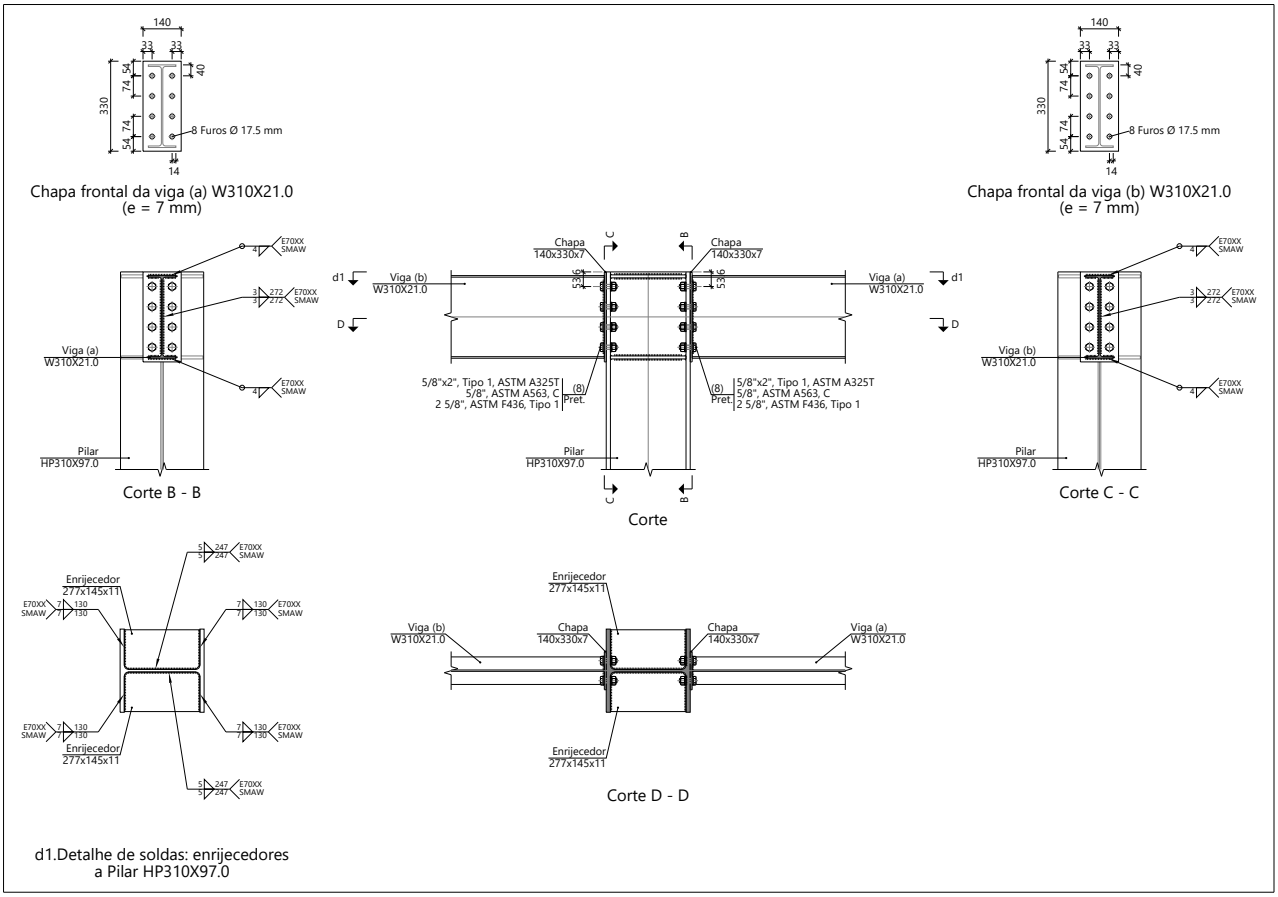
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	543
			4	920
			5	1978
			6	377
			7	2574
			10	1202
	No local de montagem	De filete	7	494
			10	1202

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	4	277x145x11	13.88
	Chapas	2	140x380x14	11.69
		1	335x340x18	16.09
			Total	41.67

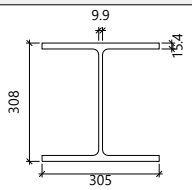
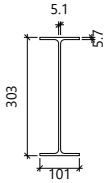
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	16	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

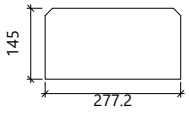
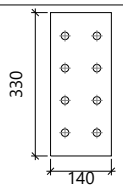
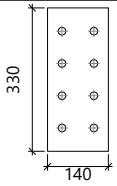
2.2.4.9. Tipo 83

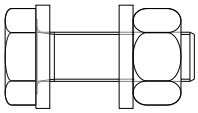
a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	50.8	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

	Verificações de resistência					
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	5.62	574.36	0.98
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	19.24	313.64	6.14
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	20.67	313.64	6.59
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	20.32	313.64	6.48
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	20.64	313.64	6.58
	Aba	Cortante	N/mm²	1.32	313.64	0.42
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	10.18	178.21	5.71
		Tração	kN	2.22	279.16	0.80
	Alma	Tração	kN	9.77	212.43	4.60
Viga (b) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	9.41	178.21	5.28
		Tração	kN	2.05	279.16	0.73
	Alma	Tração	kN	9.10	212.43	4.28

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	9.77	36.51	26.76
Aba	Compressão	kN	11.50	102.02	11.27
	Tração	kN	2.55	90.28	2.82
Alma	Tração	kN	9.77	118.79	8.22

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

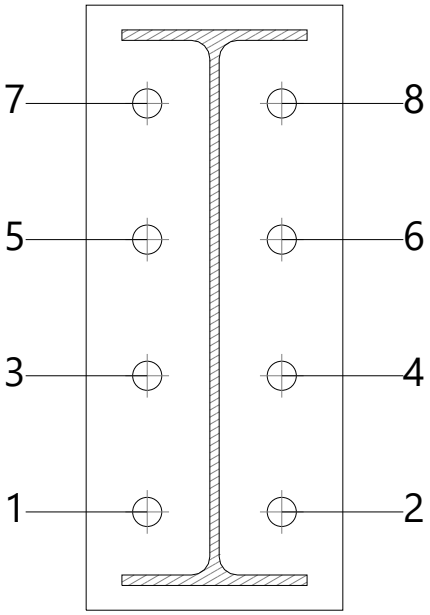
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	87.5	215.6	40.57	61.8	188.2	32.86	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	34.4	215.6	15.94	24.3	188.2	12.91	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	83.7	215.6	38.84	59.2	188.2	31.46	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



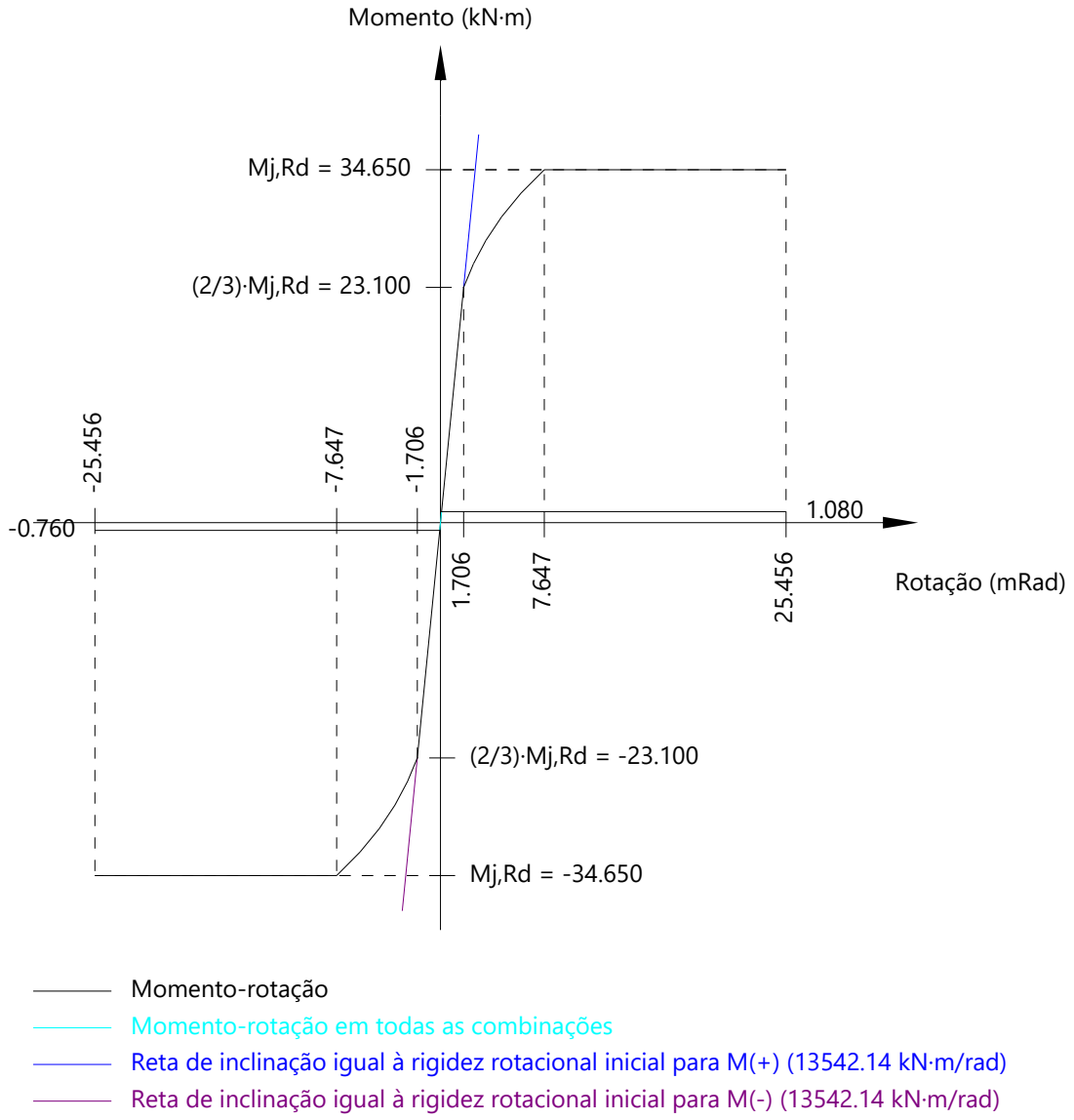
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.119	27.752	0.43	Espiga	62.618	89.104	70.27	0.43	70.27
	Esmagamento	0.106	69.520	0.15	Punção	5.092	127.886	3.98		
2	Deslizamento	0.117	27.752	0.42	Espiga	62.411	89.104	70.04	0.42	70.04
	Esmagamento	0.117	84.335	0.14	Punção	0.802	127.886	0.63		
3	Deslizamento	0.120	27.752	0.43	Espiga	62.608	89.104	70.26	0.43	70.26
	Esmagamento	0.112	69.447	0.16	Punção	4.884	127.886	3.82		
4	Deslizamento	0.118	27.752	0.43	Espiga	62.421	89.104	70.05	0.43	70.05
	Esmagamento	0.118	84.065	0.14	Punção	1.006	127.886	0.79		
5	Deslizamento	0.121	27.752	0.43	Espiga	62.599	89.104	70.25	0.43	70.25
	Esmagamento	0.118	69.384	0.17	Punção	4.703	127.886	3.68		
6	Deslizamento	0.119	27.752	0.43	Espiga	62.432	89.104	70.07	0.43	70.07
	Esmagamento	0.119	83.794	0.14	Punção	1.235	127.886	0.97		
7	Deslizamento	0.123	27.752	0.44	Espiga	62.590	89.104	70.24	0.44	70.24
	Esmagamento	0.123	69.330	0.18	Punção	4.522	127.886	3.54		
8	Deslizamento	0.122	27.752	0.44	Espiga	62.443	89.104	70.08	0.44	70.08
	Esmagamento	0.120	83.523	0.14	Punção	1.463	127.886	1.14		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	1.08	34.65	3.12
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	9.10	36.51	24.92
Aba	Compressão	kN	11.49	102.75	11.18
	Tração	kN	2.36	90.28	2.61
Alma	Tração	kN	9.10	118.79	7.66

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

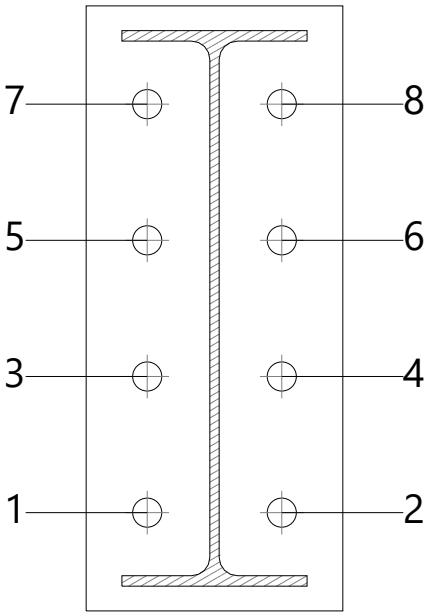
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	81.6	215.6	37.87	57.7	188.2	30.68	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	32.5	215.6	15.06	23.0	188.2	12.20	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	87.2	215.6	40.44	61.6	188.2	32.76	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



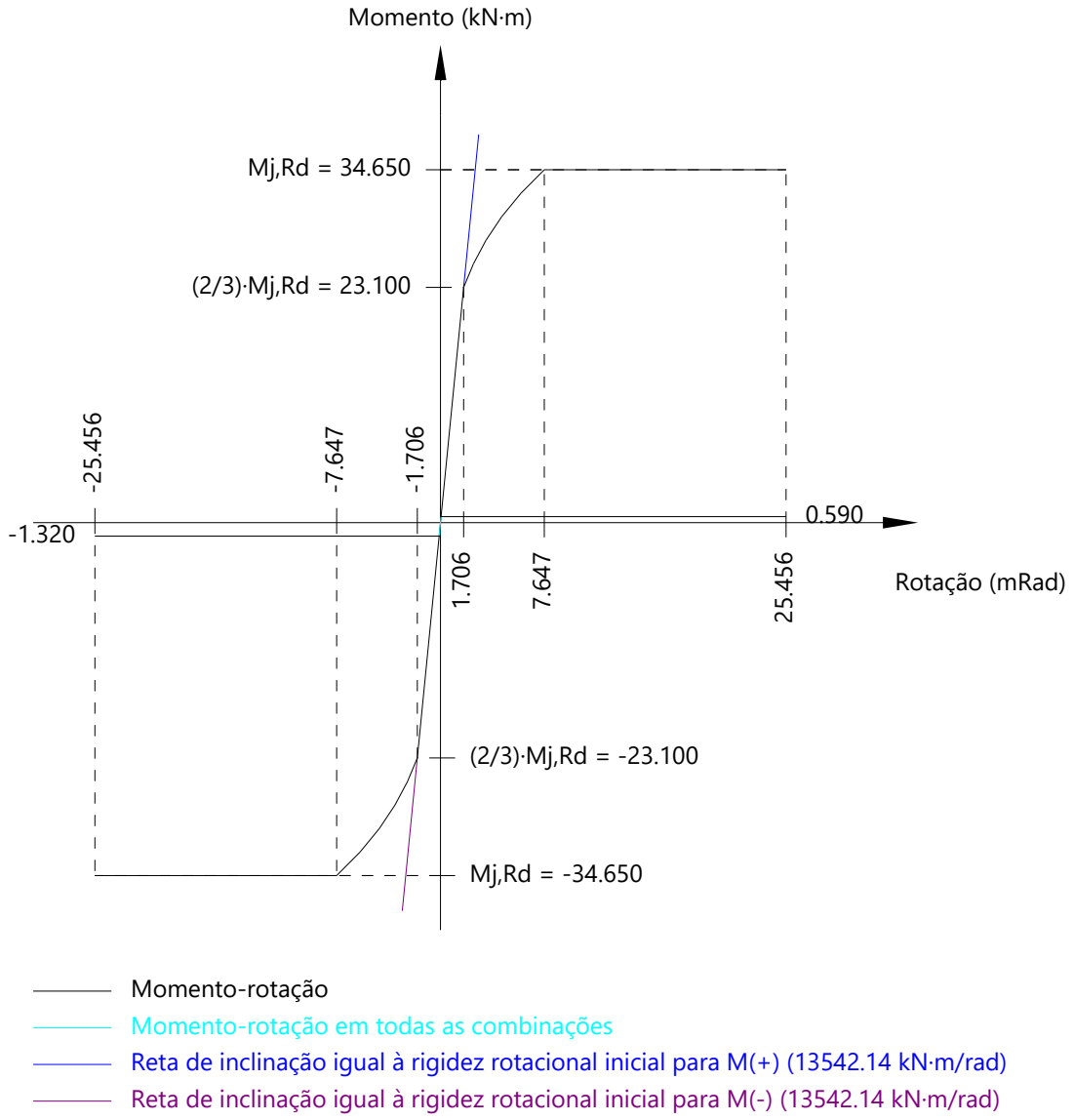
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.096	27.752	0.34	Espiga	62.474	89.104	70.11	0.34	70.11
	Esmagamento	0.096	88.900	0.11	Punção	2.099	127.886	1.64		
2	Deslizamento	0.094	27.752	0.34	Espiga	62.578	89.104	70.23	0.34	70.23
	Esmagamento	0.094	82.065	0.11	Punção	4.270	127.886	3.34		
3	Deslizamento	0.097	27.752	0.35	Espiga	62.453	89.104	70.09	0.35	70.09
	Esmagamento	0.097	88.900	0.11	Punção	1.667	127.886	1.30		
4	Deslizamento	0.095	27.752	0.34	Espiga	62.584	89.104	70.24	0.34	70.24
	Esmagamento	0.095	81.722	0.12	Punção	4.395	127.886	3.44		
5	Deslizamento	0.098	27.752	0.35	Espiga	62.432	89.104	70.07	0.35	70.07
	Esmagamento	0.098	88.900	0.11	Punção	1.236	127.886	0.97		
6	Deslizamento	0.096	27.752	0.35	Espiga	62.591	89.104	70.25	0.35	70.25
	Esmagamento	0.096	81.384	0.12	Punção	4.549	127.886	3.56		
7	Deslizamento	0.098	27.752	0.35	Espiga	62.413	89.104	70.05	0.35	70.05
	Esmagamento	0.098	88.900	0.11	Punção	0.848	127.886	0.66		
8	Deslizamento	0.097	27.752	0.35	Espiga	62.599	89.104	70.25	0.35	70.25
	Esmagamento	0.097	81.053	0.12	Punção	4.704	127.886	3.68		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	1.32	34.65	3.81
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

d) Quantit.

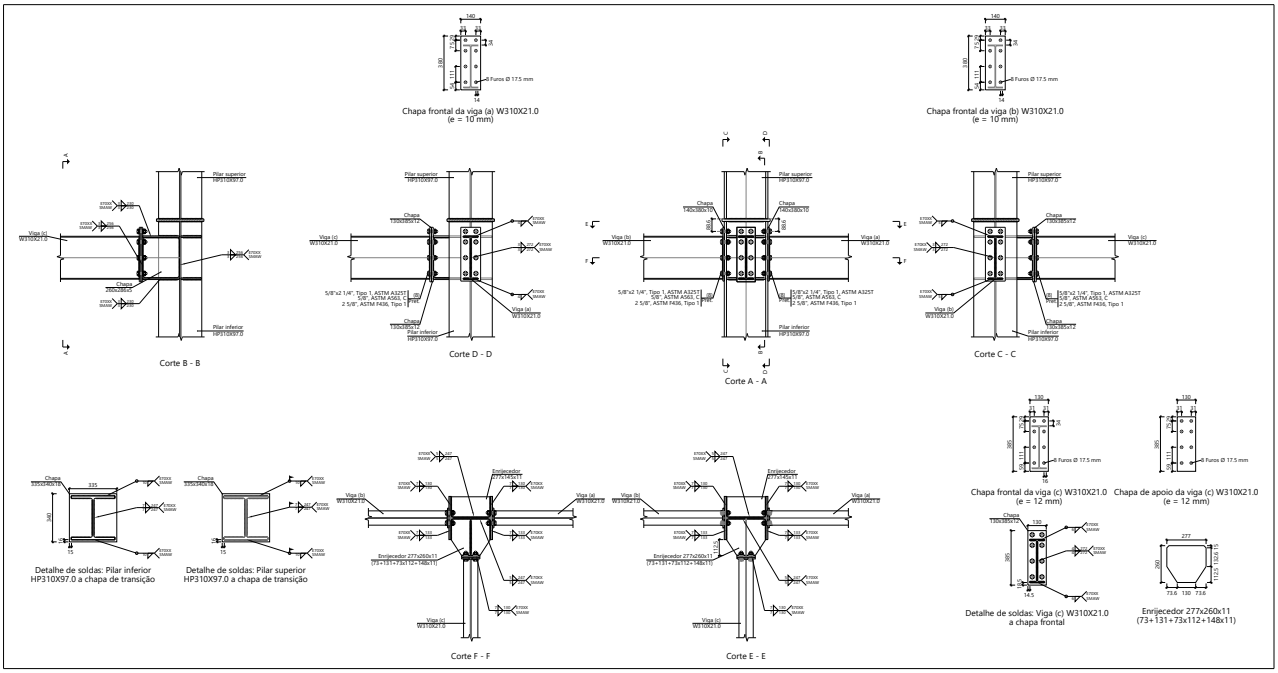
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	1086
			4	753
			5	1978
			7	2080

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	4	277x145x11	13.88
	Chapas	2	140x330x7	5.08
			Total	18.96

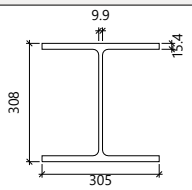
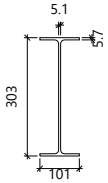
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	16	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

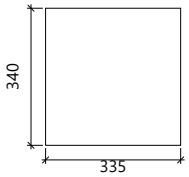
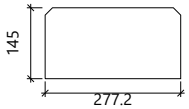
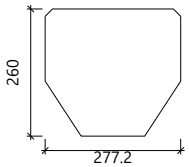
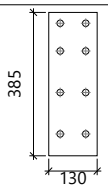
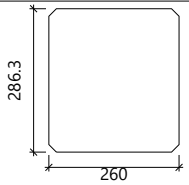
2.2.4.10. Tipo 84

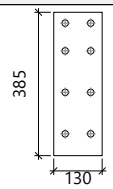
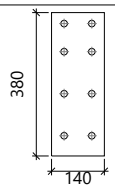
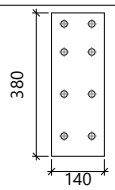
a) Detalhe

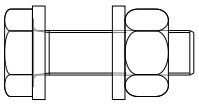


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de transição		335	340	18	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (c) W310X21.0		130	385	12	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (c) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal: Viga (c) W310X21.0		130	385	12	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		140	380	10	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	380	10	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	57.2	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Chapa de transição

Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
Deformação admissível	mRad	--	2	0.00

2) Pilar superior HP310X97.0

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	18.3	215.6	8.47	12.9	188.2	6.86	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.1	215.6	14.90	22.7	188.2	12.07	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	19.2	215.6	8.92	13.6	188.2	7.22	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

3) Pilar inferior HP310X97.0

Verificações de resistência						
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	49.23	574.36	8.57
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	82.93	313.64	26.44
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	76.55	313.64	24.41
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	154.48	313.64	49.26
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	147.65	313.64	47.08
	Chapa frontal [Viga (c) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (c) W310X21.0]	Cortante	kN	117.81	216.41	54.44
	Aba	Rasgamento	N/mm²	47.28	313.64	15.08
		Cortante	N/mm²	64.46	313.64	20.55
Viga (b) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	69.72	178.21	39.12
		Tração	kN	26.17	279.16	9.38
	Alma	Tração	kN	39.31	169.62	23.17
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	43.83	178.21	24.59
		Tração	kN	16.49	279.16	5.91
	Alma	Tração	kN	24.71	169.62	14.57
Viga (c) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	58.18	174.23	33.39
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	84.28	115.00	73.29
	Chapa vertical	Tração	kN	42.14	85.67	49.19

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	18.3	215.6	8.47	12.9	188.2	6.86	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.1	215.6	14.90	22.7	188.2	12.07	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	19.2	215.6	8.92	13.6	188.2	7.22	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	85.1	215.6	39.46	60.1	188.2	31.96	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	129.3	215.6	60.00	91.5	188.2	48.60	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	155.3	215.6	72.03	109.8	188.2	58.34	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	113.8	215.6	52.78	80.4	188.2	42.75	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	163.9	215.6	76.05	115.9	188.2	61.60	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	50.8	215.6	23.59	36.0	188.2	19.11	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	50.8	215.6	23.59	36.0	188.2	19.11	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	120.7	215.6	56.01	85.4	188.2	45.37	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	53.8	215.6	24.97	38.1	188.2	20.23	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

4) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	69.72	70.42	99.00
Aba	Compressão	kN	89.95	180.56	49.82
	Tração	kN	47.45	90.28	52.56
Alma	Tração	kN	25.10	136.49	18.39

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	5
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	5

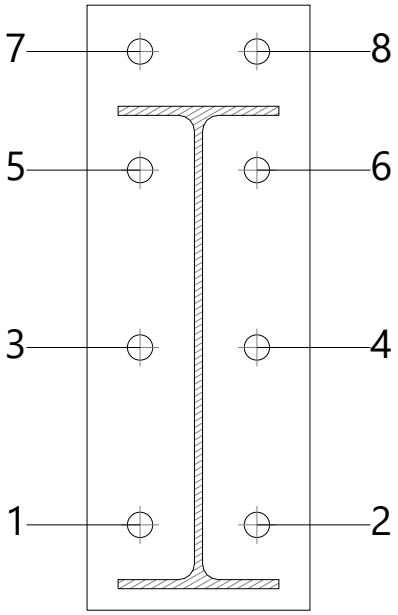
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	5	6	101	E70XX (485.0)	345.0	195.7	215.6	90.80	138.4	188.2	73.54	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	151.9	215.6	70.49	107.4	188.2	57.09	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	5	6	101	E70XX (485.0)	345.0	182.2	215.6	84.51	128.8	188.2	68.45	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



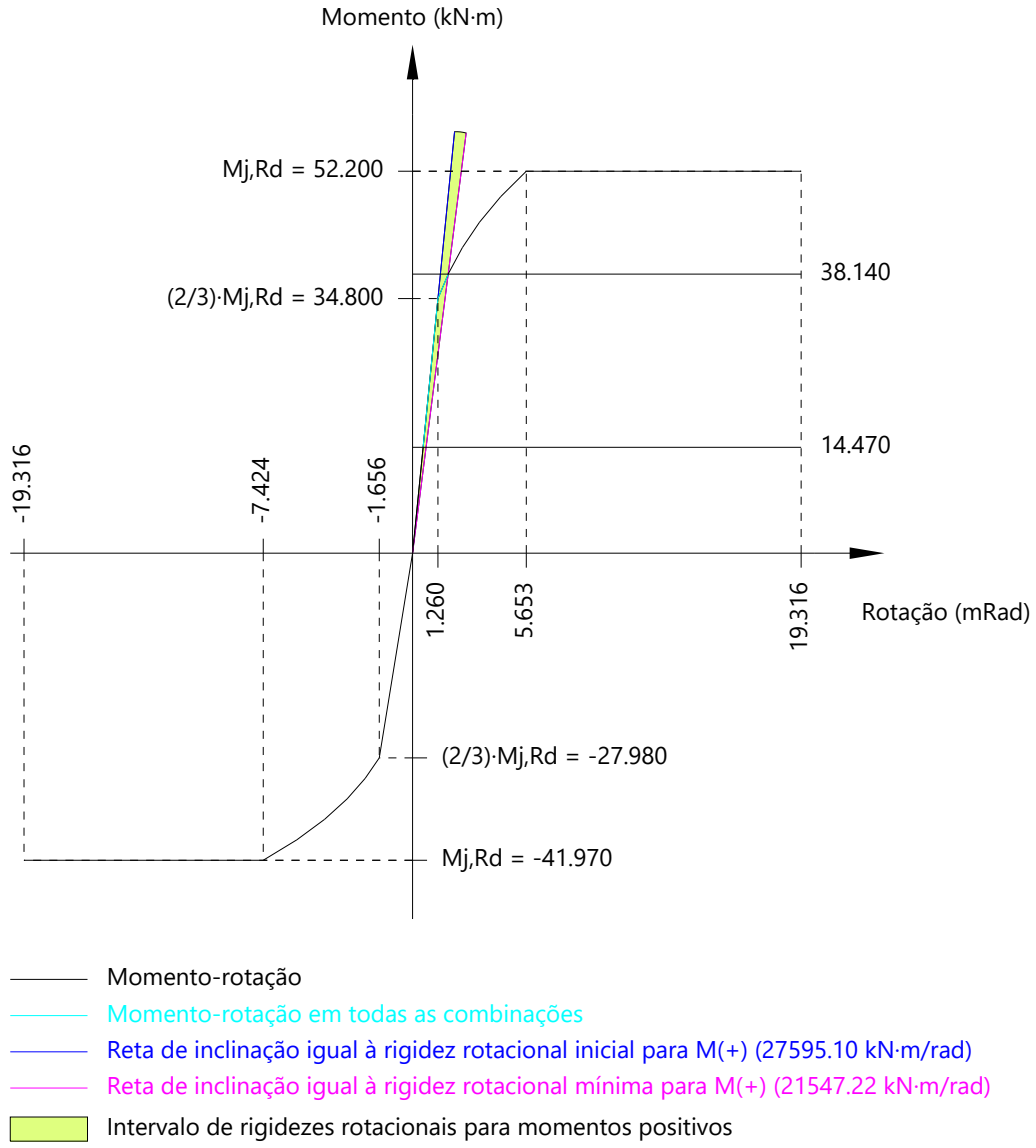
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
7	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75
8	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	0.000	182.694	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	0.000	182.694	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.824	89.104	70.51	20.27	70.51
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	9.301	182.694	5.09		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.888	89.104	70.58	20.27	70.58
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	10.607	182.694	5.81		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.530	89.104	71.30	20.27	71.30
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	23.834	182.694	13.05		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.594	89.104	71.37	20.27	71.37
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	25.140	182.694	13.76		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	64.002	89.104	71.83	20.27	71.83
	Esmagamento	5.625	81.475	6.90	Punção	33.553	182.694	18.37		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	64.066	89.104	71.90	20.27	71.90
	Esmagamento	5.625	81.475	6.90	Punção	34.859	182.694	19.08		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2396.57	27595.10
Calculada para momentos negativos	2396.57	16895.26

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	1.02	1.80	56.52
Momento resistente	kNm	38.14	52.20	73.06
Capacidade de rotação	mRad	91.635	667	13.75

5) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	43.83	70.42	62.24
Aba	Compressão	kN	55.72	180.51	30.86
	Tração	kN	29.88	90.28	33.09
Alma	Tração	kN	15.88	136.49	11.63

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

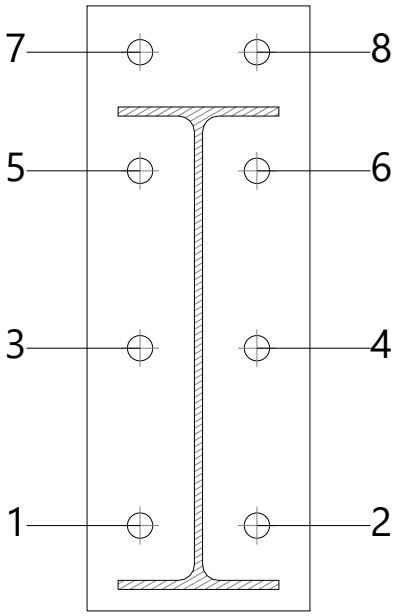
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	154.4	215.6	71.62	109.2	188.2	58.01	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	111.9	215.6	51.92	79.1	188.2	42.05	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	144.0	215.6	66.81	101.8	188.2	54.11	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



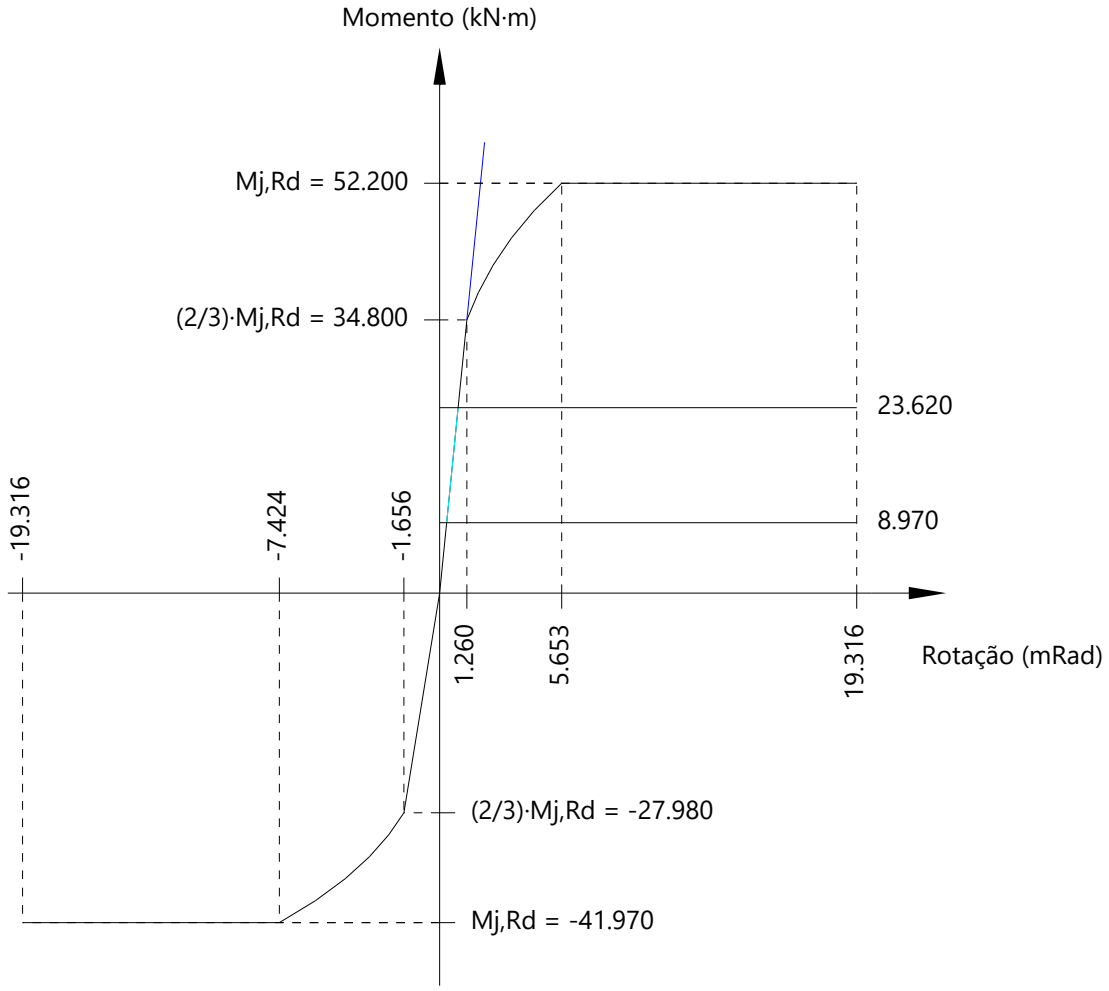
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
7	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75
8	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	0.000	182.694	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	0.000	182.694	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.708	89.104	70.38	20.27	70.38
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	6.903	182.694	3.78		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.636	89.104	70.30	20.27	70.30
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	5.414	182.694	2.96		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.145	89.104	70.87	20.27	70.87
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	15.899	182.694	8.70		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.073	89.104	70.79	20.27	70.79
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	14.410	182.694	7.89		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.437	89.104	71.19	20.27	71.19
	Esmagamento	5.625	81.475	6.90	Punção	21.915	182.694	12.00		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.365	89.104	71.11	20.27	71.11
	Esmagamento	5.625	81.475	6.90	Punção	20.426	182.694	11.18		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2396.57	27595.10
Calculada para momentos negativos	2396.57	16895.26

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	1.02	1.80	56.52
Momento resistente	kNm	23.62	52.20	45.24
Capacidade de rotação	mRad	44.304	667	6.65

6) Viga (c) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	84.28	94.16	89.51
Aba	Compressão	kN	113.15	180.56	62.67
	Tração	kN	56.64	90.28	62.74
Alma	Tração	kN	31.33	129.84	24.13

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

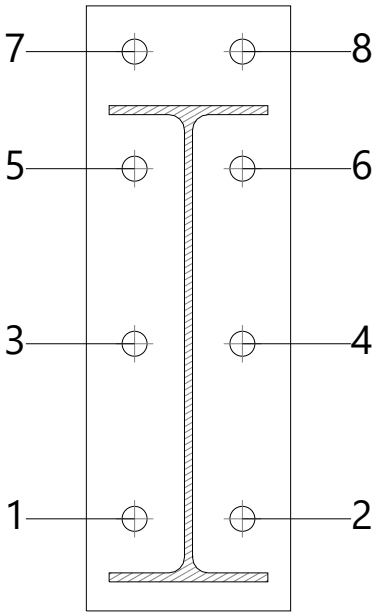
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	6
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	4
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	6

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	6	6	101	E70XX (485.0)	345.0	197.0	215.6	91.40	139.3	188.2	74.03	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	4	5	272	E70XX (485.0)	345.0	157.0	215.6	72.83	111.0	188.2	58.99	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	6	6	101	E70XX (485.0)	345.0	176.7	215.6	81.99	125.0	188.2	66.41	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



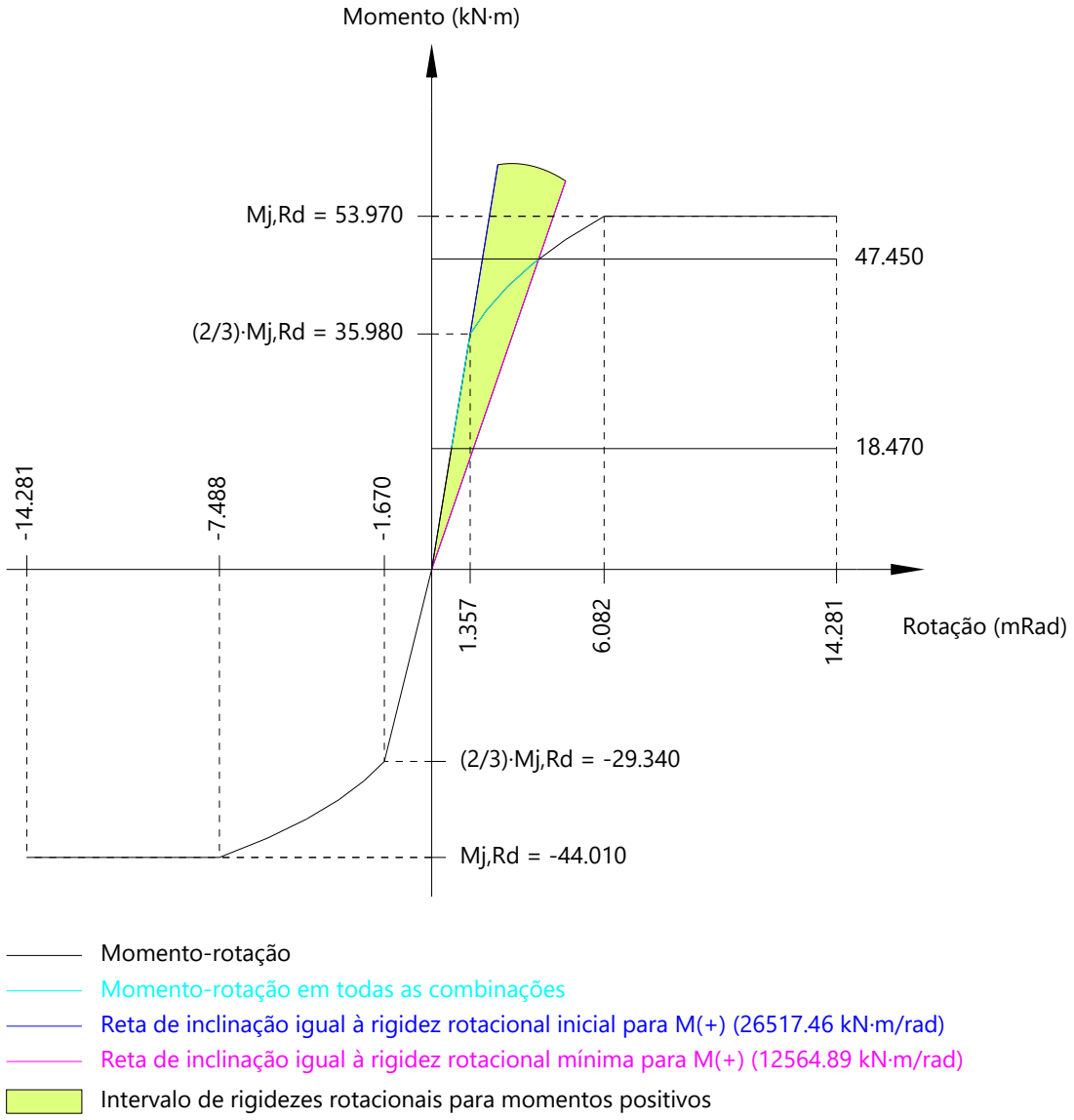
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	111
2	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	111
3	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	111
4	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	111
5	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	75
6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	75
7	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	29	69	75
8	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	29	69	75

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	6.911	27.752	24.90	Espiga	62.373	89.104	70.00	24.90	70.00
	Esmagamento	6.911	152.400	4.53	Punção	0.000	219.233	0.00		
2	Deslizamento	6.912	27.752	24.91	Espiga	62.373	89.104	70.00	24.91	70.00
	Esmagamento	6.912	152.400	4.54	Punção	0.000	219.233	0.00		
3	Deslizamento	6.911	27.752	24.90	Espiga	62.944	89.104	70.64	24.90	70.64
	Esmagamento	6.911	152.400	4.53	Punção	11.813	219.233	5.39		
4	Deslizamento	6.912	27.752	24.91	Espiga	62.966	89.104	70.67	24.91	70.67
	Esmagamento	6.912	152.400	4.54	Punção	12.255	219.233	5.59		
5	Deslizamento	6.911	27.752	24.90	Espiga	63.811	89.104	71.61	24.90	71.61
	Esmagamento	6.911	152.400	4.53	Punção	29.723	219.233	13.56		
6	Deslizamento	6.912	27.752	24.91	Espiga	63.833	89.104	71.64	24.91	71.64
	Esmagamento	6.912	152.400	4.54	Punção	30.164	219.233	13.76		
7	Deslizamento	6.911	27.752	24.90	Espiga	64.391	89.104	72.27	24.90	72.27
	Esmagamento	6.911	97.770	7.07	Punção	41.700	219.233	19.02		
8	Deslizamento	6.912	27.752	24.91	Espiga	64.412	89.104	72.29	24.91	72.29
	Esmagamento	6.912	97.770	7.07	Punção	42.142	219.233	19.22		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1754.51	26517.46
Calculada para momentos negativos	1754.51	17565.31

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	1.44	1.80	80.17
Momento resistente	kNm	47.45	53.97	87.91
Capacidade de rotação	mRad	264.405	667	39.66

d) Quantit.

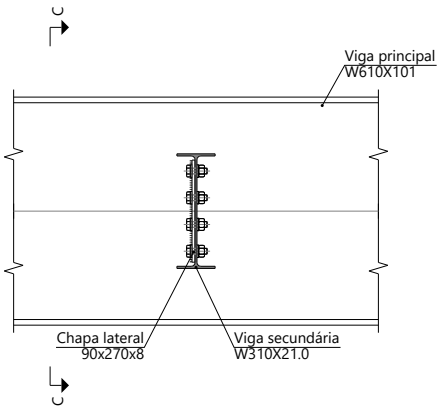
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	920
			5	2354
			6	377
			7	3115
			10	1202
	No local de montagem	De filete	7	494
			10	1202

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x145x11	6.94
		2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	140x380x10	8.35
		2	130x385x12	9.43
		1	335x340x18	16.09
			Total	54.76

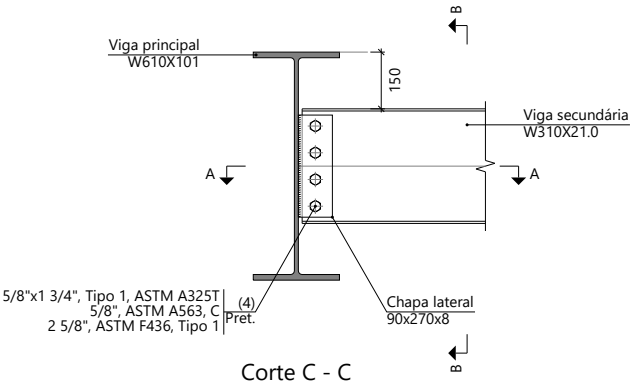
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	24	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	24	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	48	5/8", ASTM F436

2.2.4.11. Tipo 86

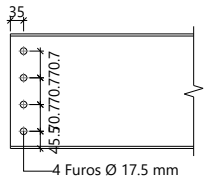
a) Detalhe



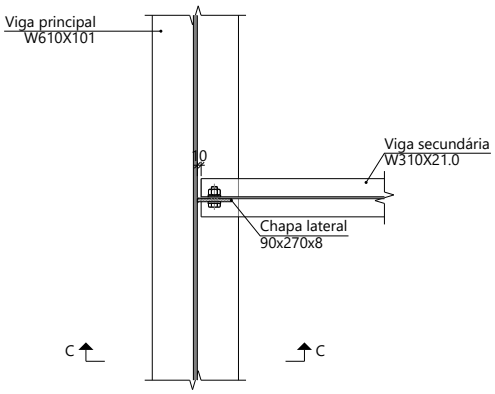
Corte B - B



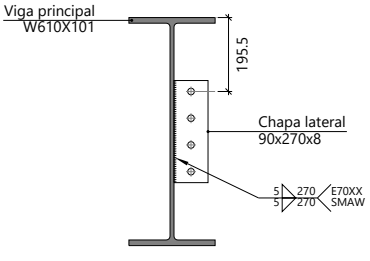
Corte C - C



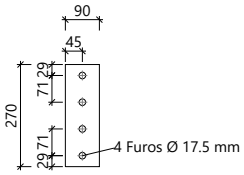
Detalhe do extremo da viga secundária W310X21.0



Corte A - A

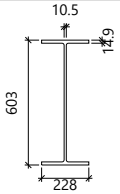
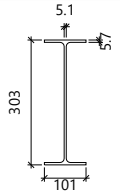


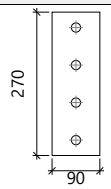
Detalhe da solda da chapa lateral.

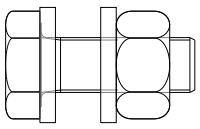


Chapa lateral da viga W310X21.0 (e = 8 mm)

b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	W610X101		603	228	14.9	10.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga secundária W310X21.0		90	270	8	4	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Viga principal

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punção	kN	4.28	209.20	2.04
	Flexão por força perpendicular	kN	4.28	185.48	2.31

2) Viga secundária W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.05
	Tensões combinadas	--	--	--	14.17
	Flambagem local	N/mm²	-23.69	280.66	8.44
	Esmagamento	kN	14.96	73.27	20.41
	Rasgamento	kN	47.66	266.87	17.86
Alma	Esmagamento	kN	14.98	59.66	25.11
	Rasgamento	kN	47.66	204.45	23.31

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

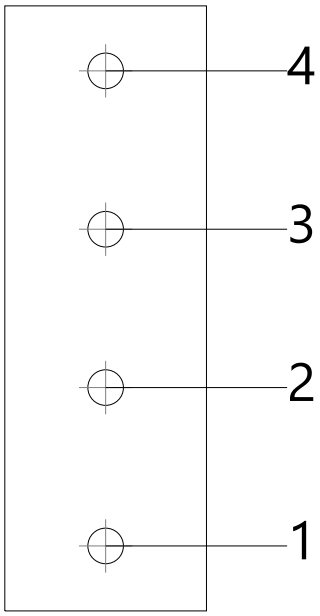
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Detalhe da solda da chapa lateral.	De ângulo	SMAW	8	40	270	5	8	5

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Detalhe da solda da chapa lateral.	5	8	270	E70XX (485.0)	345.0	36.4	215.6	16.86	25.7	188.2	13.66	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	14.979	27.752	53.98	Espiga	62.373	89.104	70.00	53.98	70.00
	Esmagamento	14.956	73.273	20.41	Punção	0.000	93.174	0.00		
2	Deslizamento	12.279	27.752	44.25	Espiga	62.373	89.104	70.00	44.25	70.00
	Esmagamento	12.279	101.600	12.09	Punção	0.000	93.174	0.00		
3	Deslizamento	12.404	27.752	44.70	Espiga	62.373	89.104	70.00	44.70	70.00
	Esmagamento	12.404	101.600	12.21	Punção	0.000	93.174	0.00		
4	Deslizamento	15.426	27.752	55.58	Espiga	62.373	89.104	70.00	55.58	70.00
	Esmagamento	15.426	101.600	15.18	Punção	0.000	93.174	0.00		

d) Quantit.

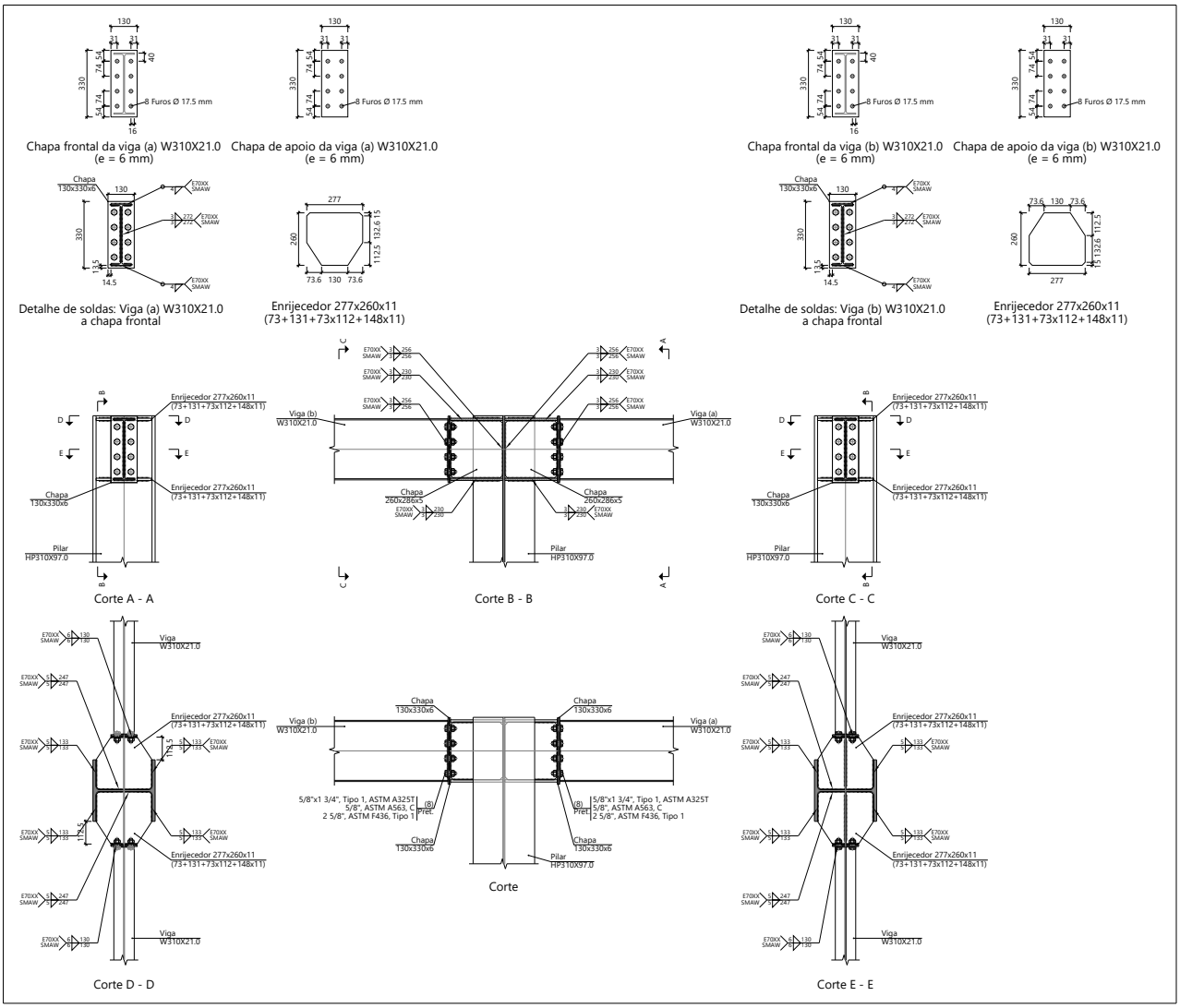
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	5	540

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Chapas	1	90x270x8	1.53
			Total	1.53

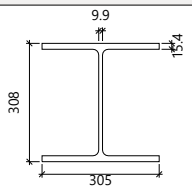
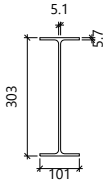
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	4	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	8	5/8", ASTM F436

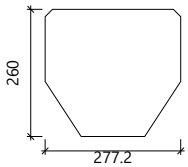
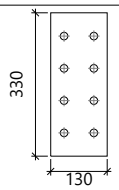
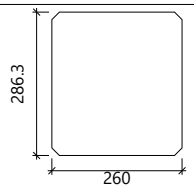
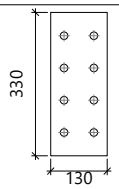
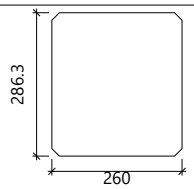
2.2.4.12. Tipo 87

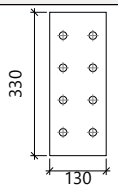
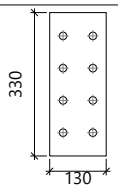
a) Detalhe

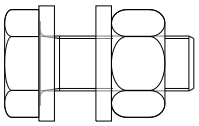


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (a) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (a) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
	Cortante	kN	0.50	574.36	0.09
Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	5.85	313.64	1.87
Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	4.20	313.64	1.34
Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	4.80	313.64	1.53
Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	3.81	313.64	1.22
Chapa frontal [Viga (a) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
	Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (a) W310X21.0]	Cortante	kN	7.62	216.41	3.52
Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
	Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	7.30	216.41	3.37
Aba	Rasgamento	N/mm²	3.35	313.64	1.07
	Cortante	N/mm²	2.73	313.64	0.87
Viga (a) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	1.98	174.23	1.14
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	7.00	28.94	24.20
	Chapa vertical	Tração	kN	7.00	116.46	6.01
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	1.79	174.23	1.02
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	6.99	28.94	24.15
	Chapa vertical	Tração	kN	6.99	116.46	6.00

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	7.00	29.05	24.11
Aba	Compressão	kN	9.63	112.52	8.56
	Tração	kN	1.89	90.28	2.09
Alma	Tração	kN	7.00	118.79	5.90

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

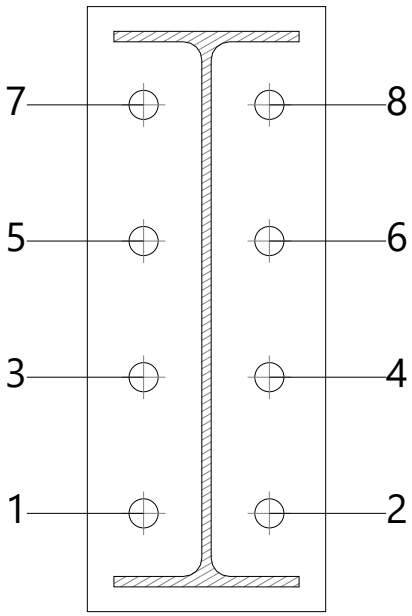
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	63.1	215.6	29.26	44.6	188.2	23.70	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	26.7	215.6	12.40	18.9	188.2	10.04	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	60.6	215.6	28.09	42.8	188.2	22.75	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



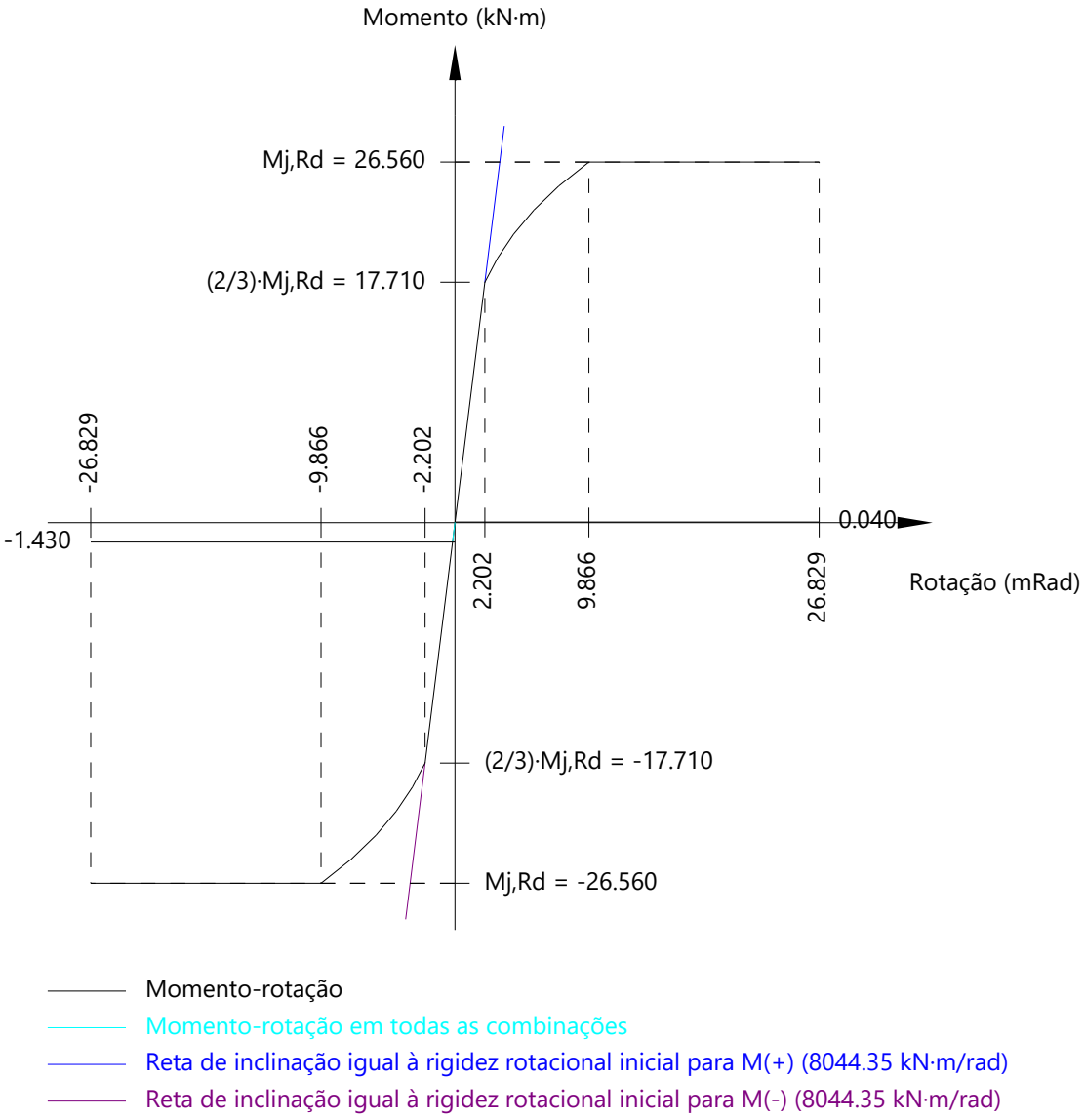
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.073	27.752	0.26	Espiga	62.534	89.104	70.18	0.26	70.18
	Esmagamento	0.073	69.842	0.10	Punção	3.927	109.616	3.58		
2	Deslizamento	0.073	27.752	0.26	Espiga	62.499	89.104	70.14	0.26	70.14
	Esmagamento	0.073	76.200	0.10	Punção	3.080	109.616	2.81		
3	Deslizamento	0.073	27.752	0.26	Espiga	62.516	89.104	70.16	0.26	70.16
	Esmagamento	0.073	69.842	0.10	Punção	3.502	109.616	3.20		
4	Deslizamento	0.073	27.752	0.26	Espiga	62.489	89.104	70.13	0.26	70.13
	Esmagamento	0.073	76.200	0.10	Punção	2.832	109.616	2.58		
5	Deslizamento	0.073	27.752	0.26	Espiga	62.500	89.104	70.14	0.26	70.14
	Esmagamento	0.073	69.842	0.10	Punção	3.104	109.616	2.83		
6	Deslizamento	0.073	27.752	0.26	Espiga	62.480	89.104	70.12	0.26	70.12
	Esmagamento	0.073	76.200	0.10	Punção	2.612	109.616	2.38		
7	Deslizamento	0.073	27.752	0.26	Espiga	62.485	89.104	70.13	0.26	70.13
	Esmagamento	0.073	69.842	0.10	Punção	2.729	109.616	2.49		
8	Deslizamento	0.073	27.752	0.26	Espiga	62.472	89.104	70.11	0.26	70.11
	Esmagamento	0.073	76.200	0.10	Punção	2.412	109.616	2.20		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	1.43	26.56	5.37
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	6.99	29.05	24.06
Aba	Compressão	kN	8.09	96.79	8.35
	Tração	kN	1.70	90.28	1.88
Alma	Tração	kN	6.99	118.79	5.88

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

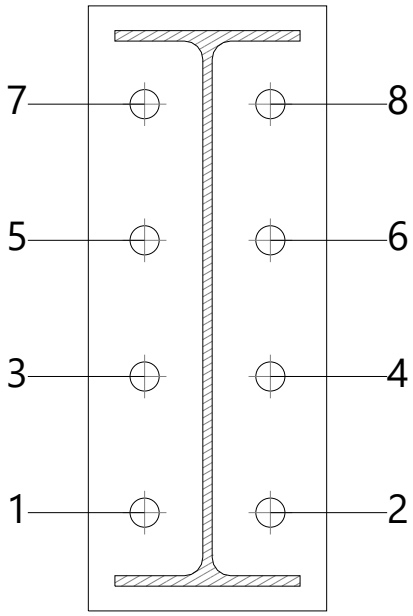
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	62.3	215.6	28.89	44.0	188.2	23.40	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	26.7	215.6	12.38	18.9	188.2	10.03	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	62.1	215.6	28.82	43.9	188.2	23.34	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



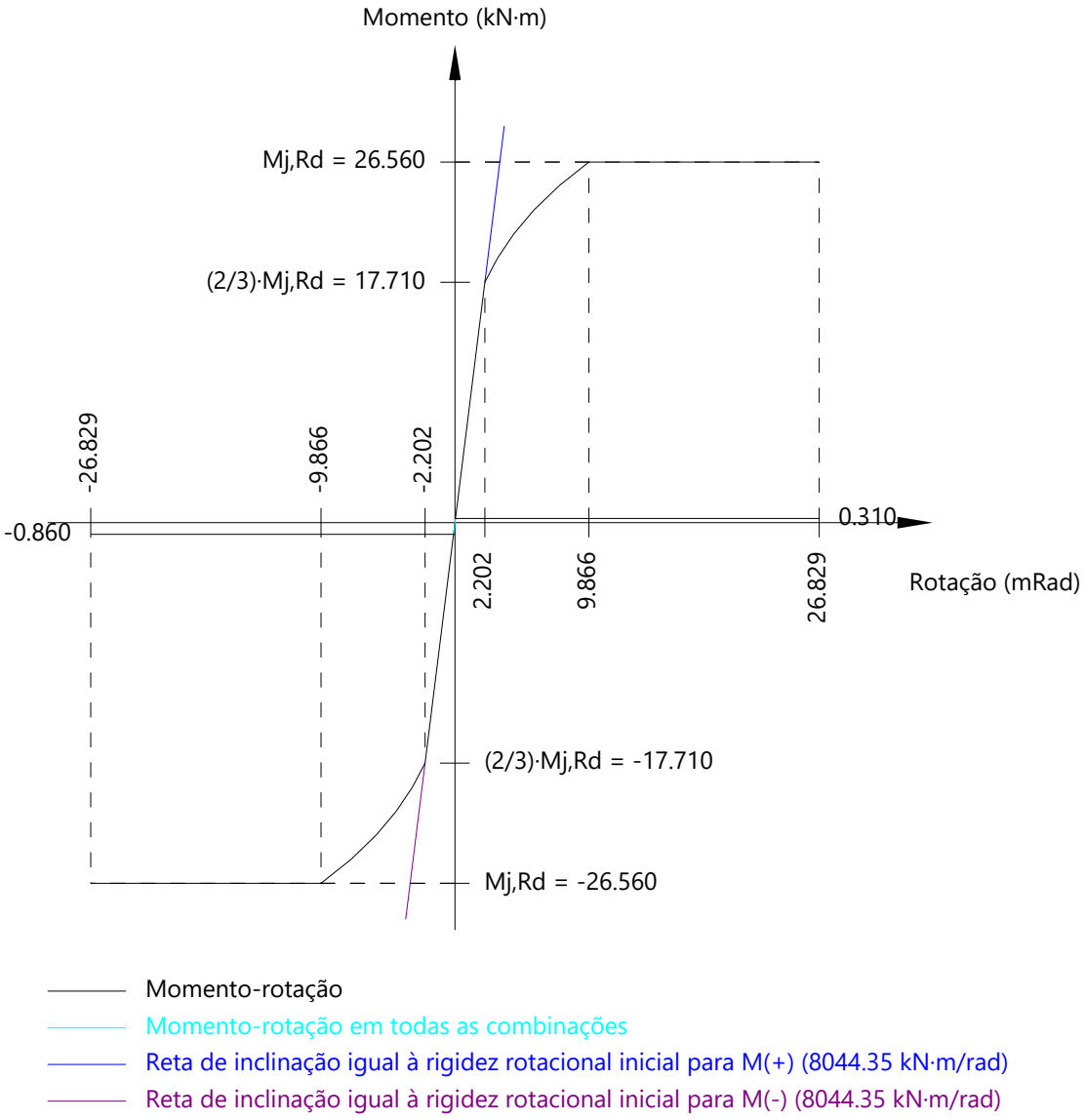
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.094	27.752	0.34	Espiga	62.509	89.104	70.15	0.34	70.15
	Esmagamento	0.094	76.200	0.12	Punção	3.322	109.616	3.03		
2	Deslizamento	0.092	27.752	0.33	Espiga	62.518	89.104	70.16	0.33	70.16
	Esmagamento	0.092	55.478	0.17	Punção	3.534	109.616	3.22		
3	Deslizamento	0.099	27.752	0.36	Espiga	62.498	89.104	70.14	0.36	70.14
	Esmagamento	0.099	76.200	0.13	Punção	3.070	109.616	2.80		
4	Deslizamento	0.097	27.752	0.35	Espiga	62.516	89.104	70.16	0.35	70.16
	Esmagamento	0.097	55.192	0.18	Punção	3.495	109.616	3.19		
5	Deslizamento	0.103	27.752	0.37	Espiga	62.490	89.104	70.13	0.37	70.13
	Esmagamento	0.103	76.200	0.14	Punção	2.852	109.616	2.60		
6	Deslizamento	0.101	27.752	0.37	Espiga	62.516	89.104	70.16	0.37	70.16
	Esmagamento	0.101	54.946	0.18	Punção	3.495	109.616	3.19		
7	Deslizamento	0.108	27.752	0.39	Espiga	62.481	89.104	70.12	0.39	70.12
	Esmagamento	0.108	76.200	0.14	Punção	2.646	109.616	2.41		
8	Deslizamento	0.106	27.752	0.38	Espiga	62.516	89.104	70.16	0.38	70.16
	Esmagamento	0.106	54.735	0.19	Punção	3.495	109.616	3.19		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	0.86	26.56	3.23
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

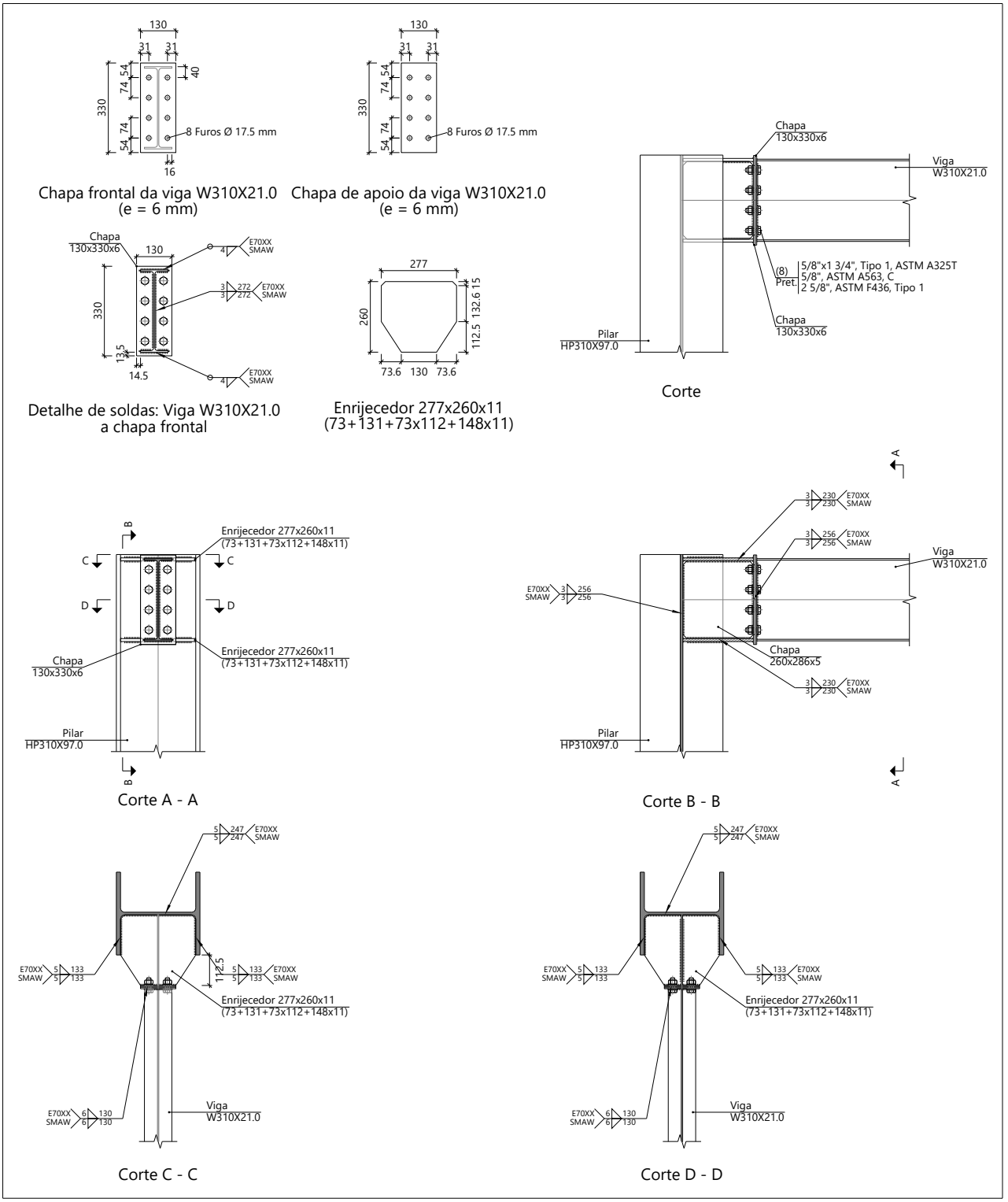
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	4977
			4	753
			5	4098
			6	1040

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	4	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	22.04
	Chapas	2	260x286x5	5.84
		4	130x330x6	8.08
			Total	35.96

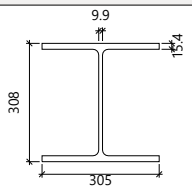
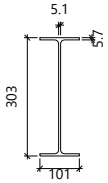
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	16	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

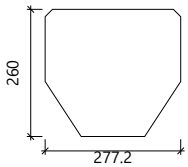
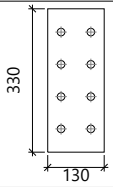
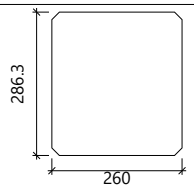
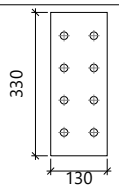
2.2.4.13. Tipo 88

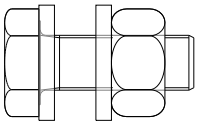
a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

	Verificações de resistência					
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Viga W310X21.0	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	0.11	574.36	0.02
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	6.91	313.64	2.20
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	9.52	313.64	3.03
	Chapa frontal [Viga W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga W310X21.0]	Cortante	kN	9.48	216.41	4.38
	Aba	Rasgamento	N/mm²	2.03	313.64	0.65
		Cortante	N/mm²	4.06	313.64	1.29
	Enrijecedores	Tração	kN	1.49	174.23	0.86
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	3.70	28.94	12.77
	Chapa vertical	Tração	kN	3.70	116.46	3.17

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	3.70	29.05	12.72
Aba	Compressão	kN	9.26	180.37	5.13
	Tração	kN	1.42	90.28	1.57
Alma	Tração	kN	3.70	118.79	3.11

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

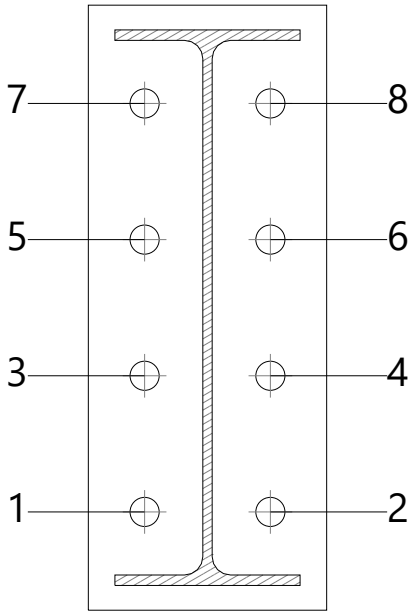
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	23.8	215.6	11.02	16.8	188.2	8.92	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	20.3	215.6	9.42	14.4	188.2	7.63	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	23.7	215.6	11.02	16.8	188.2	8.92	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



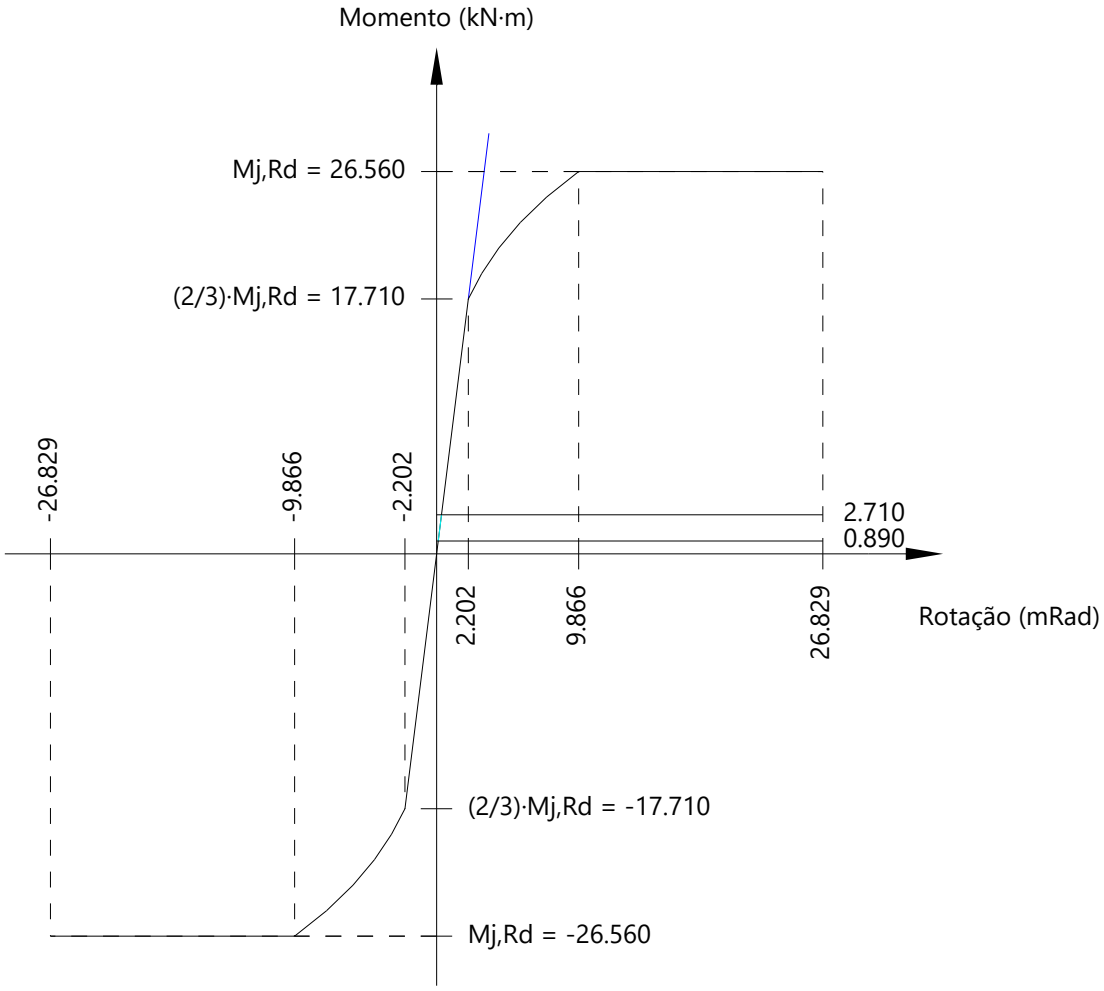
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.204	27.752	0.73	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.73	70.00
	Esmagamento	0.204	75.274	0.27	Punção	0.000	109.616	0.00		
2	Deslizamento	0.204	27.752	0.73	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.73	70.00
	Esmagamento	0.204	76.200	0.27	Punção	0.000	109.616	0.00		
3	Deslizamento	0.204	27.752	0.73	Espiga	62.403	89.104	70.03	0.73	70.03
	Esmagamento	0.204	75.274	0.27	Punção	0.743	109.616	0.68		
4	Deslizamento	0.204	27.752	0.73	Espiga	62.400	89.104	70.03	0.73	70.03
	Esmagamento	0.204	76.200	0.27	Punção	0.664	109.616	0.61		
5	Deslizamento	0.204	27.752	0.73	Espiga	62.448	89.104	70.09	0.73	70.09
	Esmagamento	0.204	75.274	0.27	Punção	1.848	109.616	1.69		
6	Deslizamento	0.204	27.752	0.73	Espiga	62.445	89.104	70.08	0.73	70.08
	Esmagamento	0.204	76.200	0.27	Punção	1.769	109.616	1.61		
7	Deslizamento	0.204	27.752	0.73	Espiga	62.494	89.104	70.14	0.73	70.14
	Esmagamento	0.204	75.274	0.27	Punção	2.953	109.616	2.69		
8	Deslizamento	0.204	27.752	0.73	Espiga	62.490	89.104	70.13	0.73	70.13
	Esmagamento	0.204	76.200	0.27	Punção	2.874	109.616	2.62		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	2.71	26.56	10.21
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	2488
			4	377
			5	2049
			6	520

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
			Total	17.98

Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	8	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	16	5/8", ASTM F436

SETOR 03

ÍNDICE

1. DADOS DE OBRA..... 2
1.1. Normas consideradas..... 2
1.2. Estados limites..... 2
1.2.1. Situações de projeto..... 2
1.2.2. Combinações..... 3

2. ESTRUTURA..... 4
2.1. Geometria..... 4
2.1.1. Barras..... 4
2.2. Ligações..... 9
2.2.1. Memória de cálculo..... 9

1. DADOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Aços laminados e soldados: ABNT NBR 8800:2024

Categoria de uso: Edificações residenciais

1.2. Estados limites

E.L.U. Aço laminado	Cópia de Aço laminado - NBR 8800: 2024
Deslocamentos	Ações características

1.2.1. Situações de projeto

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

- Com coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sem coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Onde:

G_k Ação permanente
P_k Ação de pré-tensão
Q_k Ação variável
γ_G Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes
γ_P Coeficiente parcial de segurança da ação de pré-tensão
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinação da ação variável principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão:

E.L.U. Aço laminado: ABNT NBR 8800:2024

Cópia de Normal				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

Deslocamentos

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança (γ)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

1.2.2. Combinações

- **Nomes das ações**

PP	Peso próprio
CP 1	CAPA CONCRETO + STEEL DECK
SCU 1	NORMATIVA
V 1	VENTO a 0º
V 2	VENTO a 90º

- **E.L.U. Aço laminado**

Comb.	PP	CP 1	SCU 1	V 1	V 2
1	1.000	1.000			
2	1.500	1.000			
3	1.000	1.500			
4	1.500	1.500			
5	1.000	1.000	1.500		
6	1.500	1.000	1.500		
7	1.000	1.500	1.500		
8	1.500	1.500	1.500		
9	1.000	1.000		1.400	
10	1.500	1.000		1.400	
11	1.000	1.500		1.400	
12	1.500	1.500		1.400	
13	1.000	1.000	0.750	1.400	
14	1.500	1.000	0.750	1.400	
15	1.000	1.500	0.750	1.400	
16	1.500	1.500	0.750	1.400	
17	1.000	1.000	1.500	0.840	
18	1.500	1.000	1.500	0.840	
19	1.000	1.500	1.500	0.840	
20	1.500	1.500	1.500	0.840	
21	1.000	1.000			1.400
22	1.500	1.000			1.400
23	1.000	1.500			1.400
24	1.500	1.500			1.400
25	1.000	1.000	0.750		1.400
26	1.500	1.000	0.750		1.400
27	1.000	1.500	0.750		1.400
28	1.500	1.500	0.750		1.400
29	1.000	1.000	1.500		0.840
30	1.500	1.000	1.500		0.840
31	1.000	1.500	1.500		0.840
32	1.500	1.500	1.500		0.840

- **Deslocamentos**

Comb.	PP	CP 1	SCU 1	V 1	V 2
1	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000		1.000	
4	1.000	1.000	1.000	1.000	
5	1.000	1.000			1.000
6	1.000	1.000	1.000		1.000

2. ESTRUTURA

2.1. Geometria

2.1.1. Barras

2.1.1.1. Materiais utilizados

Materiais utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_{-t} (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designação						
Aço laminado	A-572 345MPa	200000.00	0.300	77000.00	345.00	0.000012	77.01

Notação:
E: Módulo de elasticidade
n: Módulo de poisson
G: Módulo de corte
f_y: Limite elástico
a_t: Coeficiente de dilatação
g: Peso específico

2.1.1.2. Descrição

Descrição											
Material		Barra (Ni/Nf)	Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designação				Indeformável origem	Deformável	Indeformável extremo				
Aço laminado	A-572 345MPa	N554/N555	N554/N555	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.164	0.153	1.00	1.00	4.470	4.470
		N556/N557	N556/N557	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.164	0.153	1.00	1.00	4.470	4.470
		N555/N558	N555/N558	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.039	0.153	1.00	1.00	4.345	4.345
		N557/N559	N557/N559	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.039	0.153	1.00	1.00	4.345	4.345
		N560/N561	N560/N561	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.164	0.153	1.00	1.00	4.470	4.470
		N561/N562	N561/N562	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.039	0.153	1.00	1.00	4.345	4.345
		N563/N564	N563/N564	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.039	0.153	1.00	1.00	4.345	4.345
		N565/N563	N565/N563	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.153	4.164	0.153	1.00	1.00	4.470	4.470
		N557/N566	N557/N561	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	1.887	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N566/N567	N557/N561	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.041	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N567/N568	N557/N561	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.041	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N568/N569	N557/N561	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.109	-	1.00	1.00	2.109	2.109
		N569/N570	N557/N561	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.973	-	1.00	1.00	1.973	1.973

Descrição												
Material		Barra (Ni/Nf)	Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designação				Indeformável origem	Deformável	Indeformável extremo				
		N570/N561	N557/N561	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.886	0.154	1.00	1.00	2.040	2.040
		N566/N571	N566/N571	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.345	-	1.00	1.00	4.345	4.345
		N567/N572	N567/N572	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.345	-	1.00	1.00	4.345	4.345
		N568/N573	N568/N573	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.345	-	1.00	1.00	4.345	4.345
		N569/N574	N569/N574	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.192	0.153	1.00	1.00	4.345	4.345
		N570/N575	N570/N575	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.345	-	1.00	1.00	4.345	4.345
		N576/N564	N576/N564	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	3.705	0.154	1.00	1.00	4.013	4.013
		N574/N575	N574/N562	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	1.819	-	1.00	1.00	1.973	1.973
		N575/N562	N574/N562	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.886	0.154	1.00	1.00	2.040	2.040
		N577/N572	N577/N574	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	0.836	-	1.00	1.00	0.990	0.990
		N572/N573	N577/N574	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.041	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N573/N574	N577/N574	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.955	0.154	1.00	1.00	2.109	2.109
		N578/N576	N578/N576	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	4.832	0.154	1.00	1.00	5.140	5.140
		N558/N578	N558/N578	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	2.784	0.154	1.00	1.00	3.092	3.092
		N559/N571	N559/N577	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	1.887	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N571/N577	N559/N577	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	0.897	0.154	1.00	1.00	1.051	1.051
		N579/N560	N579/N560	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.198	0.302	1.00	1.40	1.750	1.750
		N560/N565	N560/N565	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.302	3.046	0.152	1.00	1.40	1.750	1.750

Descrição												
Material		Barra (Ni/Nf)	Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designação				Indeformável origem	Deformável	Indeformável extremo				
		N580/N561	N580/N561	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.198	0.302	0.85	0.98	1.750	1.750
		N561/N563	N561/N563	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.302	3.046	0.152	1.00	1.00	1.750	1.750
		N581/N562	N581/N562	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.348	0.152	0.96	0.99	1.750	1.750
		N562/N564	N562/N564	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	3.196	0.152	1.00	1.00	1.750	1.750
		N582/N556	N582/N556	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.198	0.302	1.00	1.40	1.750	1.750
		N556/N554	N556/N554	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.302	3.046	0.152	1.00	1.40	1.750	1.750
		N583/N557	N583/N557	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.198	0.302	0.85	0.98	1.750	1.750
		N557/N555	N557/N555	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.302	3.046	0.152	1.00	1.00	1.750	1.750
		N584/N559	N584/N559	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.348	0.152	0.95	0.99	1.750	1.750
		N559/N558	N559/N558	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	3.196	0.152	1.00	1.00	1.750	1.750
		N585/N577	N585/N577	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.348	0.152	0.93	1.00	1.750	1.750
		N577/N578	N577/N578	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	3.196	0.152	1.00	1.00	1.750	1.750
		N586/N574	N586/N574	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	-	3.348	0.152	0.94	1.00	1.750	1.750
		N574/N576	N574/N576	HP310X97.0 (HP - TecnoMetal (Brasil))	0.152	3.196	0.152	1.00	1.00	1.750	1.750
		N556/N587	N556/N560	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.154	1.887	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N587/N588	N556/N560	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.041	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N588/N589	N556/N560	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.041	-	1.00	1.00	2.041	2.041
		N589/N590	N556/N560	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.109	-	1.00	1.00	2.109	2.109

Descrição											
Material		Barra (Ni/Nf)	Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designação				Indeformável origem	Deformável	Indeformável extremo				
		N590/N591	N556/N560	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.973	-	1.00	1.00	1.973	1.973
		N591/N560	N556/N560	W610X101 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	1.886	0.154	1.00	1.00	2.040	2.040
		N587/N566	N587/N566	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.470	-	1.00	1.00	4.470	4.470
		N588/N567	N588/N567	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.470	-	1.00	1.00	4.470	4.470
		N589/N568	N589/N568	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.470	-	1.00	1.00	4.470	4.470
		N590/N569	N590/N569	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.470	-	1.00	1.00	4.470	4.470
		N591/N570	N591/N570	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	4.470	-	1.00	1.00	4.470	4.470
		N592/N556	N592/N556	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	0.947	0.153	1.00	1.00	1.100	1.100
		N593/N589	N593/N589	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.320	-	1.00	1.00	2.320	2.320
		N593/N595	N593/N592	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.081	-	1.00	1.00	2.081	2.081
		N595/N594	N593/N592	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.081	-	1.00	1.00	2.081	2.081
		N594/N592	N593/N592	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	-	2.081	-	1.00	1.00	2.081	2.081
		N595/N588	N595/N588	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.052	1.861	-	1.00	1.00	1.913	1.913
		N594/N587	N594/N587	W310X21.0 (W - TecnoMetal (Brasil))	0.052	1.455	-	1.00	1.00	1.507	1.507

Notação:
Ni: Nó inicial
Nf: Nó final
b_{xy}: Coeficiente de flambagem no plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de flambagem no plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Espaçamento entre travamentos do banzo superior
$Lb_{Inf.}$: Espaçamento entre travamentos do banzo inferior

2.1.1.3. Características mecânicas

Tipos de peça	
Ref.	Peças
1	N554/N555, N556/N557, N555/N558, N557/N559, N560/N561, N561/N562, N563/N564, N565/N563, N566/N571, N567/N572, N568/N573, N569/N574, N570/N575, N576/N564, N574/N562, N577/N574, N578/N576, N558/N578, N559/N577, N587/N566, N588/N567, N589/N568, N590/N569, N591/N570, N592/N556, N593/N589, N593/N592, N595/N588 e N594/N587
2	N557/N561 e N556/N560
3	N579/N560, N560/N565, N580/N561, N561/N563, N581/N562, N562/N564, N582/N556, N556/N554, N583/N557, N557/N555, N584/N559, N559/N558, N585/N577, N577/N578, N586/N574 e N574/N576

Características mecânicas

Material		Ref.	Descrição	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designação								
Aço laminado	A-572 345MPa	1	W310X21.0, (W - TecnoMetal (Brasil))	27.24	8.64	13.38	3775.28	98.43	3.61
		2	W610X101, (W - TecnoMetal (Brasil))	128.99	50.96	54.17	75933.63	2949.37	76.79
		3	HP310X97.0, (HP - TecnoMetal (Brasil))	123.61	70.46	24.70	22320.13	7278.38	91.50

Notação:
Ref.: Referência
A: Área da seção transversal
Avy: Área de esforço cortante da seção segundo o eixo local 'Y'
Avz: Área de esforço cortante da seção segundo o eixo local 'Z'
Iyy: Inércia da seção em torno do eixo local 'Y'
Izz: Inércia da seção em torno do eixo local 'Z'
It: Inércia à torção
As características mecânicas das peças correspondem à seção no ponto médio das mesmas.

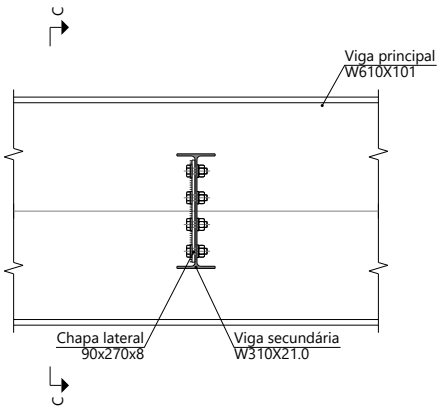
2.2. Ligações

Nota: As ligações que não estão correctamente definidas não são mostradas nas listagens.

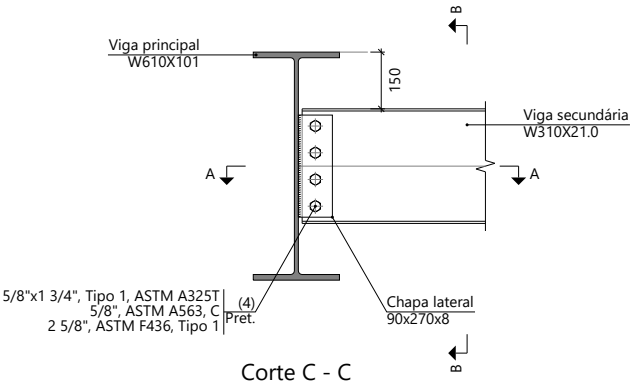
2.2.1. Memória de cálculo

2.2.1.1. Tipo 48

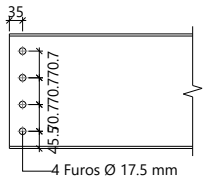
a) Detalhe



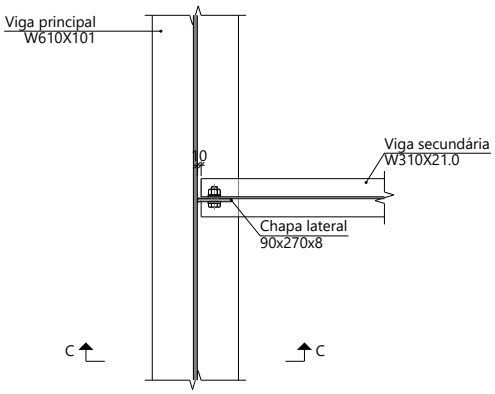
Corte B - B



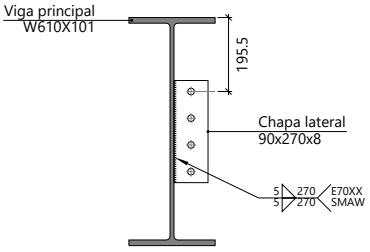
Corte C - C



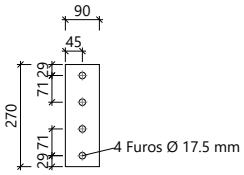
Detalhe do extremo da viga secundária W310X21.0



Corte A - A

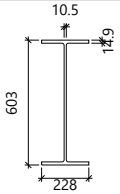
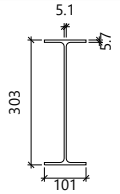


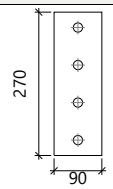
Detalhe da solda da chapa lateral.

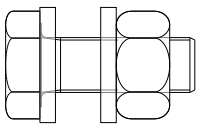


Chapa lateral da viga W310X21.0 (e = 8 mm)

b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	W610X101		603	228	14.9	10.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga secundária W310X21.0		90	270	8	4	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Viga principal

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punção	kN	8.61	209.20	4.12
	Flexão por força perpendicular	kN	8.61	135.78	6.34

2) Viga secundária W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.05
	Tensões combinadas	--	--	--	13.71
	Flambagem local	N/mm²	-21.66	280.66	7.72
	Esmagamento	kN	14.77	74.40	19.86
	Rasgamento	kN	46.33	266.87	17.36
Alma	Esmagamento	kN	14.77	59.46	24.85
	Rasgamento	kN	46.33	204.45	22.66

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

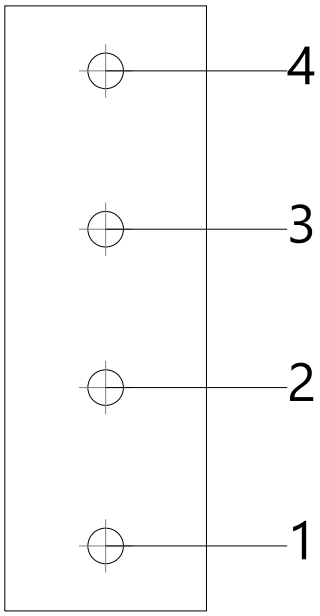
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Detalhe da solda da chapa lateral.	De ângulo	SMAW	8	40	270	5	8	5

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Detalhe da solda da chapa lateral.	5	8	270	E70XX (485.0)	345.0	34.8	215.6	16.15	24.6	188.2	13.08	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	14.775	27.752	53.24	Espiga	62.373	89.104	70.00	53.24	70.00
	Esmagamento	14.775	74.404	19.86	Punção	0.007	93.174	0.01		
2	Deslizamento	11.950	27.752	43.06	Espiga	62.373	89.104	70.00	43.06	70.00
	Esmagamento	11.950	101.600	11.76	Punção	0.007	93.174	0.01		
3	Deslizamento	11.981	27.752	43.17	Espiga	62.373	89.104	70.00	43.17	70.00
	Esmagamento	11.981	101.600	11.79	Punção	0.007	93.174	0.01		
4	Deslizamento	14.647	27.752	52.78	Espiga	62.373	89.104	70.00	52.78	70.00
	Esmagamento	14.647	101.600	14.42	Punção	0.007	93.174	0.01		

d) Quantit.

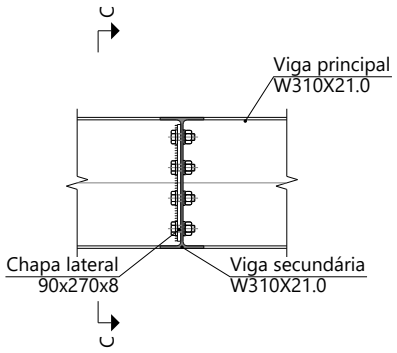
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	5	540

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Chapas	1	90x270x8	1.53
			Total	1.53

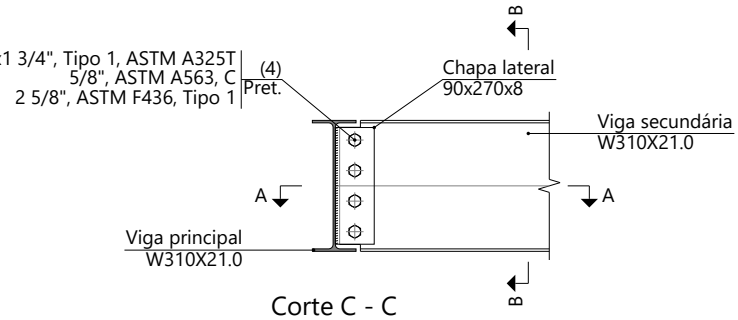
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	4	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	8	5/8", ASTM F436

2.2.1.2. Tipo 63

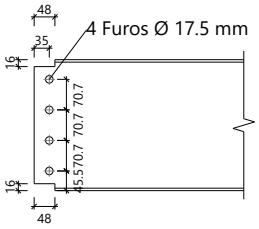
a) Detalhe



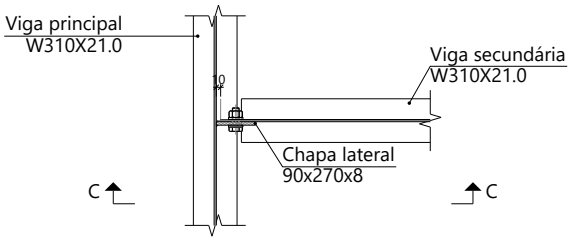
Corte B - B



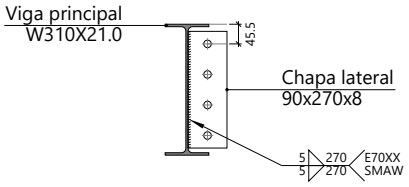
Corte C - C



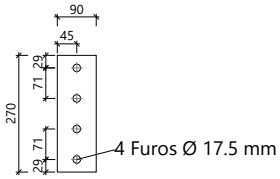
Detalhe do extremo da viga secundária W310X21.0



Corte A - A

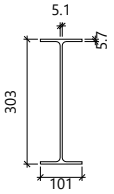


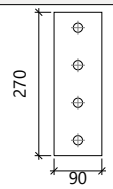
Detalhe da solda da chapa lateral.

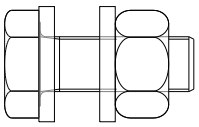


Chapa lateral da viga W310X21.0 (e = 8 mm)

b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga secundária W310X21.0		90	270	8	4	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Viga principal

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punção	kN	2.79	98.71	2.83
	Flexão por força perpendicular	kN	2.79	275.53	1.01

2) Viga secundária W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.05
	Tensões combinadas	--	--	--	13.71
	Flambagem local	N/mm²	-21.66	280.66	7.72
	Esmagamento	kN	14.77	74.40	19.86
	Rasgamento	kN	46.33	266.87	17.36
Alma	Esmagamento	kN	14.65	47.80	30.64
	Rasgamento	kN	46.33	170.98	27.10
	Flambagem local	N/mm²	-45.27	229.80	19.70

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Detalhe da solda da chapa lateral.	De ângulo	SMAW	5	40	270	3	5	5

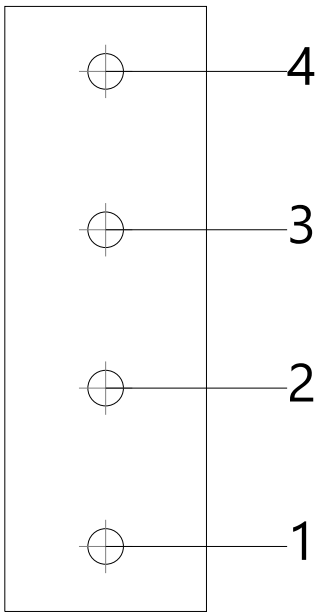
P.S.: Procedimento de soldagem.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Detalhe da solda da chapa lateral.	5	5	270	E70XX (485.0)	345.0	34.8	215.6	16.15	24.6	188.2	13.08	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



Disposições constructivas

Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	14.775	27.752	53.24	Espiga	62.373	89.104	70.00	53.24	70.00
	Esmagamento	14.775	74.404	19.86	Punção	0.000	93.174	0.00		
2	Deslizamento	11.950	27.752	43.06	Espiga	62.373	89.104	70.00	43.06	70.00
	Esmagamento	11.950	101.600	11.76	Punção	0.000	93.174	0.00		
3	Deslizamento	11.981	27.752	43.17	Espiga	62.373	89.104	70.00	43.17	70.00
	Esmagamento	11.981	101.600	11.79	Punção	0.000	93.174	0.00		
4	Deslizamento	14.647	27.752	52.78	Espiga	62.373	89.104	70.00	52.78	70.00
	Esmagamento	14.647	101.600	14.42	Punção	0.000	93.174	0.00		

d) Quantit.

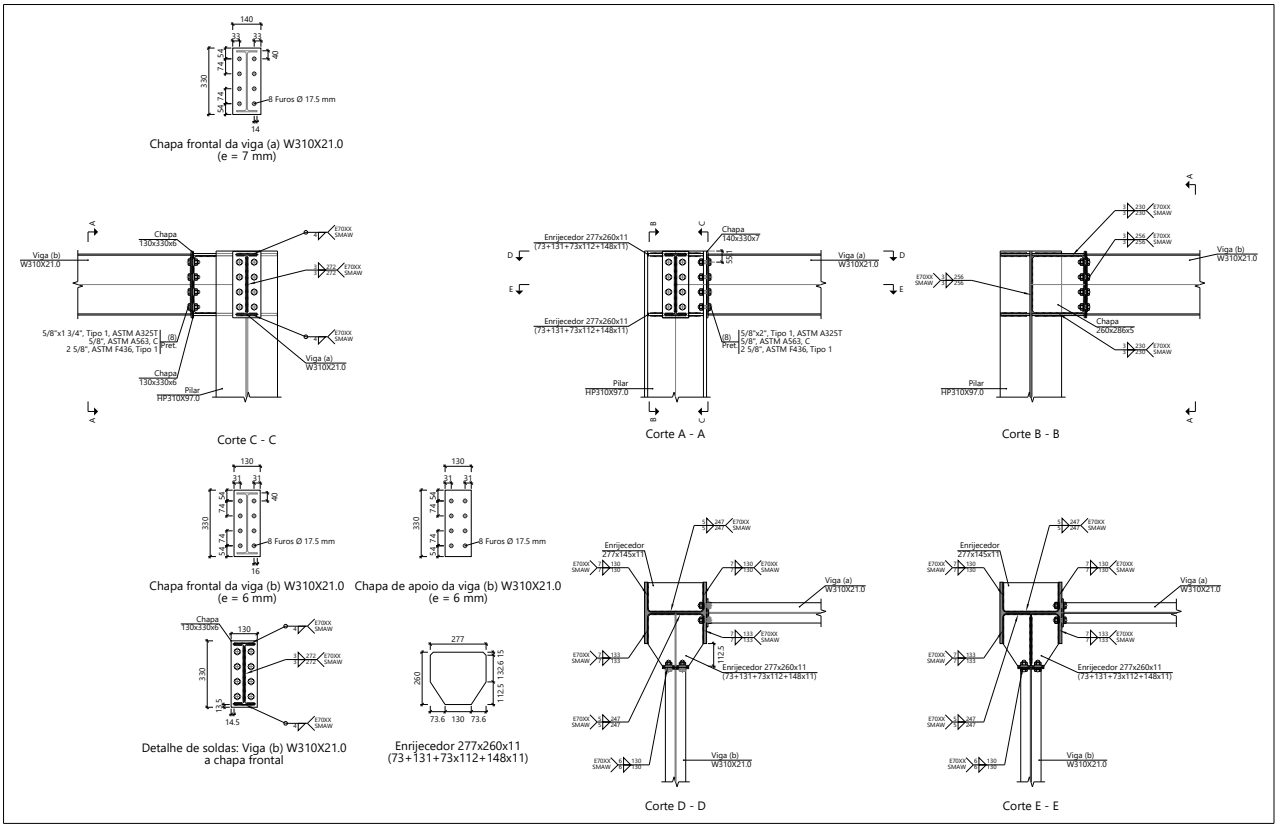
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	5	540

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Chapas	1	90x270x8	1.53
			Total	1.53

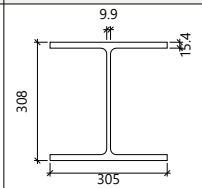
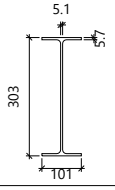
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	4	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	8	5/8", ASTM F436

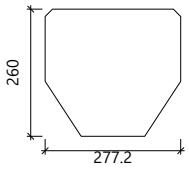
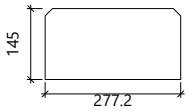
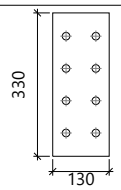
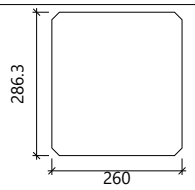
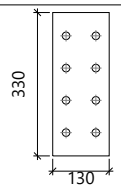
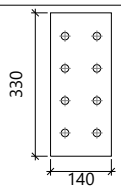
2.2.1.3. Tipo 75

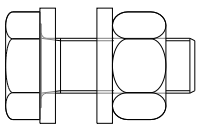
a) Detalhe

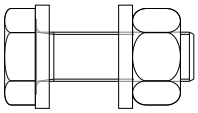


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	50.8	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

	Verificações de resistência					
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	3.55	574.36	0.62
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	14.51	313.64	4.63
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	15.41	313.64	4.91
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	13.27	313.64	4.23
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	7.37	313.64	2.35
	Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	18.42	216.41	8.51
	Aba	Rasgamento	N/mm²	12.08	313.64	3.85
		Cortante	N/mm²	6.24	313.64	1.99
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	6.58	178.21	3.69
		Tração	kN	1.44	279.16	0.51
	Alma	Tração	kN	5.83	212.43	2.75
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	3.81	174.23	2.19
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	10.92	28.94	37.73
	Chapa vertical	Tração	kN	10.92	116.46	9.38

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	35.3	215.6	16.38	25.0	188.2	13.27	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	86.0	215.6	39.91	60.8	188.2	32.33	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	5.83	36.51	15.97
Aba	Compressão	kN	7.87	115.90	6.79
	Tração	kN	1.65	90.28	1.83
Alma	Tração	kN	5.83	118.79	4.91

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

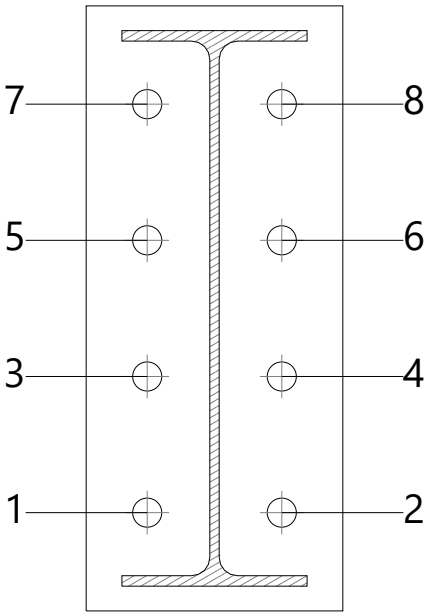
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	51.9	215.6	24.09	36.7	188.2	19.51	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	23.7	215.6	11.00	16.8	188.2	8.91	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	53.7	215.6	24.92	38.0	188.2	20.18	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



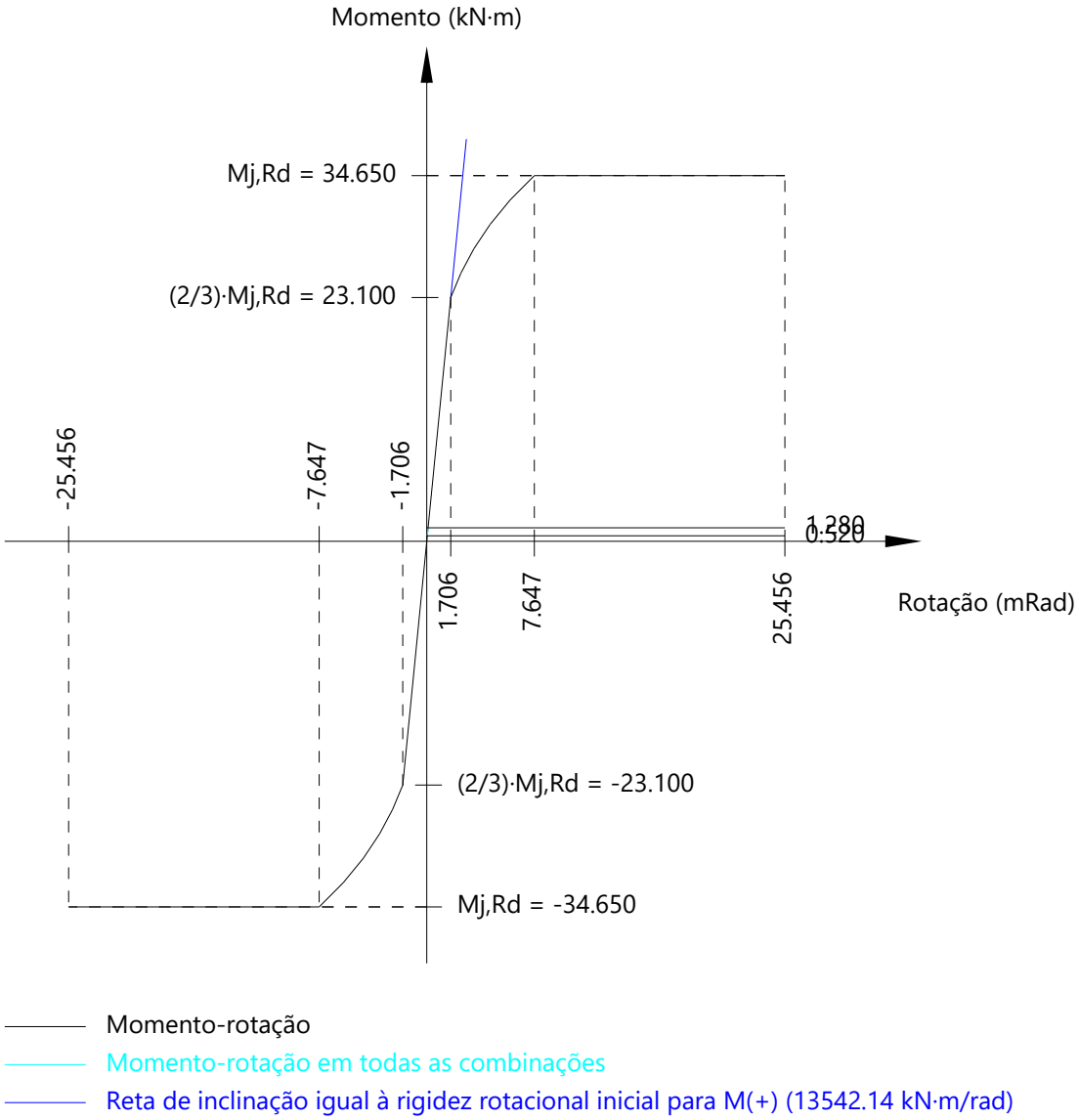
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.172	27.752	0.62	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.62	70.00
	Esmagamento	0.172	88.900	0.19	Punção	0.000	127.886	0.00		
2	Deslizamento	0.172	27.752	0.62	Espiga	62.477	89.104	70.12	0.62	70.12
	Esmagamento	0.172	88.670	0.19	Punção	2.163	127.886	1.69		
3	Deslizamento	0.172	27.752	0.62	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.62	70.00
	Esmagamento	0.172	88.900	0.19	Punção	0.000	127.886	0.00		
4	Deslizamento	0.172	27.752	0.62	Espiga	62.495	89.104	70.14	0.62	70.14
	Esmagamento	0.172	88.670	0.19	Punção	2.539	127.886	1.99		
5	Deslizamento	0.172	27.752	0.62	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.62	70.00
	Esmagamento	0.172	88.900	0.19	Punção	0.000	127.886	0.00		
6	Deslizamento	0.172	27.752	0.62	Espiga	62.513	89.104	70.16	0.62	70.16
	Esmagamento	0.172	88.670	0.19	Punção	2.916	127.886	2.28		
7	Deslizamento	0.172	27.752	0.62	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.62	70.00
	Esmagamento	0.172	88.900	0.19	Punção	0.000	127.886	0.00		
8	Deslizamento	0.172	27.752	0.62	Espiga	62.531	89.104	70.18	0.62	70.18
	Esmagamento	0.172	88.670	0.19	Punção	3.292	127.886	2.57		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	1.28	34.65	3.69
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	10.92	29.05	37.59
Aba	Compressão	kN	16.23	170.59	9.51
	Tração	kN	3.64	90.28	4.03
Alma	Tração	kN	10.92	118.79	9.19

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

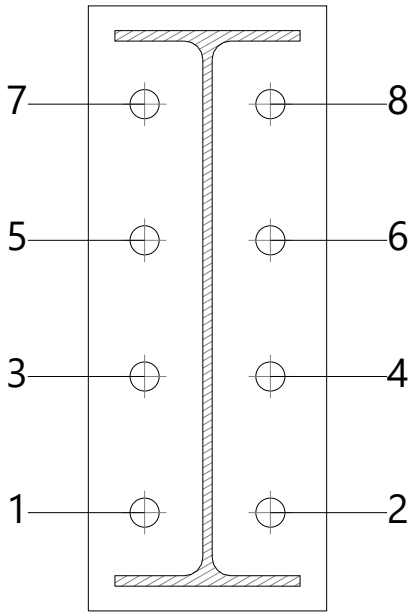
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	69.3	215.6	32.17	49.0	188.2	26.06	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	34.9	215.6	16.17	24.7	188.2	13.10	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	69.8	215.6	32.38	49.4	188.2	26.23	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



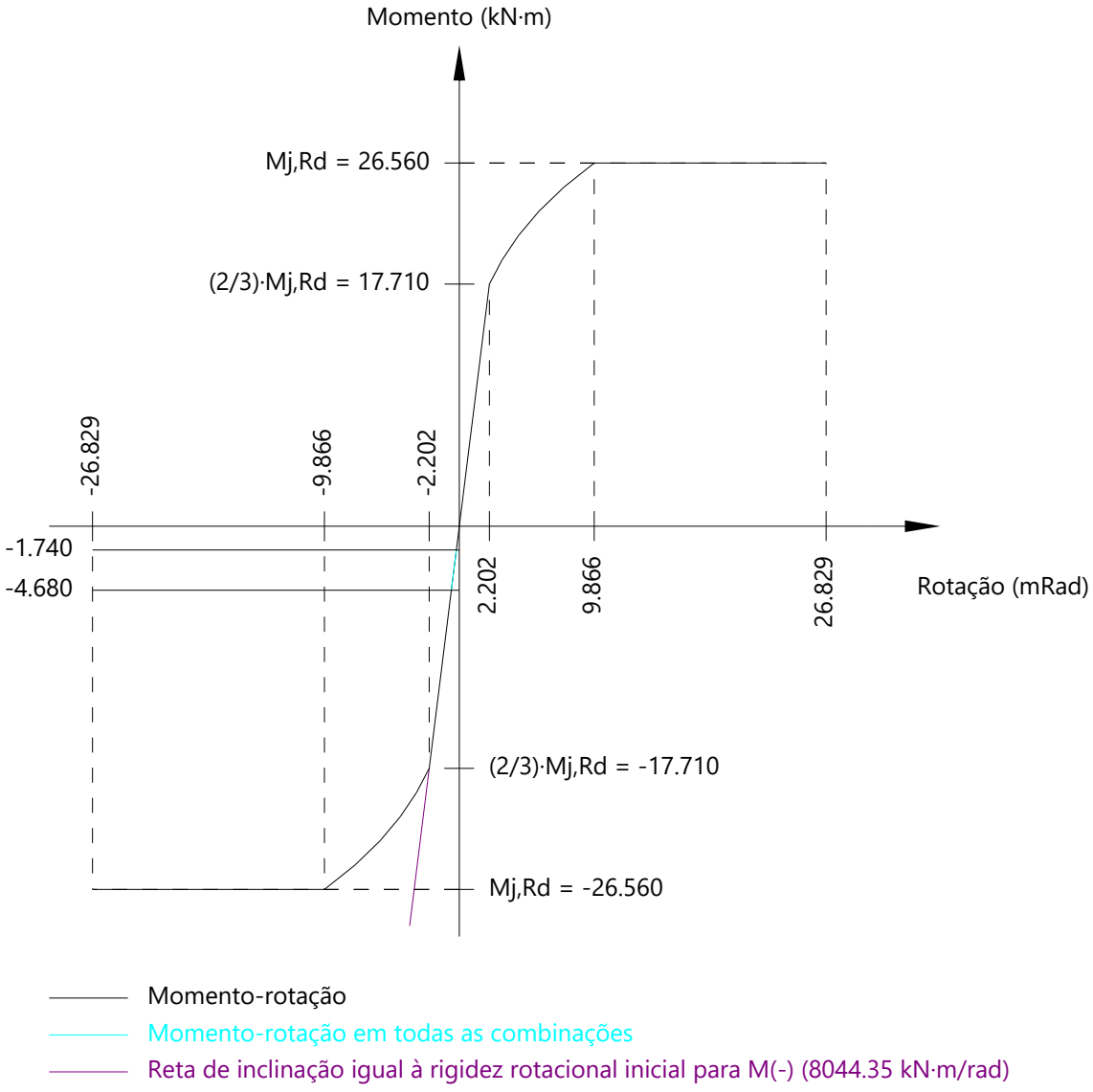
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.279	27.752	1.01	Espiga	62.683	89.104	70.35	1.01	70.35
	Esmagamento	0.279	75.357	0.37	Punção	7.574	109.616	6.91		
2	Deslizamento	0.274	27.752	0.99	Espiga	62.541	89.104	70.19	0.99	70.19
	Esmagamento	0.274	76.200	0.36	Punção	4.103	109.616	3.74		
3	Deslizamento	0.280	27.752	1.01	Espiga	62.597	89.104	70.25	1.01	70.25
	Esmagamento	0.280	75.125	0.37	Punção	5.460	109.616	4.98		
4	Deslizamento	0.275	27.752	0.99	Espiga	62.454	89.104	70.09	0.99	70.09
	Esmagamento	0.275	76.200	0.36	Punção	1.991	109.616	1.82		
5	Deslizamento	0.281	27.752	1.01	Espiga	62.510	89.104	70.15	1.01	70.15
	Esmagamento	0.281	74.871	0.38	Punção	3.346	109.616	3.05		
6	Deslizamento	0.276	27.752	0.99	Espiga	62.373	89.104	70.00	1.00	70.00
	Esmagamento	0.276	76.200	0.36	Punção	0.000	109.616	0.00		
7	Deslizamento	0.282	27.752	1.02	Espiga	62.423	89.104	70.06	1.02	70.06
	Esmagamento	0.282	74.595	0.38	Punção	1.232	109.616	1.12		
8	Deslizamento	0.277	27.752	1.00	Espiga	62.373	89.104	70.00	1.00	70.00
	Esmagamento	0.277	76.200	0.36	Punção	0.000	109.616	0.00		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	4.68	26.56	17.63
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

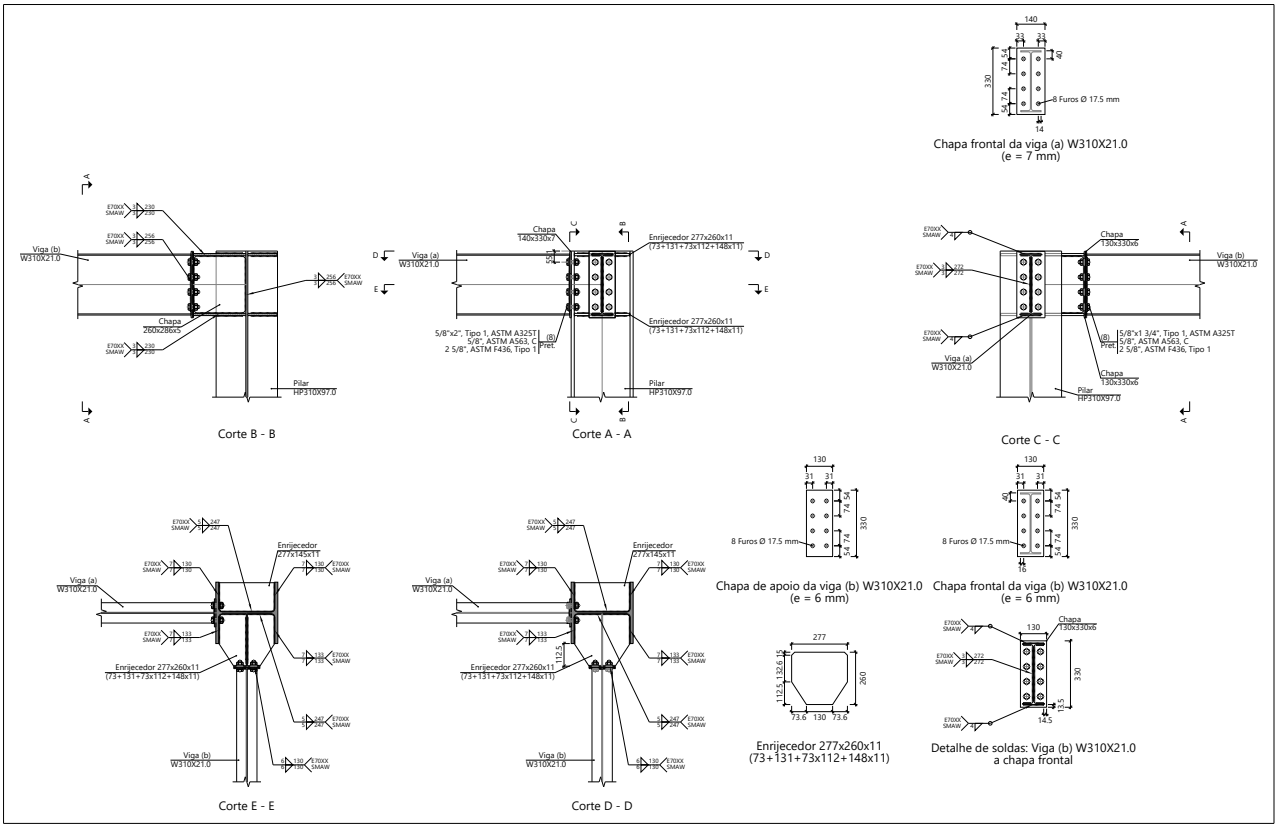
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	753
			5	1978
			6	520
			7	2100

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
		2	277x145x11	6.94
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
		1	140x330x7	2.54
			Total	27.46

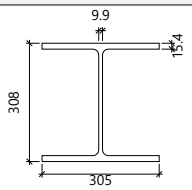
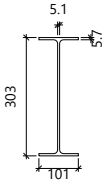
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
		8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

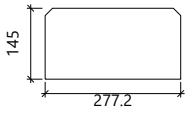
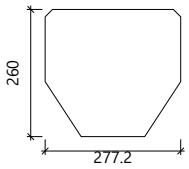
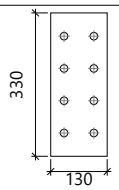
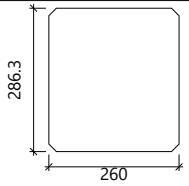
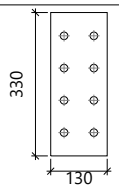
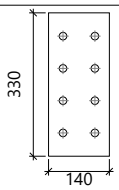
2.2.1.4. Tipo 76

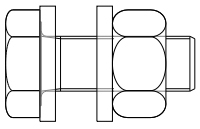
a) Detalhe

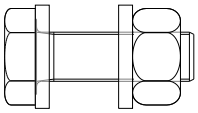


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	50.8	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

Verificações de resistência						
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	3.09	574.36	0.54
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	25.91	313.64	8.26
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	19.45	313.64	6.20
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	19.39	313.64	6.18
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	26.05	313.64	8.31
	Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	13.31	216.41	6.15
	Aba	Rasgamento	N/mm²	2.11	313.64	0.67
		Cortante	N/mm²	4.14	313.64	1.32
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	12.76	178.21	7.16
		Tração	kN	2.78	279.16	1.00
	Alma	Tração	kN	11.94	212.43	5.62
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	3.30	174.23	1.90
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	12.34	28.94	42.65
	Chapa vertical	Tração	kN	12.34	116.46	10.60

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	85.9	215.6	39.83	60.7	188.2	32.26	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	86.0	215.6	39.89	60.8	188.2	32.31	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	11.94	36.51	32.72
Aba	Compressão	kN	14.45	105.33	13.72
	Tração	kN	3.20	90.28	3.54
Alma	Tração	kN	11.94	118.79	10.06

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

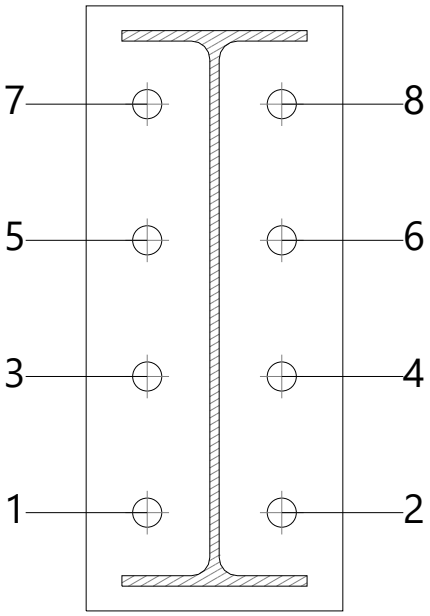
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	101.6	215.6	47.12	71.8	188.2	38.17	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	40.7	215.6	18.88	28.8	188.2	15.30	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	105.3	215.6	48.84	74.4	188.2	39.56	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



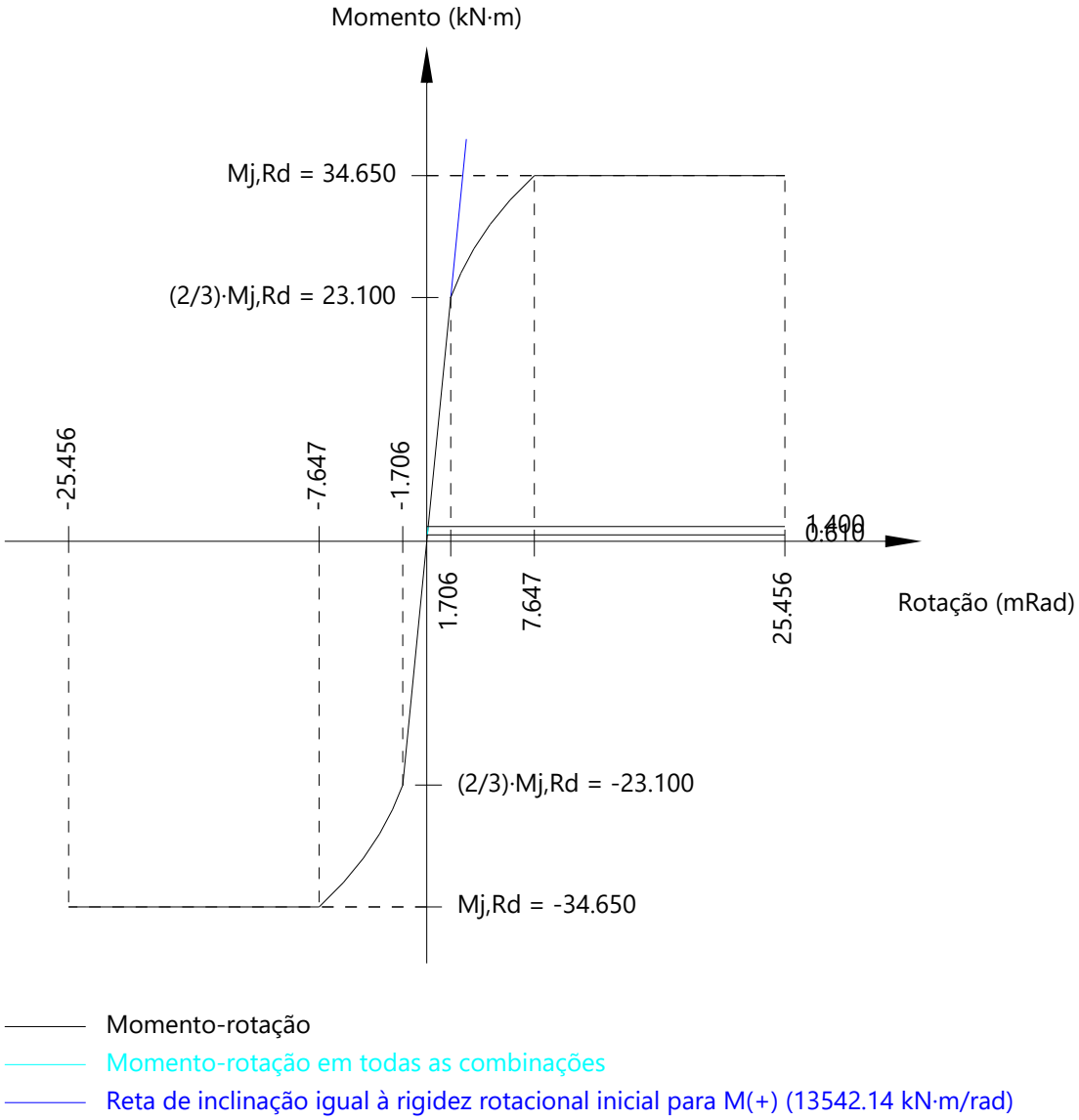
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.172	27.752	0.62	Espiga	62.620	89.104	70.28	0.62	70.28
	Esmagamento	0.172	79.745	0.22	Punção	5.153	127.886	4.03		
2	Deslizamento	0.177	27.752	0.64	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.64	70.00
	Esmagamento	0.177	88.900	0.20	Punção	0.000	127.886	0.00		
3	Deslizamento	0.176	27.752	0.63	Espiga	62.640	89.104	70.30	0.63	70.30
	Esmagamento	0.176	79.199	0.22	Punção	5.563	127.886	4.35		
4	Deslizamento	0.180	27.752	0.65	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.65	70.00
	Esmagamento	0.180	88.900	0.20	Punção	0.000	127.886	0.00		
5	Deslizamento	0.180	27.752	0.65	Espiga	62.660	89.104	70.32	0.65	70.32
	Esmagamento	0.180	78.679	0.23	Punção	5.972	127.886	4.67		
6	Deslizamento	0.184	27.752	0.66	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.66	70.00
	Esmagamento	0.184	88.900	0.21	Punção	0.000	127.886	0.00		
7	Deslizamento	0.183	27.752	0.66	Espiga	62.680	89.104	70.34	0.66	70.34
	Esmagamento	0.183	78.185	0.23	Punção	6.382	127.886	4.99		
8	Deslizamento	0.188	27.752	0.68	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.68	70.00
	Esmagamento	0.188	88.900	0.21	Punção	0.000	127.886	0.00		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	1.40	34.65	4.03
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	12.34	29.05	42.49
Aba	Compressão	kN	14.67	102.36	14.33
	Tração	kN	3.14	90.28	3.48
Alma	Tração	kN	12.34	118.79	10.39

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

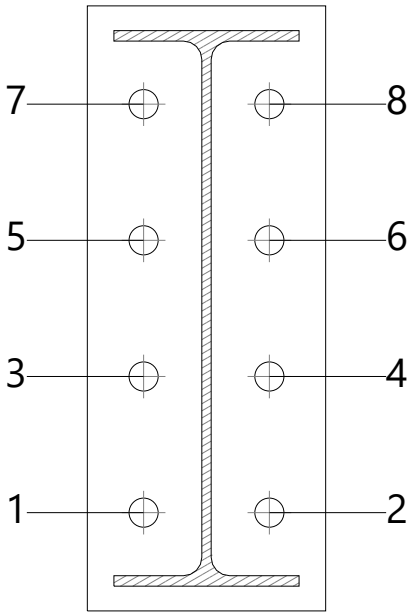
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	101.0	215.6	46.88	71.5	188.2	37.97	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	41.9	215.6	19.43	29.6	188.2	15.74	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	104.1	215.6	48.29	73.6	188.2	39.11	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



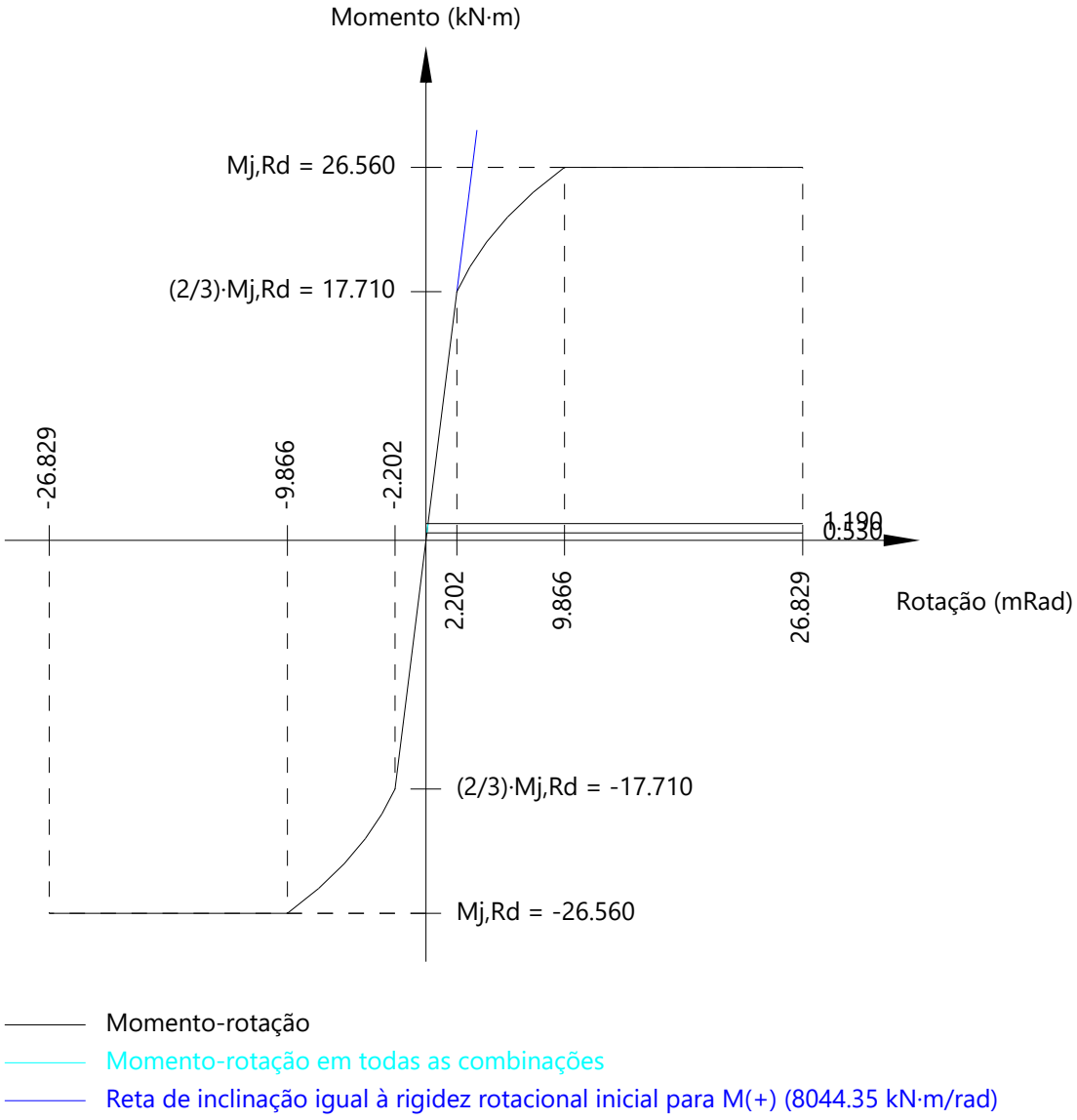
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.144	27.752	0.52	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.52	70.00
	Esmagamento	0.144	76.200	0.19	Punção	0.000	109.616	0.00		
2	Deslizamento	0.140	27.752	0.50	Espiga	62.596	89.104	70.25	0.50	70.25
	Esmagamento	0.140	65.043	0.21	Punção	5.441	109.616	4.96		
3	Deslizamento	0.147	27.752	0.53	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.53	70.00
	Esmagamento	0.147	76.200	0.19	Punção	0.000	109.616	0.00		
4	Deslizamento	0.143	27.752	0.51	Espiga	62.611	89.104	70.27	0.51	70.27
	Esmagamento	0.143	64.312	0.22	Punção	5.807	109.616	5.30		
5	Deslizamento	0.150	27.752	0.54	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.54	70.00
	Esmagamento	0.150	76.200	0.20	Punção	0.000	109.616	0.00		
6	Deslizamento	0.146	27.752	0.53	Espiga	62.626	89.104	70.28	0.53	70.28
	Esmagamento	0.146	63.625	0.23	Punção	6.172	109.616	5.63		
7	Deslizamento	0.153	27.752	0.55	Espiga	62.373	89.104	70.00	0.55	70.00
	Esmagamento	0.153	76.200	0.20	Punção	0.000	109.616	0.00		
8	Deslizamento	0.149	27.752	0.54	Espiga	62.641	89.104	70.30	0.54	70.30
	Esmagamento	0.149	62.982	0.24	Punção	6.537	109.616	5.96		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	1.19	26.56	4.49
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

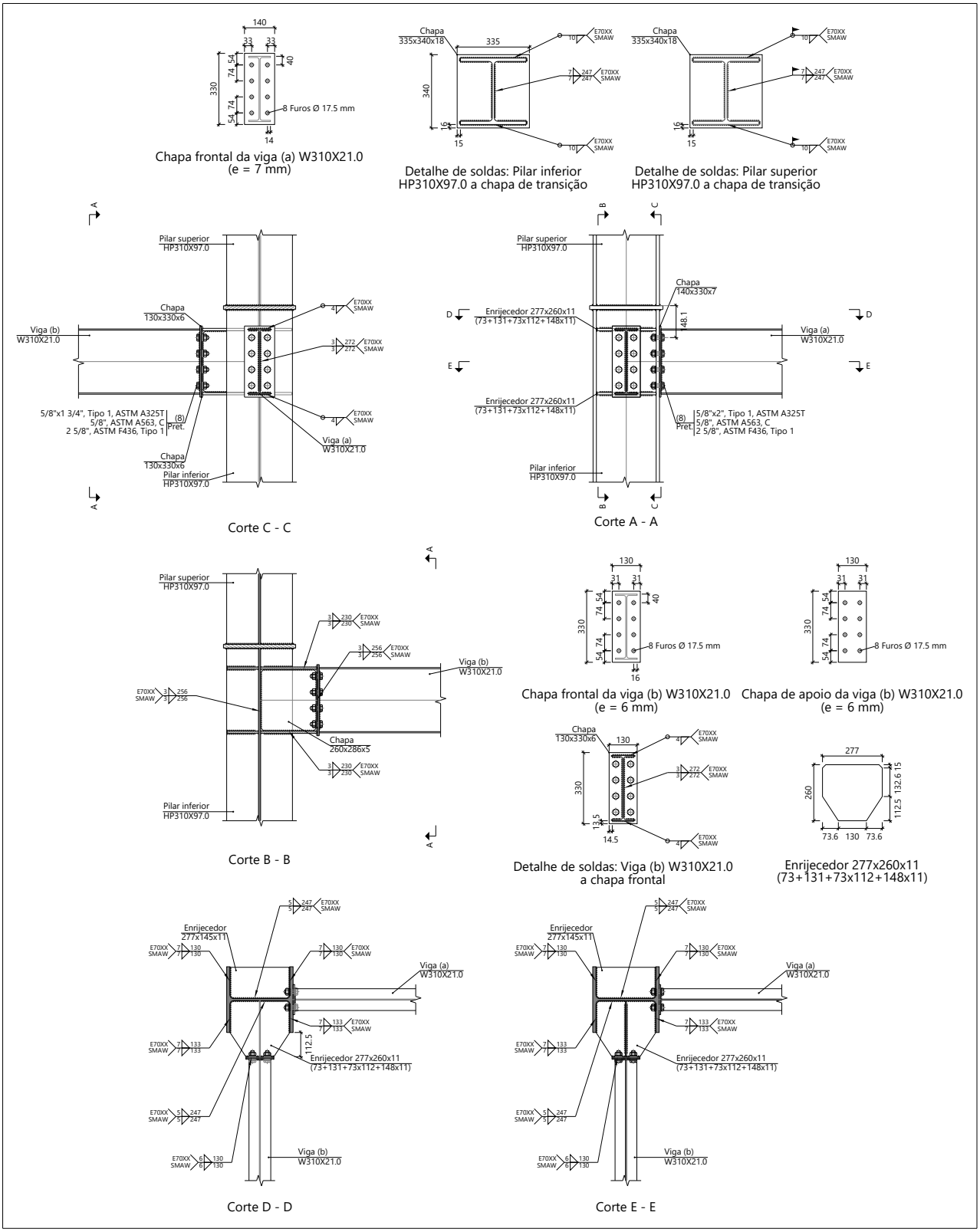
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	753
			5	1978
			6	520
			7	2100

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x145x11	6.94
		2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
		1	140x330x7	2.54
			Total	27.46

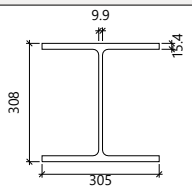
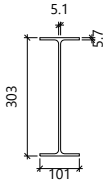
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
		8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

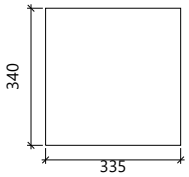
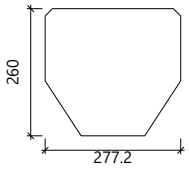
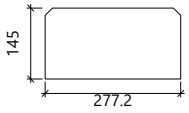
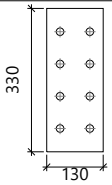
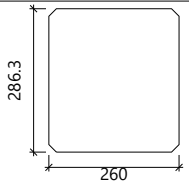
2.2.1.5. Tipo 80

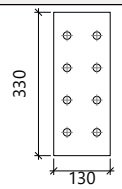
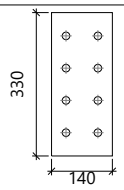
a) Detalhe

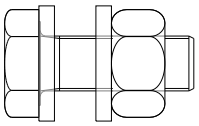
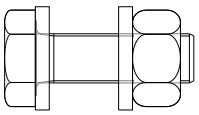


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de transição		335	340	18	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0
5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	50.8	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Chapa de transição

Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
Deformação admissível	mRad	--	2	0.00

2) Pilar superior HP310X97.0

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	14.3	215.6	6.63	10.1	188.2	5.37	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	31.8	215.6	14.77	22.5	188.2	11.96	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	13.7	215.6	6.34	9.7	188.2	5.13	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

3) Pilar inferior HP310X97.0

Verificações de resistência						
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	25.66	574.36	4.47
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	19.14	313.64	6.10
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	24.75	313.64	7.89
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	22.16	313.64	7.07
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	11.06	313.64	3.53
	Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	25.32	216.41	11.70
	Aba	Rasgamento	N/mm²	10.86	313.64	3.46
		Cortante	N/mm²	9.31	313.64	2.97
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	20.09	178.21	11.28
		Tração	kN	4.38	279.16	1.57
	Alma	Tração	kN	13.31	212.43	6.26
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	2.15	174.23	1.24
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	5.88	28.94	20.32
	Chapa vertical	Tração	kN	5.88	116.46	5.05

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	14.3	215.6	6.63	10.1	188.2	5.37	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	31.8	215.6	14.77	22.5	188.2	11.96	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	13.7	215.6	6.34	9.7	188.2	5.13	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	36.9	215.6	17.14	26.1	188.2	13.88	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	40.6	215.6	18.83	28.7	188.2	15.25	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	85.8	215.6	39.83	60.7	188.2	32.26	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

4) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	13.31	36.51	36.45
Aba	Compressão	kN	24.95	180.45	13.83
	Tração	kN	5.03	90.28	5.57
Alma	Tração	kN	13.31	118.79	11.20

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

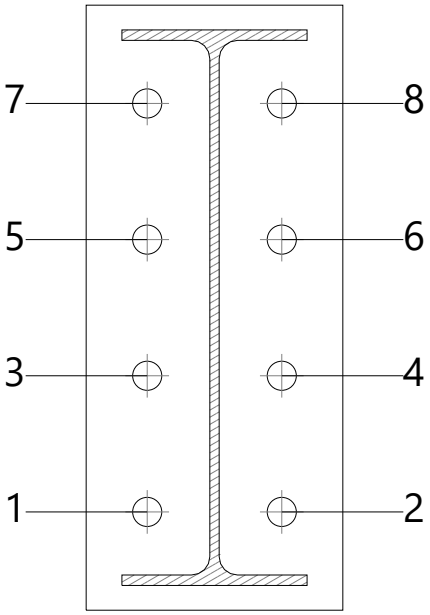
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	60.8	215.6	28.19	43.0	188.2	22.84	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	48.5	215.6	22.50	34.3	188.2	18.23	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	61.3	215.6	28.42	43.3	188.2	23.02	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



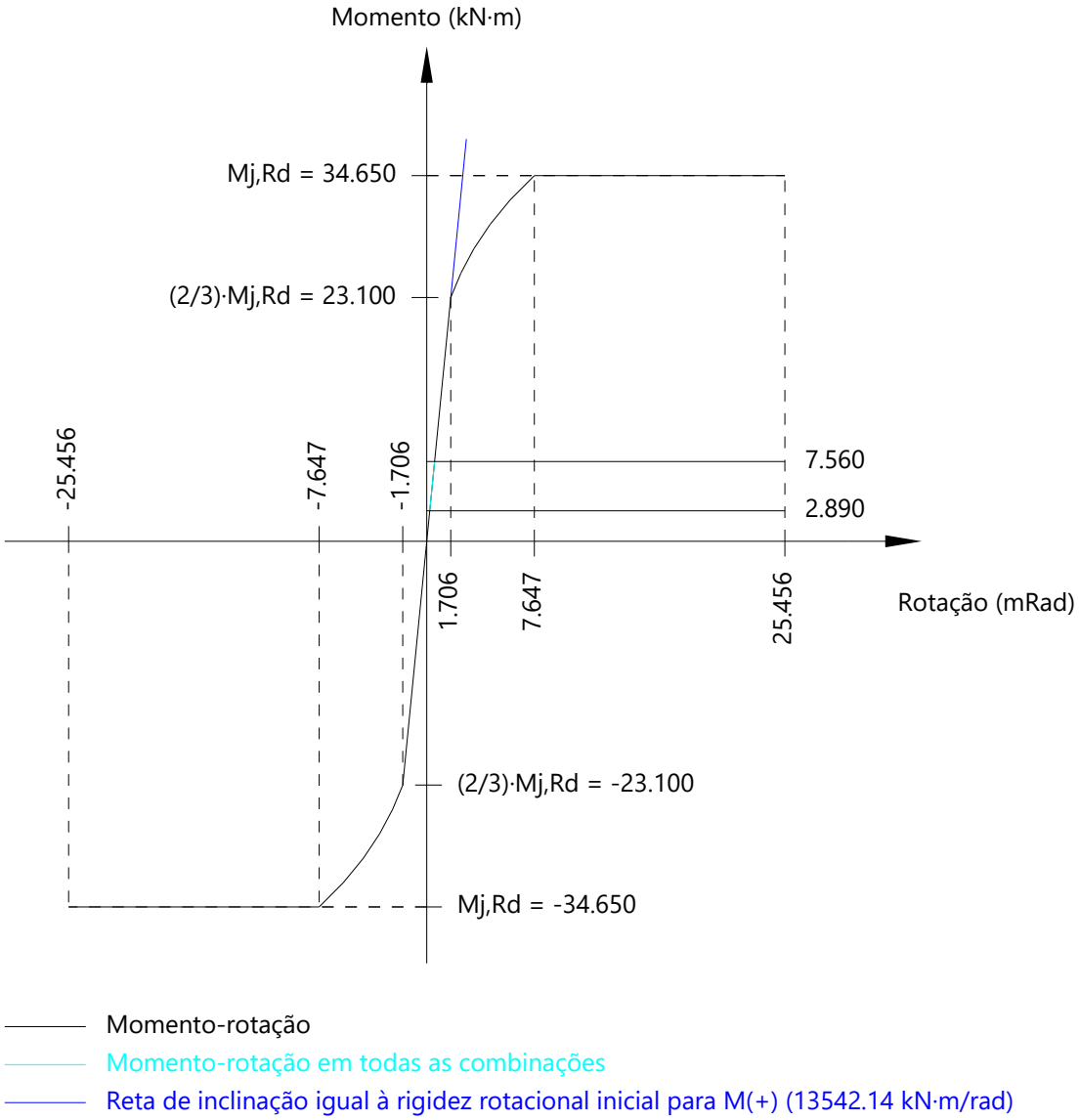
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	0.000	127.886	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	0.000	127.886	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.458	89.104	70.10	20.27	70.10
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	1.781	127.886	1.39		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.529	89.104	70.18	20.27	70.18
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	3.259	127.886	2.55		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.622	89.104	70.28	20.27	70.28
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	5.175	127.886	4.05		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.693	89.104	70.36	20.27	70.36
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	6.653	127.886	5.20		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.785	89.104	70.46	20.27	70.46
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	8.570	127.886	6.70		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.856	89.104	70.54	20.27	70.54
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	10.047	127.886	7.86		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	7.56	34.65	21.81
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

5) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	5.88	29.05	20.25
Aba	Compressão	kN	3.81	53.89	7.07
	Tração	kN	2.05	90.28	2.27
Alma	Tração	kN	5.88	118.79	4.95

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

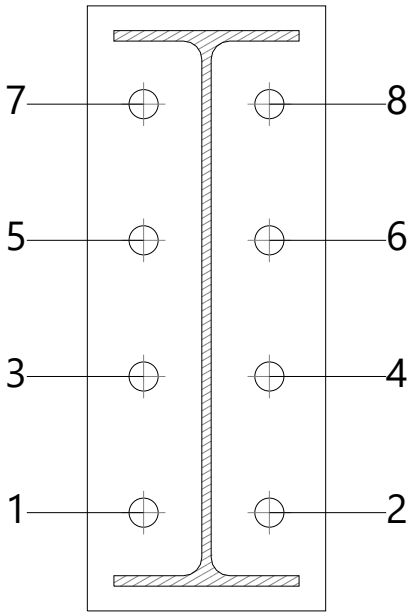
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	32.1	215.6	14.88	22.7	188.2	12.05	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	39.1	215.6	18.12	27.6	188.2	14.67	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	31.5	215.6	14.63	22.3	188.2	11.85	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)

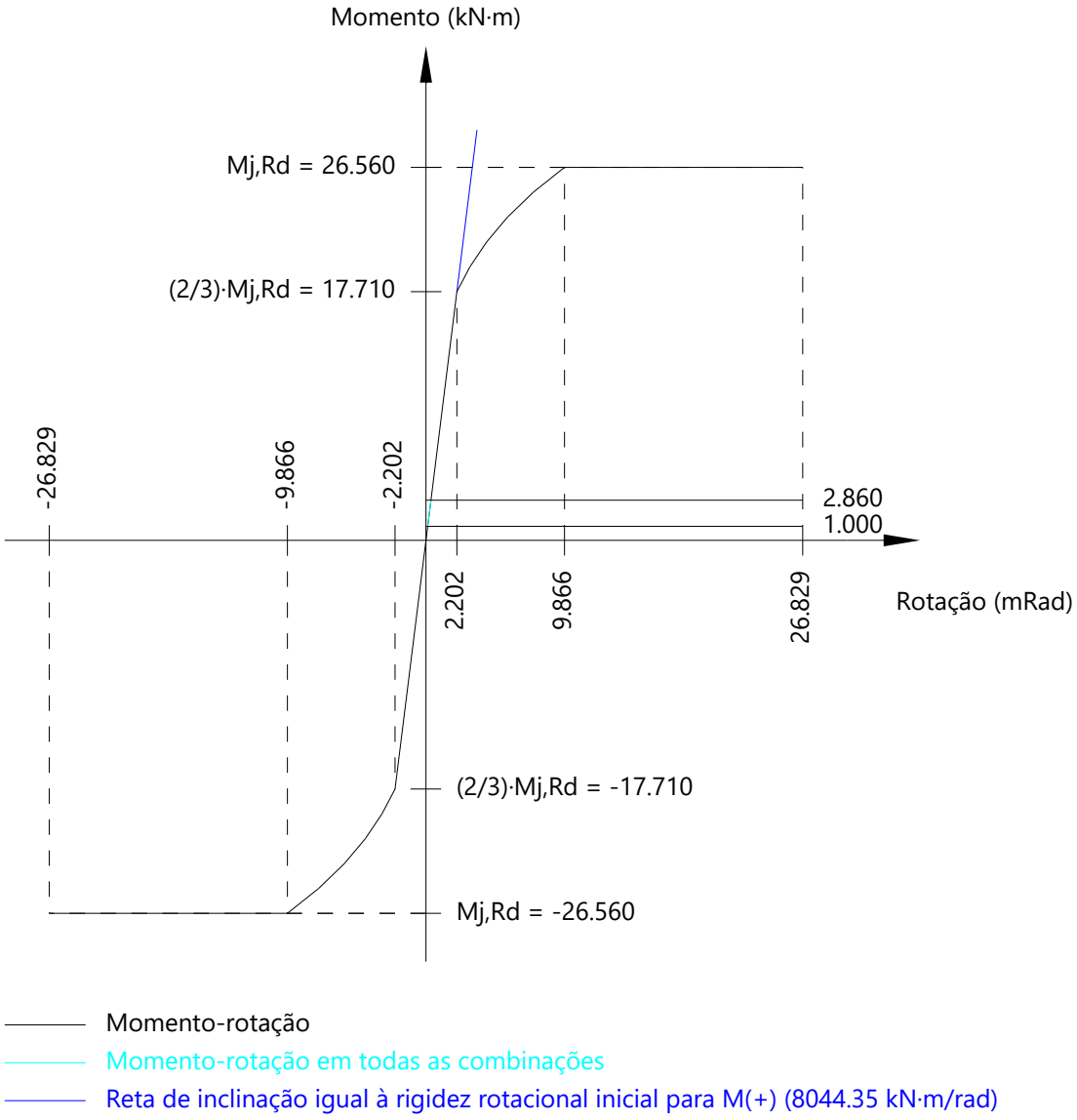


Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
--: Não precisa ser considerado.						

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.386	89.104	70.01	20.27	70.01
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.315	109.616	0.29		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.000	109.616	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.439	89.104	70.07	20.27	70.07
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	1.623	109.616	1.48		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.388	89.104	70.02	20.27	70.02
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.376	109.616	0.34		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.493	89.104	70.14	20.27	70.14
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	2.941	109.616	2.68		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.442	89.104	70.08	20.27	70.08
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	1.694	109.616	1.55		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.547	89.104	70.20	20.27	70.20
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	4.259	109.616	3.89		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.496	89.104	70.14	20.27	70.14
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	3.012	109.616	2.75		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	2.86	26.56	10.76
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

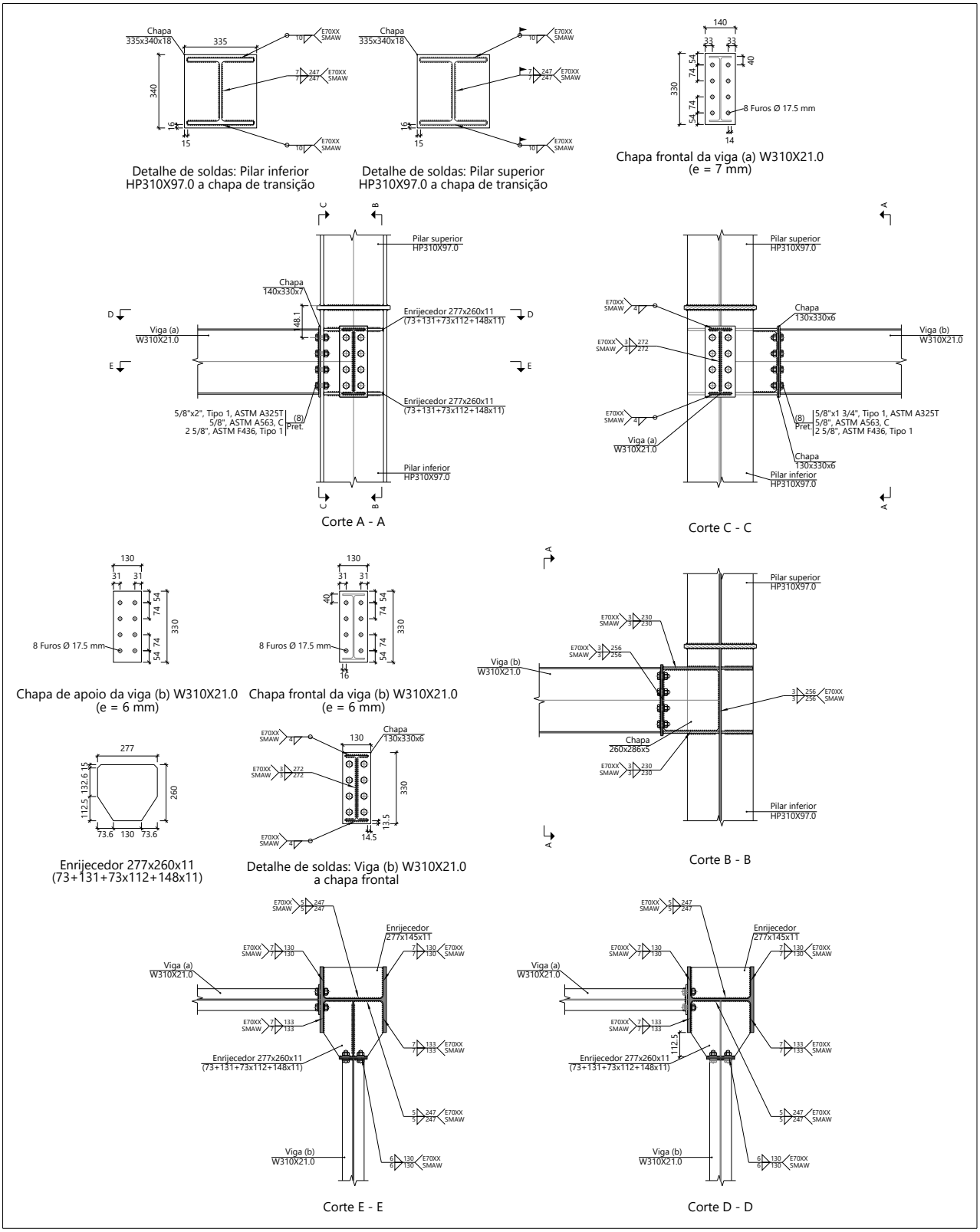
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	753
			5	1978
			6	520
			7	2595
			10	1202
	No local de montagem	De filete	7	494
			10	1202

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
		2	277x145x11	6.94
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
		1	140x330x7	2.54
		1	335x340x18	16.09
			Total	43.55

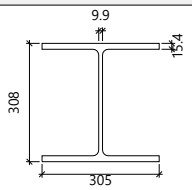
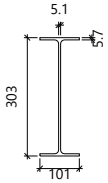
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
		8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

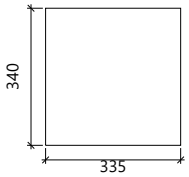
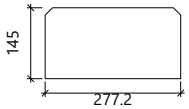
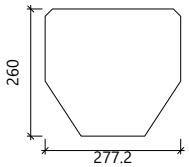
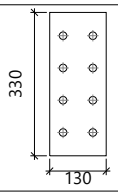
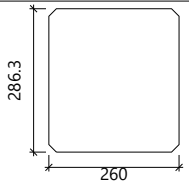
2.2.1.6. Tipo 81

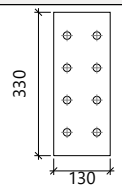
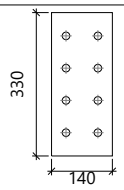
a) Detalhe

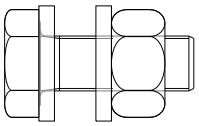
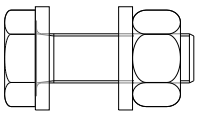


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de transição		335	340	18	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0
5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	50.8	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Chapa de transição

Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
Deformação admissível	mRad	--	2	0.00

2) Pilar superior HP310X97.0

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	24.9	215.6	11.56	17.6	188.2	9.37	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.4	215.6	15.05	22.9	188.2	12.19	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	26.2	215.6	12.14	18.5	188.2	9.83	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

3) Pilar inferior HP310X97.0

Verificações de resistência						
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	62.04	574.36	10.80
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	50.69	313.64	16.16
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	29.45	313.64	9.39
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	44.24	313.64	14.11
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	55.24	313.64	17.61
	Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	52.63	216.41	24.32
	Aba	Rasgamento	N/mm²	24.38	313.64	7.77
		Cortante	N/mm²	18.93	313.64	6.04
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	47.74	178.21	26.79
		Tração	kN	10.41	279.16	3.73
	Alma	Tração	kN	31.31	212.43	14.74
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	6.92	174.23	3.97
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	18.39	28.94	63.54
	Chapa vertical	Tração	kN	18.39	116.46	15.79

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	24.9	215.6	11.56	17.6	188.2	9.37	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.4	215.6	15.05	22.9	188.2	12.19	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	26.2	215.6	12.14	18.5	188.2	9.83	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	85.8	215.6	39.83	60.7	188.2	32.26	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	50.1	215.6	23.25	35.4	188.2	18.83	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	60.5	215.6	28.08	42.8	188.2	22.75	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	53.9	215.6	25.02	38.1	188.2	20.26	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

4) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	31.31	36.51	85.76
Aba	Compressão	kN	60.31	180.46	33.42
	Tração	kN	11.95	90.28	13.24
Alma	Tração	kN	31.31	118.79	26.35

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

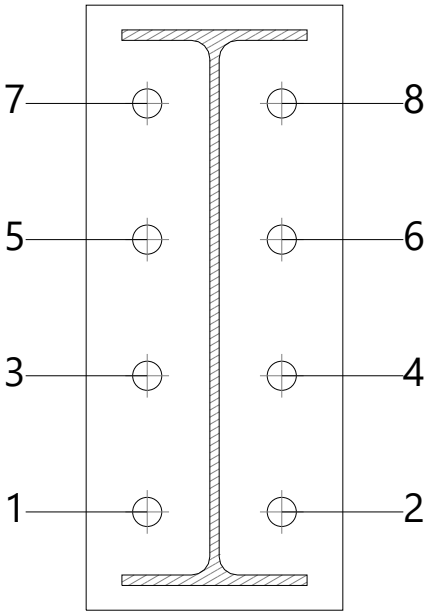
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	134.5	215.6	62.41	95.1	188.2	50.55	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	111.3	215.6	51.61	78.7	188.2	41.81	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	132.1	215.6	61.30	93.4	188.2	49.65	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



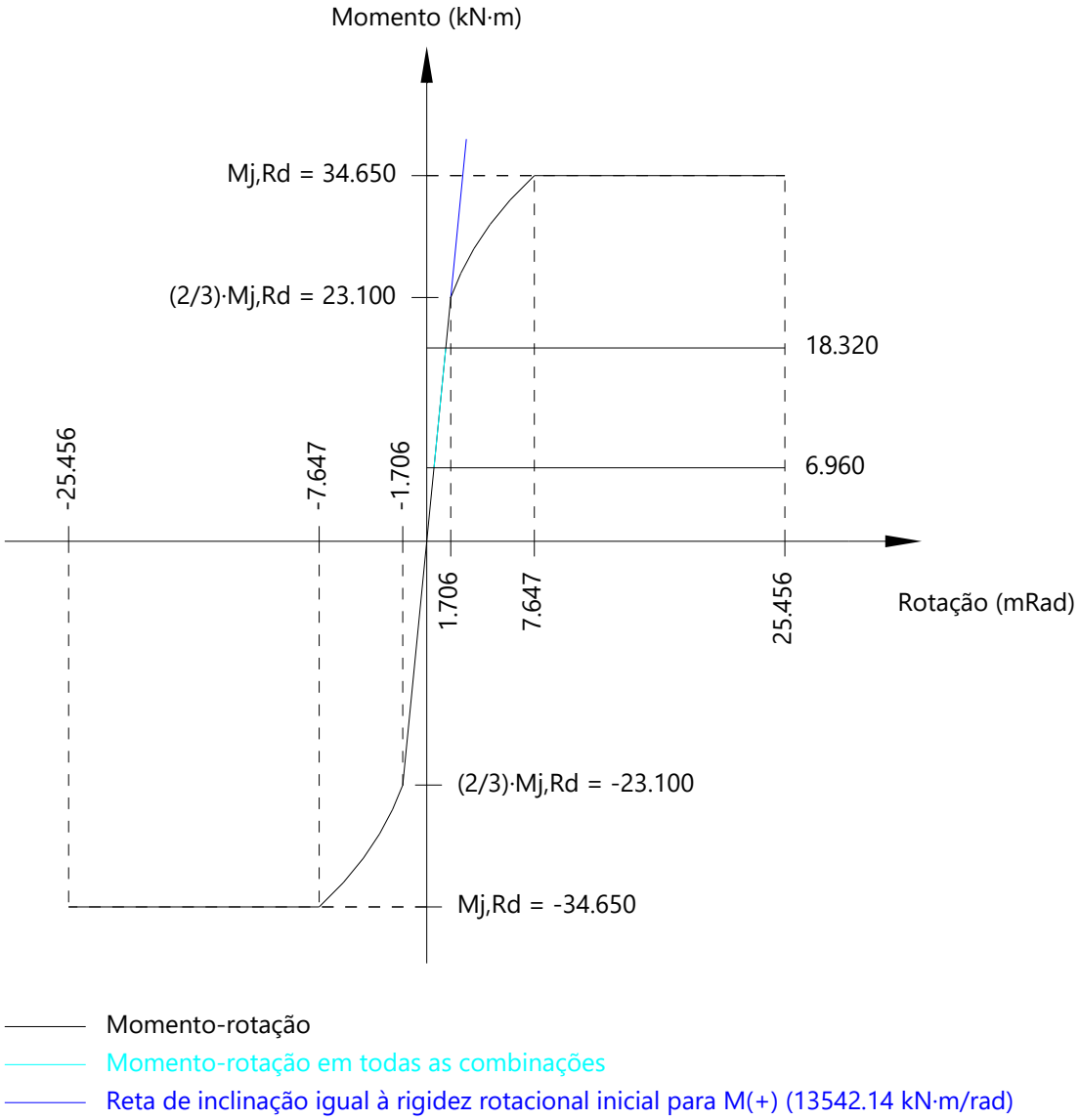
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	0.000	127.886	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	0.000	127.886	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.730	89.104	70.40	20.27	70.40
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	7.435	127.886	5.81		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.601	89.104	70.26	20.27	70.26
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	4.747	127.886	3.71		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.126	89.104	70.84	20.27	70.84
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	15.654	127.886	12.24		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.996	89.104	70.70	20.27	70.70
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	12.965	127.886	10.14		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.521	89.104	71.29	20.27	71.29
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	23.872	127.886	18.67		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.391	89.104	71.14	20.27	71.14
	Esmagamento	5.625	88.900	6.33	Punção	21.184	127.886	16.56		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	18.32	34.65	52.87
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

5) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	18.39	29.05	63.31
Aba	Compressão	kN	32.79	180.33	18.18
	Tração	kN	6.58	90.28	7.29
Alma	Tração	kN	18.39	118.79	15.48

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

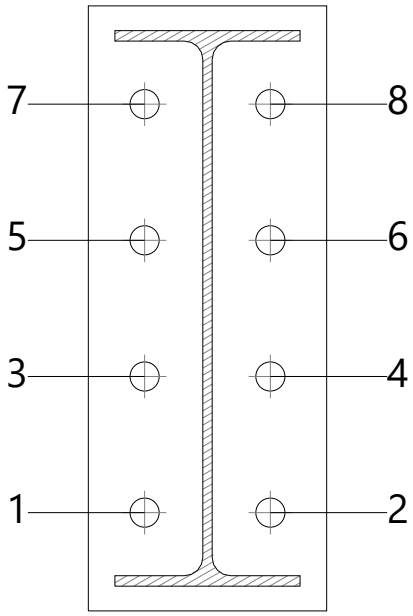
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	87.2	215.6	40.45	61.6	188.2	32.76	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	65.2	215.6	30.24	46.1	188.2	24.49	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	87.0	215.6	40.35	61.5	188.2	32.68	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



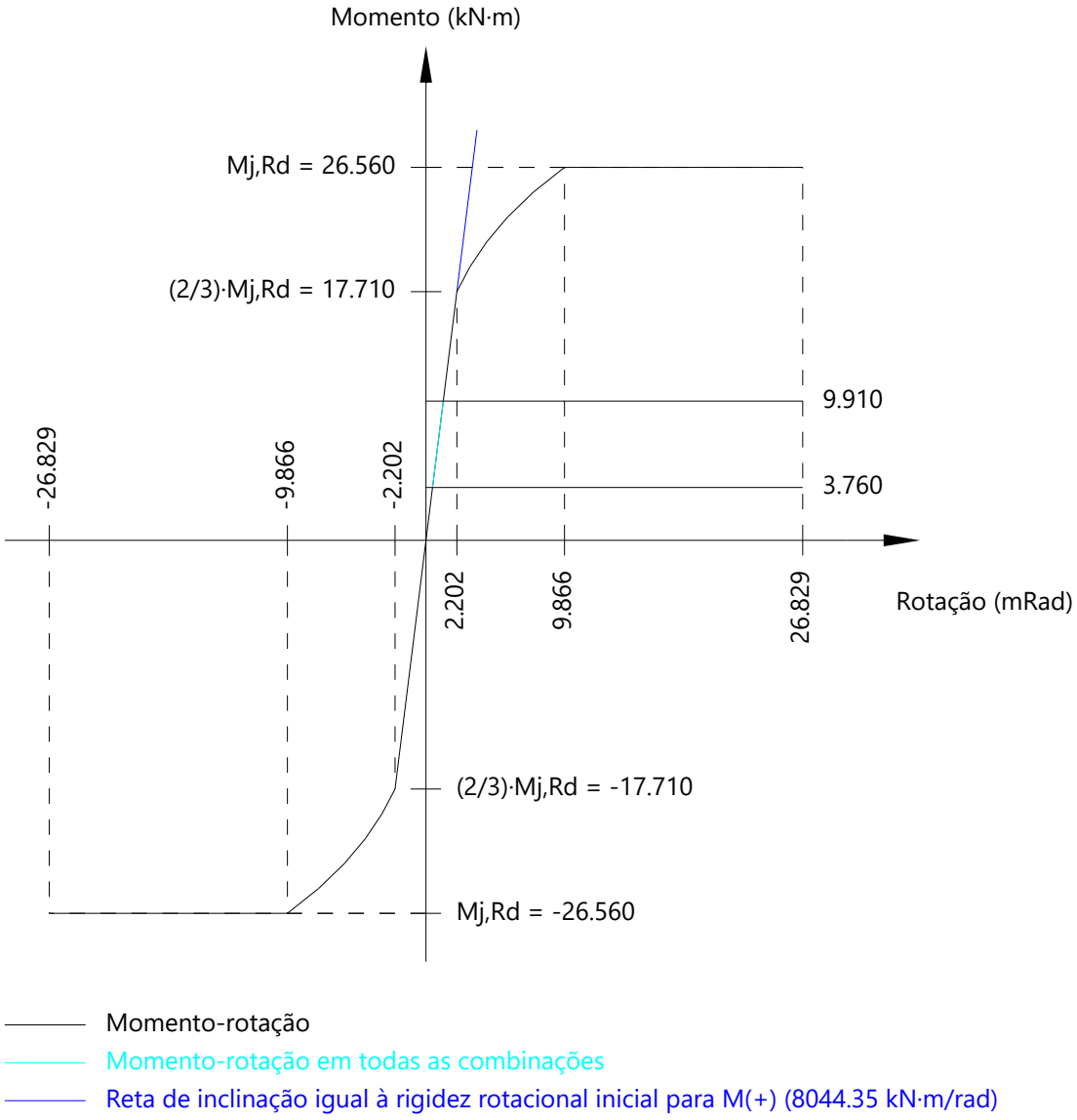
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.000	109.616	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.381	89.104	70.01	20.27	70.01
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	0.210	109.616	0.19		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.456	89.104	70.09	20.27	70.09
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	2.032	109.616	1.85		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.565	89.104	70.22	20.27	70.22
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	4.703	109.616	4.29		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.640	89.104	70.30	20.27	70.30
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	6.525	109.616	5.95		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.750	89.104	70.42	20.27	70.42
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	9.195	109.616	8.39		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.824	89.104	70.51	20.27	70.51
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	11.018	109.616	10.05		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.934	89.104	70.63	20.27	70.63
	Esmagamento	5.625	76.200	7.38	Punção	13.688	109.616	12.49		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	9.91	26.56	37.33
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

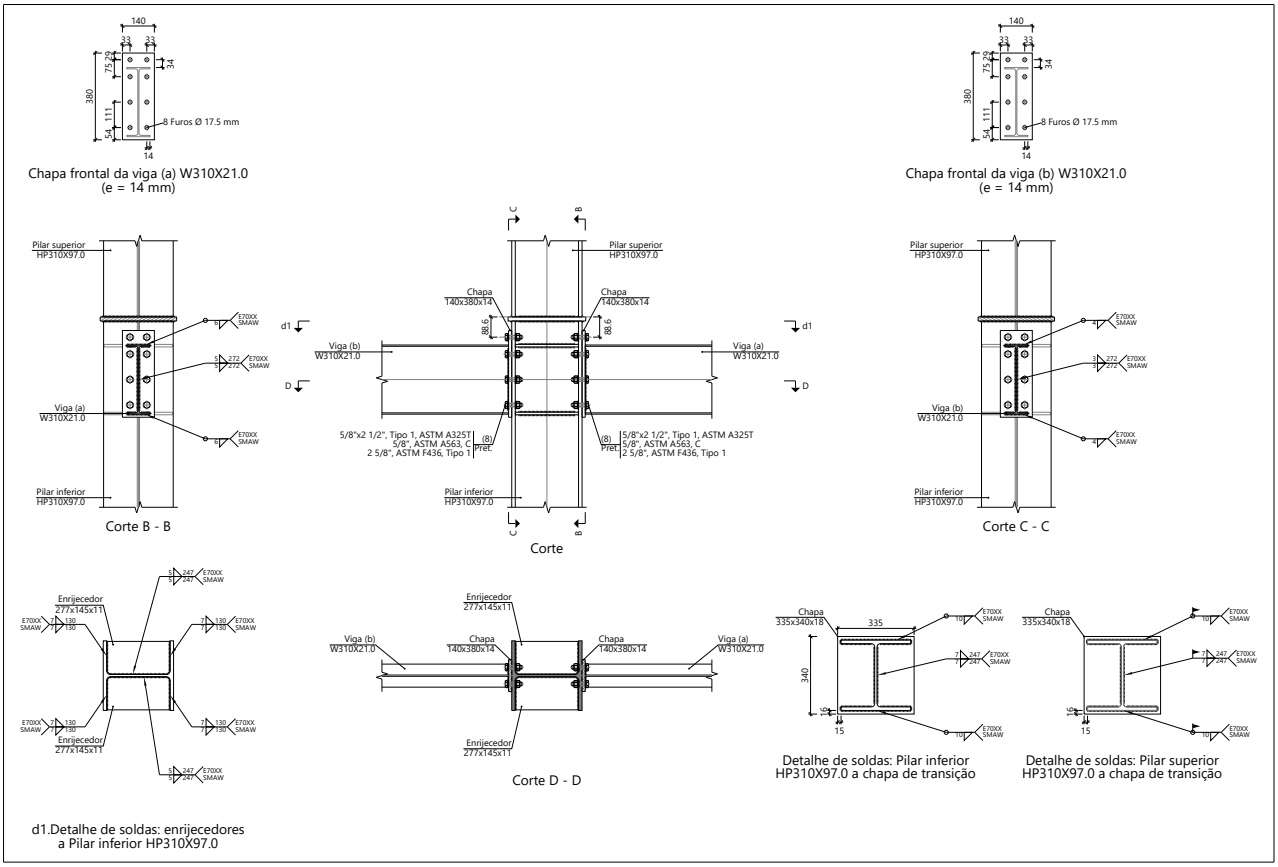
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	753
			5	1978
			6	520
			7	2595
			10	1202
	No local de montagem	De filete	7	494
			10	1202

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x145x11	6.94
		2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
		1	140x330x7	2.54
		1	335x340x18	16.09
			Total	43.55

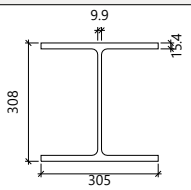
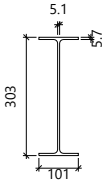
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
		8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

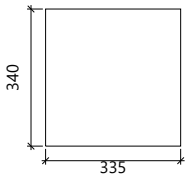
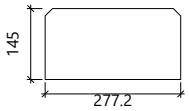
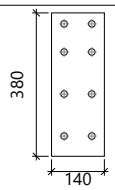
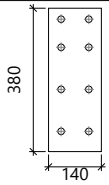
2.2.1.7. Tipo 82

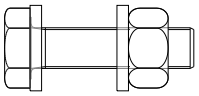
a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de transição		335	340	18	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	380	14	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		140	380	14	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	63.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Chapa de transição

Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
Deformação admissível	mRad	--	2	0.00

2) Pilar superior HP310X97.0

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	16.4	215.6	7.62	11.6	188.2	6.17	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.9	215.6	15.26	23.3	188.2	12.36	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	15.8	215.6	7.32	11.2	188.2	5.93	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

3) Pilar inferior HP310X97.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
	Cortante	kN	85.83	574.36	14.94
Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	89.69	313.64	28.60
Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	97.83	313.64	31.19
Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	126.04	313.64	40.19
Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	69.97	313.64	22.31
Aba	Cortante	N/mm²	17.80	313.64	5.68
Viga (a) W310X21.0 Aba	Tração por flexão	kN	90.02	178.21	50.51
	Tração	kN	34.03	279.16	12.19
Viga (a) W310X21.0 Alma	Tração	kN	50.75	169.62	29.92
Viga (b) W310X21.0 Aba	Tração por flexão	kN	44.81	178.21	25.15
	Tração	kN	17.13	279.16	6.14
Viga (b) W310X21.0 Alma	Tração	kN	25.27	169.62	14.90

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	16.4	215.6	7.62	11.6	188.2	6.17	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.9	215.6	15.26	23.3	188.2	12.36	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	15.8	215.6	7.32	11.2	188.2	5.93	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	99.7	215.6	46.23	70.5	188.2	37.45	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	108.7	215.6	50.43	76.9	188.2	40.84	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	140.1	215.6	64.97	99.0	188.2	52.63	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	77.7	215.6	36.07	55.0	188.2	29.21	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

4) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	90.02	121.73	73.95
Aba	Compressão	kN	110.85	180.42	61.44
	Tração	kN	61.54	90.28	68.16
Alma	Tração	kN	32.96	136.49	24.15

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	6
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	5
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	6

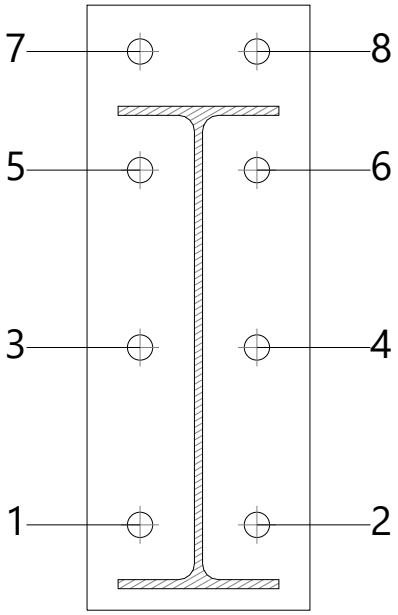
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	6	6	101	E70XX (485.0)	345.0	210.4	215.6	97.60	148.8	188.2	79.06	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	5	5	272	E70XX (485.0)	345.0	145.0	215.6	67.25	102.5	188.2	54.47	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	6	6	101	E70XX (485.0)	345.0	208.1	215.6	96.56	147.2	188.2	78.21	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



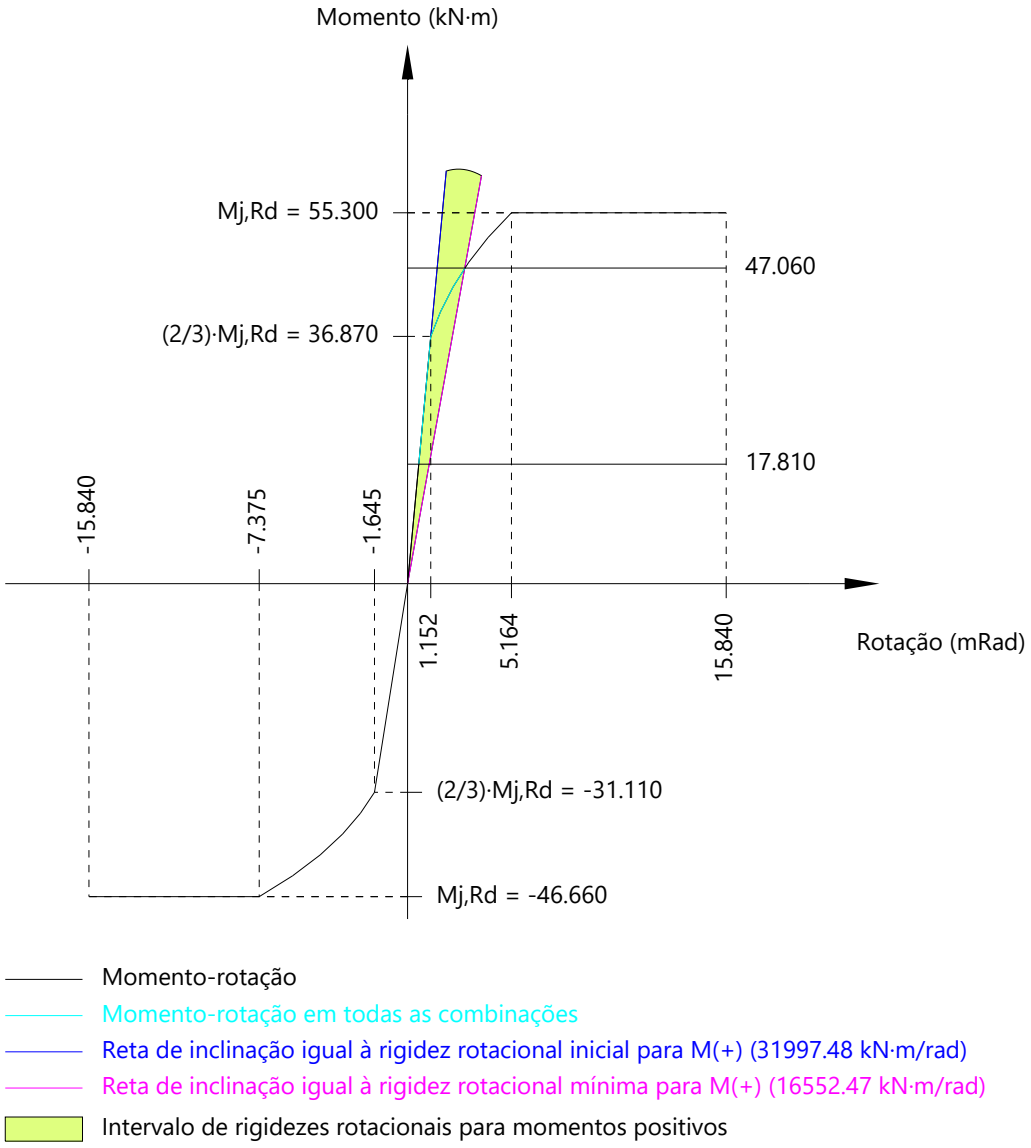
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
6	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
7	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75
8	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	7.359	27.752	26.52	Espiga	62.373	89.104	70.00	26.52	70.00
	Esmagamento	7.359	177.800	4.14	Punção	0.000	255.772	0.00		
2	Deslizamento	7.428	27.752	26.77	Espiga	62.373	89.104	70.00	26.77	70.00
	Esmagamento	7.428	177.595	4.18	Punção	0.000	255.772	0.00		
3	Deslizamento	7.354	27.752	26.50	Espiga	62.839	89.104	70.52	26.50	70.52
	Esmagamento	7.354	177.800	4.14	Punção	9.579	255.772	3.75		
4	Deslizamento	7.423	27.752	26.75	Espiga	63.106	89.104	70.82	26.75	70.82
	Esmagamento	7.423	177.681	4.18	Punção	15.059	255.772	5.89		
5	Deslizamento	7.350	27.752	26.48	Espiga	63.713	89.104	71.50	26.48	71.50
	Esmagamento	7.350	177.800	4.13	Punção	27.527	255.772	10.76		
6	Deslizamento	7.419	27.752	26.73	Espiga	63.980	89.104	71.80	26.73	71.80
	Esmagamento	7.419	177.744	4.17	Punção	33.007	255.772	12.91		
7	Deslizamento	7.348	27.752	26.48	Espiga	64.297	89.104	72.16	26.48	72.16
	Esmagamento	7.348	114.080	6.44	Punção	39.530	255.772	15.46		
8	Deslizamento	7.417	27.752	26.73	Espiga	64.564	89.104	72.46	26.73	72.46
	Esmagamento	7.417	114.073	6.50	Punção	45.010	255.772	17.60		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2951.50	31997.48
Calculada para momentos negativos	2951.50	18908.56

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	1.31	1.80	72.85
Momento resistente	kNm	47.06	55.30	85.10
Capacidade de rotação	mRad	179.477	667	26.92

5) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	44.81	121.73	36.81
Aba	Compressão	kN	51.51	180.03	28.61
	Tração	kN	30.85	90.28	34.17
Alma	Tração	kN	16.84	136.49	12.34

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

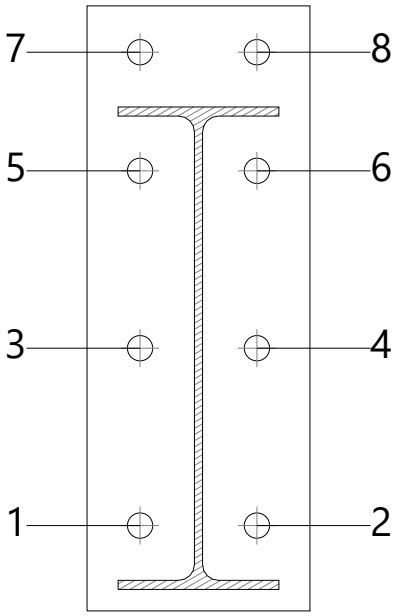
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	188.9	215.6	87.64	133.6	188.2	70.99	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	105.2	215.6	48.82	74.4	188.2	39.55	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	189.4	215.6	87.87	133.9	188.2	71.17	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



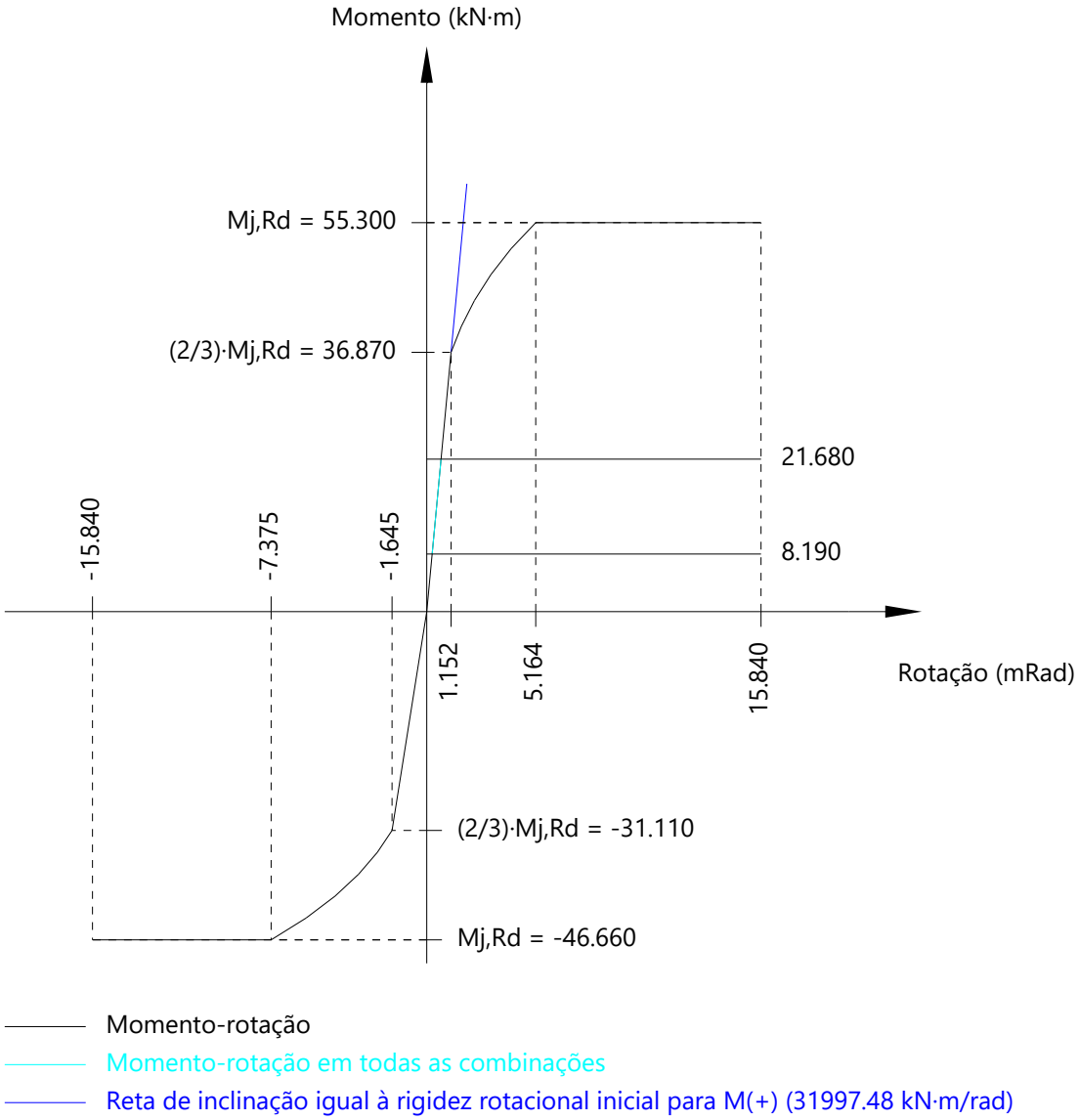
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
6	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
7	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75
8	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.387	89.104	70.02	20.27	70.02
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	0.290	255.772	0.11		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	0.000	255.772	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.790	89.104	70.47	20.27	70.47
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	8.577	255.772	3.35		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.510	89.104	70.15	20.27	70.15
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	2.824	255.772	1.10		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.194	89.104	70.92	20.27	70.92
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	16.864	255.772	6.59		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.914	89.104	70.61	20.27	70.61
	Esmagamento	5.625	177.800	3.16	Punção	11.111	255.772	4.34		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.464	89.104	71.22	20.27	71.22
	Esmagamento	5.625	114.065	4.93	Punção	22.406	255.772	8.76		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.183	89.104	70.91	20.27	70.91
	Esmagamento	5.625	114.065	4.93	Punção	16.653	255.772	6.51		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2951.50	31997.48
Calculada para momentos negativos	2951.50	18908.56

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	1.31	1.80	72.85
Momento resistente	kNm	21.68	55.30	39.20
Capacidade de rotação	mRad	42.767	667	6.42

d) Quantit.

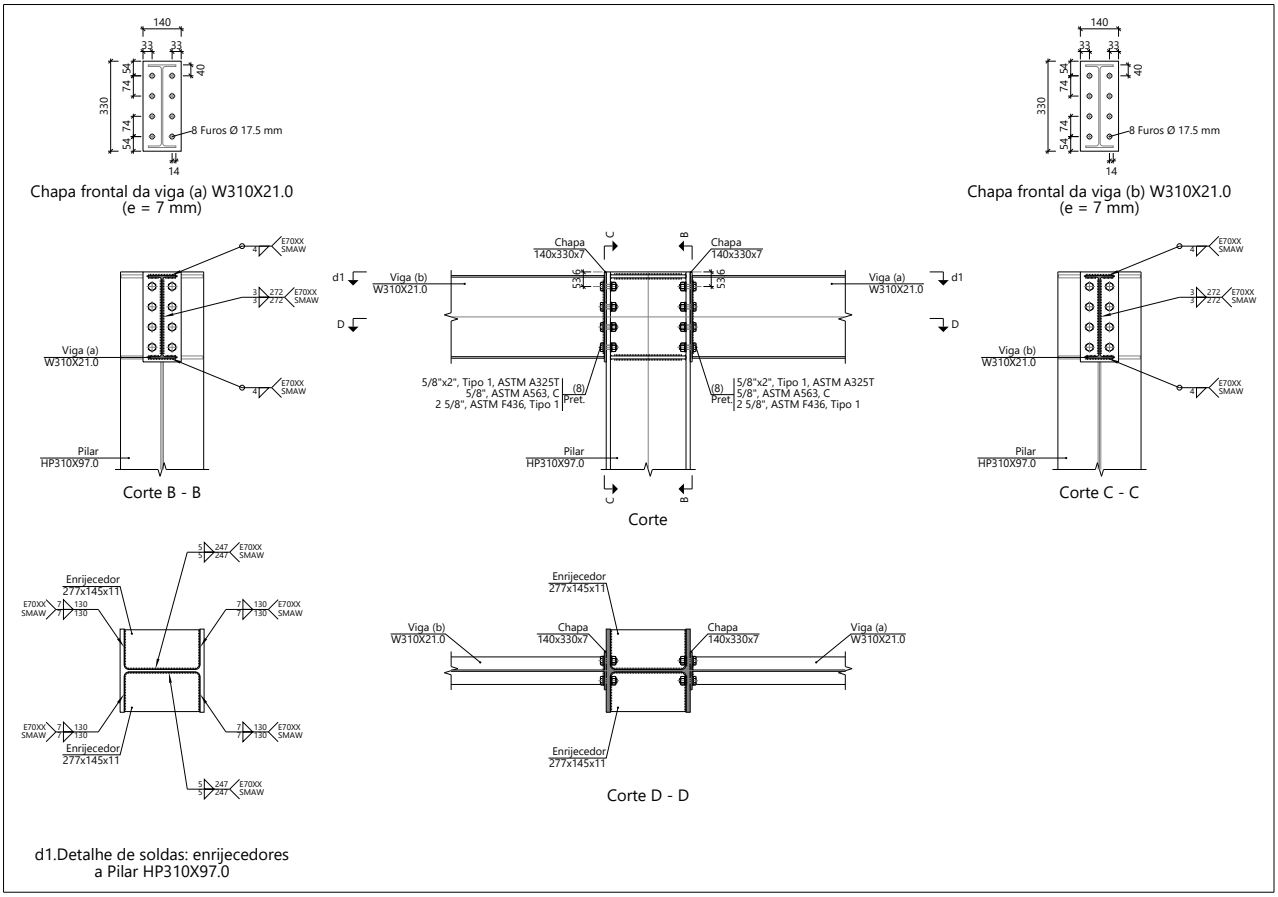
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	543
			4	377
			5	2521
			6	377
			7	2574
			10	1202
	No local de montagem	De filete	7	494
			10	1202

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	4	277x145x11	13.88
	Chapas	2	140x380x14	11.69
		1	335x340x18	16.09
			Total	41.67

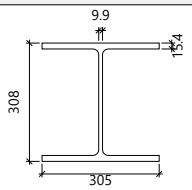
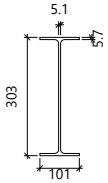
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	16	5/8"x2 1/2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

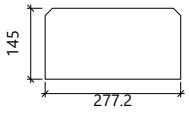
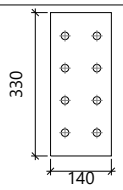
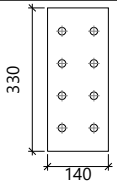
2.2.1.8. Tipo 83

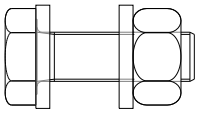
a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		140	330	7	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	50.8	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

	Verificações de resistência					
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	5.87	574.36	1.02
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	19.03	313.64	6.07
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	20.48	313.64	6.53
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	20.15	313.64	6.42
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	20.44	313.64	6.52
	Aba	Cortante	N/mm²	1.35	313.64	0.43
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	10.09	178.21	5.66
		Tração	kN	2.20	279.16	0.79
	Alma	Tração	kN	9.68	212.43	4.56
Viga (b) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	9.30	178.21	5.22
		Tração	kN	2.03	279.16	0.73
	Alma	Tração	kN	9.00	212.43	4.23

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	9.68	36.51	26.52
Aba	Compressão	kN	11.40	101.95	11.18
	Tração	kN	2.53	90.28	2.80
Alma	Tração	kN	9.68	118.79	8.15

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

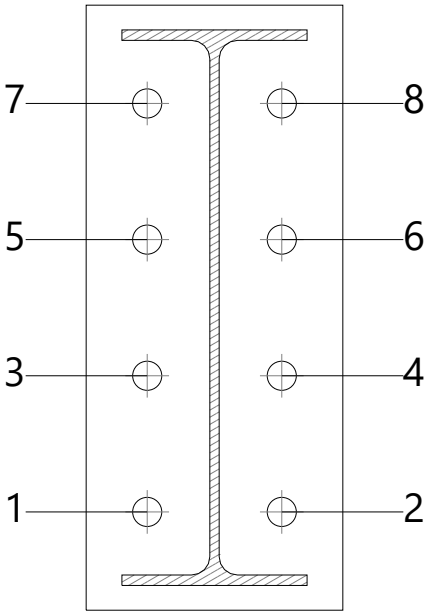
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	86.7	215.6	40.24	61.3	188.2	32.59	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	34.1	215.6	15.83	24.1	188.2	12.82	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	83.0	215.6	38.52	58.7	188.2	31.20	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



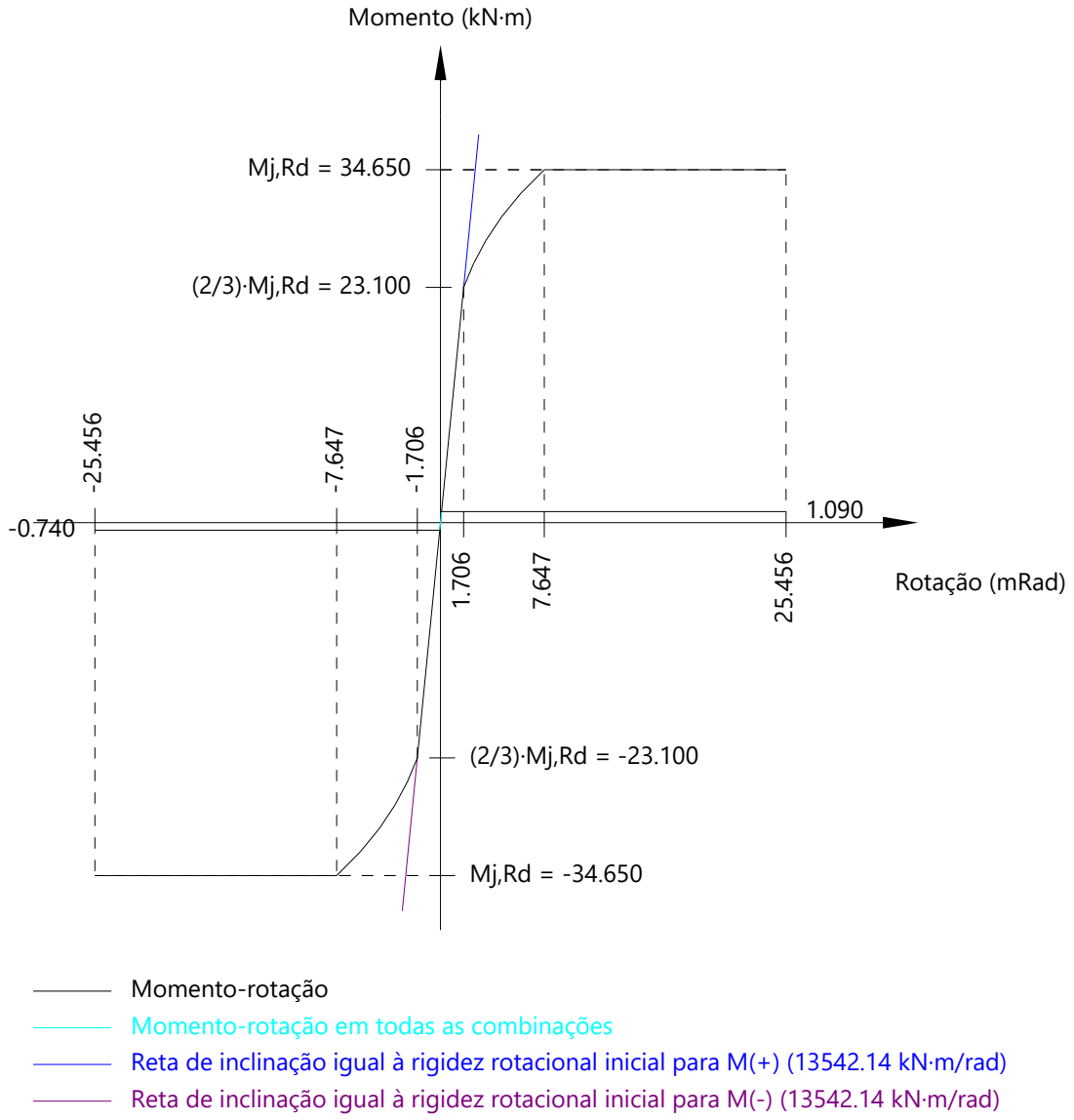
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.120	27.752	0.43	Espiga	62.615	89.104	70.27	0.43	70.27
	Esmagamento	0.105	69.473	0.15	Punção	5.045	127.886	3.94		
2	Deslizamento	0.119	27.752	0.43	Espiga	62.422	89.104	70.05	0.43	70.05
	Esmagamento	0.119	84.093	0.14	Punção	1.016	127.886	0.79		
3	Deslizamento	0.121	27.752	0.44	Espiga	62.605	89.104	70.26	0.44	70.26
	Esmagamento	0.111	69.404	0.16	Punção	4.841	127.886	3.79		
4	Deslizamento	0.119	27.752	0.43	Espiga	62.432	89.104	70.07	0.43	70.07
	Esmagamento	0.119	83.846	0.14	Punção	1.231	127.886	0.96		
5	Deslizamento	0.122	27.752	0.44	Espiga	62.597	89.104	70.25	0.44	70.25
	Esmagamento	0.117	69.344	0.17	Punção	4.664	127.886	3.65		
6	Deslizamento	0.120	27.752	0.43	Espiga	62.443	89.104	70.08	0.43	70.08
	Esmagamento	0.120	83.600	0.14	Punção	1.468	127.886	1.15		
7	Deslizamento	0.122	27.752	0.44	Espiga	62.588	89.104	70.24	0.44	70.24
	Esmagamento	0.122	69.293	0.18	Punção	4.487	127.886	3.51		
8	Deslizamento	0.122	27.752	0.44	Espiga	62.455	89.104	70.09	0.44	70.09
	Esmagamento	0.121	83.354	0.14	Punção	1.706	127.886	1.33		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	1.09	34.65	3.14
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	9.00	36.51	24.64
Aba	Compressão	kN	11.37	102.76	11.07
	Tração	kN	2.33	90.28	2.58
Alma	Tração	kN	9.00	118.79	7.57

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

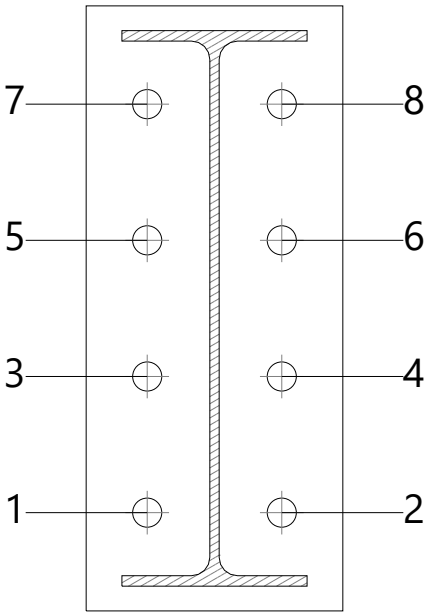
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	80.9	215.6	37.52	57.2	188.2	30.39	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	32.2	215.6	14.93	22.8	188.2	12.09	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	86.3	215.6	40.05	61.0	188.2	32.44	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



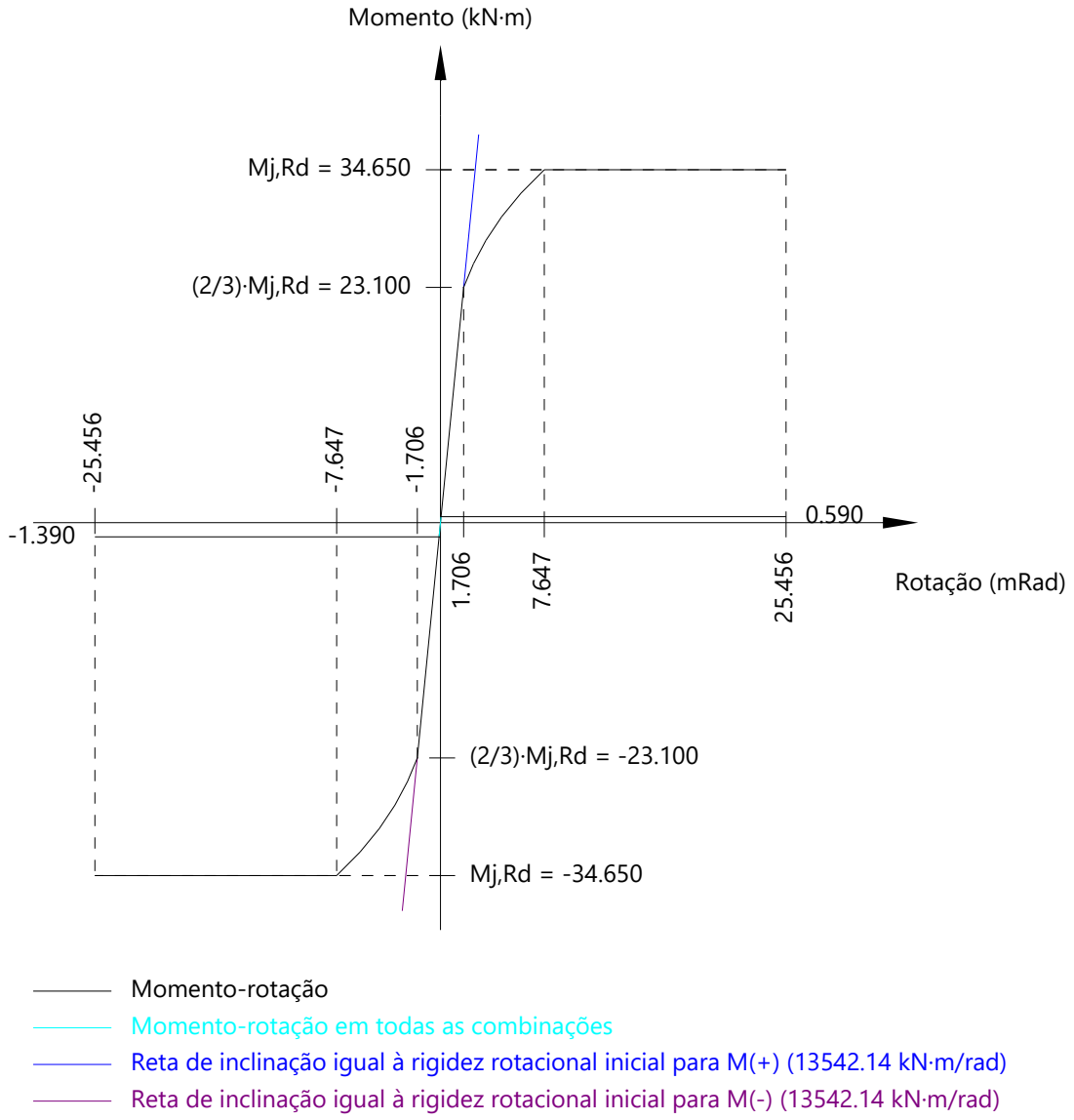
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
2	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
3	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
4	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
5	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
6	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
7	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74
8	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.096	27.752	0.35	Espiga	62.487	89.104	70.13	0.35	70.13
	Esmagamento	0.096	88.900	0.11	Punção	2.372	127.886	1.85		
2	Deslizamento	0.095	27.752	0.34	Espiga	62.576	89.104	70.23	0.34	70.23
	Esmagamento	0.095	81.696	0.12	Punção	4.224	127.886	3.30		
3	Deslizamento	0.097	27.752	0.35	Espiga	62.466	89.104	70.10	0.35	70.10
	Esmagamento	0.097	88.900	0.11	Punção	1.931	127.886	1.51		
4	Deslizamento	0.096	27.752	0.34	Espiga	62.582	89.104	70.23	0.34	70.23
	Esmagamento	0.096	81.388	0.12	Punção	4.346	127.886	3.40		
5	Deslizamento	0.098	27.752	0.35	Espiga	62.444	89.104	70.08	0.35	70.08
	Esmagamento	0.098	88.900	0.11	Punção	1.492	127.886	1.17		
6	Deslizamento	0.097	27.752	0.35	Espiga	62.589	89.104	70.24	0.35	70.24
	Esmagamento	0.097	81.084	0.12	Punção	4.498	127.886	3.52		
7	Deslizamento	0.099	27.752	0.36	Espiga	62.425	89.104	70.06	0.36	70.06
	Esmagamento	0.099	88.900	0.11	Punção	1.093	127.886	0.85		
8	Deslizamento	0.098	27.752	0.35	Espiga	62.596	89.104	70.25	0.35	70.25
	Esmagamento	0.098	80.786	0.12	Punção	4.650	127.886	3.64		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1364.56	13542.14
Calculada para momentos negativos	1364.56	13542.14

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.50	1.80	27.70
Momento resistente	kNm	1.39	34.65	4.02
Capacidade de rotação	mm	7.00	8.84	79.21

d) Quantit.

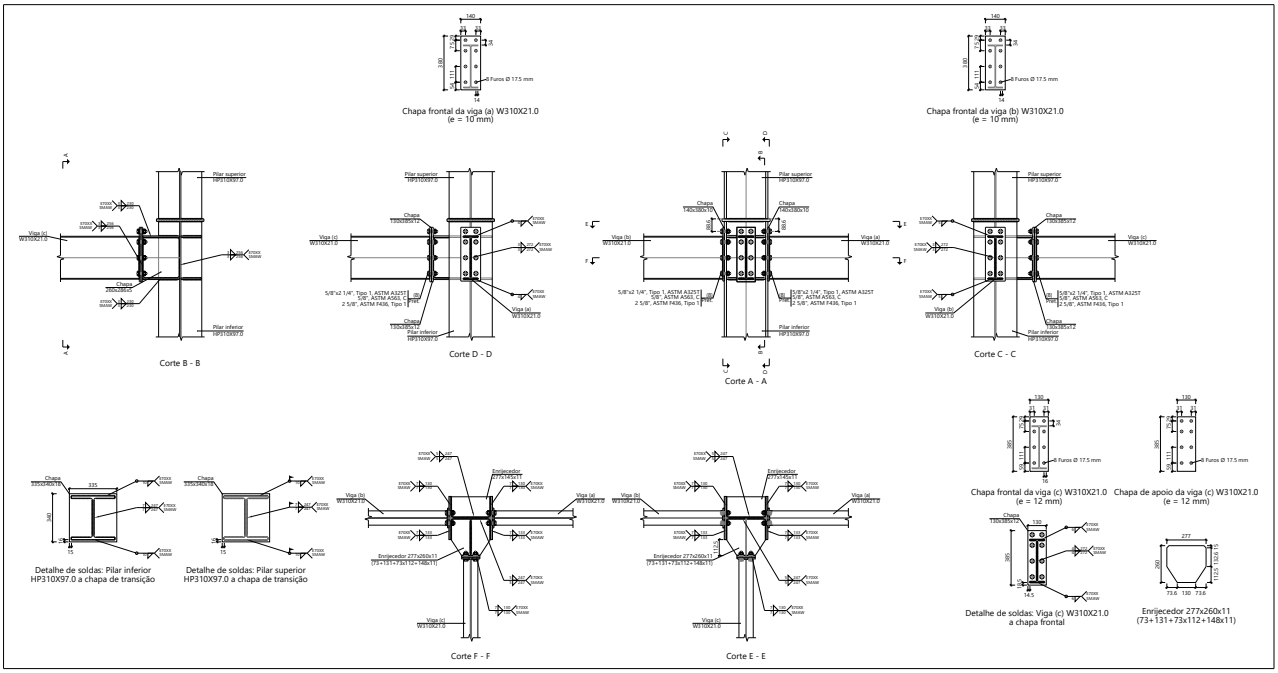
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	1086
			4	753
			5	1978
			7	2080

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	4	277x145x11	13.88
	Chapas	2	140x330x7	5.08
			Total	18.96

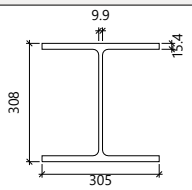
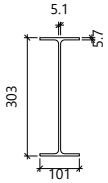
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	16	5/8"x2", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

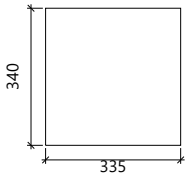
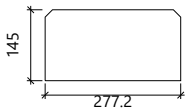
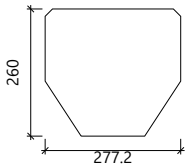
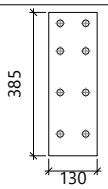
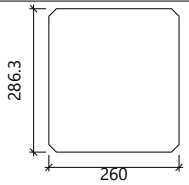
2.2.1.9. Tipo 84

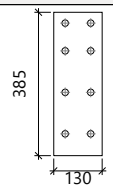
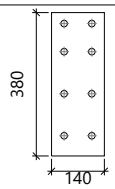
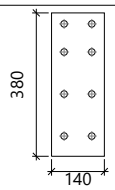
a) Detalhe

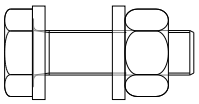


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de transição		335	340	18	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	145	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (c) W310X21.0		130	385	12	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (c) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal: Viga (c) W310X21.0		130	385	12	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		140	380	10	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		140	380	10	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	57.2	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Chapa de transição

Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
Deformação admissível	mRad	--	2	0.00

2) Pilar superior HP310X97.0

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	18.3	215.6	8.49	12.9	188.2	6.88	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.1	215.6	14.90	22.7	188.2	12.07	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	19.3	215.6	8.94	13.6	188.2	7.24	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

3) Pilar inferior HP310X97.0

Verificações de resistência						
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	49.11	574.36	8.55
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	83.01	313.64	26.47
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	76.42	313.64	24.37
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	154.40	313.64	49.23
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	147.66	313.64	47.08
	Chapa frontal [Viga (c) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (c) W310X21.0]	Cortante	kN	117.81	216.41	54.44
	Aba	Rasgamento	N/mm²	47.30	313.64	15.08
		Cortante	N/mm²	64.45	313.64	20.55
Viga (b) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	69.67	178.21	39.09
		Tração	kN	26.15	279.16	9.37
	Alma	Tração	kN	39.28	169.62	23.16
Viga (a) W310X21.0	Aba	Tração por flexão	kN	43.87	178.21	24.62
		Tração	kN	16.51	279.16	5.91
	Alma	Tração	kN	24.73	169.62	14.58
Viga (c) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	58.19	174.23	33.40
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	84.30	115.00	73.30
	Chapa vertical	Tração	kN	42.15	85.67	49.20

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda da alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	7
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	15	40	305	6	15	10
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	7
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	11	40	130	5	11	7
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	18.3	215.6	8.49	12.9	188.2	6.88	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	7	10	247	E70XX (485.0)	345.0	32.1	215.6	14.90	22.7	188.2	12.07	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	10	15	305	E70XX (485.0)	345.0	19.3	215.6	8.94	13.6	188.2	7.24	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	98.9	215.6	45.89	70.0	188.2	37.17	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	84.9	215.6	39.39	60.0	188.2	31.91	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	129.2	215.6	59.95	91.4	188.2	48.55	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	155.3	215.6	72.03	109.8	188.2	58.34	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	7	11	133	E70XX (485.0)	345.0	113.8	215.6	52.79	80.5	188.2	42.76	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	7	11	130	E70XX (485.0)	345.0	163.9	215.6	76.03	115.9	188.2	61.58	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	50.8	215.6	23.59	36.0	188.2	19.11	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	50.8	215.6	23.59	36.0	188.2	19.11	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	120.7	215.6	56.01	85.4	188.2	45.37	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	53.8	215.6	24.97	38.1	188.2	20.23	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

4) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	69.67	70.42	98.93
Aba	Compressão	kN	89.90	180.56	49.79
	Tração	kN	47.41	90.28	52.51
Alma	Tração	kN	25.08	136.49	18.38

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	5
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	5

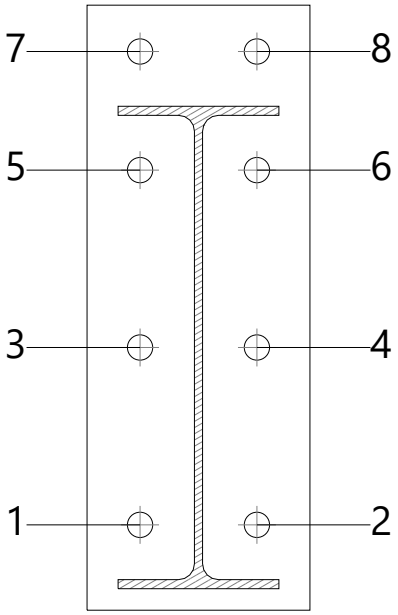
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	5	6	101	E70XX (485.0)	345.0	195.6	215.6	90.73	138.3	188.2	73.49	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	151.9	215.6	70.45	107.4	188.2	57.06	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	5	6	101	E70XX (485.0)	345.0	181.7	215.6	84.31	128.5	188.2	68.29	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



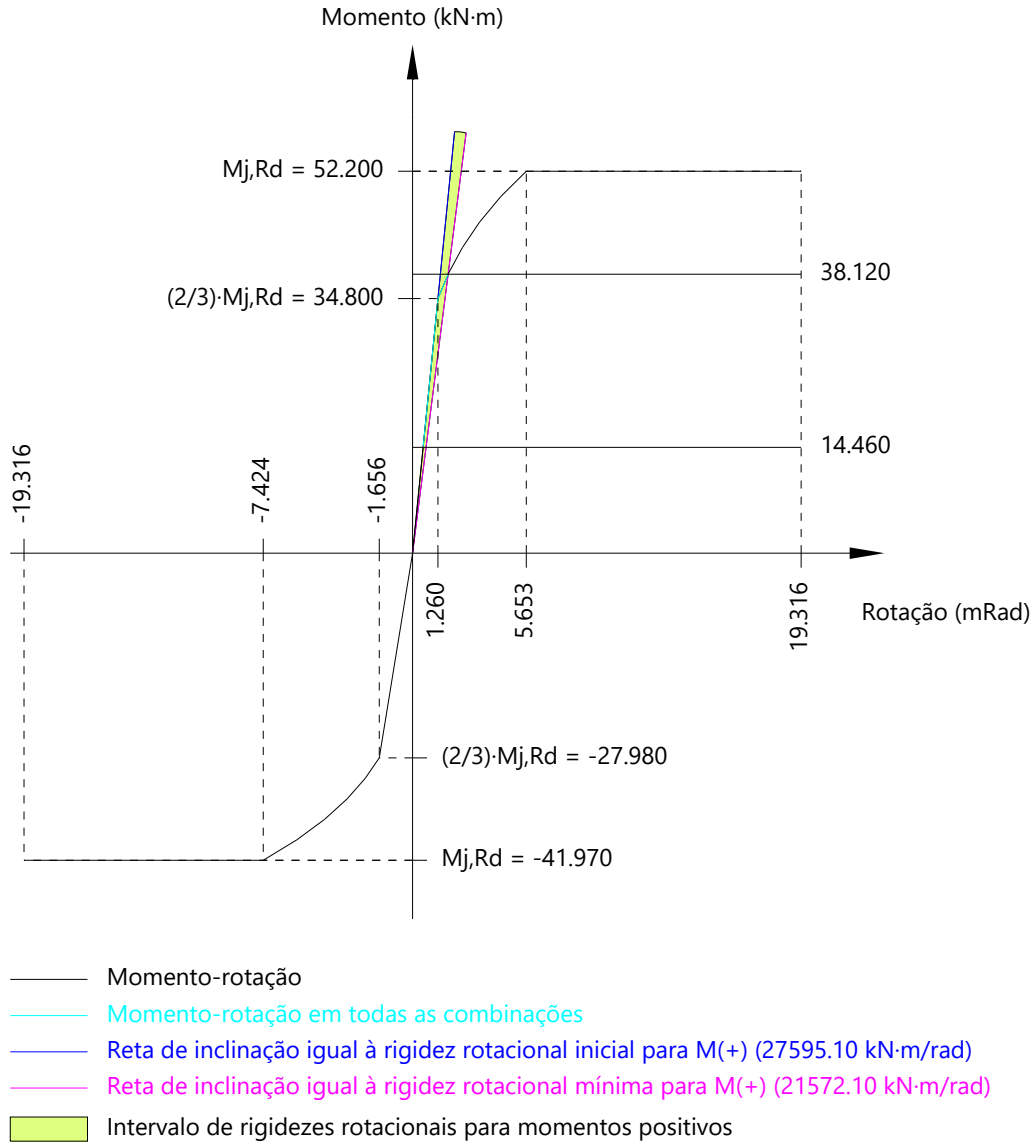
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
7	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75
8	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	0.000	182.694	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	0.000	182.694	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.825	89.104	70.51	20.27	70.51
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	9.316	182.694	5.10		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.887	89.104	70.58	20.27	70.58
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	10.590	182.694	5.80		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.531	89.104	71.30	20.27	71.30
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	23.844	182.694	13.05		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.593	89.104	71.37	20.27	71.37
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	25.118	182.694	13.75		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	64.003	89.104	71.83	20.27	71.83
	Esmagamento	5.625	81.475	6.90	Punção	33.559	182.694	18.37		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	64.065	89.104	71.90	20.27	71.90
	Esmagamento	5.625	81.475	6.90	Punção	34.833	182.694	19.07		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2396.57	27595.10
Calculada para momentos negativos	2396.57	16895.26

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	1.02	1.80	56.52
Momento resistente	kNm	38.12	52.20	73.03
Capacidade de rotação	mRad	91.490	667	13.72

5) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	43.87	70.42	62.29
Aba	Compressão	kN	55.76	180.51	30.89
	Tração	kN	29.90	90.28	33.12
Alma	Tração	kN	15.89	136.49	11.64

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

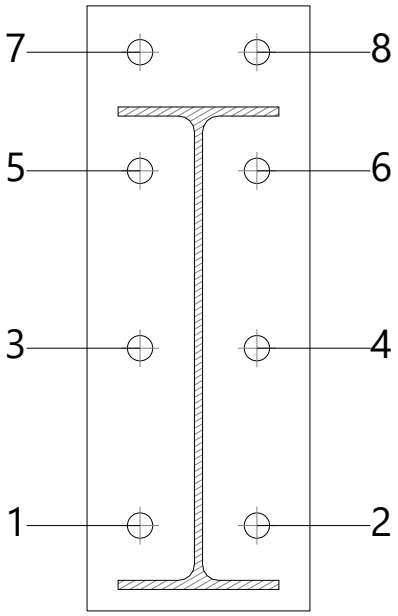
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	154.5	215.6	71.68	109.3	188.2	58.06	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	112.0	215.6	51.96	79.2	188.2	42.09	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	144.0	215.6	66.82	101.8	188.2	54.12	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)

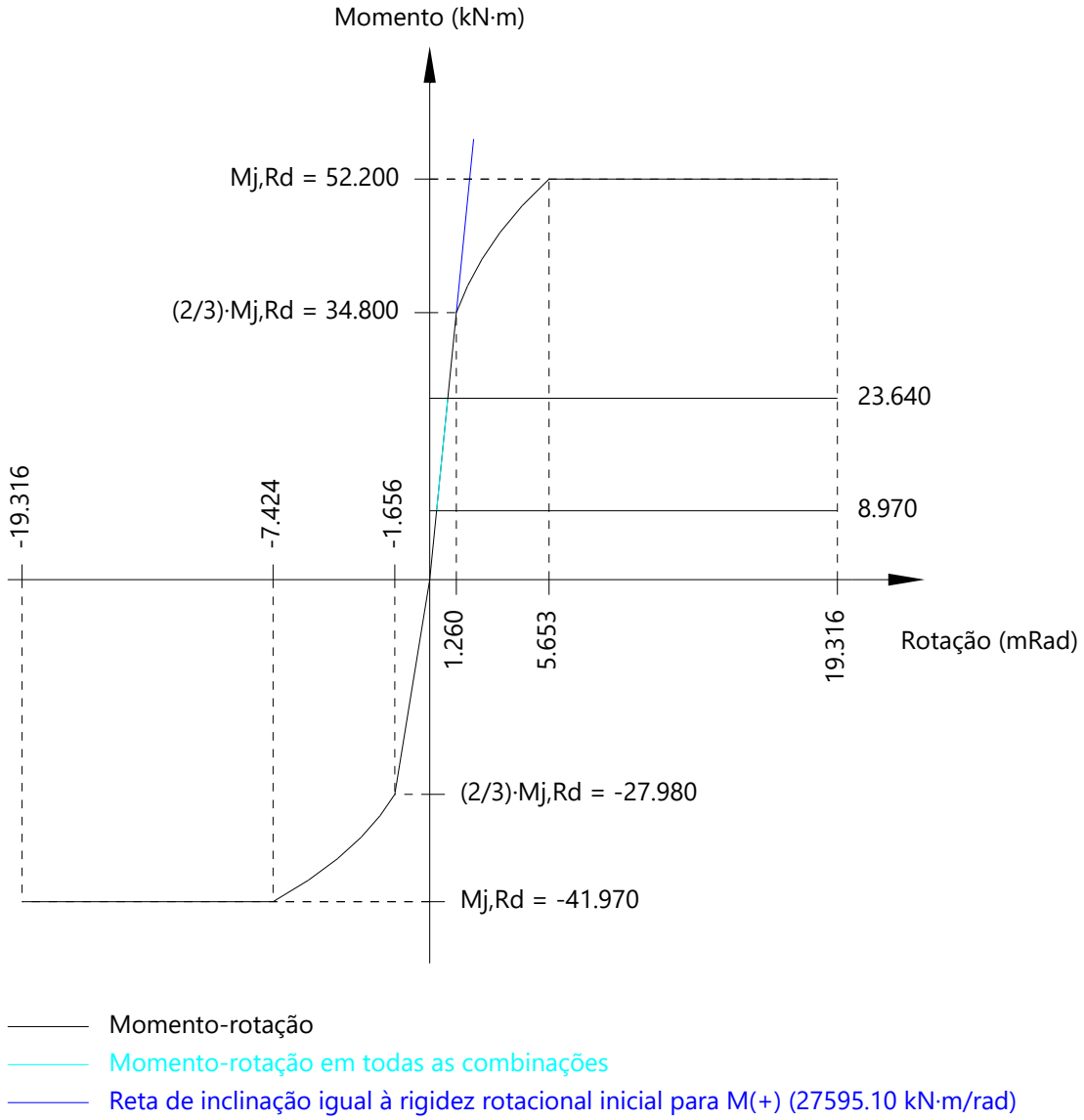


Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
2	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
3	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
4	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	111
5	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	--	73	75
7	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75
8	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	33	29	73	75
--: Não precisa ser considerado.						

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	0.000	182.694	0.00		
2	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.373	89.104	70.00	20.27	70.00
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	0.000	182.694	0.00		
3	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.708	89.104	70.38	20.27	70.38
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	6.907	182.694	3.78		
4	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	62.636	89.104	70.30	20.27	70.30
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	5.424	182.694	2.97		
5	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.146	89.104	70.87	20.27	70.87
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	15.912	182.694	8.71		
6	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.074	89.104	70.79	20.27	70.79
	Esmagamento	5.625	127.000	4.43	Punção	14.429	182.694	7.90		
7	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.438	89.104	71.20	20.27	71.20
	Esmagamento	5.625	81.475	6.90	Punção	21.935	182.694	12.01		
8	Deslizamento	5.625	27.752	20.27	Espiga	63.366	89.104	71.11	20.27	71.11
	Esmagamento	5.625	81.475	6.90	Punção	20.452	182.694	11.19		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2396.57	27595.10
Calculada para momentos negativos	2396.57	16895.26

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	1.02	1.80	56.52
Momento resistente	kNm	23.64	52.20	45.28
Capacidade de rotação	mRad	44.346	667	6.65

6) Viga (c) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	84.30	94.16	89.52
Aba	Compressão	kN	113.13	180.56	62.65
	Tração	kN	56.66	90.28	62.76
Alma	Tração	kN	31.33	129.84	24.13

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

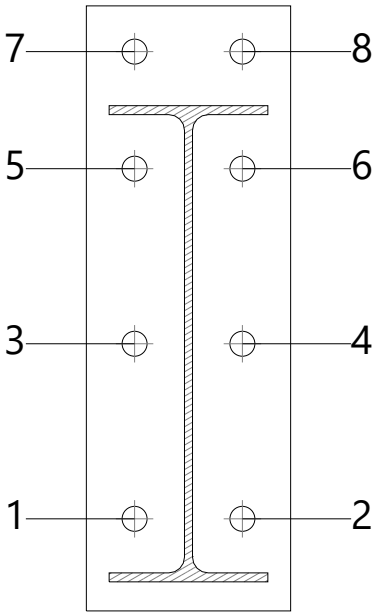
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	6
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	4
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	6

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	6	6	101	E70XX (485.0)	345.0	197.1	215.6	91.42	139.3	188.2	74.05	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	4	5	272	E70XX (485.0)	345.0	157.0	215.6	72.81	111.0	188.2	58.98	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	6	6	101	E70XX (485.0)	345.0	176.8	215.6	82.04	125.0	188.2	66.45	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)

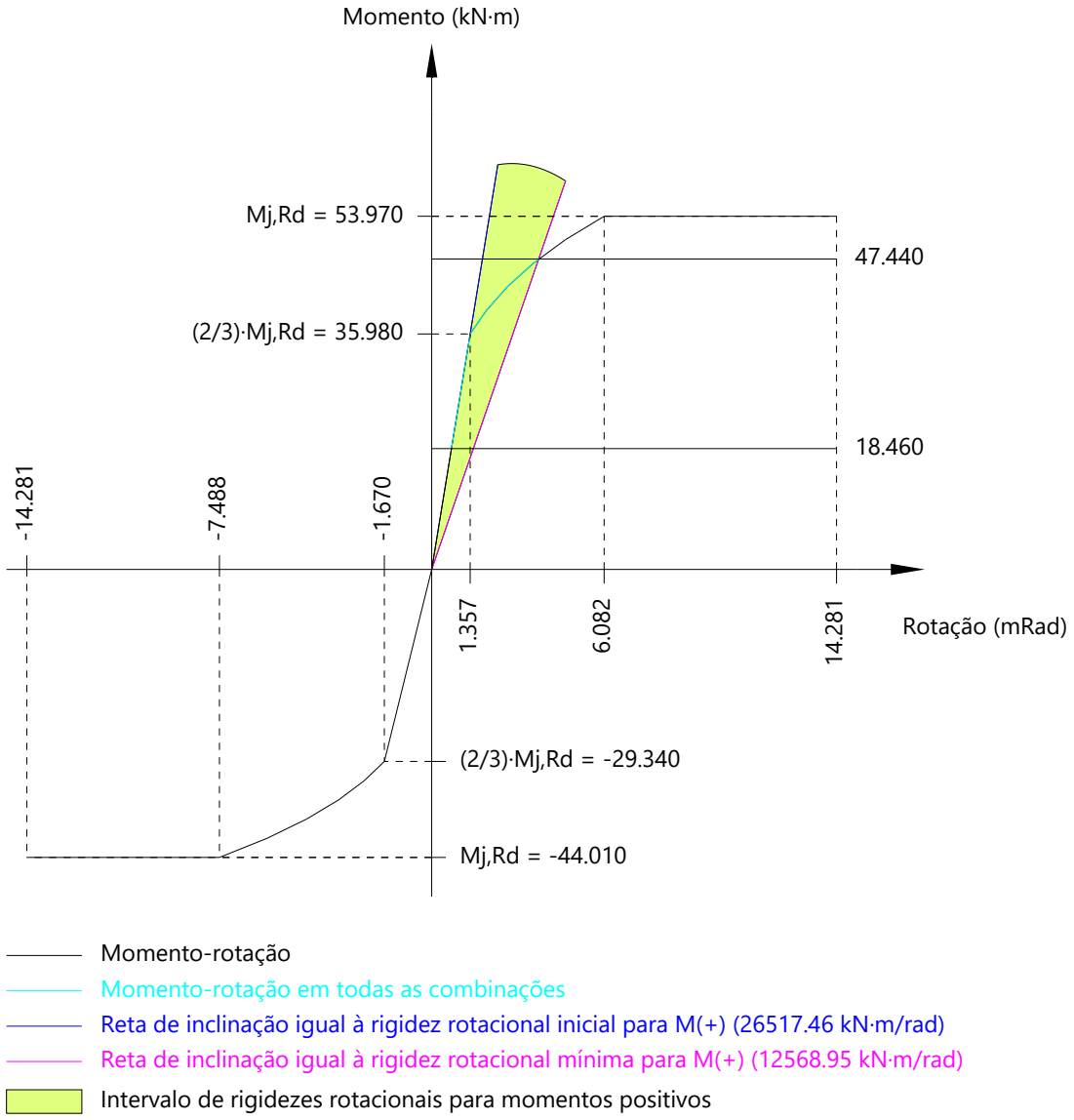


Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	111
2	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	111
3	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	111
4	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	111
5	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	75
6	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	75
7	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	29	69	75
8	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	29	69	75
--: Não precisa ser considerado.						

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	6.911	27.752	24.90	Espiga	62.373	89.104	70.00	24.90	70.00
	Esmagamento	6.911	152.400	4.53	Punção	0.000	219.233	0.00		
2	Deslizamento	6.912	27.752	24.91	Espiga	62.373	89.104	70.00	24.91	70.00
	Esmagamento	6.912	152.400	4.54	Punção	0.000	219.233	0.00		
3	Deslizamento	6.911	27.752	24.90	Espiga	62.944	89.104	70.64	24.90	70.64
	Esmagamento	6.911	152.400	4.53	Punção	11.806	219.233	5.39		
4	Deslizamento	6.912	27.752	24.91	Espiga	62.966	89.104	70.67	24.91	70.67
	Esmagamento	6.912	152.400	4.54	Punção	12.264	219.233	5.59		
5	Deslizamento	6.911	27.752	24.90	Espiga	63.811	89.104	71.61	24.90	71.61
	Esmagamento	6.911	152.400	4.53	Punção	29.715	219.233	13.55		
6	Deslizamento	6.912	27.752	24.91	Espiga	63.833	89.104	71.64	24.91	71.64
	Esmagamento	6.912	152.400	4.54	Punção	30.173	219.233	13.76		
7	Deslizamento	6.911	27.752	24.90	Espiga	64.391	89.104	72.26	24.90	72.26
	Esmagamento	6.911	97.770	7.07	Punção	41.692	219.233	19.02		
8	Deslizamento	6.912	27.752	24.91	Espiga	64.413	89.104	72.29	24.91	72.29
	Esmagamento	6.912	97.770	7.07	Punção	42.150	219.233	19.23		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1754.51	26517.46
Calculada para momentos negativos	1754.51	17565.31

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	1.44	1.80	80.17
Momento resistente	kNm	47.44	53.97	87.90
Capacidade de rotação	mRad	264.288	667	39.64

d) Quantit.

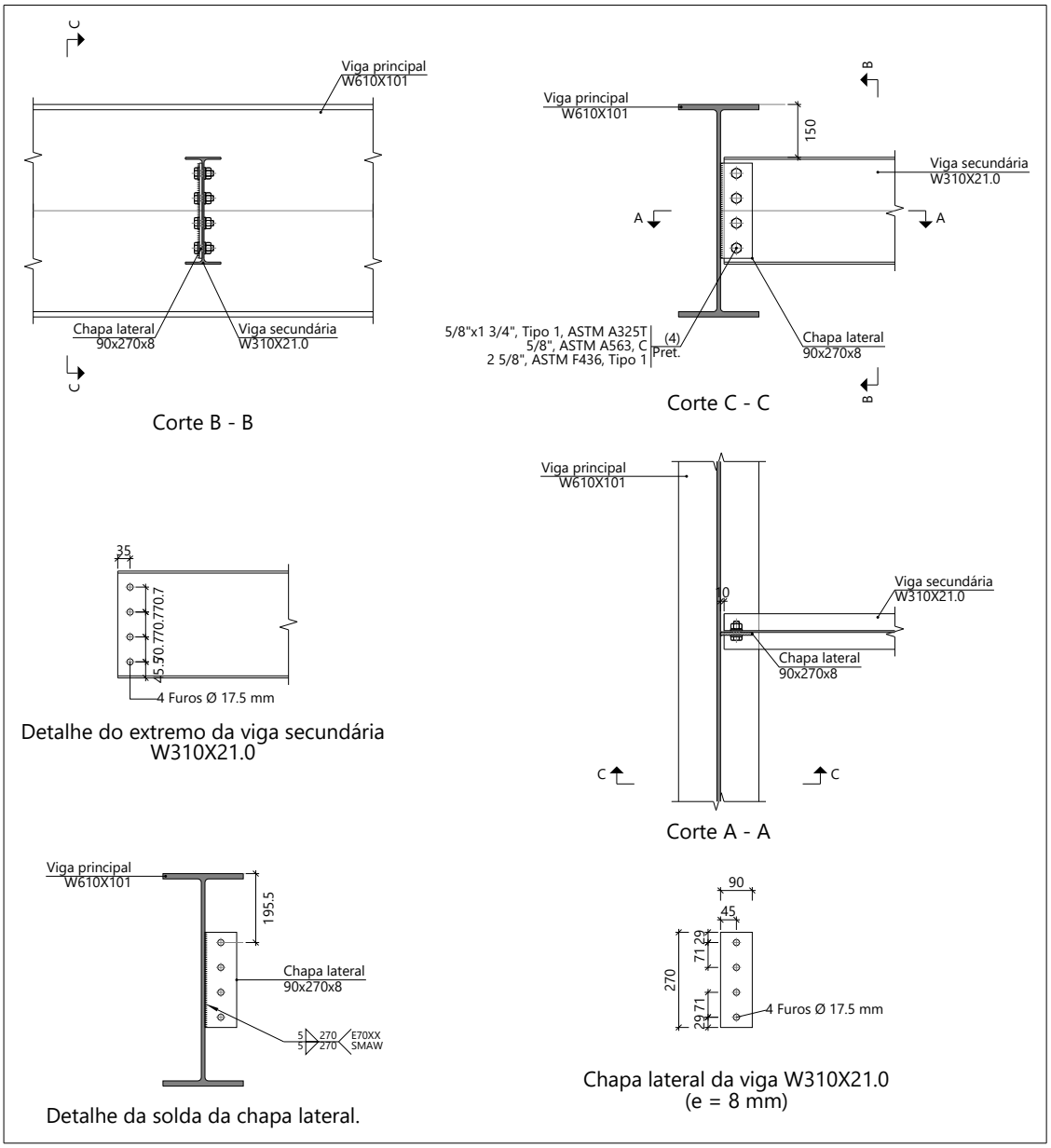
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	3032
			4	920
			5	2354
			6	377
			7	3115
			10	1202
	No local de montagem	De filete	7	494
			10	1202

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x145x11	6.94
		2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	140x380x10	8.35
		2	130x385x12	9.43
		1	335x340x18	16.09
			Total	54.76

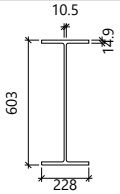
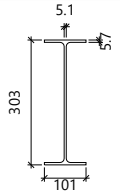
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	24	5/8"x2 1/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	24	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	48	5/8", ASTM F436

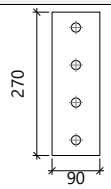
2.2.1.10. Tipo 86

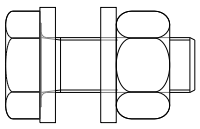
a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	W610X101		603	228	14.9	10.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral: Viga secundária W310X21.0		90	270	8	4	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Viga principal

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punção	kN	4.26	209.20	2.04
	Flexão por força perpendicular	kN	4.26	173.69	2.45

2) Viga secundária W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.05
	Tensões combinadas	--	--	--	14.17
	Flambagem local	N/mm²	-23.68	280.66	8.44
	Esmagamento	kN	14.95	73.26	20.41
	Rasgamento	kN	47.66	266.87	17.86
Alma	Esmagamento	kN	15.02	59.62	25.19
	Rasgamento	kN	47.66	204.45	23.31

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

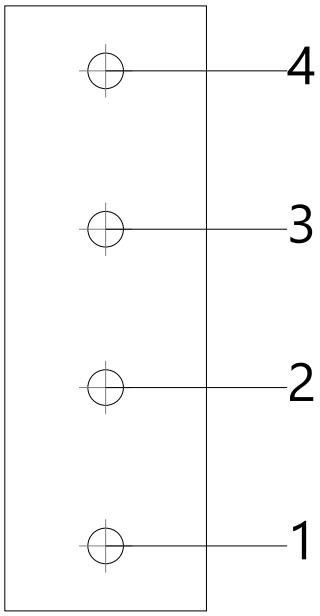
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Detalhe da solda da chapa lateral.	De ângulo	SMAW	8	40	270	5	8	5

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Detalhe da solda da chapa lateral.	5	8	270	E70XX (485.0)	345.0	36.3	215.6	16.86	25.7	188.2	13.66	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	--	--	71
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	35	29	--	71

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	15.020	27.752	54.12	Espiga	62.373	89.104	70.00	54.12	70.00
	Esmagamento	14.949	73.257	20.41	Punção	0.000	93.174	0.00		
2	Deslizamento	12.277	27.752	44.24	Espiga	62.373	89.104	70.00	44.24	70.00
	Esmagamento	12.277	101.600	12.08	Punção	0.000	93.174	0.00		
3	Deslizamento	12.402	27.752	44.69	Espiga	62.373	89.104	70.00	44.69	70.00
	Esmagamento	12.402	101.600	12.21	Punção	0.000	93.174	0.00		
4	Deslizamento	15.423	27.752	55.57	Espiga	62.373	89.104	70.00	55.57	70.00
	Esmagamento	15.423	101.600	15.18	Punção	0.000	93.174	0.00		

d) Quantit.

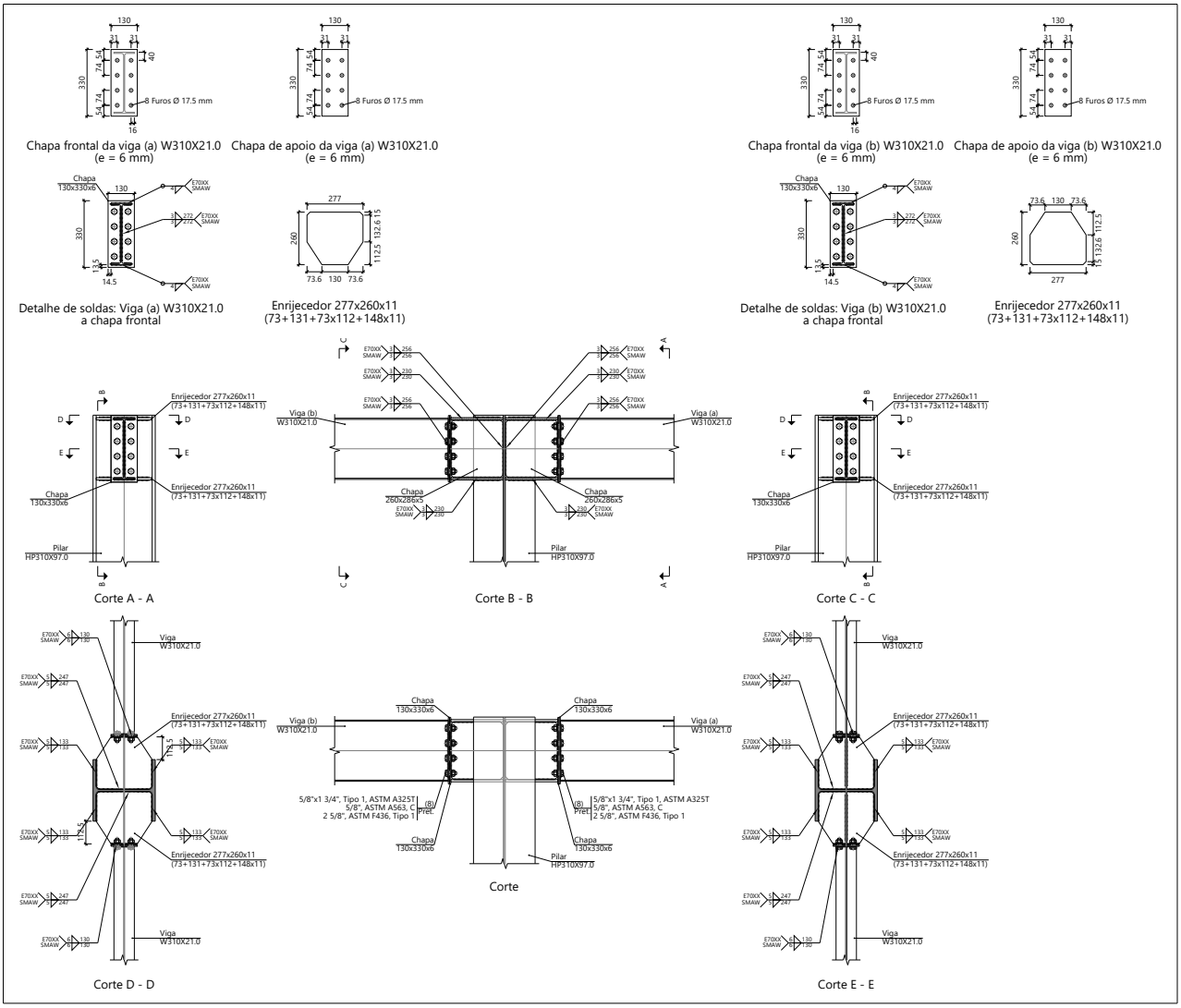
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	5	540

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Chapas	1	90x270x8	1.53
			Total	1.53

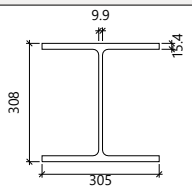
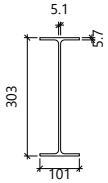
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	4	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	8	5/8", ASTM F436

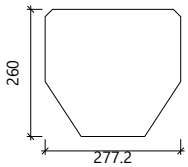
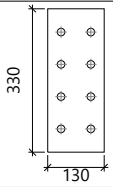
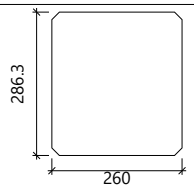
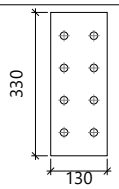
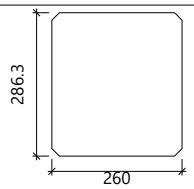
2.2.1.11. Tipo 87

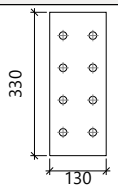
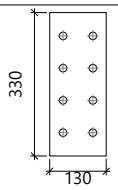
a) Detalhe

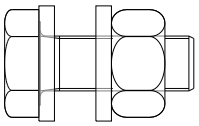


b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (a) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (a) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga (b) W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal: Viga (a) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga (b) W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
	Cortante	kN	0.49	574.36	0.09
Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	8.57	313.64	2.73
Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	14.57	313.64	4.64
Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	18.88	313.64	6.02
Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	18.44	313.64	5.88
Chapa frontal [Viga (a) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
	Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (a) W310X21.0]	Cortante	kN	17.27	216.41	7.98
Chapa frontal [Viga (b) W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
	Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) W310X21.0]	Cortante	kN	24.64	216.41	11.39
Aba	Rasgamento	N/mm²	20.93	313.64	6.67
	Cortante	N/mm²	12.62	313.64	4.02
Viga (a) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	3.55	174.23	2.03
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	10.03	28.94	34.65
	Chapa vertical	Tração	kN	10.03	116.46	8.61
Viga (b) W310X21.0	Enrijecedores	Tração	kN	4.60	174.23	2.64
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	12.58	28.94	43.47
	Chapa vertical	Tração	kN	12.58	116.46	10.80

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga (a) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	10.03	29.05	34.52
Aba	Compressão	kN	9.31	112.43	8.28
	Tração	kN	3.37	90.28	3.74
Alma	Tração	kN	10.03	118.79	8.44

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

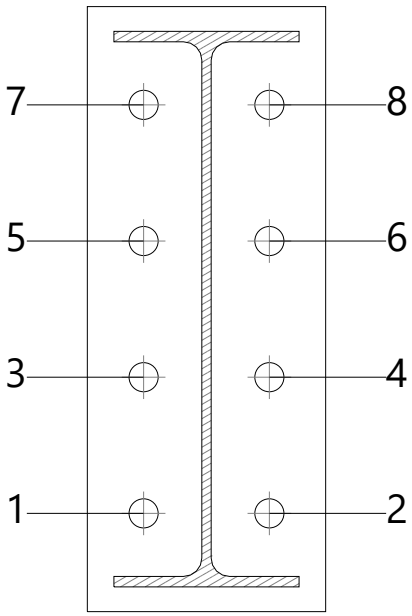
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	61.2	215.6	28.39	43.3	188.2	23.00	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	32.3	215.6	14.96	22.8	188.2	12.12	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	58.7	215.6	27.24	41.5	188.2	22.06	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



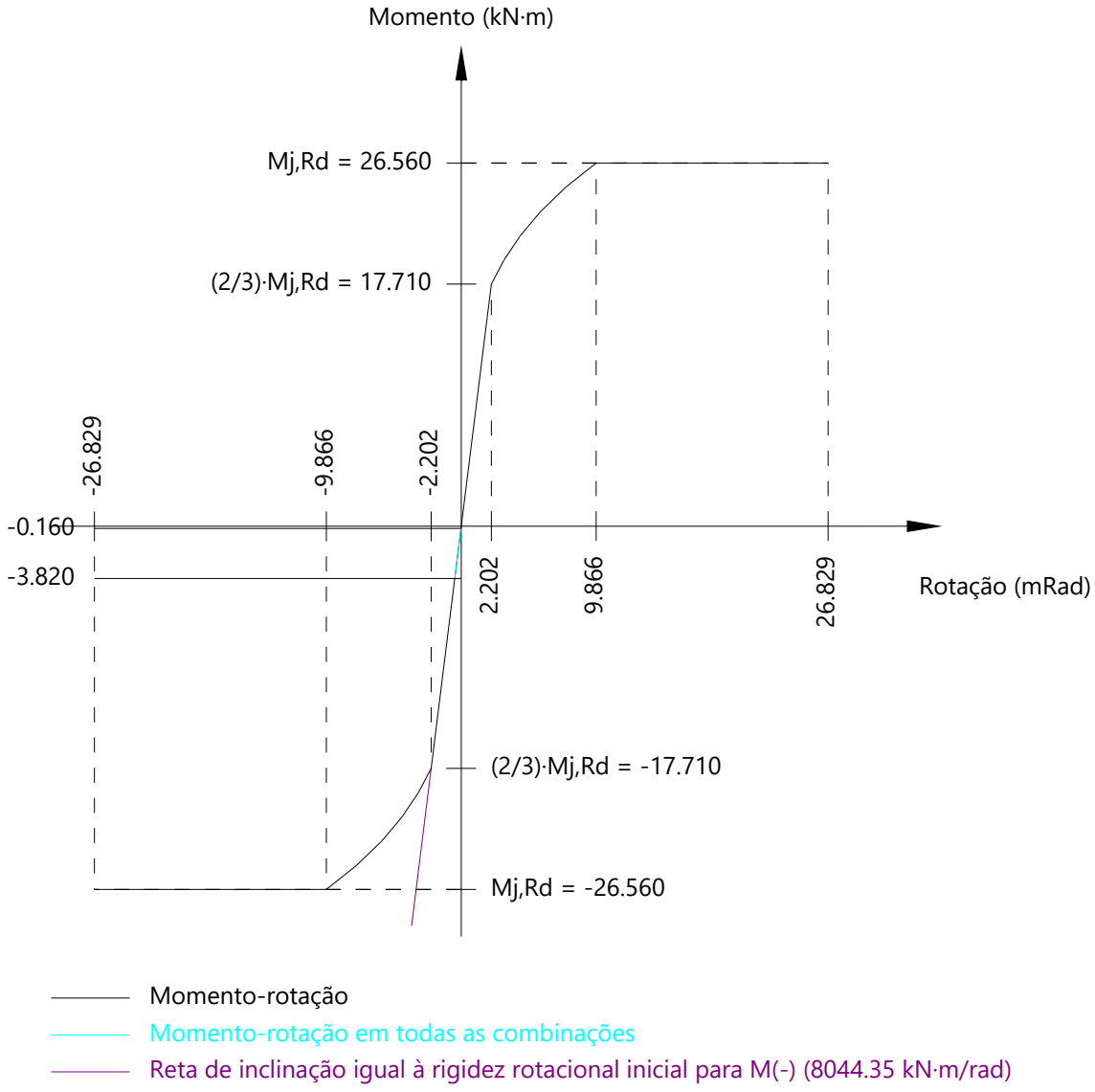
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.108	27.752	0.39	Espiga	62.559	89.104	70.21	0.39	70.21
	Esmagamento	0.108	76.200	0.14	Punção	4.549	109.616	4.15		
2	Deslizamento	0.108	27.752	0.39	Espiga	62.660	89.104	70.32	0.39	70.32
	Esmagamento	0.108	74.932	0.14	Punção	7.015	109.616	6.40		
3	Deslizamento	0.108	27.752	0.39	Espiga	62.511	89.104	70.16	0.39	70.16
	Esmagamento	0.108	76.200	0.14	Punção	3.381	109.616	3.08		
4	Deslizamento	0.108	27.752	0.39	Espiga	62.578	89.104	70.23	0.39	70.23
	Esmagamento	0.108	74.932	0.14	Punção	5.015	109.616	4.57		
5	Deslizamento	0.108	27.752	0.39	Espiga	62.496	89.104	70.14	0.39	70.14
	Esmagamento	0.108	76.200	0.14	Punção	2.999	109.616	2.74		
6	Deslizamento	0.108	27.752	0.39	Espiga	62.496	89.104	70.14	0.39	70.14
	Esmagamento	0.108	74.932	0.14	Punção	3.014	109.616	2.75		
7	Deslizamento	0.108	27.752	0.39	Espiga	62.481	89.104	70.12	0.39	70.12
	Esmagamento	0.108	76.200	0.14	Punção	2.641	109.616	2.41		
8	Deslizamento	0.108	27.752	0.39	Espiga	62.416	89.104	70.05	0.39	70.05
	Esmagamento	0.108	74.932	0.14	Punção	1.060	109.616	0.97		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	3.82	26.56	14.39
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

3) Viga (b) W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	12.58	29.05	43.31
Aba	Compressão	kN	20.63	179.93	11.47
	Tração	kN	4.38	90.28	4.85
Alma	Tração	kN	12.58	118.79	10.59

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

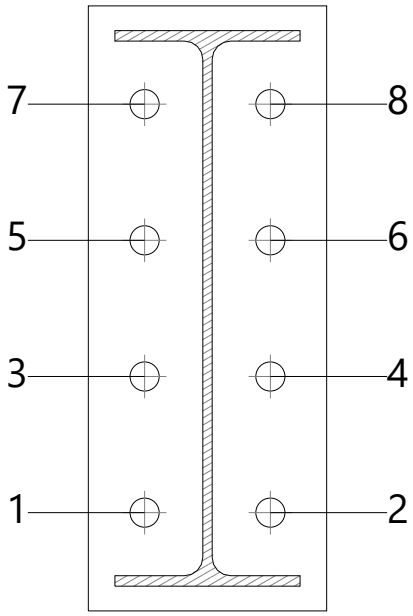
Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)								
Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	69.7	215.6	32.35	49.3	188.2	26.20	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	41.9	215.6	19.46	29.7	188.2	15.76	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	69.3	215.6	32.14	49.0	188.2	26.03	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



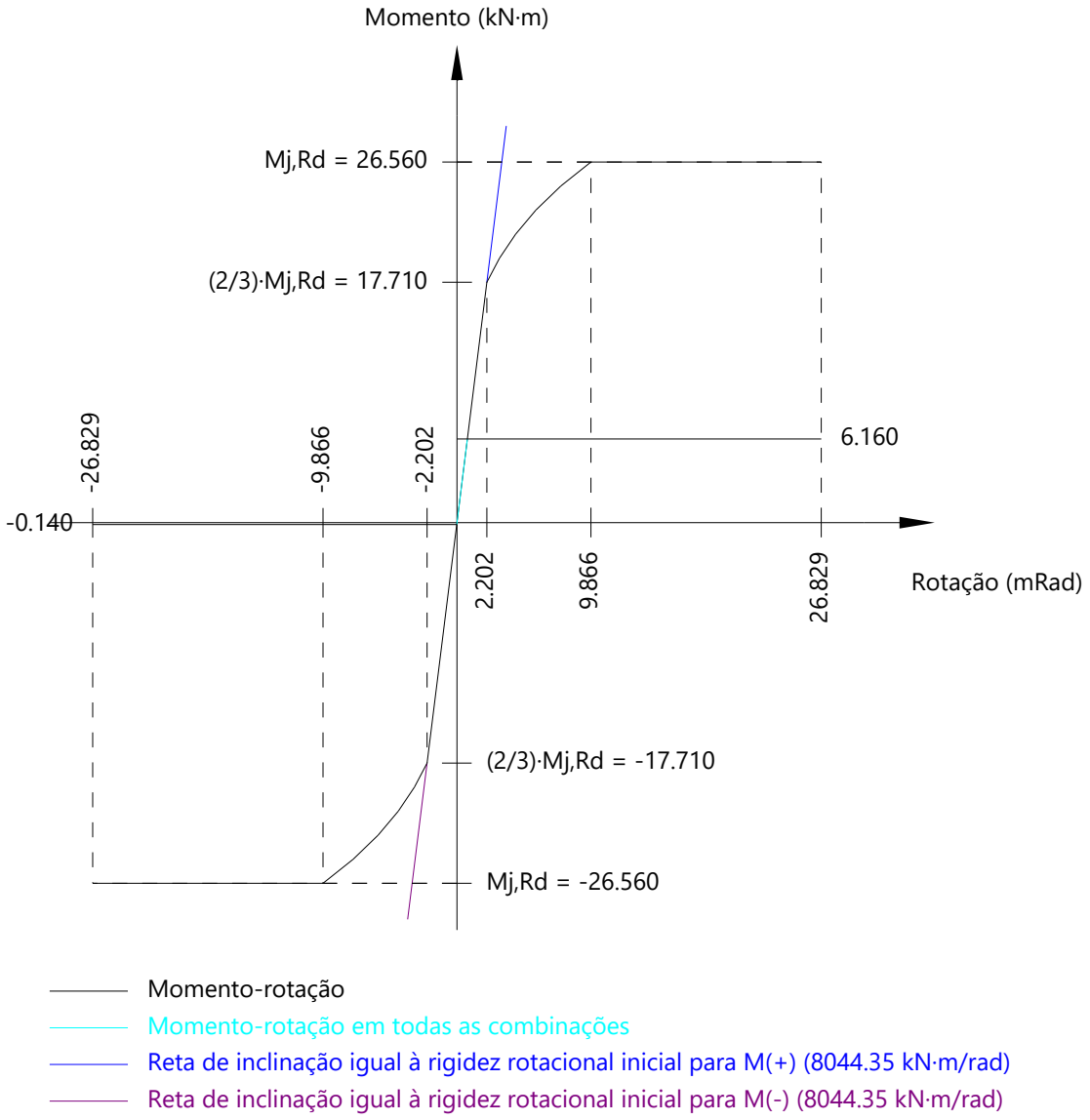
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.415	27.752	1.49	Espiga	62.401	89.104	70.03	1.49	70.03
	Esmagamento	0.415	75.803	0.55	Punção	0.682	109.616	0.62		
2	Deslizamento	0.420	27.752	1.51	Espiga	62.513	89.104	70.16	1.51	70.16
	Esmagamento	0.420	76.200	0.55	Punção	3.428	109.616	3.13		
3	Deslizamento	0.415	27.752	1.50	Espiga	62.515	89.104	70.16	1.50	70.16
	Esmagamento	0.415	75.693	0.55	Punção	3.479	109.616	3.17		
4	Deslizamento	0.420	27.752	1.51	Espiga	62.512	89.104	70.16	1.51	70.16
	Esmagamento	0.420	76.200	0.55	Punção	3.396	109.616	3.10		
5	Deslizamento	0.416	27.752	1.50	Espiga	62.631	89.104	70.29	1.50	70.29
	Esmagamento	0.416	75.571	0.55	Punção	6.291	109.616	5.74		
6	Deslizamento	0.421	27.752	1.52	Espiga	62.518	89.104	70.16	1.52	70.16
	Esmagamento	0.421	76.200	0.55	Punção	3.535	109.616	3.22		
7	Deslizamento	0.416	27.752	1.50	Espiga	62.746	89.104	70.42	1.50	70.42
	Esmagamento	0.416	75.437	0.55	Punção	9.103	109.616	8.30		
8	Deslizamento	0.421	27.752	1.52	Espiga	62.633	89.104	70.29	1.52	70.29
	Esmagamento	0.421	76.200	0.55	Punção	6.347	109.616	5.79		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	6.16	26.56	23.21
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

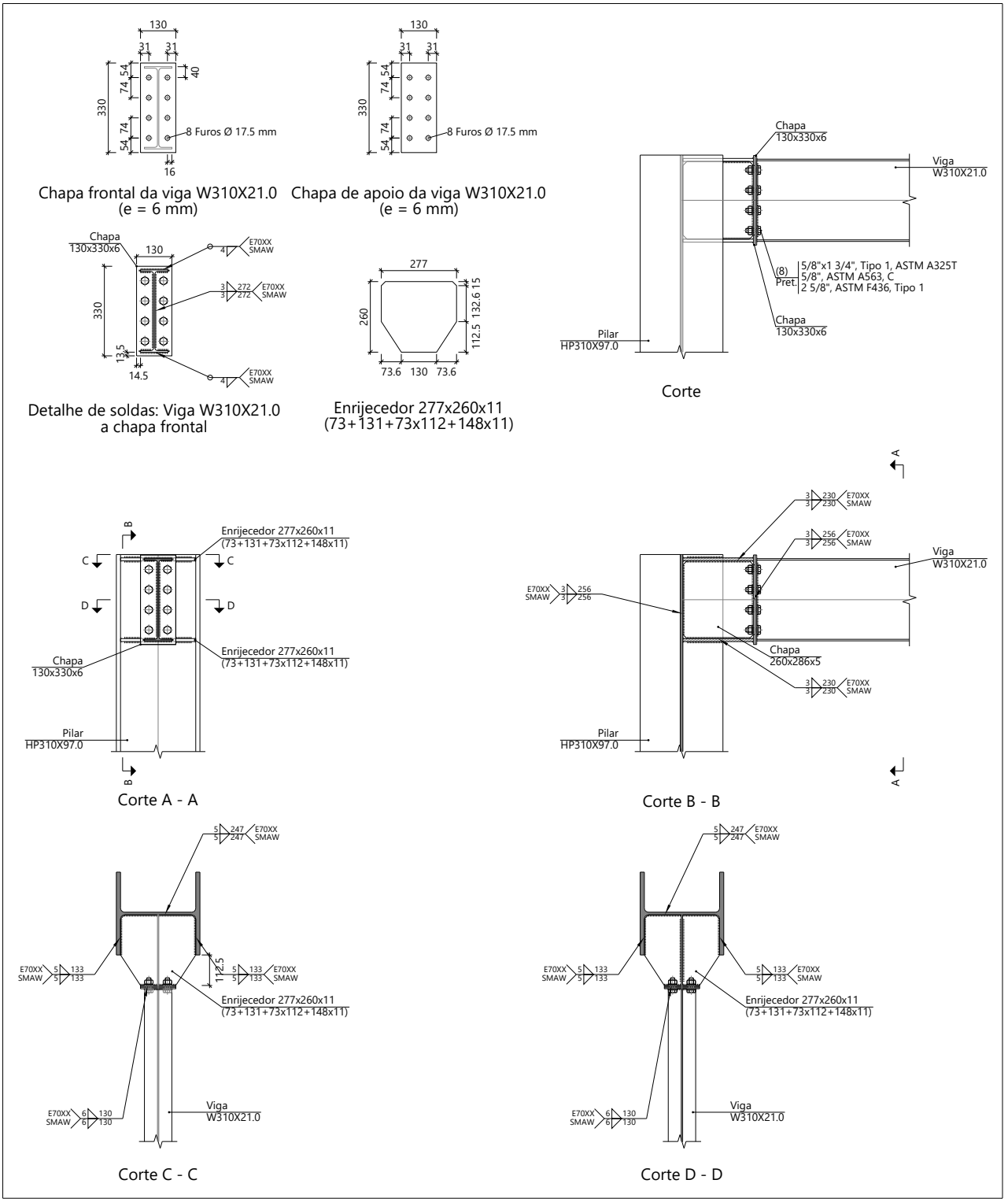
Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	4977
			4	753
			5	4098
			6	1040

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	4	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	22.04
	Chapas	2	260x286x5	5.84
		4	130x330x6	8.08
			Total	35.96

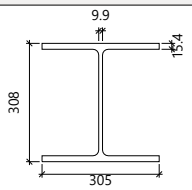
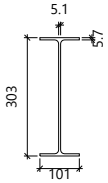
Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	16	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	16	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	32	5/8", ASTM F436

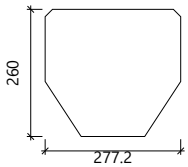
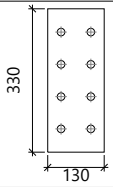
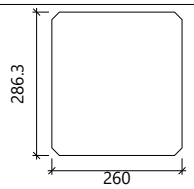
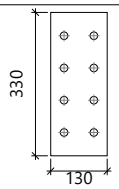
2.2.1.12. Tipo 88

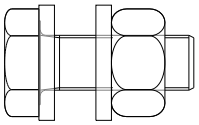
a) Detalhe



b) Descrição dos componentes da ligação

Perfis									
Peça	Descrição	Geometria					Aço		
		Esquema	Altura total (mm)	Largura da aba (mm)	Espessura da mesa (mm)	Espessura da alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HP310X97.0		308	305	15.4	9.9	A-572 345MPa	345.0	450.0
Viga	W310X21.0		303	101	5.7	5.1	A-572 345MPa	345.0	450.0

Elementos complementares									
Peça	Geometria				Furos		Aço		
	Esquema	Largura (mm)	Altura (mm)	Espessura (mm)	Quantidade	Diâmetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Enrijecedor		277.2	260	11	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa de apoio da viga Viga W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa vertical da viga Viga W310X21.0		260	286.3	5	-	-	A-572 345MPa	345.0	450.0
Chapa frontal: Viga W310X21.0		130	330	6	8	17.5	A-572 345MPa	345.0	450.0

Parafusos							
Descrição	Pré-tensionado	Geometria			Aço		
		Esquema	Diâmetro	Comprimento (mm)	Classe	f_y (MPa)	f_u (MPa)
5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T 5/8", ASTM A563, C 2 5/8", ASTM F436, Tipo 1	X		5/8"	44.5	ASTM A325	635.0	825.0

c) Verificação

1) Pilar HP310X97.0

	Verificações de resistência					
	Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Viga W310X21.0	Painel	Esbeltez	--	--	--	40.000
		Cortante	kN	0.10	574.36	0.02
	Rigidificador superior	Tensão de Von Mises	N/mm²	8.03	313.64	2.56
	Rigidificador inferior	Tensão de Von Mises	N/mm²	9.35	313.64	2.98
	Chapa frontal [Viga W310X21.0]	Interacção flexão - esforço transverso	--	--	--	0.00
		Deformação admissível	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga W310X21.0]	Cortante	kN	10.84	216.41	5.01
	Aba	Rasgamento	N/mm²	2.33	313.64	0.74
		Cortante	N/mm²	3.97	313.64	1.27
	Enrijecedores	Tração	kN	1.59	174.23	0.91
	Chapa de apoio	Tração por flexão	kN	4.25	28.94	14.68
	Chapa vertical	Tração	kN	4.25	116.46	3.65

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda do enrijecedor superior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor superior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda do enrijecedor inferior às mesas	De ângulo	SMAW	11	40	133	5	11	5
Solda do enrijecedor inferior à alma	De ângulo	SMAW	10	40	247	5	10	5
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	De ângulo	SMAW	6	40	130	3	6	6
Solda da chapa vertical à alma	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical à chapa frontal	De ângulo	SMAW	5	40	256	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	De ângulo	SMAW	5	40	230	3	5	3

P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura														
Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda do enrijecedor superior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor superior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior às mesas	5	11	133	E70XX (485.0)	345.0	48.0	215.6	22.27	33.9	188.2	18.04	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à alma	5	10	247	E70XX (485.0)	345.0	25.7	215.6	11.94	18.2	188.2	9.67	1.10	1.25	1.35
Solda do enrijecedor inferior à chapa frontal	6	6	130	E70XX (485.0)	345.0	52.5	215.6	24.36	37.1	188.2	19.73	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à alma	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical à chapa frontal	3	5	256	E70XX (485.0)	345.0	41.4	215.6	19.20	29.3	188.2	15.55	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor superior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35
Solda da chapa vertical ao enrijecedor inferior	3	5	230	E70XX (485.0)	345.0	46.1	215.6	21.39	32.6	188.2	17.33	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

2) Viga W310X21.0

Verificações de resistência					
Componente	Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tração por flexão	kN	4.25	29.05	14.62
Aba	Compressão	kN	9.09	180.38	5.04
	Tração	kN	1.52	90.28	1.68
Alma	Tração	kN	4.25	118.79	3.58

Soldas (ABNT NBR 8800:2008)

Limitações (ABNT NBR 8800, 6.2.6)

Descrição	Tipo	P.S.	t (mm)	Comprimento		Perna		
				$l_{w,min}$ (mm)	l_w (mm)	$d_{w,min}$ (mm)	$d_{w,max}$ (mm)	d_w (mm)
Solda da aba superior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4
Solda da alma	De ângulo	SMAW	5	40	272	3	5	3
Solda da aba inferior	De ângulo	SMAW	6	40	101	3	6	4

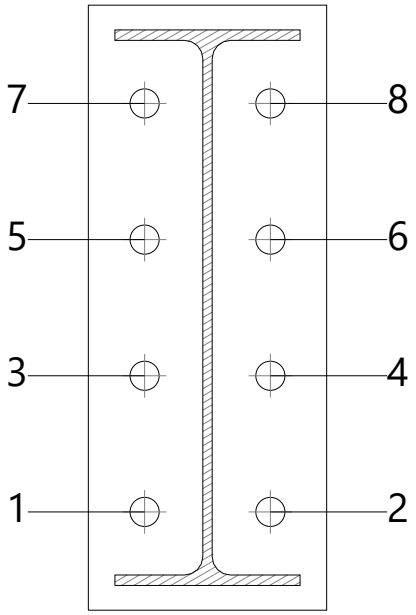
P.S.: Procedimento de soldagen.
t: Menor espessura do metal-base.
l_w: Comprimento total da solda.
d_w: Perna da solda.

Verificação de cordões de soldadura

Descrição	Perna (mm)	t (mm)	l_w (mm)	Eléctrode	Metal - base	Cisalhamento (Metal da solda)			Tensões (Metal-base)			Coeficientes de ponderação		
				f_w (N/mm²)	f_y (N/mm²)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	Sd (N/mm²)	Rd (N/mm²)	Aprov. (%)	γ_{a1}	γ_{w1}	γ_{w2}
Solda da aba superior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	23.5	215.6	10.88	16.6	188.2	8.82	1.10	1.25	1.35
Solda da alma	3	5	272	E70XX (485.0)	345.0	20.1	215.6	9.35	14.2	188.2	7.57	1.10	1.25	1.35
Solda da aba inferior	4	6	101	E70XX (485.0)	345.0	23.3	215.6	10.80	16.5	188.2	8.75	1.10	1.25	1.35

Sd: Solicitação de cálculo
Rd: Resistente de cálculo
- Tração ou compressão paralelas ao eixo da solda, não precisa ser considerado.

Parafusos (ABNT NBR 8800:2008, 6.3)



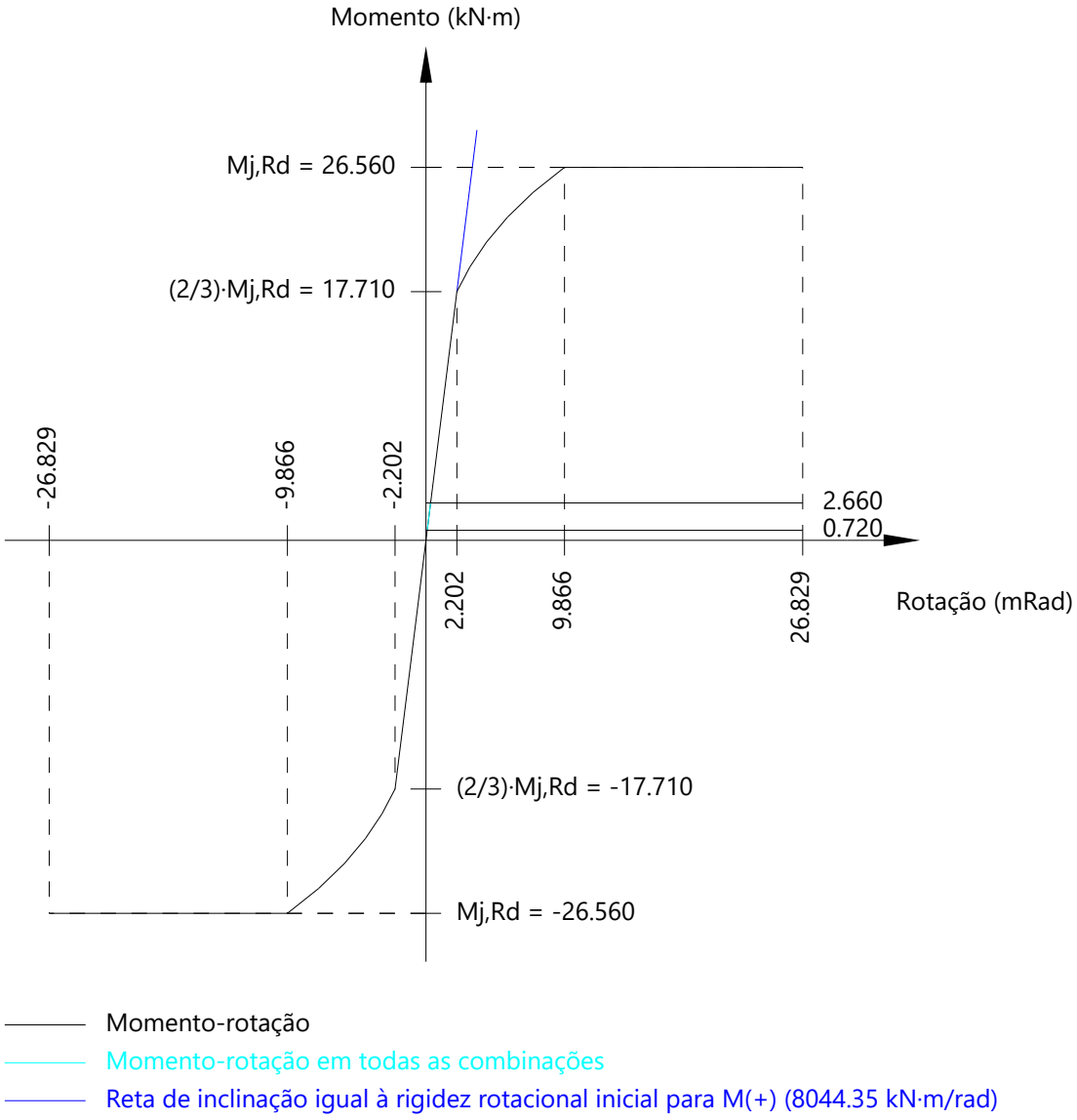
Disposições constructivas						
Parafuso	Descrição	Diâmetro do furo (mm)	Distâncias de um furo às bordas		Distâncias entre furos	
			x (mm)	y (mm)	x (mm)	y (mm)
1	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
2	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
3	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
4	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
5	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
6	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
7	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74
8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T	17.5	31	--	69	74

--: Não precisa ser considerado.

Resistência										
Parafuso	Cisalhamento				Tração				Interação tração e deslizamento	Aprov. Máx. (%)
	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Verificação	Desfavorável (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Deslizamento	0.244	27.752	0.88	Espiga	62.374	89.104	70.00	0.89	70.00
	Esmagamento	0.244	76.200	0.32	Punção	0.045	109.616	0.04		
2	Deslizamento	0.244	27.752	0.88	Espiga	62.376	89.104	70.00	0.89	70.00
	Esmagamento	0.244	75.940	0.32	Punção	0.078	109.616	0.07		
3	Deslizamento	0.244	27.752	0.88	Espiga	62.416	89.104	70.05	0.89	70.05
	Esmagamento	0.244	76.200	0.32	Punção	1.059	109.616	0.97		
4	Deslizamento	0.244	27.752	0.88	Espiga	62.418	89.104	70.05	0.89	70.05
	Esmagamento	0.244	75.940	0.32	Punção	1.097	109.616	1.00		
5	Deslizamento	0.244	27.752	0.88	Espiga	62.458	89.104	70.10	0.89	70.10
	Esmagamento	0.244	76.200	0.32	Punção	2.086	109.616	1.90		
6	Deslizamento	0.244	27.752	0.88	Espiga	62.460	89.104	70.10	0.89	70.10
	Esmagamento	0.244	75.940	0.32	Punção	2.124	109.616	1.94		
7	Deslizamento	0.244	27.752	0.88	Espiga	62.500	89.104	70.14	0.89	70.14
	Esmagamento	0.244	76.200	0.32	Punção	3.114	109.616	2.84		
8	Deslizamento	0.244	27.752	0.88	Espiga	62.502	89.104	70.15	0.89	70.15
	Esmagamento	0.244	75.940	0.32	Punção	3.152	109.616	2.88		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	595.99	8044.35
Calculada para momentos negativos	595.99	8044.35

Comportamento da ligação para flexão simples no plano xz



Verificação	Unidades	Desfavorável	Resistente	Aprov. (%)
Relação entre modos 1 e 3	--	0.38	1.80	21.25
Momento resistente	kNm	2.66	26.56	10.02
Capacidade de rotação	mm	6.00	8.84	67.89

d) Quantit.

Soldas				
Classe de resistência	Execução	Tipo	Lado (mm)	Comprimento de cordões (mm)
E70XX	Em fábrica	De filete	3	2488
			4	377
			5	2049
			6	520

Chapas				
Material	Tipo	Quantidade	Dimensões (mm)	Peso (kg)
A-572 345MPa	Enrijecedores	2	277x260x11 (73+131+73x112+148x11)	11.02
	Chapas	1	260x286x5	2.92
		2	130x330x6	4.04
			Total	17.98

Elementos para aparafusar			
Tipo	Material	Quantidade	Descrição
Parafusos	ASTM A325	8	5/8"x1 3/4", Tipo 1, ASTM A325T
Porcas	Grau C	8	5/8", ASTM A563
Anilhas	Tipo 1	16	5/8", ASTM F436