

LIGAÇÕES PARA ESTRUTURAS DE AÇO

GUIA PRÁTICO PARA ESTRUTURAS COM PERFIS LAMINADOS



GERDAU

LIGAÇÕES PARA ESTRUTURAS DE AÇO

GUIA PRÁTICO PARA ESTRUTURAS COM PERFIS LAMINADOS



Consultoria:

Oswaldo Teixeira Baião Filho

Antonio Carlos Viana Silva

Gilson Queiroz

Colaboração (atual edição):

Ronaldo do Carmo Soares

Henrique José Ferreira da Silva

Janaína Maria da Silva

Definir as ligações dos elementos estruturais é uma das principais etapas no estudo e elaboração de projetos de estruturas de aço, mais precisamente as que utilizam Perfis laminados. Além dos aspectos técnicos relacionados com resistência, qualidade e segurança, é importante levar em consideração que as ligações representam um importante componente no custo da estrutura. A racionalidade torna-se um fator de competitividade que pode, inclusive, influenciar a escolha do sistema construtivo. É bom lembrar também que as ligações fazem parte do conjunto de elementos que compõe a estética da construção, principalmente nas estruturas aparentes.

Para facilitar a elaboração dos projetos, a Gerdau lança esta nova publicação técnica, ampliando o acervo destinado aos profissionais do segmento da construção em aço. Trata-se de um guia prático, abrangendo os tipos de ligações mais usados no mercado.

Os desenhos, cálculos e recomendações inseridas neste manual foram elaboradas e revisadas por profissionais renomados e altamente qualificados. Baseiam-se nas melhores práticas e técnicas, contemplando situações e cargas específicas, para estruturas de aço projetadas com Perfis Estruturais Gerdau. Os tipos de ligações demonstrados neste manual servem exclusivamente como referência. Sua utilização em projetos requer estudos de adequação pelo engenheiro responsável.

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Objetivo	9
1.2	Responsabilidade	9
2	CONSIDERAÇÕES BÁSICAS	11
2.1	Normas utilizadas	13
2.2	Principais unidades utilizadas	13
2.3	Materiais	13
2.4	Disposições construtivas	14
2.5	Campo de aplicação	15
2.6	Tabelas de resistências de cálculo de parafusos	15
3	LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CANTONEIRAS - LCPP / LCSP	17
3.1	Considerações gerais	19
3.2	Verificações de cálculo	20
3.3	Exemplos de utilização	22
3.4	Fórmulas	23
3.5	Tabelas de ligações flexíveis com cantoneiras LCPP	28
3.6	Tabelas de ligações flexíveis com cantoneiras LCSP	45
4	LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CHAPA DE EXTREMIDADE - LCHE	63
4.1	Considerações gerais	65
4.2	Verificações de cálculo	65
4.3	Exemplo de utilização	65
4.4	Fórmulas	66
4.5	Tabelas de ligações flexíveis com chapa de extremidade LCHE	68
5	LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CHAPA SIMPLES - LCHS	85
5.1	Considerações gerais	87
5.2	Verificações de cálculo	87
5.3	Exemplo de utilização	88
5.4	Fórmulas	88
5.5	Tabelas de ligações flexíveis com chapa simples LCHS	92
6	LIGAÇÕES RÍGIDAS COM CHAPAS DE CABEÇA PARAFUSADAS ASSIMÉTRICAS - LMPA	101
6.1	Considerações gerais	103
6.2	Verificações de cálculo	103
6.3	Exemplos de utilização	103
6.4	Fórmulas	104
6.5	Tabelas de ligações rígidas com chapas de cabeça parafusada assimétricas LMPA	106

7 LIGAÇÕES RÍGIDAS SOLDADAS SIMÉTRICAS - LMSS	127
7.1 Considerações gerais	129
7.2 Verificações de cálculo	129
7.3 Exemplo de utilização	129
7.4 Fórmulas	130
7.5 Tabelas de ligações rígidas soldadas simétricas LMSS	131
8 LIGAÇÕES RÍGIDAS SIMÉTRICAS COM PERFIS "T" LAMINADOS - LT/LMTS ..	141
8.1 Considerações gerais	143
8.2 Verificações de cálculo	144
8.3 Exemplo de utilização	145
8.4 Fórmulas	146
8.5 Tabelas de resistência do Perfil "T" a tração LT.....	148
8.6 Tabelas de resistência do Perfil "T" a tração LMTS	163
9 EMENDA DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU - EP 1/EP 2	169
9.1 Considerações gerais	171
9.2 Exemplos de utilização	172
9.3 Tabelas para emendas de pilares em Perfis Estruturais Gerdau EP1	173
9.4 Tabelas para emendas de pilares em Perfis Estruturais Gerdau EP2	175
10 BASES ROTULADAS DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU - PBR	181
10.1 Considerações gerais	183
10.2 Verificações de cálculo	183
10.3 Exemplo de utilização	183
10.4 Fórmulas	184
10.5 Tabelas de bases rotuladas de pilares em Perfis Estruturais Gerdau PBR	185
11 BASES ENGASTADAS DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU - PBE	205
11.1 Considerações gerais	207
11.2 Verificações de cálculo	207
11.3 Exemplo de utilização	208
11.4 Fórmulas	208
11.5 Tabelas de bases engastadas de pilares em Perfis Estruturais Gerdau PBE	210
12 LIGAÇÕES MISTAS - LMMI	299
12.1 Limitação de uso das ligações mistas padronizadas	301
12.2 Cálculo	301
12.3 Armaduras	302
12.4 Fórmulas	302
12.5 Tabelas de ligações mistas LMMI	306
13 ANEXOS	309
13.1 Bibliografia	311
13.2 Nomenclatura	311

1

INTRODUÇÃO

1.1 - OBJETIVO

Este manual contém os tipos de ligação mais utilizados entre Perfis Estruturais Gerdau para a fabricação de estruturas metálicas.

Testadas em laboratório e amplamente utilizadas, com resultados práticos devidamente comprovados, as diferentes ligações contidas neste trabalho apresentam alto grau de confiabilidade, considerando-se situações semelhantes de aplicação.

A padronização e a correta escolha do tipo de ligação são fatores que contribuem significativamente para a redução dos custos de fabricação e montagem das estruturas metálicas. A intenção deste manual é oferecer aos profissionais da construção em aço, de forma prática e objetiva, parâmetros que facilitem a elaboração dos projetos em todas as suas etapas, desde o cálculo até o detalhamento, bem como a sua execução.

1.2 - RESPONSABILIDADE

As ligações apresentadas nesta publicação foram calculadas e detalhadas de acordo com princípios de engenharia reconhecidos e consagrados.

Apesar de serem baseadas em normas e tecnologias aceitas pela comunidade técnico-científica internacional, as informações aqui contidas servem exclusivamente como referência e devem ser sempre utilizadas por profissional habilitado e capaz de discernir quanto à sua aplicabilidade em cada situação específica. Tal profissional será o responsável pela verificação, adequação e utilização no projeto final dos conceitos e modelos inseridos no manual.

Nas verificações de resistência, não foram contempladas as referentes aos elementos suportes onde se apóiam os Perfis com suas respectivas ligações. Salienta-se, entretanto, que as verificações dos elementos-suportes são indispensáveis e precisam ser criteriosamente analisadas pelo engenheiro responsável.

Os esforços máximos mostrados nas tabelas deste manual devem ser comparados com os esforços solicitantes de cálculo, determinados com as ações multiplicadas pelos respectivos coeficientes de ponderação, conforme estabelecido pela NBR 8800:2008.

2

CONSIDERAÇÕES BÁSICAS

2 - CONSIDERAÇÕES BÁSICAS

2.1 - NORMAS UTILIZADAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 8800:2008 “Projeto de estrutura de aço e de estrutura mista de aço e concreto de edifícios”
- American Institute of Steel Construction - Décima terceira edição
- American Welding Society - AWS D1.1/D1.1M:2008, “Structural Welding Code - Steel”
- American Society for Testing and Materials - High Strength Bolts for Structural Steel Joints - ASTM A325

2.2 - PRINCIPAIS UNIDADES UTILIZADAS

Comprimento: cm, mm

Área: cm^2

Momento de inércia: cm^4

Módulo de resistência elástico: cm^3

Módulo de resistência plástico: cm^3

Raio de giração: cm

Força : kN

Tensão: kN/cm^2

Deslocamento: cm

2.3 - MATERIAIS

- Perfis Estruturais Gerdau: ASTM A572 Grau 50
- Cantoneiras laminadas: ASTM A36
- Chapas de ligação: ASTM A36
- Parafusos: ASTM A325N tipo 1
- Eletrodos: E70XX
- Barras de armadura: CA-50
- Concreto: $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ $\gamma_c = 24 \text{ kN}/\text{m}^3$
- Conectores de cisalhamento: tipo “stud”, atendendo às exigências da NBR 8800:2008

2.3.1 - Compatibilidade de Materiais

Devem ser tomadas precauções na utilização de diferentes aços na concepção da mesma ligação. Por exemplo, deve-se evitar a utilização de elementos com diferentes composições químicas (aços patináveis com aços carbono), sob o risco de que, em certas condições ambientais, ocorra corrosão galvânica. Esse tipo de ataque intensificará a degradação do material menos nobre, que nesse caso é o aço carbono (seja ele ASTM A36 ou ASTM A572).

A utilização de aços de baixa liga e alta resistência, tais como o ASTM A572 Grau 50, implica no emprego de parafusos ASTM A325N Tipo 1, enquanto que, para os aços patináveis, devemos utilizar obrigatoriamente parafusos ASTM A325 Tipo 3 Grau A.

Com relação aos eletrodos revestidos deve-se utilizar, para os aços de baixa liga e alta resistência tais como o ASTM A572 Grau 50, eletrodos do tipo E70XX. Para os aços patináveis os eletrodos do tipo E 7018W ou E 7018G são necessários.

2.4 - DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

2.4.1 - Parafusos

São utilizados os seguintes diâmetros de parafusos de alta resistência ASTM A325N: 16 mm (5/8"), 19 mm (3/4") , 22 mm (7/8") e 25 mm (1").

2.4.2 - Furos para Parafusos

São utilizados os seguintes diâmetros de furos para parafusos:

- Furo com diâmetro 18 mm para parafusos ø 5/8"
- Furo com diâmetro 21 mm para parafusos ø 3/4"
- Furo com diâmetro 24 mm para parafusos ø 7/8"
- Furo com diâmetro 27 mm para parafusos ø 1"

2.4.3 - Espaçamento entre Furos

Adota-se preferencialmente o espaçamento padrão de 60 mm entre furos para parafusos ø 5/8" e de 75 mm para os demais.

2.4.4 - Distância do Furo à Borda

Adota-se preferencialmente, a distância de 30 mm do furo à borda para parafusos ø 5/8" e de 40 mm para os demais.

2.4.5 - Gabarito de Furação para Cantoneiras

Adota-se o gabarito de 45 mm para as cantoneiras L76x76x6,4 e de 65 mm para as cantoneiras L102x102x8,0.

2.4.6 - Recortes em Vigas

Os recortes nas mesas superiores das vigas, quando necessários, foram adotados preferencialmente com altura e comprimento das interferências acrescidos de 10 mm.

2.5 - CAMPO DE APLICAÇÃO

Todos os esforços de cálculo dados nas tabelas de ligações padronizadas são para cargas estáticas.

2.6 - TABELAS DE RESISTÊNCIAS DE CÁLCULO DE PARAFUSOS CONFORME NBR 8800:2008

Tabela 1 - Força de tração resistente de cálculo de parafusos ASTM A325, (kN) (NBR 8800:2008 - item 6.3.3.1)
NOTA: Limite de resistência à tração do aço do parafuso: $f_{up} \geq 82,5 \text{ kN/cm}^2$.

Diâmetro nominal do parafuso, "d _b ", pol.	5/8"	3/4"	7/8"	1"
Área nominal do parafuso, "A _b ", cm ²	1,98	2,85	3,88	5,07
Força de tração resistente de cálculo, "F _{t,Rd} ", kN	90,8	130,6	177,8	232,4

Tabela 2 - Força de cisalhamento resistente de cálculo de um parafuso ASTM A325, (kN), quando o plano de corte passa pela rosca (NBR 8800:2008 - item 6.3.3.2)

NOTAS:

- 1 - No caso de cisalhamento duplo (quando um parafuso contém duas seções de corte) a resistência de cada parafuso será o dobro do valor obtido na tabela.
- 2 - Limite de resistência à tração do aço do parafuso: $f_{up} \geq 82,5 \text{ kN/cm}^2$.

Diâmetro nominal do parafuso, "d _b ", pol.	5/8"	3/4"	7/8"	1"
Área nominal do parafuso, "A _b ", cm ²	1,98	2,85	3,88	5,07
Força de cisalhamento resistente de cálculo, "F _{v,Rd} ", kN	48,4	69,7	94,8	123,9

Tabela 3 - Força resistente de cálculo à pressão de contato na parede de um furo, (kN), já levando em conta o rasgamento entre furos padrão, considerando a espessura da chapa igual a 1 cm e a distância entre eixos de parafusos igual a 3 vezes o diâmetro do parafuso. (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.3)

NOTAS:

- 1 - Para espessuras diferentes de 1 cm, a resistência de cálculo será o produto do valor da tabela 3 pela espessura (em cm) da chapa.
- 2 - "l_f" é a distância, na direção da força, entre a borda do furo e a borda do furo adjacente.

Diâmetro nominal do parafuso, "d _b ", pol.	5/8"	3/4"	7/8"	1"
Aço ASTM A36	105,3	128,5	151,7	174,9
Aço ASTM A572 – Grau 50	118,5	144,6	170,7	196,8

Tabela 4 - Força resistente de cálculo à pressão de contato na parede de um furo, (kN), já levando em conta o rasgamento entre furos padrão e borda da chapa, considerando a espessura da chapa igual a 1 cm e a distância entre eixo do furo e a borda da chapa igual à 1,5 vezes o diâmetro do parafuso. (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.3)

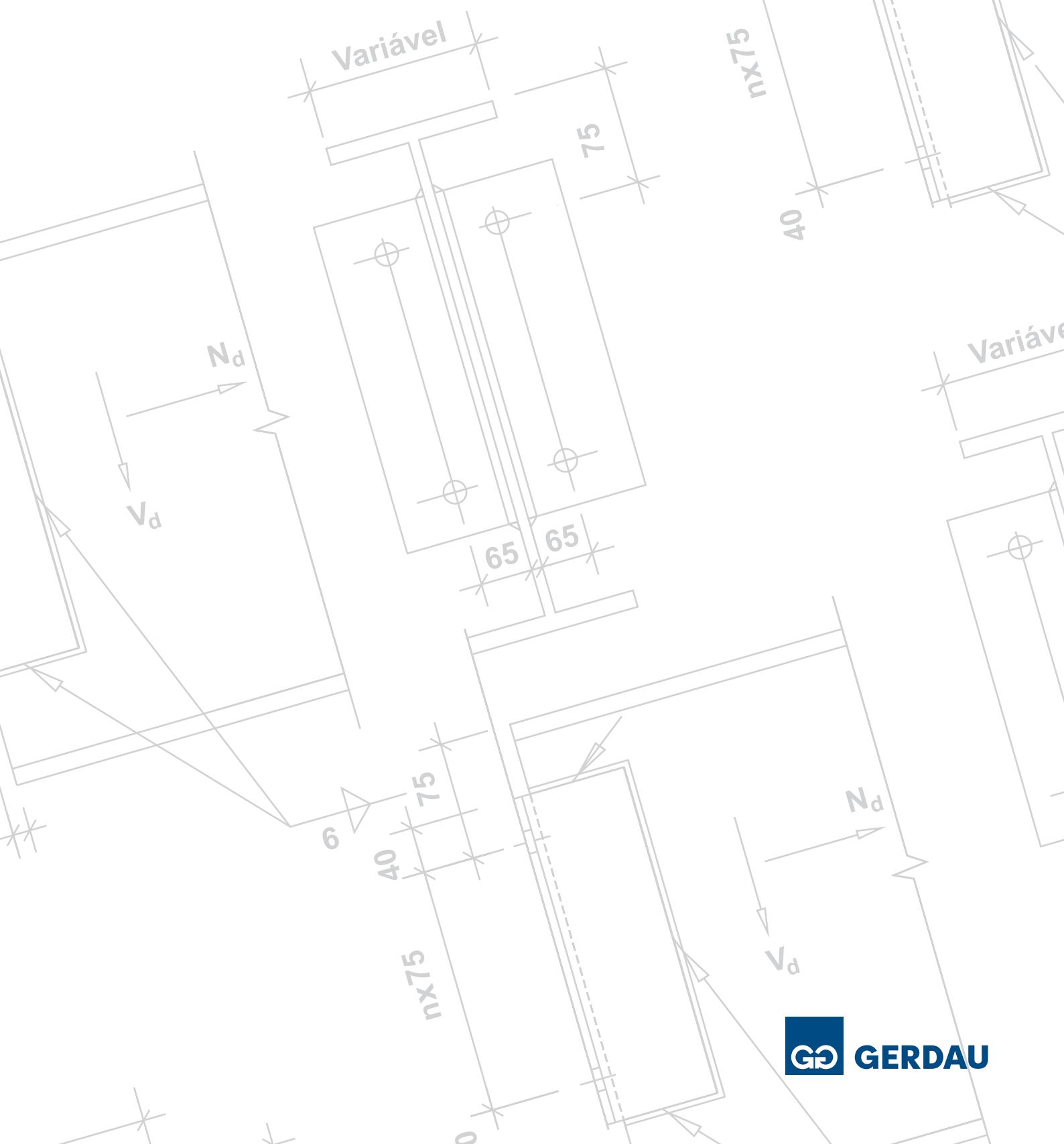
NOTAS:

- 1 - Para espessuras diferentes de 1 cm, a resistência de cálculo será o produto do valor da tabela 4 pela espessura (em cm) da chapa.
- 2 - "l_f" é a distância, na direção da força, entre a borda do furo e a borda livre da chapa.

Diâmetro nominal do parafuso, "d _b ", pol.	5/8"	3/4"	7/8"	1"
Aço ASTM A36	52,6	64,3	75,9	87,5
Aço ASTM A572 – Grau 50	59,2	72,3	85,4	98,4

LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CANTONEIRAS LCPP / LCSP

3



3 - LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CANTONEIRAS - LCPP/LCSP

3.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste manual são previstos dois tipos de ligações flexíveis com cantoneiras:

- (a) Ligação com duas cantoneiras parafusadas nas duas abas – LCPP (ver figura 1.a)
- (b) Ligação com duas cantoneiras soldadas na viga apoiada e parafusadas no elemento suporte, viga ou pilar – LCSP (ver figura 1.b)

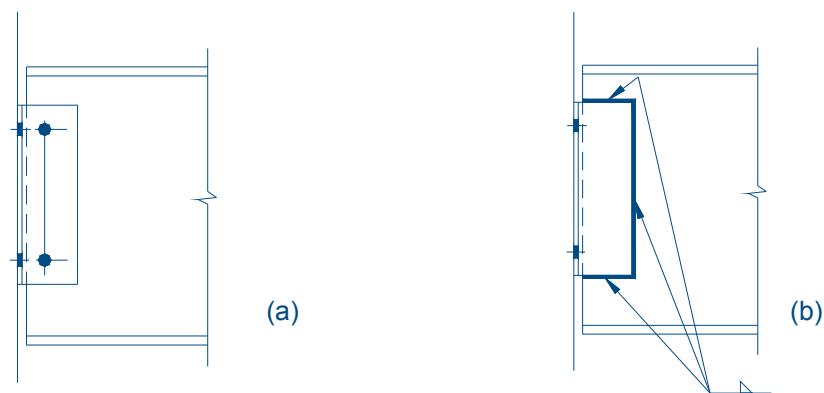


Figura 1 - Ligações Flexíveis com Cantoneiras

3.1.1 - Disposições Construtivas

Para os dois tipos de ligações mencionados, consideram-se as seguintes situações:

- (a) Viga sem recorte (ver figura 2.a)
- (b) Viga com um recorte na mesa superior (ver figura 2.b)
- (c) Viga com dois recortes (ver figura 2.c)

Nas ligações mostradas nas fig. 2.b e 2.c, os cantos reentrantes dos recortes devem ter um raio de arredondamento mínimo de aproximadamente 12 mm.

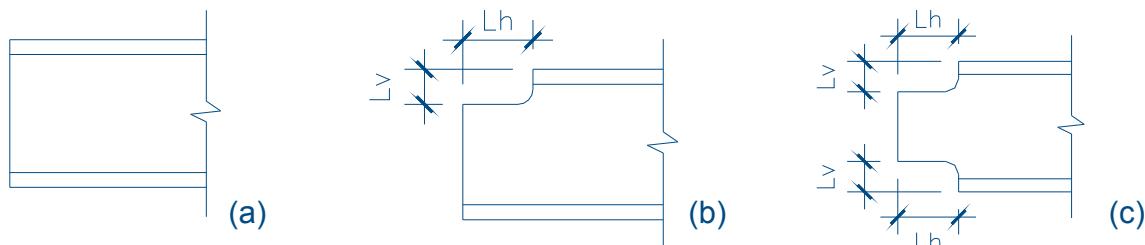


Figura 2 - Recortes nas extremidades das vigas

Para os Perfis W 150 e W 200, a ligação é centrada na viga apoiada, com espaçamento de 60 mm entre os parafusos e distância de 30 mm do furo à borda da cantoneira. Para os demais Perfis (W 250 a W 610) a distância da face superior da viga apoiada até o primeiro furo é de 75 mm, o espaçamento entre furos é de 75 mm e a distância do furo à borda da cantoneira é de 40 mm.

Para os Perfis W 150 e W 200 foram utilizados parafusos de 16 mm (5/8") e cantoneiras L76x76x6,4; para os Perfis W 250, W 310, W 360, W 410, W 460 e W 530 foram utilizados parafusos de 19 mm (3/4") e cantoneiras L76x76x6,4 e para os Perfis W 610 foram utilizados parafusos de 22 mm (7/8") e cantoneiras L102x102x8,0.

A quantidade de parafusos utilizada para cada tipo de Perfil foi definida em função da altura da seção, considerando-se que:

- o comprimento da cantoneira deve ser igual ou superior à metade da altura da seção;
- a distância do furo superior até a face superior da viga deve ser igual ou inferior à distância do furo inferior até a face inferior da viga.
- a distância entre a extremidade da viga apoiada e a face externa das cantoneiras é de 10 mm.

3.1.2 - Limitações

Para a verificação de flambagem da alma da viga apoiada, na região da ligação, o maior recorte horizontal previsto é $L_{hmax} = 170$ mm.

A força normal de cálculo tabelada, N_d , é considerada no centro da ligação, produzindo, portanto, momento fletor na viga apoiada.

3.2 - VERIFICAÇÕES DE CÁLCULO

3.2.1 - Ligação com Duas Cantoneiras Parafusadas nas Duas Abas - LCPP

- Corte dos parafusos
- Esmagamento e rasgamento nas cantoneiras
 - Esmagamento sem rasgamento
 - Esmagamento com rasgamento entre dois furos e entre furo e borda
- Esmagamento e rasgamento na alma da viga apoiada
 - Esmagamento sem rasgamento
 - Esmagamento com rasgamento entre dois furos e entre furo e borda
- Cisalhamento da cantoneira
 - Escoamento da seção bruta
 - Ruptura da seção líquida
- Cisalhamento da alma da viga apoiada
 - Viga sem recorte
 - > Escoamento da seção bruta
 - > Ruptura da seção líquida
 - Viga com um recorte
 - > Escoamento da seção bruta
 - > Ruptura da seção líquida
 - Viga com dois recortes
 - > Escoamento da seção bruta
 - > Ruptura da seção líquida

- Colapso por rasgamento das cantoneiras (“block shear”)
- Colapso por rasgamento da alma da viga apoiada (“block shear”)
- Início de escoamento da seção bruta devido à tensão normal de flexão no Perfil recortado
- Flambagem local da alma da viga apoiada na região do recorte
- Determinação de N_d que, em conjunto com 50% de V_d , provoca a plastificação das cantoneiras

3.2.2 - Ligação com Duas Cantoneiras Soldadas em uma Aba e Parafusadas na Outra - LCSP

- Corte dos parafusos
- Esmagamento e rasgamento nas cantoneiras
- Cisalhamento da cantoneira
- Cisalhamento da alma da viga apoiada
- Colapso por rasgamento das cantoneiras (“block shear”)
- Colapso por rasgamento da alma da viga apoiada (“block shear”)
- Início de escoamento da seção bruta devido à tensão normal de flexão no Perfil recortado
- Flambagem local da alma da viga apoiada na região do recorte
- Determinação de N_d que, em conjunto com 50% de V_d , provoca a plastificação das cantoneiras
- Verificação da solda das cantoneiras

3.3 - EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO

3.3.1 - Exemplo - LCPP

Determinar a ligação que deverá ser utilizada, para uma viga W 360 x 51,0, cuja reação vertical de cálculo é de 202 kN (CP = 80 kN; SC = 60 kN).

A viga, que não está sujeita a esforços de tração ou compressão, apoia-se em outra viga W 530 x 92,0.

SOLUÇÃO:

$$V_d = 80 \times 1,4 + 60 \times 1,5 = 202 \text{ kN}$$

Dimensões do W 530 x 92,0: $b_f = 209 \text{ mm}$; $t_f = 15,6 \text{ mm}$; $t_w = 10,2 \text{ mm}$

$$L_h = \left(\frac{b_f}{2} + 10 - \frac{t_w}{2} - 10 \right) = 99 \text{ mm}$$

$$L_v = (t_f + 10) = 26 \text{ mm}$$

Observa-se que na tabela LCPP que contém o Perfil W 360 x 51,0 e 3 parafusos ø 3/4" para cada mesa de cantoneira, tem-se:

Viga com um recorte (superior), $L_{hmax} = 130 \text{ mm} (> 99 \text{ mm})$, $L_{vmax} = 30 \text{ mm} > 26 \text{ mm}$

$V_{dmax} = 266 \text{ kN}$, que é superior ao esforço atuante de cálculo, 202 kN. (Ok)

3.3.2 - Exemplo - LCSP

Determinar a ligação que deverá ser utilizada para uma viga W 360 x 39,0, cuja reação vertical de cálculo é de 245 kN (CP = 100 kN; SC = 70 kN) e que se apoia em outra viga W 360 x 39,0.

SOLUÇÃO:

$$V_d = 100 \times 1,4 + 70 \times 1,5 = 245 \text{ kN}$$

Dimensões do Perfil W 360 x 39,0: $b_f = 128 \text{ mm}$; $t_f = 10,7 \text{ mm}$; $t_w = 6,5 \text{ mm}$

Quando uma viga é apoiada em outra de mesma altura, conclui-se que esta terá dois recortes (superior e inferior):

$$L_h = \left(\frac{b_f}{2} + 10 - \frac{t_w}{2} - 10 \right) = 61 \text{ mm}$$

$$L_v = (t_f + 10) = 21 \text{ mm}$$

Na tabela LCSP, que contém o Perfil W 360 x 39,0, tem-se:

Viga com dois recortes:

$L_{hmax} = 80 \text{ mm} > 61 \text{ mm}$, $L_{vmax} = 30 \text{ mm} > 21 \text{ mm}$, $V_{dmax} = 301 \text{ kN} > 245 \text{ kN}$ (Ok)

3.4 - FÓRMULAS

3.4.1 - Disposições Construtivas

Para os dois tipos de ligações mencionados, consideram-se as seguintes situações:

- > Viga sem recorte
- > Viga com um recorte na mesa superior
- > Viga com dois recortes

3.4.2 - Formulário Utilizado (unidades: kN, cm)

Formulário utilizado para o cálculo da ligação flexível com duas cantoneiras parafusadas nas duas abas – LCPP e com duas cantoneiras soldadas em uma aba e parafusadas na outra – LCSP

Caso 1: Sem força normal na viga apoiada

A resistência de cálculo da ligação à força cortante é o menor valor obtido com base nos seguintes itens:

- Corte dos parafusos (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.2)

$$F_{v,Rd} = \frac{2 \times 0,4 A_p f_{ub} N_p}{1,35}$$

- Esmagamento e rasgamento nas cantoneiras (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.3)

Esmagamento sem rasgamento

$$F_{c,Rd} = \frac{2 \times 2,4 d t_c f_{uc} N_p}{1,35}$$

Esmagamento com rasgamento entre dois furos ou entre um furo e borda

$$F_{c,Rd} = \frac{2 \times 1,2 I_f t_c f_{uc} N_p}{1,35}$$

- Esmagamento e rasgamento na alma da viga apoiada (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.3)

Esmagamento sem rasgamento

$$F_{c,Rd} = \frac{2,4 d t_w f_u N_p}{1,35}$$

Esmagamento com rasgamento entre dois furos ou entre um furo e borda

$$F_{c,Rd} = \frac{1,2 I_f t_w f_u N_p}{1,35}$$

em que:

I_f é a distância na direção da força entre a borda do furo e a borda do furo adjacente ou entre a borda do furo e a borda livre.

• **Cisalhamento da cantoneira (NBR 8800:2008 – item 6.5.5)**

Escoamento da seção bruta

$$F_{v,Rdc} = \frac{2 \times 0,6 \ L_c \ t_c \ f_{yc}}{1,1}$$

Ruptura da seção líquida

$$F_{v,Rdc} = \frac{2 \times 0,6 [L_c - N_p (d_h + 0,2)] t_c f_{uc}}{1,35}$$

• **Cisalhamento da alma da viga apoiada (NBR 8800:2008 – item 6.5.5)**

Viga sem recorte

Escoamento da seção bruta

$$F_{v,Rdw} = \frac{0,6 \ H \ t_w \ f_y}{1,1}$$

Ruptura da seção líquida

$$F_{v,Rdw} = \frac{0,6 [H - N_p (d_h + 0,2)] t_w f_u}{1,35}$$

Viga com um recorte

Escoamento da seção bruta

$$F_{v,Rdw} = \frac{0,6 (H - L_v) t_w f_y}{1,1}$$

Ruptura da seção líquida

$$F_{v,Rdw} = \frac{0,6 [(H - L_v) - N_p (d_h + 0,2)] t_w f_u}{1,35}$$

Viga com dois recortes

Escoamento da seção bruta

$$F_{v,Rdw} = \frac{0,6 (H - 2 L_v) t_w f_y}{1,1}$$

Ruptura da seção líquida

$$F_{v,Rdw} = \frac{0,6 [(H - 2 L_v) - N_p (d_h + 0,2)] t_w f_u}{1,35}$$

• **Colapso por rasgamento das cantoneiras ("block shear") (NBR 8800:2008 – item 6.5.6)**

Considerando que nos casos calculados $0,6 f_{uc} A_{nvc}$ é sempre maior que $f_{uc} A_{ntc}$ tem-se:

$$F_{r,Rdc} = \frac{2(0,6 A_{nvc} f_{uc} + A_{ntc} f_{uc})}{1,35} \leq \frac{2(0,6 A_{gvc} f_{yc} + A_{ntc} f_{uc})}{1,35}$$

em que:

$$\begin{aligned} A_{gvc} &= [(N_p - 1) s + e] t_c \\ A_{nvc} &= A_{gvc} - (N_p - 0,5) (d_h + 0,2) t_c \\ A_{gvc} &= [b_a - g] t_c \\ A_{ntc} &= A_{gvc} - 0,5 (d_h + 0,2) t_c \end{aligned}$$

• **Colapso por rasgamento da alma da viga apoiada ("block shear") para vigas com recorte (NBR 8800:2008 – item 6.5.6)**

Considerando que nos casos calculados $0,6 f_{uc} A_{nvw}$ é sempre maior que $f_{uc} A_{ntw}$ tem-se:

$$F_{r,Rdw} = \frac{(0,6 A_{nvw} f_u + A_{ntw} f_u)}{1,35} \leq \frac{(0,6 A_{gvw} f_y + A_{ntw} f_u)}{1,35}$$

em que:

$$\begin{aligned} A_{gvw} &= (L_c - 2e + y_a - L_v) t_w \\ A_{nvw} &= A_{gvw} - (N_p - 0,5) (d_h + 0,2) t_w \\ A_{gtw} &= (g - 1,0) t_w \\ A_{ntw} &= A_{gtw} - 0,5 (d_h + 0,2) t_w \end{aligned}$$

• **Início de escoamento da seção bruta devido à tensão normal decorrente da flexão no Perfil recortado**

Viga com um recorte

$$F_{R,d} = f_y W_{xs} / [(L_h + 1,0) \times 1,1]$$

Viga com dois recortes

$$F_{R,d} = f_y W_1 / [(L_h + 1,0) \times 1,1]$$

• **Flambagem local da alma da viga apoiada na região do recorte**

De acordo com AISC 13^a edição, página 9-7a

Para viga com dois recortes:

Para Perfis W 150, W 200, W 250 e W 310 foi considerado recorte apenas de 80 mm.

Para Perfis W 360, W 410, W 460 e W 530 foram considerados recortes de 80 mm e 130 mm.

Para Perfis W 610 foram considerados recortes de 80 mm, 130 mm e 170 mm.

$$F_{R,d} = (\emptyset F_{bc} W_1) / (L_h + 1,0)$$

em que:

$$\emptyset F_{bc} = 35060 [t_w^2 / L_h h_o] [3,5 - 7,5 (L_v / H)]$$

$$h_o = H - 2 L_v$$

Para viga com um recorte:

Com a limitação:

$$L_h \leq h_o$$

$$F_{R,d} = (\emptyset F_{bc} W_{xs}) / (L_h + 1,0)$$

em que:

$$\emptyset F_{bc} = 16243 (t_w / h_o)^2 f k$$

$$h_o = H - L_v$$

$$f = 2 (L_h / H)$$

$$K = 2,2 (h_o / L_h)^{1,65}$$

• **Verificação da solda das cantoneiras (Somente para LCSP)**

De acordo com a tabela 8-8 do AISC LRFD 13ª edição, que determina a resistência de soldas solicitadas excentricamente pelo método do centro instantâneo de rotação.

Ruptura da solda

$$F_{w,Rd} = c \frac{b \text{ (solda)}}{0,15876} \frac{L_c}{2,54} 4,54 \times 2 \times 0,75$$

Escoamento do metal base junto à solda

$$F_{w,Rd} = c \frac{b \text{ (solda)}}{0,15876} \frac{L_c}{2,54} 4,54 \times 2 \times 0,8748 \times 0,75$$

Caso 2: Com força normal na viga apoiada

• **Determinação de N_d com 50% de V_d**

Considera-se uma força cortante de cálculo equivalente à metade do valor V_d obtido no caso 1 e a partir daí determina-se o valor de N_d .

Considera-se uma parte central da espessura t_c de cada cantoneira destinada exclusivamente à força cortante de cálculo V_d , ficando a parte restante da espessura destinada a resistir exclusivamente aos efeitos da força normal na viga apoiada.

$V_z = Q / 2 L_c$ onde $Q = 50\%$ do valor máximo da força cortante que a ligação resiste, obtida no caso 1.

$$t'_c = V_z / (0,54 f_{yc})$$

$$(V_o)_x = 0,54 f_{yc} (t_c - t'_c)$$

$$(M_o)_z = 0,225 f_{yc} (t_c - t'_c) (t_c + t'_c)$$

$$(M)_z = [(V)_x (g - t_c R)] / 2$$

Obedecendo à equação de interação de Drucker, tem-se:

$$\frac{(M)_z}{(M_o)_z} + \left[\frac{(V)_x}{(V_o)_x} \right]^4 = 1$$

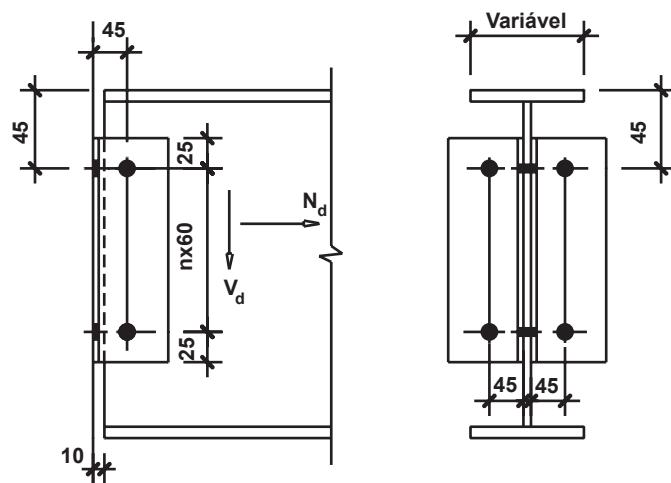
$$N_d = L_c x 2 (V)_x$$

3.5 - TABELAS DE LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CANTONEIRAS - LCPP

PERFIS: W 150 x 13,0
 W 150 x 18,0
 W 150 x 24,0

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 110

PARAFUSOS: 2 ø 5/8" A325N
 4 ø 5/8" A325N



			LCPP 20-A	LCPP 21-A	LCPP 22-A
NOTAS:					
1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte. 4 - As vigas devem ser verificadas à flambagem lateral considerando obrigatoriamente os recortes na região da ligação.					
				L_v (max) = 20 mm	L_v (max) = 20 mm
			V_d (kN)		
			Sem recortes	L_h (max)	
n	Perfis	N_d (kN)		80	130
1	W 150 x 13,0	0	72	64	-
		29	36	-	-
	W 150 x 18,0	0	100	93	-
		28	50	-	-
	W 150 x 24,0	0	115	115	-
		28	57	115	-

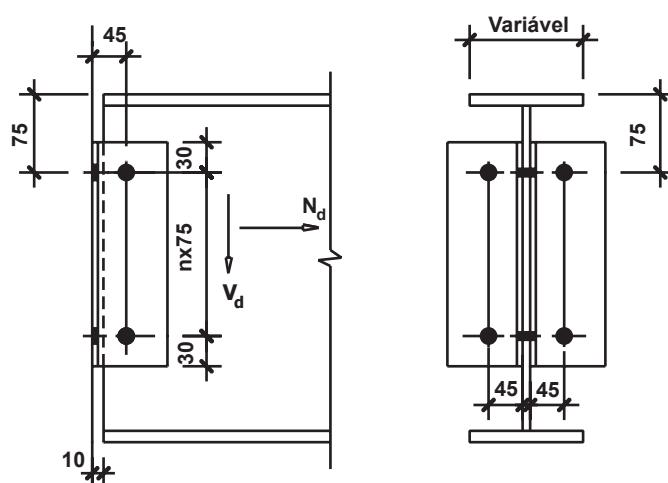
PERFIS:

- W 200 x 15,0**
- W 200 x 19,3**
- W 200 x 22,5**
- W 200 x 26,6**
- W 200 x 31,3**

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 135

PARAFUSOS:

- 2 ø 5/8" A325N ou
- 2 ø 3/4" A325N
- 4 ø 5/8" A325N ou
- 4 ø 3/4" A325N

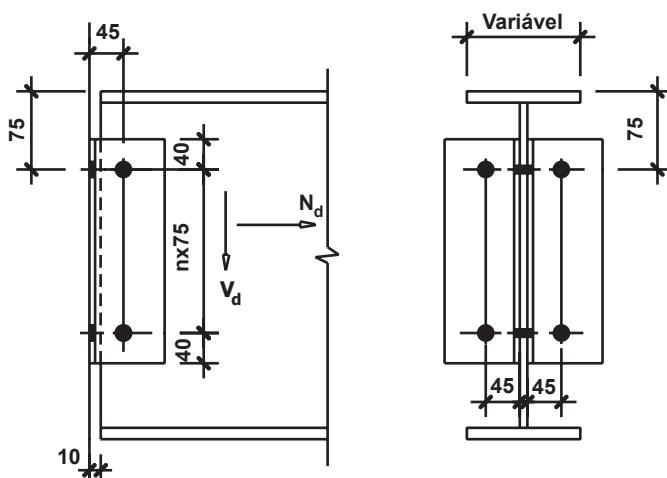


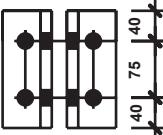
			LCPPI 20-A	LCPPI 21-A	LCPPI 22-A
NOTAS:					
			L_h	L_h	L_h
n	Perfis	N_d (kN)	Sem recortes	L_h (max)	L_h (max)
1	W 200 x 15,0	0	110	110	80
		35	55	-	-
	W 200 x 19,3	0	149	149	109
		33	74	-	-
	W 200 x 22,5	0	159	159	121
		33	79	-	-
	W 200 x 26,6	0	149	149	120
		33	74	-	-
	W 200 x 31,3	0	164	164	137
		32	82	-	-

- PERFIS:
- W 250 x 17,9**
 - W 250 x 22,3**
 - W 250 x 25,3**
 - W 250 x 28,4**
 - W 250 x 32,7**
 - W 250 x 38,5**
 - W 250 x 44,8**

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 155

PARAFUSOS: 2 ø 3/4" A325N
4 ø 3/4" A325N



			LCPP 20-B	LCPP 21-B	LCPP 22-B		
NOTAS:							
1 - Dimensões em mm.							
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.							
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.							
4 - As vigas devem ser verificadas à flambagem lateral considerando obrigatoriamente os recortes na região da ligação.							
			V_d(kN)				
			Sem recortes	L_h (max)		L_h (max)	
n	Perfis	N_d(kN)		80	130	170	
 1	W 250 x 17,9	0	146	134	134	109	126
		39	73	-	-	-	-
	W 250 x 22,3	0	177	160	160	135	157
		38	88	-	-	-	-
	W 250 x 25,3	0	186	166	166	148	166
		37	93	-	-	-	-
	W 250 x 28,4	0	195	172	172	161	172
		37	97	-	-	-	-
 2	W 250 x 32,7	0	186	165	165	159	165
		37	93	-	-	-	-
	W 250 x 38,5	0	201	176	176	176	176
		37	100	-	-	-	-
 3	W 250 x 44,8	0	231	200	200	200	200
		34	116	-	-	-	-

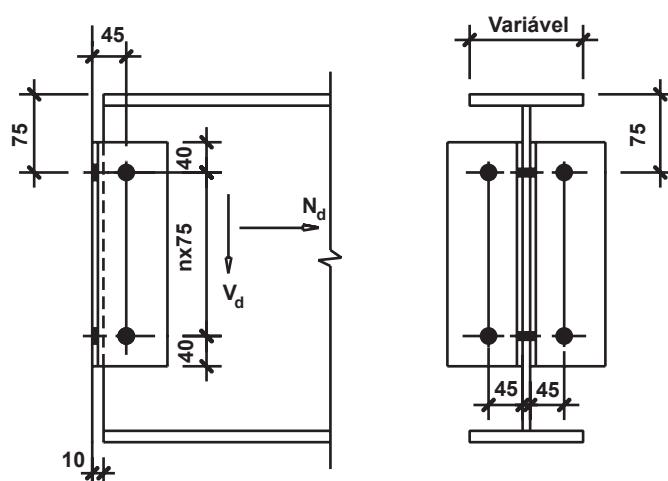
PERFIS:

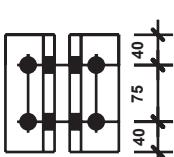
- W 310 x 21,0**
- W 310 x 23,8**
- W 310 x 28,3**
- W 310 x 32,7**
- W 310 x 38,7**
- W 310 x 44,5**
- W 310 x 52,0**

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 155

PARAFUSOS:

- 2 ø 3/4" A325N
- 4 ø 3/4" A325N

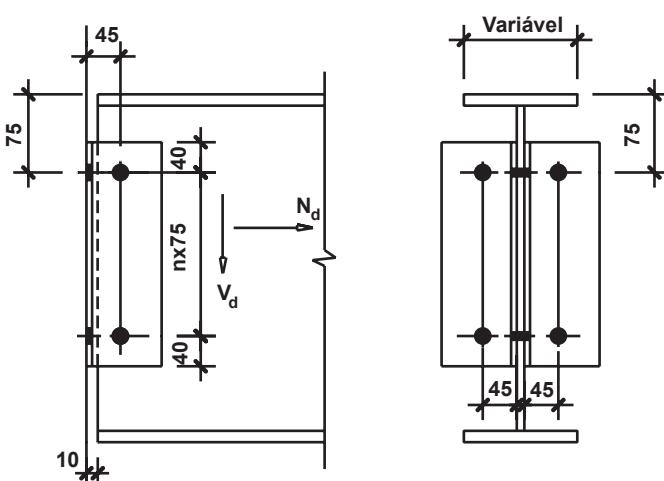


			LCPP 20-B		LCPP 21-B		LCPP 22-B	
NOTAS:								
n	Perfis	N_d(kN)	Sem recortes	V_d(kN)			L_h(max)	
				80	130	170		
 1	W 310 x 21,0	0	155	142	142	142	142	
		39	78	-	-	-	-	
	W 310 x 23,8	0	170	155	155	155	155	
		38	85	-	-	-	-	
	W 310 x 28,3	0	183	163	163	163	163	
		38	91	-	-	-	-	
	W 310 x 32,7	0	201	177	177	177	177	
		37	100	-	-	-	-	
	W 310 x 38,7	0	177	157	157	157	157	
		38	88	-	-	-	-	
	W 310 x 44,5	0	201	176	176	176	176	
		37	100	-	-	-	-	
	W 310 x 52,0	0	231	200	200	200	200	
		34	116	-	-	-	-	

- PERFIS:
- W 310 x 21,0**
 - W 310 x 23,8**
 - W 310 x 28,3**
 - W 310 x 32,7**
 - W 310 x 38,7**
 - W 310 x 44,5**
 - W 310 x 52,0**

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 230

PARAFUSOS: 3 ø 3/4" A325N
6 ø 3/4" A325N



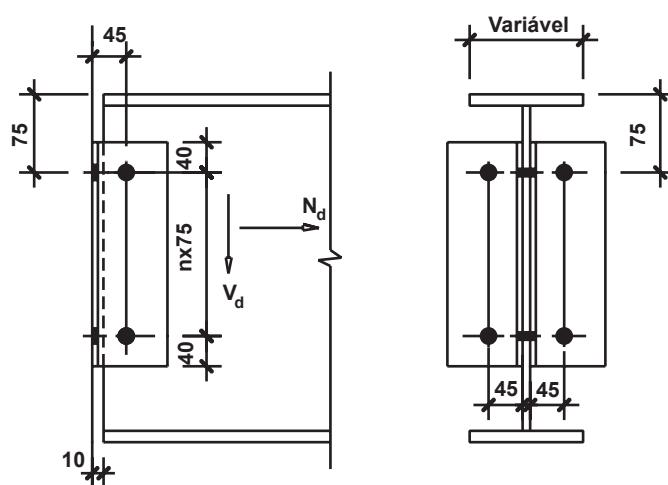
			LCPP 30-B	LCPP 31-B	LCPP 32-B	
<u>NOTAS:</u>						
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)			
			Sem recortes	L _h (max)	L _h (max)	
2	W 310 x 21,0	0	233	195	195	163
		58	116	-	-	-
	W 310 x 23,8	0	256	213	213	190
		57	128	-	-	-
	W 310 x 28,3	0	274	225	225	214
		56	137	-	-	-
	W 310 x 32,7	0	301	245	245	243
		54	151	-	-	-
	W 310 x 38,7	0	265	217	217	217
		56	132	-	-	-
	W 310 x 44,5	0	301	245	245	245
		54	151	-	-	-
	W 310 x 52,0	0	339	279	279	279
		52	169	-	-	-

PERFIS:

- W 360 x 32,9**
- W 360 x 39,0**
- W 360 x 44,6**
- W 360 x 51,0**
- W 360 x 58,0**
- W 360 x 64,0**
- W 360 x 72,0**
- W 360 x 79,0**

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 230

PARAFUSOS: 3 ø 3/4" A325N
6 ø 3/4" A325N

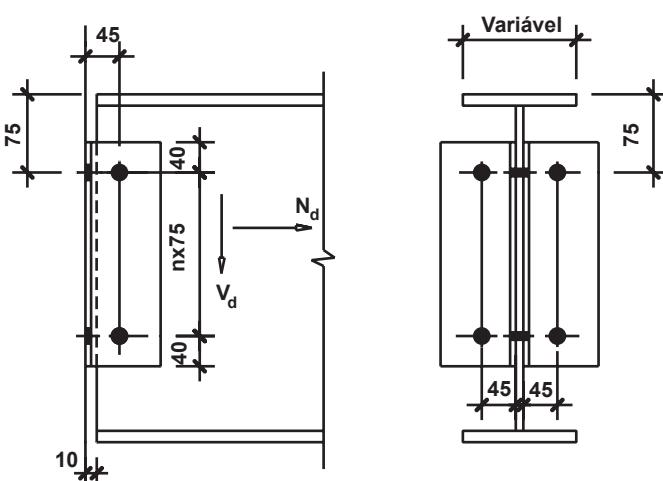


			LCPP 30-B	LCPP 31-B	LCPP 32-B	
NOTAS:						
n	Perfis	N_d(kN)	V_d(kN)		L_h(max)	
			Sem recortes	80	130	170
	W 360 x 32,9	0	265	218	218	218
		56	132	-	-	-
	W 360 x 39,0	0	297	242	242	242
		54	148	-	-	-
	W 360 x 44,6	0	315	258	258	258
		55	158	-	-	-
	W 360 x 51,0	0	329	266	266	266
		52	164	-	-	-
	W 360 x 58,0	0	339	290	290	290
		52	169	-	-	-
	W 360 x 64,0	0	339	282	282	282
		52	169	-	-	-
	W 360 x 72,0	0	339	312	312	312
		52	169	-	-	-
	W 360 x 79,0	0	339	338	338	338
		52	169	-	-	-

PERFIS: **W 410 x 38,8**
W 410 x 46,1
W 410 x 53,0
W 410 x 60,0
W 410 x 67,0
W 410 x 75,0
W 410 x 85,0

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 230

PARAFUSOS: 3 ø 3/4" A325N
6 ø 3/4" A325N



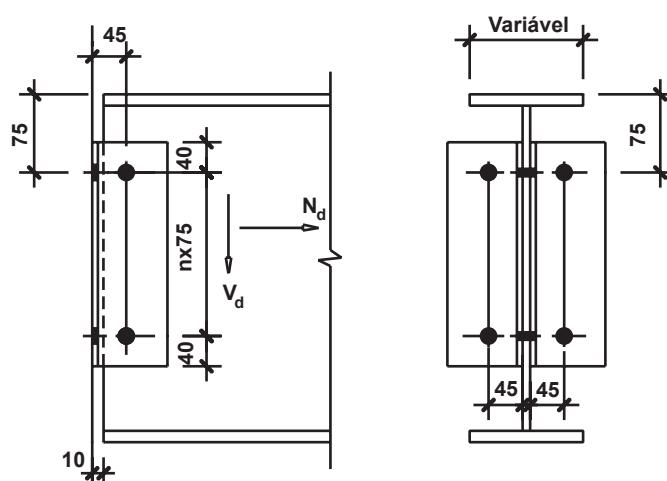
			LCPP 30-B	LCPP 31-B	LCPP 32-B
<u>NOTAS:</u>				$L_v(\max) = 30 \text{ mm}$	$L_v(\max) = 30 \text{ mm}$
<u>n</u>	Perfis	$N_d(\text{kN})$			
	W 410 x 38,8	0	292	240	240
		55	146	-	-
	W 410 x 46,1	0	320	260	260
		53	160	-	-
	W 410 x 53,0	0	339	279	279
		52	169	-	-
	W 410 x 60,0	0	339	283	283
		52	169	-	-
	W 410 x 67,0	0	339	321	321
		52	169	-	-
	W 410 x 75,0	0	339	339	339
		52	169	-	-
	W 410 x 85,0	0	339	339	339
		52	169	-	-

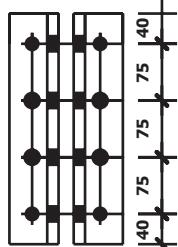
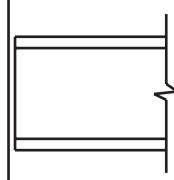
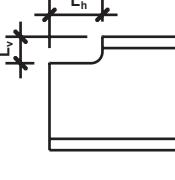
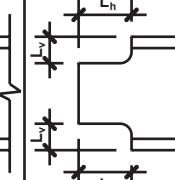
PERFIS:

W 410 x 38,8
W 410 x 46,1
W 410 x 53,0
W 410 x 60,0
W 410 x 67,0
W 410 x 75,0
W 410 x 85,0

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 305

PARAFUSOS: 4 ø 3/4" A325N
8 ø 3/4" A325N

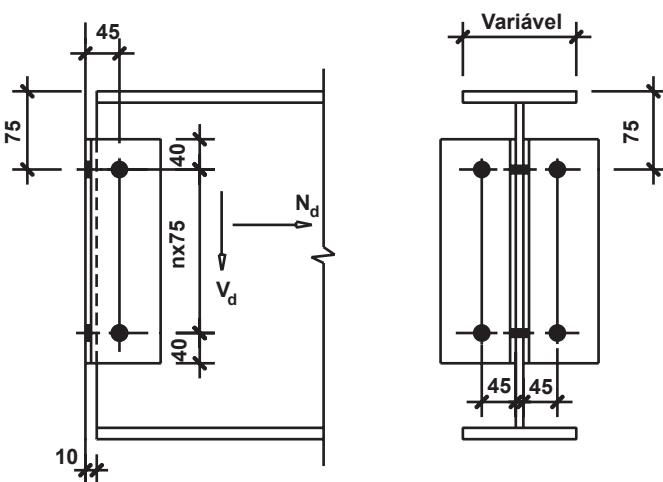


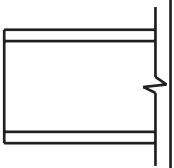
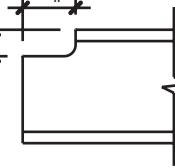
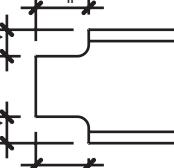
			LCPP 40-B	LCPP 41-B	LCPP 42-B		
NOTAS:	1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte. 4 - As vigas devem ser verificadas à flambagem lateral considerando obrigatoriamente os recortes na região da ligação.						
			L_h	L_h			
V_d(kN)							
			L_h(max)		L_h(max)		
n	Perfis	N_d(kN)	Sem recortes	80	130		
3	W 410 x 38,8	0	389	307	307		
		72	195	-	-		
	W 410 x 46,1	0	426	332	332		
		70	213	-	-		
	W 410 x 53,0	0	444	357	357		
		69	228	-	-		
	W 410 x 60,0	0	444	363	363		
		69	234	-	-		
	W 410 x 67,0	0	444	412	412		
		69	268	-	-		
	W 410 x 75,0	0	444	444	444		
		69	276	-	-		
	W 410 x 85,0	0	444	444	444		
		69	276	-	-		

- PERFIS:**
- W 460 x 52,0**
 - W 460 x 60,0**
 - W 460 x 68,0**
 - W 460 x 74,0**
 - W 460 x 82,0**
 - W 460 x 89,0**
 - W 460 x 97,0**
 - W 460 x 106,0**

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 230

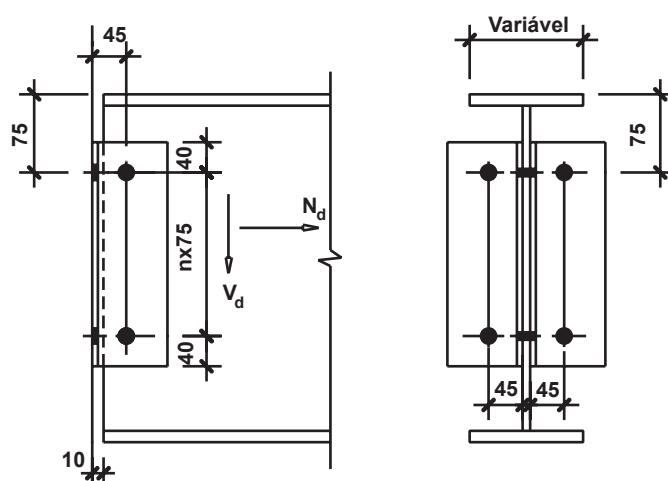
PARAFUSOS: 3 ø 3/4" A325N
6 ø 3/4" A325N



			LCPP 30-B	LCPP 31-B	LCPP 32-B
NOTAS:					
V_d(kN)					
n	Perfis	N_d(kN)	Sem recortes	L_h(max)	L_h(max)
2	W 460 x 52,0	0 52	339 169	283 -	283 -
	W 460 x 60,0	0 52	339 169	293 -	293 -
	W 460 x 68,0	0 52	339 169	330 -	330 -
	W 460 x 74,0	0 52	339 169	328 -	328 -
	W 460 x 82,0	0 52	339 169	339 -	339 -
	W 460 x 89,0	0 52	339 169	339 -	339 -
	W 460 x 97,0	0 52	339 169	339 -	339 -
	W 460 x 106,0	0 52	339 169	339 -	339 -

PERFIS:

W 460 x 52,0
W 460 x 60,0
W 460 x 68,0
W 460 x 74,0
W 460 x 82,0
W 460 x 89,0
W 460 x 97,0
W 460 x 106,0

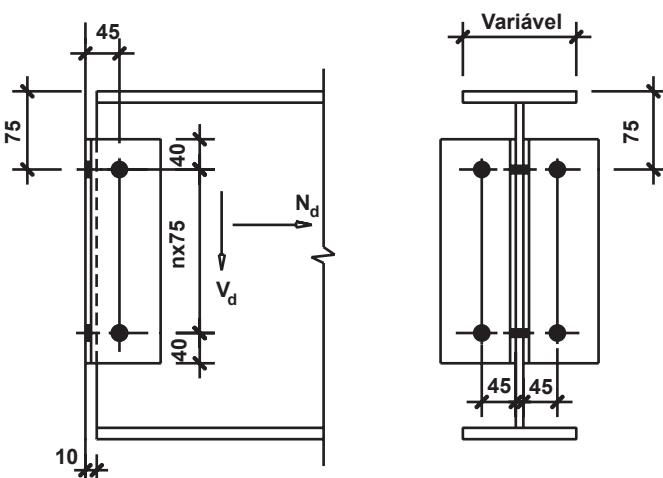
CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 305**PARAFUSOS:** 4 ø 3/4" A325N
8 ø 3/4" A325N

			LCPP 40-B	LCPP 41-B	LCPP 42-B	
NOTAS:						
			V_d (kN)			
			L_h (max)		L_h (max)	
n	Perfis	N_d(kN)	Sem recortes	80	130	170
	W 460 x 52,0	0 69	444 233	362	362	362
	W 460 x 60,0	0 69	444 243	377	377	377
	W 460 x 68,0	0 69	444 243	425	425	425
	W 460 x 74,0	0 69	444 243	422	422	422
	W 460 x 82,0	0 69	444 243	444	444	444
	W 460 x 89,0	0 69	444 243	-	-	-
	W 460 x 97,0	0 69	444 243	444	444	444
	W 460 x 106,0	0 69	444 243	444	444	444

PERFIS: **W 460 x 52,0**
W 460 x 60,0
W 460 x 68,0
W 460 x 74,0
W 460 x 82,0
W 460 x 89,0
W 460 x 97,0
W 460 x 106,0

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 380

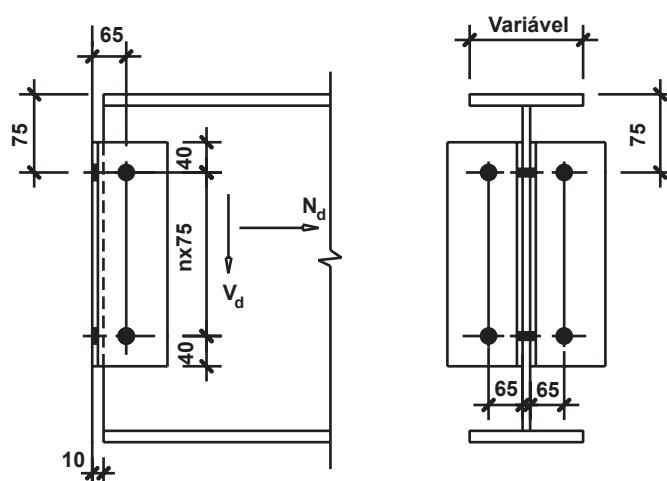
PARAFUSOS: 5 ø 3/4" A325N
10 ø 3/4" A325N



			LCPP 50-B	LCPP 51-B	LCPP 52-B
<u>NOTAS:</u>					
1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte. 4 - As vigas devem ser verificadas à flambagem lateral considerando obrigatoriamente os recortes na região da ligação.					
			$V_d(kN)$		
			Sem recortes	$L_h(max)$	
n	Perfis	$N_d(kN)$		80	130
4	W 460 x 52,0	0 89	504 252	441 -	441 -
	W 460 x 60,0	0 87	539 269	460 -	460 -
	W 460 x 68,0	0 86	549 310	519 -	519 -
	W 460 x 74,0	0 86	549 305	515 -	515 -
	W 460 x 82,0	0 86	549 338	549 -	549 -
	W 460 x 89,0	0 86	549 345	549 -	549 -
	W 460 x 97,0	0 86	549 345	549 -	549 -
	W 460 x 106,0	0 86	549 345	549 -	549 -

PERFIS:

W 530 x 66,0
W 530 x 72,0
W 530 x 74,0
W 530 x 82,0
W 530 x 85,0
W 530 x 92,0
W 530 x 101,0
W 530 x 109,0

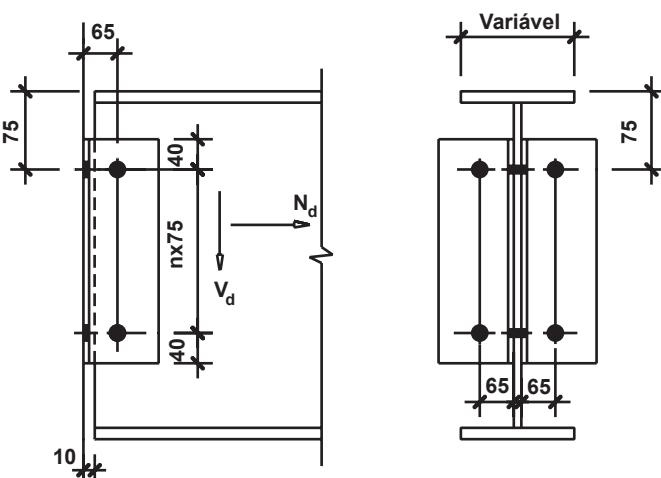
CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 305**PARAFUSOS:** 4 ø 7/8" A325N
8 ø 7/8" A325N

			LCPP 40-C		LCPP 41-C		LCPP 42-C	
NOTAS:								
n	Perfis	N_d(kN)	Sem recortes		L_h(max)		L_h(max)	
			80	130	170	80	130	
3	W 530 x 66,0	0 73	572 286	399 -	399 -	399 -	399 -	399 -
	W 530 x 72,0	0 73	572 286	405 -	405 -	405 -	405 -	405 -
	W 530 x 74,0	0 73	572 286	431 -	431 -	431 -	431 -	431 -
	W 530 x 82,0	0 73	572 286	422 -	422 -	422 -	422 -	422 -
	W 530 x 85,0	0 73	572 286	451 -	451 -	451 -	451 -	451 -
	W 530 x 92,0	0 73	572 286	449 -	449 -	449 -	449 -	449 -
	W 530 x 101,0	0 73	572 286	476 -	476 -	476 -	476 -	476 -
	W 530 x 109,0	0 73	572 286	503 -	503 -	503 -	503 -	503 -

PERFIS: **W 530 x 66,0**
W 530 x 72,0
W 530 x 74,0
W 530 x 82,0
W 530 x 85,0
W 530 x 92,0
W 530 x 101,0
W 530 x 109,0

CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 380

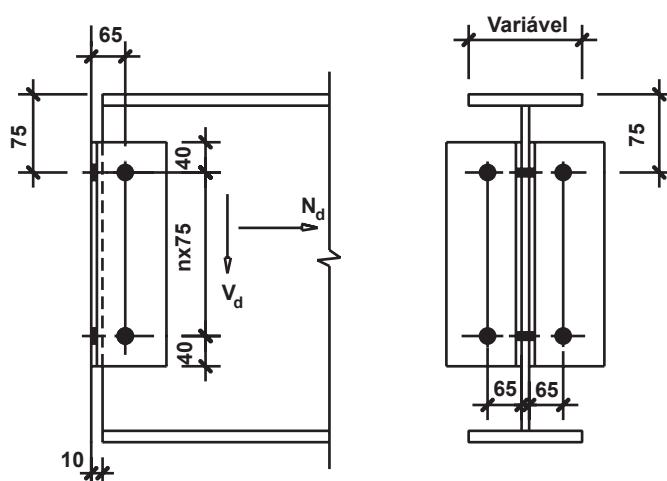
PARAFUSOS: 5 ø 7/8" A325N
10 ø 7/8" A325N



			LCPP 50-C	LCPP 51-C	LCPP 52-C
<u>NOTAS:</u>					
1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte. 4 - As vigas devem ser verificadas à flambagem lateral considerando obrigatoriamente os recortes na região da ligação.					
			$V_d(kN)$		
			Sem recortes	$L_h(max)$	
n	Perfis	$N_d(kN)$		80	130
4	W 530 x 66,0	0 92	696 348	486 -	486 -
	W 530 x 72,0	0 91	702 351	493 -	493 -
	W 530 x 74,0	0 91	712 356	526 -	526 -
	W 530 x 82,0	0 91	712 356	516 -	516 -
	W 530 x 85,0	0 91	712 356	552 -	552 -
	W 530 x 92,0	0 91	712 356	549 -	549 -
	W 530 x 101,0	0 91	712 356	583 -	583 -
	W 530 x 109,0	0 91	712 356	617 -	617 -

PERFIS:

W 530 x 66,0
W 530 x 72,0
W 530 x 74,0
W 530 x 82,0
W 530 x 85,0
W 530 x 92,0
W 530 x 101,0
W 530 x 109,0

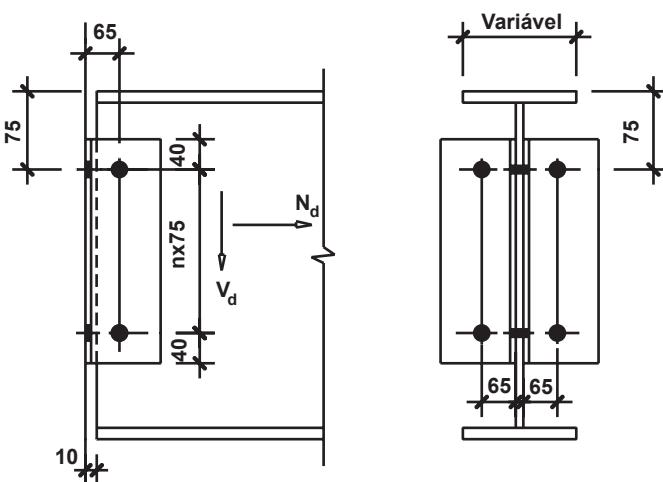
CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 455**PARAFUSOS:** 6 ø 7/8" A325N
12 ø 7/8" A325N

			LCPPI 60-C	LCPPI 61-C	LCPPI 62-C		
NOTAS:							
n	Perfis	N_d(kN)	V_d(kN)				
			Sem recortes	L_h(max)	L_h(max)	80	130
5	W 530 x 66,0	0 119	650 325	574 -	574 -	574 -	545 -
	W 530 x 72,0	0 119	656 328	581 -	581 -	581 -	549 -
	W 530 x 74,0	0 116	716 358	621 -	621 -	621 -	601 -
	W 530 x 82,0	0 117	700 350	609 -	609 -	609 -	587 -
	W 530 x 85,0	0 113	773 386	653 -	653 -	653 -	651 -
	W 530 x 92,0	0 114	761 381	649 -	649 -	649 -	640 -
	W 530 x 101,0	0 110	822 411	689 -	689 -	689 -	689 -
	W 530 x 109,0	0 109	852 426	730 -	730 -	730 -	730 -

PERFIS: **W 610 x 101,0**
W 610 x 113,0
W 610 x 125,0
W 610 x 140,0
W 610 x 155,0
W 610 x 174,0

CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 305

PARAFUSOS: 4 ø 7/8" A325N
8 ø 7/8" A325N



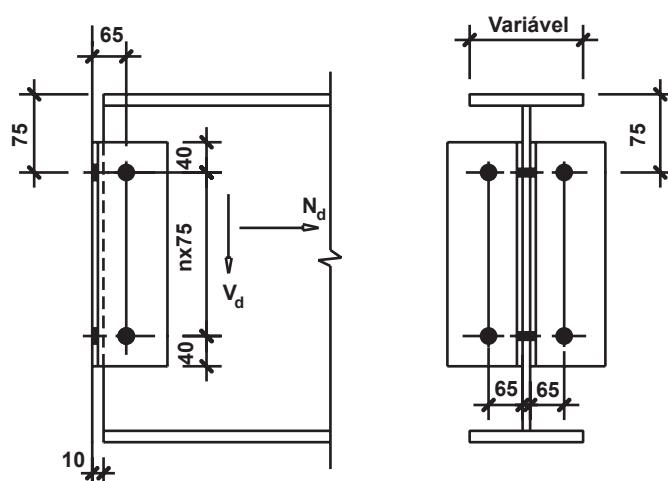
			LCPP 40-C		LCPP 41-C		LCPP 42-C	
<u>NOTAS:</u>								
n	Perfis	N _d (kN)	Sem recortes		L _h (max)		L _h (max)	
			80	130	170	80	130	170
3	W 610 x 101,0	0	572	464	464	464	464	464
		73	286	-	-	-	-	-
	W 610 x 113,0	0	572	489	489	489	489	489
		73	286	-	-	-	-	-
	W 610 x 125,0	0	572	514	514	514	514	514
		73	286	-	-	-	-	-
	W 610 x 140,0	0	572	559	559	559	559	559
		73	286	-	-	-	-	-
	W 610 x 155,0	0	572	550	550	550	550	550
		73	286	-	-	-	-	-
	W 610 x 174,0	0	572	572	572	572	572	572
		73	286	-	-	-	-	-

PERFIS:

- W 610 x 101,0**
- W 610 x 113,0**
- W 610 x 125,0**
- W 610 x 140,0**
- W 610 x 155,0**
- W 610 x 174,0**

CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 380

PARAFUSOS: 5 ø 7/8" A325N
10 ø 7/8" A325N

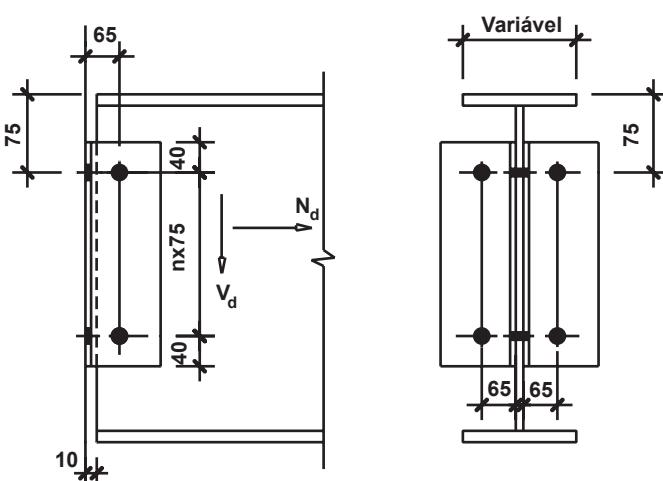


			LCPG 50-C	LCPG 51-C	LCPG 52-C				
NOTAS:									
n	Perfis	N_d(kN)	V_d(kN)						
			Sem recortes	80	130	170	80	130	170
4	W 610 x 101,0	0	712	567	567	567	567	567	567
		91	356	-	-	-	-	-	-
	W 610 x 113,0	0	712	599	599	599	599	599	599
		91	356	-	-	-	-	-	-
	W 610 x 125,0	0	712	631	631	631	631	631	631
		91	356	-	-	-	-	-	-
	W 610 x 140,0	0	712	688	688	688	688	688	688
		91	356	-	-	-	-	-	-
	W 610 x 155,0	0	712	675	675	675	675	675	675
		91	356	-	-	-	-	-	-
	W 610 x 174,0	0	712	712	712	712	712	712	712
		91	356	-	-	-	-	-	-

PERFIS: **W 610 x 101,0**
W 610 x 113,0
W 610 x 125,0
W 610 x 140,0
W 610 x 155,0
W 610 x 174,0

CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 455

PARAFUSOS: 6 ø 7/8" A325N
12 ø 7/8" A325N



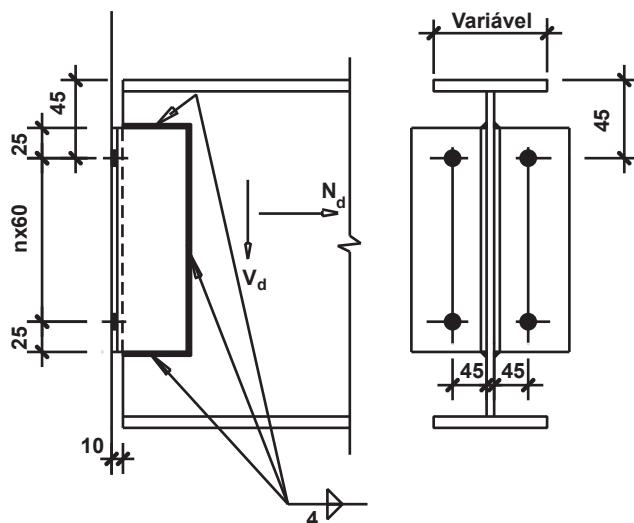
			LCPP 60-C	LCPP 61-C	LCPP 62-C
n	Perfis	N_d(kN)	V_d(kN)		
			Sem recortes	L_h(max)	L_h(max)
5	W 610 x 101,0	0	852	669	669
		109	426	-	-
	W 610 x 113,0	0	852	709	709
		109	426	-	-
	W 610 x 125,0	0	852	747	747
		109	426	-	-
	W 610 x 140,0	0	852	816	816
		109	426	-	-
	W 610 x 155,0	0	852	799	799
		109	426	-	-
	W 610 x 174,0	0	852	852	852
		109	426	-	-

3.6 - TABELAS DE LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CANTONEIRAS - LCSP

PERFIS: W 150 x 13,0
 W 150 x 18,0
 W 150 x 24,0

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 110

PARAFUSOS: 4 ø 5/8" A325N



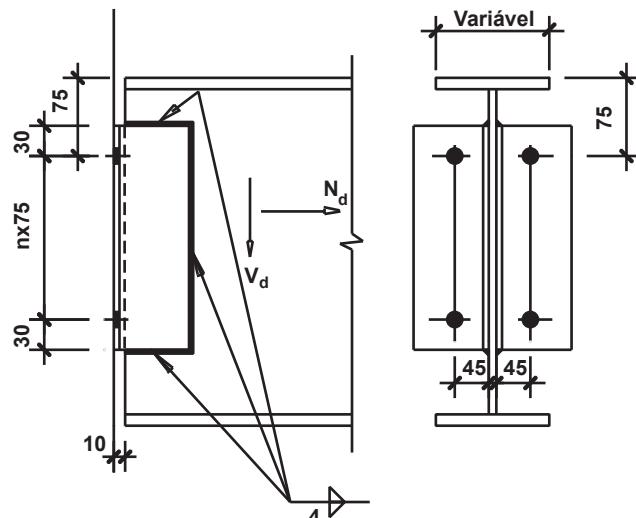
			LCSP 20-A	LCSP 21-A	LCSP 22-A
<u>NOTAS:</u>					
			$L_v(\max) = 20\text{ mm}$	$L_v(\max) = 20\text{ mm}$	$L_v(\max) = 20\text{ mm}$
			$V_d(\text{kN})$		
			Sem recortes	$L_h(\max)$	$L_h(\max)$
n	Perfis	$N_d(\text{kN})$	80	130	170
1	W 150 x 13,0	0	123	64	-
		25	61	-	-
	W 150 x 18,0	0	152	93	-
		25	76	-	-
	W 150 x 24,0	0	152	115	-
		25	76	-	-

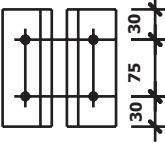
PERFIS:

- W 200 x 15,0**
- W 200 x 19,3**
- W 200 x 22,5**
- W 200 x 26,6**
- W 200 x 31,3**

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 135

PARAFUSOS: 4 ø 5/8" A325N ou
4 ø 3/4" A325N

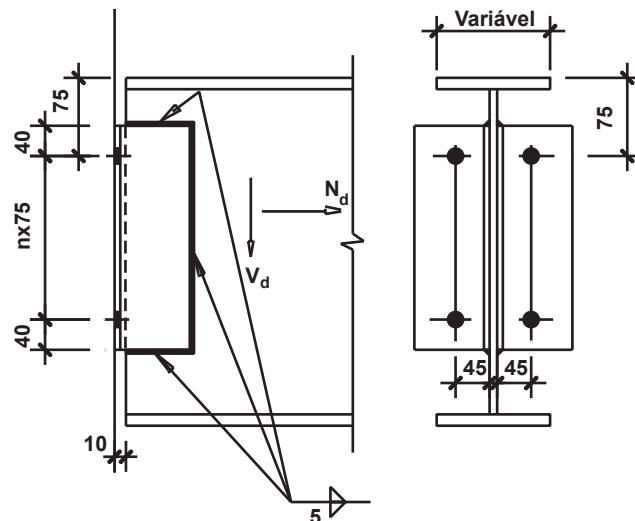


			LCSP 20-A	LCSP 21-A	LCSP 22-A
<u>NOTAS:</u>					
1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte. 4 - As vigas devem ser verificadas à flambagem lateral considerando obrigatoriamente os recortes na região da ligação.					
				L_v	L_h
				$L_v(max) = 30 \text{ mm}$	$L_h(max) = 20 \text{ mm}$
			$V_d(\text{kN})$		
			Sem recortes	$L_h(\text{max})$	
	1 	W 200 x 15,0	80	130	170
			166	125	80
		W 200 x 19,3	30	83	-
			196	169	109
		W 200 x 22,5	30	98	-
			196	189	121
		W 200 x 26,6	30	98	-
			196	186	120
		W 200 x 31,3	30	98	-
			196	196	137
				107	109

PERFIS: **W 250 x 17,9**
W 250 x 22,3
W 250 x 25,3
W 250 x 28,4
W 250 x 32,7
W 250 x 38,5
W 250 x 44,8

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 155

PARAFUSOS: 4 ø 3/4" A325N

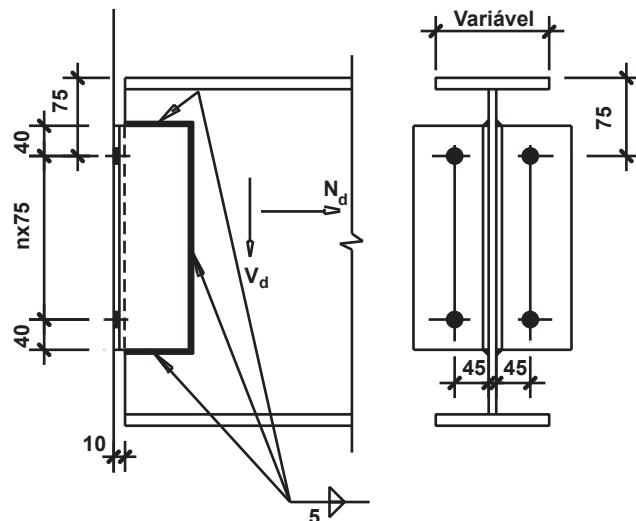


			LCSP 20-B	LCSP 21-B	LCSP 22-B
<u>NOTAS:</u>					
n	Perfis	N_d(kN)	V_d(kN)		
			Sem recortes	L_h(max)	L_h(max)
	W 250 x 17,9	0	213	157	140
		34	107	-	-
	W 250 x 22,3	0	234	188	174
		34	117	0	-
	W 250 x 25,3	0	234	196	190
		34	117	-	-
	W 250 x 28,4	0	234	204	204
		34	117	-	-
	W 250 x 32,7	0	234	195	195
		34	117	-	-
	W 250 x 38,5	0	234	209	209
		34	117	-	-
	W 250 x 44,8	0	234	234	234
		34	117	-	-
				210	210
					229

PERFIS: **W 310 x 21,0**
W 310 x 23,8
W 310 x 28,3
W 310 x 32,7
W 310 x 38,7
W 310 x 44,5
W 310 x 52,0

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 155

PARAFUSOS: 4 ø 3/4" A325N

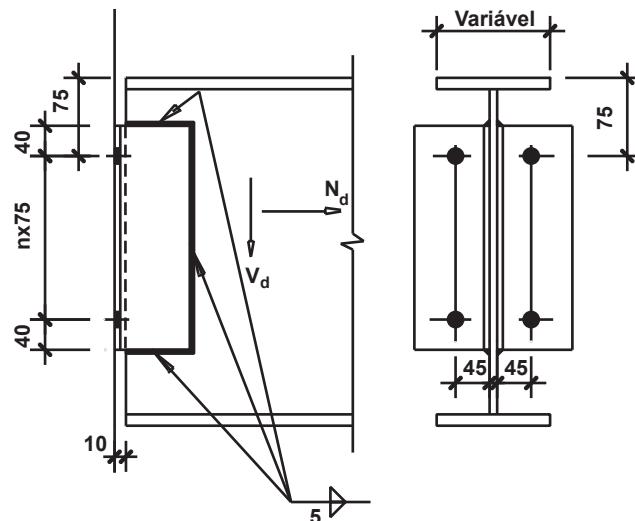


			LCSP 20-B	LCSP 21-B	LCSP 22-B
NOTAS:			$L_v(\max) = 30 \text{ mm}$	$L_v(\max) = 25 \text{ mm}$	$V_d(\text{kN})$
n	Perfis	$N_d(\text{kN})$			
1	W 310 x 21,0	0	234	166	166
		34	117	-	-
	W 310 x 23,8	0	234	181	181
		34	117	-	-
	W 310 x 28,3	0	234	192	192
		34	117	-	-
	W 310 x 32,7	0	234	210	210
		34	117	-	-
	W 310 x 38,7	0	234	185	185
		34	117	-	-
	W 310 x 44,5	0	234	209	209
		34	117	-	-
	W 310 x 52,0	0	234	234	234
		34	117	-	-

PERFIS: **W 310 x 21,0**
W 310 x 23,8
W 310 x 28,3
W 310 x 32,7
W 310 x 38,7
W 310 x 44,5
W 310 x 52,0

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 230

PARAFUSOS: 6 ø 3/4" A325N

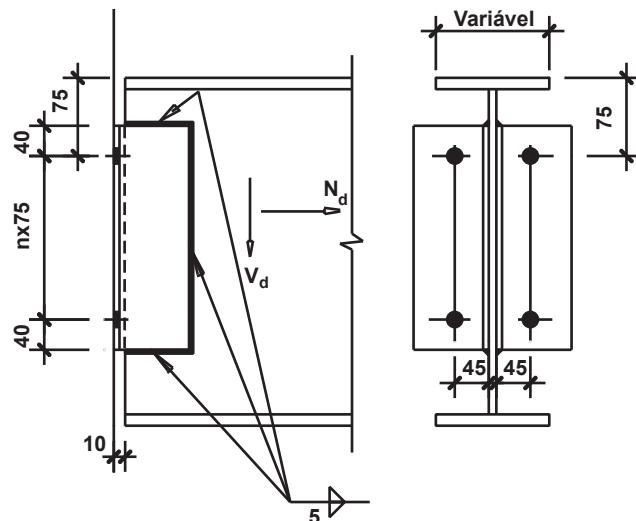


			LCSP 30-B	LCSP 31-B	LCSP 32-B
<u>NOTAS:</u>					
			$L_v(\max) = 30 \text{ mm}$	$L_v(\max) = 30 \text{ mm}$	$L_v(\max) = 30 \text{ mm}$
n	Perfis	$N_d(\text{kN})$	Sem recortes	$L_h(\max)$	$L_h(\max)$
2	W 310 x 21,0	0	244	226	218
		52	122	-	-
	W 310 x 23,8	0	329	247	244
		52	164	-	-
	W 310 x 28,3	0	339	262	262
		52	169	-	-
	W 310 x 32,7	0	339	287	287
		52	169	-	-
	W 310 x 38,7	0	339	253	253
		52	169	-	-
	W 310 x 44,5	0	339	286	286
		52	169	-	-
	W 310 x 52,0	0	339	327	327
		52	169	-	-

- PERFIS:
- W 360 x 32,9**
 - W 360 x 39,0**
 - W 360 x 44,6**
 - W 360 x 51,0**
 - W 360 x 58,0**
 - W 360 x 64,0**
 - W 360 x 72,0**
 - W 360 x 79,0**

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 230

PARAFUSOS: 6 ø 3/4" A325N

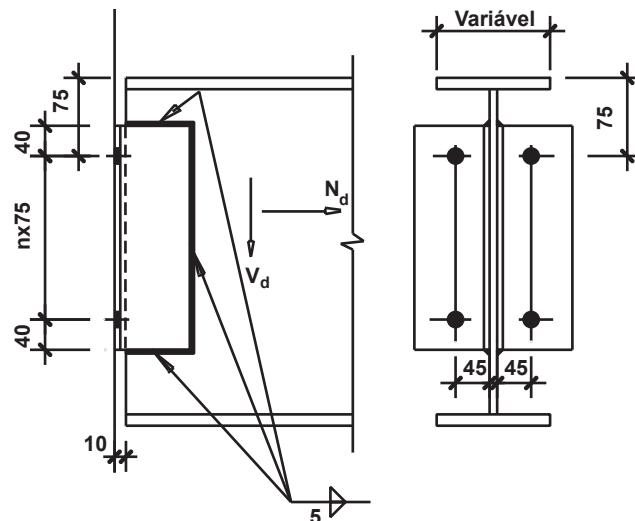


			LCSP 30-B	LCSP 31-B	LCSP 32-B		
<u>NOTAS:</u>				$L_v(\max) = 30 \text{ mm}$	$L_h(\max) = 30 \text{ mm}$	$V_d(\text{kN})$	
<u>n</u>	<u>Perfis</u>	$N_d(\text{kN})$				Sem recortes	$L_h(\max)$
2	W 360 x 32,9	0	339	254	254	254	210
		52	169	-	-	-	-
	W 360 x 39,0	0	339	282	282	282	241
		52	169	-	-	-	-
	W 360 x 44,6	0	339	301	301	301	254
		52	169	-	-	-	-
	W 360 x 51,0	0	339	312	312	312	271
		52	169	-	-	-	-
	W 360 x 58,0	0	339	339	339	339	303
		52	169	-	-	-	-
	W 360 x 64,0	0	339	331	331	331	275
		52	169	-	-	-	-
	W 360 x 72,0	0	339	339	339	339	313
		52	169	-	-	-	-
	W 360 x 79,0	0	339	339	339	339	339
		52	169	-	-	-	-

PERFIS: **W 410 x 38,8**
W 410 x 46,1
W 410 x 53,0
W 410 x 60,0
W 410 x 67,0
W 410 x 75,0
W 410 x 85,0

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 230

PARAFUSOS: 6 ø 3/4" A325N

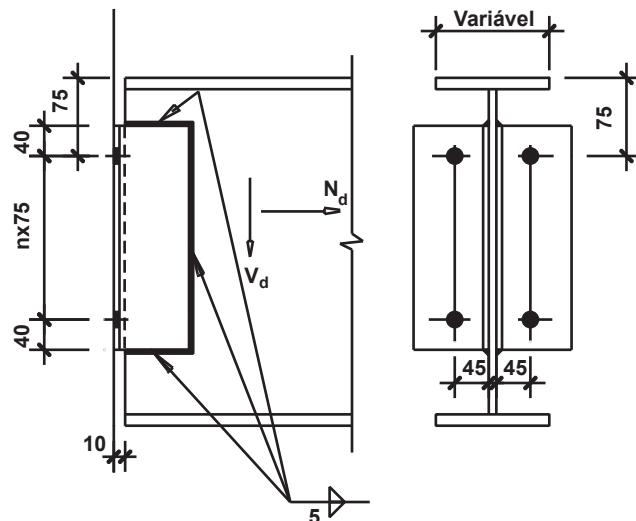


			LCSP 30-B	LCSP 31-B	LCSP 32-B	
NOTAS:						
			V_d (kN)			
n	Perfis	N_d (kN)	Sem recortes	L_h (max)	L_h (max)	
2	W 410 x 38,8	0	339	280	280	280
	52	169	-	-	-	-
	W 410 x 46,1	0	339	304	304	304
	52	169	-	-	-	-
	W 410 x 53,0	0	339	326	326	326
	52	169	-	-	-	-
	W 410 x 60,0	0	339	332	332	332
	52	169	-	-	-	-
	W 410 x 67,0	0	339	339	339	339
	52	169	-	-	-	-
	W 410 x 75,0	0	339	339	339	339
	52	169	-	-	-	-
	W 410 x 85,0	0	339	339	339	339
	52	169	-	-	-	-

- PERFIS:
- W 410 x 38,8**
 - W 410 x 46,1**
 - W 410 x 53,0**
 - W 410 x 60,0**
 - W 410 x 67,0**
 - W 410 x 75,0**
 - W 410 x 85,0**

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 305

PARAFUSOS: 8 ø 3/4" A325N

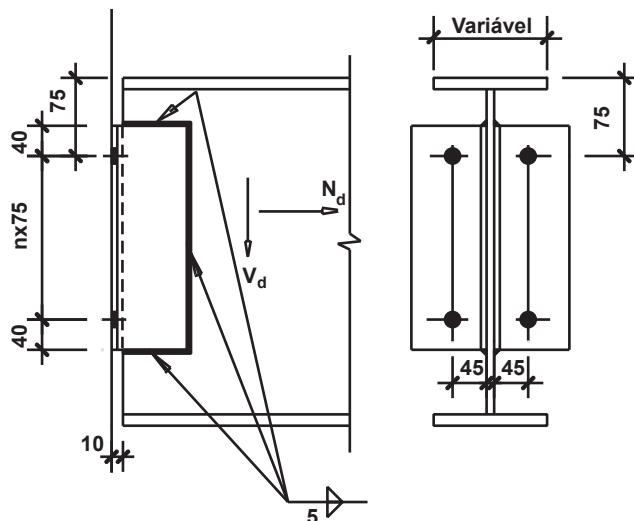


			LCSP 40-B	LCSP 41-B	LCSP 42-B			
n	Perfis	N _d (kN)	Sem recortes		L _h (max)		L _h (max)	
			80	130	170	80	130	
3	W 410 x 38,8	0	361	355	355	355	355	312
		69	181	-	-	-	-	-
	W 410 x 46,1	0	444	385	385	385	385	349
		69	222	-	-	-	-	-
	W 410 x 53,0	0	444	413	413	413	413	374
		69	222	-	-	-	-	-
	W 410 x 60,0	0	444	422	422	422	422	393
		69	222	-	-	-	-	-
	W 410 x 67,0	0	444	444	444	444	444	444
		69	222	-	-	-	-	-
	W 410 x 75,0	0	444	444	444	444	444	444
		69	222	-	-	-	-	-
	W 410 x 85,0	0	444	444	444	444	444	444
		69	222	-	-	-	-	-

PERFIS: **W 460 x 52,0**
W 460 x 60,0
W 460 x 68,0
W 460 x 74,0
W 460 x 82,0
W 460 x 89,0
W 460 x 97,0
W 460 x 106,0

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 230

PARAFUSOS: 6 ø 3/4" A325N



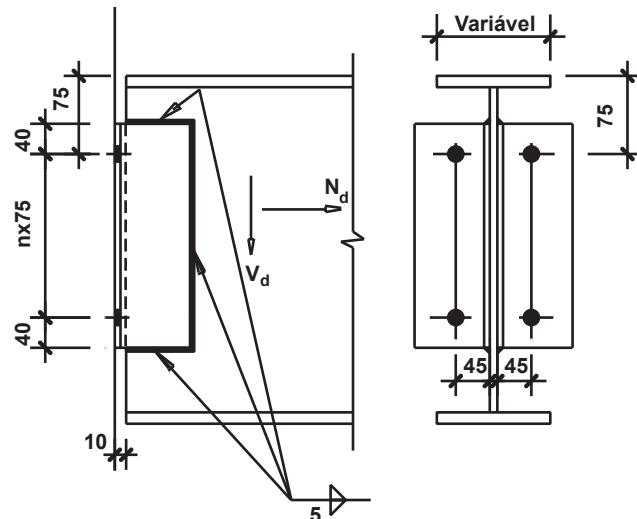
			LCSP 30-B	LCSP 31-B	LCSP 32-B
NOTAS:					
1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte. 4 - As vigas devem ser verificadas à flambagem lateral considerando obrigatoriamente os recortes na região da ligação.					
V_d(kN)					
n	Perfis	N _d (kN)	Sem recortes	L _h (max)	L _h (max)
2	W 460 x 52,0	0 52	339 169	330 -	330 -
	W 460 x 60,0	0 52	339 169	339 -	339 -
	W 460 x 68,0	0 52	339 169	339 -	339 -
	W 460 x 74,0	0 52	339 169	339 -	339 -
	W 460 x 82,0	0 52	339 169	339 -	339 -
	W 460 x 89,0	0 52	339 169	339 -	339 -
	W 460 x 97,0	0 52	339 169	339 -	339 -
	W 460 x 106,0	0 52	339 169	339 -	339 -

PERFIS:

W 460 x 52,0
W 460 x 60,0
W 460 x 68,0
W 460 x 74,0
W 460 x 82,0
W 460 x 89,0
W 460 x 97,0
W 460 x 106,0

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 305

PARAFUSOS: 8 ø 3/4" A325N

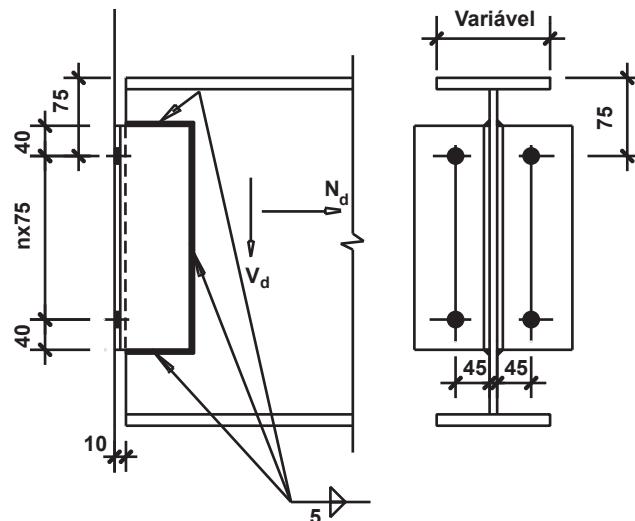


			LCSP 40-B	LCSP 41-B	LCSP 42-B		
<u>NOTAS:</u>							
n	Perfis	N _d (kN)	Sem recortes		L _h (max)		L _h (max)
			80	130	170	80	130
3	W 460 x 52,0	0 69	444 222	419 -	419 -	419 -	419 -
	W 460 x 60,0	0 69	444 222	438 -	438 -	438 -	438 -
	W 460 x 68,0	0 69	444 222	444 -	444 -	444 -	444 -
	W 460 x 74,0	0 69	444 222	444 -	444 -	444 -	444 -
	W 460 x 82,0	0 69	444 222	444 -	444 -	444 -	444 -
	W 460 x 89,0	0 69	444 222	444 -	444 -	444 -	444 -
	W 460 x 97,0	0 69	444 222	444 -	444 -	444 -	444 -
	W 460 x 106,0	0 69	444 222	444 -	444 -	444 -	444 -

PERFIS: **W 460 x 52,0**
W 460 x 60,0
W 460 x 68,0
W 460 x 74,0
W 460 x 82,0
W 460 x 89,0
W 460 x 97,0
W 460 x 106,0

CANTONEIRA: L 76 x 76 x 6,4 x 380

PARAFUSOS: 10 ø 3/4" A325N



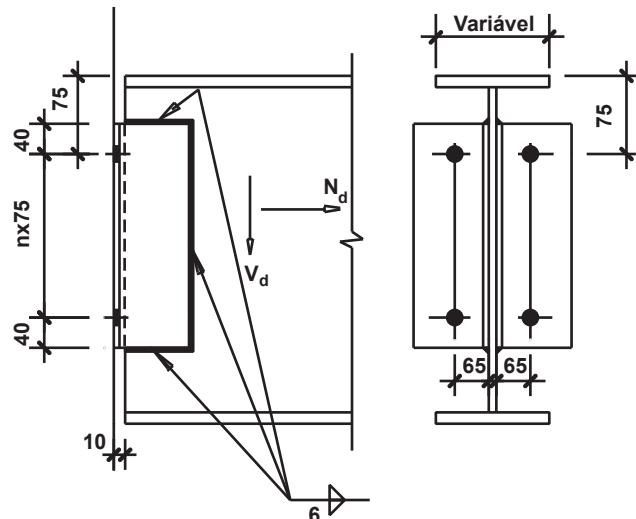
			LCSP 50-B	LCSP 51-B	LCSP 52-B	
NOTAS:						
n	Perfis	N_d(kN)	V_d(kN)		L_h(max)	
			Sem recortes	80	130	170
	W 460 x 52,0	0 86	549 274	478	478	478
	W 460 x 60,0	0 86	549 274	531	531	531
	W 460 x 68,0	0 86	549 274	549	549	549
	W 460 x 74,0	0 86	549 274	549	549	549
	W 460 x 82,0	0 86	549 274	549	549	549
	W 460 x 89,0	0 86	549 274	549	549	549
	W 460 x 97,0	0 86	549 274	549	549	549
	W 460 x 106,0	0 86	549 274	549	549	549

PERFIS:

W 530 x 66,0
W 530 x 72,0
W 530 x 74,0
W 530 x 82,0
W 530 x 85,0
W 530 x 92,0
W 530 x 101,0
W 530 x 109,0

CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 305

PARAFUSOS: 8 ø 7/8" A325N

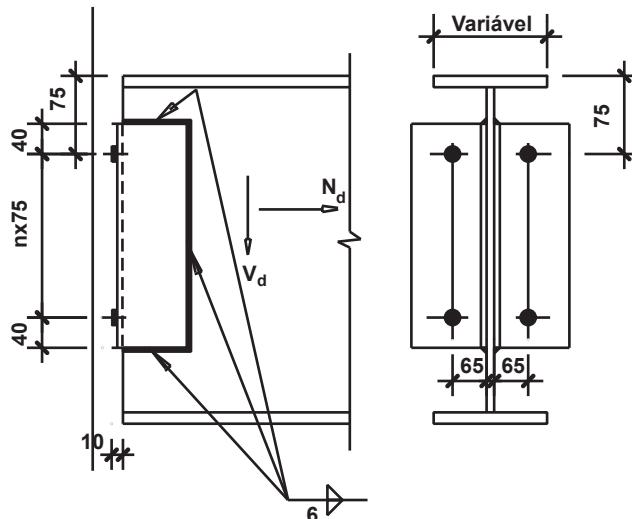


			LCSP 40-C	LCSP 41-C	LCSP 42-C		
<u>NOTAS:</u>						V_d(kN)	
n	Perfis	N _d (kN)	Sem recortes	L _v (max)	L _h (max)	80	130
3	W 530 x 66,0	0 73	572 286	490 -	490 -	490 -	490 -
	W 530 x 72,0	0 73	572 286	496 -	496 -	496 -	496 -
	W 530 x 74,0	0 73	572 286	530 -	530 -	530 -	530 -
	W 530 x 82,0	0 73	572 286	520 -	520 -	520 -	520 -
	W 530 x 85,0	0 73	572 286	558 -	558 -	558 -	558 -
	W 530 x 92,0	0 73	572 286	554 -	554 -	554 -	554 -
	W 530 x 101,0	0 73	572 286	572 -	572 -	572 -	572 -
	W 530 x 109,0	0 73	572 286	572 -	572 -	572 -	572 -

PERFIS: **W 530 x 66,0**
W 530 x 72,0
W 530 x 74,0
W 530 x 82,0
W 530 x 85,0
W 530 x 92,0
W 530 x 101,0
W 530 x 109,0

CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 380

PARAFUSOS: 10 ø 7/8" A325N



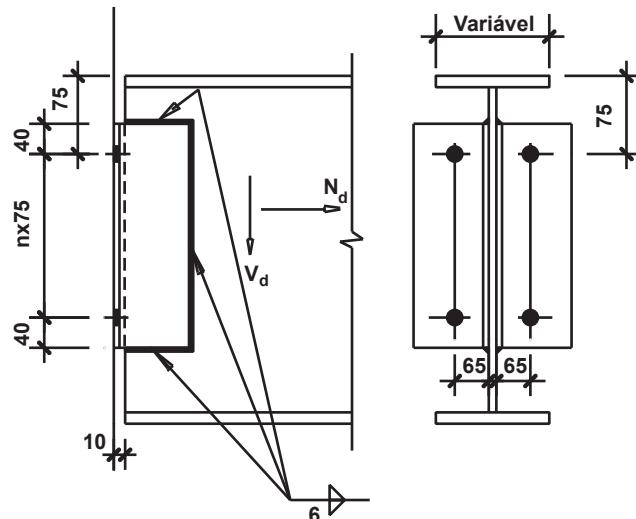
			LCSP 50-C	LCSP 51-C	LCSP 52-C
NOTAS:					
1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte. 4 - As vigas devem ser verificadas à flambagem lateral considerando obrigatoriamente os recortes na região da ligação.					
V_d(kN)					
n	Perfis	N _d (kN)	Sem recortes	L _h (max)	L _h (max)
4	W 530 x 66,0	0 91	712 356	572 -	572 -
	W 530 x 72,0	0 91	712 356	601 -	601 -
	W 530 x 74,0	0 91	712 356	643 -	643 -
	W 530 x 82,0	0 91	712 356	631 -	631 -
	W 530 x 85,0	0 91	712 356	679 -	679 -
	W 530 x 92,0	0 91	712 356	673 -	673 -
	W 530 x 101,0	0 91	712 356	712 -	712 -
	W 530 x 109,0	0 91	712 356	712 -	712 -

PERFIS:

W 530 x 66,0
W 530 x 72,0
W 530 x 74,0
W 530 x 82,0
W 530 x 85,0
W 530 x 92,0
W 530 x 101,0
W 530 x 109,0

CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 455

PARAFUSOS: 12 ø 7/8" A325N

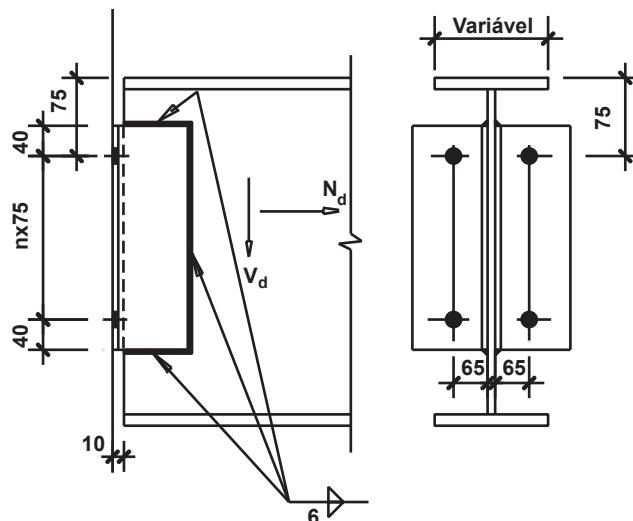


			LCSP 60-C	LCSP 61-C	LCSP 62-C		
<u>NOTAS:</u>						$V_d(kN)$	
n	Perfis	$N_d(kN)$				Sem recortes	$L_h(max)$
5	W 530 x 66,0	0 110	852 426	697 -	697 -	697 -	697 -
	W 530 x 72,0	0 110	852 426	706 -	706 -	706 -	706 -
	W 530 x 74,0	0 110	852 426	757 -	757 -	757 -	757 -
	W 530 x 82,0	0 110	852 426	741 -	741 -	741 -	741 -
	W 530 x 85,0	0 110	852 426	799 -	799 -	799 -	799 -
	W 530 x 92,0	0 110	852 426	792 -	792 -	792 -	792 -
	W 530 x 101,0	0 110	852 426	844 -	844 -	844 -	844 -
	W 530 x 109,0	0 110	852 426	852 -	852 -	852 -	852 -

PERFIS: **W 610 x 101,0**
W 610 x 113,0
W 610 x 125,0
W 610 x 140,0
W 610 x 155,0
W 610 x 174,0

CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 305

PARAFUSOS: 8 ø 7/8" A325N



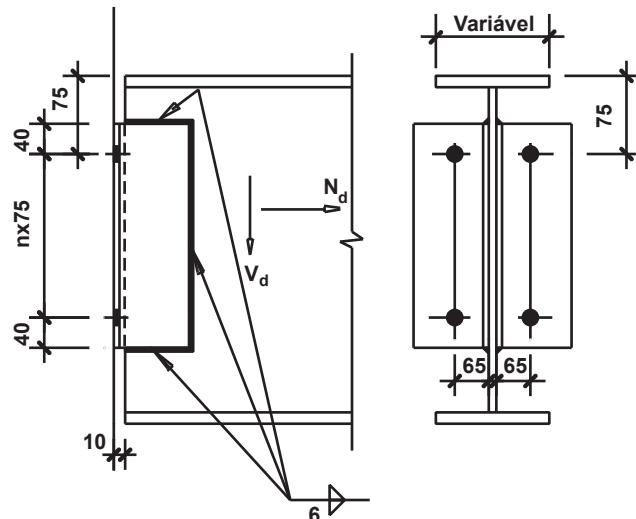
			LCSP 40-C	LCSP 41-C	LCSP 42-C
NOTAS:					
n	Perfis	N_d(kN)	V_d(kN)		
			Sem recortes	L _h (max) 80 130 170	L _h (max) 80 130 170
	W 610 x 101,0	0	572	572 572 572	572 572 572
		73	286	- - -	- - -
	W 610 x 113,0	0	572	572 572 572	572 572 572
		73	286	- - -	- - -
	W 610 x 125,0	0	572	572 572 572	572 572 572
		73	286	- - -	- - -
	W 610 x 140,0	0	572	572 572 572	572 572 572
		73	286	- - -	- - -
	W 610 x 155,0	0	572	572 572 572	572 572 572
		73	286	- - -	- - -
	W 610 x 174,0	0	572	572 572 572	572 572 572
		73	286	- - -	- - -

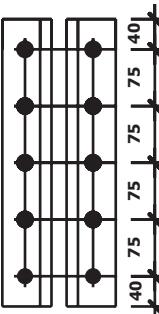
PERFIS:

W 610 x 101,0
W 610 x 113,0
W 610 x 125,0
W 610 x 140,0
W 610 x 155,0
W 610 x 174,0

CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 380

PARAFUSOS: 10 ø 7/8" A325N

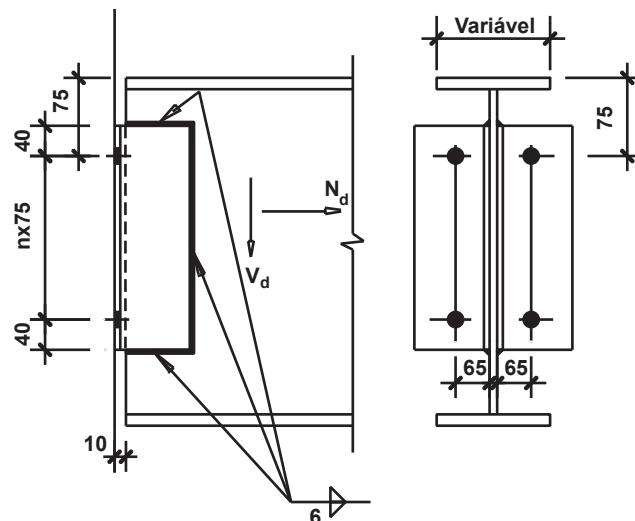


			LCSP 50-C	LCSP 51-C	LCSP 52-C			
<u>NOTAS:</u>								
1 - Dimensões em mm.								
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.								
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.								
4 - As vigas devem ser verificadas à flambagem lateral considerando obrigatoriamente os recortes na região da ligação.								
			V_d(kN)					
			Sem recortes		L_h(max)			
			80	130	170	80	130	170
 n = 4	W 610 x 101,0	0	712	712	712	712	712	712
		91	356	-	-	-	-	-
	W 610 x 113,0	0	712	712	712	712	712	712
		91	356	-	-	-	-	-
	W 610 x 125,0	0	712	712	712	712	712	712
		91	356	-	-	-	-	-
	W 610 x 140,0	0	712	712	712	712	712	712
		91	356	-	-	-	-	-
	W 610 x 155,0	0	712	712	712	712	712	712
		91	356	-	-	-	-	-
	W 610 x 174,0	0	712	712	712	712	712	712
		91	356	-	-	-	-	-

PERFIS: **W 610 x 101,0**
W 610 x 113,0
W 610 x 125,0
W 610 x 140,0
W 610 x 155,0
W 610 x 174,0

CANTONEIRA: L 102 x 102 x 8,0 x 455

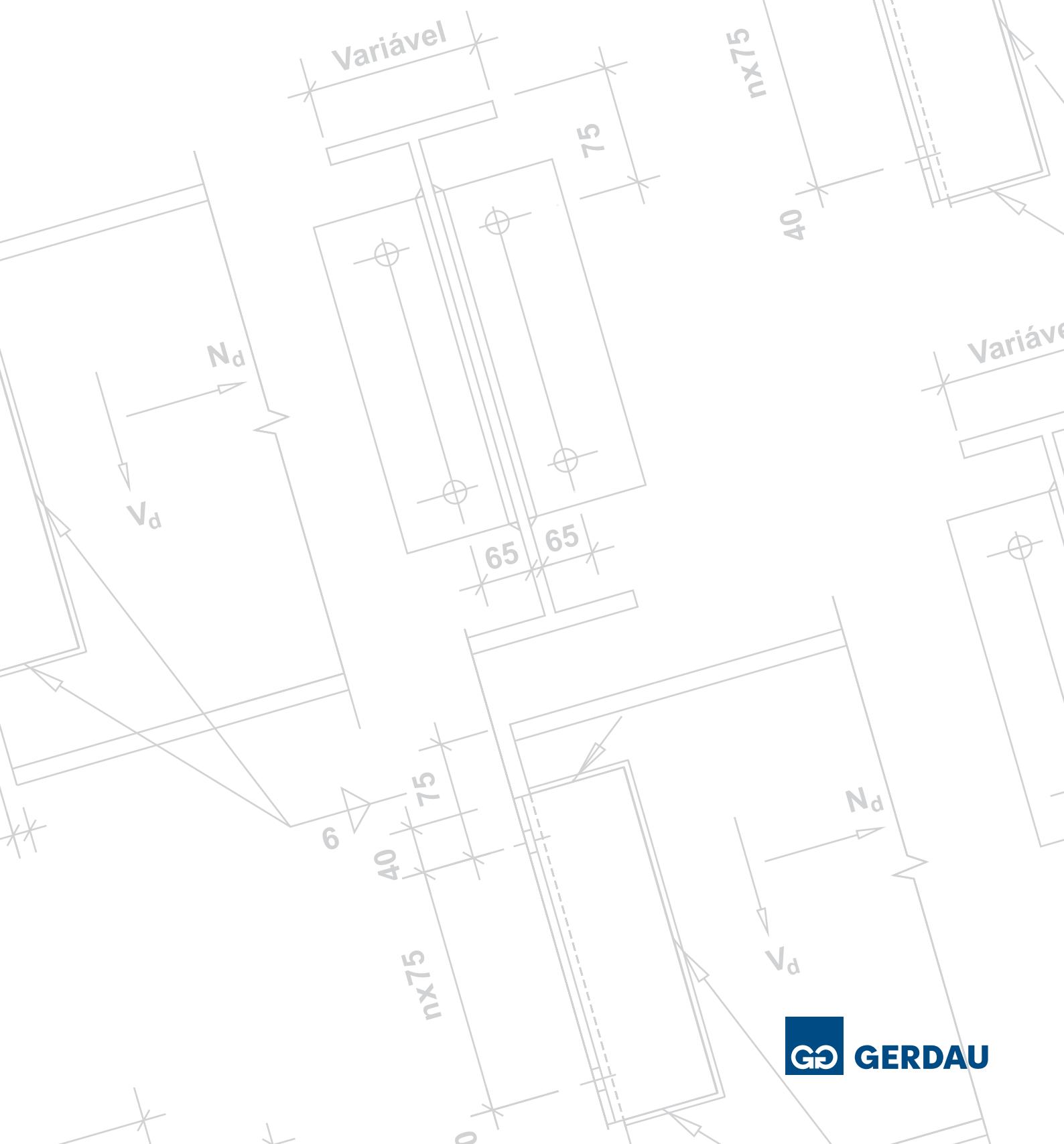
PARAFUSOS: 12 ø 7/8" A325N



			LCSP 60-C	LCSP 61-C	LCSP 62-C
NOTAS:					
1 - Dimensões em mm.					
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.					
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.					
4 - As vigas devem ser verificadas à flambagem lateral considerando obrigatoriamente os recortes na região da ligação.					
			V_d(kN)		
			Sem recortes	L _h (max)	L _h (max)
n	Perfis	N _d (kN)		80 130 170	80 130 170
5	W 610 x 101,0	0	852	852 852 852	852 852 852
		110	426	- - -	- - -
	W 610 x 113,0	0	852	852 852 852	852 852 852
		110	426	- - -	- - -
	W 610 x 125,0	0	852	852 852 852	852 852 852
		110	426	- - -	- - -
	W 610 x 140,0	0	852	852 852 852	852 852 852
		110	426	- - -	- - -
	W 610 x 155,0	0	852	852 852 852	852 852 852
		110	426	- - -	- - -
	W 610 x 174,0	0	852	852 852 852	852 852 852
		110	426	- - -	- - -

LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CHAPA DE EXTREMIDADE LCHE

4



4 - LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CHAPA DE EXTREMIDADE – LCHE

4.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esta padronização aborda as situações em que a viga se apoia em mesa ou em alma de pilar, onde não há necessidade de recortar a viga.

A chapa de extremidade possui a mesma altura da alma da viga, proporcionando um travamento lateral da mesa comprimida no apoio, sendo a flexibilidade dessa ligação garantida pela pequena espessura da chapa de extremidade.

4.1.1 - Disposições construtivas

Foram estabelecidos o gabarito horizontal de 120 mm entre furos e a largura da chapa de extremidade de 200 mm.

4.1.2 - Limitações

Não são previstos recortes na viga.

A força normal de cálculo tabelada N_d é considerada no centro da ligação, produzindo, portanto, momento fletor na viga apoiada.

4.2 - VERIFICAÇÕES DE CÁLCULO

- Corte dos parafusos
- Esmagamento e rasgamento na chapa de extremidade
 - Esmagamento sem rasgamento
 - Esmagamento com rasgamento entre dois furos
 - Esmagamento com rasgamento entre furo e borda
- Cisalhamento da chapa de extremidade
 - Escoamento da seção bruta
 - Ruptura da seção líquida
- Cisalhamento da alma da viga apoiada
- Flexão da chapa de extremidade
- Determinação de N_d que, em conjunto com 50% de V_d , provoca a plastificação da chapa de extremidade.
- Verificação da solda.

4.3 - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO

Determinar uma ligação com chapa de extremidade para uma viga em Perfil W 250 x 28,4 que se apoia em uma mesa de pilar, com reação vertical de cálculo de 79 kN (CP = 20 kN; SC = 34 kN) e reação horizontal de cálculo de 9,3 kN (CP = 3 kN; SC = 3,4 kN).

SOLUÇÃO:

$$V_d = 20 \times 1,4 + 34 \times 1,5 = 79 \text{ kN} \quad \text{e} \quad N_d = 3 \times 1,4 + 3,4 \times 1,5 = 9,3 \text{ kN}$$

Na tabela da ligação LCHE para Perfil W 250 x 28,4, verifica-se que o valor de 79 kN é inferior a 93 kN e o de 9,3 kN inferior a 22 kN.

Portanto a ligação com chapa de extremidade de 6,3 mm e 4 parafusos de 3/4" A325N apresentada nessa tabela é adequada.

4.4 - FÓRMULAS

- Corte dos parafusos (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.2)

$$F_{v,Rd} = \frac{0,4 A_b f_{ub} N_{ps}}{1,35}$$

- Esmagamento e rasgamento na chapa de extremidade (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.3)

Esmagamento sem rasgamento

$$F_{c,Rd} = \frac{2,4 d_b t_{ch} f_{uc} N_{ps}}{1,35}$$

Esmagamento com rasgamento entre dois furos

$$F_{c,Rd} = \frac{1,2(s - d_b) t_{ch} f_{uc} N_{ps}}{1,35}$$

$$F_{c,Rd} = \frac{1,2 \left(e - \frac{d_h}{2}\right) t_{ch} f_{uc} N_{ps}}{1,35}$$

- Cisalhamento da chapa de extremidade (NBR 8800:2008 – item 6.5.5)

Escoamento da seção bruta

$$V_{Rd} = \frac{2 \times 0,6 f_{yc} L_{fch} t_{ch}}{1,1}$$

$$L_{fch} = \left[\left(\frac{N_{ps}}{2} \right) - 1 \right] s + 2e$$

Ruptura da seção líquida

$$V_{Rd} = \frac{2 \times 0,6 f_{uc} \left\{ \left[\left(\frac{N_{ps}}{2} - 1 \right) s + 2e \right] t_{ch} - \frac{N_{ps}}{2} (d_h + 0,2) t_{ch} \right\}}{1,35}$$

- Cisalhamento na alma da viga apoiada (NBR 8800:2008 – item 6.5.5.a)

$$V_{Rd} = \frac{0,6 f_y \left[\left(\frac{N_{ps}}{2} - 1 \right) s + 2e \right] t_w}{1,1}$$

- Flexão da chapa de extremidade

$$F_{Rd} = \frac{\left(\frac{4 t_{ch} L_{fch}^2}{6 g_{ch}} \right) f_{yc}}{1,1}$$

• Determinação de N_d para $V_{dm} = V_d/2$

$$V_z = \frac{V_{dm}}{2 L_{fch}}$$

$$t_{lich} = \frac{V_z}{\left(\frac{0,6 f_{yc}}{1,1} \right)}$$

$$(V_o)_x = \frac{0,6 f_{yc} (t_{ch} - t_{lich})}{1,1}$$

$$(M_O)_z = \frac{0,25 (t_{ch}^2 - t_{lich}^2) f_{yc}}{1,1}$$

$$(M)_z = \frac{(V)_x}{2} \frac{(g_{ch} - t_w)}{2}$$

Obedecendo à equação de interação de Drucker, tem-se:

$$\frac{(M)_z}{(M_O)_z} + \left[\frac{(V)_x}{(V_o)_x} \right]^4 = 1$$

$$N_d = 2 L_{fch} (V)_x$$

• Verificação da solda (NBR 8800:2008 – item 6.2.5.1)

Ruptura da solda

$$(N_d^2 + V_d^2)^{1/2} \leq \frac{41,14 L_{fch} b}{1,35}$$

Escoamento do metal base

$$(N_d^2 + V_d^2)^{1/2} \leq \frac{30 L_{fch} b}{1,1}$$

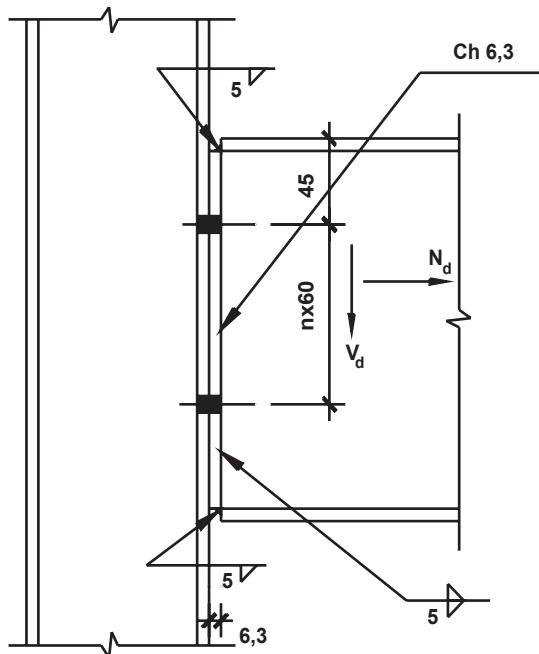
4.5 - TABELAS DE LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CHAPA DE EXTREMIDADE - LCHE

PERFIS: W 150 x 13,0
W 150 x 18,0
W 150 x 24,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 4 ø 5/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 20-A			
n	Perfis	N_d (kN)	V_d (kN)
 1	W 150 x 13,0	0 18	97 49
	W 150 x 18,0	0 17	114 57
	W 150 x 24,0	0 18	115 57

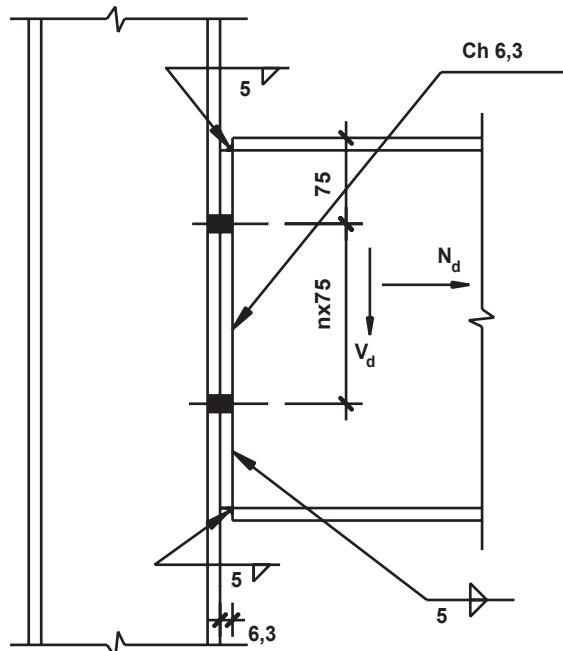
NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: **W 200 x 15,0**
W 200 x 19,3
W 200 x 22,5
W 200 x 26,6
W 200 x 31,3

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 4 ø 5/8" A325N
ou 4 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 20-A			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
1	W 200 x 15,0	0	125
		23	63
	W 200 x 19,3	0	169
		22	85
	W 200 x 22,5	0	181
		22	90
	W 200 x 26,6	0	169
		22	85
	W 200 x 31,3	0	187
		22	93

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

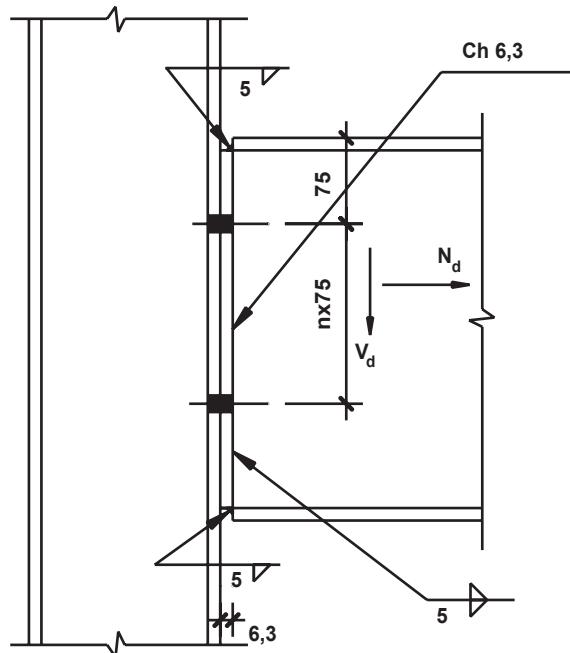
PERFIS:

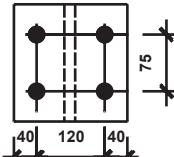
- W 250 x 17,9
- W 250 x 22,3
- W 250 x 25,3
- W 250 x 28,4
- W 250 x 32,7
- W 250 x 38,5
- W 250 x 44,8

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 4 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 20-B			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 1	W 250 x 17,9	0 23	140 70
	W 250 x 22,3	0 22	169 85
	W 250 x 25,3	0 22	178 89
	W 250 x 28,4	0 22	187 93
	W 250 x 32,7	0 22	178 89
	W 250 x 38,5	0 21	191 96
	W 250 x 44,8	0 22	191 96

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

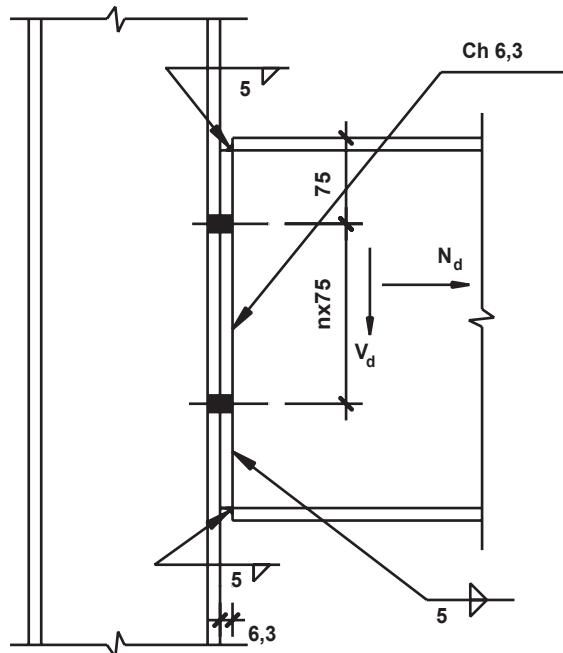
PERFIS:

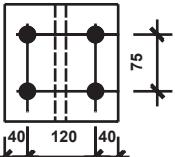
W 310 x 21,0
W 310 x 23,8
W 310 x 28,3
W 310 x 32,7
W 310 x 38,7
W 310 x 44,5
W 310 x 52,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 4 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 20-B			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 1	W 310 x 21,0	0 22	149 74
	W 310 x 23,8	0 22	163 82
	W 310 x 28,3	0 22	175 88
	W 310 x 32,7	0 21	191 96
	W 310 x 38,7	0 22	169 85
	W 310 x 44,5	0 21	191 96
	W 310 x 52,0	0 22	191 96

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

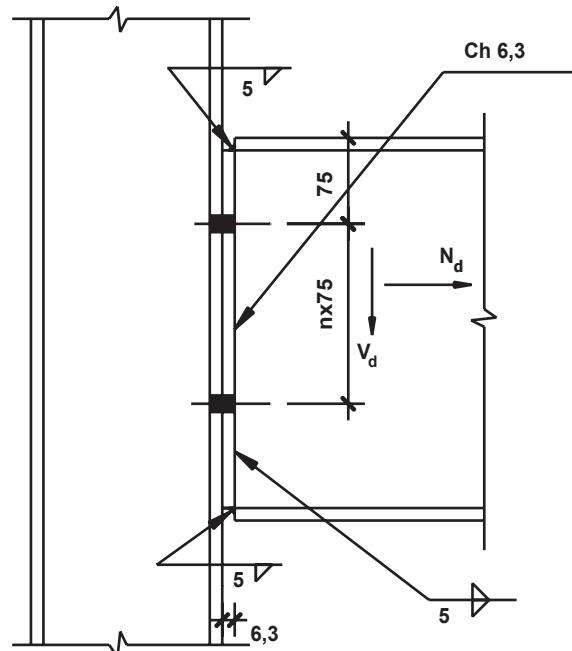
PERFIS:

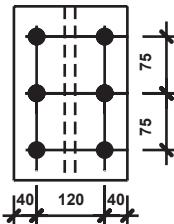
W 310 x 21,0
W 310 x 23,8
W 310 x 28,3
W 310 x 32,7
W 310 x 38,7
W 310 x 44,5
W 310 x 52,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 30-B			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 2	W 310 x 21,0	0	221
		33	110
	W 310 x 23,8	0	242
		33	121
	W 310 x 28,3	0	260
		32	130
	W 310 x 32,7	0	286
		32	143
	W 310 x 38,7	0	251
		33	126
	W 310 x 44,5	0	286
		32	143
	W 310 x 52,0	0	314
		31	157

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

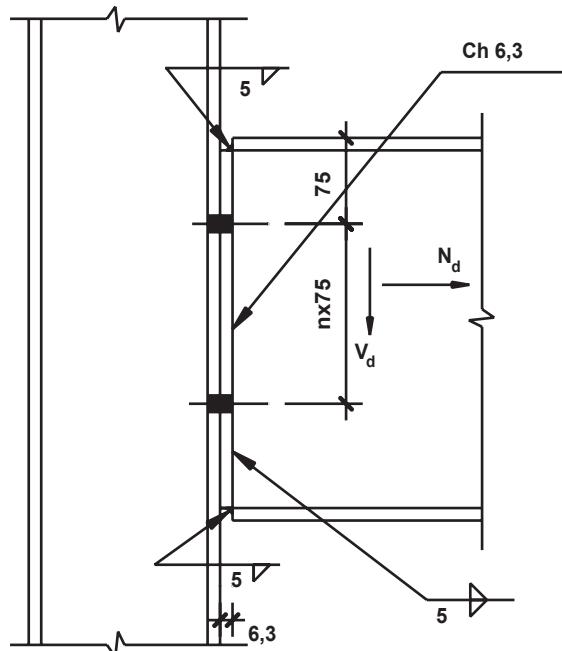
PERFIS:

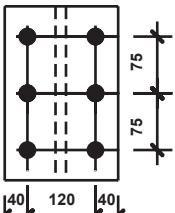
W 360 x 32,9
W 360 x 39,0
W 360 x 44,6
W 360 x 51,0
W 360 x 58,0
W 360 x 64,0
W 360 x 72,0
W 360 x 79,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 30-B			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 2	W 360 x 32,9	0 33	251 126
	W 360 x 39,0	0 32	281 141
	W 360 x 44,6	0 31	299 149
	W 360 x 51,0	0 31	312 156
	W 360 x 58,0	0 31	314 157
	W 360 x 64,0	0 31	314 157
	W 360 x 72,0	0 31	314 157
	W 360 x 79,0	0 32	314 157

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

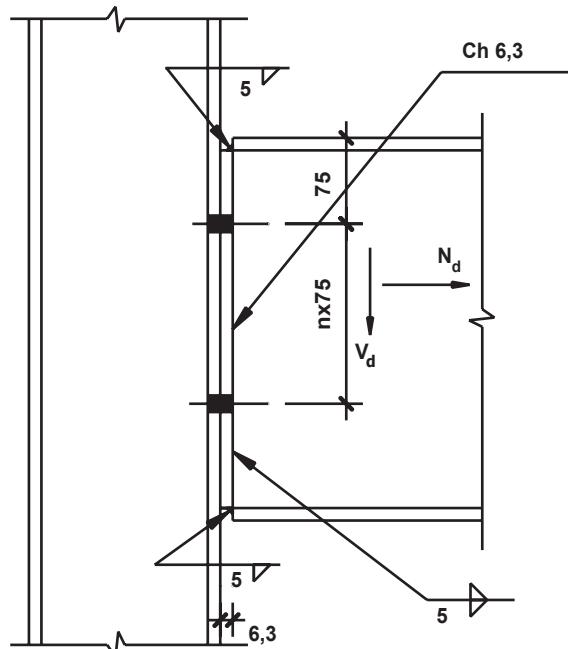
PERFIS:

W 410 x 38,8
W 410 x 46,1
W 410 x 53,0
W 410 x 60,0
W 410 x 67,0
W 410 x 75,0
W 410 x 85,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 30-B			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 2	W 410 x 38,8	0	277
		32	139
	W 410 x 46,1	0	303
		31	151
	W 410 x 53,0	0	314
		31	157
	W 410 x 60,0	0	314
		31	157
W 410 x 67,0	0	314	
	31	157	
W 410 x 75,0	0	314	
	32	157	
W 410 x 85,0	0	314	
	32	157	

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

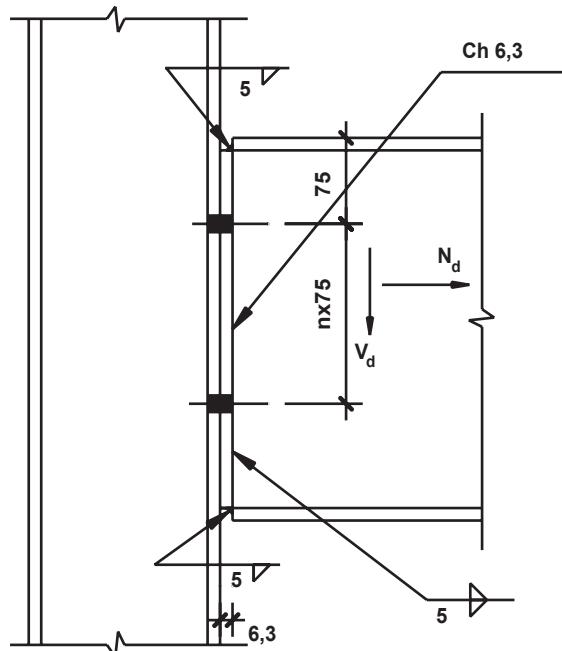
PERFIS:

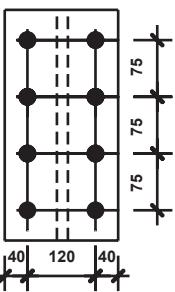
W 410 x 38,8
W 410 x 46,1
W 410 x 53,0
W 410 x 60,0
W 410 x 67,0
W 410 x 75,0
W 410 x 85,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 8 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 40-B			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 3	W 410 x 38,8	0	367
		42	184
	W 410 x 46,1	0	402
		42	201
	W 410 x 53,0	0	416
		41	208
	W 410 x 60,0	0	416
		41	208
	W 410 x 67,0	0	416
		42	208
	W 410 x 75,0	0	416
		42	208
	W 410 x 85,0	0	416
		42	208

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

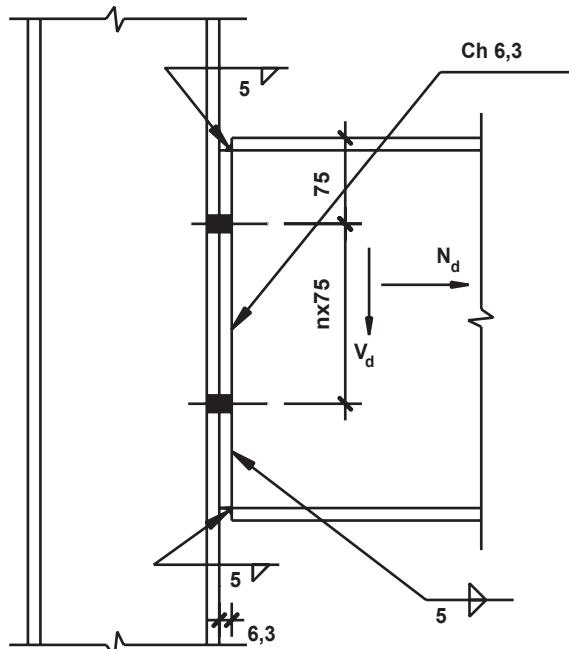
PERFIS:

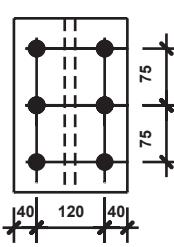
W 460 x 52,0
W 460 x 60,0
W 460 x 68,0
W 460 x 74,0
W 460 x 82,0
W 460 x 89,0
W 460 x 97,0
W 460 x 106,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 30-B			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 2	W 460 x 52,0	0	314
		31	157
	W 460 x 60,0	0	314
		31	157
	W 460 x 68,0	0	314
		32	157
	W 460 x 74,0	0	314
		31	157
	W 460 x 82,0	0	314
		32	157
	W 460 x 89,0	0	314
		32	157
	W 460 x 97,0	0	314
		32	157
	W 460 x 106,0	0	314
		33	157

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

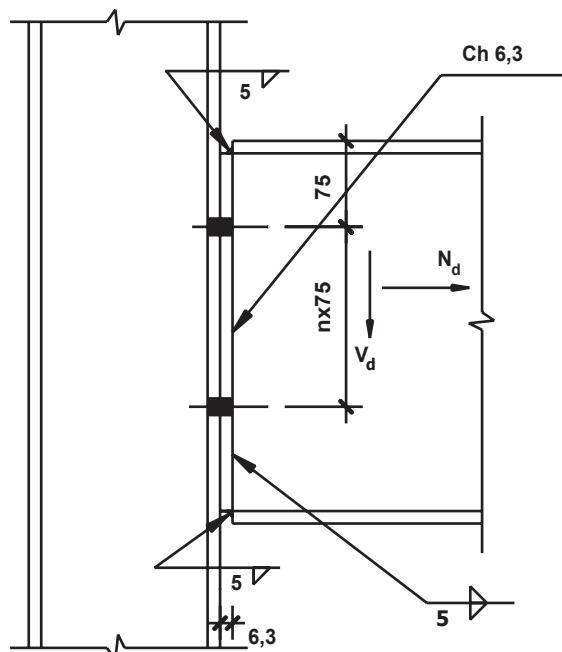
PERFIS:

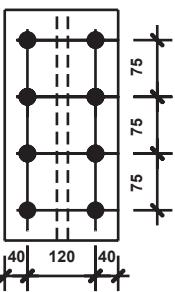
W 460 x 52,0
W 460 x 60,0
W 460 x 68,0
W 460 x 74,0
W 460 x 82,0
W 460 x 89,0
W 460 x 97,0
W 460 x 106,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 8 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 40-B			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 3	W 460 x 52,0	0 41	416 208
	W 460 x 60,0	0 41	416 208
	W 460 x 68,0	0 42	416 208
	W 460 x 74,0	0 42	416 208
	W 460 x 82,0	0 42	416 208
	W 460 x 89,0	0 42	416 208
	W 460 x 97,0	0 43	416 208
	W 460 x 106,0	0 43	416 208

NOTAS:

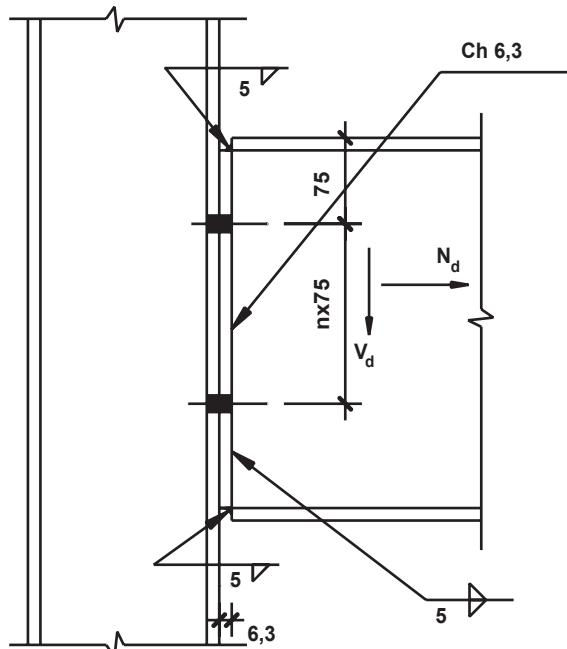
- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: **W 460 x 52,0**
W 460 x 60,0
W 460 x 68,0
W 460 x 74,0
W 460 x 82,0
W 460 x 89,0
W 460 x 97,0
W 460 x 106,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 10 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 50-B			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 4	W 460 x 52,0	0	518
		51	259
	W 460 x 60,0	0	518
		52	259
	W 460 x 68,0	0	518
		52	259
	W 460 x 74,0	0	518
		52	259
	W 460 x 82,0	0	518
		52	259
	W 460 x 89,0	0	518
		53	259
	W 460 x 97,0	0	518
		53	259
	W 460 x 106,0	0	518
		54	259

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

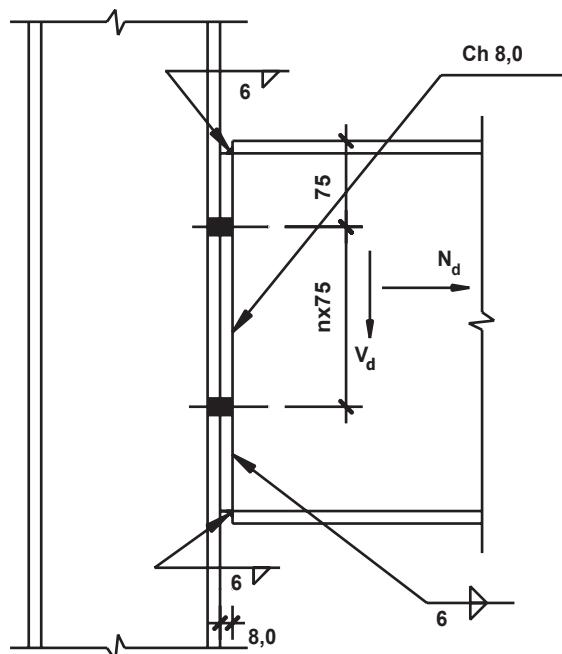
PERFIS:

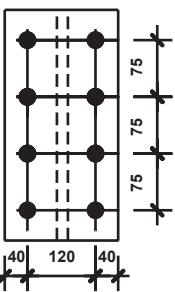
- W 530 x 66,0**
- W 530 x 72,0**
- W 530 x 74,0**
- W 530 x 82,0**
- W 530 x 85,0**
- W 530 x 92,0**
- W 530 x 101,0**
- W 530 x 109,0**

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36

PARAFUSOS: 8 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 40-C			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 3	W 530 x 66,0	0 69	499 250
	W 530 x 72,0	0 69	499 250
	W 530 x 74,0	0 69	499 250
	W 530 x 82,0	0 69	499 250
	W 530 x 85,0	0 70	499 250
	W 530 x 92,0	0 69	499 250
	W 530 x 101,0	0 70	499 250
	W 530 x 109,0	0 70	499 250

NOTAS:

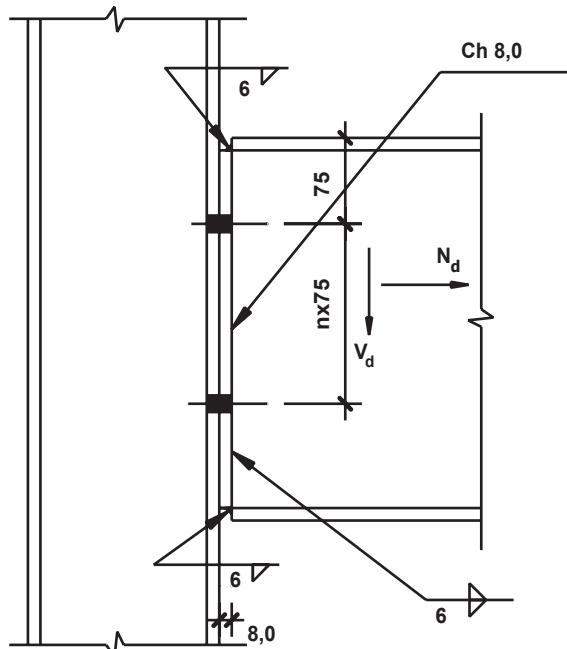
- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: **W 530 x 66,0**
W 530 x 72,0
W 530 x 74,0
W 530 x 82,0
W 530 x 85,0
W 530 x 92,0
W 530 x 101,0
W 530 x 109,0

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36

PARAFUSOS: 10 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 50-C			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 4	W 530 x 66,0	0	622
		86	311
	W 530 x 72,0	0	622
		86	311
	W 530 x 74,0	0	622
		86	311
	W 530 x 82,0	0	622
		86	311
 5	W 530 x 85,0	0	622
		87	311
	W 530 x 92,0	0	622
		87	311
	W 530 x 101,0	0	622
		87	311
	W 530 x 109,0	0	622
		88	311

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

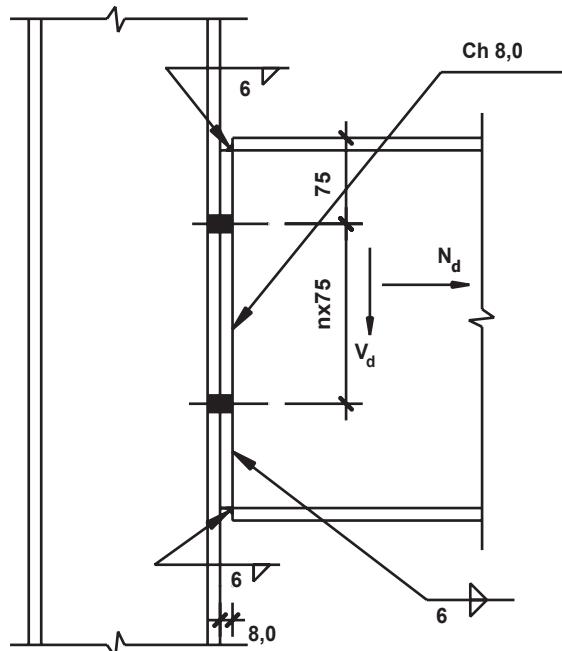
PERFIS:

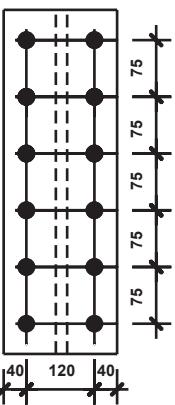
- W 530 x 66,0**
- W 530 x 72,0**
- W 530 x 74,0**
- W 530 x 82,0**
- W 530 x 85,0**
- W 530 x 92,0**
- W 530 x 101,0**
- W 530 x 109,0**

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36

PARAFUSOS: 12 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 60-C			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
	W 530 x 66,0	0 102	745 372
	W 530 x 72,0	0 102	745 372
	W 530 x 74,0	0 103	745 372
	W 530 x 82,0	0 103	745 372
	W 530 x 85,0	0 104	745 372
	W 530 x 92,0	0 104	745 372
	W 530 x 101,0	0 104	745 372
	W 530 x 109,0	0 105	745 372

NOTAS:

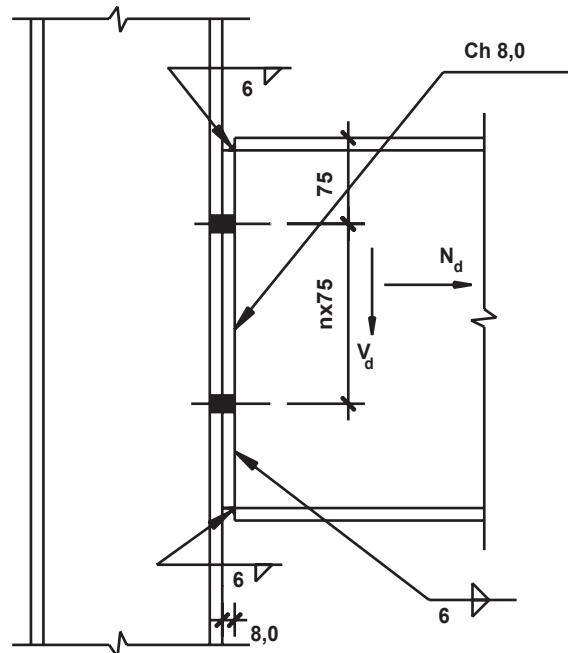
- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: **W 610 x 101,0**
W 610 x 113,0
W 610 x 125,0
W 610 x 140,0
W 610 x 155,0
W 610 x 174,0

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36

PARAFUSOS: 8 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 40-C			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 3	W 610 x 101,0	0 70	499 250
	W 610 x 113,0	0 70	499 250
	W 610 x 125,0	0 71	499 250
	W 610 x 140,0	0 71	499 250
	W 610 x 155,0	0 71	499 250
	W 610 x 174,0	0 72	499 250

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

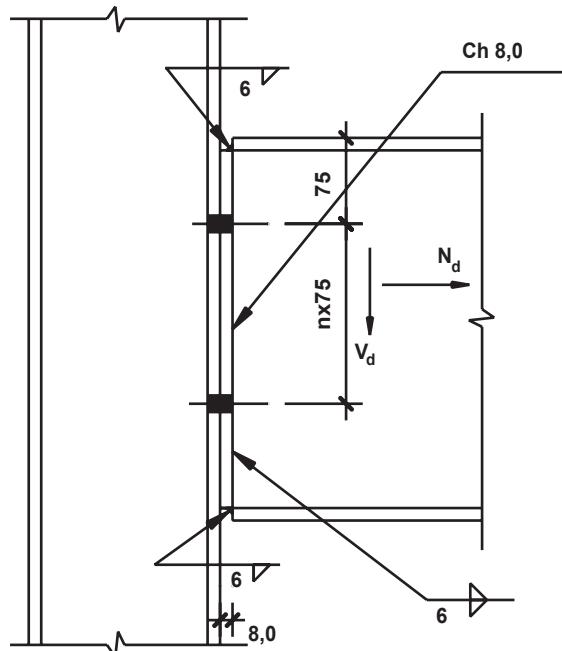
PERFIS:

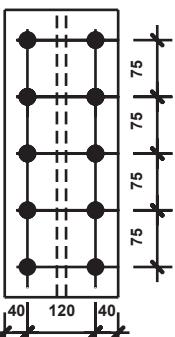
- W 610 x 101,0
- W 610 x 113,0
- W 610 x 125,0
- W 610 x 140,0
- W 610 x 155,0
- W 610 x 174,0

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36

PARAFUSOS: 10 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHE 50-C			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
 4	W 610 x 101,0	0 87	622 311
	W 610 x 113,0	0 87	622 311
	W 610 x 125,0	0 88	622 311
	W 610 x 140,0	0 89	622 311
	W 610 x 155,0	0 89	622 311
	W 610 x 174,0	0 90	622 311

NOTAS:

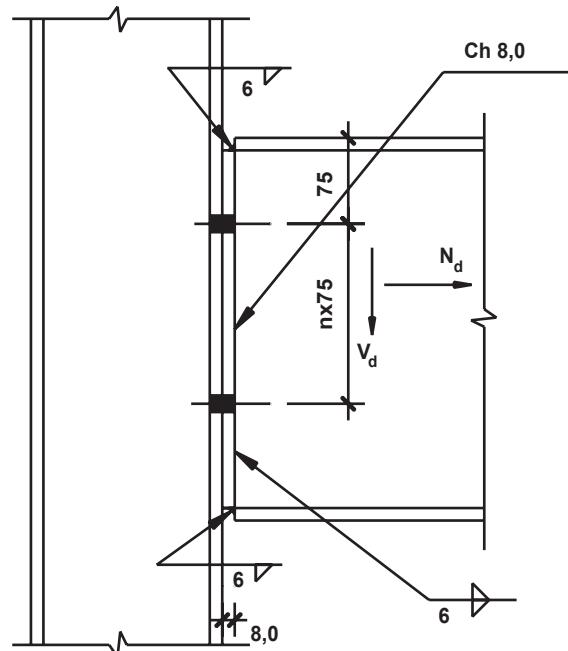
- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: **W 610 x 101,0**
W 610 x 113,0
W 610 x 125,0
W 610 x 140,0
W 610 x 155,0
W 610 x 174,0

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36

PARAFUSOS: 12 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX

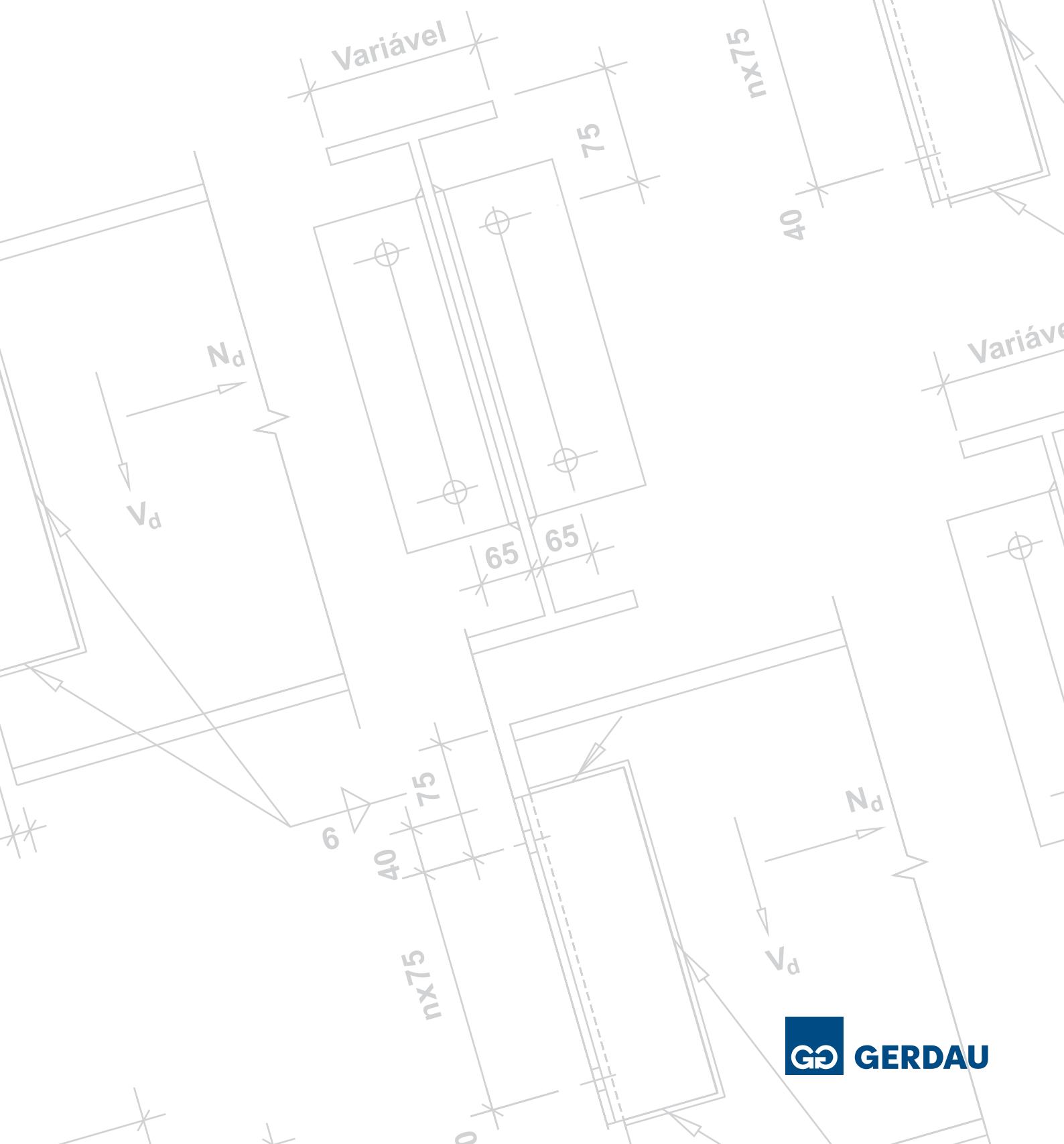


LCHE 50-C			
n	Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
5	W 610 x 101,0	0	745
		104	372
	W 610 x 113,0	0	745
		105	372
	W 610 x 125,0	0	745
		105	372
	W 610 x 140,0	0	745
		106	372
	W 610 x 155,0	0	745
		106	372
	W 610 x 174,0	0	745
		107	372

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CHAPA SIMPLES LCHS

5



5 - LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CHAPA SIMPLES - LCHS

5.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esse tipo de ligação consiste de uma chapa vertical soldada no elemento suporte (pilar) com solda de filete duplo e parafusada na viga apoiada.

A ligação é projetada para suportar uma carga vertical e um momento decorrente da excentricidade.

Foi desprezada a excentricidade correspondente à semi-soma das espessuras da chapa simples e da alma da viga.

A força normal de cálculo tabelada N_d é considerada no centro da ligação, produzindo, portanto, momento fletor na viga apoiada.

5.1.1 - Disposições construtivas

Em todos os casos existe uma folga de 10 mm entre a viga e a face do elemento suporte para não impedir a rotação de apoio.

Foi considerada uma distância padrão entre a linha vertical dos parafusos e a face do elemento suporte igual a 75 mm conforme o AISC 13^a edição.

5.1.2 - Limitações

Para garantir a flexibilidade e o comportamento previsto da ligação foram adotadas algumas limitações conforme o AISC 13^a edição:

- A altura da chapa simples, sempre que possível, deve ser superior ao dobro da distância entre a linha de parafusos e a linha de solda
- A espessura da chapa simples deve ser igual ou superior a 6,3 mm para a solução com o número de parafusos variando de 2 a 5 e igual ou superior a 8 mm para a solução com 6 parafusos
- A espessura da chapa não deve ultrapassar a metade do diâmetro do parafuso acrescida de 2 mm.
- Para evitar a flambagem da chapa simples, sua espessura deve ser no mínimo igual a 6,3 mm ou a altura da chapa dividida por 64, o que for maior.

5.2 - VERIFICAÇÕES DE CÁLCULO

Foram consideradas duas situações distintas; uma sem força normal na viga apoiada e outra com uma força normal de cálculo máxima, atuando simultaneamente com a metade da força cortante de cálculo. As verificações foram:

- Corte dos parafusos
- Esmagamento na chapa
 - Esmagamento sem rasgamento
 - Esmagamento com rasgamento entre dois furos ou entre um furo e borda
- Esmagamento na alma da viga
 - Esmagamento sem rasgamento
 - Esmagamento com rasgamento entre dois furos ou entre um furo e borda.
- Colapso por rasgamento (“block shear”) da chapa
- Colapso por rasgamento (“block shear”) da alma do Perfil
- Cisalhamento da chapa
 - Escoamento da seção bruta
 - Ruptura da seção líquida

- Cisalhamento da alma do Perfil
 - Escoamento da seção bruta
 - Ruptura da seção líquida
- Tensão normal na chapa
 - Início de escoamento da seção bruta
 - Ruptura da seção líquida
- Verificação da solda
- Flambagem local da chapa
- Determinação de N_{dmax} em conjunto com 50% de V_{dmax}
 - Verificação da chapa para efeito combinado de N_d e V_d

5.3 - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO

Determinar a ligação a ser utilizada, para uma viga W 310, cuja reação de cálculo é de 102 kN (CP = 30 kN; SC = 40 kN), sem ocorrência de força normal de tração ou de compressão.

SOLUÇÃO:

$$V_d = 30 \times 1,4 + 40 \times 1,5 = 102 \text{ kN}$$

Na tabela da ligação LCHS, para o Perfil W 310 com 2 ø 3/4" A325N, verifica-se que a resistência de 60 kN é inferior ao esforço atuante, portanto essa ligação não atende. Utilizando-se a tabela para o mesmo Perfil porém, com 3 ø 3/4" A325N, observa-se que essa ligação resiste a 120 kN, que é superior a 102 kN, sendo satisfatória.

Portanto, deverá ser usada chapa 6,3 mm com 3 ø 3/4" e soldas de 5 mm – Eletrodo E70XX.

5.4 - FÓRMULAS

5.4.1 - Caso 1: Sem força normal na viga apoiada

- Corte dos parafusos (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.2)

$$F_{v,Rd} = \frac{0,40 A_b f_{ub} c}{1,35}$$

em que :

Para parafusos de 3/4", 7/8" e 1", tem-se :

Se

$N_p = 2, c = 0,88$ $N_p = 3, c = 1,75$ $N_p = 4, c = 2,81$ $N_p = 5, c = 3,90$ $N_p = 6, c = 4,98$		Tabela 7-7, página 7-32,AISC 13ª edição
---	---	---

Para parafusos de 5/8", $c = 0,74$

• **Esmagamento na chapa (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.3)**

Esmagamento sem rasgamento

$$F_{c,Rd} \leq \frac{2,4 d_b t_c f_{uc} c}{1,35}$$

Esmagamento com rasgamento entre dois furos ou entre um furo e a borda livre

$$F_{c,Rd} \leq \frac{1,2 \ell_f t_c f_{uc} c}{1,35}$$

em que:

ℓ_f é a distância, na direção da força, entre a borda do furo e a borda do furo adjacente ou entre a borda do furo e a borda livre.

• **Esmagamento na alma da viga (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.3)**

Esmagamento sem rasgamento

$$F_{c,Rd} \leq \frac{2,4 d_b t_w f_{uw} c}{1,35}$$

Esmagamento com rasgamento entre dois furos ou entre um furo e a borda livre

$$F_{c,Rd} \leq \frac{1,2 \ell_f t_w f_{uw} c}{1,35}$$

em que:

ℓ_f é a distância, na direção da força, entre a borda do furo e a borda do furo adjacente ou entre a borda do furo e a borda livre.

• **Colapso por rasgamento da chapa (“block shear”) – desprezando o efeito da excentricidade (NBR 8800:2008 – item 6.5.6)**

$$F_{r,Rd} = \frac{0,6 A_{nvc} f_{uc} + A_{ntc} f_{uc}}{1,35} \leq \frac{0,6 A_{gvc} f_{yc} + A_{ntc} f_{uc}}{1,35}$$

em que:

$$A_{gvc} = [(N_p - 1) s + e] t_c$$

$$A_{nvc} = A_{gvc} - (N_p - 0,5) (d_h + 0,2) t_c$$

$$A_{gtc} = (b - g) t_c$$

$$A_{ntc} = A_{gtc} - 0,5 (d_h + 0,2) t_c$$

- Colapso por rasgamento da alma do Perfil (“block shear”) – desprezando o efeito da excentricidade (NBR 8800:2008 – item 6.5.6)

$$F_{r,Rd} = \frac{0,6 A_{nvw} f_{uw} + A_{ntw} f_{uw}}{1,35} \leq \frac{0,6 A_{gvw} f_{yw} + A_{ntw} f_{uw}}{1,35}$$

em que:

$$A_{gvw} = [(N_p - 1) s] t_w$$

$$A_{nvw} = A_{gvw} - (N_p - 1) (d_h + 0,2) t_w$$

$$A_{gtw} = (g - 1,0) 2t_w$$

$$A_{ntw} = A_{gtw} - (d_h + 0,2) t_w$$

- Cisalhamento da chapa (NBR 8800:2008 – item 6.5.5)

Escoamento da seção bruta

$$F_{v,Rdc} \leq \frac{0,6 L_c t_c f_{yc}}{1,1}$$

Ruptura da seção líquida

$$F_{v,Rdc} \leq \frac{0,6 f_{uc} [L_c - N_p (d_h + 0,2)] t_c}{1,35}$$

- Cisalhamento da alma do Perfil (NBR 8800:2008 – item 6.5.5)

Escoamento da seção bruta

$$F_{v,Rdw} \leq \frac{0,6 H t_w f_{yw}}{1,1}$$

Ruptura da seção líquida

$$F_{v,Rdw} \leq \frac{0,6 f_u [H - N_p (d_h + 0,2)] t_w}{1,35}$$

- Tensão normal na chapa

Início de escoamento da seção bruta

$$F_{n,Rdc} \leq \frac{\frac{f_{yc} W_{xc}}{1,1}}{e_c}$$

Ruptura da seção líquida

$$F_{n,Rdc} \leq \frac{\frac{f_{uc} W_{ef}}{1,35}}{e_c}$$

em que: e_c = distância da linha de parafusos até a linha da solda (75 mm)

- Escoamento do metal base junto a solda (NBR 8800:2008 – item 6.2.5.1 – tabela 8)

$$F_{n,Rdc} \leq c (b / 0,159) (L_c / 2,54) 4,54 \times 0,87 \times 0,75$$

em que :

c é determinado de acordo com a tabela 8-18 do AISC, 13^a edição.

b = cateto da solda (cm)

L_c = comprimento da chapa (cm)

- Flambagem local da chapa (AISC - 13^a edição)

$$t_c \geq \frac{L_c}{64} \geq 6,3$$

t_{cmin} = 6,3 mm para situações com número de parafusos entre 2 e 5

t_{cmin} = 8,0 mm para situações com número de parafusos igual a 6

$t_{cmax} \leq d_b/2 + 0,2$

5.4.2 - Caso 2: Com carga normal na viga apoiada

$$V_d = 0,5 V_{dmax}$$

- Determinação de N_d com 50% de V_d

Adota-se $N_{dmax} = 25\% V_{dmax}$

Verificação da chapa

Escoamento da seção bruta

$$F_{n,Rdc} \leq \left(\frac{f_{yc}}{1,1} - \frac{V_d e_c}{W_{xc}} \right) L_c t_c$$

Ruptura da seção líquida

$$F_{n,Rdc} \leq \left(\frac{f_{uc}}{1,35} - \frac{V_d e_c}{W_{xc}} \right) [L_c - N_p(d_h + 0,2)] t_c$$

- Solda (NBR 8800:2008 – item 6.2.5.1 – tabela 8)

Considera-se, do lado da segurança, 50% da resistência da solda para V_d e 50% para N_d

$$F_{v,sd} \leq c (b / 0,159) (L_c / 2,54) 4,54 \times 0,87 \times 0,5$$

$$F_{t,Rd} \leq 0,9 \times 0,6 \times 2 \times f_{yc} L_c b \times 0,5$$

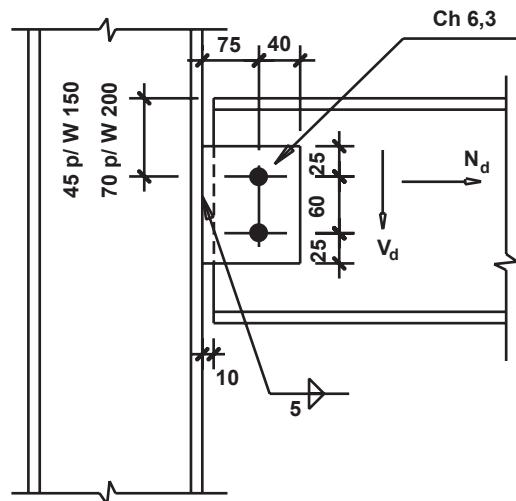
5.5 - TABELAS DE LIGAÇÕES FLEXÍVEIS COM CHAPA SIMPLES - LCHS

PERFIS: W 150
 W 200

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 2 ø 5/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHS 20-A		
Perfis	N_d (kN)	V_d (kN)
W 150 x 13,0	0 7	28 14
W 150 x 18,0 e W 150 x 24,0	0 7	28 14
W 200 x 15,0	0 7	28 14
W 200 (demais)	0 7	28 14

NOTAS:

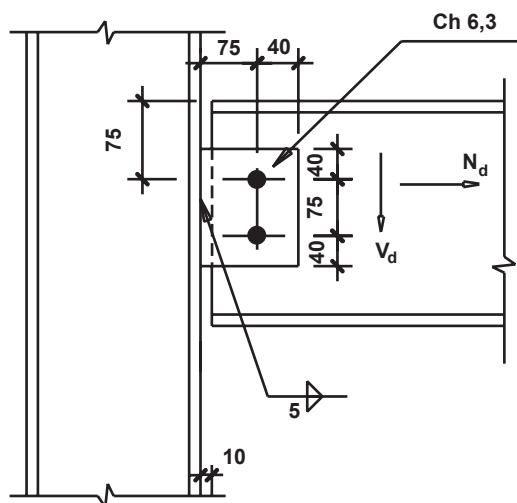
- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: W 250
W 310

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 2 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



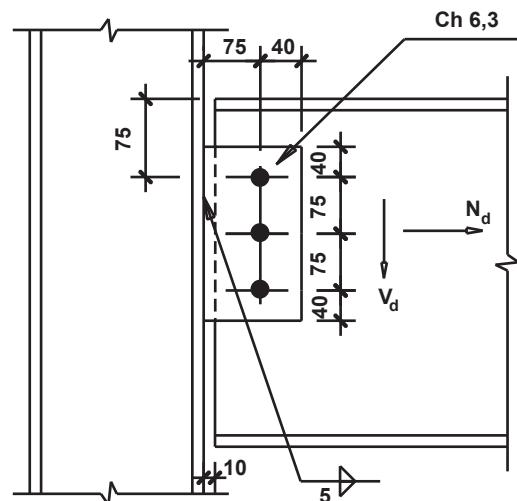
LCHS 20-B		
Perfis	N_d (kN)	V_d (kN)
W 250 (todos)	0	60
	15	30
W 310 (todos)	0	60
	15	30

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: **W 310**
W 360
W 410
W 460

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36
PARAFUSOS: 3 ø 3/4" A325N
SOLDAS: ELETRODO E70XX



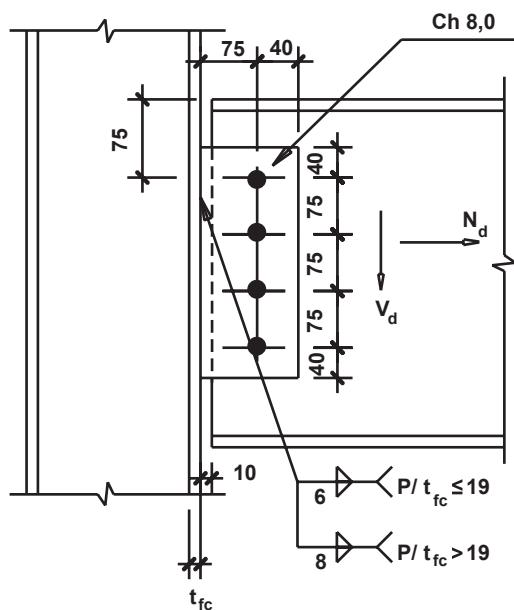
LCHS 30-B		
Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
W 310 (todos)	0	120
	30	60
W 360 (todos)	0	120
	30	60
W 410 (todos)	0	120
	30	60
W 460 (todos)	0	120
	30	60

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: **W 410**
W 460
W 530
W 610

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36
PARAFUSOS: 4 ø 3/4" A325N
SOLDAS: ELETRODO E70XX



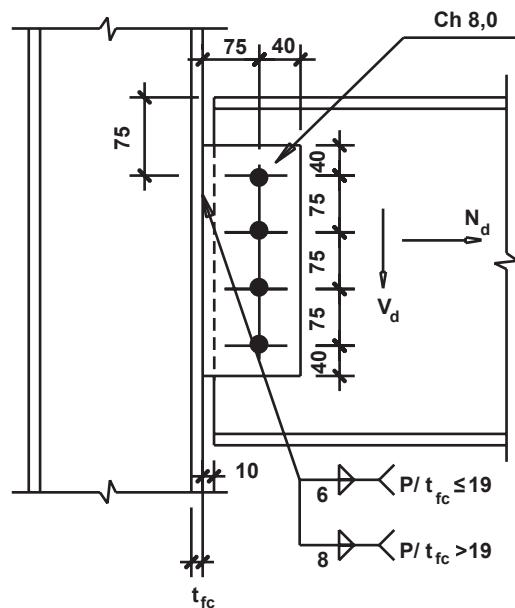
LCHS 40-B		
Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
W 410 (todos)	0	195
	49	97
W 460 (todos)	0	195
	49	97
W 530 (todos)	0	195
	49	97
W 610 (todos)	0	195
	49	97
NOTAS: 1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.		

PERFIS: **W 410**
W 460
W 530
W 610

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36

PARAFUSOS: 4 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHS 40-C		
Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
W 410 (todos)	0	232
	58	116
W 460 (todos)	0	232
	58	116
W 530 (todos)	0	232
	58	116
W 610 (todos)	0	232
	58	116

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

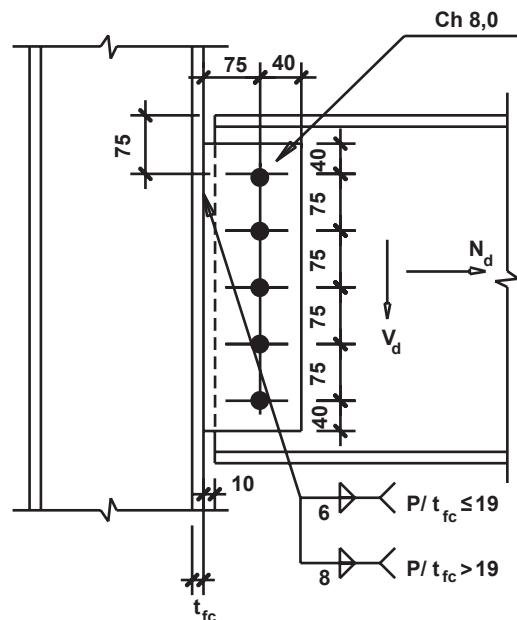
PERFIS:

- W 460
- W 530
- W 610

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36

PARAFUSOS: 5 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHS 50-B		
Perfis	N _d (kN)	V _d (kN)
W 460 (todos)	0	270
	68	135
W 530 (todos)	0	270
	68	135
W 610 (todos)	0	270
	68	135
NOTAS:		
1 - Dimensões em mm.		
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.		
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.		

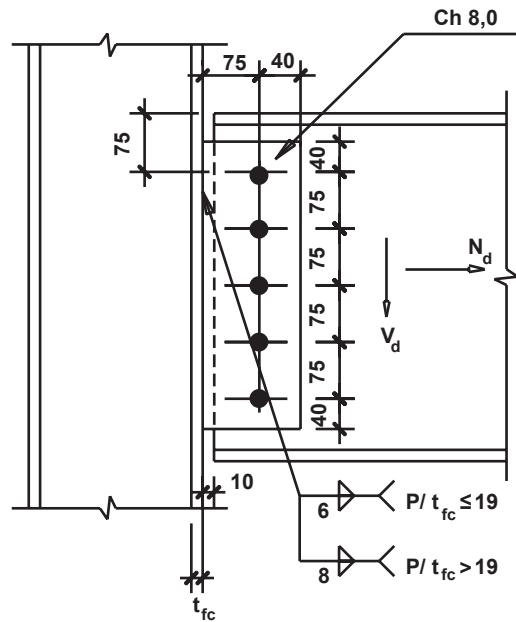
PERFIS:

- W 460
- W 530
- W 610

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36

PARAFUSOS: 5 ø 7/8" A325N

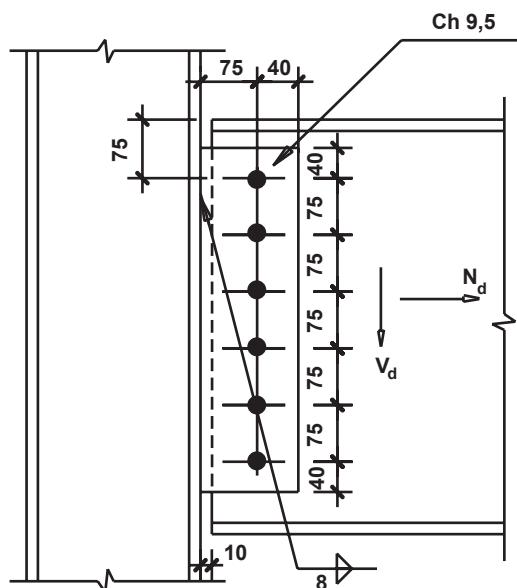
SOLDAS: ELETRODO E70XX



LCHS 50-C		
Perfis	N_d (kN)	V_d (kN)
W 460 (todos)	0	322
	80	161
W 530 (todos)	0	322
	80	161
W 610 (todos)	0	322
	80	161
NOTAS: 1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.		

PERFIS: W 530
W 610

CHAPA: Ch 9,5 ASTM A36
PARAFUSOS: 6 ø 7/8" A325N
SOLDAS: ELETRODO E70XX



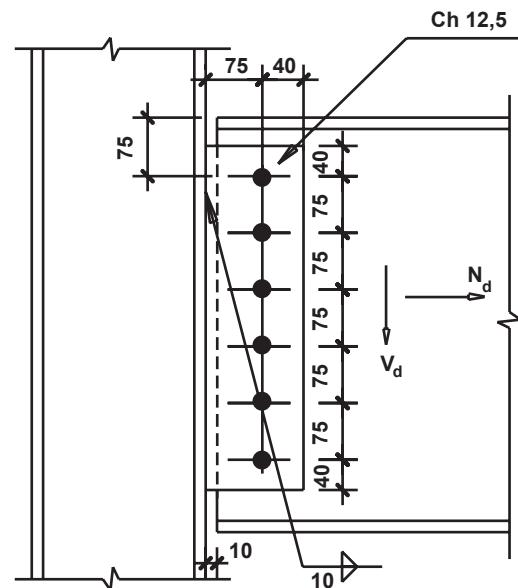
LCHS 60-C		
Perfis	N_d (kN)	V_d (kN)
W 530 (todos)	0	463
	116	231
W 610 (todos)	0	463
	116	231

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: W 530

W 610

CHAPA: Ch 12,5 ASTM A36**PARAFUSOS:** 6 ø 1" A325N**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

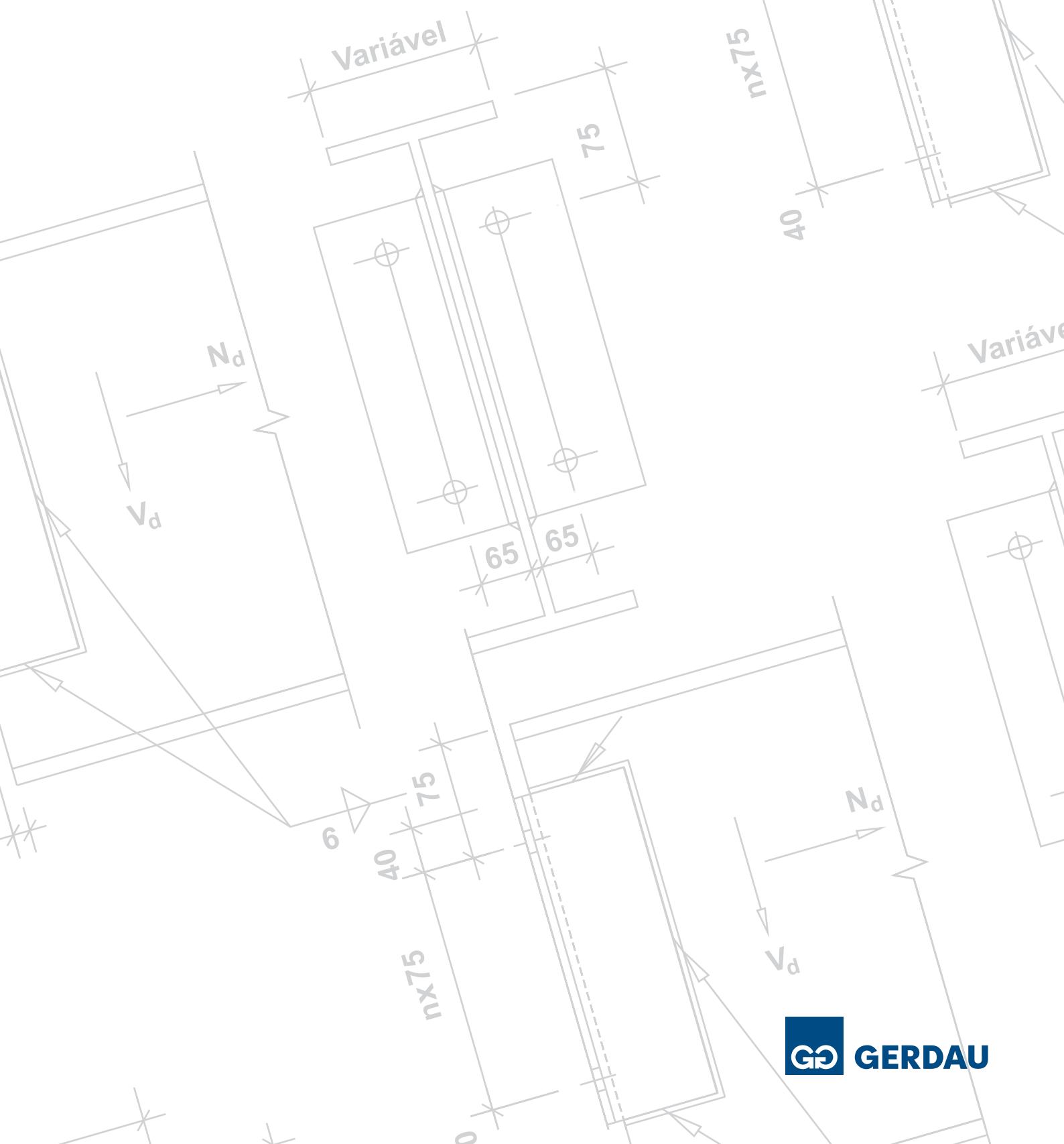
LCHS 60-D		
Perfis	N_d (kN)	V_d (kN)
W 530 (todos)	0	598
	149	299
W 610 (todos)	0	598
	149	299

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

6

LIGAÇÕES RÍGIDAS COM CHAPAS DE CABEÇA PARAFUSADAS ASSIMÉTRICAS LMPA



6 - LIGAÇÕES RÍGIDAS COM CHAPAS DE CABEÇA PARAFUSADAS ASSIMÉTRICAS – LMPA

6.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Essas ligações estão projetadas assimetricamente, seguindo o modelo adotado pelo AISC/LRFD 13^a edição, considerando que o momento atuante sempre traciona os parafusos superiores, objetivando economia de parafusos e mão de obra.

Entretanto, quando houver possibilidade de inversão do momento, deverá ser obrigatoriamente projetada uma ligação simétrica, obedecendo às disposições construtivas e à quantidade de parafusos da parte superior, ou seja, deve-se repetir na parte inferior o detalhe completo da parte superior.

6.1.1 - Disposições construtivas

Visando minimizar a flexão na chapa de cabeça, são adotadas distâncias reduzidas das faces das mesas da viga até as linhas de furação mais próximas, sem comprometer a instalação dos parafusos.

As distâncias adotadas são:

- Para parafusos com diâmetro de 5/8" e 3/4": 30 mm
- Para parafusos com diâmetro de 7/8": 35 mm
- Para parafusos com diâmetro de 1": 40 mm

A largura da chapa de cabeça deverá ser aproximadamente igual à largura da mesa da viga acrescida de 25 mm.

6.2 - VERIFICAÇÕES DE CÁLCULO

- Resistência do Perfil ao momento fletor
- Tração nos parafusos
- Flexão da chapa de cabeça
- Verificação das soldas das mesas
- Verificação das soldas da alma
- Corte dos parafusos
- Corte combinado com tração nos parafusos

6.3 - EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO

6.3.1 - Determinar uma ligação a momento com chapa de cabeça parafusada para o Perfil W 460 x 89,0 sujeita aos seguintes esforços solicitantes de cálculo:

- Força normal de tração: $N_d = 245 \text{ kN}$ (CP = 100 kN; SC = 70 kN)
- Força cortante: $V_d = 102 \text{ kN}$ (CP = 30 kN; SC = 40 kN)
- Momento fletor: $M_d = 290 \text{ kNm}$ (CP = 100 kNm; SC = 100 kNm)

SOLUÇÃO:

Na tabela da ligação LMPA para o Perfil W 460 x 89,0, observa-se que os esforços atuantes são menores que as resistências, ou seja:

Força normal: $N_d = 100 \times 1,4 + 70 \times 1,5 = 245 \text{ kN} < 360 \text{ kN}$ (OK)

Força cortante: $V_d = 30 \times 1,4 + 40 \times 1,5 = 102 \text{ kN} < 240 \text{ kN}$ (OK)

Momento fletor: $M_d = 100 \times 1,4 + 100 \times 1,5 = 290 \text{ kNm} < 321 \text{ kNm}$ (OK)

Portanto essa ligação é adequada utilizando-se chapa de cabeça com espessura igual a 31,5 mm, 220 mm de largura e 563 mm de altura, seis parafusos de 1" A325N e soldas de penetração total em "V" das mesas e alma com a chapa de cabeça.

6.3.2 - Determinar uma ligação a momento com chapa de cabeça parafusada para o Perfil W 460 x 89,0 sujeita aos seguintes esforços solicitantes de cálculo:

Força normal de tração: $N_d = 245 \text{ kN}$ (CP = 100 kN; SC = 70 kN)

Força cortante: $V_d = 102 \text{ kN}$ (CP = 30 kN; SC = 40 kN)

Momento fletor: $M_d = \pm 290 \text{ kNm}$ (CP = 100 kNm; SC = 100 kNm)

SOLUÇÃO:

Na tabela da ligação LMPA para o Perfil W 460 x 89,0, observa-se que os esforços atuantes são menores que as resistências, ou seja:

Força normal: $N_d = 100 \times 1,4 + 70 \times 1,5 = 245 \text{ kN} < 360 \text{ kN}$ (OK)

Força cortante: $V_d = 30 \times 1,4 + 40 \times 1,5 = 102 \text{ kN} < 240 \text{ kN}$ (OK)

Momento fletor: $M_d = 100 \times 1,4 + 100 \times 1,5 = 290 \text{ kNm} < 321 \text{ kNm}$ (OK)

Como ocorre a possibilidade de inversão do momento, o projeto da ligação deverá ser feito de acordo com o item 6.3.1 e 6.1, alterando-se a quantidade de parafusos e a altura da chapa de cabeça, transformando-a em uma ligação simétrica, executando o detalhe da parte inferior igual ao da parte superior.

Portanto essa ligação deve possuir 8 parafusos de 1" A325N em uma chapa de cabeça com 31,5 mm de espessura, 220 mm de largura e 623 mm de altura, e soldas de penetração total em "V" das mesas e alma com a chapa de cabeça.

6.4 - FÓRMULAS

Caso 1: $M_{dmax}, N_d = 0, V_d$

Caso 2: $0,80 M_{dmax}, N_d = 2x(0,2M_{dmax})/(H - t_f), V_d$

Caso 3: $0,80 M_{dmax}, N_d = 0, V_d$

- **Resistência do Perfil ao momento fletor (NBR 8800:2008 – item 5.4.2)**

Adotar o menor dos valores abaixo:

$$M_{R,d} \leq Z_x f_y / 1,1$$

$$M_{R,d} \leq 1,50 W_x f_y / 1,1$$

- **Limitação do momento devida à resistência dos parafusos à tração (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.1)**

$$M_{R,d} \leq (N_{ps} / 1,5) T(H - t_f)$$

em que: T é a resistência de cálculo de um parafuso à tração.

$$T = 0,75 A_b f_{ub} / 1,35$$

- Limitação do momento devida à flexão da chapa de cabeça

$$M_{R,d} \leq \frac{(H - t_f) f_y b_p t_c^2}{\alpha_m p_e 1,1} \quad (\text{Steel Design Guide 4 – Extended End-Plate Moment Connections})$$

onde: b_p é a largura da chapa de extremidade

$$\alpha_m = C_a C_b \left(\frac{A_f}{A_w} \right)^{1/3} \left(\frac{p_e}{d} \right)^{1/4}$$

$$C_a = 1,45 \quad (\text{Steel Design Guide 4 – Extended End-Plate Moment Connections})$$

$$C_b = \left(\frac{b_f}{b_p} \right)^{1/2}$$

$$p_e = p_f - \left(\frac{d}{4} \right) - w_t$$

b_f = largura da mesa da viga

A_f = Área da mesa tracionada

A_w = Área da alma da viga

p_f = distância do centro do furo até a face mais próxima da mesa tracionada da viga

w_t = garganta da solda de filete ou do reforço da solda de penetração

- Limitação do momento devida às soldas (NBR 8800:2008 – item 6.2.5.1 – tabela 8)

$$M_{R,d} \leq \frac{2 \times 0,6 b f_y b_f (H - t_f)}{1,1}$$

em que: b é o filete de solda da mesa com a chapa de extremidade

- Corte dos parafusos (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.2)

$$V_{R,d} \leq \frac{0,4 f_{ub} A_b N_{ps}}{1,35}$$

- Corte combinado com tração nos parafusos (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.4)

$$V_{R,d} \leq \left\{ \left[\sqrt{1 - \left(\frac{N_d / (N_p / 1,5)}{F_{t,Rd}} \right)^2} F_{v,Rd} \right] + [0,33 N_{ps} F_{v,Rd}] \right\}$$

- Verificação da solda da alma (NBR 8800:2008 – item 6.2.5.1 – tabela 8)

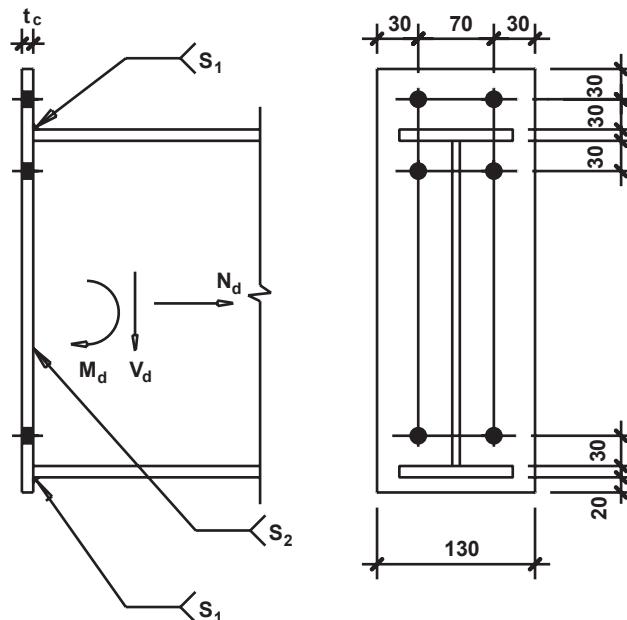
$$V_{R,d} \leq \frac{2 \times 0,6 f_y b \ell}{1,1}$$

em que: $\ell \leq \begin{cases} (H - 2t_f) / 2 \\ H - 2t_f - e_2 - 2d_h \end{cases}$

6.5 -TABELAS DE LIGAÇÕES RÍGIDAS COM CHAPAS DE CABEÇA PARAFUSADAS ASSIMÉTRICAS - LMPA

PERFIS: W 150 x 13,0
 W 150 x 18,0
 W 150 x 24,0

CHAPA: ASTM A36
PARAFUSOS: 6 ø 5/8" A325N
SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 150 x 13,0	16			0	27	75
				76	22	75
				0	22	75
W 150 x 18,0	19			0	40	114
				109	32	114
				0	32	114
W 150 x 24,0	25			0	55	98
				147	44	98
				0	44	114

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

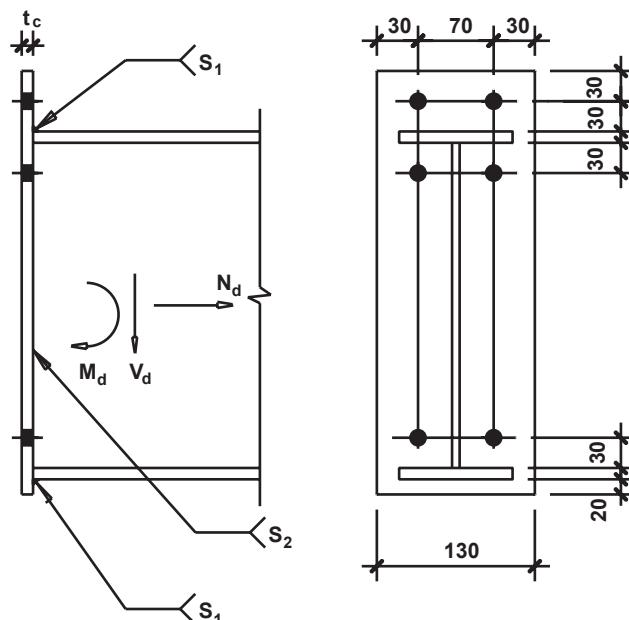
PERFIS:

- W 200 x 15,0
- W 200 x 19,3
- W 200 x 22,5

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 5/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 200 x 15,0	16	5	4	0	37	103
				76	30	103
				0	30	103
W 200 x 19,3	16	7	6	0	54	155
				109	43	155
				0	43	155
W 200 x 22,5	16	8	6	0	62	155
				125	49	155
				0	49	155

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

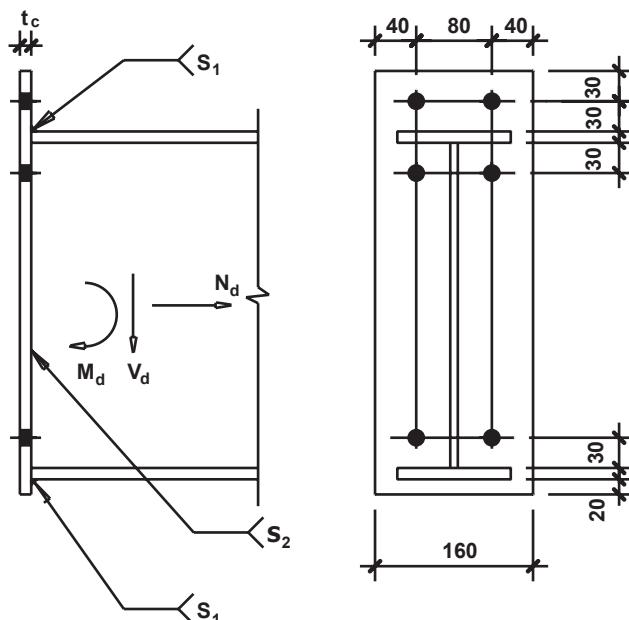
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: W 200 x 26,6
W 200 x 31,3

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 200 x 26,6	19	— 8	— 6	0	81	156
				163	65	156
				0	65	156
W 200 x 31,3	25	— —	— 6	0	104	139
				208	83	139
				0	83	155

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

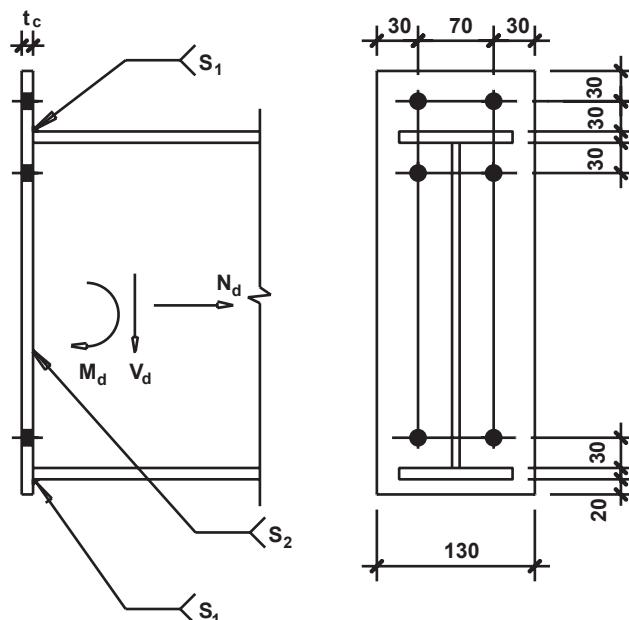
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: W 250 x 17,9
W 250 x 22,3

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 5/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 250 x 17,9	16	— 5 —	— 5 —	0 77 0	47 38 38	197 197 197
W 250 x 22,3	16	— 7 —	— 6 —	0 109 0	67 54 54	197 197 197

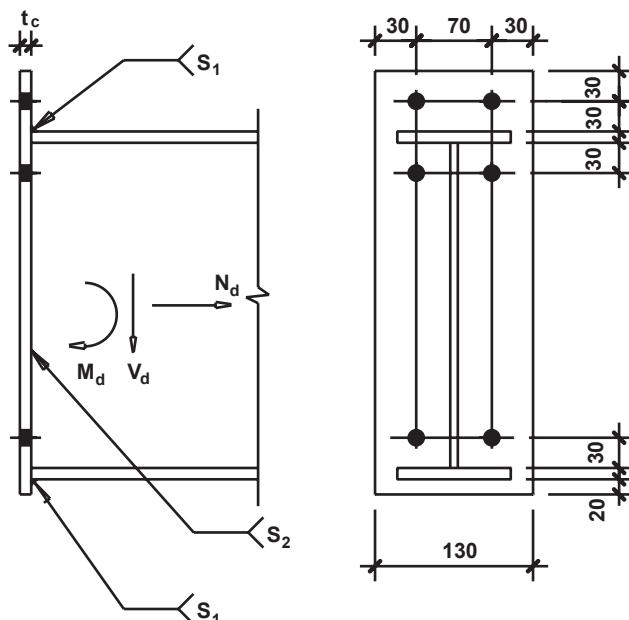
NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: W 250 x 25,3
W 250 x 28,4

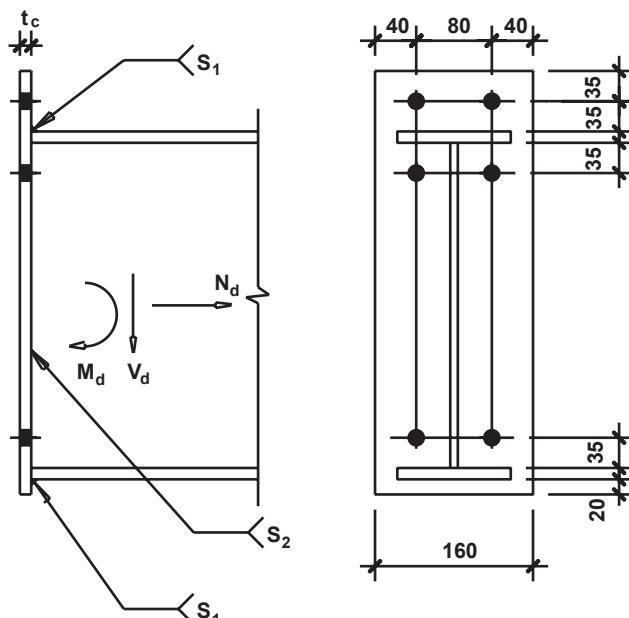
CHAPA: ASTM A36
PARAFUSOS: 6 ø 3/4" A325N
SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 250 x 25,3	16			0	77	197
				125	62	197
				0	62	197
W 250 x 28,4	25			0	114	196
				182	91	196
				0	91	196
NOTAS:	1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.					

PERFIS: **W 250 x 32,7**
W 250 x 38,5
W 250 x 44,8

CHAPA: ASTM A36
PARAFUSOS: 6 ø 7/8" A325N
SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t _c (mm)	S ₁ (mm)	S ₂ (mm)	N _d (kN)	M _d (kNm)	V _d (kN)
W 250 x 32,7	25		6	0	136	196
				219	109	196
				0	109	196
W 250 x 38,5	31,5		7	0	165	229
				263	132	229
				0	132	229
W 250 x 44,8	31,5		8	0	176	186
				279	141	186
				0	141	262
NOTAS: 1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.						

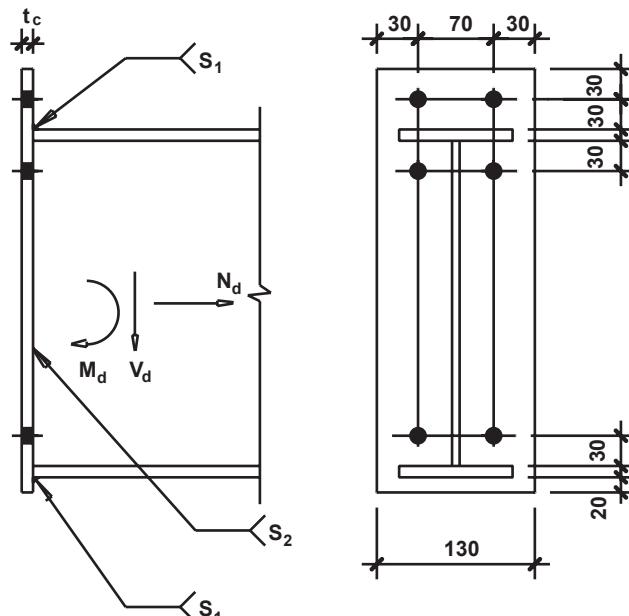
PERFIS:

- W 310 x 21,0
- W 310 x 23,8
- W 310 x 28,3
- W 310 x 32,7

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 310 x 21,0	16	— 6	— 5	0 93 0	69 55 55	199 199 199
W 310 x 23,8	16	— 7	— 6	0 108 0	81 64 64	239 239 239
W 310 x 28,3	25	— —	— 6	0 164 0	123 98 98	238 238 238
W 310 x 32,7	25	— —	— 7	0 198 0	149 120 120	224 224 278

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

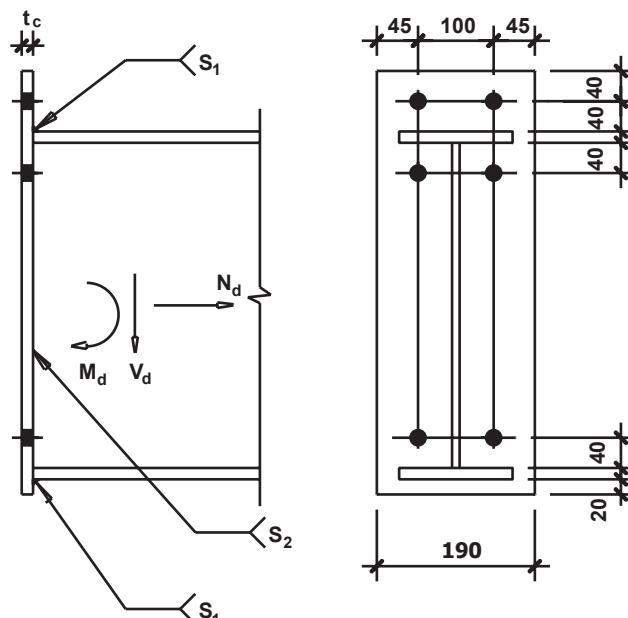
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS:
W 310 x 38,7
W 310 x 44,5
W 310 x 52,0

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 1" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 310 x 38,7	31,5	—	—	0 261 0	196 157 157	238 238 238
W 310 x 44,5	31,5	—	—	0 301 0	227 181 181	277 277 277
W 310 x 52,0	31,5	—	—	0 353 0	268 214 214	317 317 317

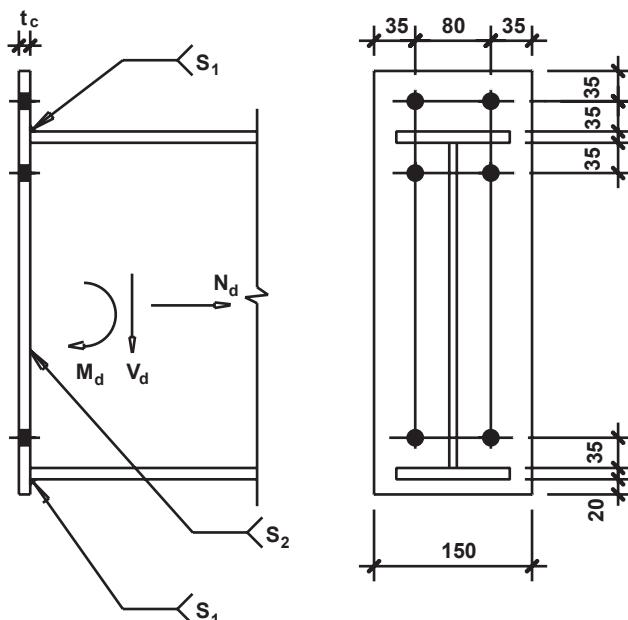
NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: W 360 x 32,9
W 360 x 39,0

CHAPA: ASTM A36
PARAFUSOS: 6 ø 7/8" A325N
SOLDAS: ELETRODO E70XX



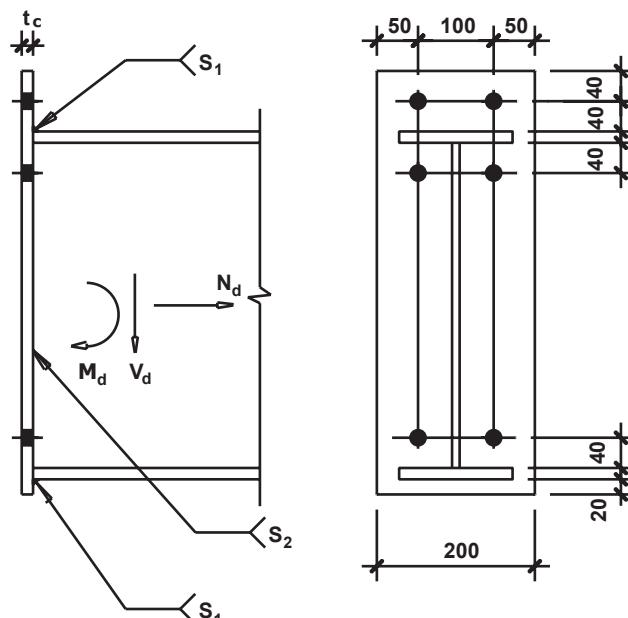
Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 360 x 32,9	25			0	165	272
				194	132	272
				0	132	272
W 360 x 39,0	31,5			0	211	317
				246	169	317
				0	169	317
NOTAS: 1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.						

PERFIS:
W 360 x 44,6
W 360 x 51,0
W 360 x 58,0

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 1" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 360 x 44,6	31,5	—	—	0 292 0	250 200 200	317 317 317
W 360 x 51,0	31,5	—	—	0 333 0	286 229 229	317 317 317
W 360 x 58,0	31,5	—	—	0 360 0	310 248 248	240 240 362

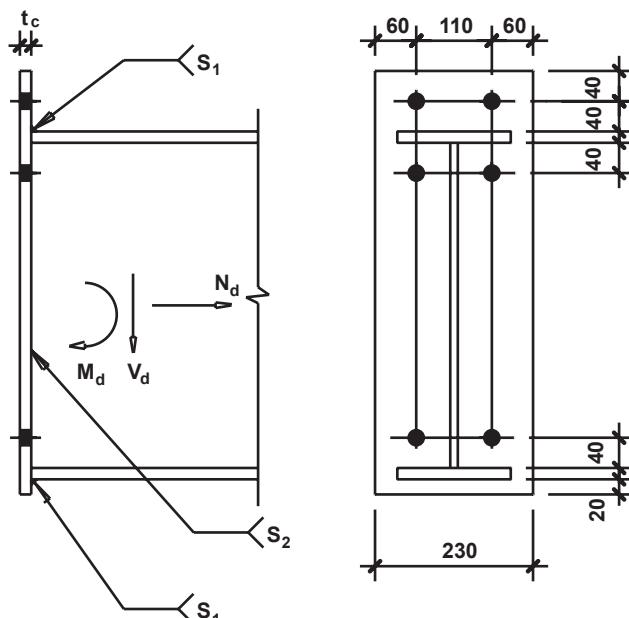
NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: **W 360 x 64,0**
 W 360 x 72,0
 W 360 x 79,0

CHAPA: ASTM A36
PARAFUSOS: 6 ø 1" A325N
SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 360 x 64,0	31,5	—	—	0 360 0	300 240 240	240 240 349
W 360 x 72,0	31,5	—	—	0 360 0	301 241 241	240 240 392
W 360 x 79,0	31,5	—	—	0 360 0	303 243 243	240 240 485

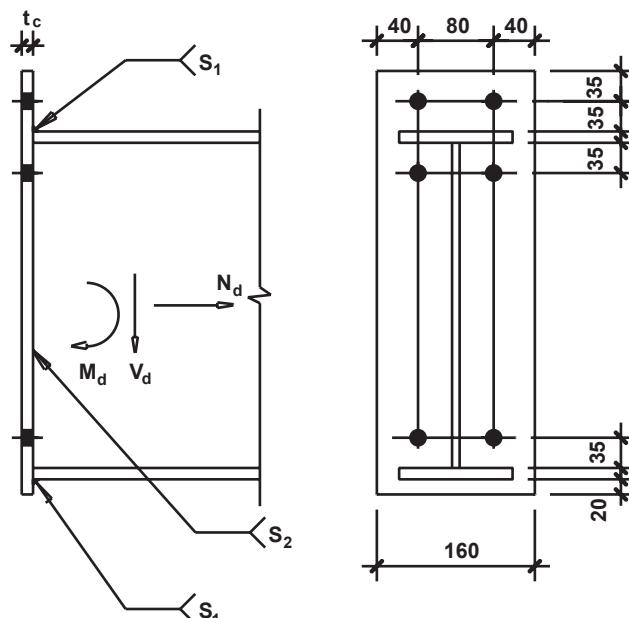
NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: W 410 x 38,8
W 410 x 46,1

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 410 x 38,8	25	—	—	0	217	312
				222	174	312
				0	174	312
W 410 x 46,1	31,5	—	—	0	273	186
				279	218	186
				0	218	363

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

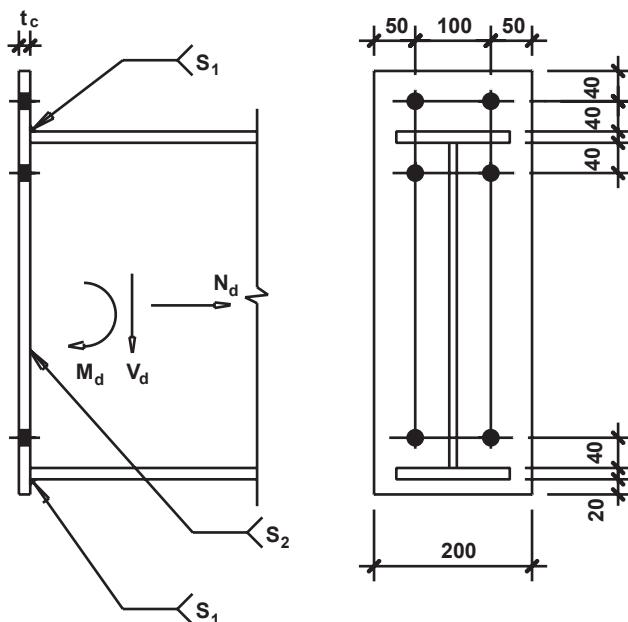
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: **W 410 x 53,0**
W 410 x 60,0
W 410 x 67,0
W 410 x 75,0
W 410 x 85,0

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 1" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 410 x 53,0	31,5	— ↘	— ↗ 8	0	335	392
				342	268	392
				0	268	416
W 410 x 60,0	31,5	— ↘	— ↗ 8	0	355	240
				360	284	240
				0	284	416
W 410 x 67,0	31,5	— ↘	— ↘	0	356	240
				360	285	240
				0	285	528
W 410 x 75,0	31,5	— ↘	— ↘	0	357	240
				360	286	240
				0	286	528
W 410 x 85,0	31,5	— ↘	— ↘	0	359	240
				360	287	240
				0	287	528

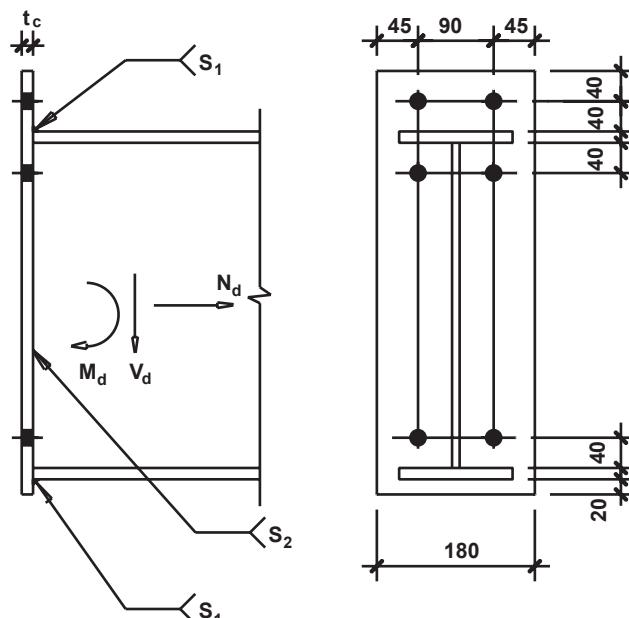
NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS:
W 460 x 52,0
W 460 x 60,0
W 460 x 68,0

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 1" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 460 x 52,0	31,5	—	—	0 295 0	324 259 259	467 467 467
W 460 x 60,0	31,5	—	—	0 360 0	397 318 318	240 240 467
W 460 x 68,0	31,5	—	—	0 360 0	399 319 319	240 240 526

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

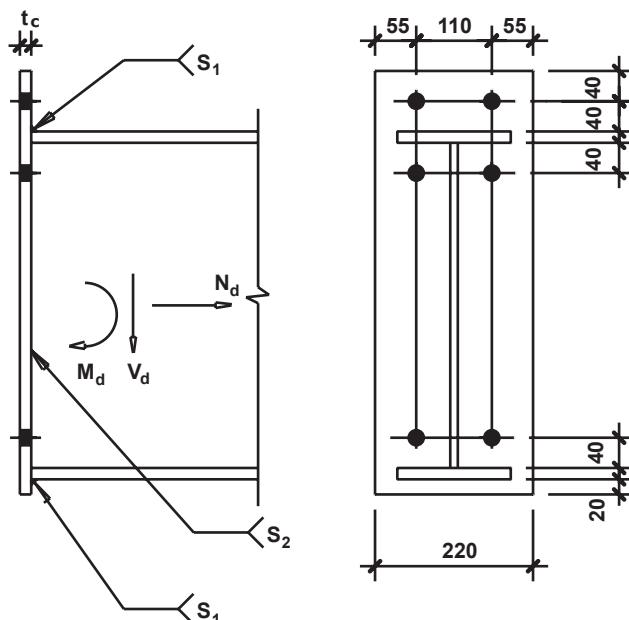
PERFIS:

- W 460 x 74,0
- W 460 x 82,0
- W 460 x 89,0
- W 460 x 97,0
- W 460 x 106,0

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 1" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 460 x 74,0	31,5			0	398	240
				360	319	240
				0	319	525
W 460 x 82,0	31,5			0	400	240
				360	320	240
				0	320	528
W 460 x 89,0	31,5			0	401	240
				360	321	240
				0	321	528
W 460 x 97,0	31,5			0	402	240
				360	322	240
				0	322	528
W 460 x 106,0	31,5			0	404	240
				360	323	240
				0	323	528

NOTAS:

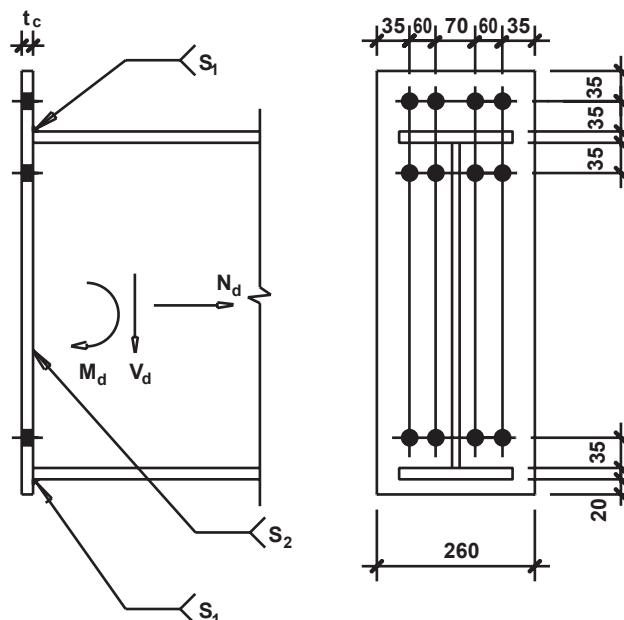
- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: W 460 x 97,0
W 460 x 106,0

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 12 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 460 x 97,0	31,5	—	—	0 558 0	623 498 498	372 372 788
W 460 x 106,0	31,5	—	—	0 558 0	625 500 500	372 372 818

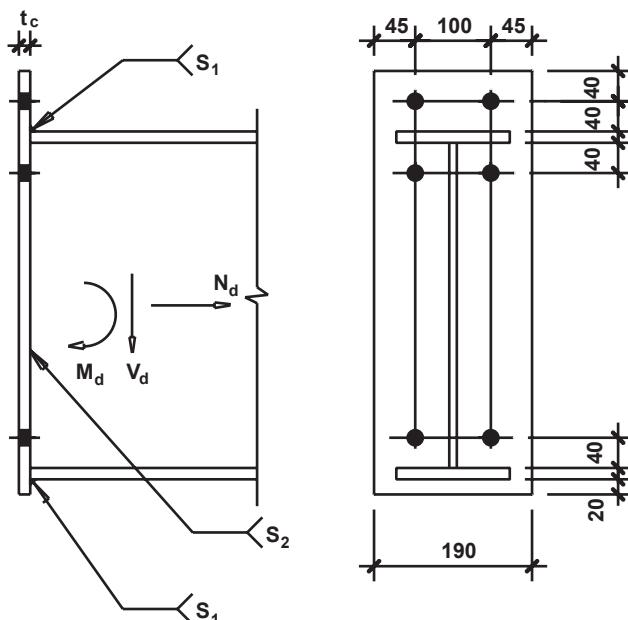
NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: **W 530 x 66,0**
 W 530 x 74,0
 W 530 x 85,0

CHAPA: ASTM A36
PARAFUSOS: 6 ø 1" A325N
SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 530 x 66,0	31,5	—	—	0 340 0	437 349 349	397 397 554
W 530 x 74,0	31,5	—	—	0 360 0	464 371 371	240 240 528
W 530 x 85,0	31,5	—	—	0 360 0	467 373 373	240 240 528

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

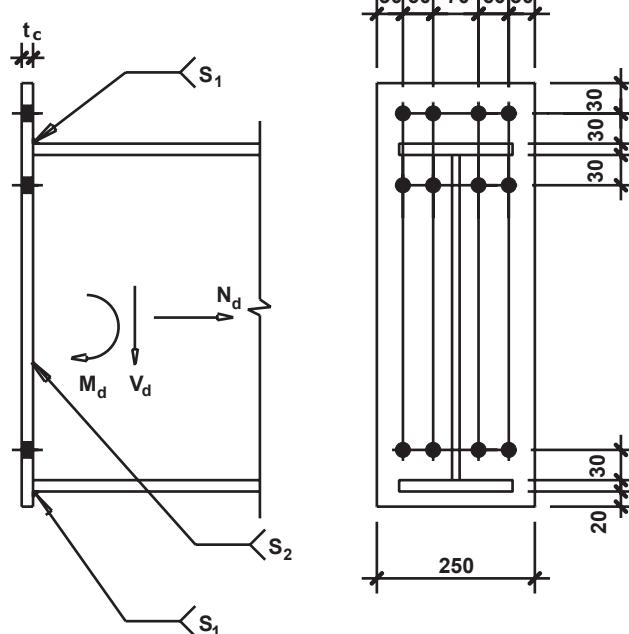
PERFIS:

W 530 x 72,0
W 530 x 82,0
W 530 x 92,0

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 12 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 530 x 72,0	25	—	—	0 405 0	519 415 415	405 405 616
W 530 x 82,0	25	—	—	0 416 0	535 428 428	277 277 610
W 530 x 92,0	25	—	—	0 416 0	538 430 430	277 277 610

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

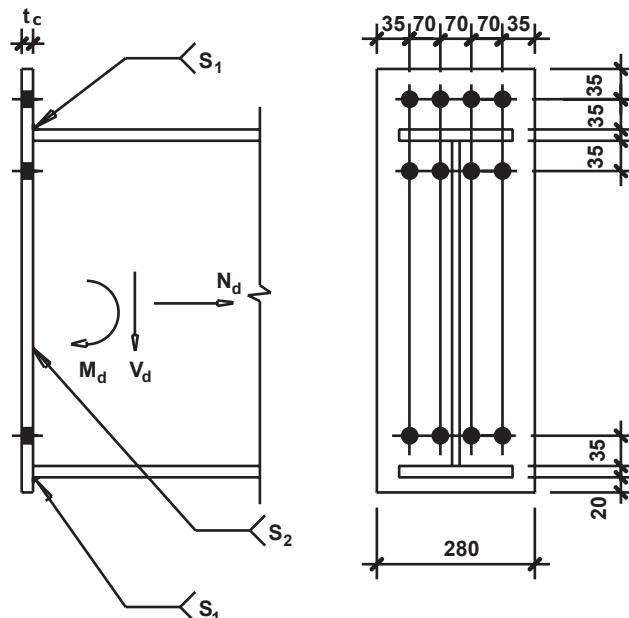
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIS: W 530 x 101,0
W 530 x 109,0

CHAPA: ASTM A36

PARAFUSOS: 12 ø 7/8" A325N

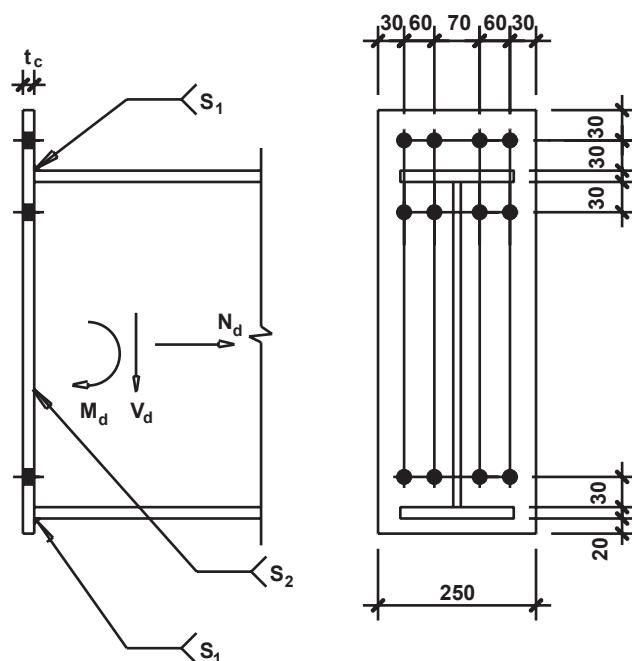
SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 530 x 101,0	31,5	—	—	0 558 0	724 579 579	372 372 818
W 530 x 109,0	31,5	—	—	0 558 0	725 580 580	372 372 818
NOTAS:	1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.					

PERFIS: W 610 x 101,0
 W 610 x 113,0
 W 610 x 125,0

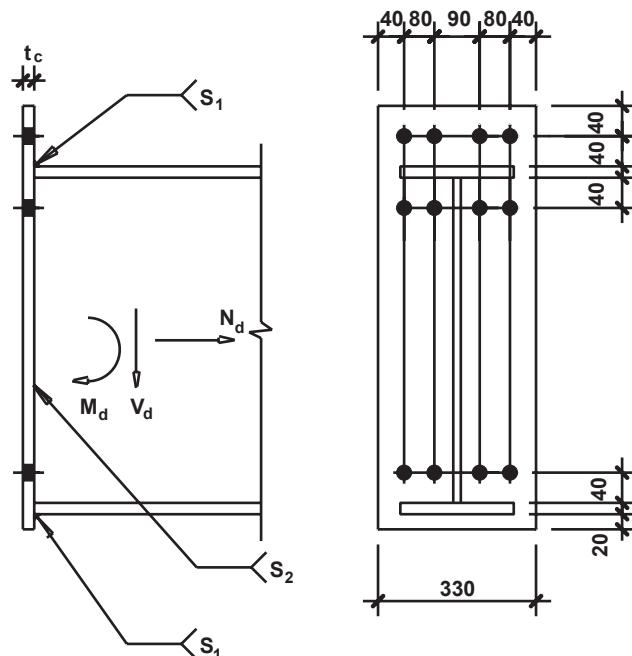
CHAPA: ASTM A36
PARAFUSOS: 12 ø 3/4" A325N
SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	t _c (mm)	S ₁ (mm)	S ₂ (mm)	N _d (kN)	M _d (kNm)	V _d (kN)
W 610 x 101,0	25	—	—	0	611	277
				416	489	277
				0	489	610
W 610 x 113,0	25	—	—	0	614	277
				416	491	277
				0	491	610
W 610 x 125,0	25	—	—	0	616	277
				416	493	277
				0	493	610
NOTAS: 1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.						

PERFIS: **W 610 x 125,0**
W 610 x 140,0
W 610 x 155,0
W 610 x 174,0

CHAPA: ASTM A36
PARAFUSOS: 12 ø 1" A325N
SOLDAS: ELETRODO E70XX



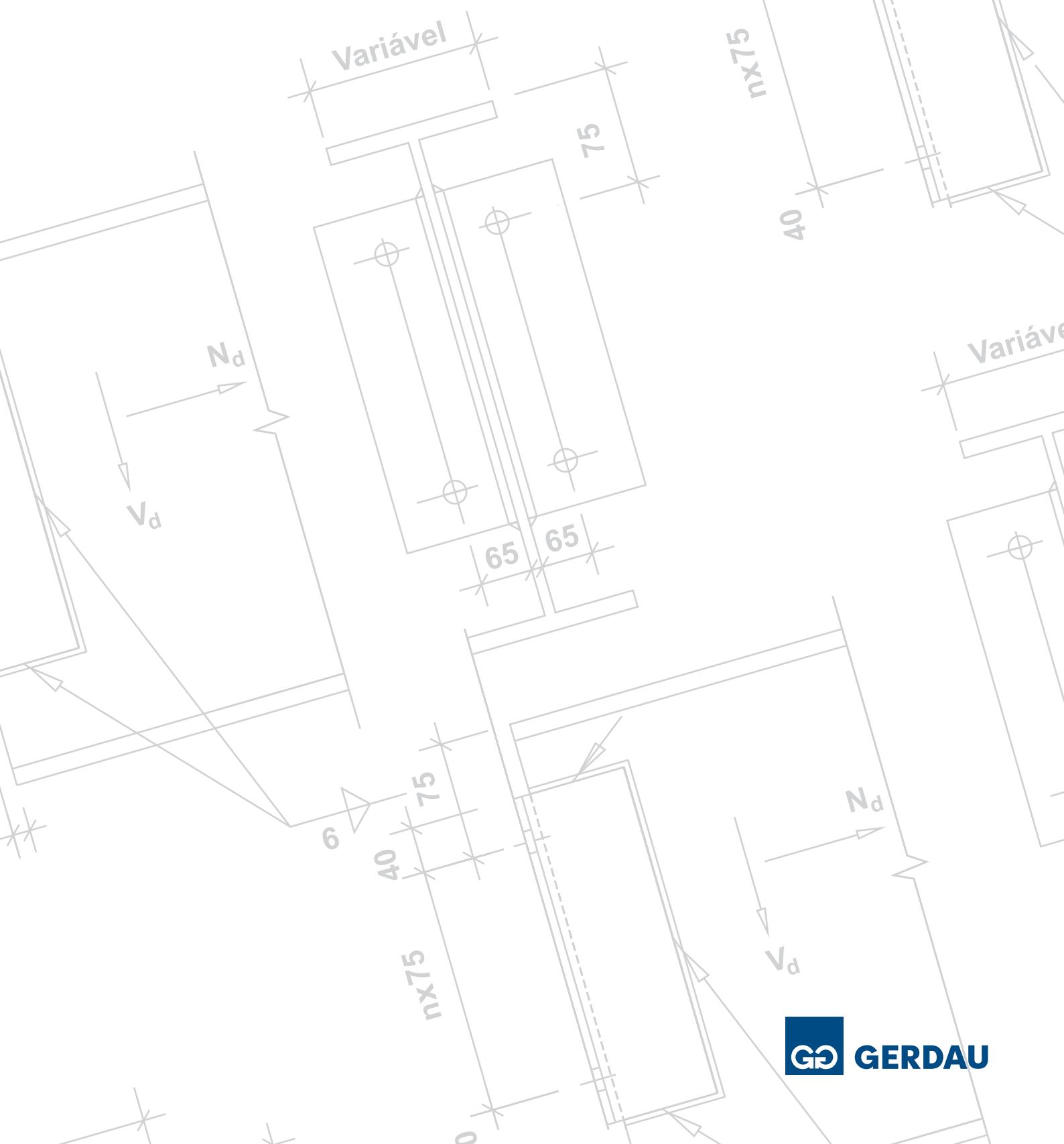
Perfis	t_c (mm)	S_1 (mm)	S_2 (mm)	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 610 x 125,0	31,5	—	—	0 720 0	1066 853 853	480 480 1056
W 610 x 140,0	31,5	—	—	0 720 0	1071 856 856	480 480 1056
W 610 x 155,0	37,5	—	—	0 720 0	1065 852 852	480 480 1056
W 610 x 174,0	37,5	—	—	0 720 0	1070 856 856	480 480 1056

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

LIGAÇÕES RÍGIDAS SOLDADAS SIMÉTRICAS

LMSS

7



7 - LIGAÇÕES RÍGIDAS SOLDADAS SIMÉTRICAS – LMSS

7.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Essas ligações consistem de uma composição da ligação parafusada com chapa simples na alma da viga para transmitir a força cortante, com uma ligação soldada com penetração total nas mesas da viga para transmitir o momento fletor.

Esse tipo de ligação é bastante utilizado por apresentar custo reduzido e facilidade de posicionamento durante a montagem. A viga fica posicionada por meio da chapa simples parafusada na alma, liberando os equipamentos de montagem, pronta para a posterior execução das soldas das mesas.

7.1.1 - Disposições construtivas

São seguidas as mesmas disposições constantes no item 5.1.1.

7.1.2 - Limitações

Devem ser obedecidas as mesmas limitações constantes no item 5.1.2.

7.2 - VERIFICAÇÕES DE CÁLCULO

- Resistência do Perfil ao momento fletor
- Resistência das soldas das mesas
- Verificação da ligação da alma com chapa simples

7.3 - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO

Determinar a ligação rígida com alma parafusada e mesas soldadas de uma viga em Perfil W 610 x 155,0, sujeita aos seguintes esforços solicitantes de cálculo:

Força normal de tração: $N_d = 0$ kN

Força cortante: $V_d = 200$ kN (CP = 70 kN; SC = 68 kN)

Momento fletor: $M_d = 1255$ kNm (CP = 500 kNm; SC = 370 kNm)

SOLUÇÃO:

De acordo com a tabela da ligação LMSS do Perfil W 610 x 155,0, observa-se que os esforços solicitantes são menores que os valores tabelados.

$$N_d = 0$$

$$V_d = 70 \times 1,4 + 68 \times 1,5 = 200 \text{ kN} < 598 \text{ kN}$$

$$M_d = 500 \times 1,4 + 370 \times 1,5 = 1255 \text{ kNm} < 1511 \text{ kNm}$$

Portanto, a ligação com 6 Ø 1" A325N, chapa simples de 12,5 mm, soldas de penetração nas mesas e solda de filete duplo de 10 mm na alma, é satisfatória.

7.4 - FÓRMULAS

Caso 1 $N_d = 0, M_d, V_d$

$$\text{Caso 2 } M_d = 0,80 M_{d\max}, N_d = \frac{0,20 M_{d\max}}{(H - t_f)} \times 2, V_d$$

- **Resistência ao momento fletor (NBR 8800:2008 – item 5.4.2)**

Adotar o menor dos valores abaixo:

$$\text{a) } M_d \leq \frac{Z_x f_y}{1,1}$$

$$\text{b) } M_d \leq 1,50 \frac{Wf_y}{1,1}$$

- **Resistência das soldas das mesas**

Considerando que as soldas das mesas da viga com a coluna são de penetração total, é desnecessária a verificação, uma vez que o Perfil já foi dimensionado (ver AISC, 13^a edição, página 12-7).

- **Verificação da ligação da alma com chapa simples**

Devem ser realizadas as mesmas verificações do item 5.4

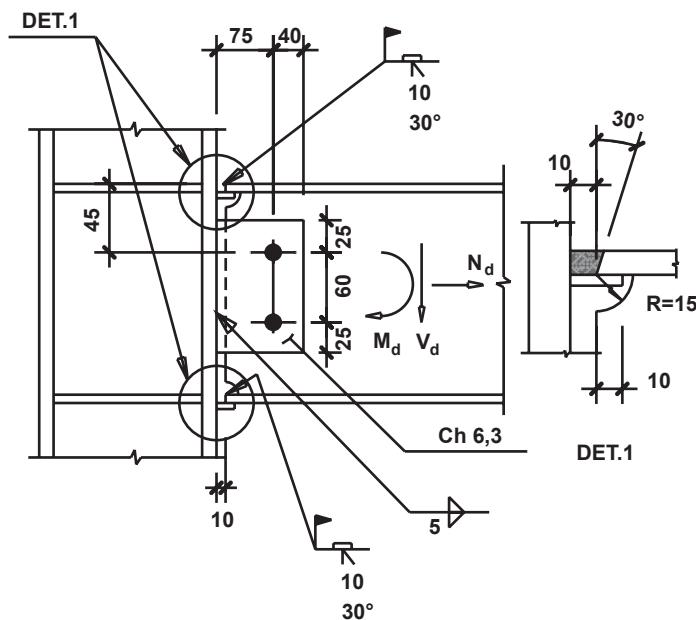
7.5 - TABELAS DE LIGAÇÕES RÍGIDAS SOLDADAS SIMÉTRICAS - LMSS

PERFIS:
W 150 x 13,0
W 150 x 18,0
W 150 x 24,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 2 ø 5/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 150 x 13,0	0	31	28
	86	25	
W 150 x 18,0	0	44	28
	122	35	
W 150 x 24,0	0	63	28
	168	50	

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

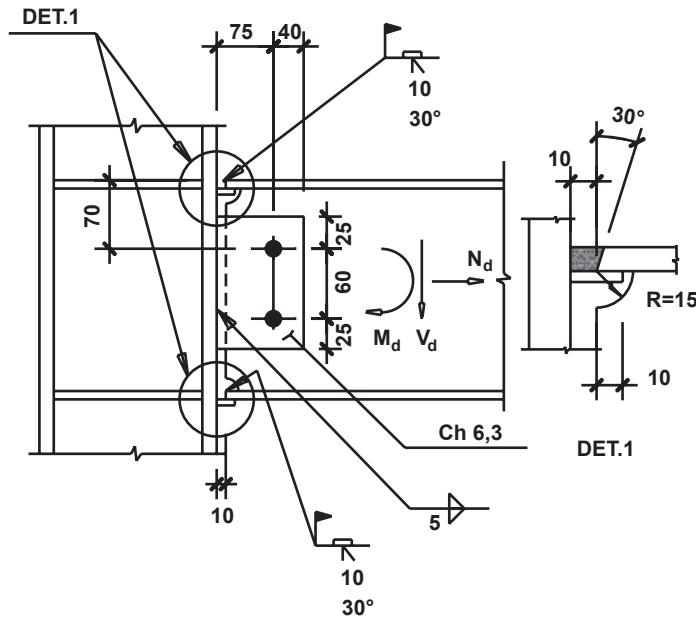
PERFIS:

- W 200 x 15,0
- W 200 x 19,3
- W 200 x 22,5
- W 200 x 26,6
- W 200 x 31,3

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 2 ø 5/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	N _d (kN)	M _d (kNm)	V _d (kN)
W 200 x 15,0	0 97	47 38	28
W 200 x 19,3	0 123	61 49	28
W 200 x 22,5	0 145	72 57	28
W 200 x 26,6	0 181	90 72	28
W 200 x 31,3	0 216	108 86	28

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

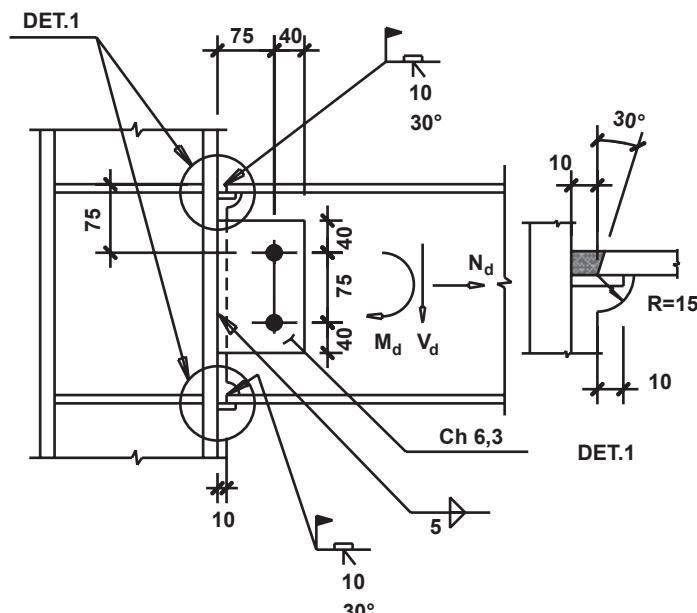
PERFIS:

- W 250 x 17,9
- W 250 x 22,3
- W 250 x 25,7
- W 250 x 28,4
- W 250 x 32,7
- W 250 x 38,5
- W 250 x 44,8

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 2 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	N _d (kN)	M _d (kNm)	V _d (kN)
W 250 x 17,9	0	67	60
	109	54	
W 250 x 22,3	0	85	60
	138	68	
W 250 x 25,7	0	99	60
	159	79	
W 250 x 28,4	0	114	60
	182	91	
W 250 x 32,7	0	136	60
	219	109	
W 250 x 38,5	0	165	60
	263	132	
W 250 x 44,8	0	193	60
	305	154	

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

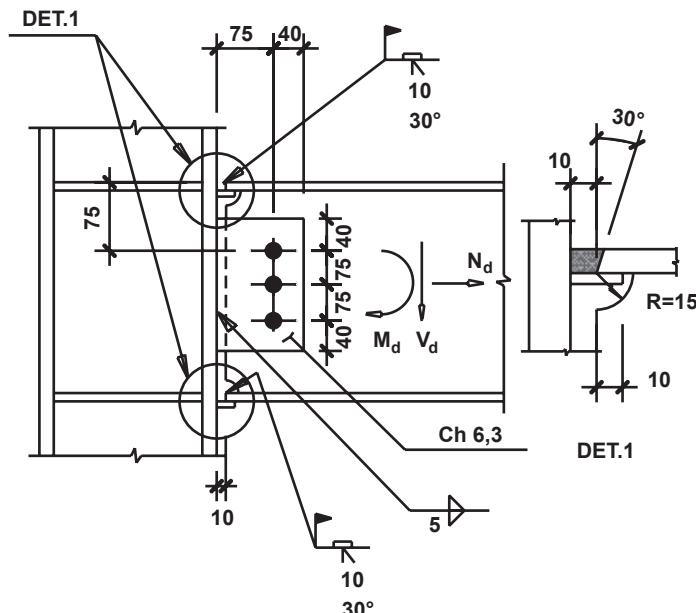
PERFIS:

- W 310 x 21,0
- W 310 x 23,8
- W 310 x 28,3
- W 310 x 32,7
- W 310 x 38,7
- W 310 x 44,5
- W 310 x 52,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 3 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 310 x 21,0	0	93	120
	125	74	
W 310 x 23,8	0	106	120
	142	85	
W 310 x 28,3	0	131	120
	175	105	
W 310 x 32,7	0	154	120
	204	124	
W 310 x 38,7	0	196	120
	261	157	
W 310 x 44,5	0	227	120
	301	181	
W 310 x 52,0	0	268	120
	353	214	

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

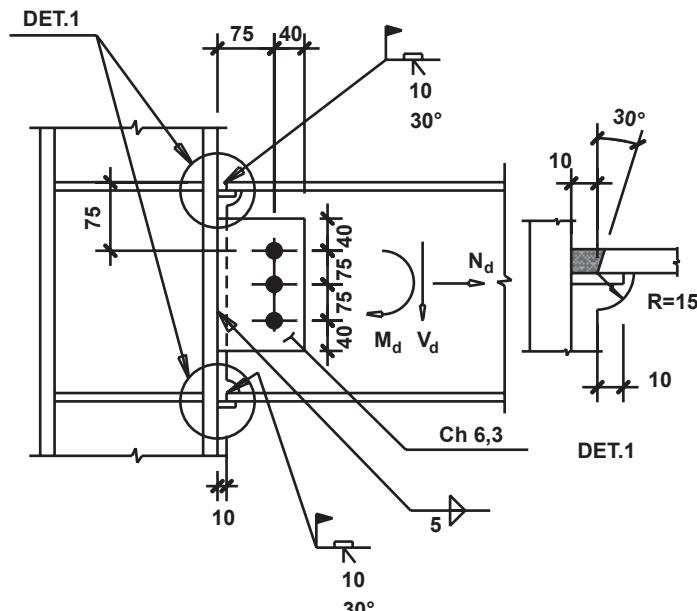
PERFIS:

- W 360 x 32,9
- W 360 x 39,0
- W 360 x 44,6
- W 360 x 51,0
- W 360 x 58,0
- W 360 x 64,0
- W 360 x 72,0
- W 360 x 79,0

CHAPA: Ch 6,3 ASTM A36

PARAFUSOS: 3 ø 3/4" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	N _d (kN)	M _d (kNm)	V _d (kN)
W 360 x 32,9	0 205	174 139	120
W 360 x 39,0	0 248	212 170	120
W 360 x 44,6	0 292	250 200	120
W 360 x 51,0	0 333	286 229	120
W 360 x 58,0	0 374	323 258	120
W 360 x 64,0	0 437	364 292	120
W 360 x 72,0	0 489	409 327	120
W 360 x 79,0	0 542	457 366	120

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

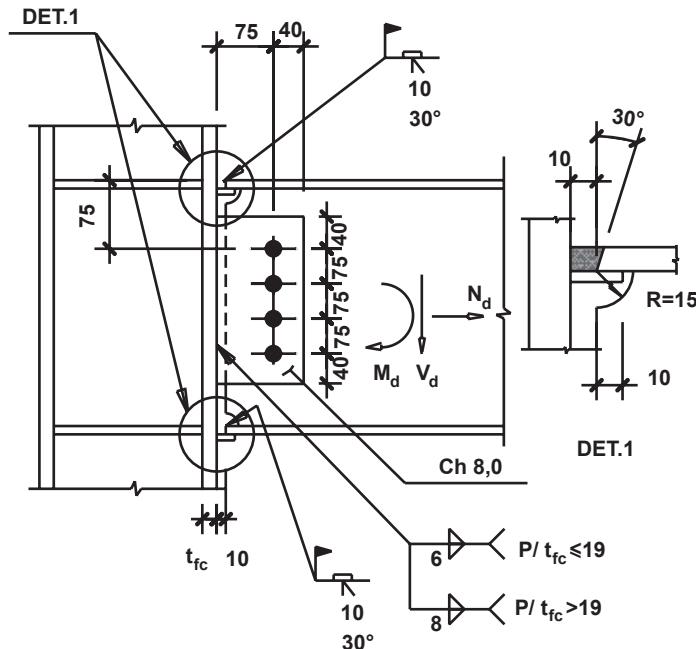
PERFIS:

- W 410 x 38,8**
- W 410 x 46,1**
- W 410 x 53,0**
- W 410 x 60,0**
- W 410 x 67,0**
- W 410 x 75,0**
- W 410 x 85,0**

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36

PARAFUSOS: 4 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 410 x 38,8	0	234	232
	240	188	
W 410 x 46,1	0	284	232
	289	227	
W 410 x 53,0	0	335	232
	342	268	
W 410 x 60,0	0	382	232
	388	306	
W 410 x 67,0	0	434	232
	438	347	
W 410 x 75,0	0	483	232
	487	387	
W 410 x 85,0	0	551	232
	553	441	

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

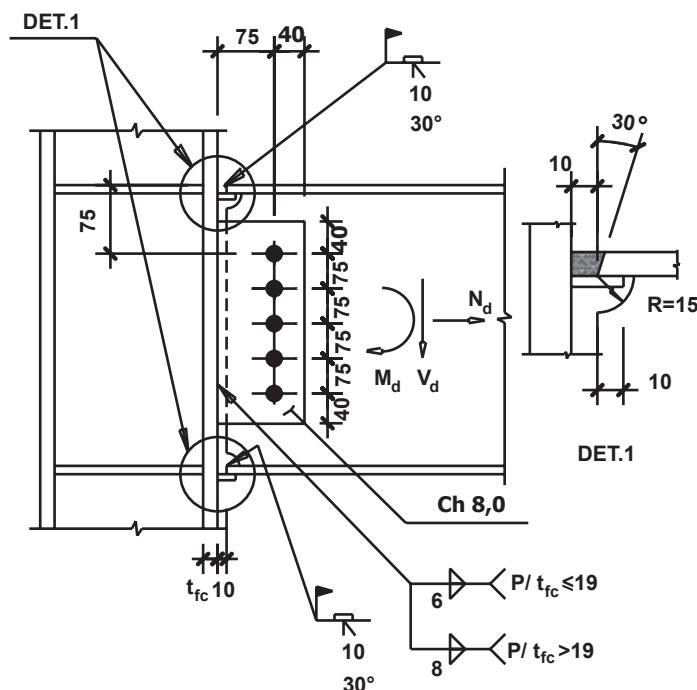
PERFIS:

- W 460 x 52,0
- W 460 x 60,0
- W 460 x 68,0
- W 460 x 74,0
- W 460 x 82,0
- W 460 x 89,0
- W 460 x 97,0
- W 460 x 106,0

CHAPA: Ch 8,0 ASTM A36

PARAFUSOS: 5 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 460 x 52,0	0 318	349 279	322
W 460 x 60,0	0 372	411 329	322
W 460 x 68,0	0 429	476 381	322
W 460 x 74,0	0 477	527 422	322
W 460 x 82,0	0 526	587 467	322
W 460 x 89,0	0 577	643 514	322
W 460 x 97,0	0 623	696 557	322
W 460 x 106,0	0 680	762 610	322

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

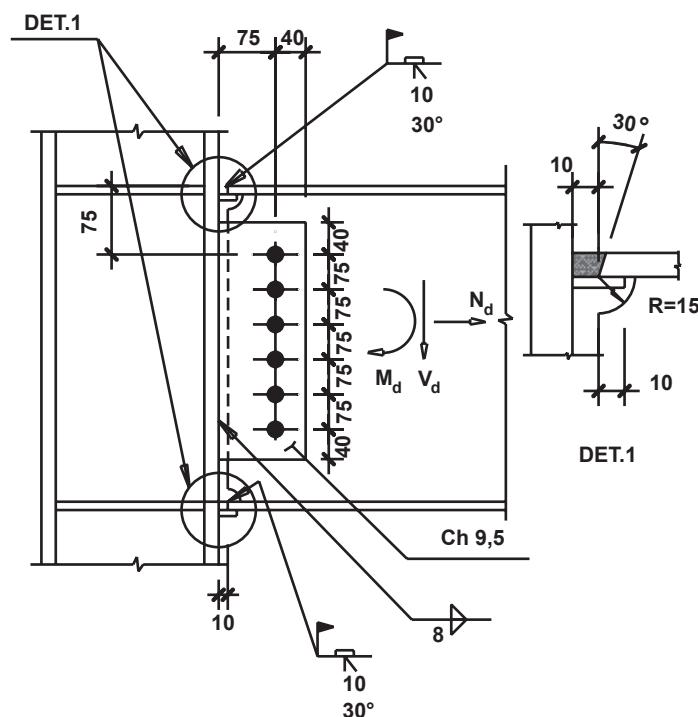
PERFIS:

W 530 x 66,0
W 530 x 72,0
W 530 x 74,0
W 530 x 82,0
W 530 x 85,0
W 530 x 92,0
W 530 x 101,0
W 530 x 109,0

CHAPA: Ch 9,5 ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 7/8" A325N

SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 530 x 66,0	0 386	496 397	463
W 530 x 72,0	0 436	559 447	463
W 530 x 74,0	0 446	574 459	463
W 530 x 82,0	0 509	655 524	463
W 530 x 85,0	0 515	668 534	463
W 530 x 92,0	0 580	751 601	463
W 530 x 101,0	0 647	840 672	463
W 530 x 109,0	0 697	906 723	463

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

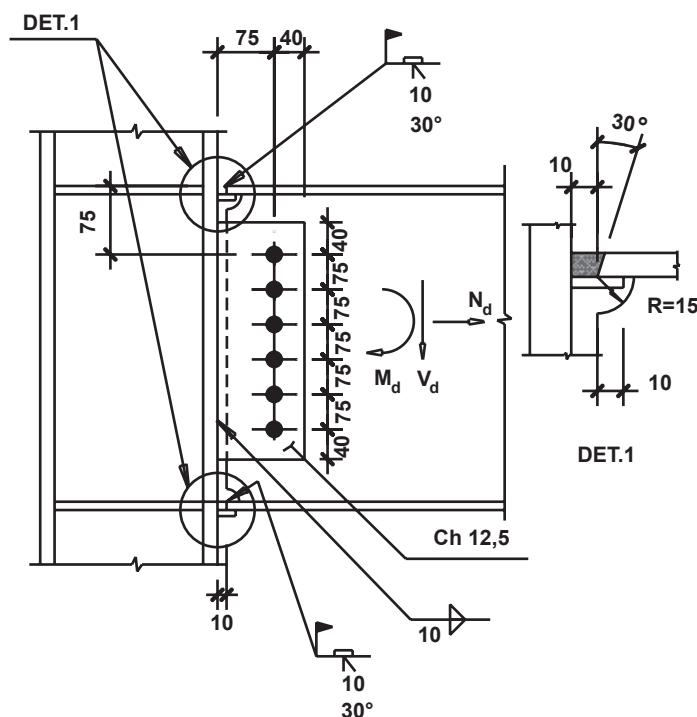
PERFIS:

- W 610 x 101,0
- W 610 x 113,0
- W 610 x 125,0
- W 610 x 140,0
- W 610 x 155,0
- W 610 x 174,0

CHAPA: Ch 12,5 ASTM A36

PARAFUSOS: 6 ø 1" A325N

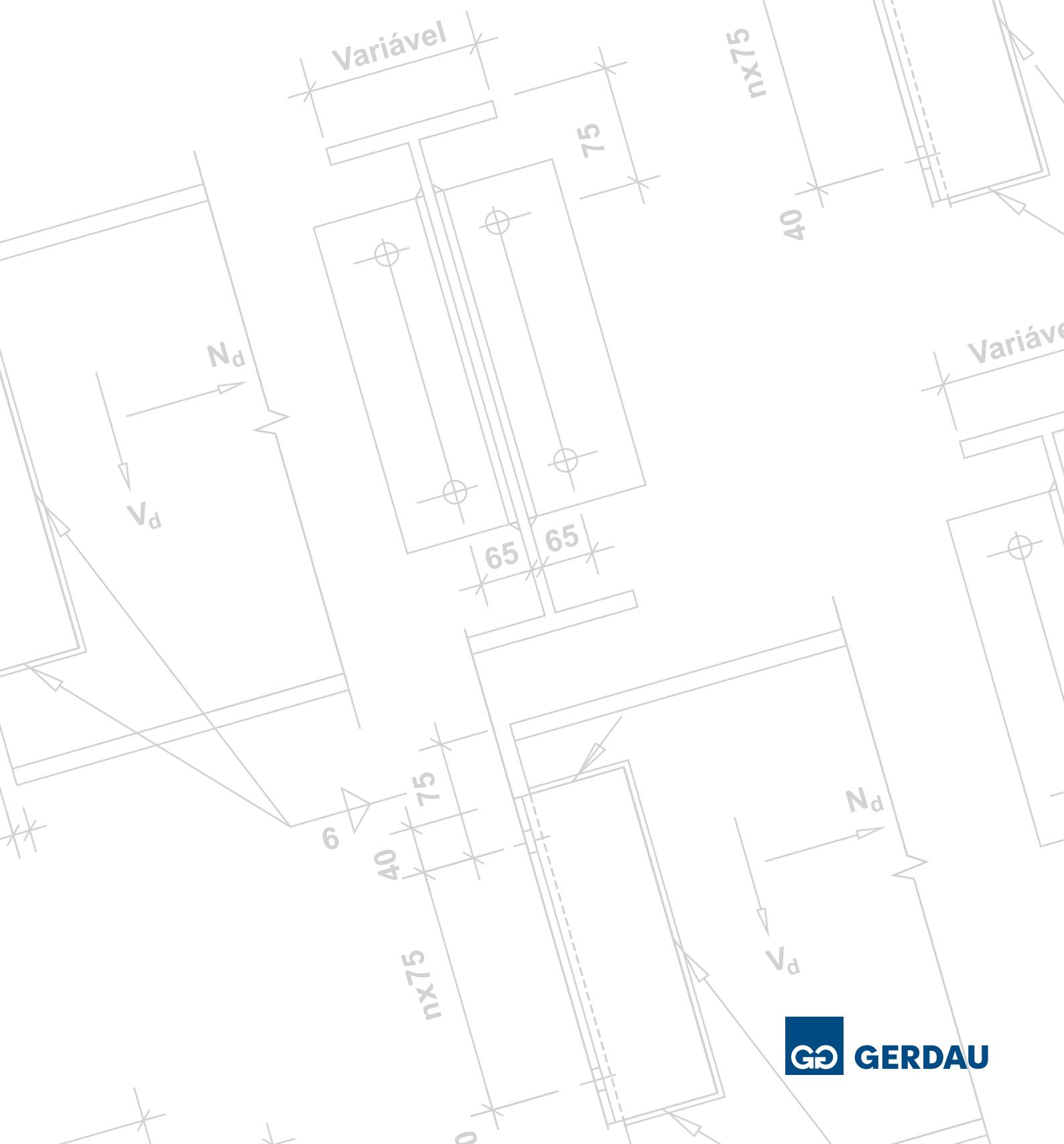
SOLDAS: ELETRODO E70XX



Perfis	N_d (kN)	M_d (kNm)	V_d (kN)
W 610 x 101,0	0 633	930 744	598
W 610 x 113,0	0 714	1054 843	598
W 610 x 125,0	0 794	1176 941	598
W 610 x 140,0	0 893	1328 1062	598
W 610 x 155,0	0 1021	1511 1209	598
W 610 x 174,0	0 1153	1713 1370	598
NOTAS: 1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.			

8

LIGAÇÕES RÍGIDAS SIMÉTRICAS COM PERFIS "T" LAMINADOS LT / LMTS



8 - LIGAÇÕES RÍGIDAS SIMÉTRICAS COM PERFIS “T” LAMINADOS – LT/LMTS

8.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O objetivo dessas ligações é utilizar partes recortadas de Perfis Estruturais Gerdau como elementos de uma ligação parafusada altamente adequada para processos automatizados de fabricação.

Para o desenvolvimento dessa ligação, primeiramente foi elaborada uma tabela, denominada LT, que fornece as resistências à tração de diversos Perfis “T” considerados adequados.

Esses Perfis “T” poderão ser utilizados tanto para compor uma ligação a momento quanto em ligações sujeitas a esforços de tração pura como, por exemplo, em ligações de pendurais.

Foi elaborada uma segunda tabela, denominada LMTS, que indica a ligação a partir do momento fletor, da força normal e da força cortante. O momento fletor e a força normal são resistidos por dois Perfis “T”, parafusados um em cada mesa, e a força cortante é resistida por duas cantoneiras parafusadas na alma da viga.

8.1.1 - Disposições construtivas

Foram adotados quatro valores para os comprimentos dos Perfis “T”: 140 mm, 170 mm, 200 mm, 230 mm.

O Perfil “T” utilizado na ligação deve ter seu comprimento limitado entre a largura da mesa da viga subtraída de 10 mm e a largura da mesa da viga acrescida de 40 mm.

A obtenção do Perfil “T” a partir de Perfis I laminados pode ser feita de duas formas:

Cortando-se os Perfis I laminados no centro da alma, paralelamente às mesas, ficando o Perfil “T” nesse caso com a denominação TC - Perfil de origem, ou cortando-se os Perfis I laminados fora do centro, paralelamente às mesas, ficando o Perfil “T” nesse caso com a denominação TM - Perfil de origem.

As tabelas foram elaboradas dando-se preferência à série TC – Perfil de origem, por apresentar maior aproveitamento dos Perfis Estruturais Gerdau.

8.1.2 - Limitações

Não foram usados Perfis “T” obtidos de Perfis I laminados com largura de mesa inferior a 130 mm.

Os Perfis “T” obtidos a partir do corte no centro do Perfil (TC – Perfil de origem) limitam-se a Perfis originários de Perfis W com altura igual ou superior a 310 mm.

Para a resistência à força cortante, foram usadas sempre duas cantoneiras L 102 x 102 x 8,0 cujo gabarito é de 65 mm.

8.2 - VERIFICAÇÕES DE CÁLCULO

Foram determinadas as seguintes resistências de cálculo do “T” para a carga de tração:

- $F_{R,nf}$ = resistência de cálculo da mesa do “T” à flexão (considerando o efeito “prying action”)
- $F_{R,npv}$ = resistência de cálculo dos parafusos solicitados a corte, considerando também o esmagamento com rasgamento
- $F_{R,npt}$ = resistência de cálculo dos parafusos tracionados, considerando o efeito “prying action”
- $F_{R,ny}$ = resistência de cálculo da alma do “T” ao escoamento por tração
- $F_{R,nu}$ = resistência de cálculo da alma do “T” à ruptura por tração
- $F_{R,nb}$ = resistência de cálculo ao rasgamento (“block shear”) da alma do “T”

Para melhorar a capacidade de deformação, a menor resistência do “T” à tração ($F_{R,nf}$) tem que ser $F_{R,ny}$ ou $F_{R,nt}$ e deverá obrigatoriamente ser menor que $F_{R,npt}$, $F_{R,npv}$, $F_{R,nu}$, $F_{R,nb}$.

A resistência do “T” à compressão ($F_{R,nc}$), é igual ao menor dos dois valores $F_{R,npv}$ ou $F_{R,ny}$.

A resistência da mesa da viga à tração ($F_{R,nvt}$), deverá ser igual ao menor dos dois valores $F_{R,nyv} = 0,9b_f t_f f_y$ ou $F_{R,nbv}$ (resistência ao colapso por rasgamento – “block shear” da mesa da viga) em que b_f e t_f são largura e espessura da mesa da viga, respectivamente.

A resistência da mesa da viga à compressão ($F_{R,nvc}$) é igual a $F_{R,nyv}$ (resistência de cálculo ao escoamento por tração), na ausência da possibilidade de flambagem local da mesa.

Na tabela LMTS, deverão ser obedecidas as seguintes relações:

$$\frac{M_d}{d} + \frac{N_d}{2} \leq T_d \quad \frac{M_d}{d} - \frac{N_d}{2} \leq C_d$$

Nas fórmulas acima “d” é a altura dos Perfis Estruturais Gerdau.

A resistência à força cortante é verificada de maneira análoga à apresentada no item 3.2.1.

8.3 - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO

Determinar a ligação de uma viga com Perfil W 310 x 44,5 cujos esforços solicitantes de cálculo são:

Força de tração: (CP = 7 kN; SC = 6,8 kN) $N_d = 7 \times 1,4 + 6,8 \times 1,5 = 20 \text{ kN}$

Momento fletor: (CP = 7 kNm; SC = 13,5 kNm) $M_d = 7 \times 1,4 + 13,5 \times 1,5 = 30 \text{ kNm}$

Força cortante: (CP = 35 kN; SC = 34 kN) $V_d = 35 \times 1,4 + 34 \times 1,5 = 100 \text{ kN}$

SOLUÇÃO:

$$T_d = \frac{M_d}{d} + \frac{N_d}{2} = \frac{30}{0,313} + \frac{20}{2} = 105,85 \text{ kN}$$

$$C_d = \frac{M_d}{d} - \frac{N_d}{2} = \frac{30}{0,313} - \frac{20}{2} = 85,85 \text{ kN}$$

De acordo com a tabela LMTS para o Perfil W 310 x 44,5, constata-se que os valores tabelados T_d e C_d são maiores que os valores anteriores para os seguintes Perfis “T” que podem ser utilizados na ligação dessa viga:

TC - W 460 x 68,0 - $L_t = 170 \text{ mm} \Rightarrow T_d = 301 \text{ kN} \text{ e } C_d = 372 \text{ kN}$

TC - W 460 x 68,0 - $L_t = 200 \text{ mm} \Rightarrow T_d = 312 \text{ kN} \text{ e } C_d = 480 \text{ kN}$

TC - W 530 x 85,0 - $L_t = 170 \text{ mm} \Rightarrow T_d = 307 \text{ kN} \text{ e } C_d = 480 \text{ kN}$

A resistência à força cortante tabelada para essa viga é de 201 kN, maior que a força cortante de cálculo.

Pode ser adotada uma ligação com dois Perfis “T” com qualquer um dos três Perfis “T” mencionados, usando os parafusos dados na tabela LT correspondente, além de duas cantoneiras L102 X 102 X 8,0 ligadas com 6 parafusos Ø3/4" A325N.

8.4 - FÓRMULAS

- Resistência de cálculo da mesa do T à flexão considerando o efeito “prying action” ($F_{R,nf}$) (NBR 8800:2008 – item 6.3.5)

$$F_{R,nf} \leq \frac{(\delta M_{R,d} + M_{R,d})}{b'} N_{p2}$$

em que: N_{p2} é o número de parafusos na mesa do Perfil “T”.

$$M_{R,d} = \frac{(pt_f^2 f_{yt})}{4,44}$$

$$a = \frac{(b_{ft} - G)}{2}$$

$$b_1 = \frac{b_{ft} - t_{wt}}{2} - a$$

$$b' = b_1 - 0,5d$$

$$a' = a + 0,5d$$

$$d' = d_b + 0,2$$

p é o menor dos valores de p_1 a p_4 :

$$p_1 = y$$

$$p_2 = 2(b_1 + 0,5d)$$

$$p_3 = \left(\frac{y}{2} \right) + x$$

$$p_4 = (b_1 + 0,5d) + x$$

$$\delta = \frac{(p - d') \left(\frac{f_u}{1,35} \right)}{p \left(\frac{f_y}{1,1} \right)} \leq 1,0$$

- Resistência de cálculo dos parafusos solicitados a corte $F_{R,npv}$

Corte nos parafusos (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.2)

$$F_{R,npv} \leq \frac{0,4 A_b f_{ub} N_{p1}}{1,35}$$

em que: N_{p1} é o número de parafusos na alma do Perfil “T”.

Esmagamento e rasgamento (NBR 8800:2008 – item 6.3.3.3)

$$F_{R,npv} \leq \frac{1,2 \ell_f t_{wt} f_{ut} N_{p1}}{1,35}$$

$$F_{R,npv} \leq \frac{2,4 d t_{wt} f_{ut} N_{p1}}{1,35}$$

em que ℓ_f é a distância livre, na direção da força, entre a borda do furo e a borda do furo adjacente ou entre a borda do furo e a borda da parte ligada.

- Resistência de cálculo dos parafusos tracionados considerando o efeito “prying action” ($F_{R,npt}$)

$$F_{R,npt} = \left[\frac{(F_{R,nt}a' + M_{R,d}) N_{p2}}{(a' + b')} \right]$$

em que: $F_{R,nt} = \frac{0,75A_b f_{ub}}{1,35} \times 0,67$

- Resistência de cálculo da alma do Perfil T ao escoamento por tração ($F_{R,ny}$) (NBR 8800:2008 – item 6.5.3.a)

$$F_{R,ny} = \frac{f_{yt} L_T t_{wt}}{1,1}$$

- Resistência de cálculo da alma do Perfil T à ruptura por tração ($F_{R,nu}$) (NBR 8800:2008 – item 6.5.3.b)

$$F_{R,nu} = \frac{f_{ut} [L_T - 2(d_b + 0,2)] t_{wt}}{1,35}$$

- Resistência de cálculo por rasgamento (“block shear”) da alma do Perfil “T” ($F_{R,nb}$) (NBR 8800:2008 – item 6.5.6)

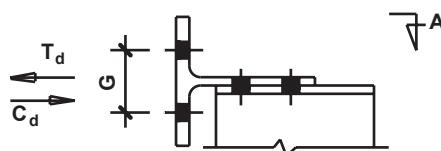
Caso 1: Rasgando em dois blocos (nas extremidades)

Caso 2: Rasgando em um bloco somente (na parte central)

$$F_{R,nd} \leq \frac{[0,6 A_{nvc} f_u + f_u A_{ntc}]}{1,35}$$

$$F_{R,nd} \leq \frac{[0,6 A_{gvc} f_y + A_{ntc} f_u]}{1,35}$$

8.5 - TABELAS DE RESISTÊNCIA DO PERFIL "T" A TRAÇÃO - LT

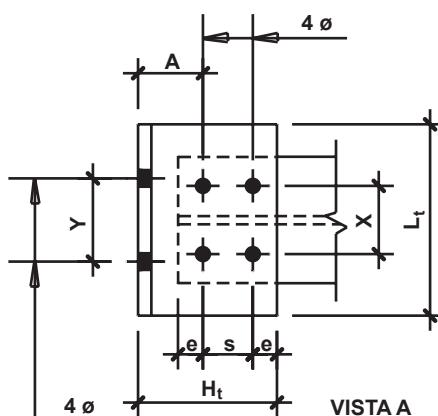


PERFIL T **W 150 x 22,5**

OBTIDO DE: **W 150 x 29,8**

W 150 x 37,1

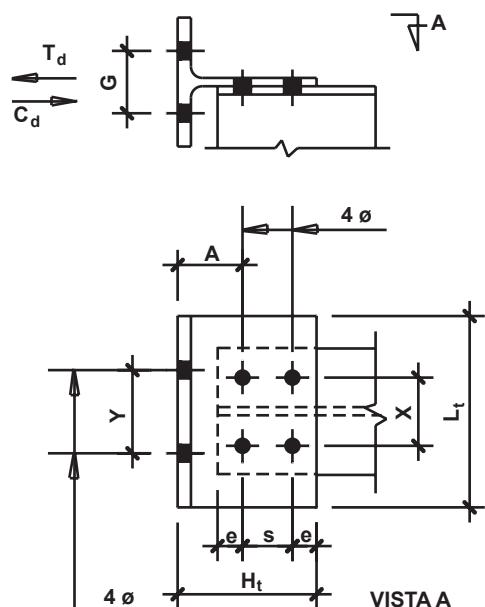
PARAFUSOS: A325N



PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TM - W 150 x 22,5 H _t = 135 mm A = 46 mm	140 170 200 230	55 66 75 77	190 190 190 190	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	30 30 30 30	59 59 59 59	80 80 80 80
TM - W 150 x 29,8 H _t = 137 mm A = 49 mm	140 170 200 230	111 132 151 153	216 216 216 216	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	30 30 30 30	58 58 58 58	80 80 80 80
TM - W 150 x 37,1 H _t = 140 mm A = 51 mm	140 170 200 230	162 168 174 174	266 266 266 266	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	30 30 30 30	59 59 59 59	80 80 80 80
NOTAS:	1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.								

PERFIL T W 200 x 26,6
OBTIDO DE: W 200 x 31,3
 W 200 x 35,9
 W 200 x 41,7
 W 200 x 46,1

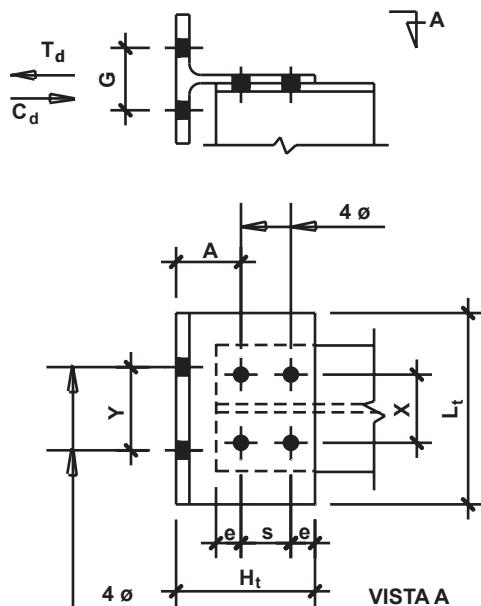
PARAFUSOS: A325N



PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TM - W 200 x 26,6 $H_t = 173$ mm $A = 58$ mm	140 170 200 230	89 107 122 124	277 277 277 277	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	75 75 75 75	80 80 80 80
TM - W 200 x 31,3 $H_t = 175$ mm $A = 60$ mm	140 170 200 230	133 150 156 156	277 277 277 277	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	75 75 75 75	80 80 80 80
TM - W 200 x 35,9 $H_t = 175$ mm $A = 60$ mm	140 150 157 158	121 150 157 159	277 277 277 277	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	75 75 75 75	85 85 85 85
TM - W 200 x 41,7 $H_t = 181$ mm $A = 66$ mm	140 170 200 230	158 166 171 220	277 277 277 334	3/4" 3/4" 3/4" 7/8"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	75 75 75 75	85 85 85 85
TM - W 200 x 46,1 $H_t = 176$ mm $A = 61$ mm	140 170 200 230	135 162 166 168	277 277 277 277	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	75 75 75 75	90 90 90 90
NOTAS: 1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.									

PERFIL T W 200 x 52,0
OBTIDO DE: HP 200 x 53,0
 W 200 x 59,0
 W 200 x 71,0
 W 200 x 86,0

PARAFUSOS: A325N



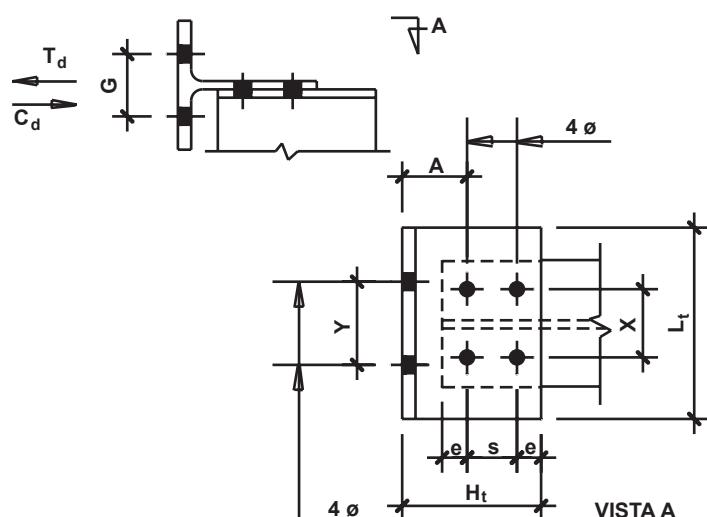
PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TM - W 200 x 52,0 H_t = 182 mm A = 67 mm	140 170 200 230	165 172 178 229	277 277 277 367	3/4" 3/4" 3/4" 7/8"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	75 75 75 75	90 90 90 90
TM - HP 200 x 53,0 H_t = 176 mm A = 61 mm	140 170 200 230	149 167 171 172	277 277 277 277	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	75 75 75 75	90 90 90 90
TM - W 200 x 59,0 H_t = 184 mm A = 69 mm	140 170 200 230	175 233 241 302	277 372 372 400	3/4" 7/8" 7/8" 1"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	75 75 75 75	90 90 90 90
TM - W 200 x 71,0 H_t = 182 mm A = 67 mm	140 170 200 230	248 320 -	372 449 -	7/8" 1" -	75 80 -	80 100 -	40 40 -	75 75 -	90 90 -
TM - W 200 x 86,0 H_t = 189 mm A = 74 mm	140 170 200 230	320 - -	480 - -	1"	75	80	40	75	100

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

**PERFIL T
OBTIDO DE:**

- W 250 x 32,7
- W 250 x 38,5
- W 250 x 44,8
- HP 250 x 62,0
- W 250 x 73,0

PARAFUSOS: A325N



PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TM - W 250 x 32,7 H_t = 174 mm A = 59 mm	140	105	277	3/4"	75	80	40	75	80
	170	126	277	3/4"	80	100	40	75	80
	200	143	277	3/4"	90	110	40	75	80
	230	146	277	3/4"	100	130	40	75	80
TM - W 250 x 38,5 H_t = 176 mm A = 61 mm	140	156	277	3/4"	75	80	40	75	80
	170	162	277	3/4"	80	100	40	75	80
	200	168	277	3/4"	90	110	40	75	80
	230	168	277	3/4"	100	130	40	75	80
TM - W 250 x 44,8 H_t = 178 mm A = 63 mm	140	171	277	3/4"	75	80	40	75	80
	170	226	353	7/8"	80	100	40	75	80
	200	233	353	7/8"	90	110	40	75	80
	230	235	353	7/8"	100	130	40	75	80
TM - HP 250 x 62,0 H_t = 177 mm A = 62 mm	140	99	277	3/4"	75	80	40	75	110
	170	124	277	3/4"	80	100	40	75	110
	200	149	277	3/4"	90	110	40	75	110
	230	160	277	3/4"	100	130	40	75	110
TM - W 250 x 73,0 H_t = 181 mm A = 66 mm	140	162	277	3/4"	75	80	40	75	110
	170	170	277	3/4"	80	100	40	75	110
	200	224	372	7/8"	90	110	40	75	110
	230	230	372	7/8"	100	130	40	75	110

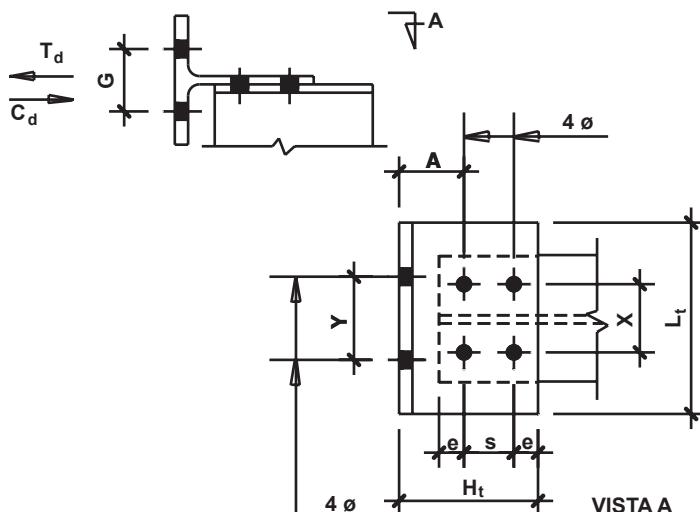
NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIL T OBTIDO DE:

W 250 x 80,0
 HP 250 x 85,0
 W 250 x 89,0
 W 250 x 101,0
 W 250 x 115,0



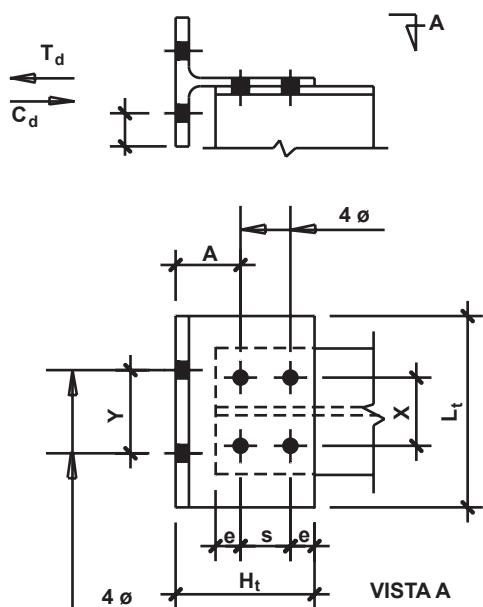
PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TM - W 250 x 80,0 H_t = 182 mm A = 67 mm	140 170 200 230	171 226 236 298	277 372 372 414	3/4" 7/8" 7/8" 1"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	75 75 75 75	110 110 110 110
TM - HP 250 x 85,0 H_t = 181 mm A = 66 mm	140 170 200 230	168 176 232 236	277 277 372 372	3/4" 3/4" 7/8" 7/8"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	75 75 75 75	110 110 110 110
TM - W 250 x 89,0 H_t = 184 mm A = 69 mm	140 170 200 230	228 295 306 -	372 471 471 -	7/8" 1" 1" -	75 80 90 -	80 100 110 -	40 40 40 -	75 75 75 -	110 110 110 -
TM - W 250 x 101,0 H_t = 187 mm A = 72 mm	140 170 200 230	234 249 316 -	372 372 480 -	7/8" 7/8" 1" -	75 80 90 -	80 100 110 -	40 40 40 -	75 75 75 -	120 120 120 -
TM - W 250 x 115,0 H_t = 189 mm A = 74 mm	140 170 200 230	255 326 --	372 480 --	7/8" 1" - -	75 80 -	80 100 -	40 40 -	75 75 -	120 120 -

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIL T W 310 x 38,7
OBTIDO DE: W 310 x 44,5
 W 310 x 52,0

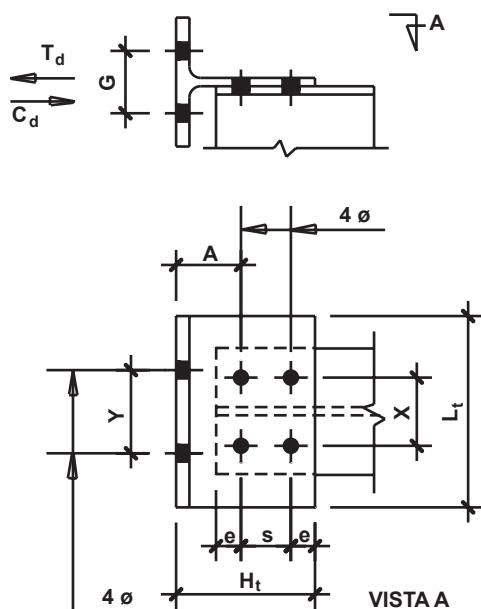
PARAFUSOS: A325N



PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TC - W 310 x 38,7 H_t = 155 mm A = 50 mm	140 170 200 230	109 135 153 155	190 190 190 190	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	30 30 30 30	75 75 75 75	85 85 85 85
TC - W 310 x 44,5 H_t = 156 mm A = 51 mm	140 170 200 230	147 161 166 168	216 216 216 216	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	30 30 30 30	75 75 75 75	85 85 85 85
TC - W 310 x 52,0 H_t = 158 mm A = 53 mm	140 170 200 230	169 - - -	249 - - -	3/4"	75 - - -	80 - - -	30 - - -	75 - - -	85 - - -
NOTAS:	1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.								

PERFIL T HP 310 x 79,0
OBTIDO DE: HP 310 x 93,0
 W 310 x 97,0
 W 310 x 107,0
 W 310 x 110,0
 W 310 x 117,0
 HP 310 x 125,0

PARAFUSOS: A325N

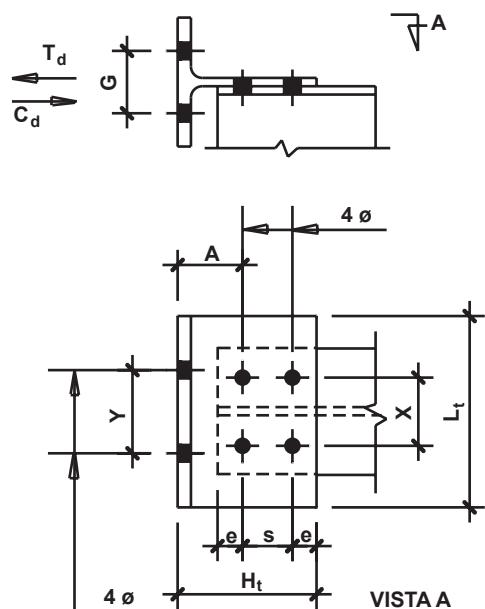


PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TM - HP 310 x 79,0 H_t = 182 mm A = 67 mm	140	106	277	3/4"	75	80	40	75	110
	170	132	277	3/4"	80	100	40	75	110
	200	159	277	3/4"	90	110	40	75	110
	230	167	277	3/4"	100	130	40	75	110
TM - HP 310 x 93,0 H_t = 182 mm A = 69 mm	140	154	277	3/4"	75	80	40	75	110
	170	171	277	3/4"	80	100	40	75	110
	200	176	277	3/4"	90	110	40	75	110
	230	230	372	7/8"	100	130	40	75	110
TM - W 310 x 97,0 H_t = 186 mm A = 71 mm	140	173	277	3/4"	75	80	40	75	110
	170	230	372	7/8"	80	100	40	75	110
	200	238	372	7/8"	90	110	40	75	110
	230	302	436	1"	100	130	40	75	110
TM - W 310 x 107,0 H_t = 188 mm A = 73 mm	140	231	372	7/8"	75	80	40	75	110
	170	241	372	7/8"	80	100	40	75	110
	200	308	480	1"	90	110	40	75	110
	230	-	-	-	-	-	-	-	-
TM - W 310 x 110,0 H_t = 186 mm A = 71 mm	140	177	277	3/4"	75	80	40	75	110
	170	236	372	7/8"	80	100	40	75	110
	200	303	480	1"	90	110	40	75	110
	230	308	480	1"	100	130	40	75	110
TM - W 310 x 117,0 H_t = 189 mm A = 74 mm	140	241	372	7/8"	75	80	40	75	110
	170	311	480	1"	80	100	40	75	110
	200	322	480	1"	90	110	40	75	110
	230	-	-	-	-	-	-	-	-
TM - HP 310 x 125,0 H_t = 188 mm A = 73 mm	140	289	372	7/8"	75	80	40	75	110
	170	309	480	1"	80	100	40	75	110
	200	-	-	-	-	-	-	-	-
	230	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIL T W 360 x 44,6
OBTIDO DE: W 360 x 51,0
 W 360 x 58,0
 W 360 x 64,0

PARAFUSOS: A325N



PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TC - W 360 x 44,6 H_t = 176 mm A = 62 mm	140 170 200 230	105 131 151 153	277 277 277 277	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	74 74 74 74	90 90 90 90
TC - W 360 x 51,0 H_t = 177 mm A = 63 mm	140 170 200 230	147 160 166 168	277 277 277 277	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	74 74 74 74	90 90 90 90
TC - W 360 x 58,0 H_t = 179 mm A = 65 mm	140 170 200 230	163 173 225 229	277 277 367 367	3/4" 3/4" 7/8" 7/8"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	74 74 74 74	90 90 90 90
TC - W 360 x 64,0 H_t = 174 mm A = 64 mm	140 170 200 230	160 169 178 181	277 277 277 277	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	35 35 35 35	75 75 75 75	100 100 100 100

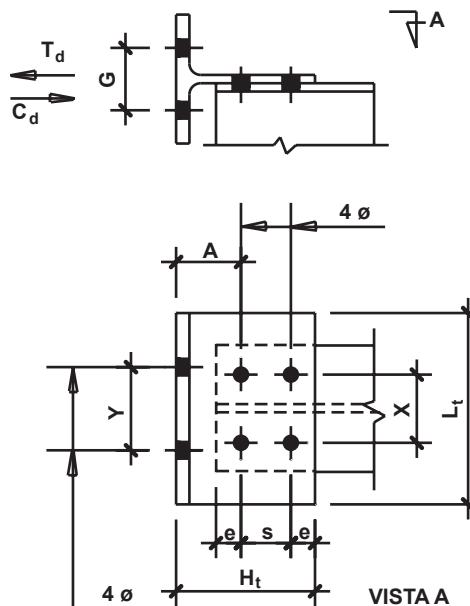
NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIL T W 360 x 72,0
OBTIDO DE: W 360 x 79,0
 W 360 x 91,0
 W 360 x 101,0

PARAFUSOS: A325N

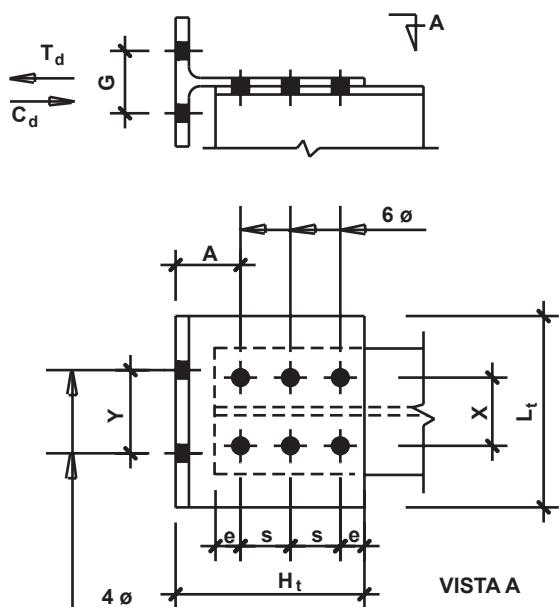


PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TC - W 360 x 72,0 H_t = 175 mm A = 65 mm	140 170 200 230	171 227 -	277 330 -	3/4" 7/8"	75 80 -	80 100 -	35 35 -	75 75 -	100 100 -
TC - W 360 x 79,0 H_t = 177 mm A = 67 mm	140 170 200 230	229 -	361 -	7/8"	75 -	80 -	35 -	75 -	100 -
TC - W 360 x 91,0 H_t = 177 mm A = 67 mm	140 170 200 230	167 221 232 -	277 365 365 -	3/4" 7/8" 7/8"	75 80 90 -	80 100 110 -	35 35 35 -	75 75 75 -	120 120 120 -
TC - W 360 x 101,0 H_t = 179 mm A = 69 mm	140 170 200 230	180 237 -	277 372 -	3/4" 7/8"	75 80 -	80 100 -	35 35 -	75 75 -	120 120 -

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIL T W 360 x 91,0
OBTIDO DE: W 360 x 101,0
 W 360 x 110,0
 W 360 x 122,0

PARAFUSOS: A325N



PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TM - W 360 x 91,0 H_t = 263 mm A = 73 mm	140 170 200 230	221 286 -	466 565 -	7/8" 1"	75 80 -	80 100 -	40 40 -	75 75 -	110 110 -
TM - W 360 x 101,0 H_t = 266 mm A = 76 mm	140 170 200 230	234 302 -	515 625 -	7/8" 1"	75 80 -	80 100 -	40 40 -	75 75 -	110 110 -
TM - W 360 x 110,0 H_t = 266 mm A = 76 mm	140 170 200 230	200 262 332 344	416 558 720 720	3/4" 7/8" 1" 1"	75 80 90 100	80 100 110 130	40 40 40 40	75 75 75 75	110 110 110 110
TM - W 360 x 122,0 H_t = 267 mm A = 77 mm	140 170 200 230	260 333 351 -	554 672 720 -	7/8" 1" 1" -	75 80 90 -	80 100 110 -	40 40 40 -	75 75 75 -	110 110 110 -

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIL T W 410 x 38,8
OBTIDO DE: W 410 x 46,1

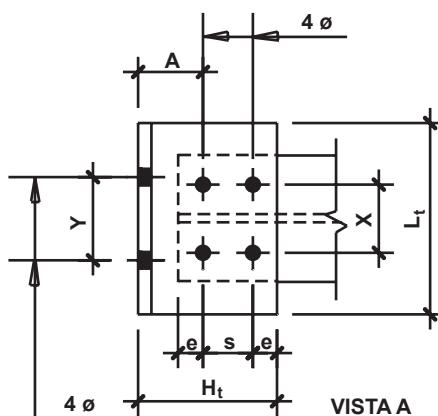
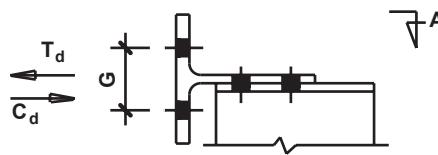
W 410 x 53,0

W 410 x 60,0

W 410 x 67,0

W 410 x 75,0

W 410 x 85,0

PARAFUSOS: A325N

PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TC - W 410 x 38,8 H_t = 199 mm A = 71 mm	140	99	277	3/4"	75	80	50	78	80
	170	118	277	3/4"	80	100	50	78	80
	200	135	277	3/4"	90	110	50	78	80
	230	137	277	3/4"	100	130	50	78	80
TC - W 410 x 46,1 H_t = 201 mm A = 73 mm	140	154	277	3/4"	75	80	50	78	80
	170	161	277	3/4"	80	100	50	78	80
	200	167	277	3/4"	90	110	50	78	80
	230	168	277	3/4"	100	130	50	78	80
TC - W 410 x 53,0 H_t = 201 mm A = 73 mm	140	131	277	3/4"	75	80	50	78	90
	170	156	277	3/4"	80	100	50	78	90
	200	161	277	3/4"	90	110	50	78	90
	230	163	277	3/4"	100	130	50	78	90
TC - W 410 x 60,0 H_t = 203 mm A = 75 mm	140	162	277	3/4"	75	80	50	78	90
	170	171	277	3/4"	80	100	50	78	90
	200	223	372	7/8"	90	110	50	78	90
	230	226	372	7/8"	100	130	50	78	90
TC - W 410 x 67,0 H_t = 204 mm A = 76 mm	140	174	277	3/4"	75	80	50	78	90
	170	231	372	7/8"	80	100	50	78	90
	200	296	480	1"	90	110	50	78	90
	230	300	480	1"	100	130	50	78	90
TC - W 410 x 75,0 H_t = 206 mm A = 78 mm	140	234	372	7/8"	75	80	50	78	90
	170	303	480	1"	80	100	50	78	90
	200	-	-	-	-	-	-	-	-
	230	-	-	-	-	-	-	-	-
TC - W 410 x 85,0 H_t = 208 mm A = 80 mm	140	256	372	7/8"	75	80	50	78	90
	170	329	480	1"	80	100	50	78	90
	200	-	-	-	-	-	-	-	-
	230	-	-	-	-	-	-	-	-

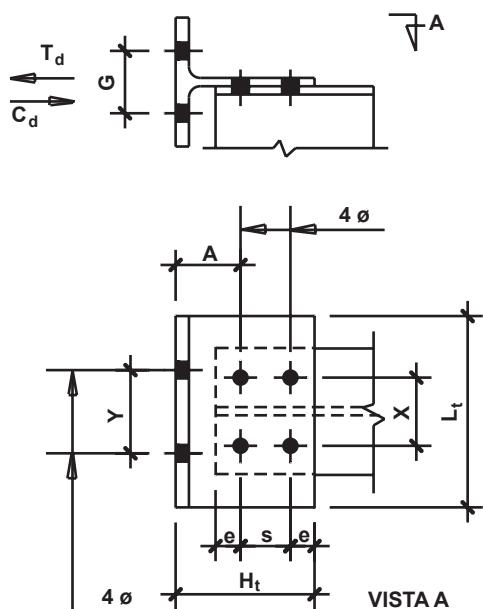
NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIL T W 460 x 52,0
OBTIDO DE: W 460 x 60,0
 W 460 x 68,0
 W 460 x 74,0
 W 460 x 82,0
 W 460 x 97,0
 W 460 x 106,0

PARAFUSOS: A325N

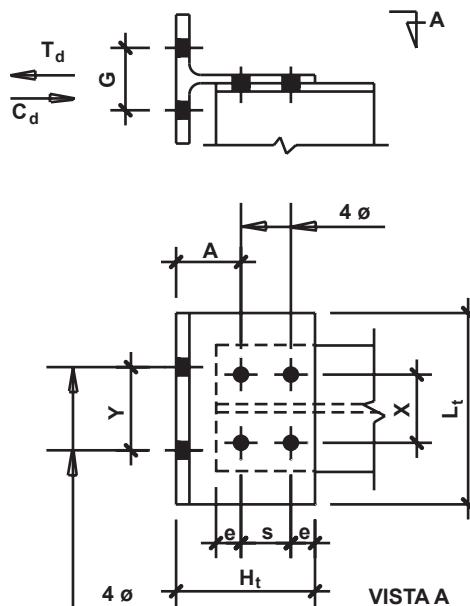


PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TC - W 460 x 52,0 H_t = 225 mm A = 74 mm	140 170 200 230	139 156 161 162	277 277 277 277	3/4" 3/4" 3/4" 3/4"	75 80 90 100	80 100 110 130	51 51 51 51	100 100 100 100	85 85 85 85
TC - W 460 x 60,0 H_t = 227 mm A = 76 mm	140 170 200 230	168 223 231 289	277 372 372 480	3/4" 7/8" 7/8" 1"	75 80 90 100	80 100 110 130	51 51 51 51	100 100 100 100	85 85 85 85
TC - W 460 x 68,0 H_t = 229 mm A = 78 mm	140 170 200 230	232 301 312 -	372 480 480 -	7/8" 1" 1" -	75 80 90 -	80 100 110 -	51 51 51 -	100 100 100 -	85 85 85 -
TC - W 460 x 74,0 H_t = 228 mm A = 77 mm	140 170 200 230	176 234 242 246	277 372 372 372	3/4" 7/8" 7/8" 7/8"	75 80 90 100	80 100 110 130	51 51 51 51	100 100 100 100	90 90 90 90
TC - W 460 x 82,0 H_t = 230 mm A = 79 mm	140 170 200 230	235 305 --	372 480 -	7/8" 1" -	75 80 -	80 100 -	51 51 -	100 100 -	90 90 -
TC - W 460 x 97,0 H_t = 233 mm A = 82 mm	140 170 200 230	249 320 --	372 480 -	7/8" 1" -	75 80 -	80 100 -	51 51 -	100 100 -	100 100 -
TC - W 460 x 106,0 H_t = 234 mm A = 83 mm	140 170 200 230	320 --	480 -	1"	75 -	80 -	51 -	100 -	100 -

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIL T W 530 x 66,0
OBTIDO DE: W 530 x 72,0
 W 530 x 74,0
 W 530 x 82,0

PARAFUSOS: A325N



PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TC - W 530 x 66,0 H_t = 262 mm A = 80 mm	140	146	277	3/4"	75	80	57	125	90
	170	159	277	3/4"	80	100	57	125	90
	200	164	277	3/4"	90	110	57	125	90
	230	167	277	3/4"	100	130	57	125	90
TC - W 530 x 72,0 H_t = 262 mm A = 80 mm	140	115	277	3/4"	75	80	57	125	100
	170	144	277	3/4"	80	100	57	125	100
	200	159	277	3/4"	90	110	57	125	100
	230	161	277	3/4"	100	130	57	125	100
TC - W 530 x 74,0 H_t = 264 mm A = 82 mm	140	168	277	3/4"	75	80	57	125	90
	170	233	372	7/8"	80	100	57	125	90
	200	231	372	7/8"	90	110	57	125	90
	230	289	480	1"	100	130	57	125	90
TC - W 530 x 82,0 H_t = 264 mm A = 82 mm	140	161	277	3/4"	75	80	57	125	100
	170	169	277	3/4"	80	100	57	125	100
	200	223	372	7/8"	90	110	57	125	100
	230	227	372	7/8"	100	130	57	125	100

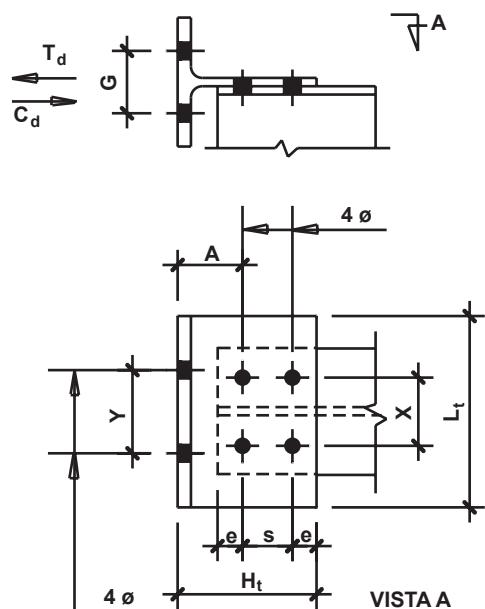
NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIL T W 530 x 85,0
OBTIDO DE: W 530 x 92,0
 W 530 x 101,0
 W 530 x 109,0

PARAFUSOS: A325N

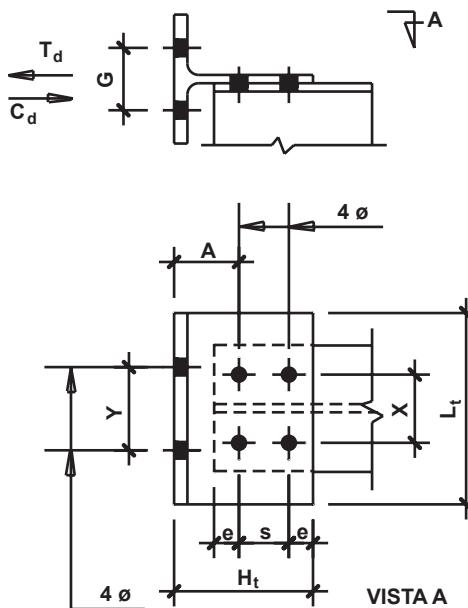


PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TC - W 530 x 85,0 H_t = 267 mm A = 85 mm	140 170 200 230	237 307 - -	372 480 - -	7/8" 1"	75 80 - -	80 100 - -	57 57 - -	125 125 - -	90 90 - -
TC - W 530 x 92,0 H_t = 266 mm A = 84 mm	140 170 200 230	176 233 299 305	277 372 480 480	3/4" 7/8" 1" 1"	75 80 90 100	80 100 110 130	57 57 57 57	125 125 125 125	100 100 100 100
TC - W 530 x 101,0 H_t = 268 mm A = 88 mm	140 170 200 230	190 250 319 326	277 372 480 480	3/4" 7/8" 1" 1"	75 80 90 100	80 100 110 130	55 55 55 55	125 125 125 125	100 100 100 100
TC - W 530 x 109,0 H_t = 269 mm A = 90 mm	140 170 200 230	248 319 336 -	372 480 480 -	7/8" 1" 1" -	75 80 90 -	80 100 110 -	55 55 55 -	125 125 125 -	100 100 100 -

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

PERFIL T W 610 x 101,0
OBTIDO DE: W 610 x 113,0
 W 610 x 125,0
 W 610 x 140,0
 W 610 x 155,0

PARAFUSOS: A325N



PERFIS	L _t (mm)	T _d (kN)	C _d (kN)	Paraf. Ø	X (mm)	Y (mm)	e (mm)	s (mm)	G (mm)
TC - W 610 x 101,0 H_t = 302 mm A = 92 mm	140	165	277	3/4"	75	80	60	150	110
	170	174	277	3/4"	80	100	60	150	110
	200	228	372	7/8"	90	110	60	150	110
	230	288	480	1"	100	130	60	150	110
TC - W 610 x 113,0 H_t = 304 mm A = 94 mm	140	225	372	7/8"	75	80	60	150	110
	170	291	480	1"	80	100	60	150	110
	200	304	480	1"	90	110	60	150	110
	230	-	-	-	-	-	-	-	-
TC - W 610 x 125,0 H_t = 305 mm A = 95 mm	140	244	372	7/8"	75	80	60	150	110
	170	313	480	1"	80	100	60	150	110
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC - W 610 x 140,0 H_t = 308 mm A = 98 mm	140	305	480	1"	75	80	60	150	120
	170	326	480	1"	80	100	60	150	120
	200	-	-	-	-	-	-	-	-
	230	-	-	-	-	-	-	-	-
TC - W 610 x 155,0 H_t = 305 mm A = 95 mm	140	228	372	7/8"	75	80	60	150	130
	170	239	372	7/8"	80	100	60	150	130
	200	305	480	1"	90	110	60	150	130
	230	-	-	-	-	-	-	-	-
NOTAS: 1 - Dimensões em mm. 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008. 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.									

8.6 - TABELAS DE RESISTÊNCIA DO PERFIL "T" A TRAÇÃO - LMTS

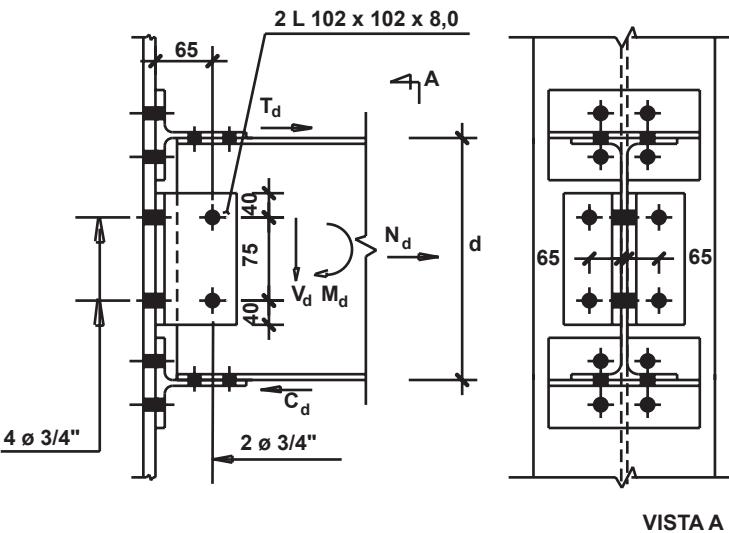
PERFIS
DA VIGA:

PARAFUSOS: A325N

CONDIÇÕES:

$$\frac{M_d}{d} + \frac{N_d}{2} \leq T_d$$

$$\frac{M_d}{d} - \frac{N_d}{2} \leq C_d$$



Perfis da Viga	V_d (kN)	Perfil T	T_d (kN)	C_d (kN)
W 310 x 38,7	177	TM - W 250 x 44,8 - $L_t = 200$ TC - W 460 x 68,0 - $L_t = 200$ TC - W 460 x 68,0 - $L_t = 170$ TC - W 530 x 85,0 - $L_t = 170$	233 312 301 307	353 480 480 480
W 310 x 44,5	201	TC - W 460 x 68,0 - $L_t = 170$ TC - W 460 x 68,0 - $L_t = 200$ TC - W 530 x 85,0 - $L_t = 170$	301 312 307	480 480 480

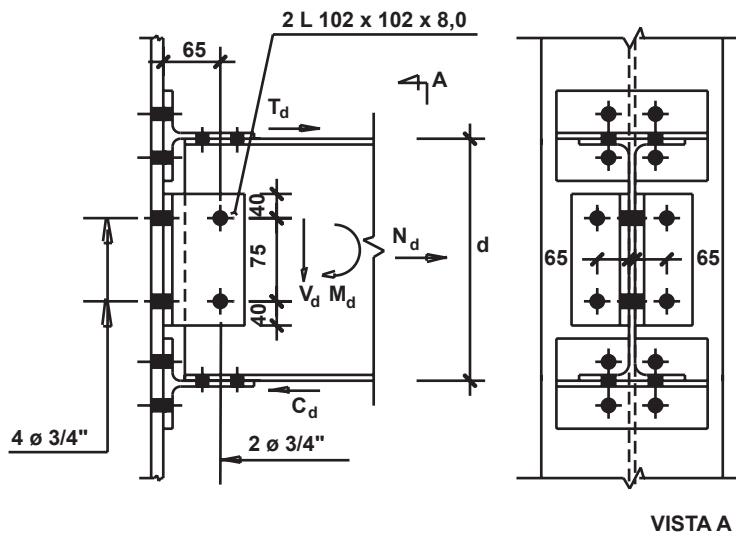
PERFIS DA VIGA: W 360 x 44,6
W 360 x 51,0

PARAFUSOS: A325N

CONDIÇÕES:

$$\frac{M_d}{d} + \frac{N_d}{2} \leq T_d$$

$$\frac{M_d}{d} - \frac{N_d}{2} \leq C_d$$



Perfis da Viga	V _d (kN)	Perfil T	T _d (kN)	C _d (kN)
W 360 x 44,6	210	TC - W 410 x 67,0 - L _t = 200 TC - W 410 x 75,0 - L _t = 170 TC - W 460 x 68,0 - L _t = 170 TC - W 460 x 68,0 - L _t = 200 TC - W 460 x 74,0 - L _t = 200 TC - W 460 x 82,0 - L _t = 170 TC - W 530 x 85,0 - L _t = 170	296 303 301 312 242 305 307	480 480 480 480 372 480 480
W 360 x 51,0	219	TC - W 460 x 68,0 - L _t = 200 TC - W 530 x 85,0 - L _t = 170	312 307	480 480

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

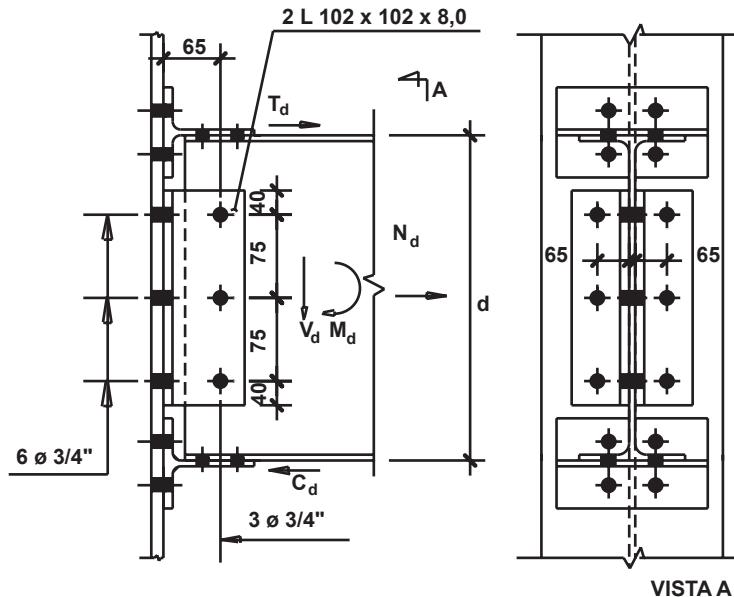
PERFIS DA VIGA:
W 410 x 38,8
W 410 x 46,1
W 410 x 53,0

PARAFUSOS: A325N

CONDIÇÕES:

$$\frac{M_d}{d} + \frac{N_d}{2} \leq T_d$$

$$\frac{M_d}{d} - \frac{N_d}{2} \leq C_d$$



Perfis da Viga	V_d (kN)	Perfil T	T_d (kN)	C_d (kN)
W 410 x 38,8	292	TM - W 250 x 44,8 - $L_t = 170$ TC - W 410 x 67,0 - $L_t = 170$ TC - W 410 x 75,0 - $L_t = 140$ TC - W 410 x 75,0 - $L_t = 170$ TC - W 460 x 60,0 - $L_t = 170$ TC - W 460 x 68,0 - $L_t = 140$ TC - W 460 x 68,0 - $L_t = 170$ TC - W 530 x 74,0 - $L_t = 170$ TC - W 530 x 85,0 - $L_t = 140$	226 231 234 303 223 232 301 223 237	353 372 372 480 372 372 480 372 372
W 410 x 46,1	320	TC - W 410 x 75,0 - $L_t = 170$ TC - W 460 x 68,0 - $L_t = 170$ TC - W 530 x 85,0 - $L_t = 140$ TC - W 530 x 85,0 - $L_t = 170$	303 301 237 307	480 480 372 480
W 410 x 53,0	339	TC - W 410 x 75,0 - $L_t = 170$ TC - W 530 x 85,0 - $L_t = 170$	303 307	480 480

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.

3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

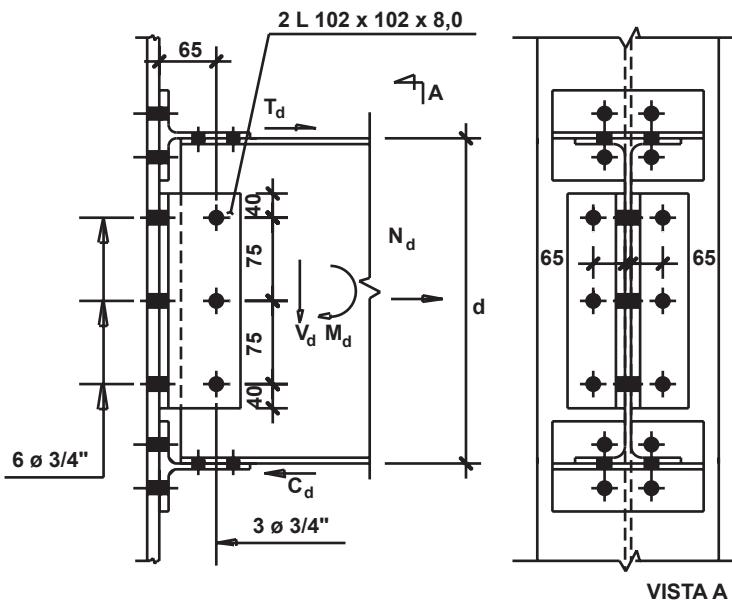
PERFIS DA VIGA: W 460 x 52,0
W 460 x 60,0

PARAFUSOS: A325N

CONDIÇÕES:

$$\frac{M_d}{d} + \frac{N_d}{2} \leq T_d$$

$$\frac{M_d}{d} - \frac{N_d}{2} \leq C_d$$



Perfis da Viga	V _d (kN)	Perfil T	T _d (kN)	C _d (kN)
W 460 x 52,0	339	TM - W 250 x 89,0 - L _t = 170 TC - W 410 x 75,0 - L _t = 170 TC - W 460 x 68,0 - L _t = 170 TC - W 460 x 82,0 - L _t = 170 TC - W 530 x 85,0 - L _t = 170 TC - W 610 x 113,0 - L _t = 170	295 303 301 305 307 291	471 480 480 480 480 480
W 460 x 60,0	339	TC - W 530 x 85,0 - L _t = 170	307	480

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

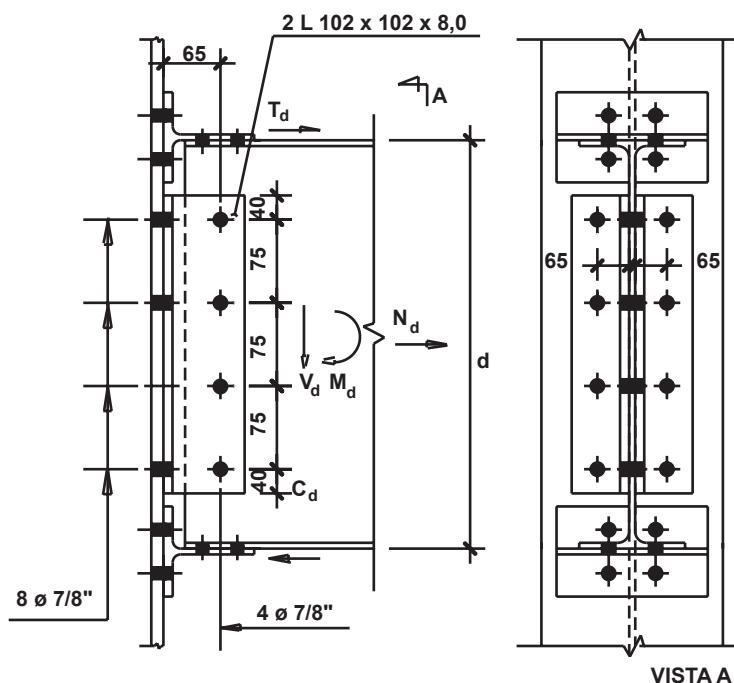
PERFIS DA VIGA: W 530 x 66,0
W 530 x 72,0

PARAFUSOS: A325N

CONDIÇÕES:

$$\frac{M_d}{d} + \frac{N_d}{2} \leq T_d$$

$$\frac{M_d}{d} - \frac{N_d}{2} \leq C_d$$

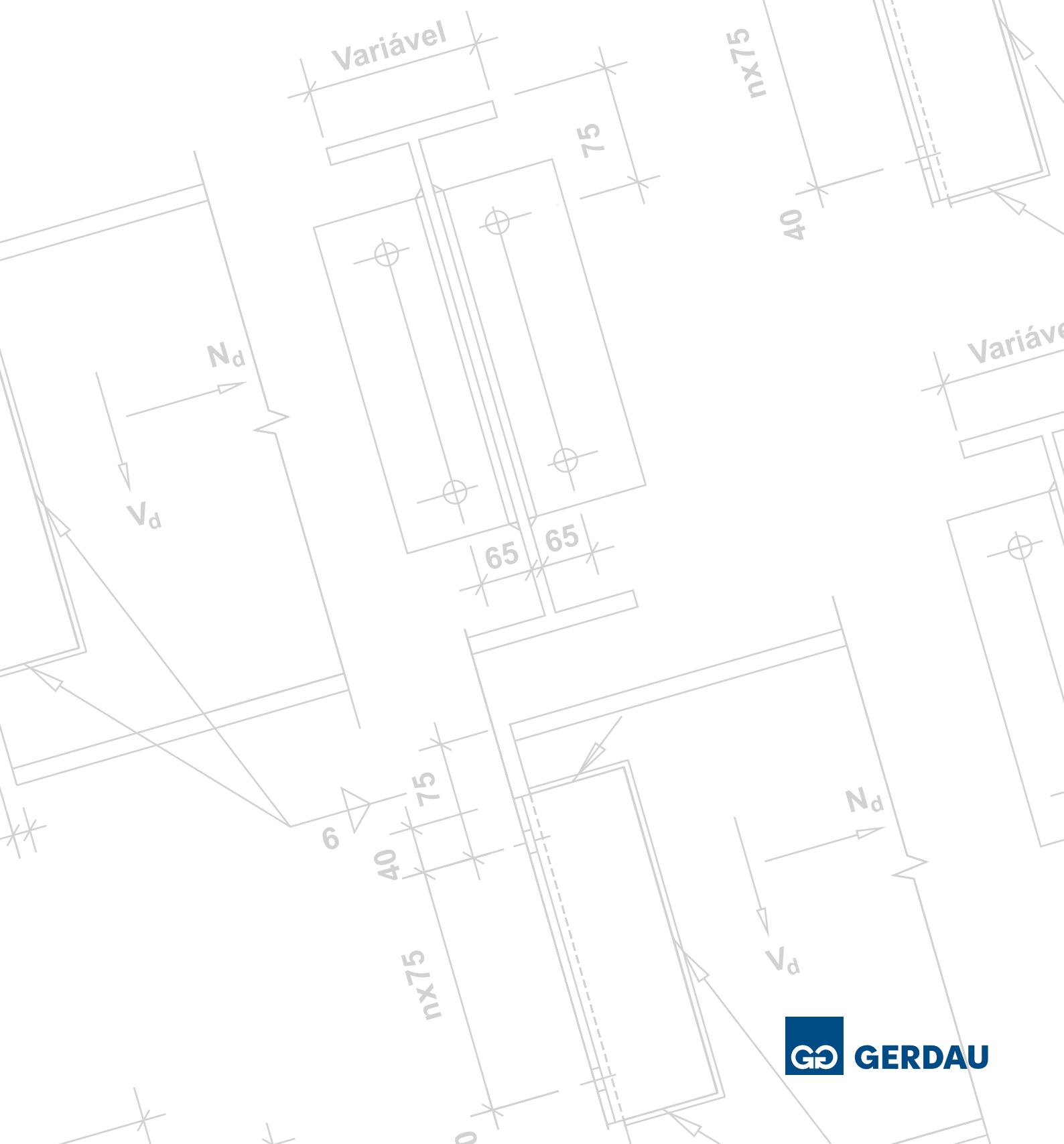


Perfis da Viga	V _d (kN)	Perfil T	T _d (kN)	C _d (kN)
W 530 x 66,0	572	TC - W 410 x 75,0 - L _t = 170 TC - W 460 x 68,0 - L _t = 170 TC - W 460 x 68,0 - L _t = 200 TC - W 460 x 82,0 - L _t = 170 TC - W 530 x 85,0 - L _t = 170 TC - W 530 x 92,0 - L _t = 200 TC - W 610 x 113,0 - L _t = 200	303 301 312 305 307 299 304	480 480 480 480 480 480 480
W 530 x 72,0	572	TC - W 460 x 68,0 - L _t = 200	312	480

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

9

EMENDA DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU EP 1 / EP 2



9 - EMENDA DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU – EP 1 / EP 2

9.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foram elaboradas duas tabelas para emenda de pilares.

- A primeira tabela, denominada EP 1 (Emenda de Pilares Gerdau tipo 1), consiste de detalhes de emenda onde os dois trechos ligados possuem a mesma distância entre faces internas de mesas, "h".
- A segunda tabela, denominada EP 2 (Emenda de Pilares Gerdau tipo 2), consiste de detalhes de emenda onde os dois trechos ligados possuem distâncias diferentes entre faces internas de mesas.

Ambas soluções possuem uma cantoneira parafusada nas duas partes a serem ligadas, que tem a finalidade de posicionar o trecho superior durante a soldagem .

9.1.1 Disposições construtivas

É utilizado o critério adotado pelo AISC 13^a edição, páginas 14-40 e 14-41, para Perfis com alturas nominais diferindo em mais de 50 mm .

Para as emendas de Perfis W 150 e W 200, é utilizada a espessura da chapa de topo igual a 37,5 mm; para os demais Perfis, é utilizada espessura de chapa igual a 50 mm.

É utilizada para todos os casos uma cantoneira auxiliar L 102 x 102 x 9,5 com gabarito de furação de 65 mm nas duas mesas.

Todas as soldas sujeitas a esforços solicitantes de cálculo são de penetração total.

9.1.2 Limitações

Para as tabelas EP 1 e EP 2, deve-se ter $b_{fi} \geq b_{fs}$ e $t_{fi} \geq t_{fs}$, onde b_{fi} e t_{fi} são largura e espessura da mesa do Perfil inferior, respectivamente e b_{fs} e t_{fs} são largura e espessura da mesa do Perfil superior, respectivamente.

Para a tabela EP 2, as alturas nominais dos Perfis não podem diferir em mais do que 50 mm.

9.2 - EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO

9.2.1 - Determinar a emenda do pilar onde o trecho inferior é o Perfil

W 310 x 117,0 e o trecho superior HP 310 x 79,0. Notar que são atendidas as condições $b_{fi} \geq b_{fs}$ e $t_{fi} \geq t_{fs}$.

SOLUÇÃO:

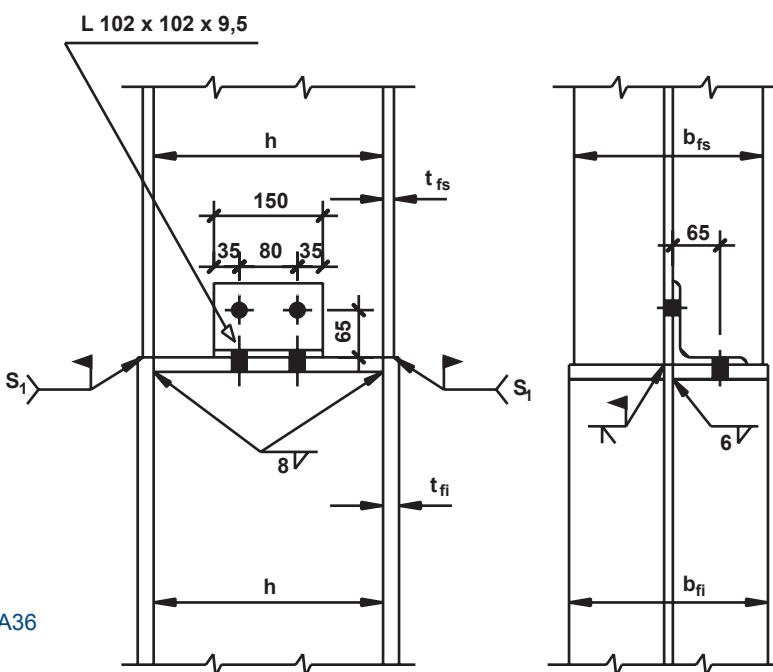
Como os Perfis têm a mesma altura entre mesas “h”, deverá ser utilizada a tabela EP 1 que contém os Perfis W 310 e HP 310.

9.2.2 - Determinar a emenda do pilar onde o trecho inferior é o Perfil W 410 x 75,0 e o trecho superior W 360 x 32,9. Notar que são atendidas as condições $b_{fi} \geq b_{fs}$ e $t_{fi} \geq t_{fs}$.

SOLUÇÃO:

Verifica-se que a diferença entre as alturas nominais dos Perfis é de $410 - 360 = 50$ mm, portanto, pode ser utilizada a tabela EP 2 para Perfil do pilar superior W 360, onde é especificada a espessura da chapa de topo de 50 mm e soldas de penetração conforme a figura da tabela.

9.3 - TABELAS PARA EMENDAS DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU - EP 1

PERFIS DO PILAR SUPERIOR**W 200****HP 200****W 250****HP 250****W 310****HP 310****W 360****W 410****W 460****W 530****W 610**CHAPA: Ch 12,5 ASTM A36PARAFUSOS: 4 ø 3/4" A325NSOLDAS: ELETRODO E70XX

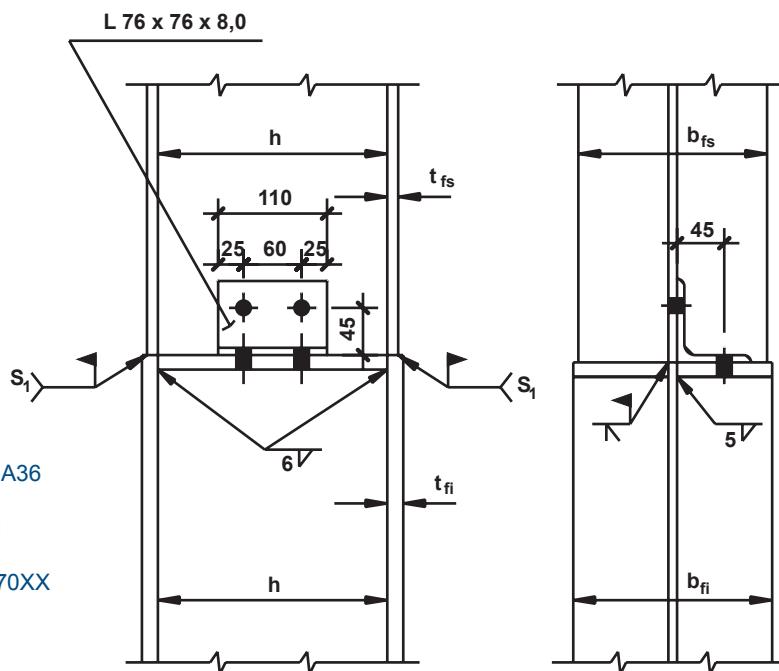
PERFIS DO PILAR SUPERIOR	s_1	PERFIS DO PILAR SUPERIOR	s_1	PERFIS DO PILAR SUPERIOR	s_1
W 200 x 86	↖			W 460 x 106,0	↖
W 200 (demais)	↖	HP 310	↖	W 460 (demais)	↖
HP 200	↖	W 360 x 101,0	↖	W 530 (demais)	↖
		W 360 x 110,0	↖	W 530 x 101,0 - W 530 x 109,0	↖
W 250 x 101,0 - W 250 x 115,0	↖	W 360 x 122,0	↖	W 610 x 101,0	↖
W 250 (demais)	↖				
HP 250	↖	W 360 (demais)	↖	W 610 x 113,0	↖
W 310 x 117,0	↖	W 410 x 85,0	↖	W 610 x 125,0	↖
		W 410 (demais)	↖	W 610 x 140,0	↖
W 310 (demais)	↖	W 460 x 89,0	↖	W 610 x 155,0	↖
		W 460 x 97,0	↖	W 610 x 176,0	↖

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - A cantoneira serve apenas para posicionamento, não garantindo a estabilidade durante a montagem.
- 3 - Esta tabela é válida para emenda de pilares cujos Perfis têm alturas entre abas "h" iguais.

**PERFIS
DO PILAR
SUPERIOR**

W 150



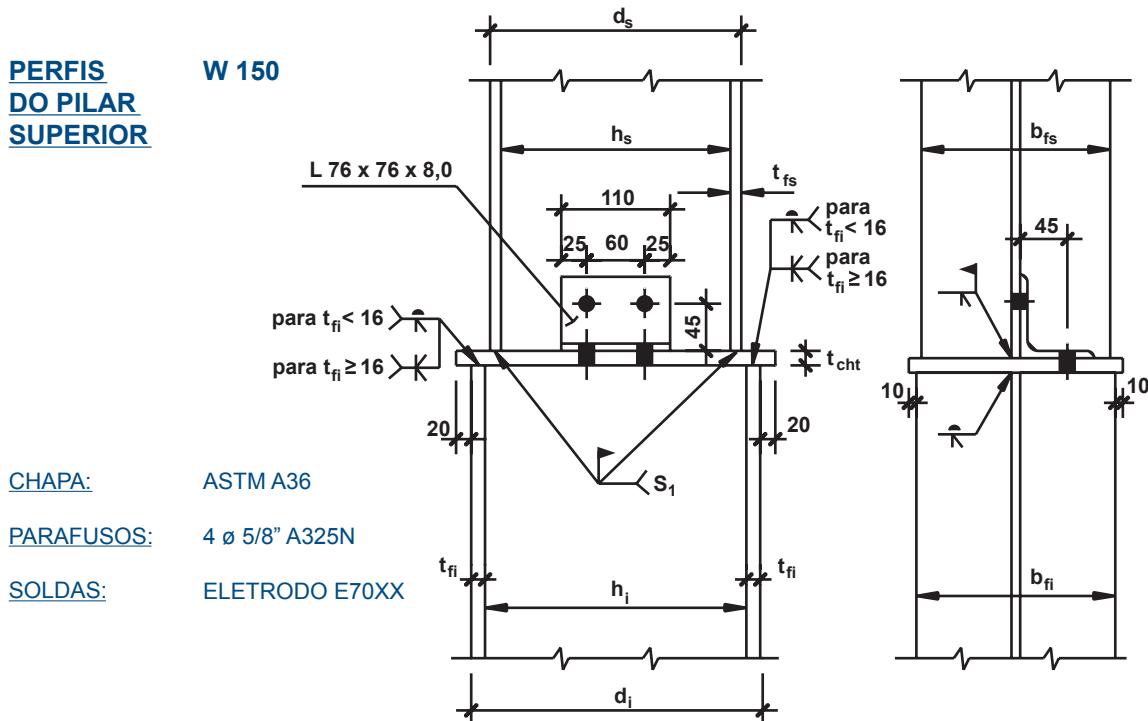
CHAPA: Ch 12,5 ASTM A36

PARAFUSOS: 4 ø 5/8" A325N

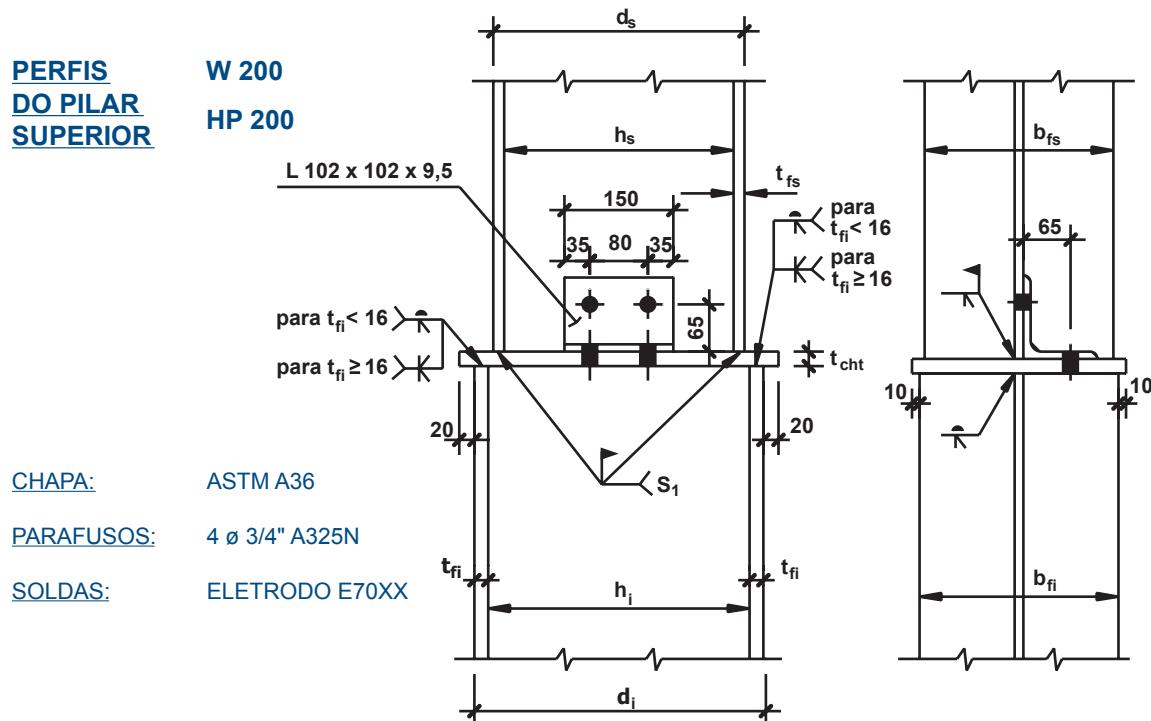
SOLDAS: ELETRODO E70XX

PERFIS DO PILAR SUPERIOR	S ₁	PERFIS DO PILAR SUPERIOR	S ₁	PERFIS DO PILAR SUPERIOR	S ₁
W 150	↖				
NOTAS:	1 - Dimensões em mm.				
	2 - A cantoneira serve apenas para posicionamento, não garantindo a estabilidade durante a montagem.				
	3 - Esta tabela é válida para emenda de pilares cujos Perfis têm alturas entre abas "h" iguais.				

9.4 - TABELAS PARA EMENDAS DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU - EP 2



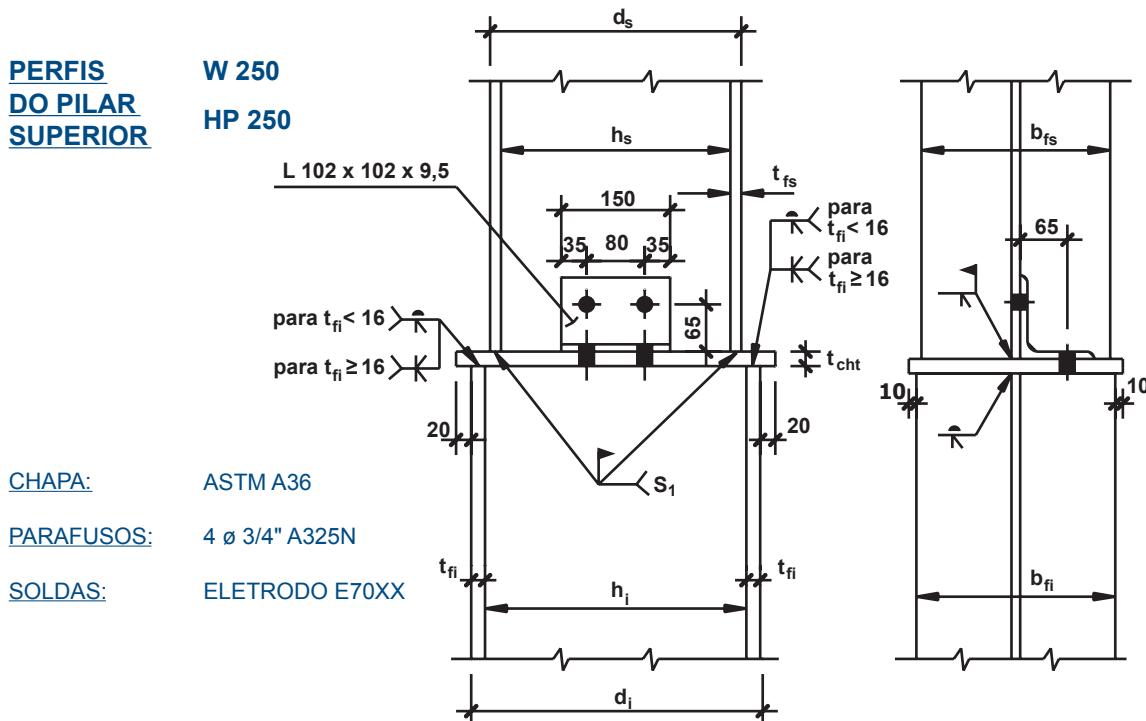
PERFIS DO PILAR SUPERIOR	PERFIS DO PILAR INFERIOR	ESPESSURA DA CHAPA t_{cht} (mm)	S_1
W 150	W 200	37,5	—
NOTAS: 1 - Dimensões em mm. 2 - A cantoneira serve apenas para posicionamento, não garantindo a estabilidade durante a montagem.			



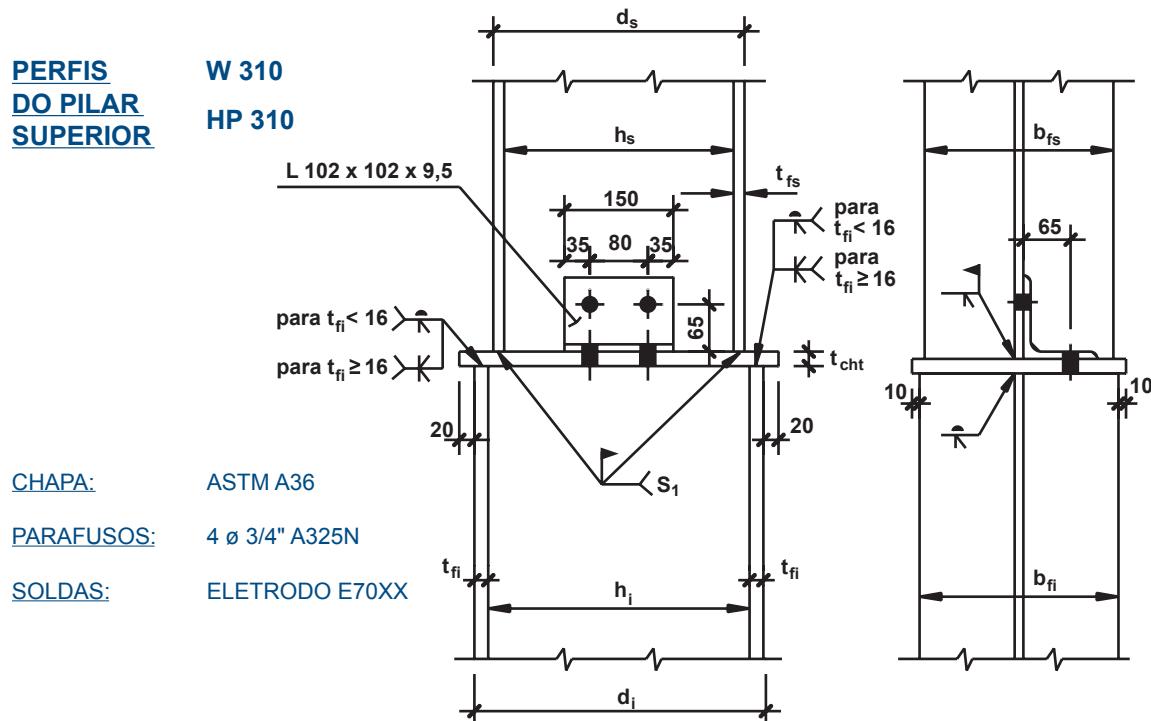
PERFIS DO PILAR SUPERIOR	PERFIS DO PILAR INFERIOR	ESPESSURA DA CHAPA t_{cht} (mm)	s_1
W 200	W 250	37,5	↖
W 200	HP 250	37,5	↖
HP 200	W 250	37,5	↖
HP 200	HP 250	37,5	↖

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - A cantoneira serve apenas para posicionamento, não garantindo a estabilidade durante a montagem.



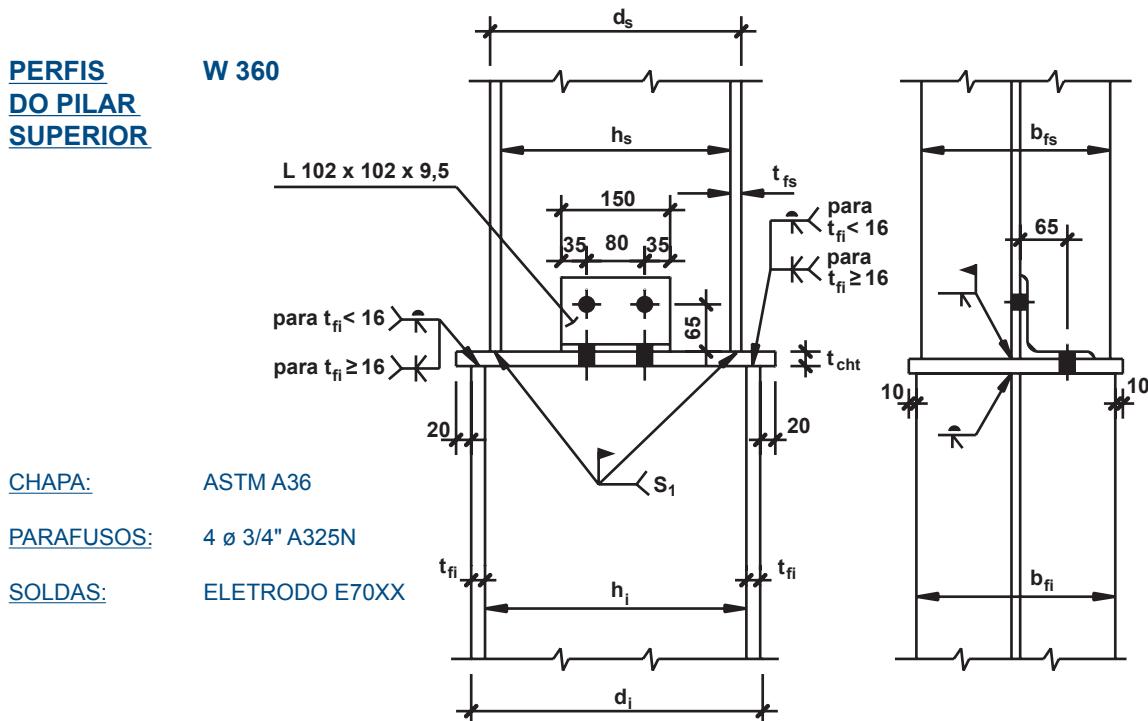
PERFIS DO PILAR SUPERIOR	PERFIS DO PILAR INFERIOR	ESPESSURA DA CHAPA t_{cht} (mm)	s_1
W 250	W 310	50	↖
W 250	HP 310	50	↖
HP 250	W 310	50	↖
HP 250	HP 310	50	↖
NOTAS: 1 - Dimensões em mm. 2 - A cantoneira serve apenas para posicionamento, não garantindo a estabilidade durante a montagem.			



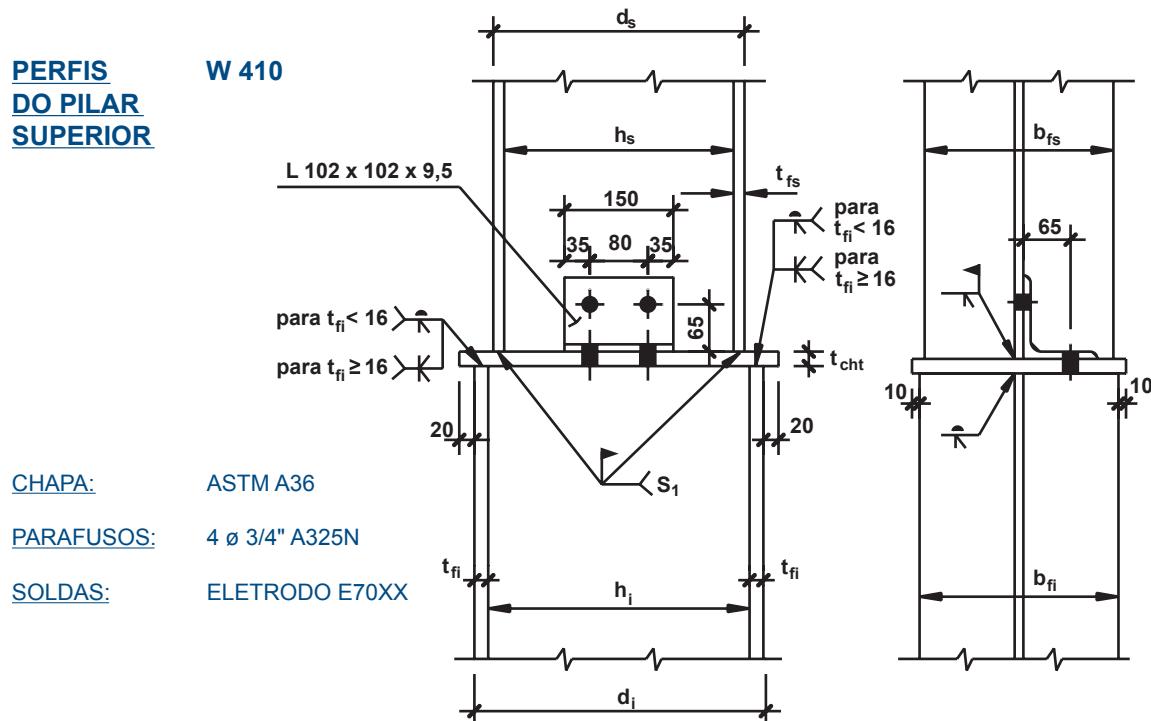
PERFIS DO PILAR SUPERIOR	PERFIS DO PILAR INFERIOR	ESPESSURA DA CHAPA t_{cht} (mm)	s_1
W 310 x 117,0	W 360	50	↖
W 310 (demais)	W 360	50	↖
HP 310	W 360	50	↖

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.

2 - A cantoneira serve apenas para posicionamento, não garantindo a estabilidade durante a montagem.



PERFIS DO PILAR SUPERIOR	PERFIS DO PILAR INFERIOR	ESPESSURA DA CHAPA t_{cht} (mm)	s_1
W 360 x 110,0	W 410	50	↖
W 360 x 122,0	W 410	50	↖
W 360 (demais)	W 410	50	↖
<u>NOTAS:</u> 1 - Dimensões em mm. 2 - A cantoneira serve apenas para posicionamento, não garantindo a estabilidade durante a montagem.			

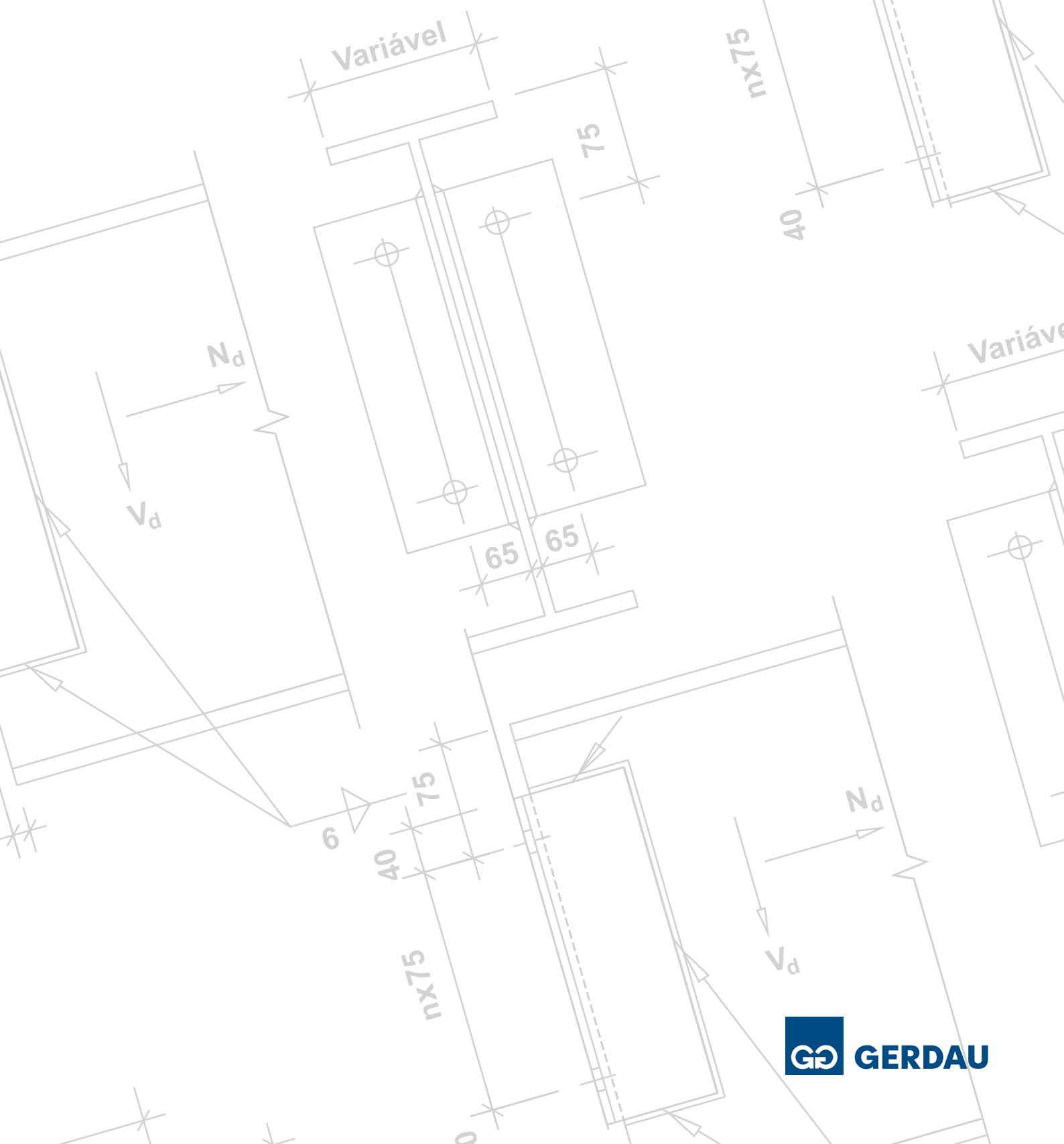


PERFIS DO PILAR SUPERIOR	PERFIS DO PILAR INFERIOR	ESPESSURA DA CHAPA t_{cht} (mm)	s_1
W 410	W 460	50	—

NOTAS: 1 - Dimensões em mm.
2 - A cantoneira serve apenas para posicionamento, não garantindo a estabilidade durante a montagem.

BASES ROTULADAS DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU PBR

10



10 - BASES ROTULADAS DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU - PBR

10.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foram padronizados detalhes de bases que transmitem às fundações apenas esforços axiais de compressão e forças horizontais.

10.1.1 - Disposições construtivas

São utilizados dois chumbadores posicionados entre as mesas dos Perfis, sendo os seus diâmetros construtivamente compatíveis com a espessura da placa de base.

Poderá ser colocada uma porca adicional em cada chumbador, abaixo da placa de base, para auxiliar no nivelamento das bases.

10.1.2 - Limitações

Os blocos de concreto onde se apoiam os pilares deverão ter obrigatoriamente dimensões em planta iguais ou superiores aos valores A_{bc} e B_{bc} indicados na figura da tabela.

A resistência de cálculo da base às forças horizontais, independentemente de suas direções, pode ser tomada igual a 10% da força de cálculo atuante N_d .

10.2 - VERIFICAÇÕES DE CÁLCULO

- Tensão no concreto do bloco
- Flexão da placa de base

10.3 - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO

Determinar a placa de base para um pilar em Perfil W 310 x 52,0 sujeito a uma carga vertical de compressão de cálculo de 1300 kN (CP = 500 kN; SC = 400 kN). O concreto do bloco onde se apoia o pilar tem $f_{ck} = 20$ MPa.

SOLUÇÃO:

$$N_d = 500 \times 1,4 + 400 \times 1,5 = 1300 \text{ kN}$$

Na tabela de ligação PBR para o W 310 x 52,0 verifica-se que o valor máximo para essa ligação é de 1833 kN, portanto o detalhe indicado nessa tabela é adequado.

10.4 - FÓRMULAS

$$f_c = (N_d / A_{pb} B_{pb})$$

- Tensão no concreto do bloco (NBR 8800:2008 – item 6.6.5)

$$f_c \leq f_{ck} \sqrt{A_2/A_1} / (1,4 \times 1,4) \leq f_{ck}$$

em que A_1 = área da região comprimida do concreto sob a placa de base
 A_2 = área com contorno homotético em relação ao contorno de A_1 contida no bloco de concreto

- Flexão da placa de base

$$t_c \geq \sqrt{6 M_{max} / (1,25 f_y / 1,1)}$$

M_{max} = momento fletor máximo de cálculo na placa de base

Nota: Foram adotados para os chumbadores um diâmetro mínimo de:

- Para grupos de Perfis com placas de base de espessuras máximas $t_{pb} = 31,5$ mm - chumbadores de 1"
- Para grupos de Perfis com placas de base de espessuras máximas $t_{pb} > 31,5$ mm - chumbadores de 1 ½"

10.5 - TABELAS DE BASES ROTULADAS DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU - PBR

PERFIS: **W 150 x 22,5**
W 150 x 29,8
W 150 x 37,1

PLACA DE BASE: ASTM A36

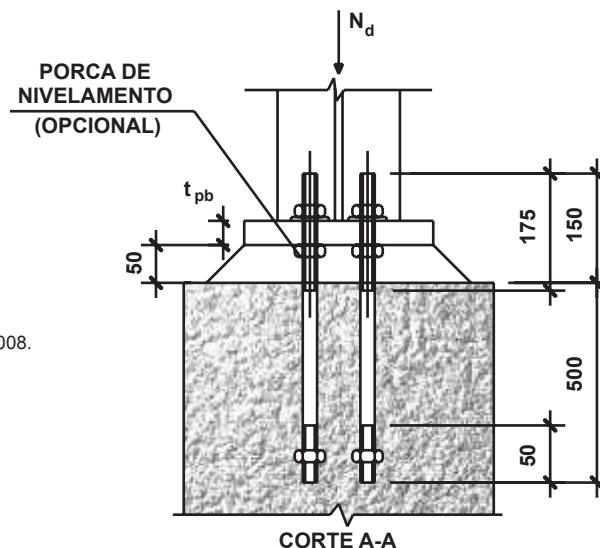
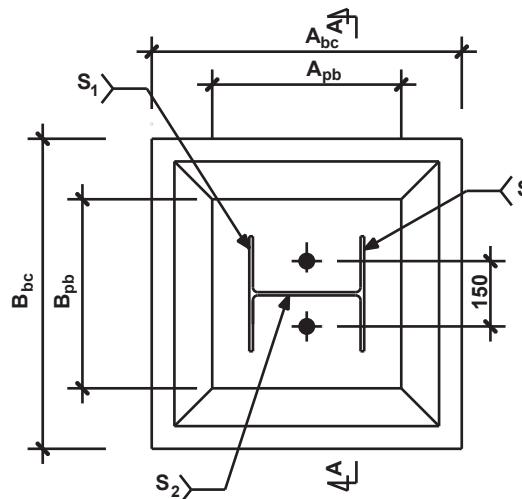
CHUMBADORES: 2 ø 1" ASTM A36

SOLDAS: ELETRODO E70XX
 Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—>).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 150 x 22,5	250	250	350	350	—>	—>	16,0	367
	250	250	350	350	—>	—>	19,0	518
W 150 x 29,8	250	250	350	350	—>	—>	19,0	525
	250	250	350	350	—>	—>	25,0	857
W 150 x 37,1	250	250	350	350	—>	—>	19,0	531
	250	250	400	400	—>	—>	25,0	920
	300	250	400	350	—>	—>	31,5	979

PERFIS: **W 200 x 35,9**
W 200 x 41,7
W 200 x 46,1

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1" ASTM A36

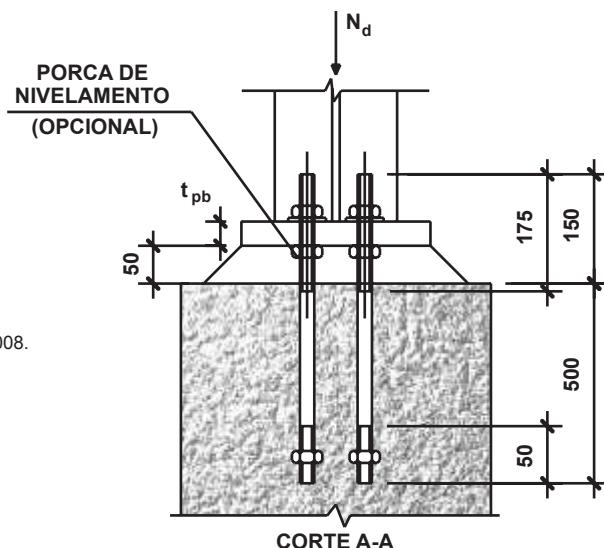
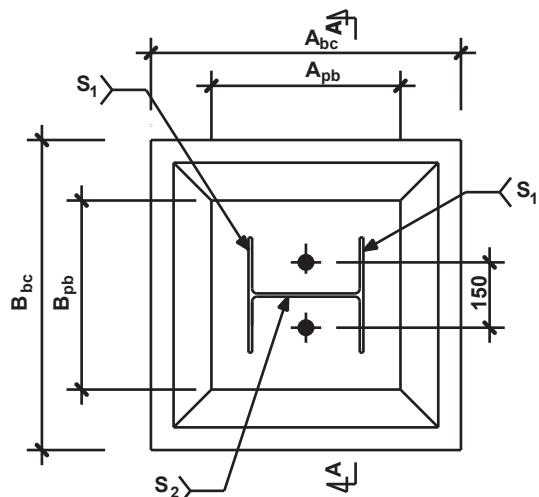
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20 \text{ Mpa}$

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras $\geq 16\text{mm}$ podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 200 x 35,9	250	250	350	350	→	→	19,0	614
	300	250	400	350	→	6 →	25,0	979
W 200 x 41,7	250	250	350	350	→	→	19,0	622
	350	300	450	400	→	6 →	25,0	889
	350	300	450	400	→	→	31,5	1322
W 200 x 46,1	250	250	350	350	→	→	19,0	830
	300	300	450	450	→	→	25,0	1125
	350	300	450	400	→	→	31,5	1322

PERFIS:

- W 200 x 52,0**
- HP 200 x 53,0**
- W 200 x 59,0**
- W 200 x 71,0**
- W 200 x 86,0**

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1 1/2" ASTM A36

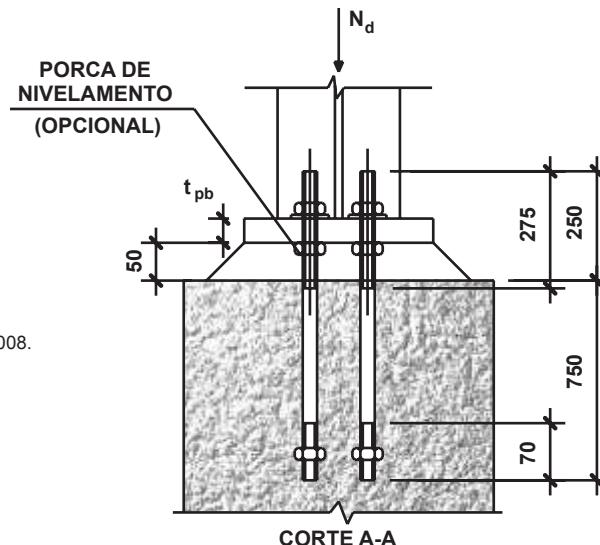
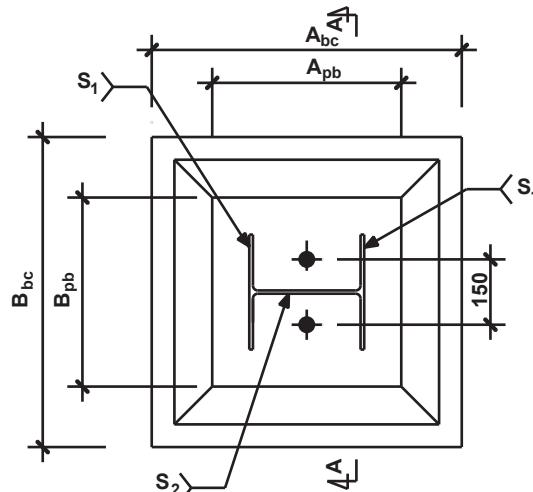
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—>).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	s_1	s_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 200 x 52,0	250	250	350	350			19,0	813
	350	300	450	400			25,0	1044
	350	350	450	450			37,5	1543
HP 200 x 53,0	250	250	350	350			19,0	809
	350	300	450	400			25,0	1019
	350	350	450	450			37,5	1543
W 200 x 59,0	250	250	450	450			25,0	1102
	350	300	600	600			31,5	1740
	350	350	600	600			37,5	1885
W 200 x 71,0	250	250	450	450			25,0	1147
	350	350	450	450			31,5	1342
	350	350	600	600			37,5	1902
W 200 x 86,0	350	300	600	600			31,5	1763
	350	350	600	600			37,5	1953
	400	400	700	700			50,0	2743

PERFIS:

- HP 250 x 62,0**
- W 250 x 73,0**
- W 250 x 80,0**
- HP 250 x 85,0**
- W 250 x 89,0**
- W 250 x 101,0**
- W 250 x 115,0**

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1 1/2" ASTM A36

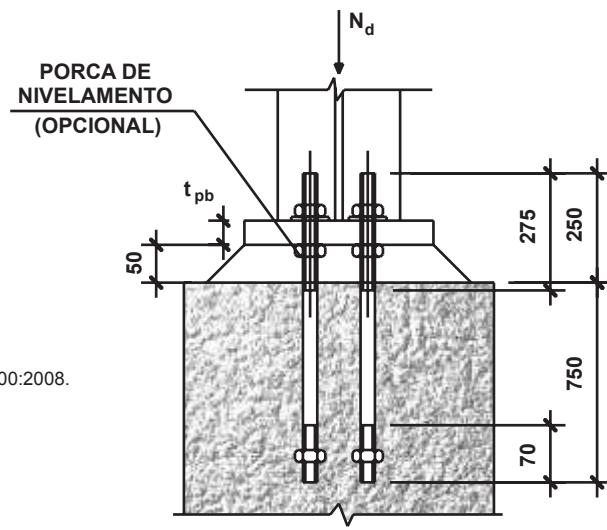
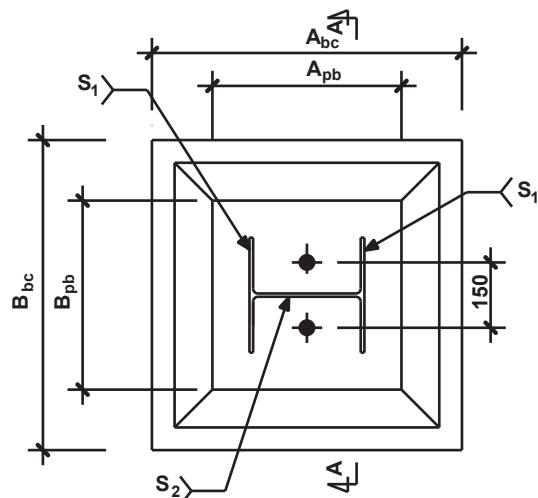
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—>).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
HP 250 x 62,0	300	300	400	400	—>	—>	25,0	1224
	400	400	500	500			31,5	1578
	400	400	500	500			37,5	1959
W 250 x 73,0	300	300	400	400	—>	—>	25,0	1175
	400	400	500	500			31,5	1553
	400	400	600	600			37,5	2200
	450	450	550	550			50,0	2425
W 250 x 80,0	300	300	400	400	—>	—>	25,0	1224
	400	400	500	500			31,5	1565
	400	400	600	600			37,5	2219
	500	450	600	550			50,0	2645
HP 250 x 85,0	300	300	500	500	—>	—>	25,0	1291
	400	400	500	500			31,5	1631
	400	400	600	600			37,5	2312
	500	500	600	600			50,0	2777
W 250 x 89,0	300	300	600	600	—>	—>	31,5	1836
	400	400	600	600			37,5	2237
	550	500	650	600			50,0	2837
W 250 x 101,0	300	300	600	600	—>	—>	31,5	1763
	450	400	600	600			37,5	2351
	550	500	650	600			50,0	2909
W 250 x 115,0	300	300	600	600	—>	—>	31,5	1763
	450	400	600	600			37,5	2351
	550	500	650	600			50,0	3004

PERFIS:

- HP 310 x 79,0
- HP 310 x 93,0
- W 310 x 97,0
- W 310 x 107,0
- HP 310 x 110,0
- W 310 x 117,0
- HP 310 x 125,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

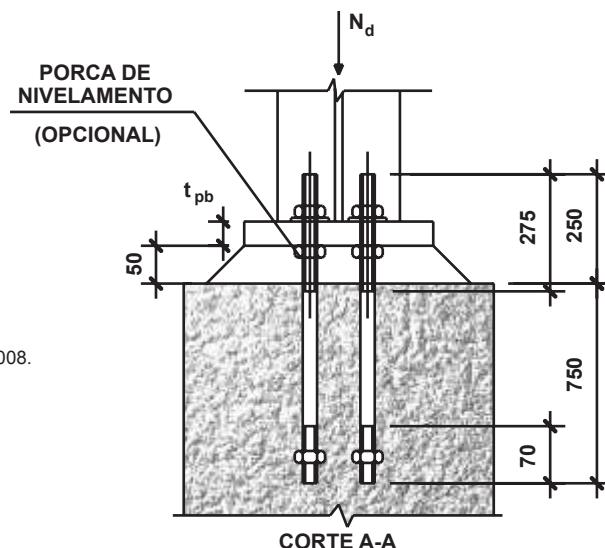
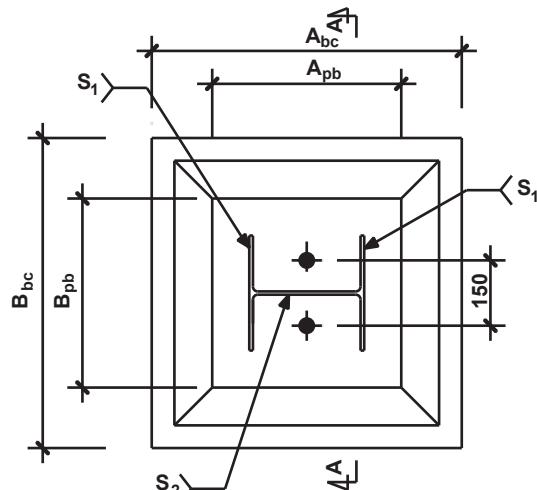
CHUMBADORES: 2 ø 1 1/2" ASTM A36

SOLDAS: ELETRODO E70XX
Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—>).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
HP 310 x 79,0	350 450 500	350 450 500	450 600 600	450 600 600	—>	—>	31,5 37,5 50,0	1607 2562 2939
HP 310 x 93,0	350 450 550	350 450 500	500 600 650	500 600 600	—>	—>	31,5 37,5 50,0	1714 2602 3184
W 310 x 97,0	350 450 600	350 450 550	500 600 700	500 600 650	—>	—>	31,5 37,5 50,0	1714 2542 3307
W 310 x 107,0	350 450 550 650	350 450 550 650	600 600 650 750	600 600 650 750	—>	—>	31,5 37,5 50,0 63,0	1935 2562 3075 3869
HP 310 x 110,0	350 450 550 650	350 450 550 650	600 600 650 750	600 600 650 750	—>	—>	31,5 37,5 50,0 63,0	1929 2644 3141 3931
W 310 x 117,0	350 550 700	350 550 650	700 650 800	700 650 750	—>	—>	37,5 50,0 63,0	2499 3092 4183
HP 310 x 125,0	350 550 700	350 550 650	700 650 800	700 650 750	—>	—>	37,5 50,0 63,0	2400 3175 4200

PERFIS:

- W 360 x 91,0**
- W 360 x 101,0**
- W 360 x 110,0**
- W 360 x 122,0**

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1 1/2" ASTM A36

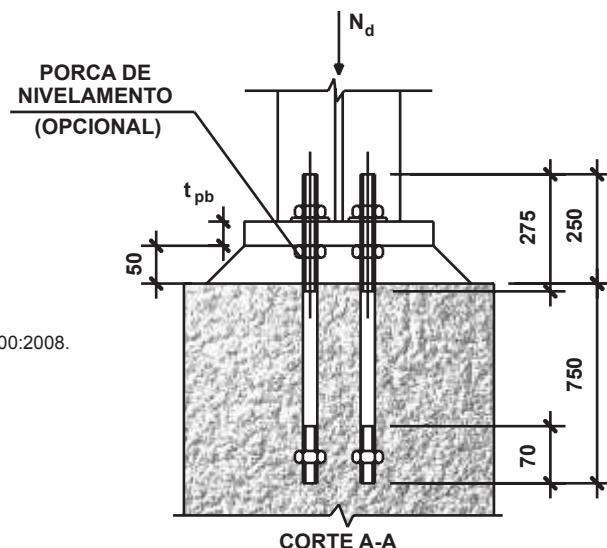
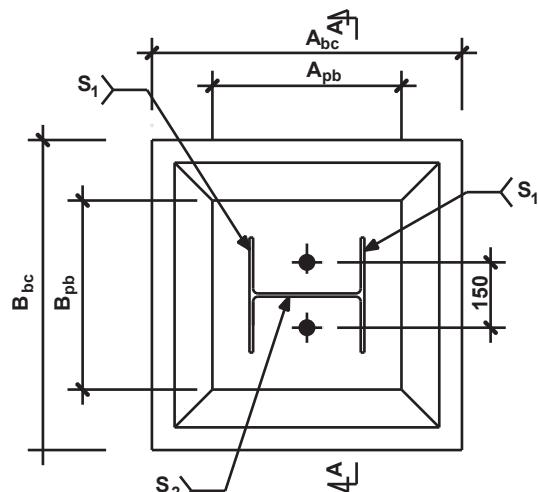
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—>).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 360 x 91,0	400 550 650	400 500 600	500 650 750	500 600 700	—>	—>	37,5 50,0 63,0	2040 2956 3724
W 360 x 101,0	400 550 650	400 500 600	500 650 750	500 600 700	—>	—>	37,5 50,0 63,0	1959 2972 3739
W 360 x 110,0	400 500 650	400 450 600	500 750 750	500 700 700	—>	—>	37,5 50,0 63,0	1959 3307 3754
W 360 x 122,0	400 500 700	400 450 650	600 750 800	600 700 750	—>	—>	37,5 50,0 75,0	2255 3307 4909

PERFIS:

- W 150 x 13,0
- W 150 x 18,0
- W 150 x 24,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1" ASTM A36

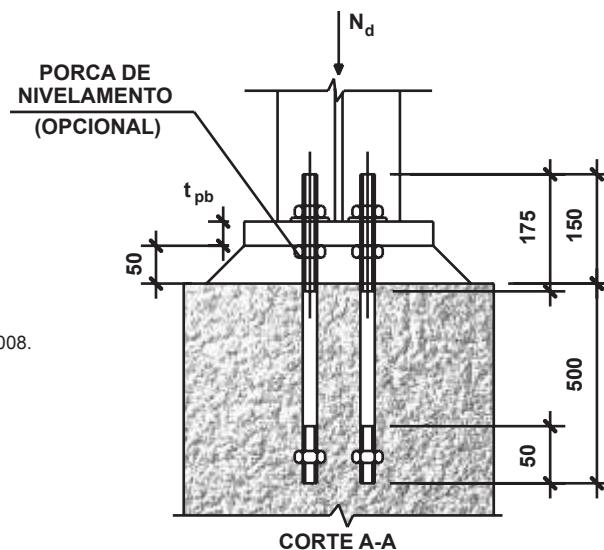
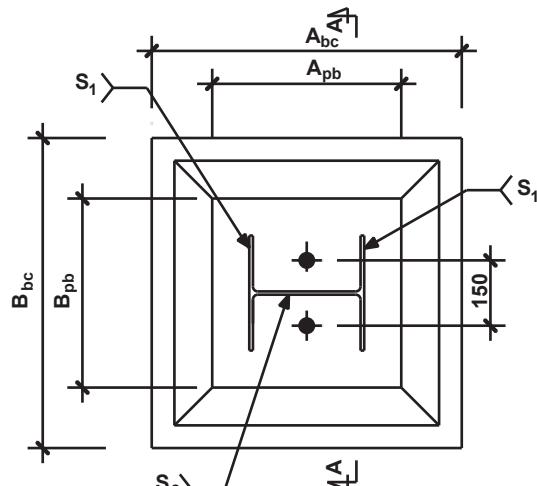
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—>).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 150 x 13,0	250	250	350	350	5	5	16,0	209
	250	250	350	350			19,0	295
W 150 x 18,0	250	250	350	350	6	6	19,0	301
	250	250	350	350			25,0	521
W 150 x 24,0	250	250	350	350	—>	6	19,0	301
	250	250	350	350			25,0	521
	250	250	350	350			31,5	828

PERFIS:

W 200 x 15,0
W 200 x 19,3
W 200 x 22,5
W 200 x 26,6
W 200 x 31,3

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1" ASTM A36

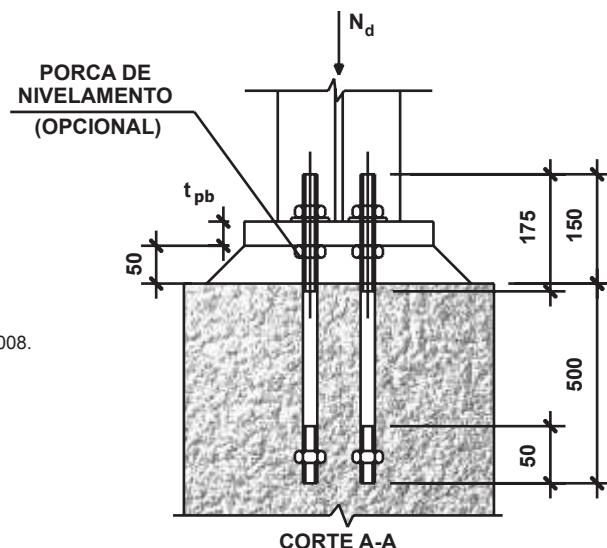
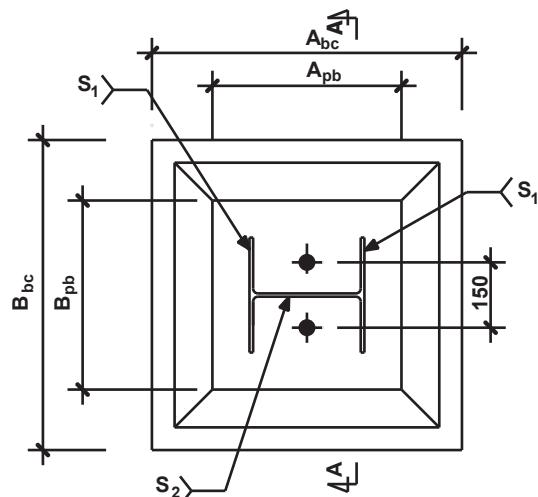
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20 \text{ Mpa}$

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras $\geq 16\text{mm}$ podem ser soldadas com solda K (↖).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 200 x 15,0	250	250	350	350	6 ↗	5 ↗	19,0	295
	250	250	350	350			25,0	512
W 200 x 19,3	250	250	350	350	6 ↗	6 ↗	19,0	301
	250	250	350	350			25,0	521
W 200 x 22,5	250	250	350	350	↖	6 ↗	19,0	301
	300	250	400	350			25,0	626
W 200 x 26,6	250	250	350	350	↖	↖	19,0	414
	300	250	400	350			31,5	979
W 200 x 31,3	250	250	350	350	↖	↖	25,0	725
	350	300	450	400			31,5	1062

PERFIS:

- W 250 x 17,9**
- W 250 x 22,3**
- W 250 x 25,3**
- W 250 x 28,4**
- W 250 x 32,7**
- W 250 x 38,5**

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1" ASTM A36

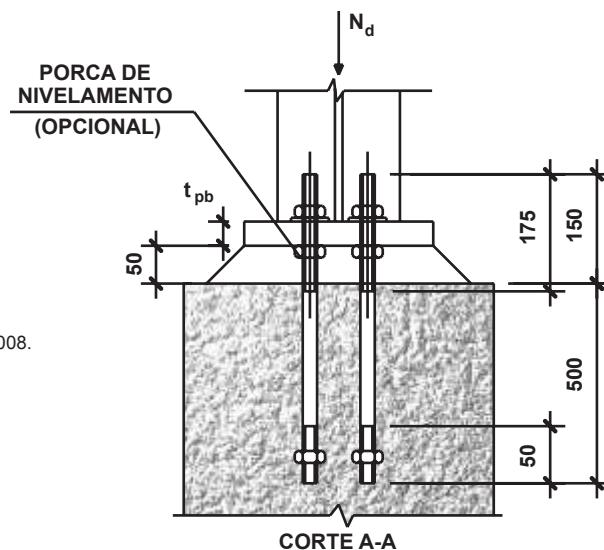
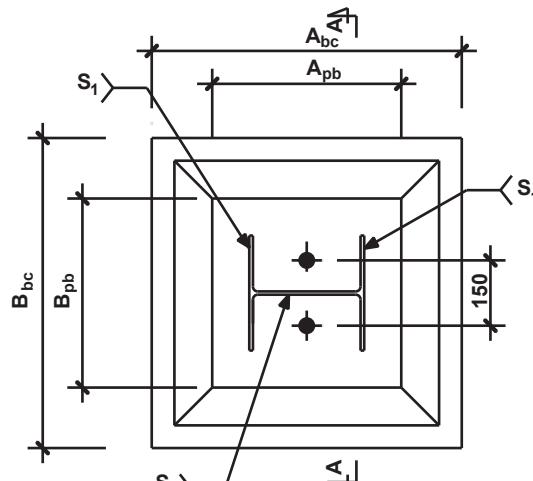
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—>).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



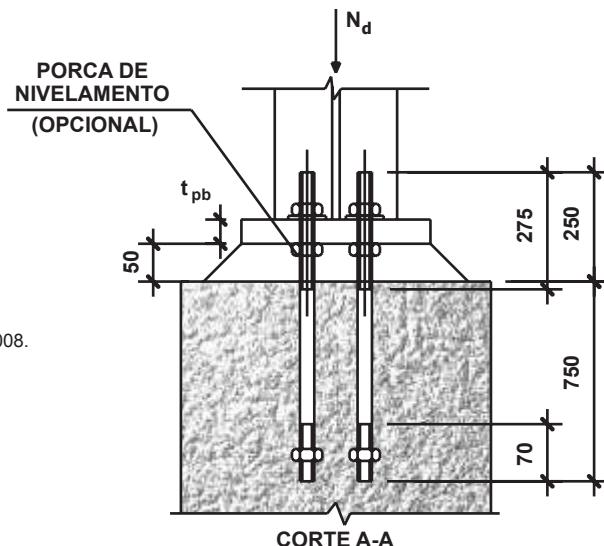
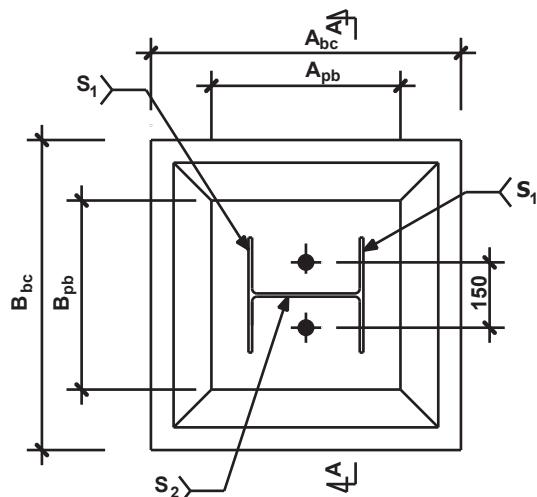
Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 250 x 17,9	300	250	400	350	6	5	19,0	358
	300	250	400	350			25,0	620
W 250 x 22,3	300	250	400	350	6	6	19,0	361
	300	250	400	350			25,0	626
W 250 x 25,3	300	250	400	350	8	6	19,0	361
	300	300	400	400			31,5	709
W 250 x 28,4	300	250	400	350	7	6	19,0	361
	350	300	450	400			31,5	827
W 250 x 32,7	300	250	400	350	7	7	19,0	578
	350	300	450	400			31,5	1176
W 250 x 38,5	300	250	400	350	7	6	19,0	585
	350	300	450	400			31,5	1186

PERFIS: W 250 x 44,8PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: 2 ø 1 1/2" ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20 \text{ Mpa}$ **NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras $\geq 16\text{mm}$ podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 250 x 44,8	300 350 350	250 250 300	400 550 550	350 400 500	↖ ↖	↖ ↖	25,0 31,5 37,5	1020 1347 1616

- PERFIS:**
- W 310 x 21,0**
 - W 310 x 23,8**
 - W 310 x 28,3**
 - W 310 x 32,7**
 - W 310 x 38,7**
 - W 310 x 44,5**
 - W 310 x 52,0**

PLACA DE BASE: ASTM A36

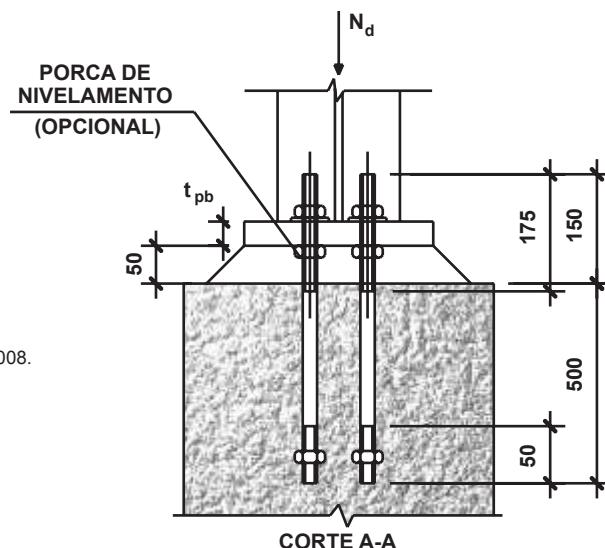
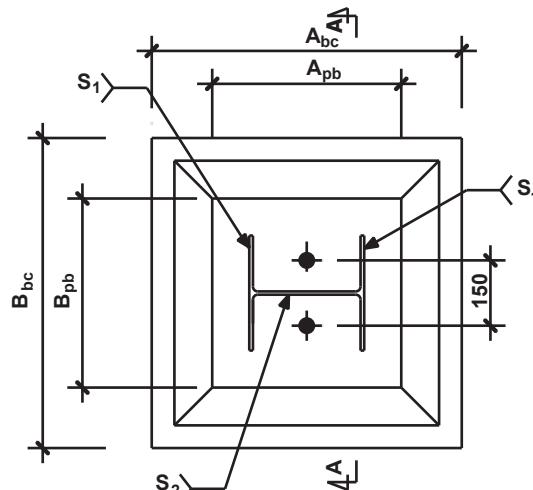
CHUMBADORES: 2 ø 1" ASTM A36

SOLDAS: ELETRODO E70XX
Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



CORTE A-A

Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 310 x 21,0	350 350	250 250	450 450	350 350	6	6	19,0 25,0	418 723
W 310 x 23,8	350 350	250 250	450 450	350 350	6	6	19,0 25,0	418 723
W 310 x 28,3	350 350	250 250	450 450	350 350	6	6	19,0 25,0	422 730
W 310 x 32,7	350 350	250 250	450 450	350 350	6	6	19,0 25,0	422 730
W 310 x 38,7	350 350	250 300	450 550	350 500	—	—	19,0 31,5	859 1398
W 310 x 44,5	350 450	250 300	450 650	350 450	—	—	19,0 31,5	871 1815
W 310 x 52,0	350 450	250 300	450 650	350 450	—	—	19,0 31,5	883 1833

PERFIS: **W 360 x 32,9**
W 360 x 39,0
W 360 x 44,6
W 360 x 51,0
W 360 x 58,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1" ASTM A36

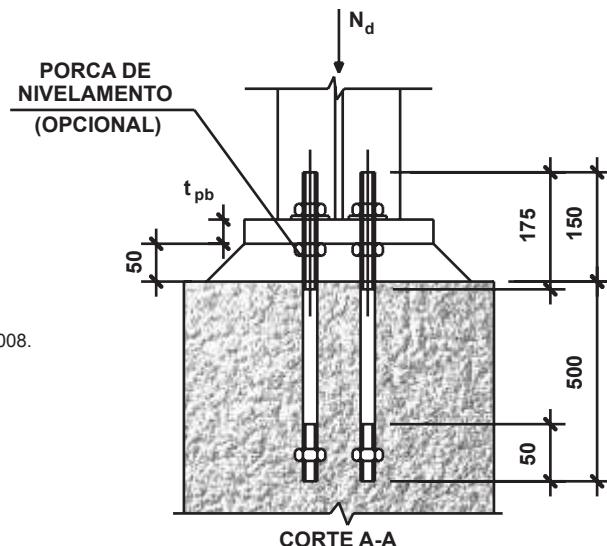
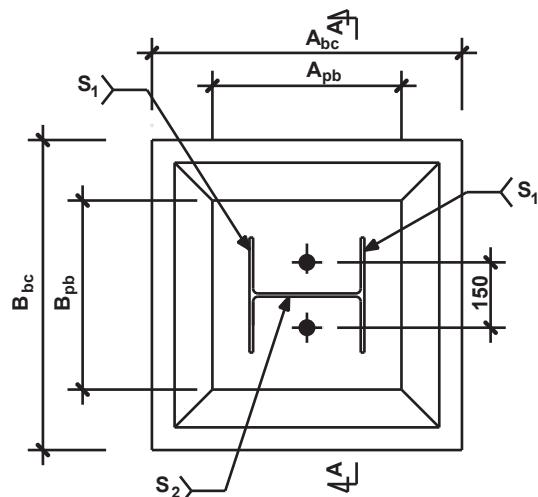
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20 \text{ Mpa}$

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras $\geq 16\text{mm}$ podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{pb} e B_{pb} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 360 x 32,9	400	250	600	400	—	—	19,0	621
	450	300	650	500	—	—	31,5	1289
W 360 x 39,0	400	250	600	400	—	—	19,0	627
	450	300	650	500	—	—	31,5	1299
W 360 x 44,6	400	250	600	400	—	—	19,0	1004
	450	300	650	500	—	—	31,5	1905
W 360 x 51,0	400	250	600	400	—	—	19,0	1003
	450	300	650	500	—	—	31,5	1905
W 360 x 58,0	400	250	600	400	—	—	19,0	998
	450	300	650	500	—	—	31,5	1910

PERFIS:

W 360 x 64,0
W 360 x 72,0
W 360 x 79,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1 1/2" ASTM A36

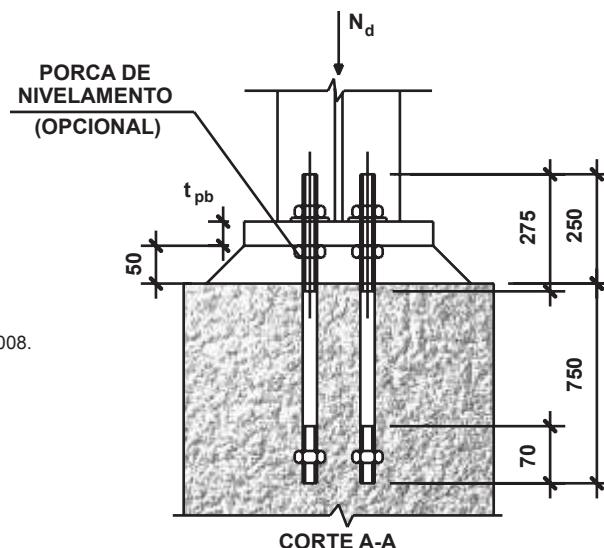
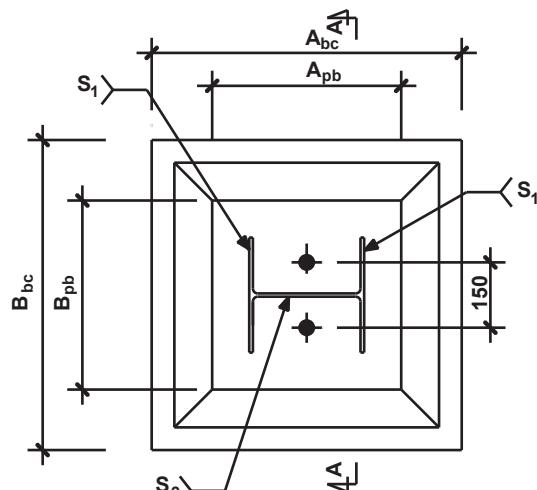
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—>).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 360 x 64,0	400	250	600	400	—	—	25,0	1334
	500	350	700	500	—	—	37,5	2400
W 360 x 72,0	400	250	600	400	—	—	25,0	1326
	500	350	700	500	—	—	37,5	2400
W 360 x 79,0	400	250	750	500	—	—	31,5	1837
	500	350	750	550	—	—	37,5	2570
	550	400	750	550	—	—	50,0	2939

PERFIS: **W 410 x 38,8**
W 410 x 46,1
W 410 x 53,0
W 410 x 60,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1" ASTM A36

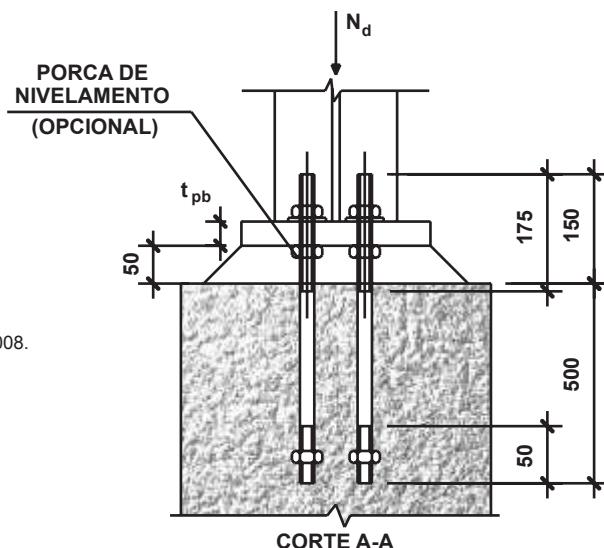
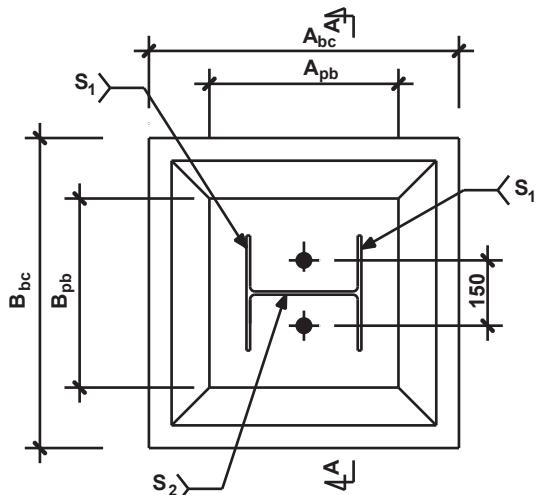
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20 \text{ Mpa}$

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras $\geq 16\text{mm}$ podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 410 x 38,8	450 550	250 300	600 650	350 400	—	—	19,0 31,5	808 1755
W 410 x 46,1	450 550	250 300	600 650	350 400	—	—	19,0 31,5	808 1755
W 410 x 53,0	450 550	250 300	600 750	350 450	—	—	19,0 31,5	1007 2204
W 410 x 60,0	450 550	250 300	600 750	350 450	—	—	25,0 31,5	1469 2204

PERFIS:

- W 410 x 67,0
- W 410 x 75,0
- W 410 x 85,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1 1/2" ASTM A36

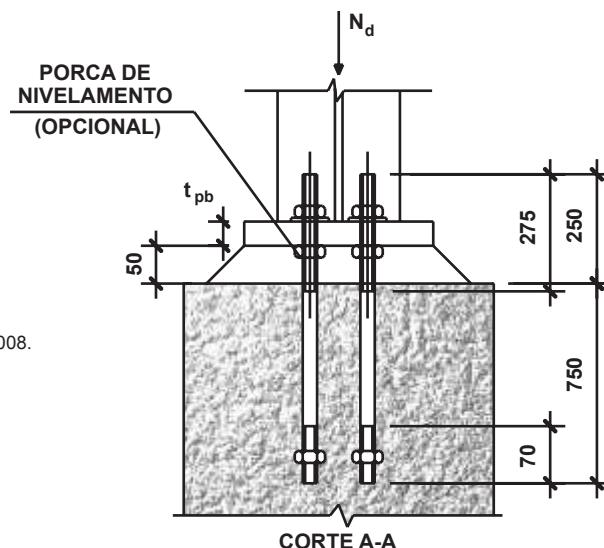
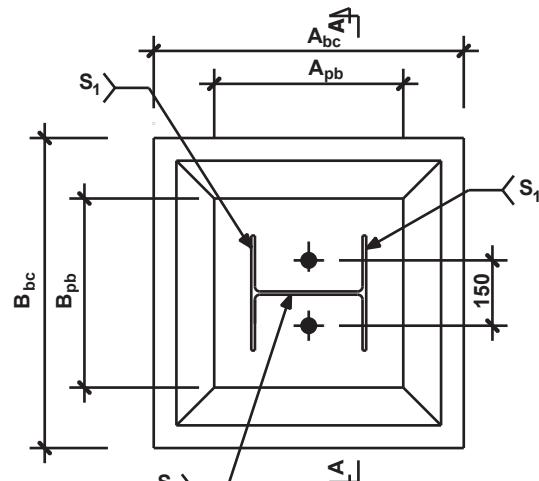
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

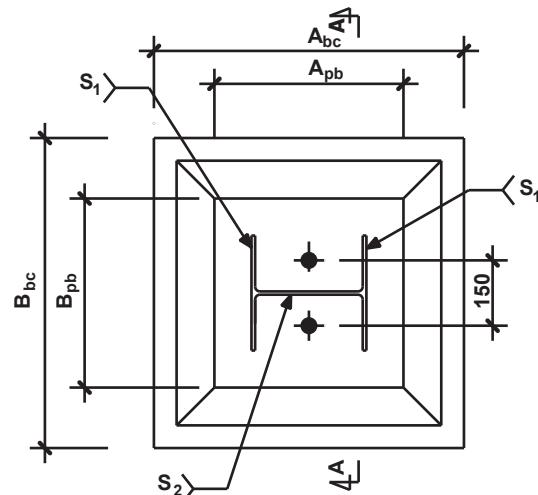
NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—>).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



CORTE A-A

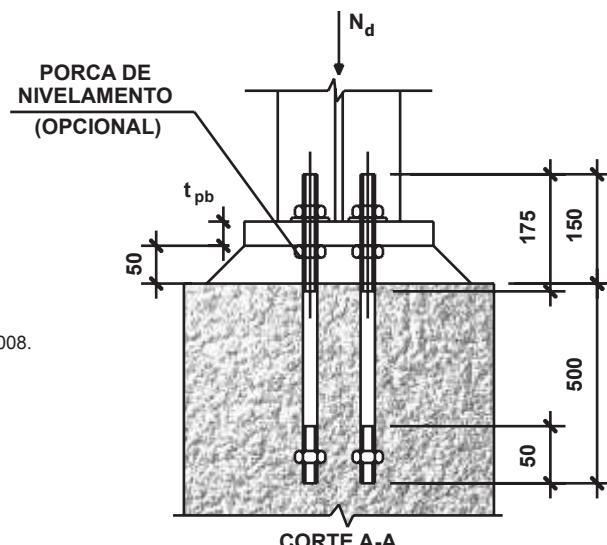
Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	s_1	s_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 410 x 67,0	450	250	600	350	—	—	25,0	1452
	550	350	650	450	—	—	37,5	2229
W 410 x 75,0	450	250	600	350	—	—	25,0	1433
	550	350	650	450	—	—	37,5	2229
	550	400	750	550	—	—	50,0	2939
W 410 x 85,0	450	250	600	350	—	—	25,0	1412
	550	350	750	450	—	—	37,5	2425
	550	400	750	550	—	—	50,0	2939

PERFIS: W 460 x 52,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** 2 ø 1" ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20 \text{ Mpa}$ **NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras $\geq 16\text{mm}$ podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 460 x 52,0	500	250	700	350	—	—	19,0	1037
	550	250	700	350	—	—	25,0	1714
	550	300	750	450	—	—	31,5	1949

- PERFIS:**
- W 460 x 60,0**
 - W 460 x 68,0**
 - W 460 x 74,0**
 - W 460 x 82,0**
 - W 460 x 89,0**
 - W 460 x 97,0**
 - W 460 x 106,0**

PLACA DE BASE: ASTM A36

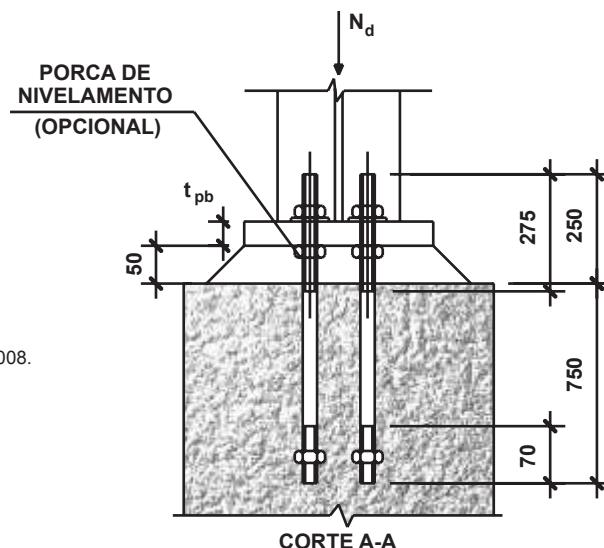
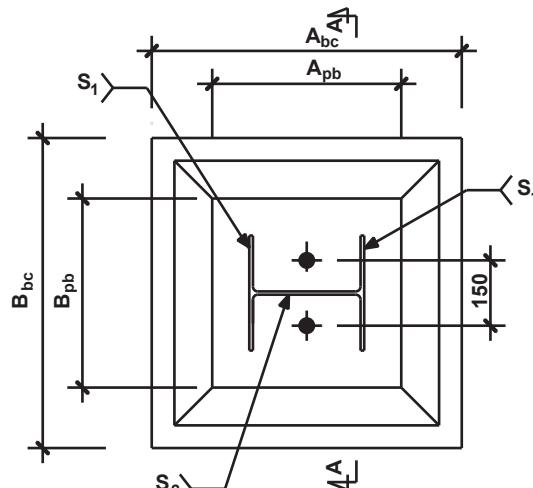
CHUMBADORES: 2 ø 1 1/2" ASTM A36

SOLDAS: ELETRODO E70XX
Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

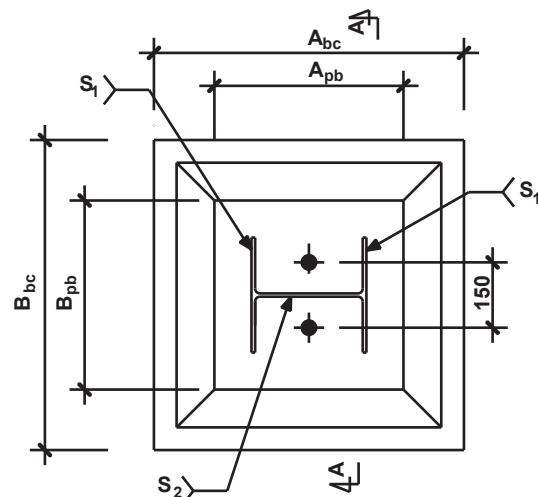
NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (---).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 460 x 60,0	500	250	700	350	---	---	19,0	1050
	600	350	800	500	---	---	37,5	2159
W 460 x 68,0	500	250	700	350	---	---	25,0	1675
	600	350	800	500	---	---	50,0	2743
W 460 x 74,0	500	250	700	350	---	---	25,0	1363
	600	350	800	500	---	---	37,5	2743
W 460 x 82,0	500	250	700	350	---	---	25,0	1347
	600	350	800	550	---	---	37,5	2743
W 460 x 89,0	500	250	700	350	---	---	31,5	1714
	600	350	800	550	---	---	37,5	2743
	600	400	800	550	---	---	50,0	3265
W 460 x 97,0	500	250	700	350	---	---	31,5	1714
	600	350	800	550	---	---	37,5	2743
	600	400	800	550	---	---	50,0	3135
W 460 x 106,0	500	250	700	350	---	---	31,5	1714
	600	350	800	550	---	---	37,5	2743
	600	400	800	550	---	---	50,0	3135

PERFIS: W 530 x 66,0



PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1" ASTM A36

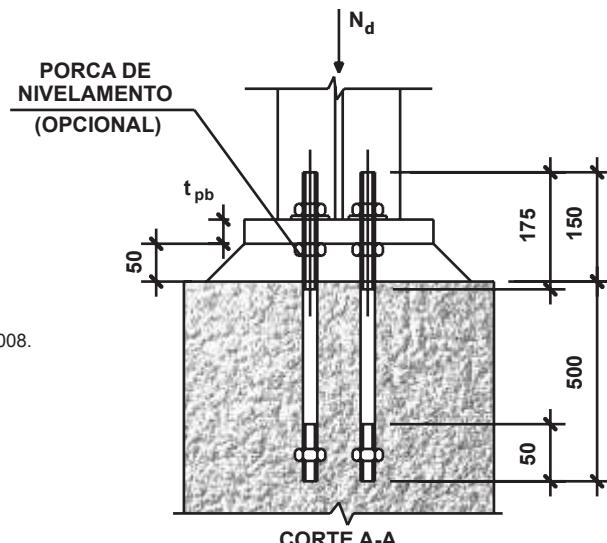
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20 \text{ Mpa}$

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras $\geq 16\text{mm}$ podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 530 x 66,0	550 600 650	250 300 300	750 800 850	350 400 400	— —	— —	19,0 25,0 31,5	1293 1510 2498

- PERFIS:**
- W 530 x 72,0**
 - W 530 x 74,0**
 - W 530 x 82,0**
 - W 530 x 85,0**
 - W 530 x 92,0**
 - W 530 x 101,0**
 - W 530 x 109,0**

PLACA DE BASE: ASTM A36

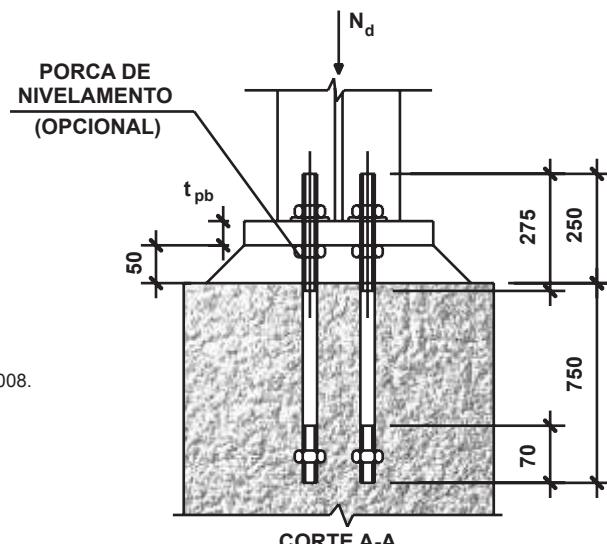
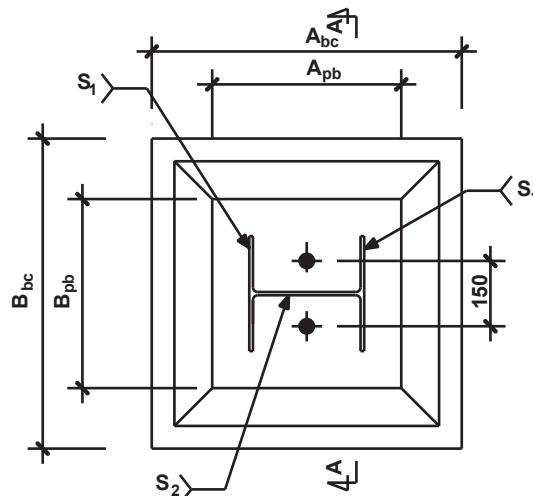
CHUMBADORES: 2 ø 1 1/2" ASTM A36

SOLDAS: ELETRODO E70XX
Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (---).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 530 x 72,0	550	250	750	350	---	---	25,0	1381
	650	350	850	500	---	---	37,5	2915
W 530 x 74,0	550	250	750	350	---	---	25,0	1565
	650	350	850	500	---	---	50,0	2915
W 530 x 82,0	550	250	750	350	---	---	31,5	1837
	650	400	850	500	---	---	50,0	3184
W 530 x 85,0	550	250	750	350	---	---	25,0	1564
	650	400	850	500	---	---	50,0	3184
W 530 x 92,0	550	250	750	350	---	---	31,5	1856
	700	350	900	450	---	---	37,5	3086
	700	400	900	550	---	---	50,0	3527
W 530 x 101,0	550	250	750	350	---	---	31,5	1833
	650	350	900	500	---	---	37,5	3086
	700	400	900	550	---	---	50,0	3527
W 530 x 109,0	550	250	750	350	---	---	31,5	1818
	650	350	900	500	---	---	37,5	3086
	700	400	900	550	---	---	50,0	3527

PERFIS:

- W 610 x 101,0**
- W 610 x 113,0**
- W 610 x 125,0**
- W 610 x 140,0**
- W 610 x 155,0**
- W 610 x 174,0**

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: 2 ø 1 1/2" ASTM A36

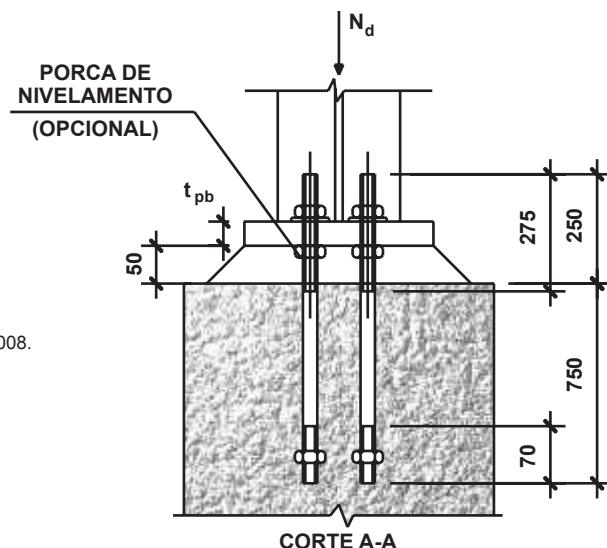
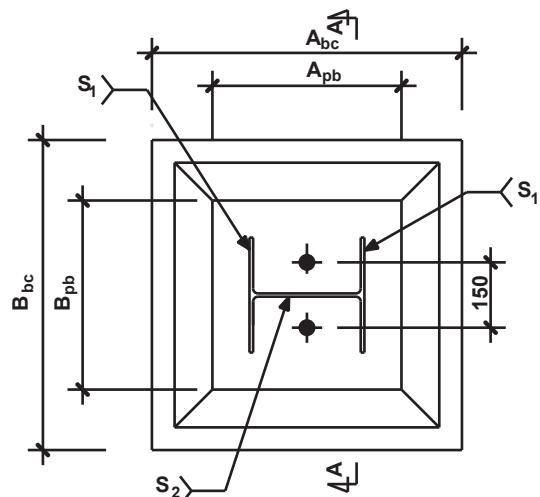
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

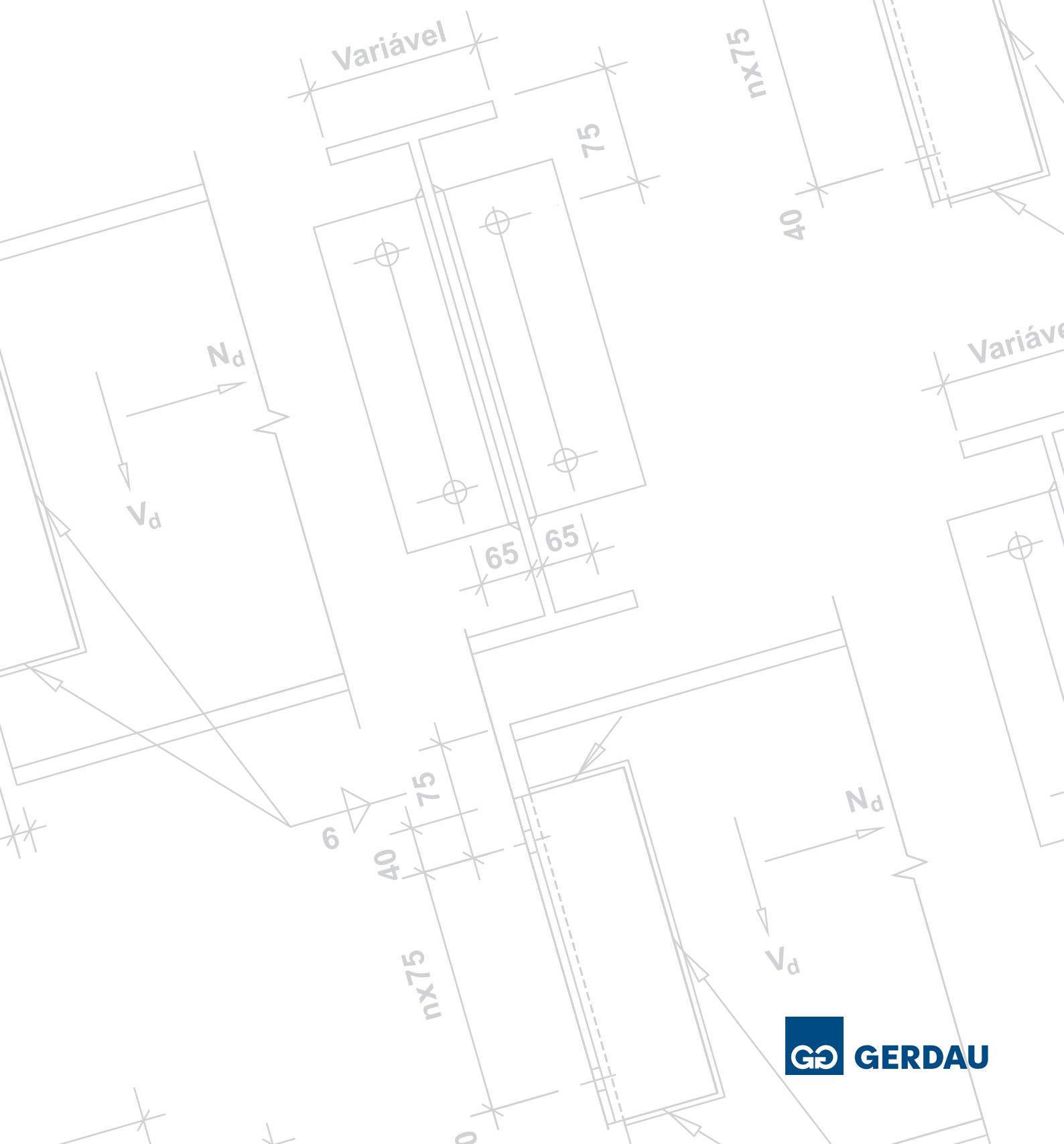
- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Os valores tabelados de A_{bc} e B_{bc} são valores mínimos.



Perfis	A_{pb} (mm)	B_{pb} (mm)	A_{bc} (mm)	B_{bc} (mm)	S_1	S_2	t_{pb} (mm)	N_{dmax} (kN)
W 610 x 101,0	650	300	850	400	—	—	31,5	2132
	800	400	1000	500	—	—	50,0	3919
W 610 x 113,0	650	300	850	400	—	—	31,5	2115
	850	450	1050	600	—	—	50,0	4630
W 610 x 125,0	650	300	850	400	—	—	37,5	2498
	850	450	1100	700	—	—	50,0	4850
W 610 x 140,0	650	400	900	600	—	—	31,5	2095
	600	350	1100	700	—	—	37,5	3153
	850	450	1100	700	—	—	50,0	4850
W 610 x 155,0	650	400	900	600	—	—	37,5	2799
	850	700	1050	900	—	—	75,0	6525
W 610 x 174,0	650	400	950	600	—	—	50,0	3723
	900	700	1100	900	—	—	75,0	6934

BASES ENGASTADAS DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU PBE

11



11 - BASES ENGASTADAS DE PILARES EM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU - PBE

11.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Visando padronizar detalhes que serão utilizados com mais freqüência, foi tomada como carga máxima de compressão de cálculo no pilar o valor aproximado da resistência de cálculo à compressão de um pilar com comprimento de flambagem igual a 2800 mm (pé direito muito utilizado em edifícios).

Em cada tabela são apresentados 21 valores variando de zero até o valor máximo citado anteriormente, com o seu respectivo valor máximo para momento fletor.

Para um valor intermediário de N_d , adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores tabelados de N_d anterior e posterior ao valor intermediário dado.

11.1.1 - Disposições construtivas

A distância entre os chumbadores é, sempre que possível, igual ou inferior à largura da mesa do pilar.

Os chumbadores poderão ter uma porca adicional colocada abaixo da placa de base para auxiliar no nivelamento das bases.

Os blocos de fundação devem ser adequadamente armados de forma a resistir aos esforços introduzidos pelas placas de bases e chumbadores.

11.1.2 - Limitações

Os blocos de concreto, onde se apoiam os pilares, deverão ter obrigatoriamente dimensões em planta iguais ou superiores aos valores indicados na figura da tabela.

A carga axial deverá ser sempre de compressão.

A resistência de cálculo da base a forças horizontais, independentemente de suas direções, pode ser tomada igual a 10% da força de cálculo atuante N_d .

11.2 - VERIFICAÇÕES DE CÁLCULO

- Tensão no concreto do bloco
- Flexão da placa de base
- Verificação dos chumbadores

11.3 - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO

Especificar a base de um pilar em Perfil W 250 x 73,0 que está sujeita à uma carga axial de cálculo de compressão de 1900 kN (CP=800 kN; SC = 520 kN) e a um momento fletor de 45 kNm (CP = 15 kNm; SC = 16 kNm). O concreto do bloco onde se apoia o pilar tem $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$.

SOLUÇÃO:

$$N_d = 800 \times 1,4 + 520 \times 1,5 = 1900 \text{ kN}$$

$$M_d = 15 \times 1,4 + 16 \times 1,5 = 45 \text{ kNm}$$

Na tabela PBE para o Perfil W 250 x 73,0 observa-se que o valor da carga axial de 1900 kN fica entre os valores de 1843 kN e 1966 kN, que tem como valores correspondentes de M_{dmax} 62,0 kNm e 49,6 kNm.

Portanto, constata-se que o valor de 45,0 kNm é inferior ao menor dos dois valores correspondentes de M_{dmax} , isto é, 49,6 kNm, sendo o detalhe da base adequado.

11.4 - FÓRMULAS

Caso 1:

$$e < \frac{A_{pb}}{6}$$

$$f_c = (N_d / A_{pb} B_{pb}) (A_{pb} + 6e) / A_{pb}$$

$$x = A_{pb}$$

$$T_d = 0$$

Caso 2:

$$\frac{A_{pb}}{6} \leq e < \frac{A_{pb}}{3}$$

$$x = 3(A_{pb}/2 - e)$$

$$T_d = 0$$

$$f_c = [4N_d / 3(A_{pb} - 2e)B_{pb}]$$

Caso 3:

$$e > \frac{A_{pb}}{3}$$

$$x = \frac{A_{pb}}{2}$$

$$f_c = \frac{4N_d}{A_{pb}B_{pb}} \left(\frac{e+a}{(A_{pb}/3)+a} \right)$$

$$T_d = f_c (A_{pb} B_{pb} / 4) - N_d$$

Caso 4:

$$N_d = 0 \rightarrow e = \infty$$

$$x = \frac{A_{pb}}{2}$$

$$f_c = \frac{4M_d}{A_{pb}B_{pb}} \left(\frac{1}{a + (A_{pb}/3)} \right)$$

$$T_d = f_c A_{pb} B_{pb} / 4$$

- Verificação da tensão no concreto do bloco (NBR 8800:2008 – item 6.6.5)

$$F_c \leq f_{ck} \sqrt{A_2 / A_1} / (1,4 \times 1,4) \leq f_{ck}$$

em que A_1 = área da região comprimida do concreto sob a placa de base

A_2 = área com contorno homotético em relação ao contorno de A_1 contida no bloco de concreto

- Flexão da placa de base

$$t_c \geq \sqrt{6 M_{max} / (1,25 f_y / 1,1)}$$

M_{max} = Momento fletor máximo de cálculo na placa de base

- Verificação do chumbador (NBR 8800: 2008 – item 5.2)

Diâmetro do chumbador

$$d_c \geq \sqrt{\frac{4 T_d}{(n_c \pi f_{ych}) / 1,1}} \text{ em que: } f_{ych} = 25 \frac{kN}{cm^2}$$

$$d_c \geq \sqrt{\frac{4 T_d}{(0,75 n_c \pi f_{uch}) / 1,35}} \text{ em que: } f_{uch} = 40 \frac{kN}{cm^2}$$

Comprimento embutido do chumbador

$$L_c \geq \sqrt{\frac{4 T_d}{n_c \sqrt{f_{ck}}}} \geq 12 d_c$$

O comprimento dos chumbadores atende também as recomendações da publicação do AISC “Steel Design Guide 1 – Base Plate and Anchor Rod Design”, como comprimento mínimo embutido no concreto de 12_{dc} e distância mínima do chumbador a borda do bloco de 5_{dc} . Os blocos de fundação devem ser adequadamente armados de forma a resistir aos esforços introduzidos pelas placas de bases e chumbadores.

**11.5 - TABELAS DE BASES ENGASTADAS
DE PILARES EM PERFIS
ESTRUTURAIS
GERDAU - PBE**

PERFIS: W 150 x 13,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

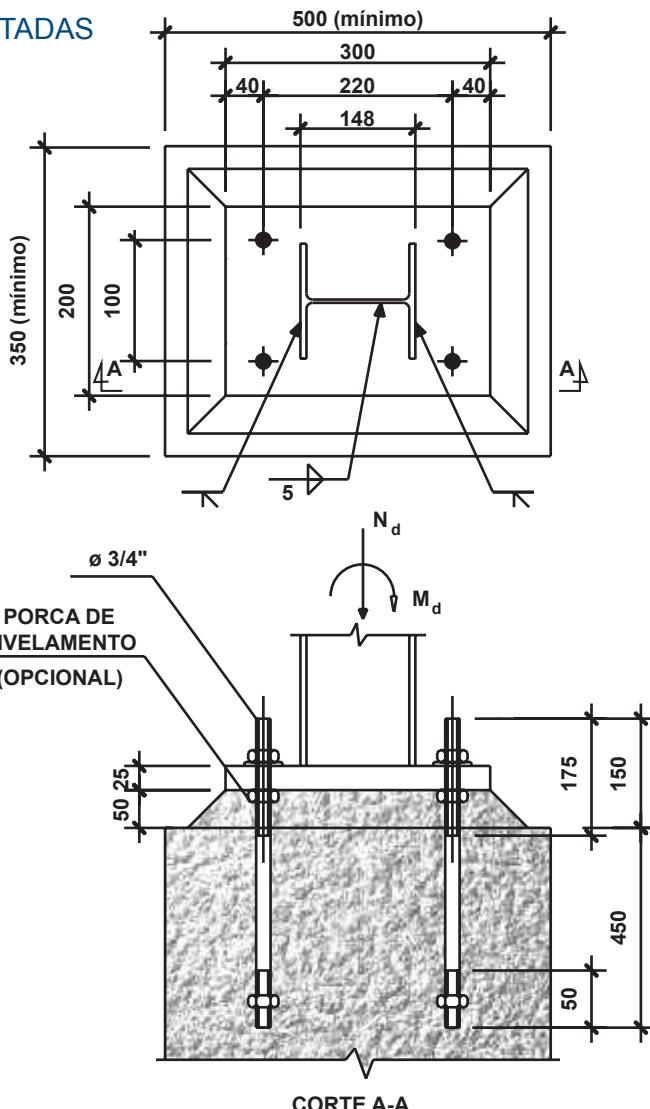
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (\leftarrow).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} , correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.

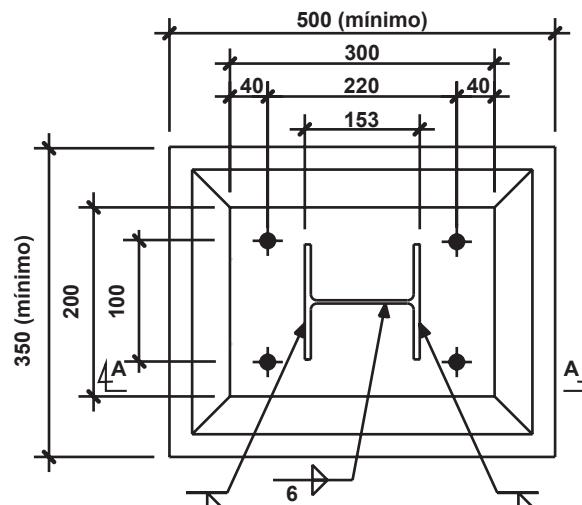


N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
164	17,6
156	18,5
148	19,4
139	20,3
131	21,2
123	22,1
115	22,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
107	23,9
98	24,9
91	25,6
82	26,6
74	27,5
66	28,4
57	29,4

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
49	29,7
41	28,9
33	28,1
25	27,3
16	26,4
8	25,6
0	24,8

PERFIS: W 150 x 18,0



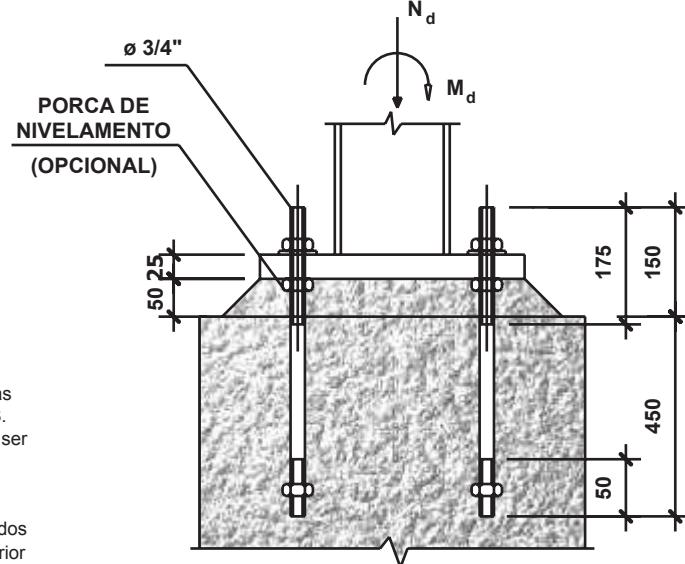
PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa



NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
255	18,8
242	18,9
230	18,9
217	18,8
204	18,6
191	18,3
179	17,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
166	19,4
153	20,8
140	22,2
128	23,5
115	25,0
102	26,4
89	27,8

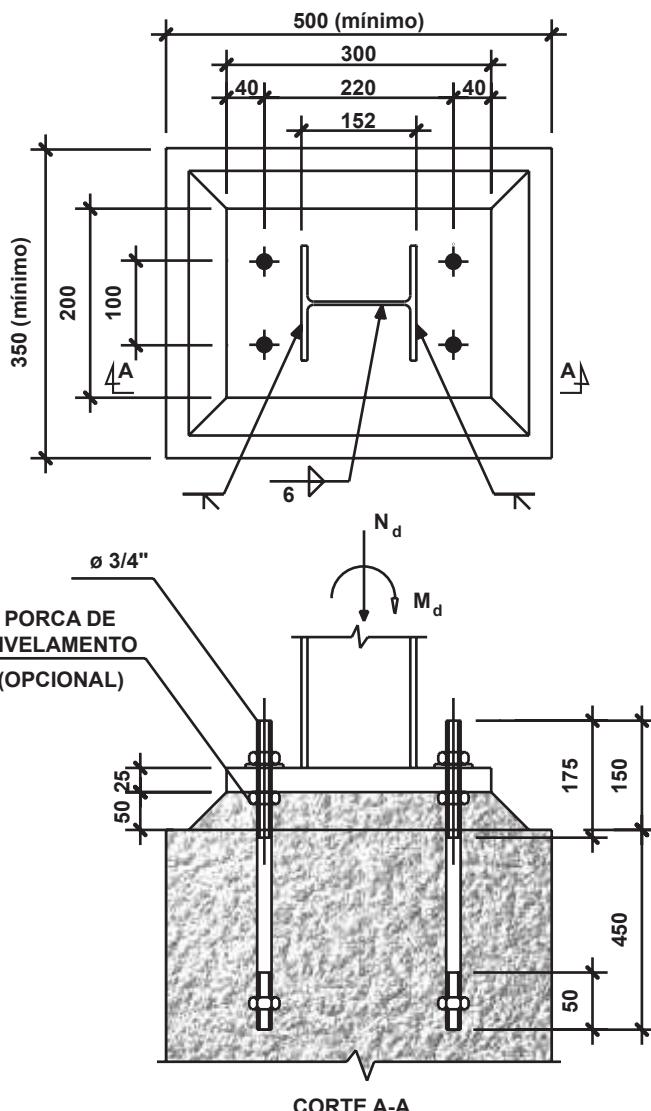
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
77	29,1
64	30,6
51	29,9
38	28,6
26	27,4
13	26,1
0	24,8

PERFIS: W 150 x 22,5 (H)PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ MpaNOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
586	0,0
557	1,8
527	3,6
498	5,3
469	7,1
440	8,8
410	10,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
381	12,4
352	14,2
322	16,0
293	17,4
264	18,4
234	18,7
205	18,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
176	17,8
147	21,0
117	24,3
88	27,5
59	30,7
29	27,7
0	24,8

PERFIS: W 150 x 24,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

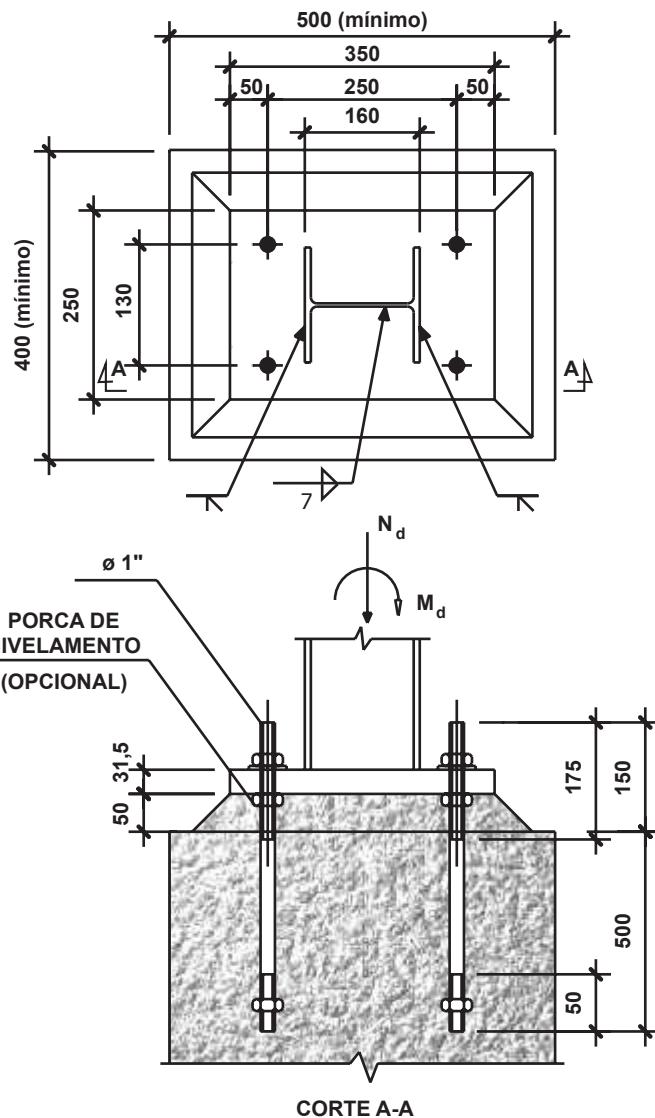
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
839	0
798	2,9
756	5,9
714	8,9
672	12,0
630	15,0
588	18,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
546	21,0
504	24,0
462	27,1
420	29,6
378	31,1
336	31,6
294	31,2

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
252	30,9
210	36,2
168	41,4
126	46,7
84	51,9
42	50,3
0	45,4

PERFIS: W 150 x 29,8 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

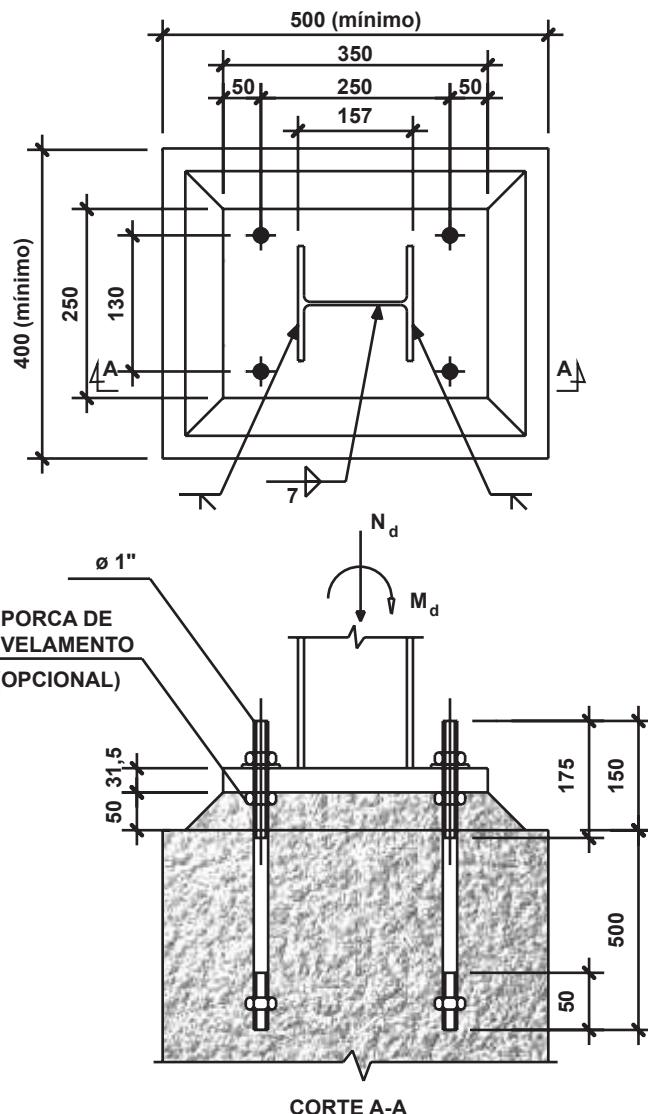
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
 - 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
 - 3 - Almas ou mesas com espessuras \geq 16mm podem ser soldadas com solda K (-K).
 - 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
 - 5 - Para valores intermediários de N_e adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_e , tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
815	0
774	2,9
734	5,8
693	8,8
652	11,7
611	14,7
571	17,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
530	20,5
489	23,5
448	26,5
408	28,8
367	30,3
326	30,8
286	30,4

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
245	30,2
204	35,4
163	40,5
123	45,5
82	50,5
41	50,2
0	45,4

PERFIS: W 150 x 37,1 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

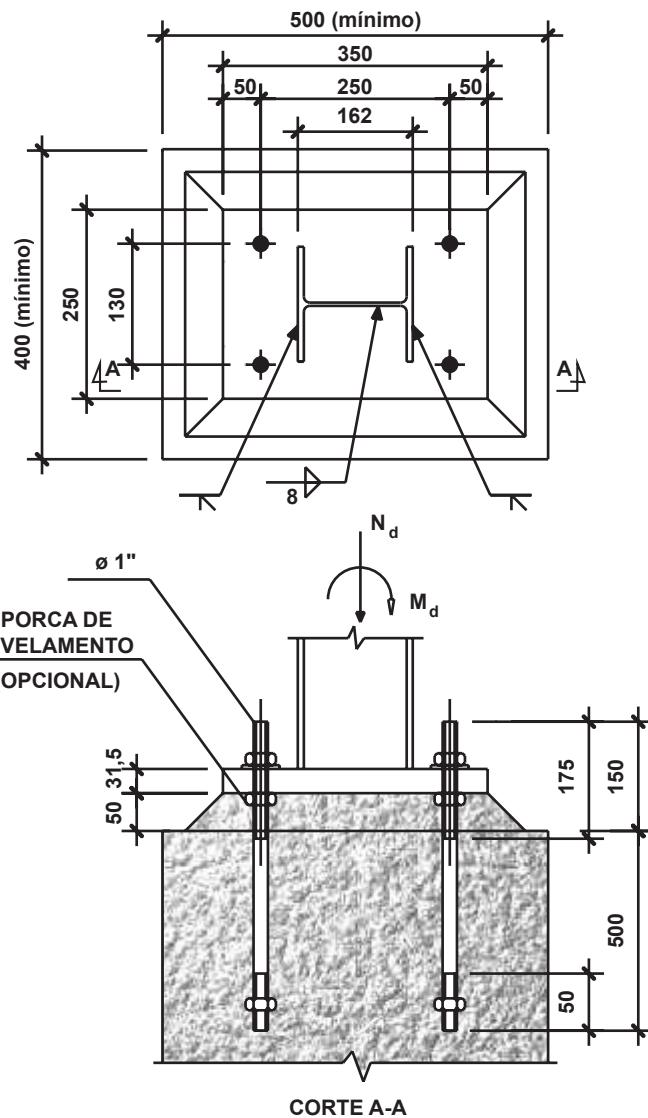
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
855	0
812	3,1
770	6,1
727	9,2
684	12,2
641	15,3
599	18,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
556	21,4
513	24,5
470	27,6
428	30,1
385	31,6
342	32,2
299	31,8

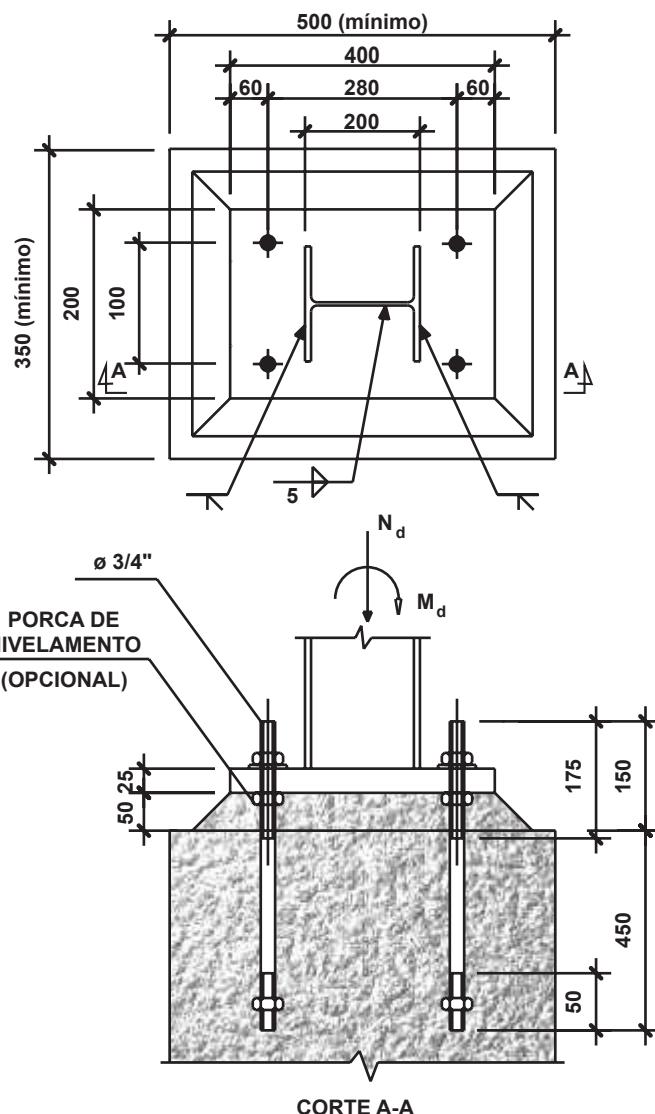
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
257	31,4
214	36,8
171	42,1
128	47,5
86	52,8
43	50,4
0	45,4

PERFIS: W 200 x 15,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
174	18,3
165	18,3
157	18,2
148	18,0
139	17,7
131	17,3
122	18,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
113	19,7
104	21,0
96	22,1
87	23,4
78	24,6
70	25,7
61	27,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
52	28,3
44	29,4
35	30,6
26	31,9
17	33,2
9	33,5
0	32,3

PERFIS: W 200 x 19,3

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

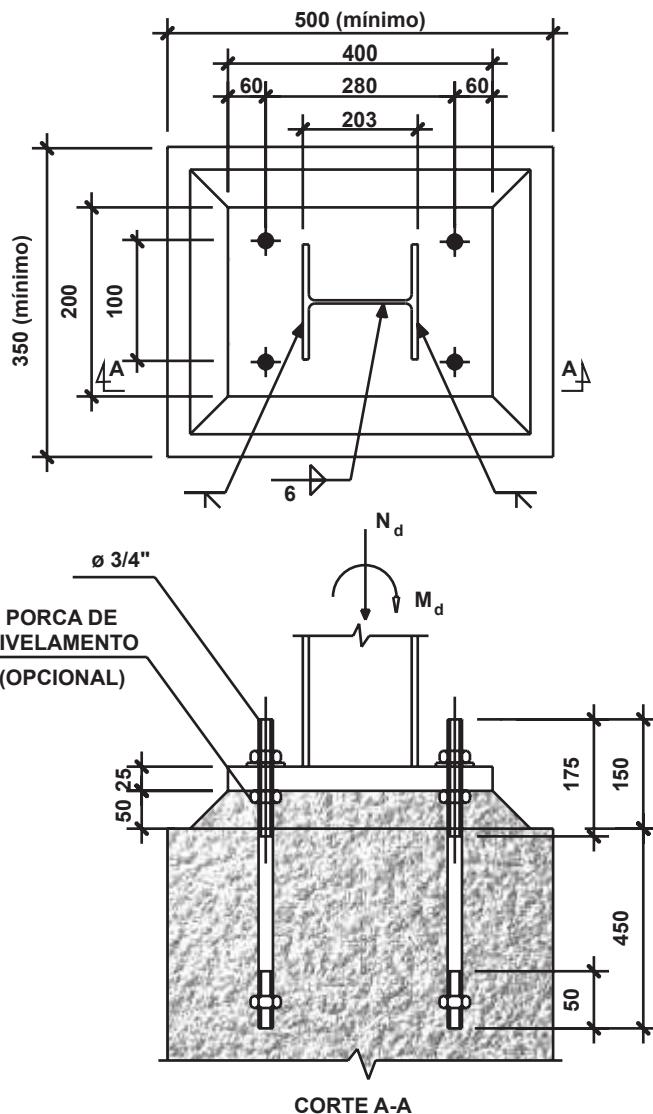
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
233	16,7
221	17,5
210	18,0
198	18,4
186	18,7
175	18,8
163	18,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
151	18,4
140	18,0
128	18,5
117	20,0
105	21,7
93	23,4
82	24,9

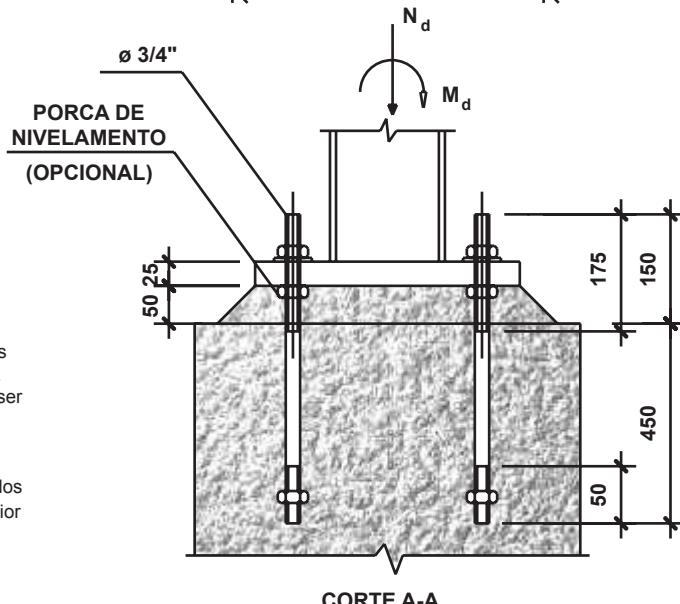
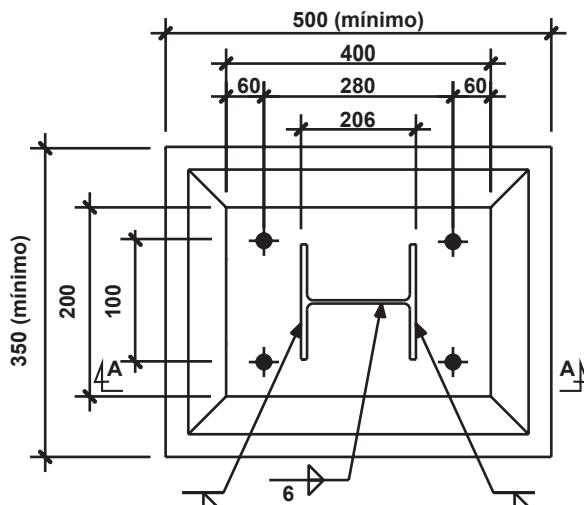
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
70	26,6
58	28,3
47	29,8
35	31,5
23	33,2
12	33,9
0	32,3

PERFIS: W 200 x 22,5**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
287	13,4
273	14,5
258	15,7
244	16,8
230	17,8
215	18,5
201	19,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
187	19,2
172	19,2
158	19,0
143	18,5
129	19,3
114	21,4
100	23,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
86	25,3
72	27,3
57	29,4
43	31,3
29	33,3
14	34,2
0	32,3

PERFIS: W 200 x 26,6

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

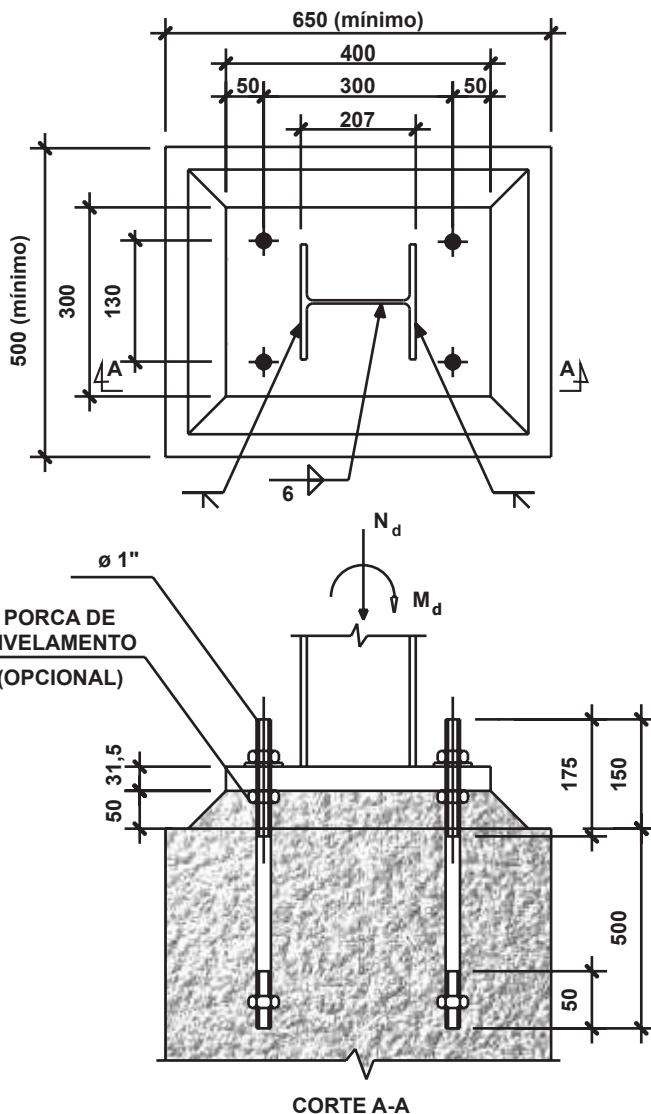
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
591	40,1
562	42,1
532	43,8
502	45,1
473	45,9
443	46,3
414	46,2

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
384	45,8
355	44,9
325	44,3
296	48,6
266	53,1
236	57,6
207	62,0

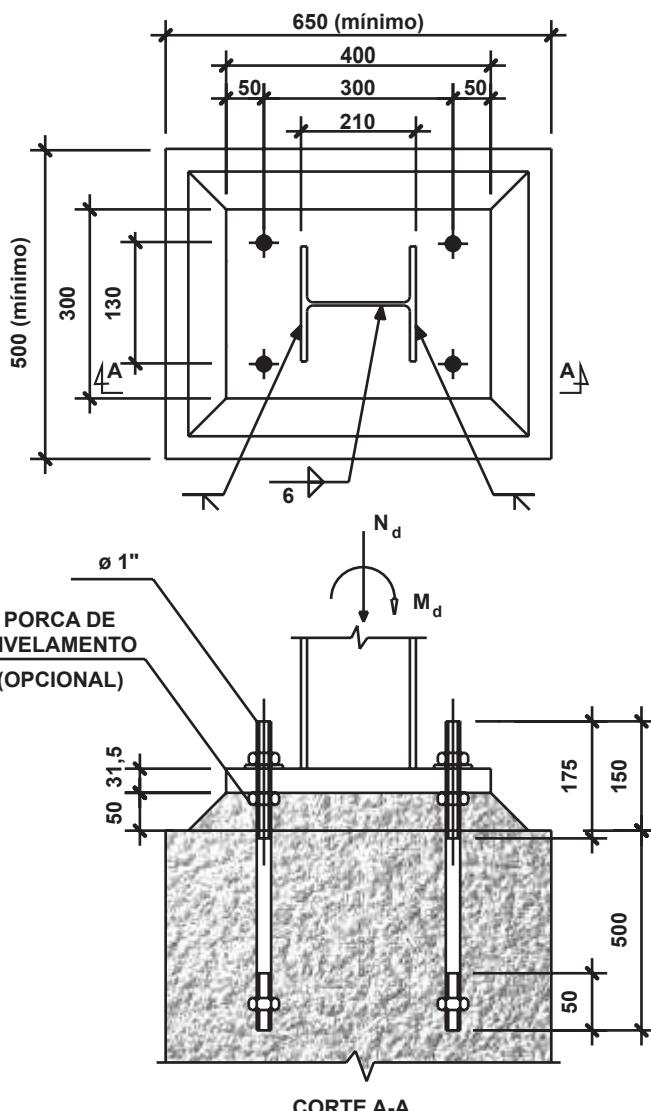
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
177	66,5
148	70,8
118	68,9
89	65,1
59	61,1
30	57,2
0	53,2

PERFIS: W 200 x 31,3**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



CORTE A-A

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
725	31,7
689	34,6
653	37,5
616	40,5
580	43,1
544	45,1
508	46,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
471	47,3
435	47,5
399	47,1
363	46,0
326	46,5
290	51,9
254	57,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
218	62,7
181	68,2
145	72,5
109	67,7
73	62,9
36	58,0
0	53,2

PERFIS: W 200 x 35,9 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

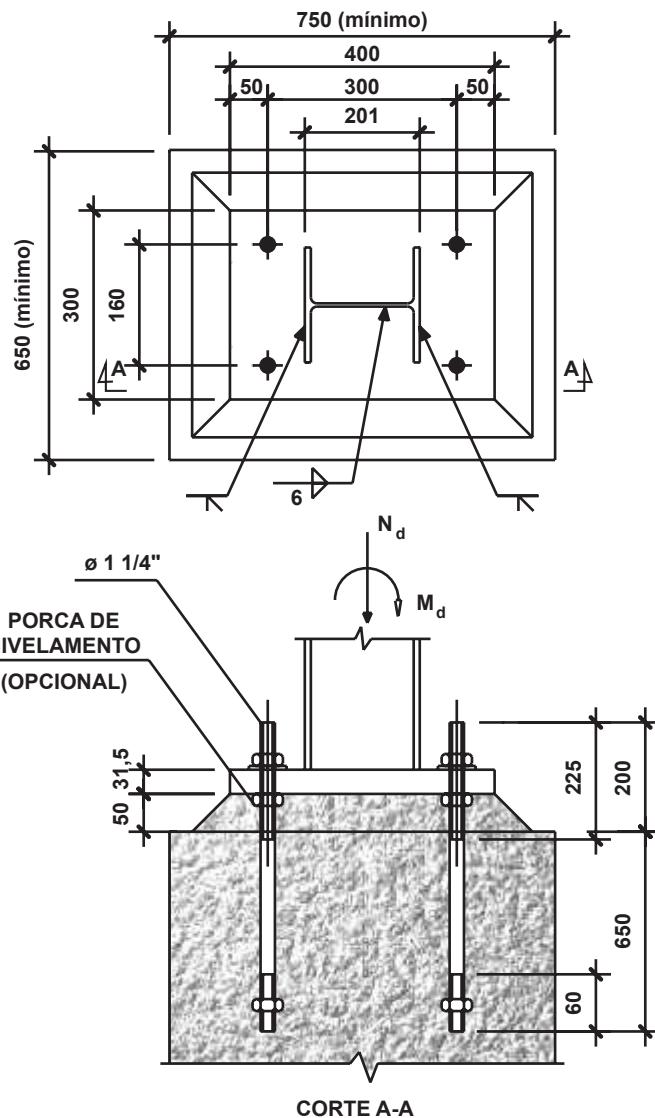
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1023	0
972	4,8
921	8,9
870	13,1
818	17,3
767	21,4
716	25,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
665	29,6
614	33,7
563	37,8
511	41,3
460	43,3
409	44,0
358	43,3

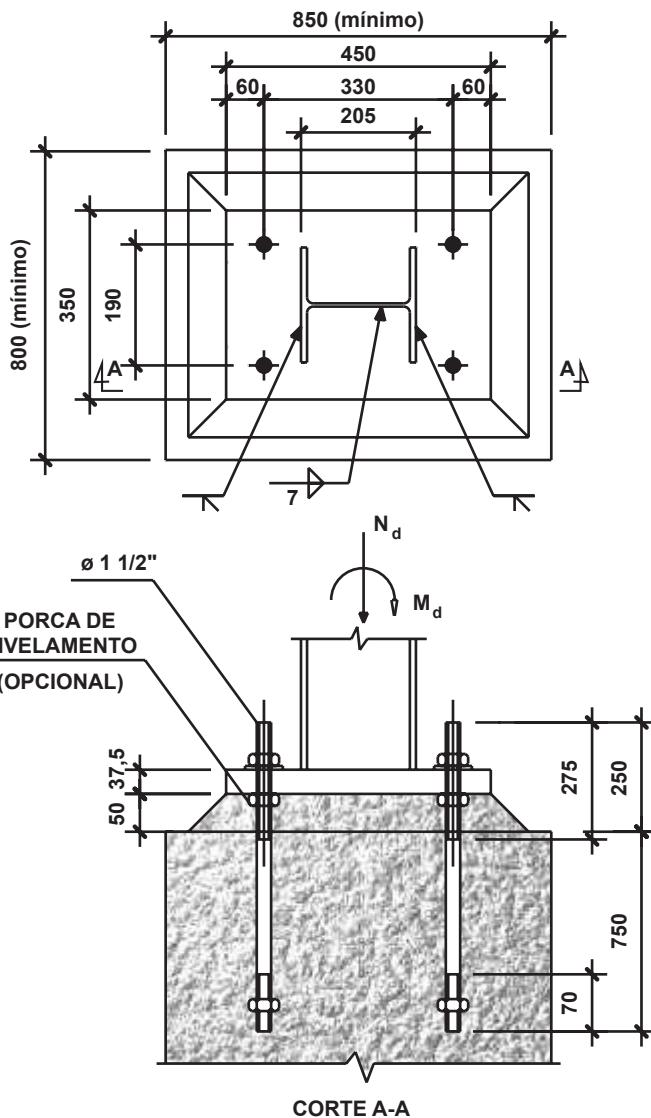
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
307	42,5
256	50,1
205	57,8
153	65,6
102	66,8
51	60,0
0	53,2

PERFIS: W 200 x 41,7 (H)**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1288	0
1224	5,9
1159	11,9
1095	17,8
1030	23,8
966	29,7
902	35,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
837	41,7
773	47,6
708	53,6
644	58,5
580	61,4
515	62,5
451	61,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
386	61,3
322	71,9
258	82,5
193	93,2
129	103,2
64	93,5
0	83,9

PERFIS: W 200 x 46,1 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

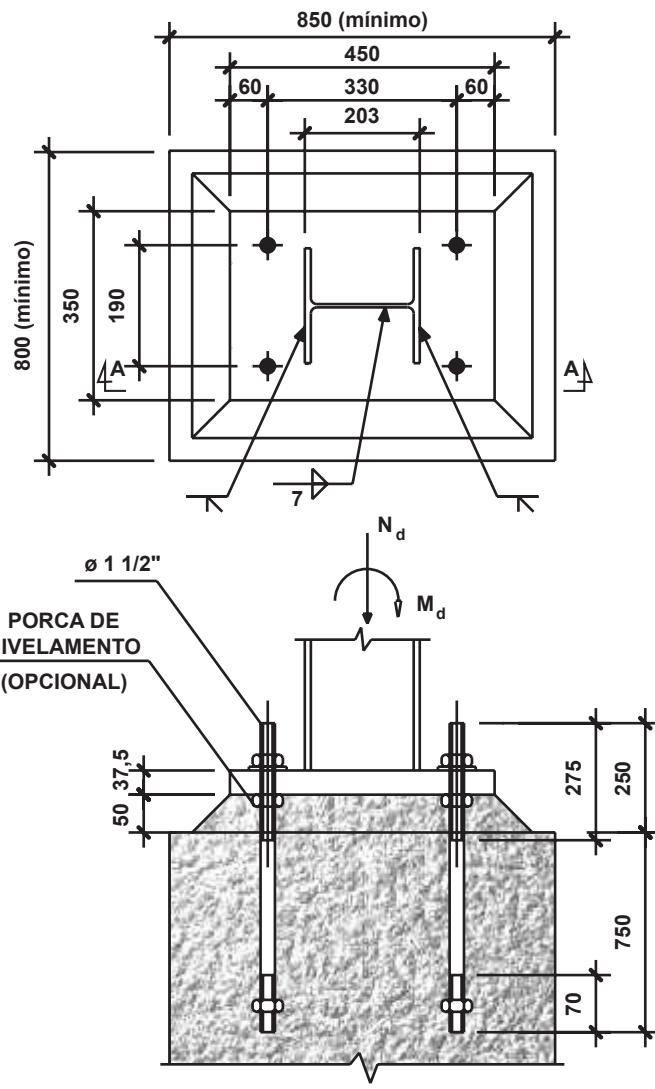
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



CORTE A-A

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1269	0
1205	5,9
1142	11,7
1079	17,6
1015	23,5
952	29,3
888	35,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
825	41,1
761	47,0
698	52,9
635	57,7
571	60,6
508	61,7
444	60,8

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
381	60,5
317	71,1
254	81,5
191	91,9
127	102,0
64	93,5
0	83,9

PERFIS: W 200 x 52,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

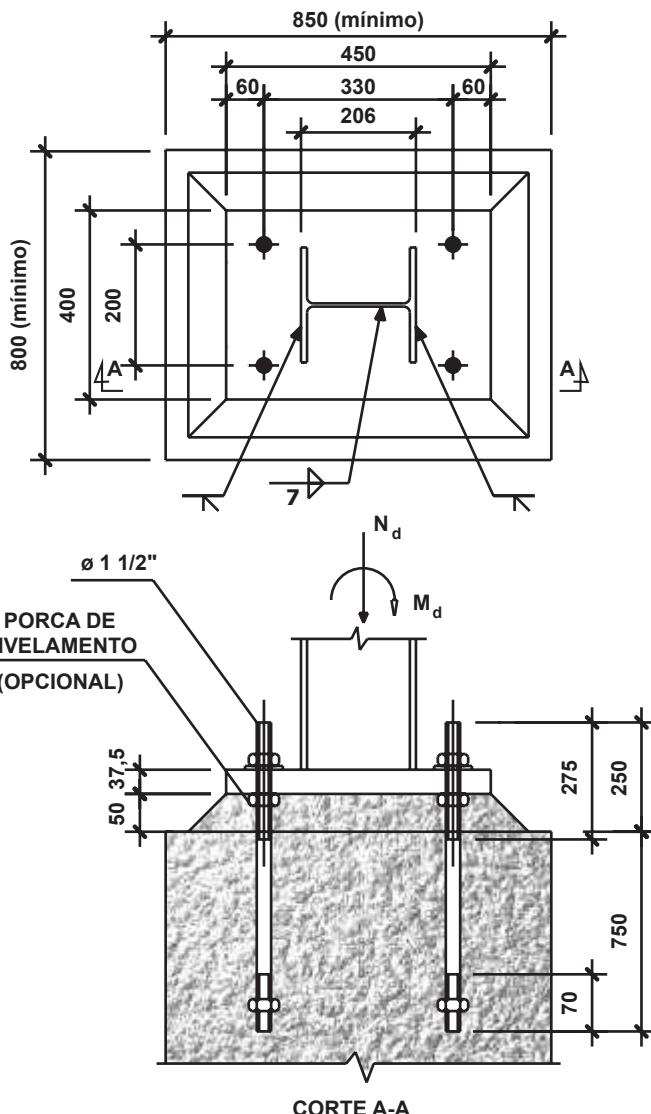
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1483	0
1409	6,8
1335	13,6
1261	20,5
1186	27,4
1112	34,2
1038	41,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
964	47,9
890	54,8
816	61,6
742	67,2
667	70,7
593	71,9
519	71,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
445	70,4
371	82,6
297	94,8
222	107,0
148	106,0
74	95,0
0	83,9

PERFIS: HP 200 x 53,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

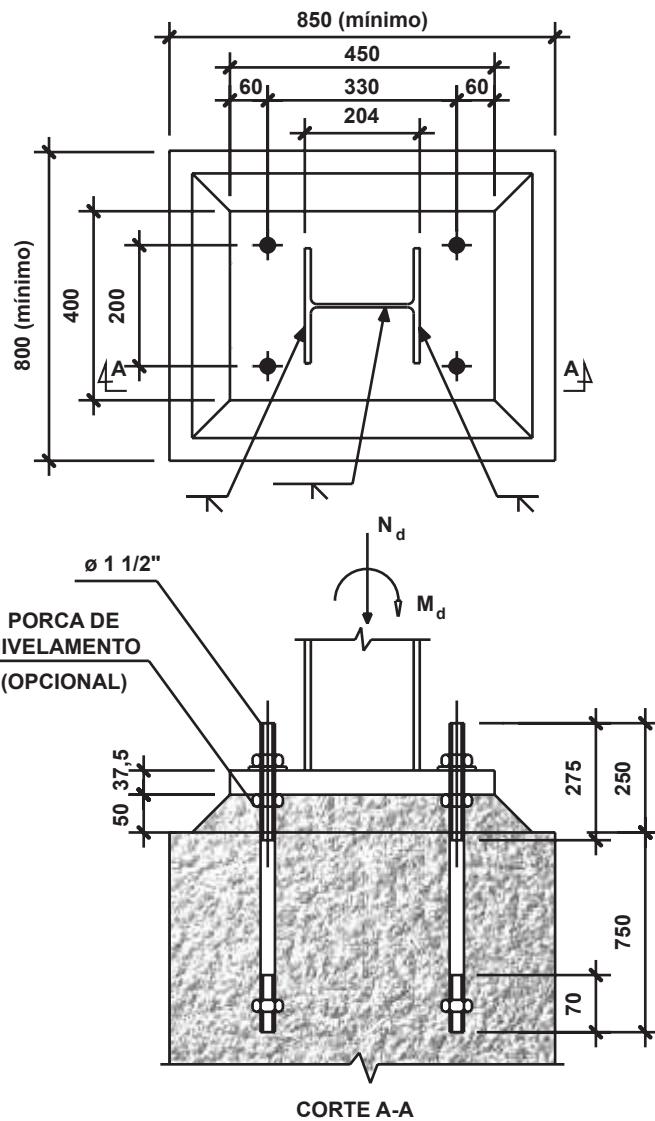
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



CORTE A-A

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1460	0
1387	6,8
1314	13,6
1241	20,3
1168	27,1
1095	33,8
1022	40,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
949	47,4
876	54,1
803	60,9
730	66,4
657	69,8
584	71,0
511	70,0

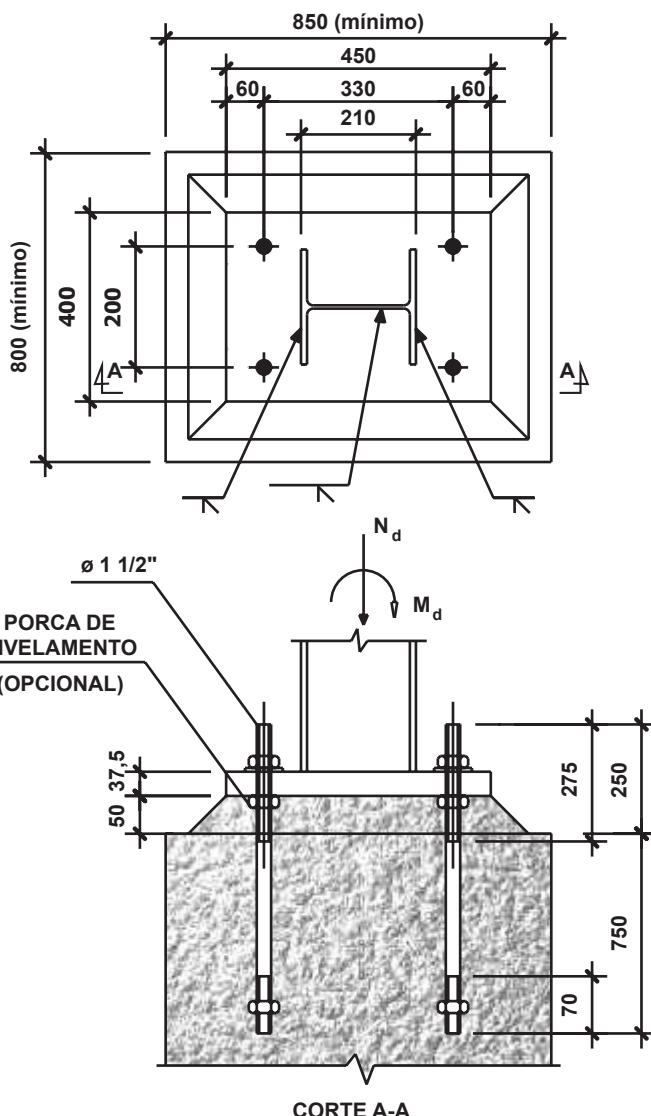
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
438	69,7
365	81,7
292	93,8
219	105,0
146	105,5
73	94,8
0	83,9

PERFIS: W 200 x 59,0 (H)**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1528	0
1452	7,0
1375	14,1
1299	21,1
1222	28,2
1146	35,2
1070	42,2

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
993	49,3
917	56,3
840	63,3
764	69,1
688	72,7
611	74,0
535	73,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
458	72,2
382	84,7
306	97,2
229	109,9
153	106,8
76	95,3
0	83,9

PERFIS: W 200 x 71,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

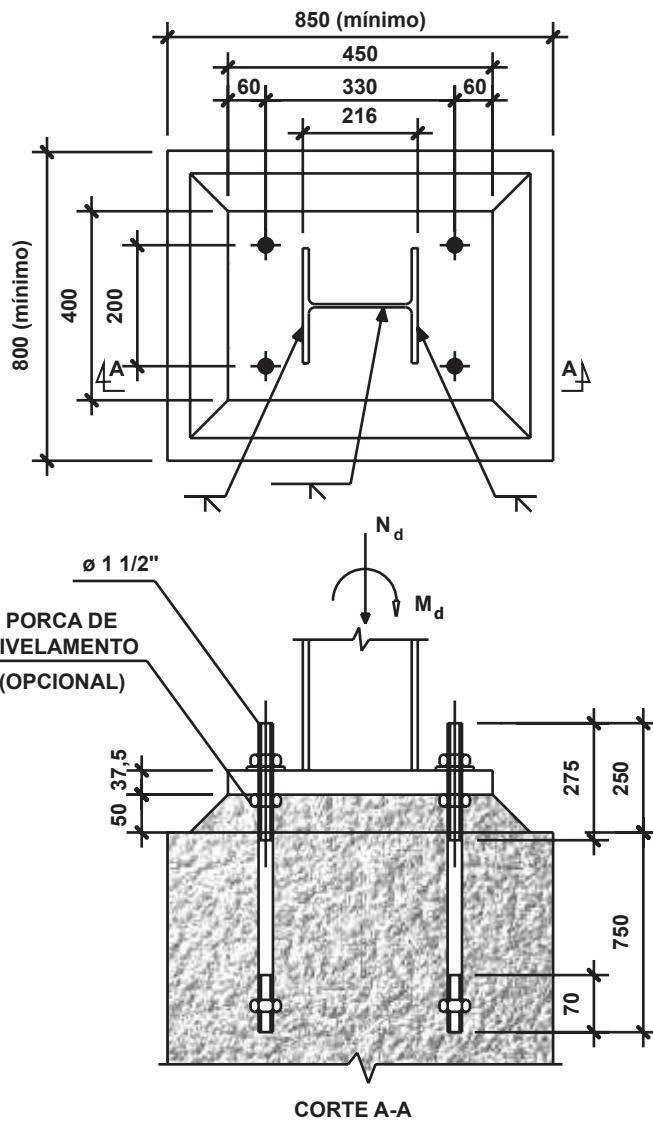
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



CORTE A-A

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1600	0
1520	7,3
1440	14,6
1360	22,0
1280	29,3
1200	36,6
1120	44,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1040	51,3
960	58,6
880	65,9
800	72,1
720	75,8
640	77,2
560	76,2

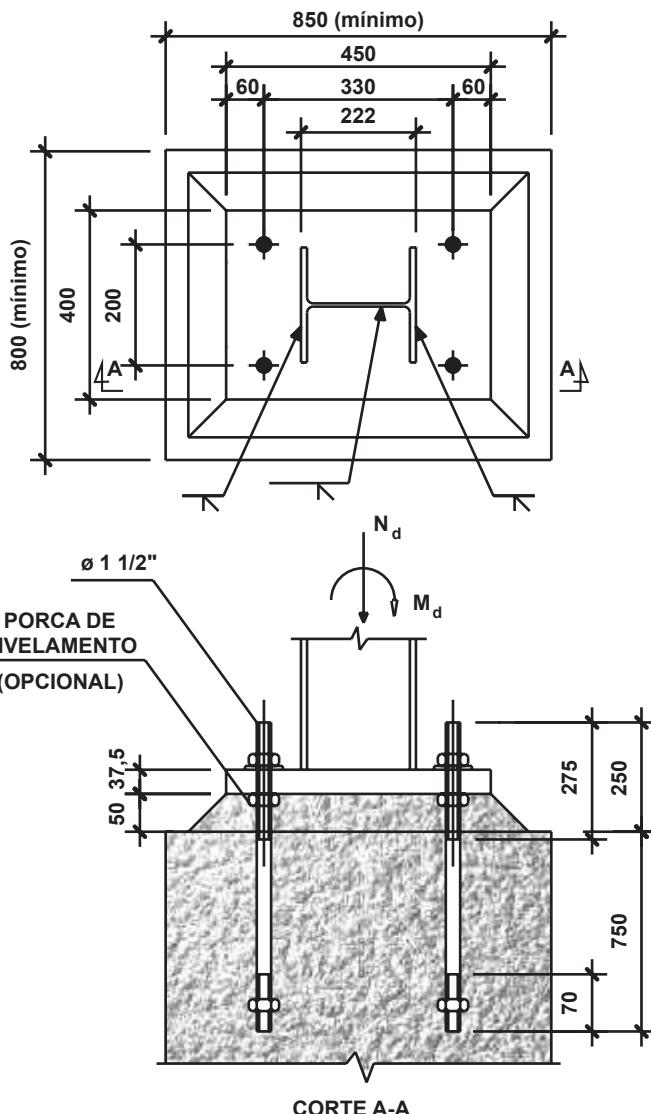
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
480	74,7
400	87,9
320	101,1
240	114,3
160	107,9
80	95,9
0	83,9

PERFIS: W 200 x 86,0 (H)**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.

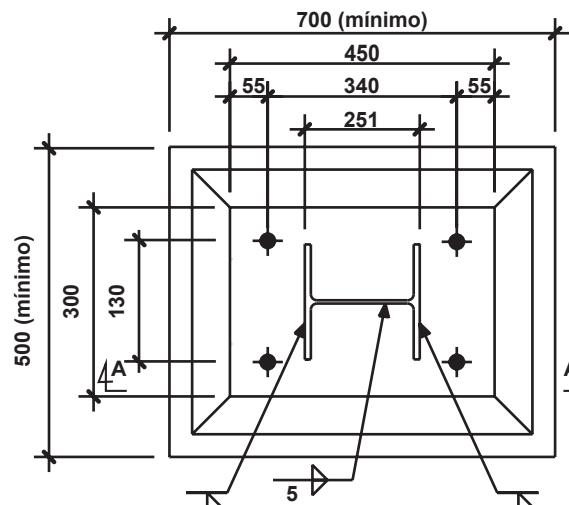


N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1670	0
1587	8,2
1503	15,9
1420	23,4
1336	31,1
1253	38,6
1169	46,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1086	53,9
1002	61,5
919	69,1
835	75,4
752	79,3
668	80,6
585	79,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
501	77,8
418	91,5
334	105,4
251	119,1
167	108,9
84	96,5
0	83,9

PERFIS: W 250 x 17,9



PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

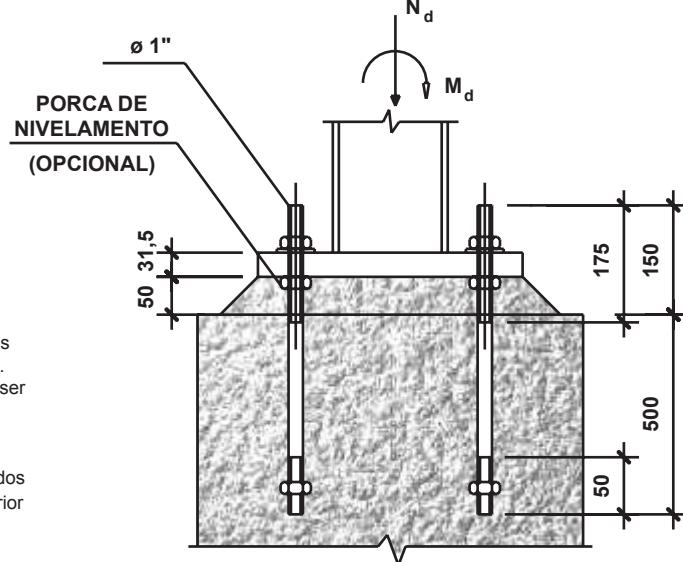
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
184	76,3
175	77,8
166	79,3
156	81,0
147	82,2
138	80,8
129	79,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
120	78,1
110	76,6
101	75,3
92	73,9
83	72,6
74	71,2
64	69,7

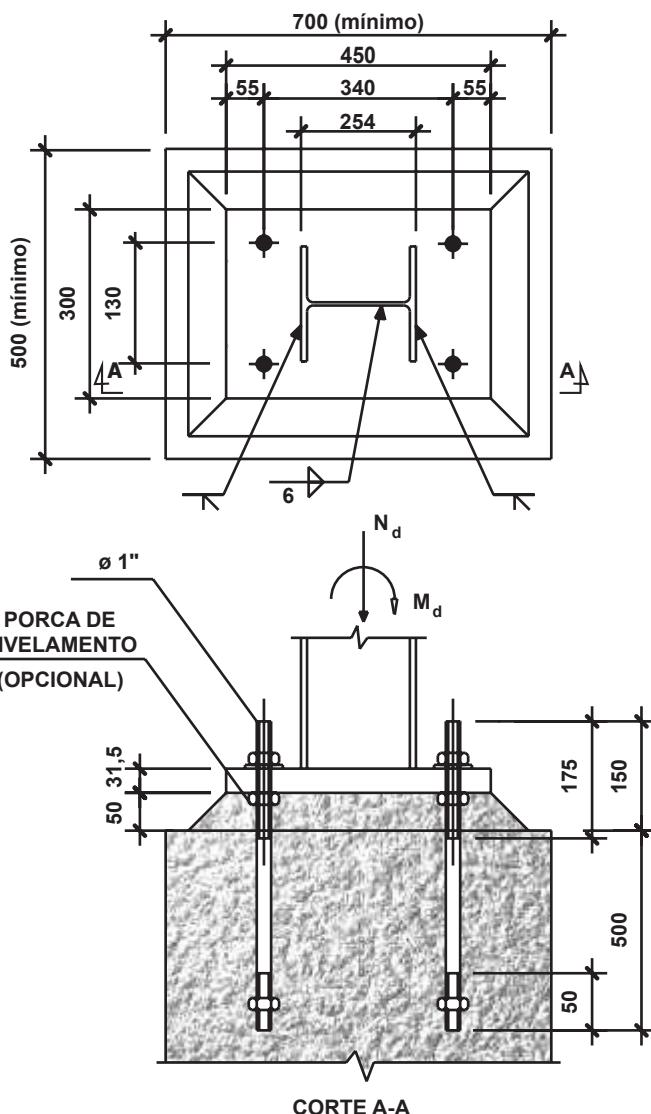
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
55	68,4
46	67,0
37	65,7
28	64,3
18	62,8
9	61,5
0	60,1

PERFIS: W 250 x 22,3**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
248	68,1
236	70,1
223	72,3
214	73,8
198	76,6
186	78,6
174	80,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
161	82,9
149	82,5
136	80,5
124	78,7
112	76,9
99	75,0
87	73,2

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
75	71,4
62	69,4
50	67,6
37	65,7
25	63,9
12	61,9
0	60,1

PERFIS: W 250 x 25,3

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

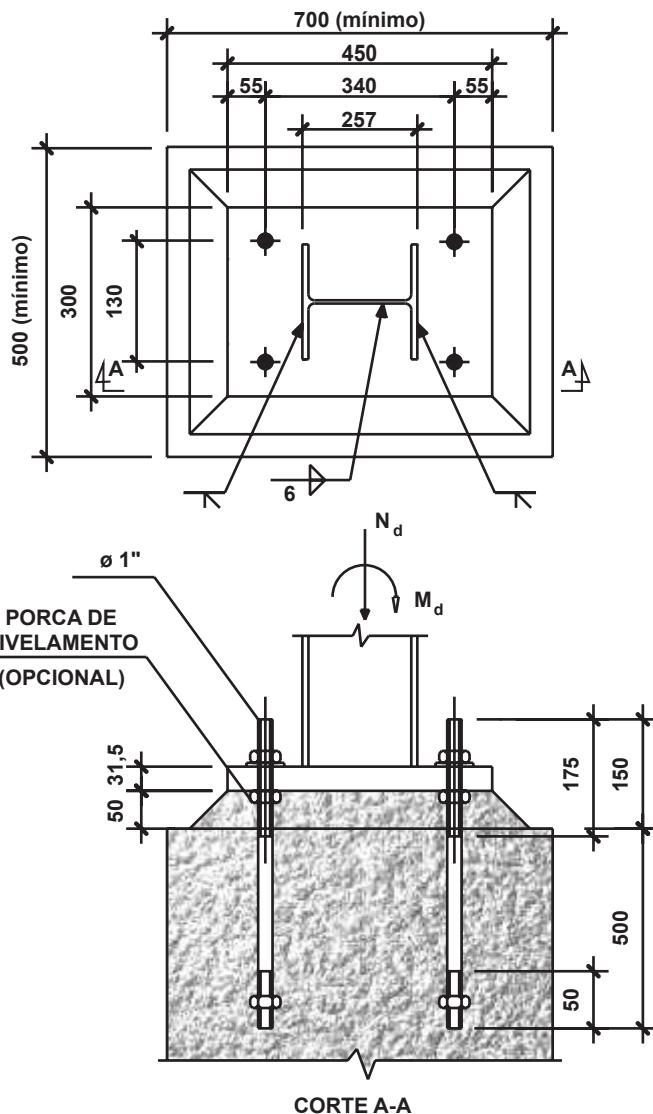
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
303	61,5
288	64,1
273	66,6
258	69,2
242	71,9
227	74,4
212	77,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
197	79,5
182	82,1
167	84,6
152	82,9
136	80,5
121	78,3
106	76,0

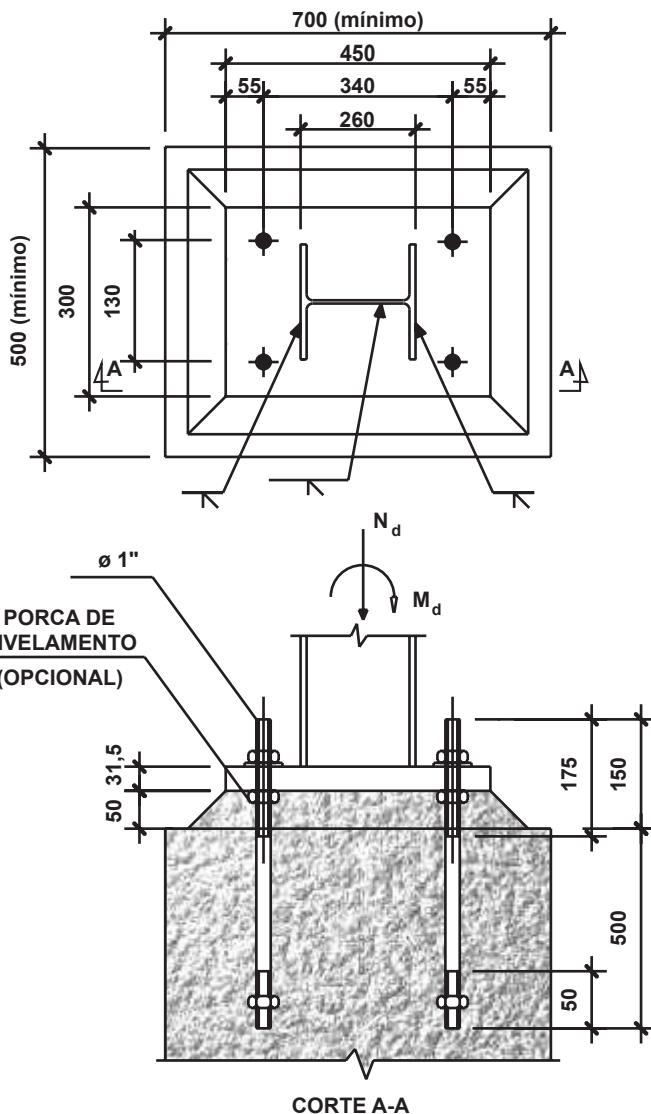
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
91	73,8
76	71,5
61	69,3
46	67,0
30	64,6
15	62,4
0	60,1

PERFIS: W 250 x 28,4**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
358	55,1
340	58,1
322	61,2
304	64,2
286	67,3
269	70,2
251	73,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
233	76,3
215	79,4
197	82,4
179	85,5
161	84,3
143	81,6
125	78,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
107	76,2
90	73,6
72	70,9
54	68,2
36	65,5
18	62,8
0	60,1

PERFIS: W 250 x 32,7

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

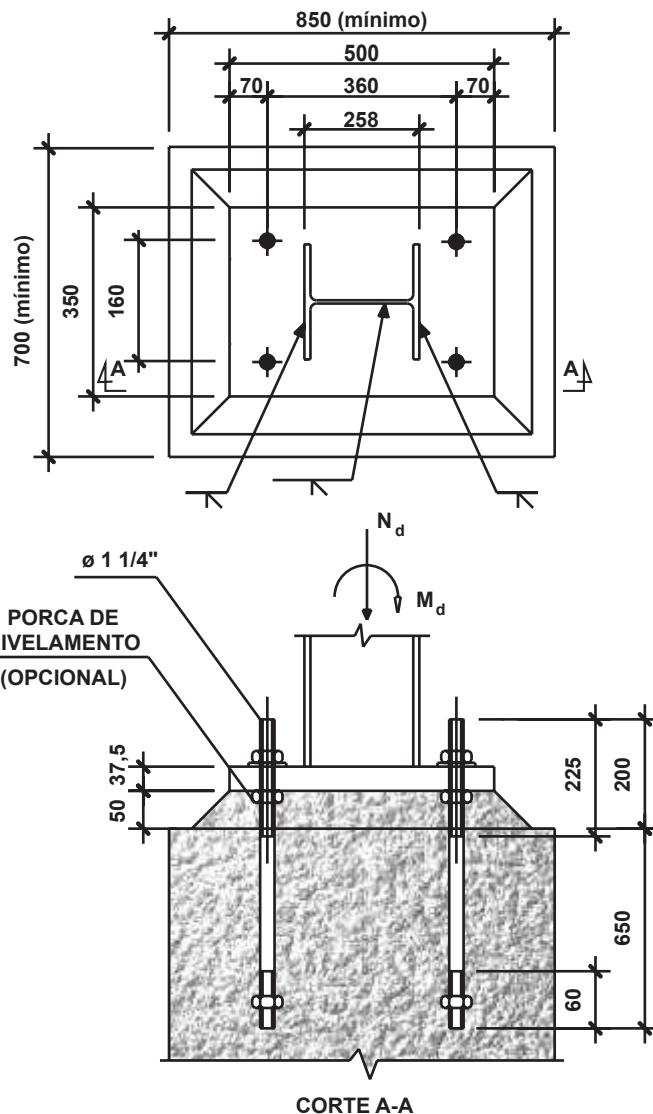
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
795	64,2
755	68,0
715	71,1
676	73,4
636	75,1
596	76,0
557	76,2

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
517	75,6
477	74,3
437	72,3
398	78,1
358	85,3
318	92,5
278	99,7

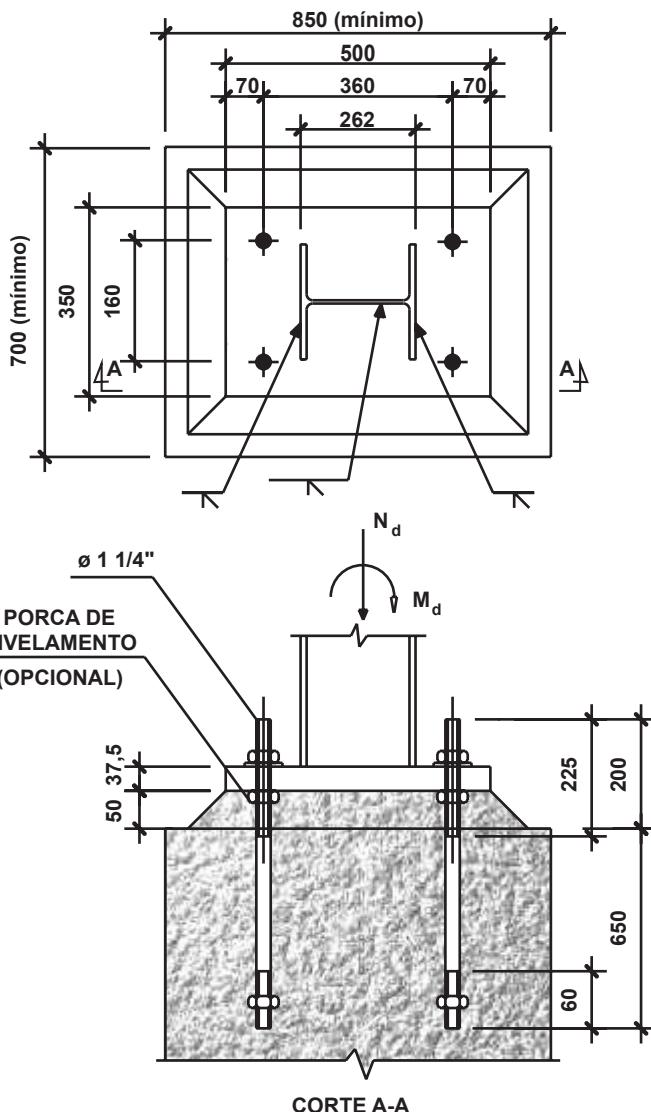
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
239	106,8
199	114,0
159	118,8
119	112,1
80	105,6
40	99,0
0	92,3

PERFIS: W 250 x 38,5**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
972	50,7
923	55,6
875	60,4
826	65,3
778	69,9
729	73,6
680	76,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
632	77,8
583	78,3
535	77,8
486	76,2
437	75,2
389	83,9
340	92,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
292	101,3
243	110,1
194	119,0
146	116,6
97	108,5
49	100,5
0	92,3

PERFIS: W 250 x 44,8

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

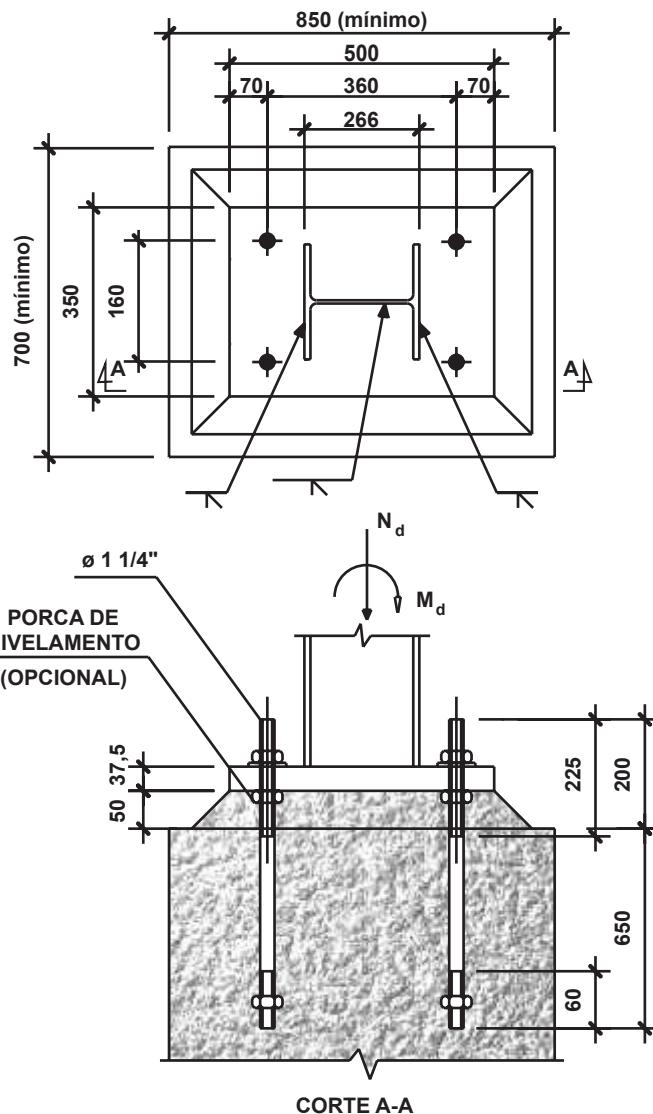
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1128	39,5
1072	45,1
1015	50,8
959	56,4
902	62,1
846	67,7
790	72,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
733	76,9
677	79,4
620	80,5
564	80,3
508	78,7
451	77,0
395	87,1

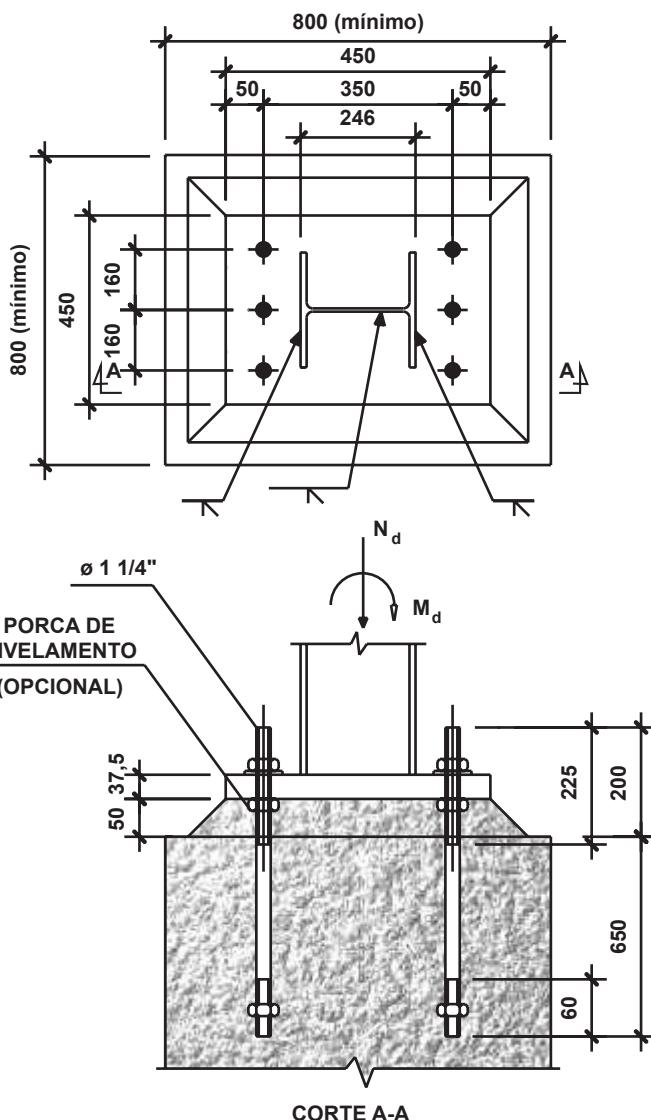
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
338	97,3
282	107,4
226	117,5
169	120,5
113	111,1
56	101,6
0	92,3

PERFIS: HP 250 x 62,0 (H)**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1794	0
1704	13,0
1615	25,8
1525	38,9
1435	51,8
1346	64,7
1256	77,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1166	100,8
1076	105,7
987	108,5
897	109,3
807	108,0
718	104,6
628	113,2

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
538	128,9
449	144,5
359	160,2
269	170,2
179	156,7
90	143,3
0	129,8

PERFIS: W 250 x 73,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

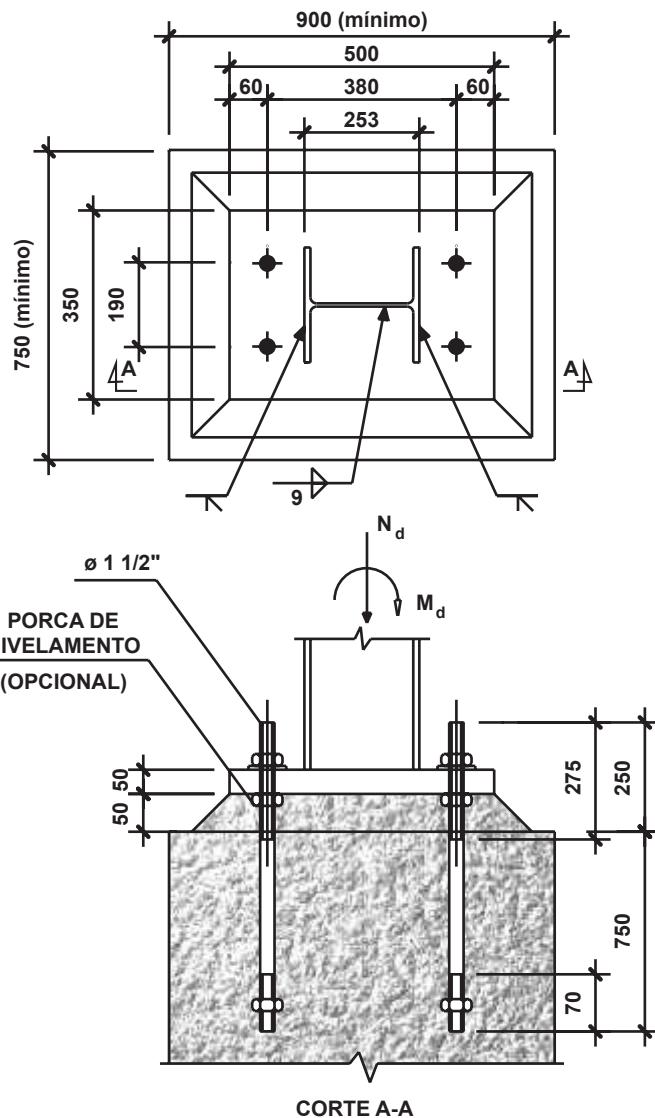
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2458	0
2335	12,4
2212	24,8
2089	37,2
1966	49,6
1843	62,0
1721	74,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1598	86,7
1457	100,9
1352	111,5
1229	122,0
1106	128,5
983	130,9
860	129,2

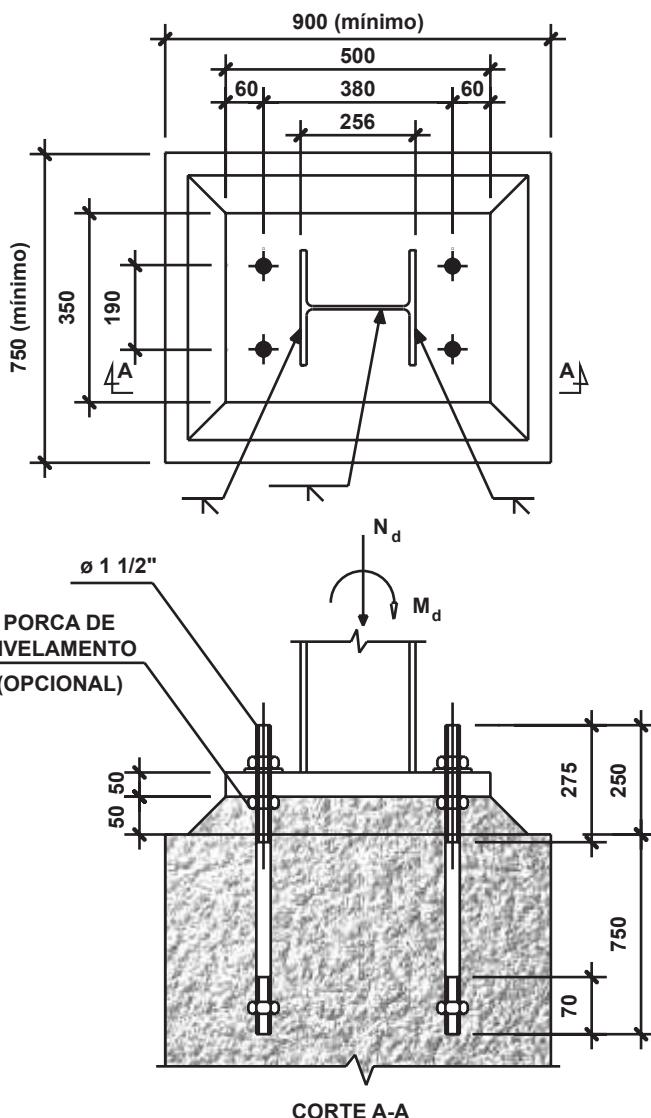
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
737	125,0
615	148,2
492	171,6
369	195,0
246	209,9
123	189,4
0	168,9

PERFIS: W 250 x 80,0 (H)PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ MpaNOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2513	0
2387	12,7
2262	25,2
2136	37,9
2010	50,6
1885	63,1
1759	75,8

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1633	88,5
1508	101,0
1382	113,7
1256	124,5
1131	131,1
1005	133,6
879	131,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
754	127,1
628	151,0
503	174,8
377	198,7
251	210,7
126	189,9
0	168,9

PERFIS: HP 250 x 85,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

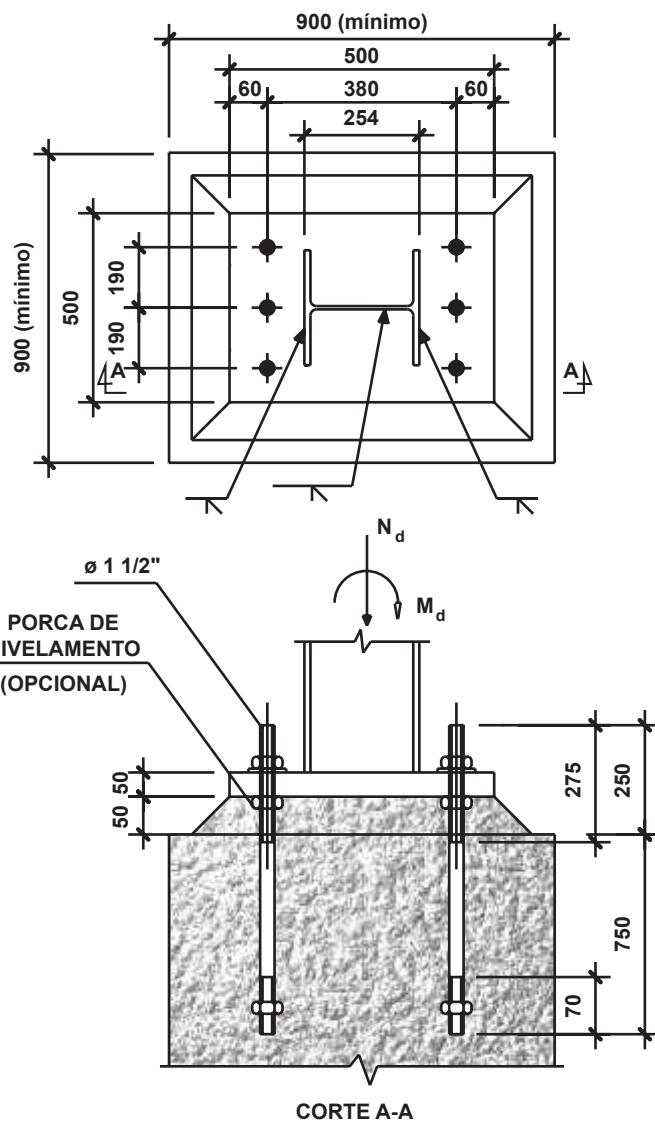
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2777	0
2638	24,0
2500	47,7
2360	72,0
2222	95,7
2083	119,8
1944	143,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1805	172,8
1666	181,6
1527	186,8
1388	188,3
1250	186,2
1111	180,5
972	196,5

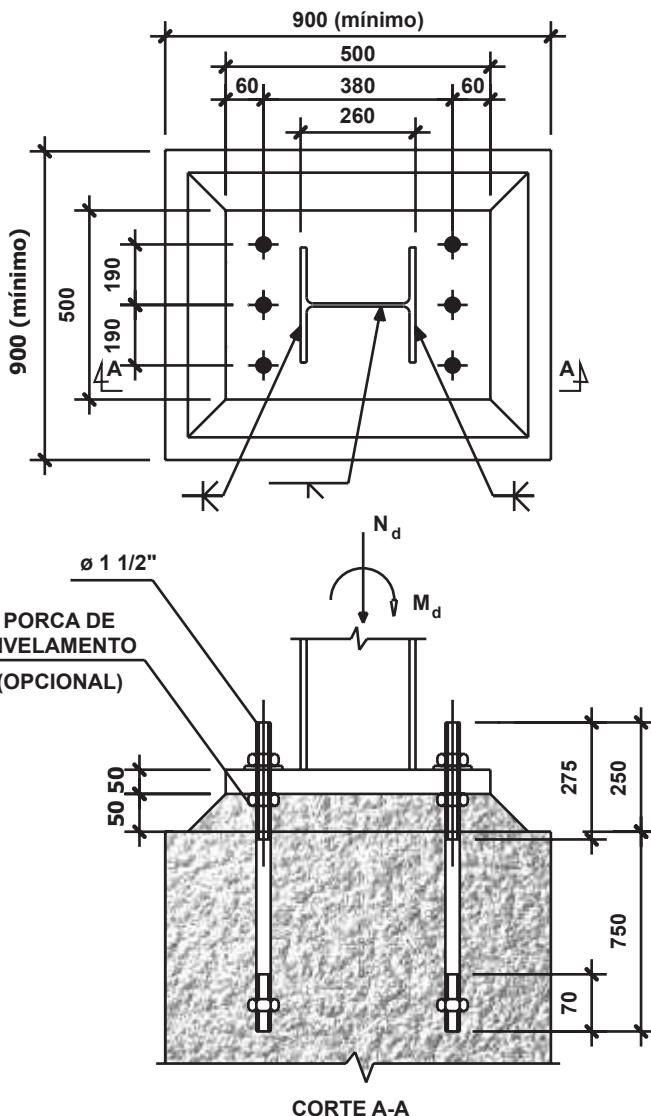
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
833	222,9
694	249,3
555	275,7
416	302,1
278	288,3
139	265,1
0	241,9

PERFIS: W 250 x 89,0 (H)PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ MpaNOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2717	0
2581	22,9
2445	45,9
2309	68,7
2174	91,5
2038	114,5
1902	137,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1766	187,9
1630	193,7
1494	196,1
1358	195,3
1223	191,1
1087	186,6
951	212,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
815	241,9
679	264,2
543	290,0
408	313,1
272	290,4
136	267,7
0	245,1

PERFIS: W 250 x 101,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

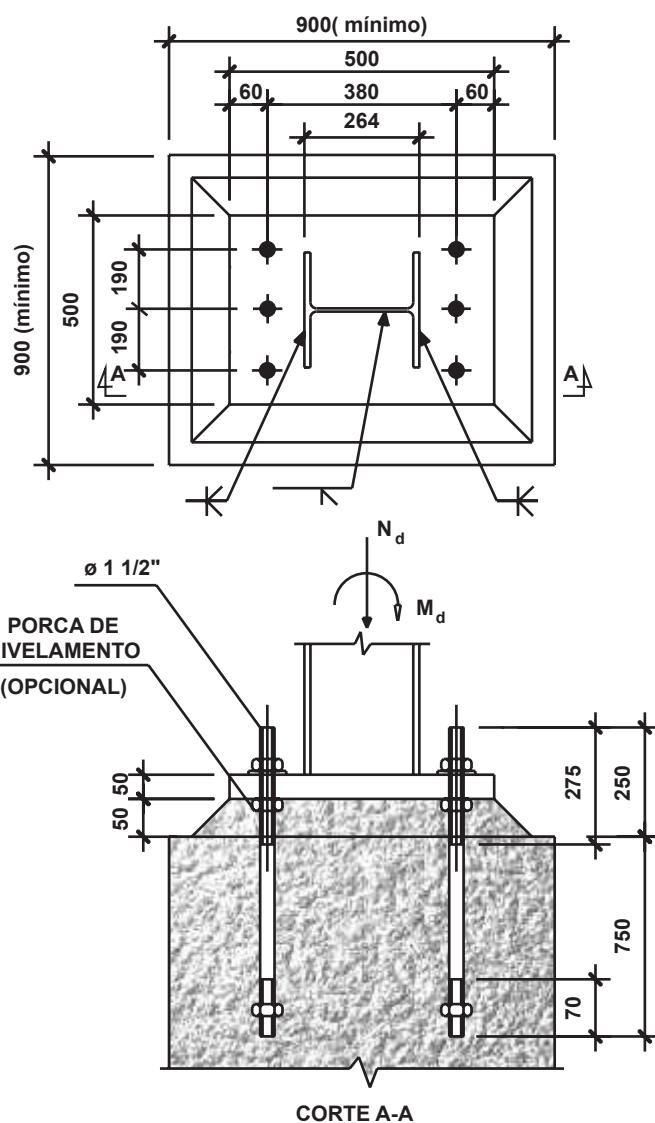
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2730	0
2594	22,9
2457	45,8
2321	68,7
2184	91,5
2047	114,5
1911	137,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1775	195,5
1638	200,3
1502	201,9
1365	200,1
1229	193,0
1092	185,7
956	211,5

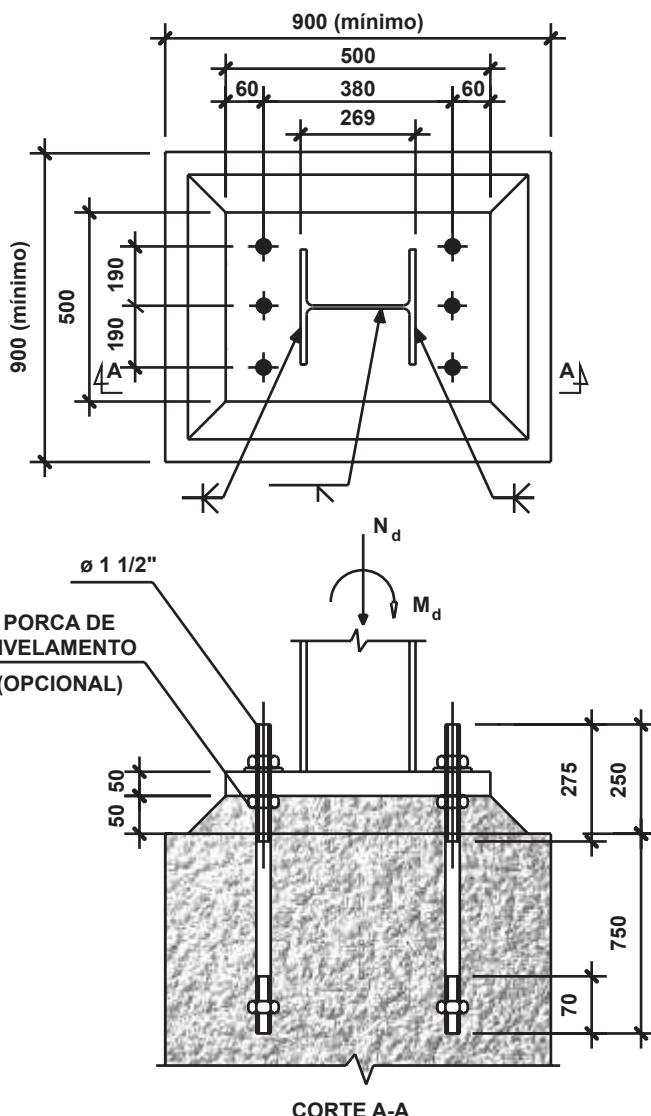
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
819	252,0
682	263,6
546	289,4
409	315,5
273	292,8
137	270,1
0	247,3

PERFIS: W 250 x 115,0 (H)PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ MpaNOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2761	0
2623	22,6
2485	45,1
2347	67,6
2209	90,1
2071	112,6
1933	135,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1795	204,7
1657	206,7
1518	205,3
1381	201,0
1242	193,9
1104	183,8
966	209,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
828	252,1
690	262,1
552	288,3
414	314,5
276	296,3
138	273,3
0	250,3

PERFIS: W 310 x 21,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

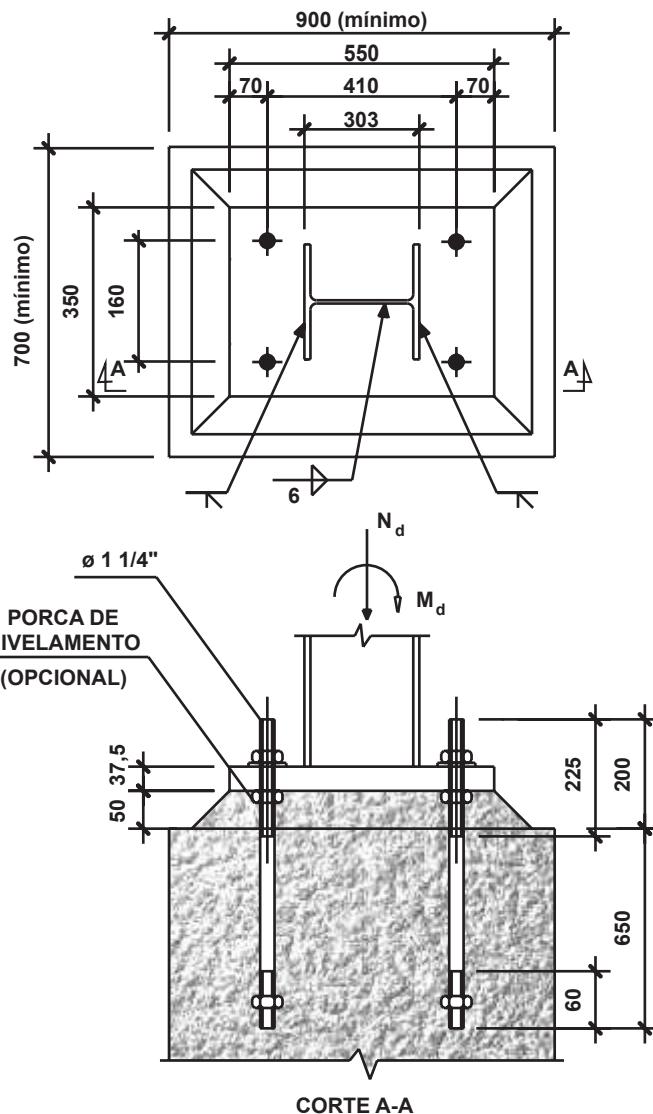
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
198	131,6
188	133,7
178	135,7
168	134,2
158	132,4
148	130,5
139	128,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
129	127,1
119	125,2
109	123,4
99	121,5
89	119,7
79,2	118,0
69,3	116,1

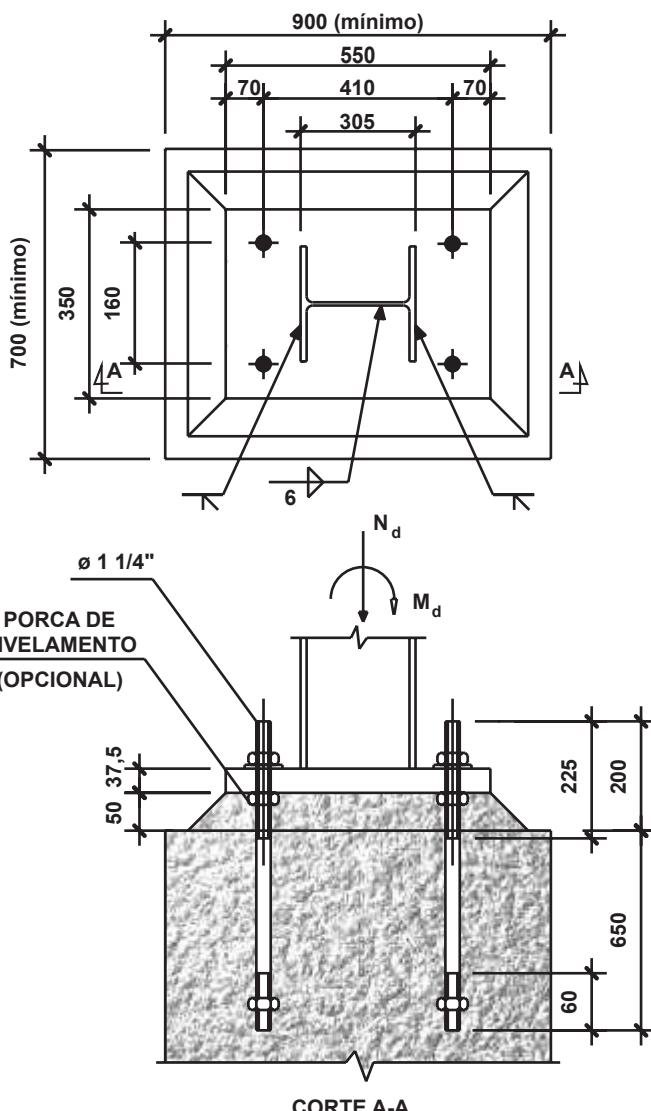
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
59,4	114,3
50,0	112,6
40,0	110,7
30,0	108,9
20,0	107,1
10,0	105,2
0	103,4

PERFIS: W 310 x 23,8**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
233	126,7
221	129,2
210	131,4
198	133,9
186	136,4
175	135,5
163	133,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
151	131,1
140	129,1
128	126,9
116	124,7
105	122,7
93	120,5
82	118,4

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
70	116,2
58	114,0
47	112,0
35	109,8
23	107,6
12	105,6
0	103,4

PERFIS: W 310 x 28,3

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

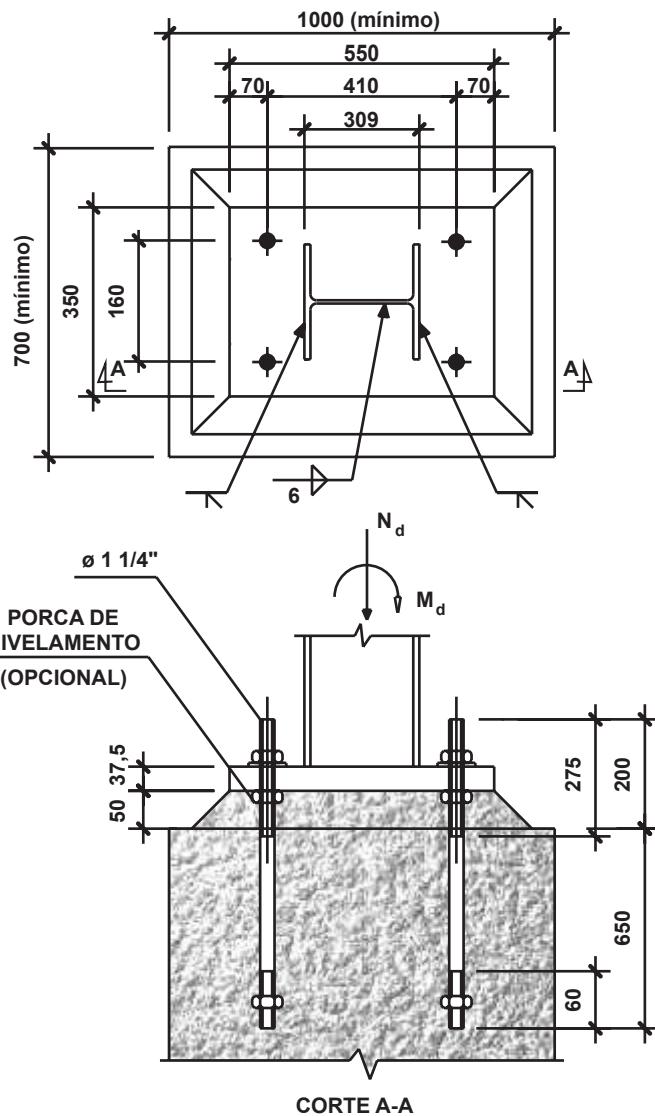
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
321	113,4
305	116,7
289	120,0
273	123,3
257	126,5
241	129,8
225	133,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
209	136,4
193	138,8
177	135,9
161	132,9
144	129,8
128	126,9
112	123,9

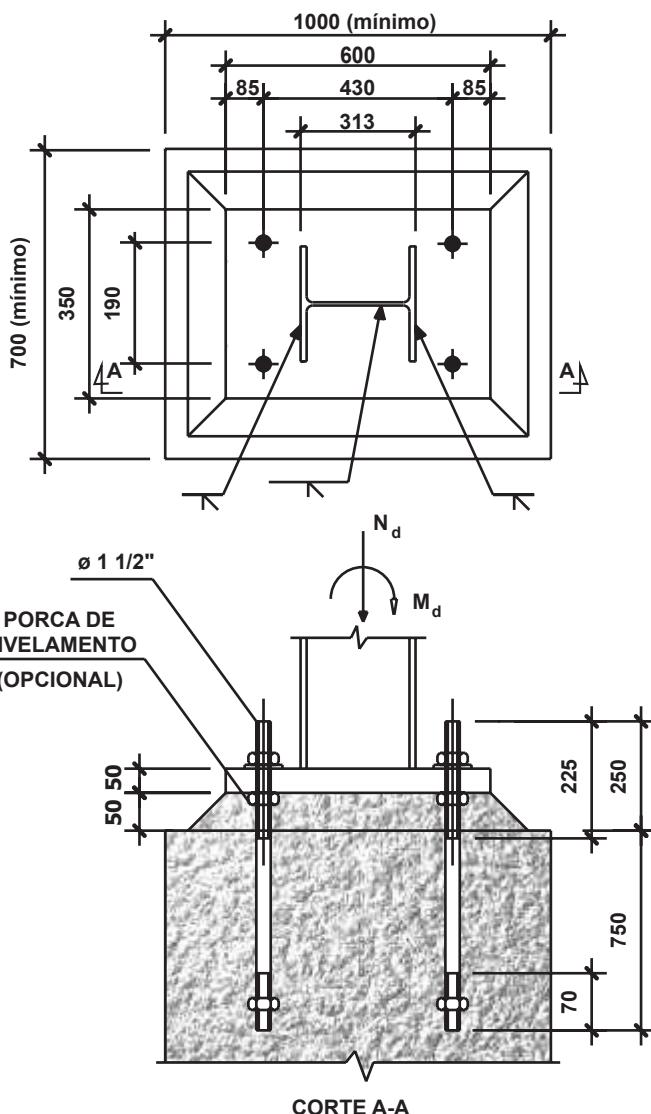
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
96	121,0
80	118,1
64	115,1
48	112,2
32	109,3
16	106,4
0	103,4

PERFIS: W 310 x 32,7**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
387	187,6
368	191,7
348	196,0
329	200,0
310	204,1
290	208,4
271	212,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
252	216,6
232	220,9
213	225,0
194	229,1
174	231,3
155	227,5
135	223,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
116	219,7
97	215,9
77	211,9
58	208,1
39	204,3
19	200,3
0	196,5

PERFIS: W 310 x 38,7

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

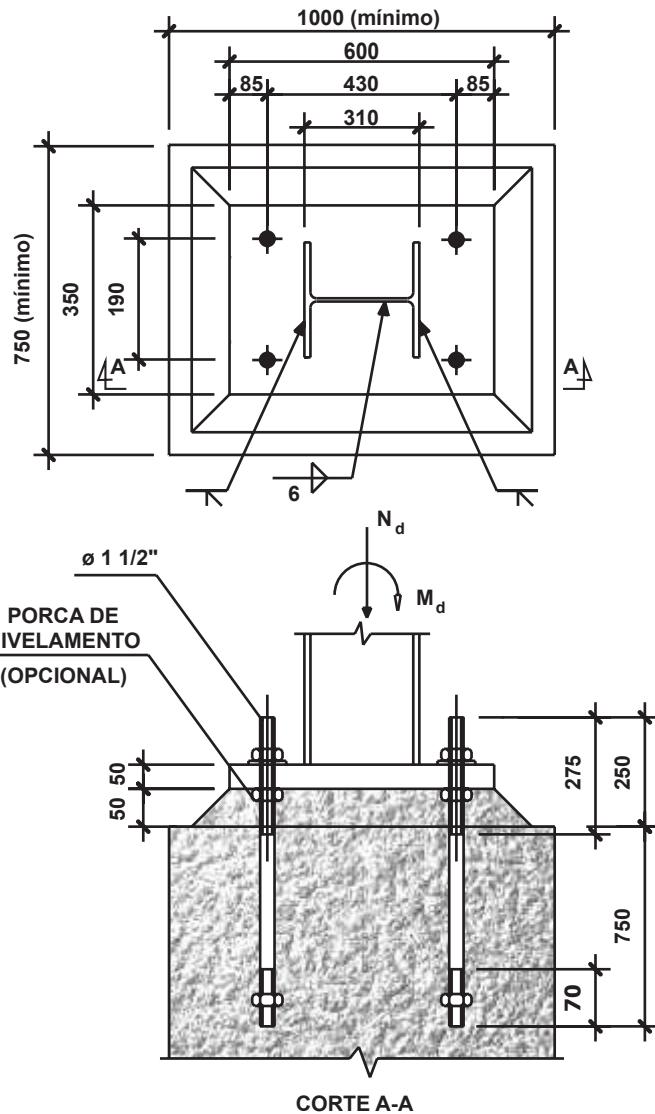
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1053	127,5
1000	131,1
948	133,7
895	135,3
842	135,8
790	135,3
737	133,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
684	131,1
632	130,4
579	141,8
526	153,2
474	164,3
421	175,7
368	187,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
316	198,3
263	209,7
211	220,9
158	228,1
105	217,5
53	207,1
0	196,5

PERFIS: W 310 x 44,5

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

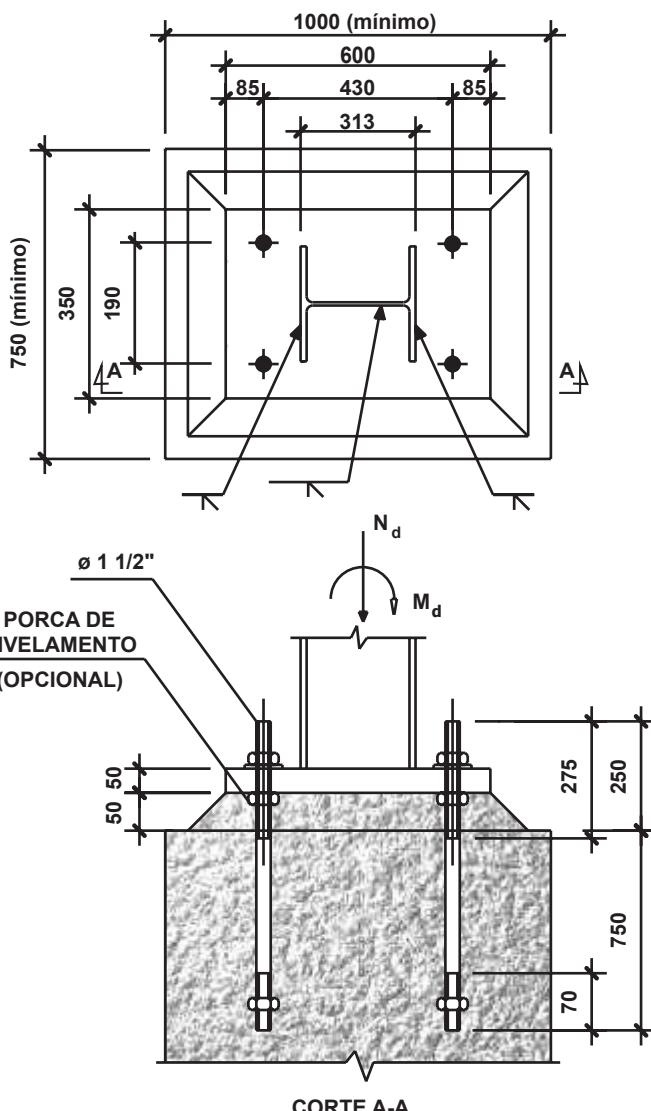
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1229	113,3
1167	120,6
1106	126,9
1045	131,7
983	135,3
922	137,4
860	138,2

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
799	137,5
737	135,5
676	132,1
615	138,5
553	151,9
492	165,0
430	178,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
369	191,4
307	204,8
246	217,9
184	231,2
123	221,1
62	208,9
0	196,5

PERFIS: W 310 x 52,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

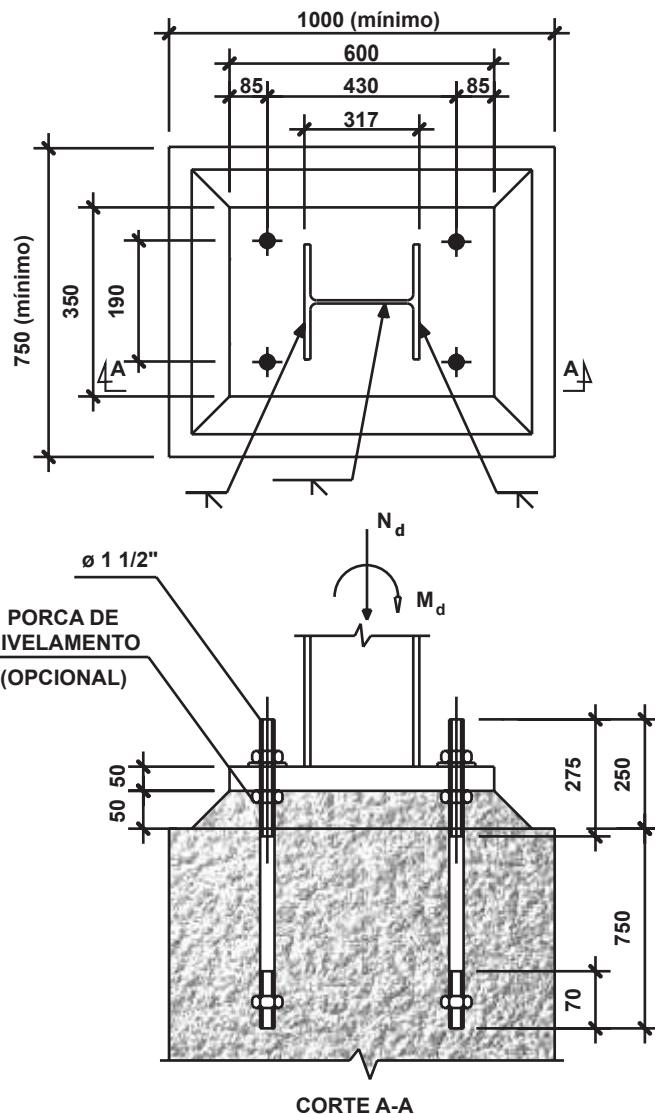
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1453	92,8
1380	101,5
1308	110,2
1235	118,9
1162	127,2
1090	133,5
1017	138,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
944	140,7
872	141,4
799	140,3
727	137,3
654	136,4
581	152,1
509	167,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
436	183,3
363	199,0
291	214,4
218	230,1
145	225,5
73	211,1
0	196,5

PERFIS: HP 310 x 79,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

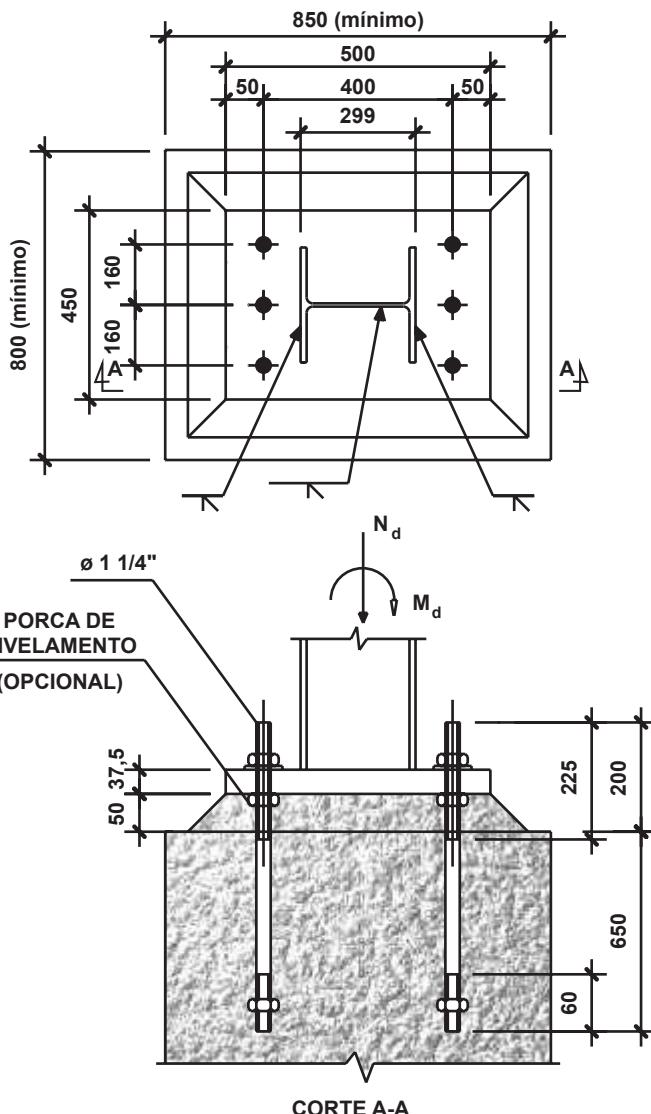
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2570	0
2441	12,5
2313	25,0
2185	37,5
2056	50,0
1928	62,5
1799	75,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1671	87,5
1542	100,1
1414	112,5
1285	123,8
1157	130,8
1028	133,6
900	132,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
771	126,4
643	146,6
514	172,4
386	198,0
257	189,3
129	168,0
0	146,5

PERFIS: HP 310 x 93,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

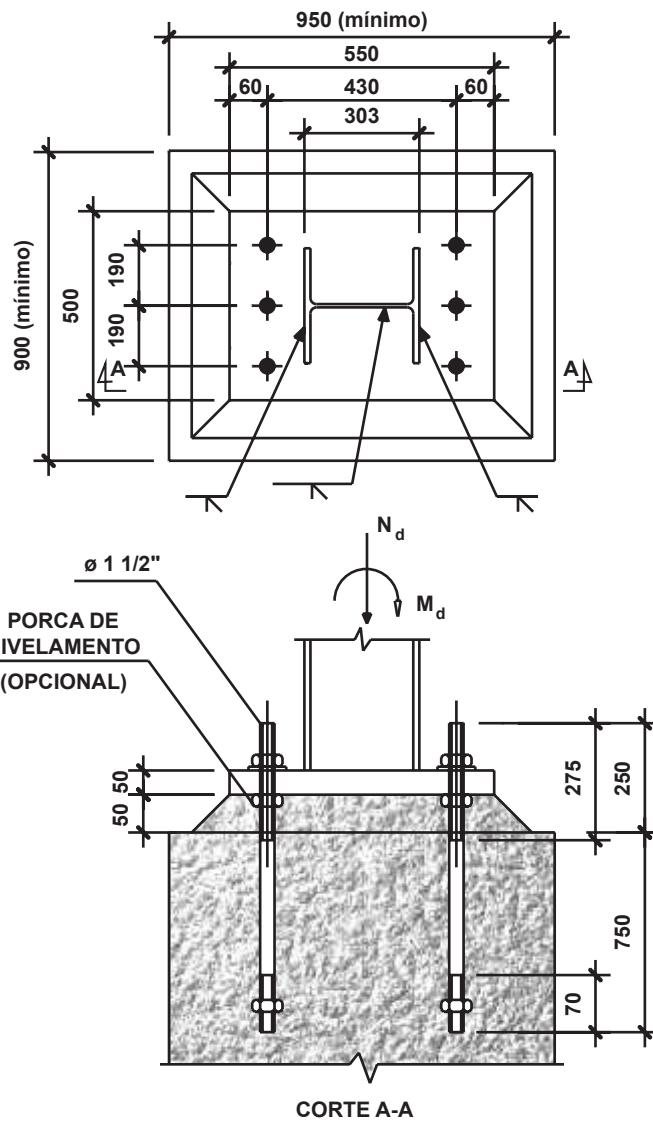
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3361	46,7
3193	65,0
3025	83,3
2857	101,6
2689	120,0
2521	138,2
2353	156,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2185	174,9
2017	193,0
1849	207,3
1680	216,1
1512	219,4
1344	217,3
1176	209,7

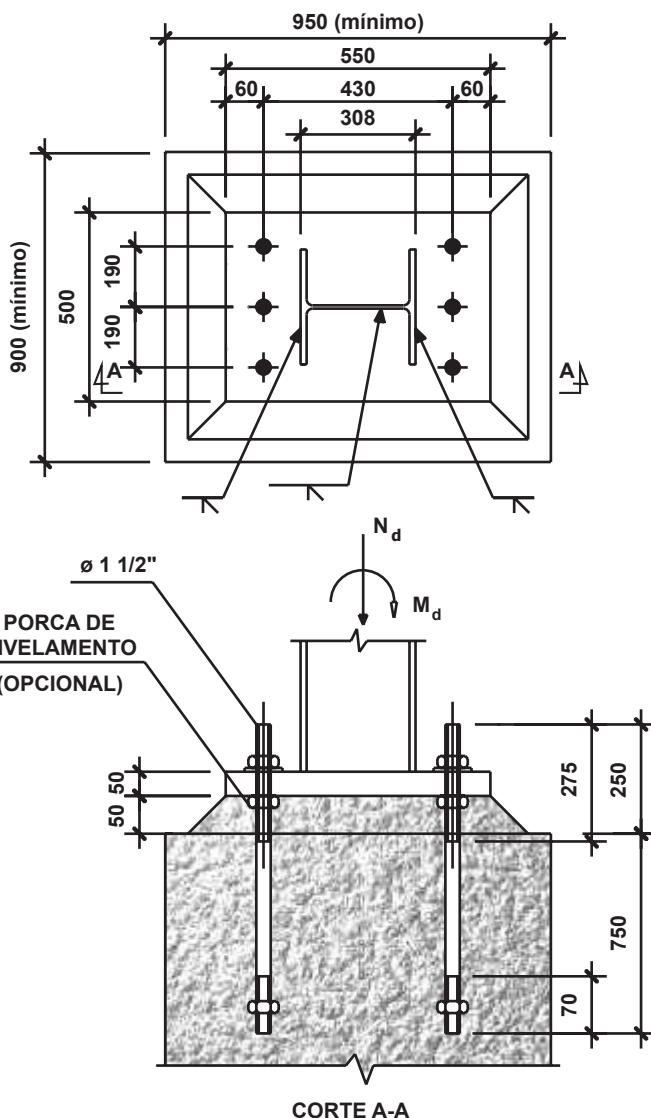
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1008	232,0
840	268,0
672	304,2
504	340,2
336	329,8
169	299,2
0	268,2

PERFIS: HP 310 x 97,0 (H)PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ MpaNOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3522	44,4
3346	63,5
3170	82,6
2994	101,7
2818	120,8
2642	140,0
2465	159,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2289	178,3
2113	197,4
1937	213,0
1761	222,9
1585	226,9
1409	225,3
1233	217,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1057	236,5
881	274,1
704	312,2
528	350,0
352	335,5
176	303,2
0	271,0

PERFIS: W 310 x 107,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

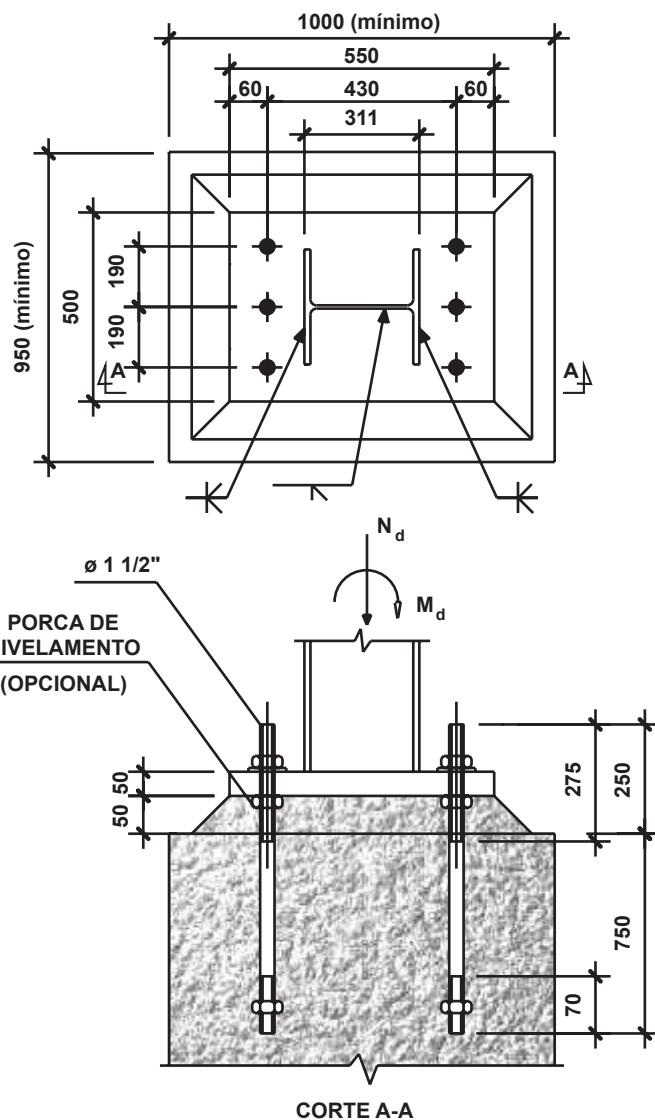
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3887	14,3
3693	35,4
3498	56,5
3304	77,5
3109	98,7
2915	119,6
2721	140,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2526	161,8
2332	182,9
2138	203,8
1944	220,0
1749	229,3
1555	231,8
1360	227,4

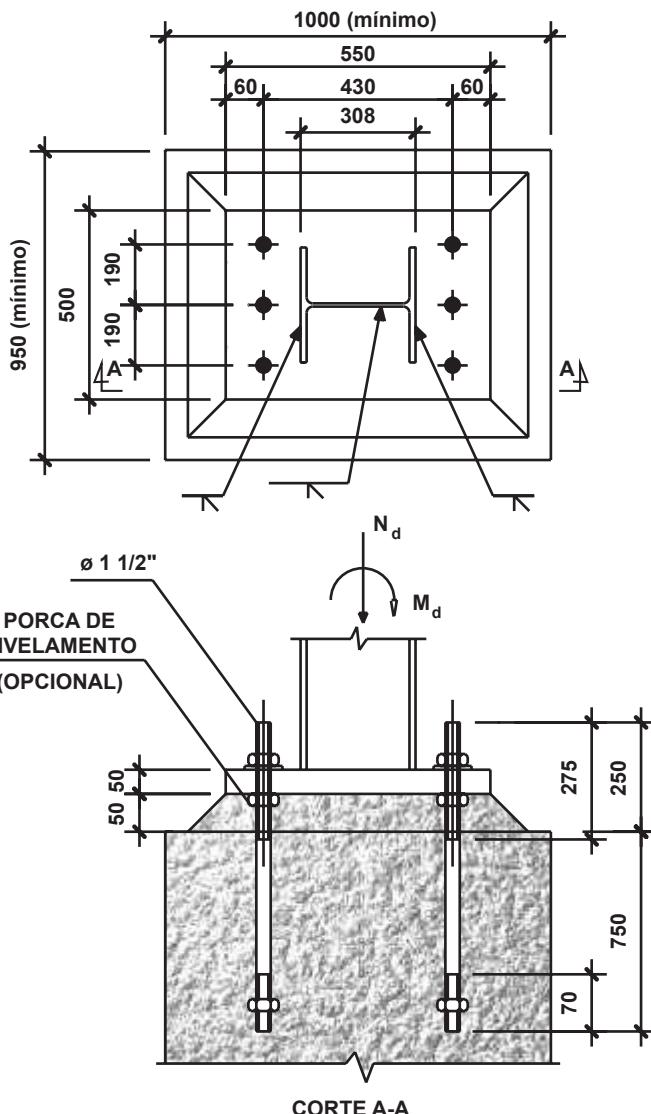
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1166	222,5
972	264,3
777	306,1
583	347,8
389	344,0
194	308,3
0	272,7

PERFIS: W 310 x 110,0 (H)PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ MpaNOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3930	0
3733	21,5
3537	42,7
3341	64,0
3144	85,5
2948	106,7
2751	128,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2555	149,4
2358	170,8
2162	192,0
1965	210,9
1769	222,5
1572	227,0
1376	224,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1179	214,4
983	252,5
786	294,8
590	337,0
393	343,0
197	307,1
0	271,0

PERFIS: W 310 x 117,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

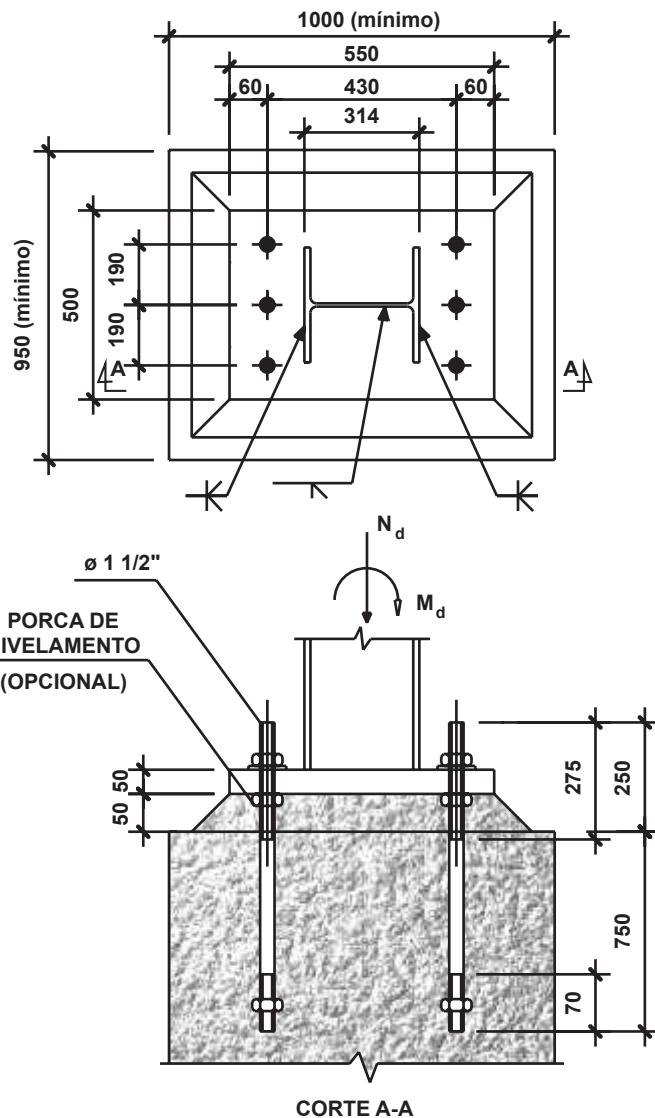
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
4023	0
3822	31,3
3621	53,0
3419	74,8
3218	96,6
3017	118,3
2816	140,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2615	161,8
2414	183,5
2213	205,3
2012	222,9
1810	233,5
1609	236,8
1408	232,9

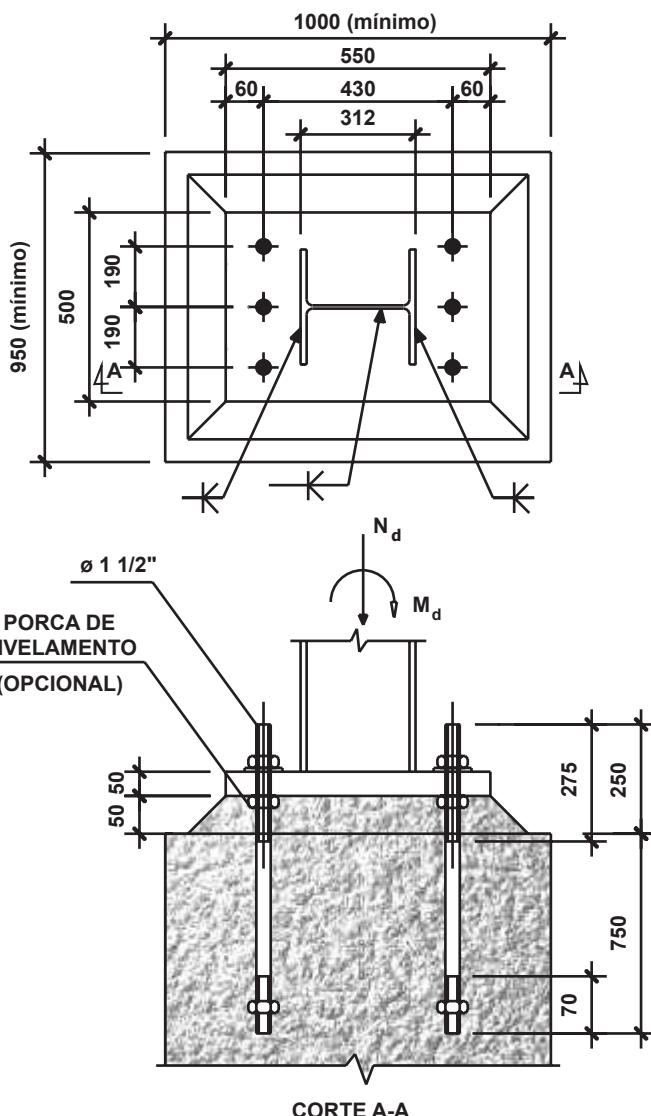
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1207	223,6
1006	266,7
805	310,0
603	353,4
402	348,2
201	311,4
0	274,5

PERFIS: HP 310 x 125,0 (H)PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ MpaNOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
4050	0
3847	21,9
3645	43,7
3442	65,7
3240	87,6
3037	109,7
2835	131,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2632	153,5
2430	175,4
2227	197,4
2025	216,7
1822	228,8
1620	233,4
1417	230,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1215	220,6
1012	258,9
810	302,4
608	345,7
405	347,6
202	310,3
0	273,3

PERFIS: W 360 x 32,9

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

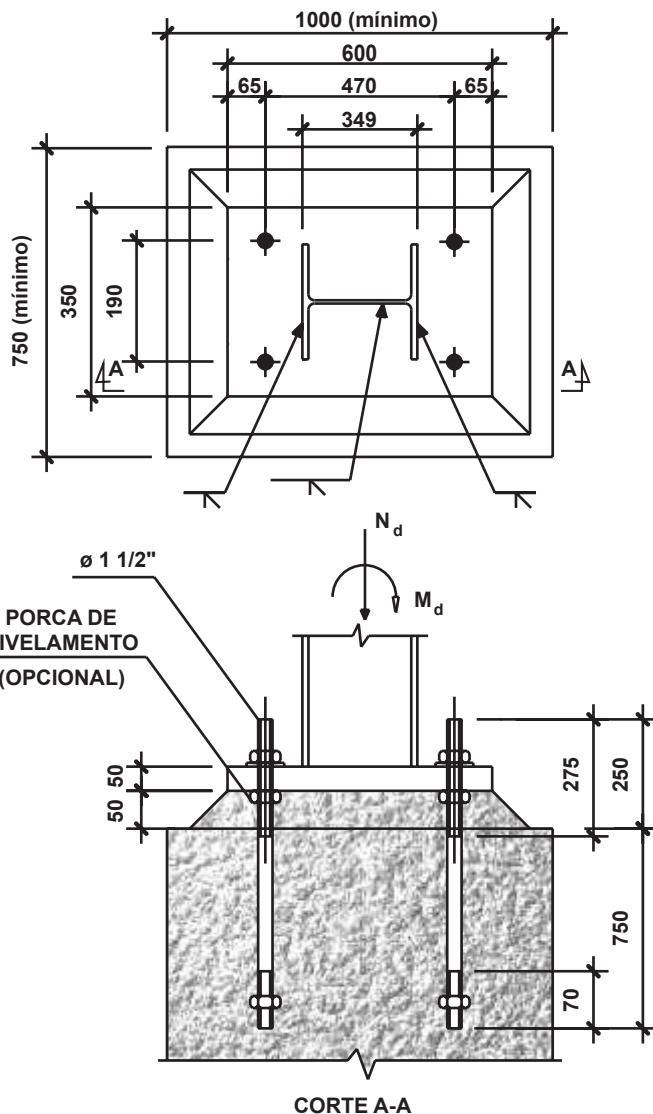
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



CORTE A-A

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
580	216,4
551	223,2
522	230,0
493	236,8
464	243,7
435	250,5
406	257,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
377	264,1
348	270,9
319	269,8
290	264,0
261	258,2
232	252,4
203	246,6

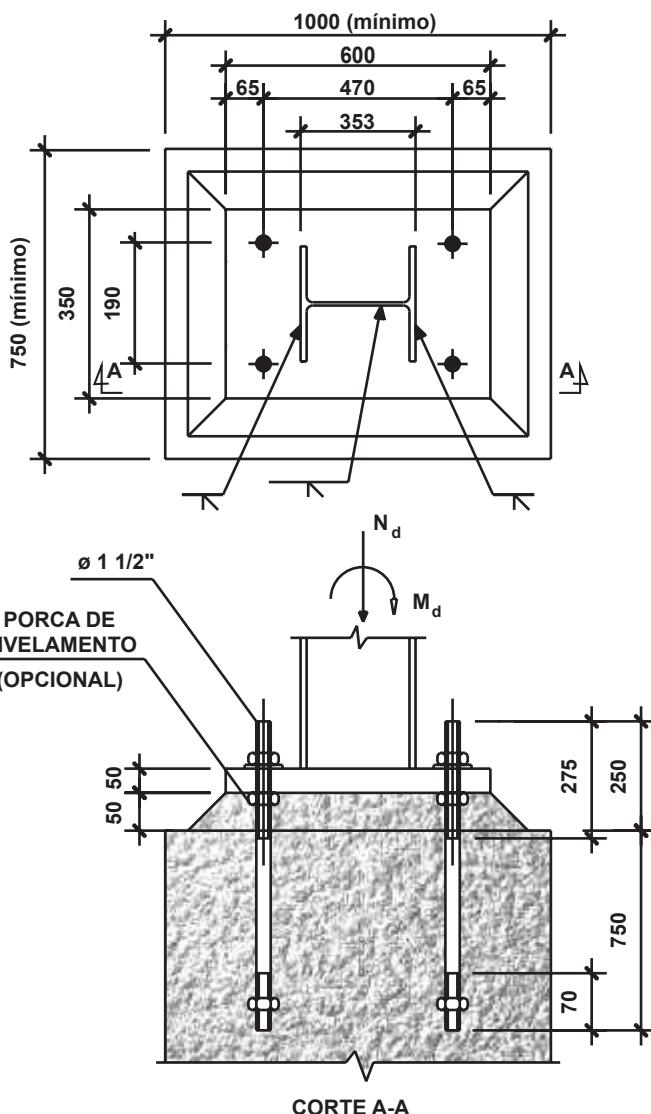
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
174	240,8
145	235,0
116	229,2
87	223,4
58	217,6
29	211,8
0	206,0

PERFIS: W 360 x 39,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
737	188,8
700	197,5
663	206,2
626	214,9
590	223,3
553	232,0
516	240,8

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
479	249,5
442	258,2
405	266,8
368	275,5
332	272,4
295	265,0
258	257,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
221	250,2
184	242,8
147	235,4
110	228,0
74	220,8
37	213,4
0	206,0

PERFIS: W 360 x 44,6

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

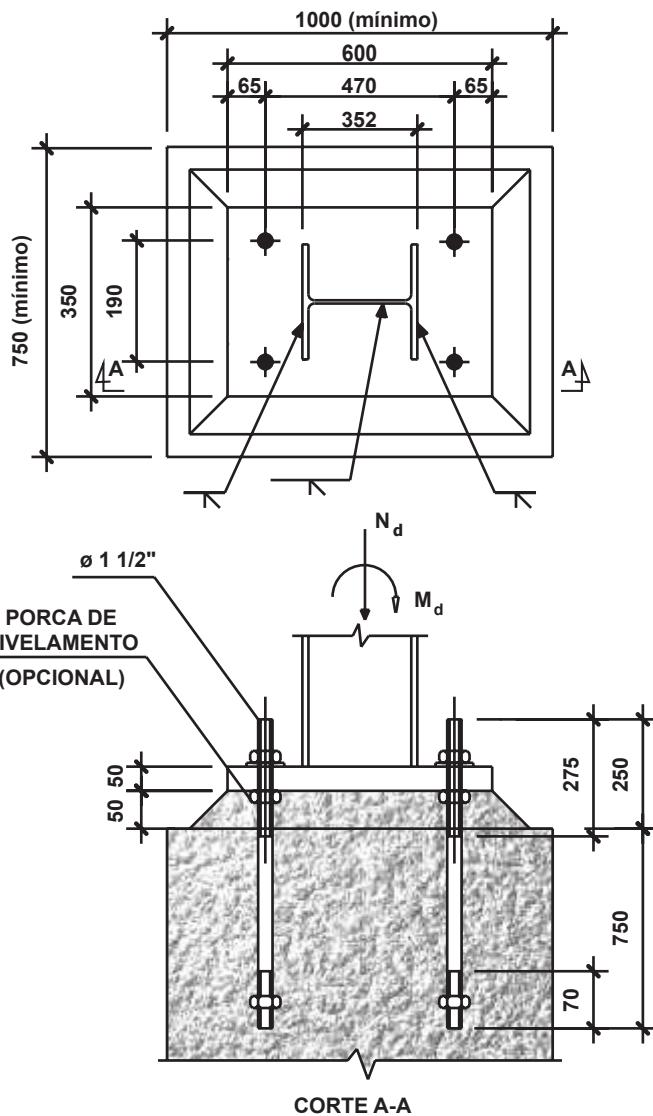
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1211	174,9
1150	176,2
1090	176,4
1029	175,6
969	173,7
908	170,8
848	166,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
787	174,7
727	188,8
666	203,1
606	217,2
545	231,5
485	245,5
424	260,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
363	274,4
303	266,5
242	254,3
182	242,4
121	230,2
61	218,2
0	206,0

PERFIS: W 360 x 51,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

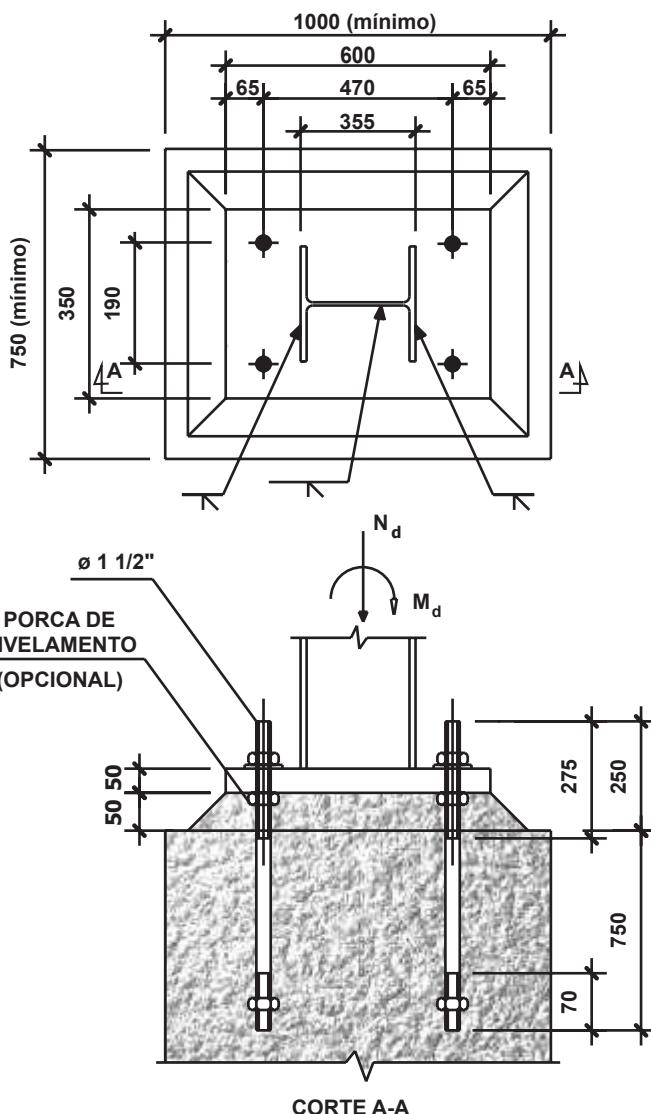
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1393	170,5
1323	175,0
1254	178,0
1184	179,7
1114	180,0
1045	179,0
975	176,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
905	173,0
836	170,4
766	186,8
696	203,2
627	219,5
557	235,9
487	252,4

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
418	268,5
348	275,6
279	261,8
209	247,8
139	233,8
70	220,0
0	206,0

PERFIS: W 360 x 58,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

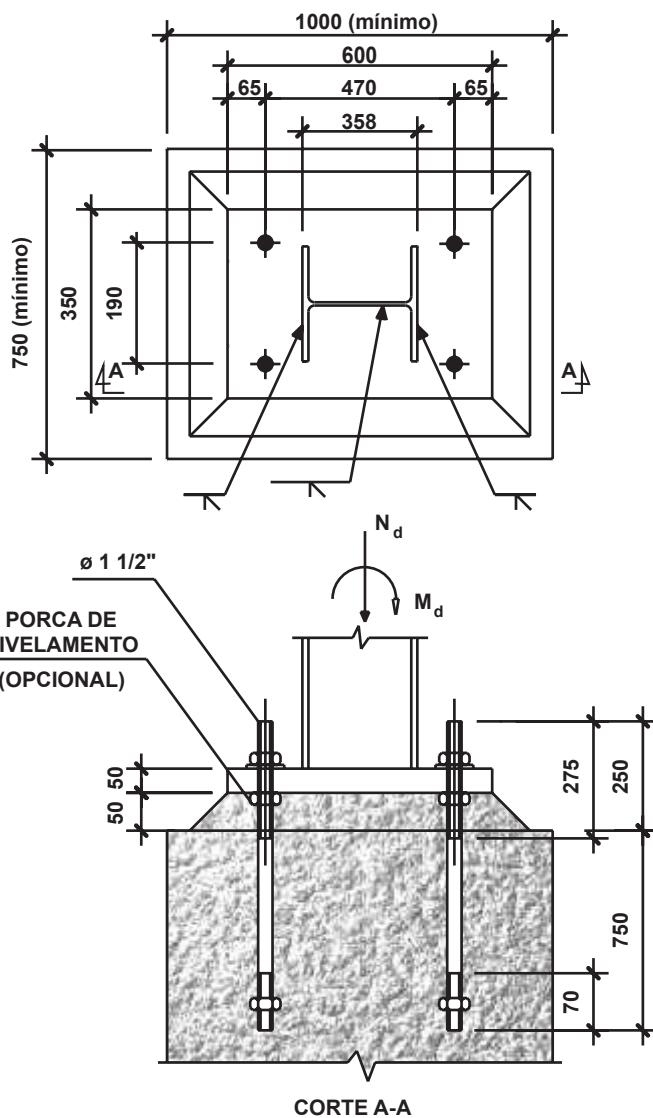
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1573	160,2
1494	168,3
1416	174,6
1337	179,4
1258	182,4
1180	183,7
1101	183,4

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1022	181,4
944	177,8
865	172,2
786	188,3
708	206,6
629	225,1
550	243,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
472	263,2
393	280,6
315	269,0
236	253,2
157	237,4
79	221,8
0	206,0

PERFIS: W 360 x 64,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

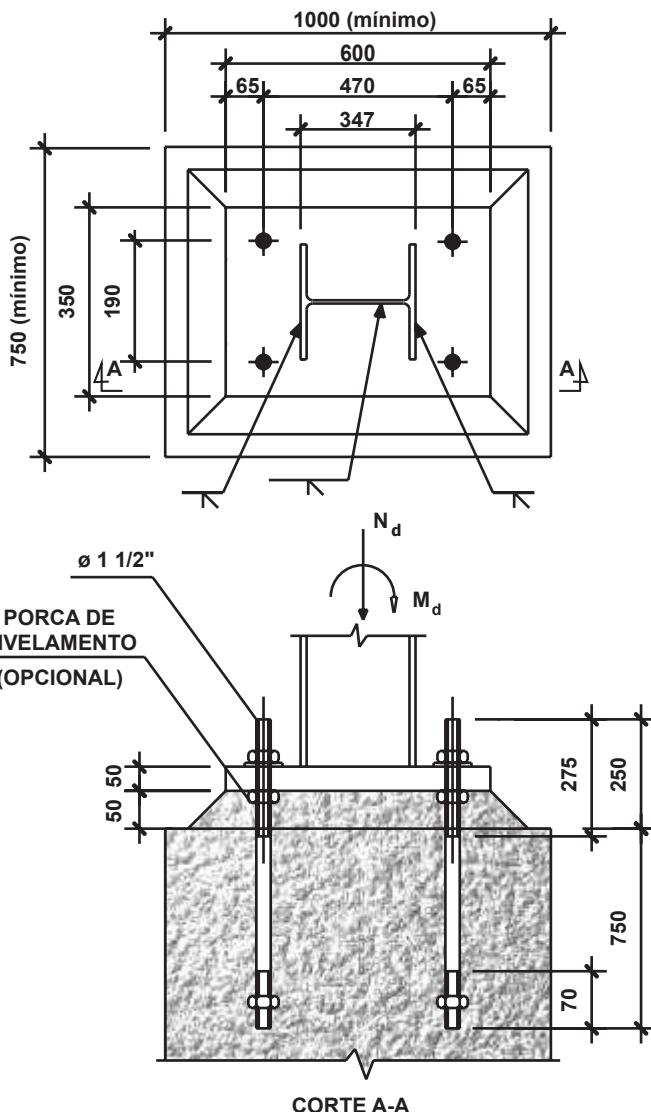
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2001	84,7
1901	96,5
1801	108,3
1701	120,0
1601	131,8
1501	143,5
1401	154,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1301	162,8
1201	168,1
1100	170,5
1000	169,9
900	166,4
800	160,2
700	183,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
600	207,2
500	230,7
400	254,2
300	266,0
200	246,0
100	226,0
0	206,0

PERFIS: W 360 x 72,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

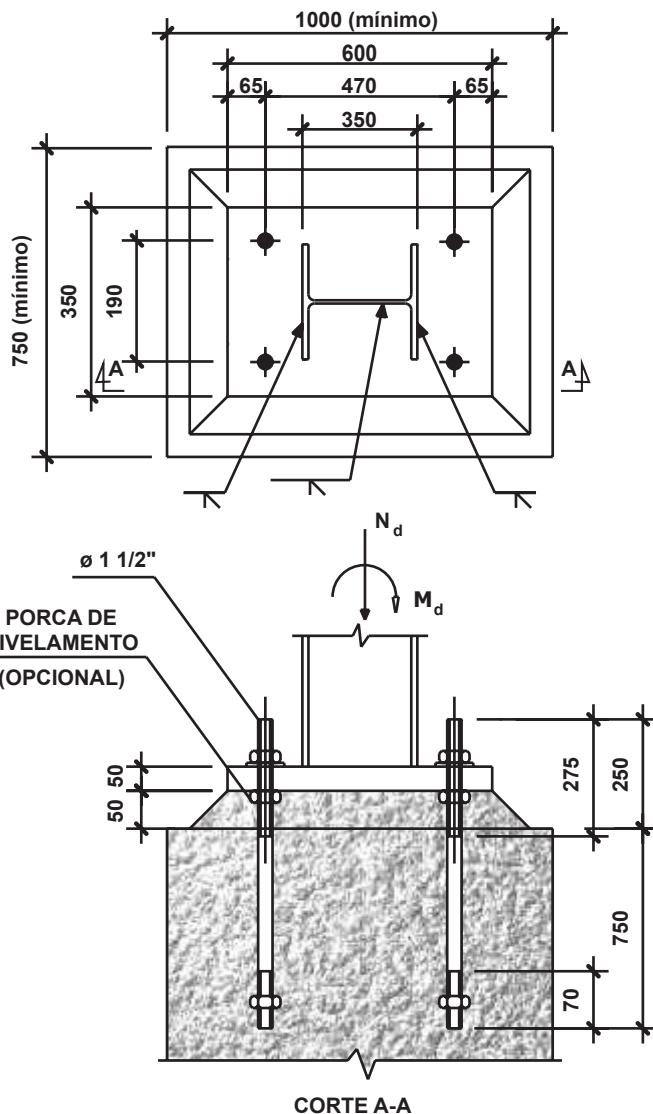
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2255	61,5
2142	74,8
2029	88,1
1917	101,2
1804	114,5
1691	127,8
1578	141,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1466	154,0
1353	164,4
1240	171,0
1127	173,9
1015	173,2
902	168,9
789	169,6

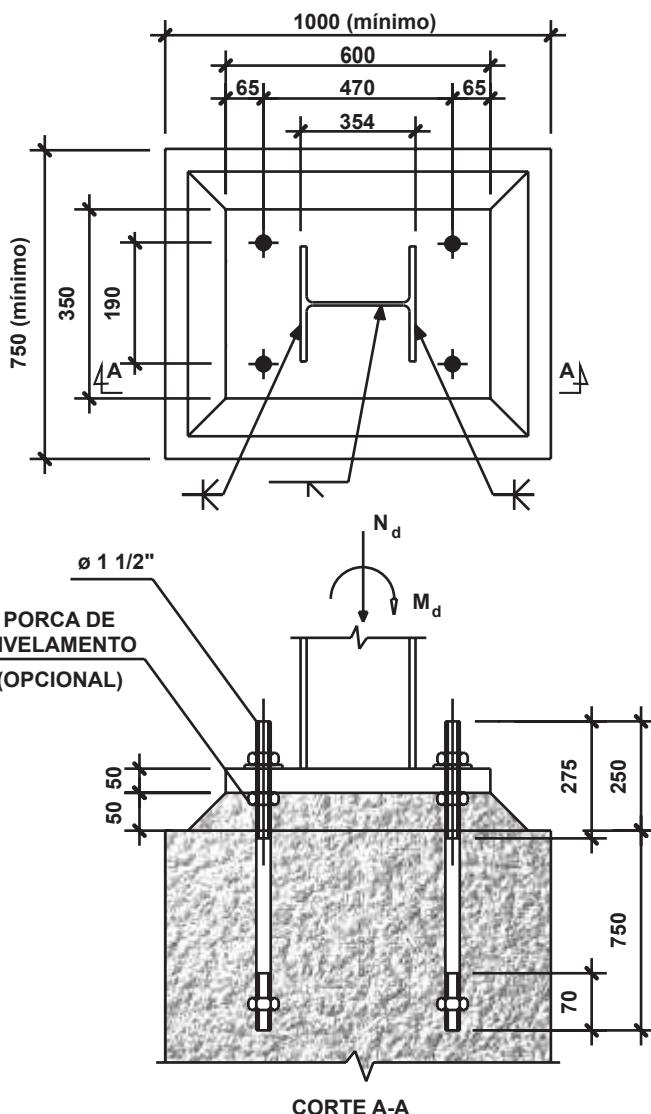
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
676	196,1
564	222,5
451	249,0
338	273,6
226	251,1
113	228,6
0	206,0

PERFIS: W 360 x 79,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2499	42,3
2374	56,9
2249	71,5
2124	86,2
1999	100,9
1874	115,5
1749	130,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1624	144,8
1499	159,2
1374	170,1
1250	176,7
1124	178,9
1000	176,7
875	170,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
750	188,1
625	217,5
500	246,9
375	276,2
250	256,0
125	231,0
0	206,0

PERFIS: W 360 x 91,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

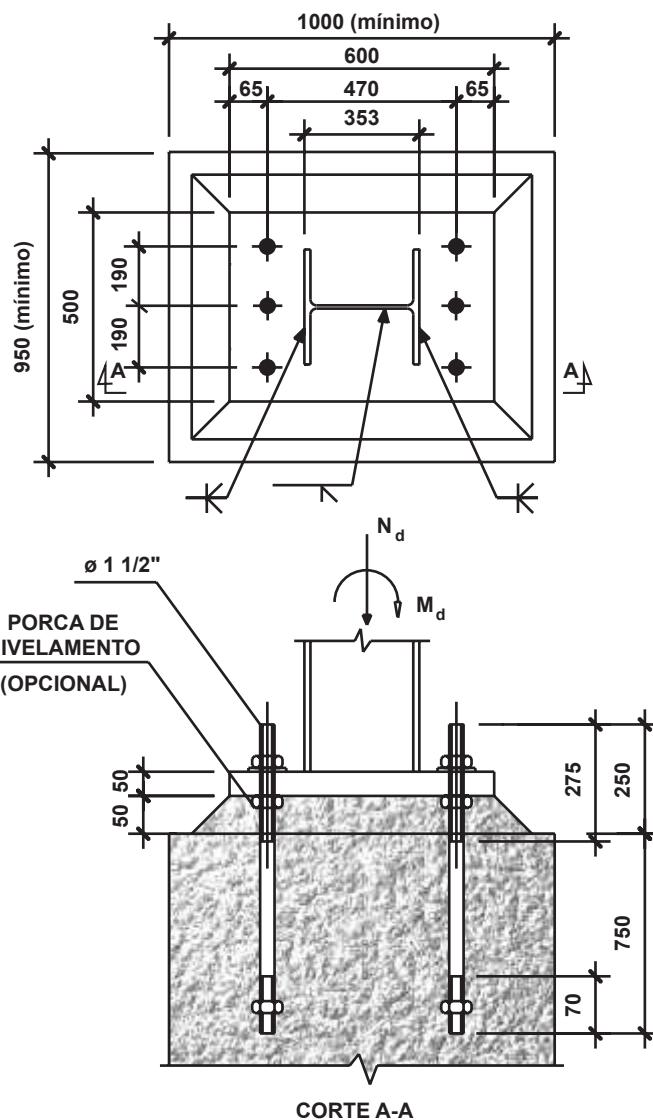
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3129	17,2
2972	45,2
2816	73,1
2660	101,0
2503	129,1
2347	157,0
2190	185,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2034	234,7
1877	245,9
1721	252,2
1565	253,7
1408	250,4
1252	242,4
1095	259,9

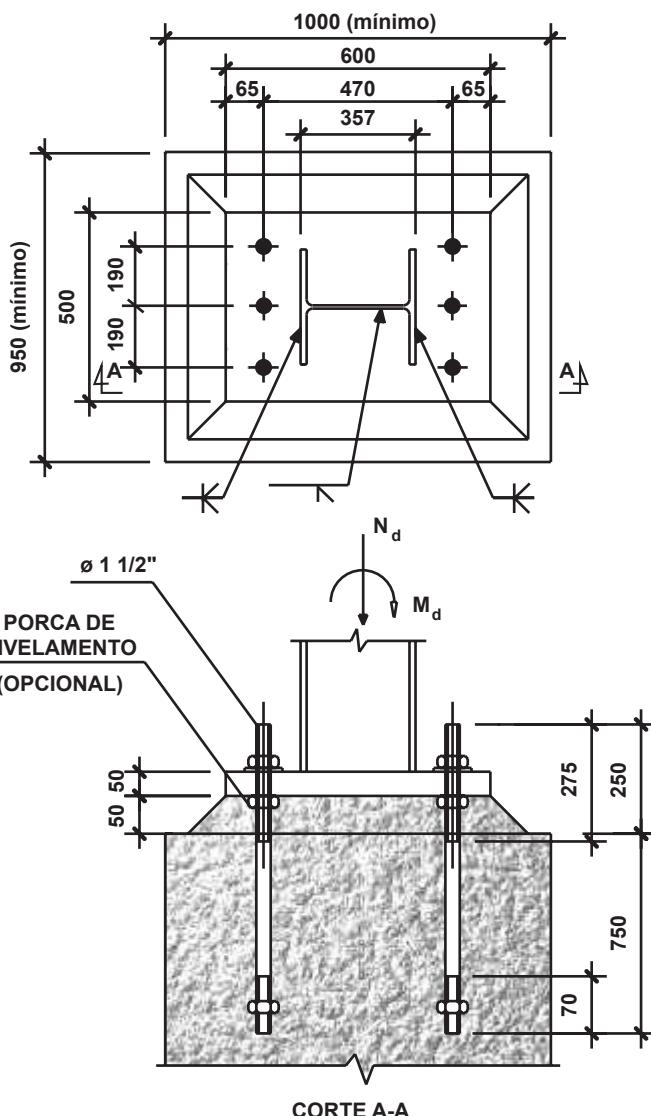
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
939	296,5
782	333,4
626	370,0
469	391,5
313	360,4
156	329,0
0	297,8

PERFIS: W 360 x 101,0 (H)PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ MpaNOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3243	0
3081	28,5
2919	57,2
2756	86,0
2594	114,8
2432	143,4
2270	172,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2108	200,8
1964	251,8
1784	258,8
1622	260,8
1459	257,7
1297	249,6
1135	264,2

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
973	302,4
811	340,5
649	378,4
486	397,6
324	365,2
162	332,8
0	300,4

PERFIS: W 360 x 110,0 (H)

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

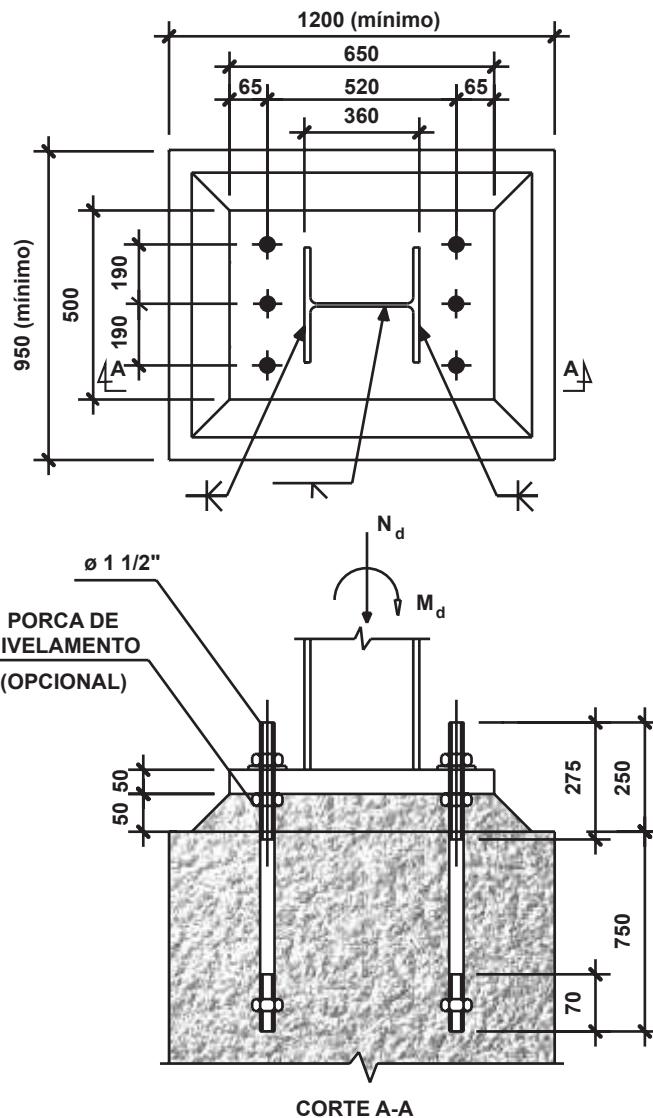
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3243	0
3081	21,0
2919	41,9
2757	62,7
2594	83,7
2432	104,5
2270	125,4

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2108	146,2
1946	167,0
1784	187,9
1622	206,1
1459	217,5
1297	221,8
1135	219,1

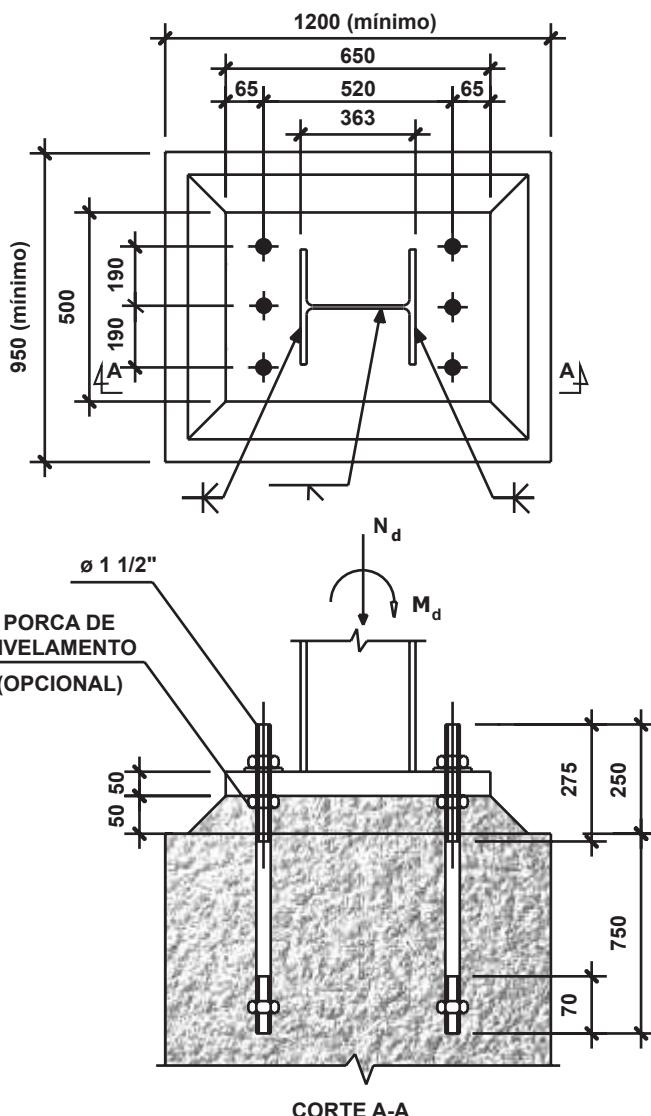
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
973	209,5
811	248,2
649	290,3
486	332,8
324	372,0
162	336,9
0	301,8

PERFIS: W 360 x 122,0 (H)PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ MpaNOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3305	0
3139	21,4
2975	42,4
2809	63,7
2644	84,9
2479	106,1
2313	127,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2148	148,6
1983	169,8
1818	191,0
1653	209,7
1487	221,3
1322	225,7
1157	223,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
991	213,2
826	252,1
661	295,0
496	338,0
330	374,5
165	338,8
0	303,0

PERFIS: W 410 x 38,8

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

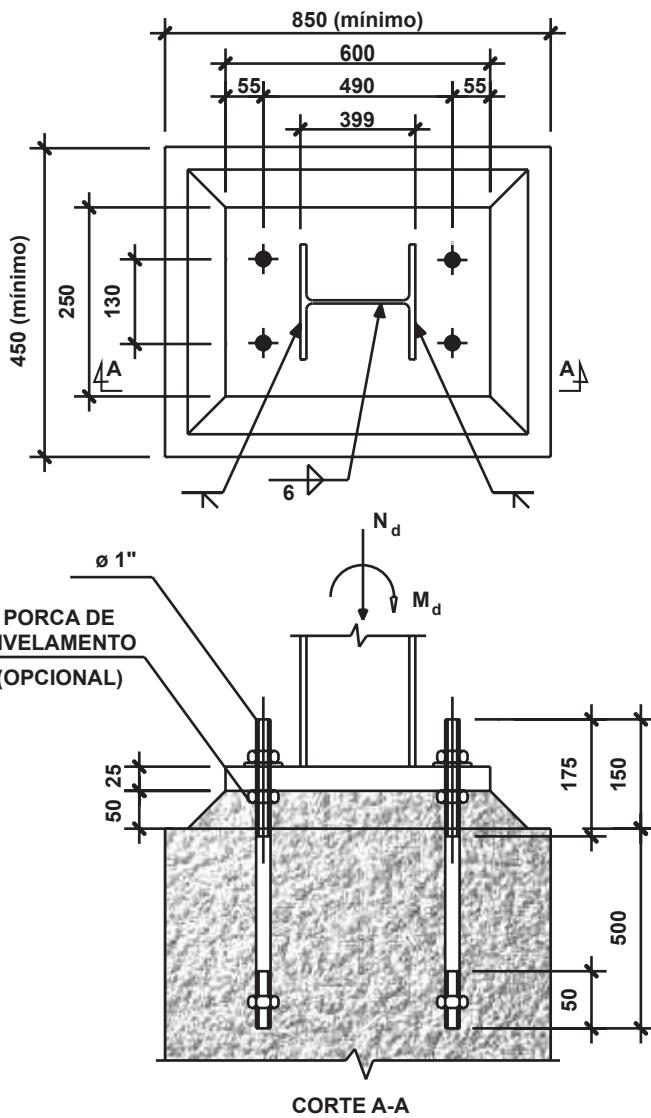
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
727	0
691	4,1
654	8,4
618	12,5
582	16,6
545	20,8
509	24,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
472	29,1
436	33,2
400	37,3
363	41,2
327	43,6
291	44,6
254	44,1

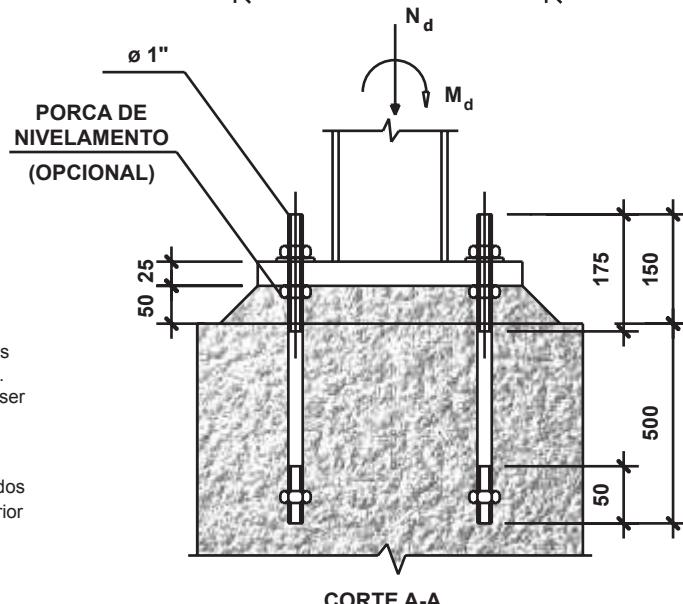
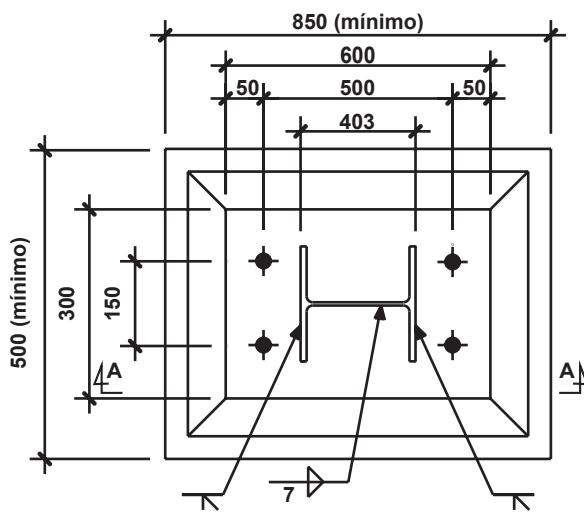
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
218	42,3
182	47,6
145	56,7
109	65,5
73	67,2
36	59,8
0	52,6

PERFIS: W 410 x 46,1**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



CORTE A-A

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
904	0
859	5,1
814	10,2
768	15,4
723	20,5
678	25,6
633	30,8

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
588	35,9
542	41,1
497	46,2
452	51,0
407	54,1
362	55,3
316	54,8

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
271	52,4
226	59,1
181	70,4
136	80,4
90	71,2
45	62,2
0	53,2

PERFIS: W 410 x 53,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

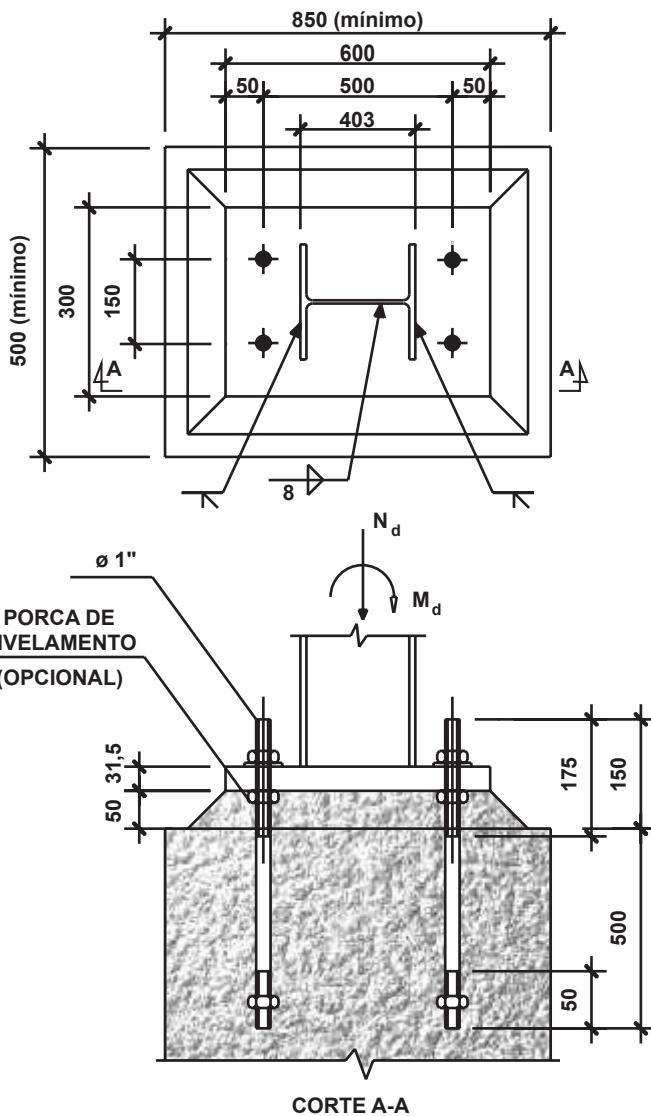
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1435	0
1363	8,2
1291	16,3
1220	24,4
1148	32,6
1076	40,8
1004	49,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
933	57,1
861	65,2
789	73,4
717	81,0
646	85,8
574	87,9
502	87,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
430	83,3
359	93,8
287	111,8
215	127,5
143	113,1
72	98,9
0	84,5

PERFIS: W 410 x 60,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

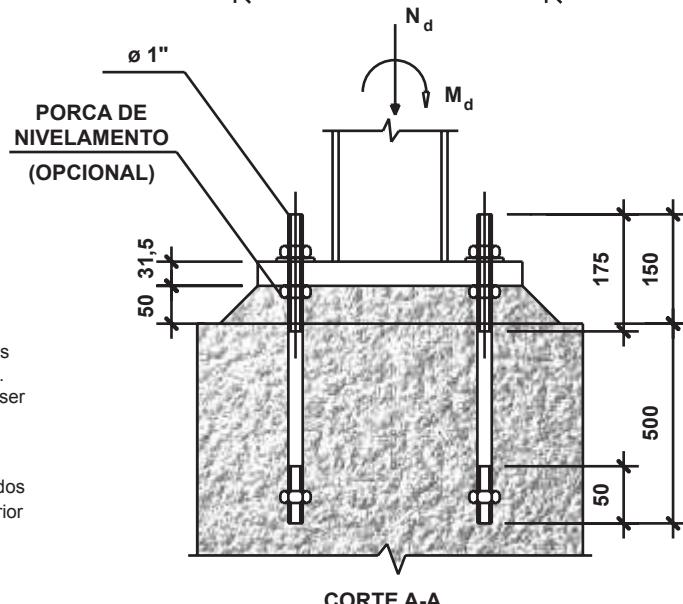
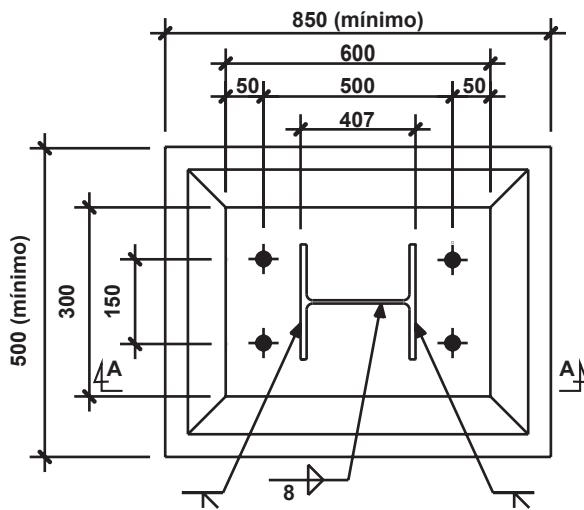
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



CORTE A-A

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1486	0
1412	8,4
1337	16,9
1263	25,3
1189	33,7
1114	42,2
1040	50,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
966	59,0
892	67,4
817	75,9
743	83,7
669	88,8
594	90,9
520	90,0

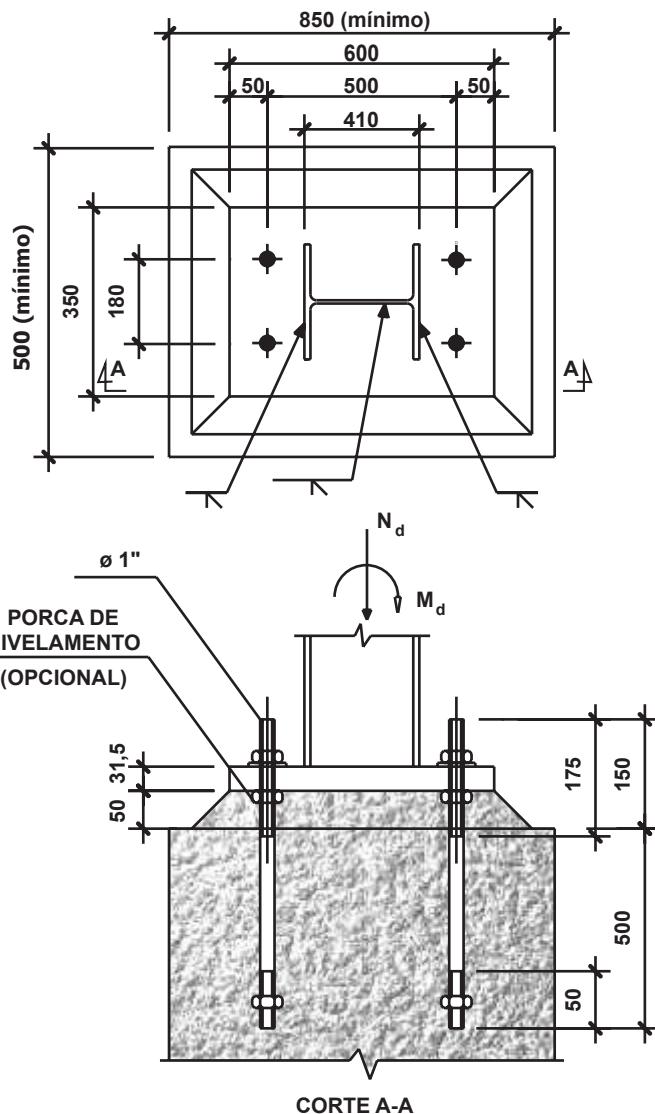
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
446	86,2
371	96,9
297	115,5
223	129,1
149	114,3
74	99,3
0	84,5

PERFIS: W 410 x 67,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1781	0
1692	10,1
1603	20,2
1514	30,3
1425	40,3
1336	50,4
1247	60,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1158	70,6
1069	80,7
979	90,9
890	100,2
801	106,3
712	108,8
623	107,7

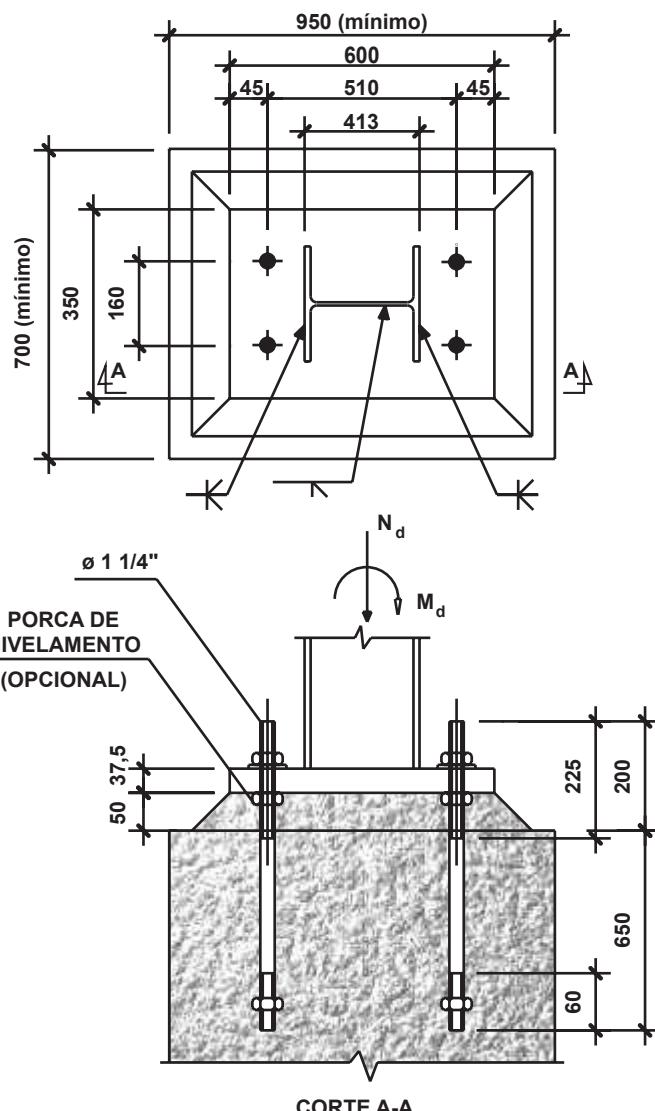
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
534	103,1
445	115,7
356	137,9
267	137,9
178	120,1
89	102,3
0	84,5

PERFIS: W 410 x 75,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2117	54,0
2011	66,0
1905	77,9
1799	89,9
1694	101,8
1588	113,7
1482	125,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1376	137,7
1270	148,0
1164	154,7
1058	158,0
953	157,9
847	154,3
741	147,3

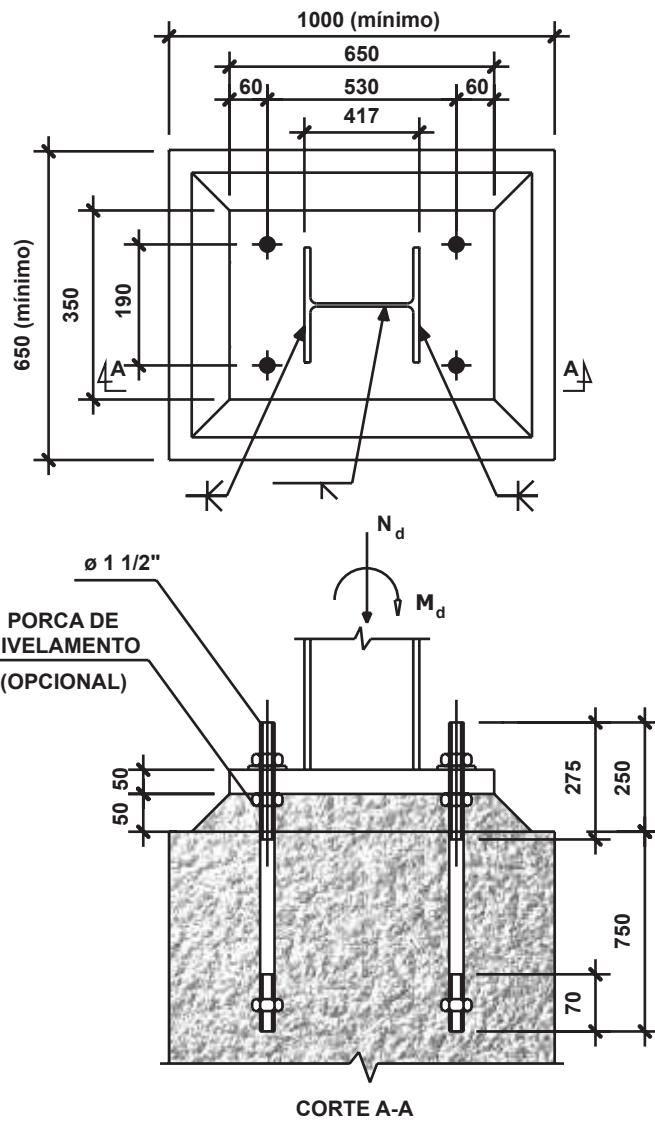
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
635	171,6
530	198,5
423	205,8
317	184,6
212	163,6
106	142,4
0	121,2

PERFIS: W 410 x 85,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2432	113,5
2310	121,3
2189	134,4
2067	147,6
1946	160,7
1824	173,9
1702	187,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1581	210,5
1459	205,2
1338	208,6
1216	208,3
1094	204,3
973	196,6
852	187,2

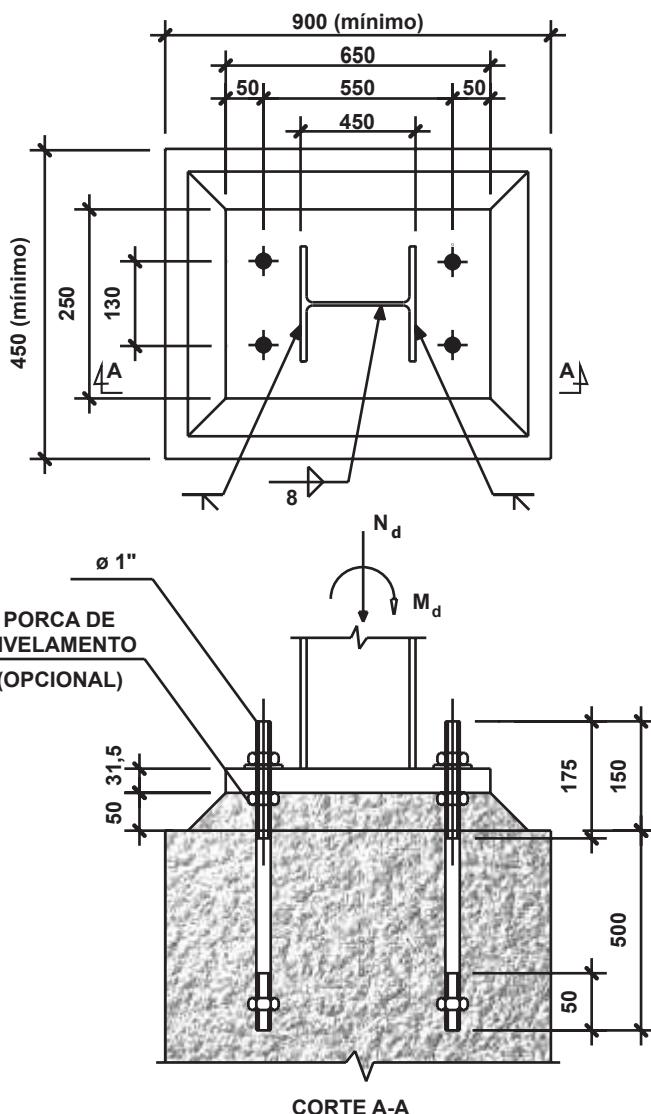
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
730	236,6
608	251,9
486	284,2
365	307,1
243	280,7
122	254,5
0	228,1

PERFIS: W 460 x 52,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1152	10,0
1094	17,1
1037	24,1
979	31,1
922	38,1
864	45,2
806	52,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
749	59,3
691	66,4
634	73,2
576	78,3
518	81,0
461	81,4
403	79,4

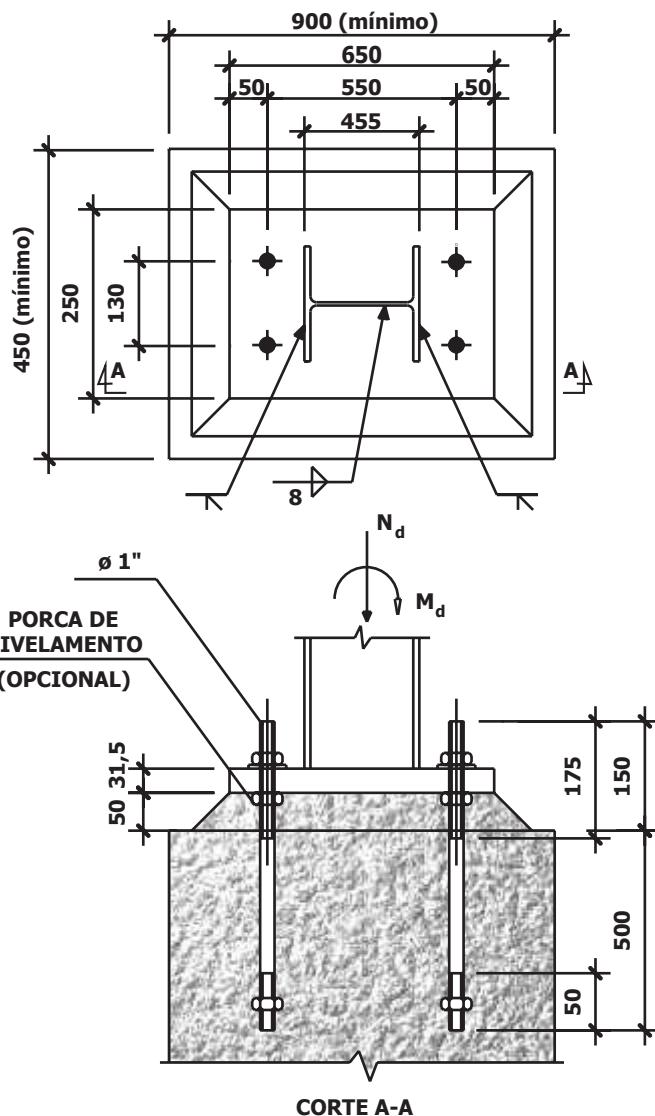
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
346	76,0
288	92,0
230	107,9
173	123,6
115	116,3
58	104,0
0	91,4

PERFIS: W 460 x 60,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1288	0
1224	7,8
1159	15,7
1095	23,6
1030	31,5
966	39,3
902	47,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
837	55,0
773	62,8
708	70,7
644	78,1
580	82,8
515	84,9
451	84,1

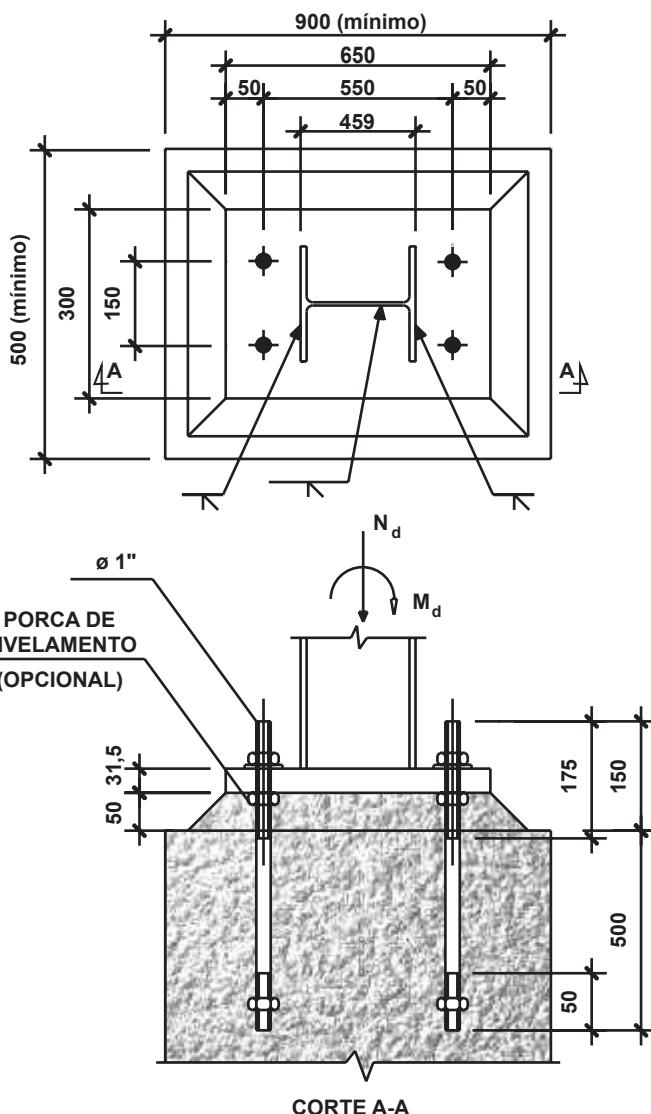
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
386	80,5
322	89,7
258	107,3
193	125,2
129	120,3
64	106,2
0	92,4

PERFIS: W 460 x 68,0PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ MpaNOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1601	0
1520	9,9
1440	19,6
1360	29,4
1280	39,1
1200	48,8
1120	58,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1040	68,3
960	78,0
880	87,7
800	96,9
720	102,8
640	105,3
560	104,4

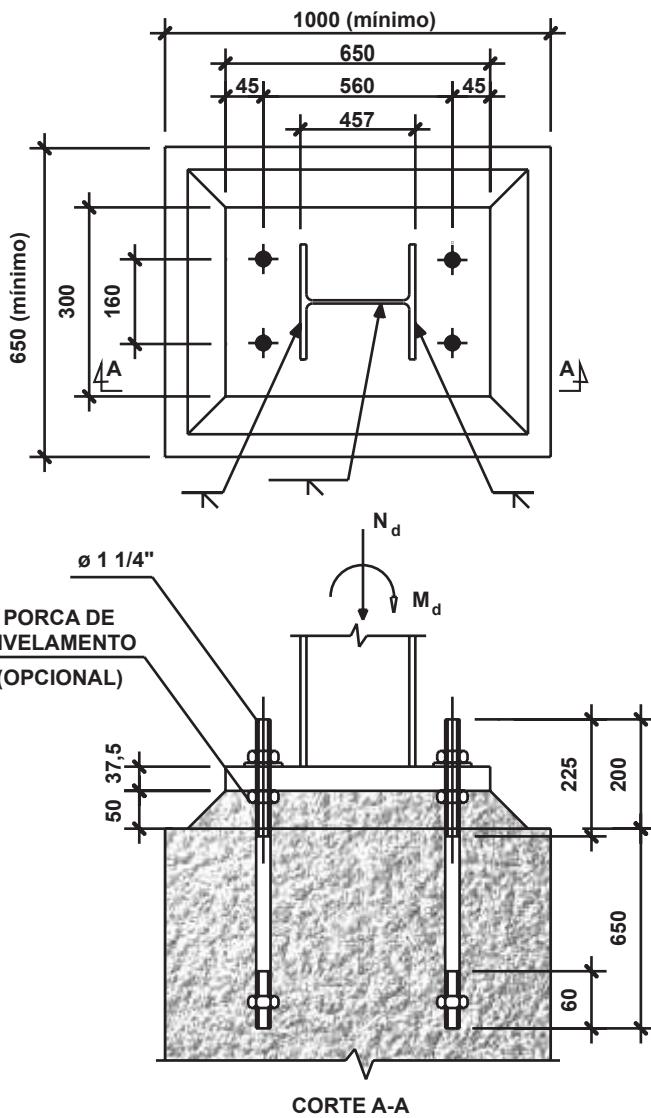
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
480	100,0
400	111,0
320	133,0
240	144,4
160	127,0
80	109,7
0	92,4

PERFIS: W 460 x 74,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2163	8,1
2054	21,4
1946	34,5
1838	47,7
1730	60,9
1622	74,0
1514	87,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1406	100,3
1298	113,5
1190	126,6
1082	137,9
973	144,7
865	146,9
757	144,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
649	137,7
541	159,8
433	190,0
324	202,5
216	179,1
108	155,7
0	132,3

PERFIS: W 460 x 82,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

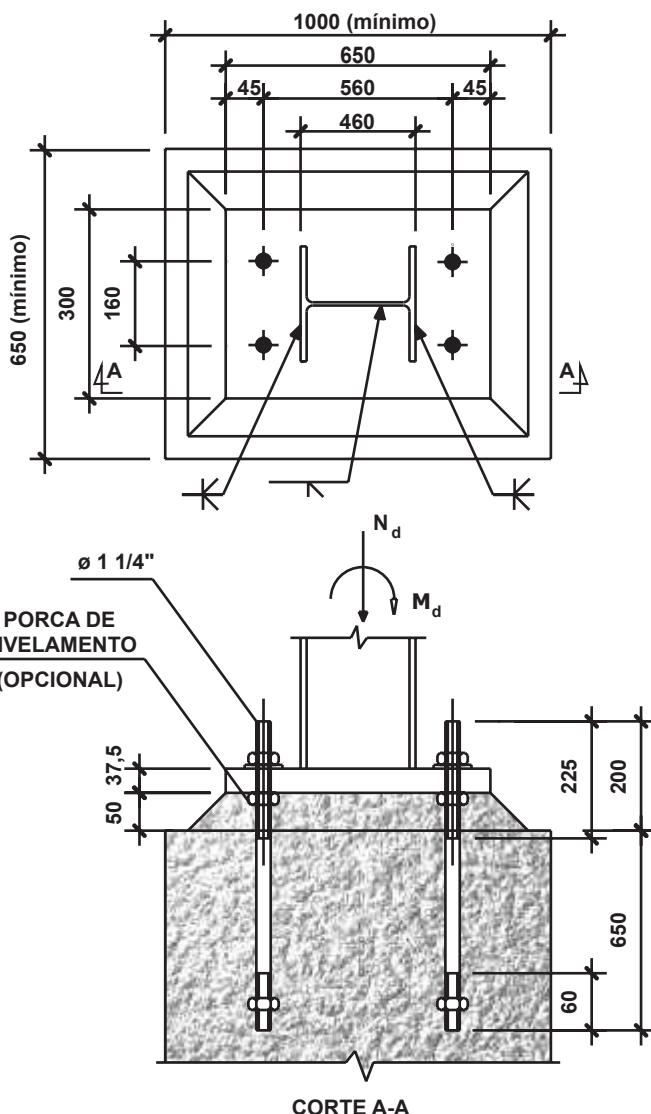
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2290	0
2176	13,8
2061	27,8
1946	41,7
1832	55,7
1718	69,5
1603	83,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1488	97,5
1374	111,4
1260	125,2
1145	138,4
1030	147,0
916	150,6
802	149,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
687	143,0
572	159,0
458	190,9
344	206,8
229	181,9
114	157,0
0	132,3

PERFIS: W 460 x 89,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

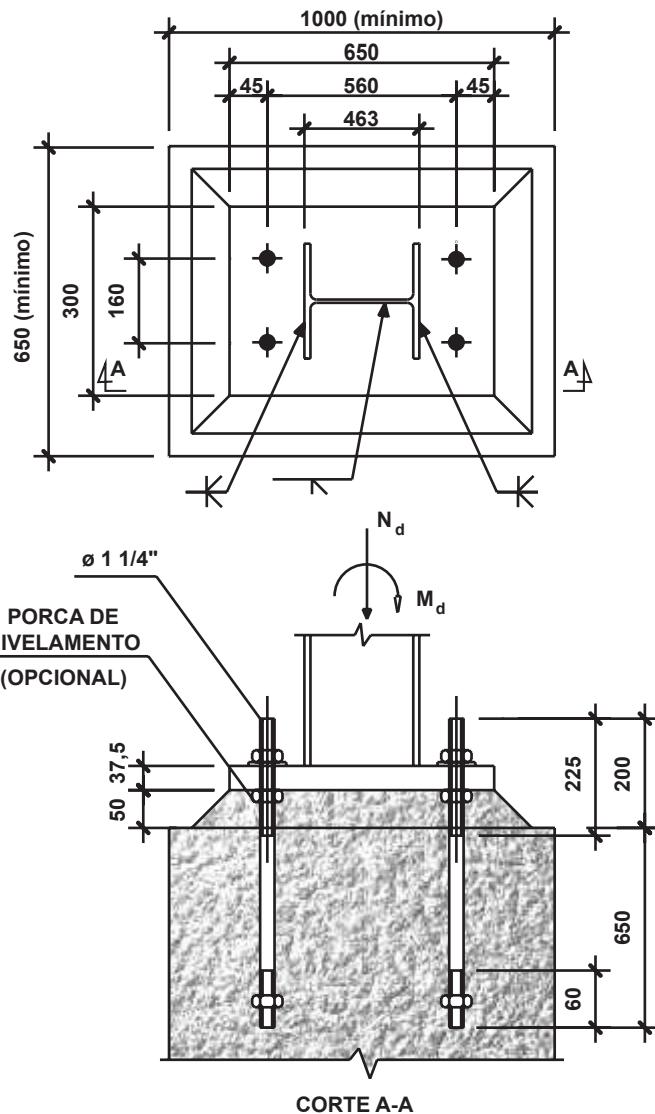
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2352	0
2234	14,3
2117	28,5
2000	42,7
1882	57,0
1764	71,4
1646	85,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1529	100,0
1411	114,2
1294	128,5
1176	142,0
1059	150,8
941	154,5
823	153,2

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
706	146,7
588	162,6
470	195,7
353	208,7
235	183,2
118	157,8
0	118,5

PERFIS: W 460 x 97,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

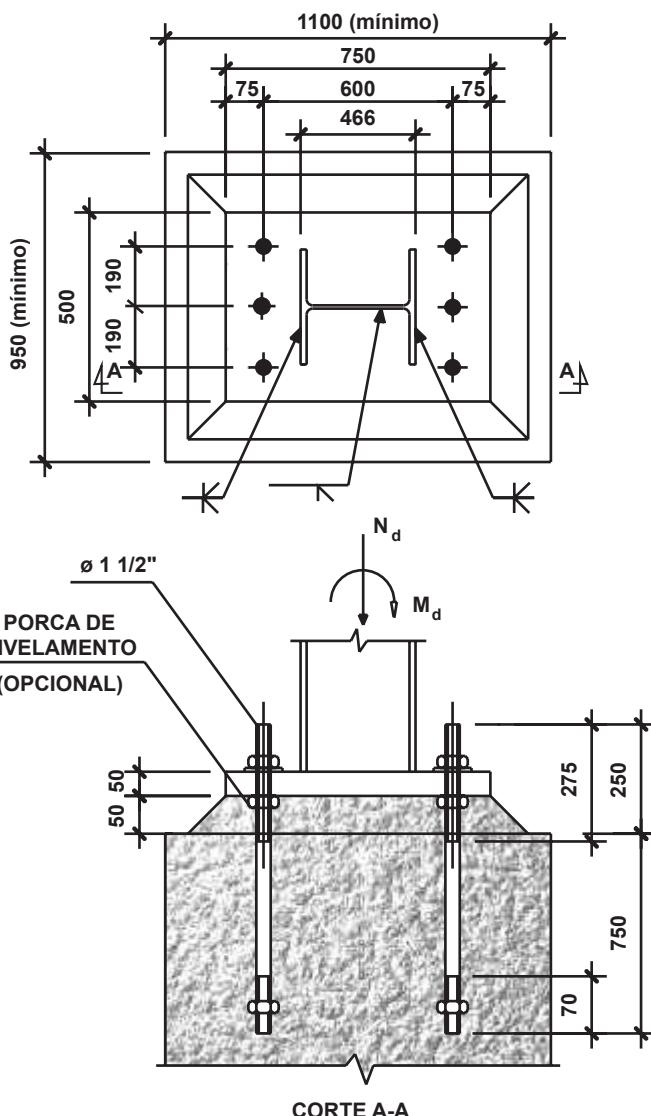
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2838	28,7
2646	58,7
2554	88,8
2413	118,7
2270	149,0
2129	178,8
1987	208,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1845	273,4
1702	284,7
1561	290,7
1419	291,3
1277	286,6
1135	276,6
993	301,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
851	343,5
710	385,8
568	428,5
426	466,2
284	430,8
142	395,3
0	359,8

PERFIS: W 460 x 106,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

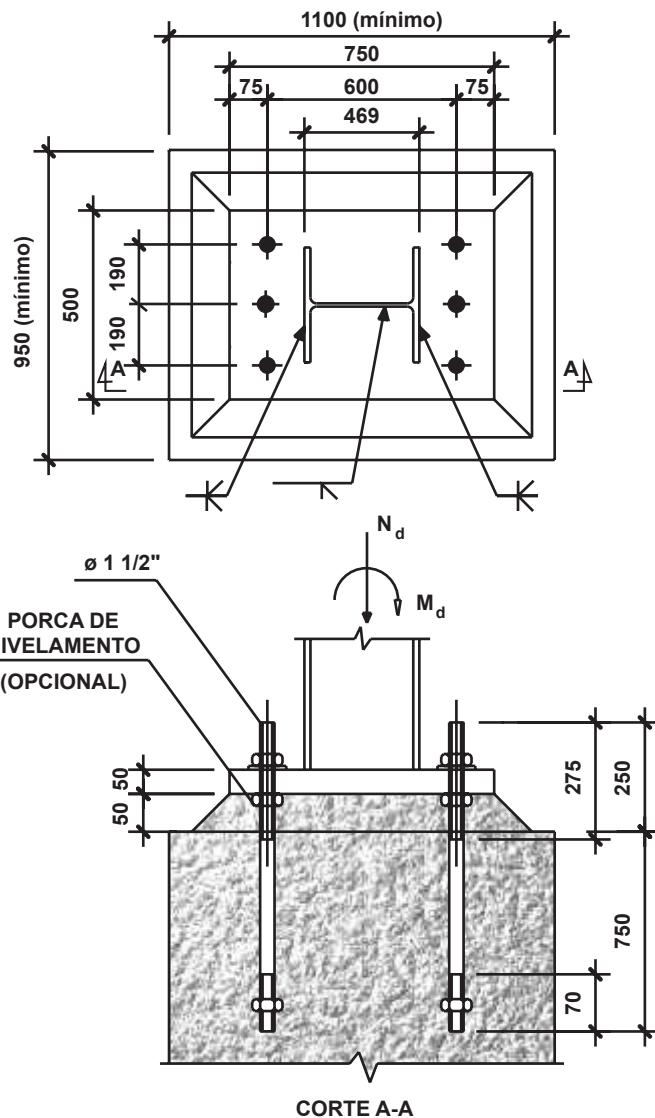
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



CORTE A-A

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2987	0
2850	28,9
2700	60,5
2550	92,0
2400	123,5
2250	155,0
2100	186,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1950	218,3
1800	285,2
1650	294,0
1500	296,9
1350	294,0
1200	285,2
1050	294,3

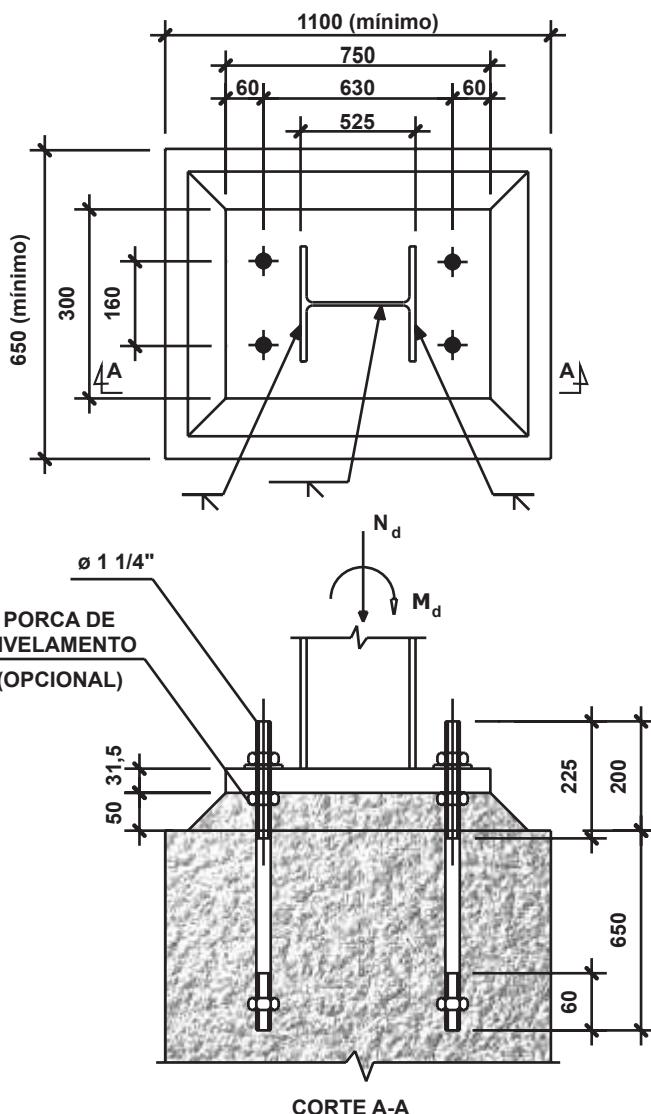
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
900	339,3
750	384,2
600	429,3
450	474,1
300	436,6
150	399,1
0	361,6

PERFIS: W 530 x 66,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1340	0
1273	9,4
1206	18,8
1139	28,2
1072	37,7
1005	47,1
938	56,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
871	66,0
804	75,4
737	84,8
670	93,7
603	99,4
536	101,8
469	100,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
402	96,7
335	107,5
268	128,6
201	149,7
134	139,7
67	122,9
0	106,2

PERFIS: W 530 x 72,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

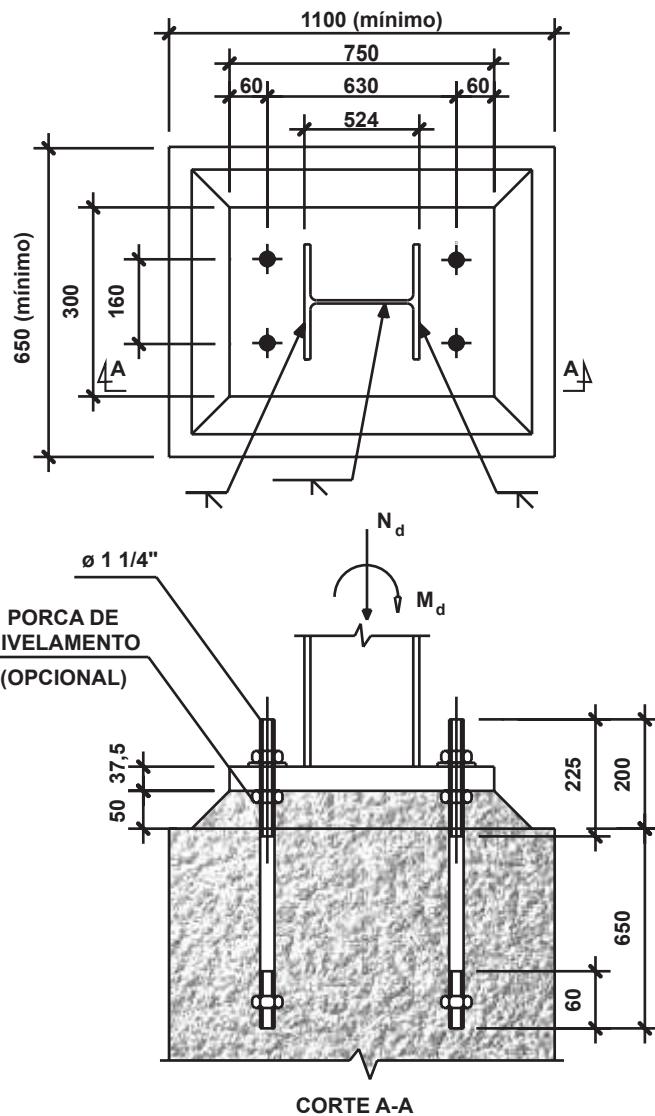
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1884	0
1805	11,2
1710	24,5
1615	37,9
1520	51,3
1425	64,7
1330	78,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1235	91,4
1140	104,8
1045	118,2
950	130,9
855	139,5
760	143,2
665	142,2

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
570	136,4
475	150,0
380	180,0
285	210,0
190	198,0
95	174,2
0	150,5

PERFIS: W 530 x 74,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

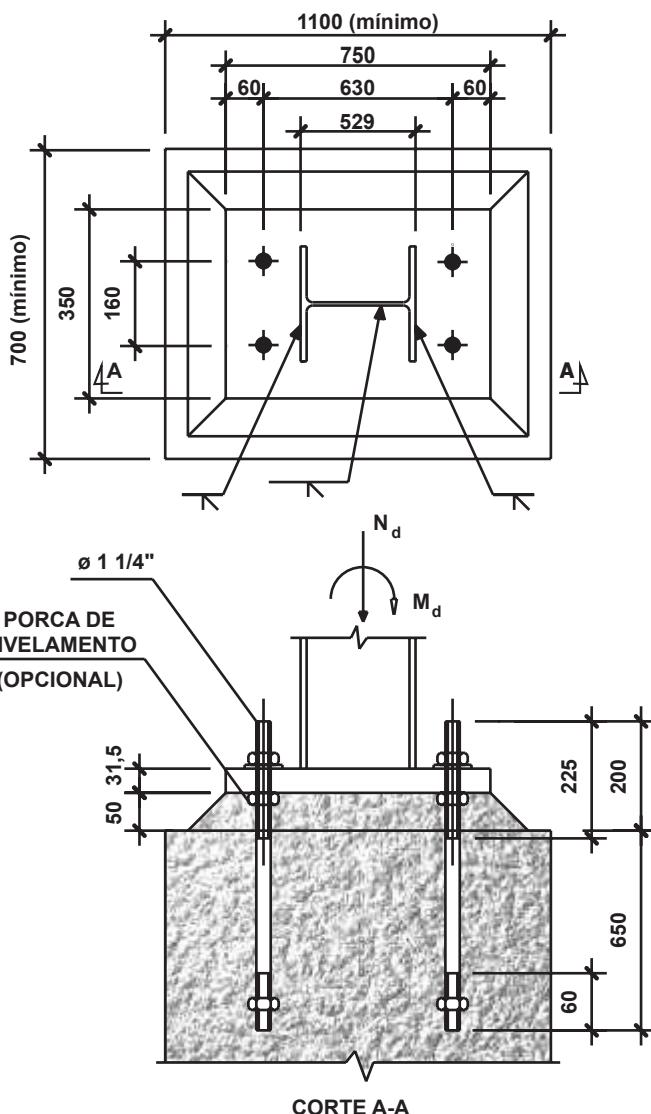
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1611	0
1530	11,4
1450	22,7
1370	33,9
1289	45,2
1208	56,6
1128	67,9

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1047	79,3
967	90,5
886	101,9
806	112,4
725	119,4
645	122,3
564	121,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
483	116,1
403	128,8
322	154,3
242	166,7
162	146,7
81	126,4
0	106,2

PERFIS: W 530 x 82,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

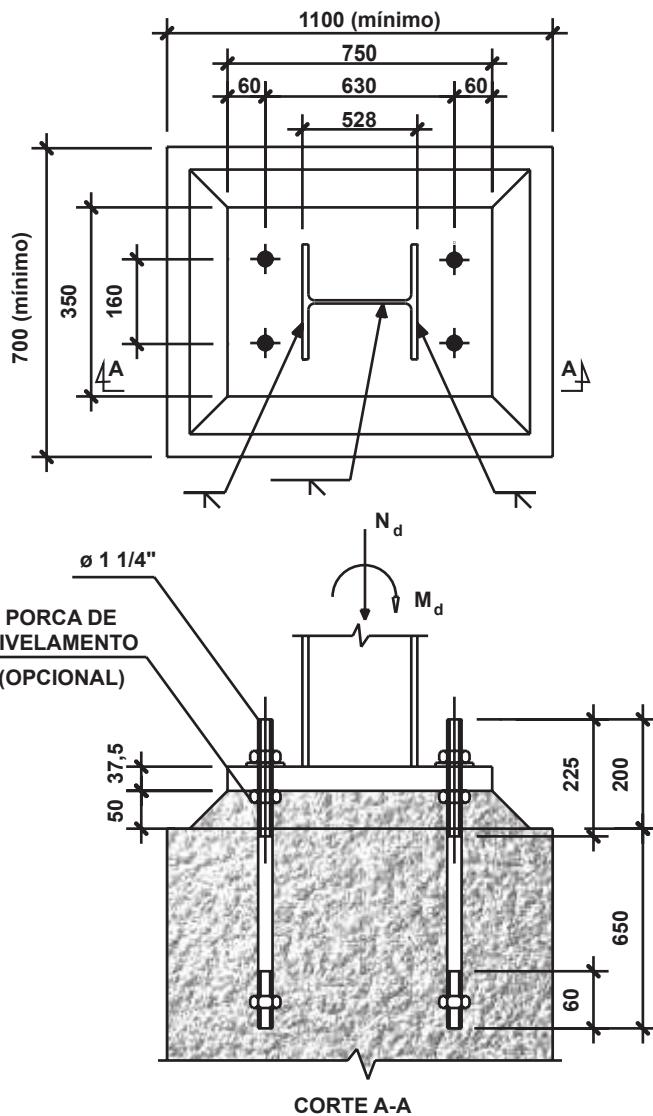
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2266	0
2153	15,9
2040	31,8
1926	47,8
1813	63,6
1700	79,6
1586	95,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1473	111,5
1360	127,4
1246	143,4
1133	158,3
1020	168,0
906	172,1
793	170,6

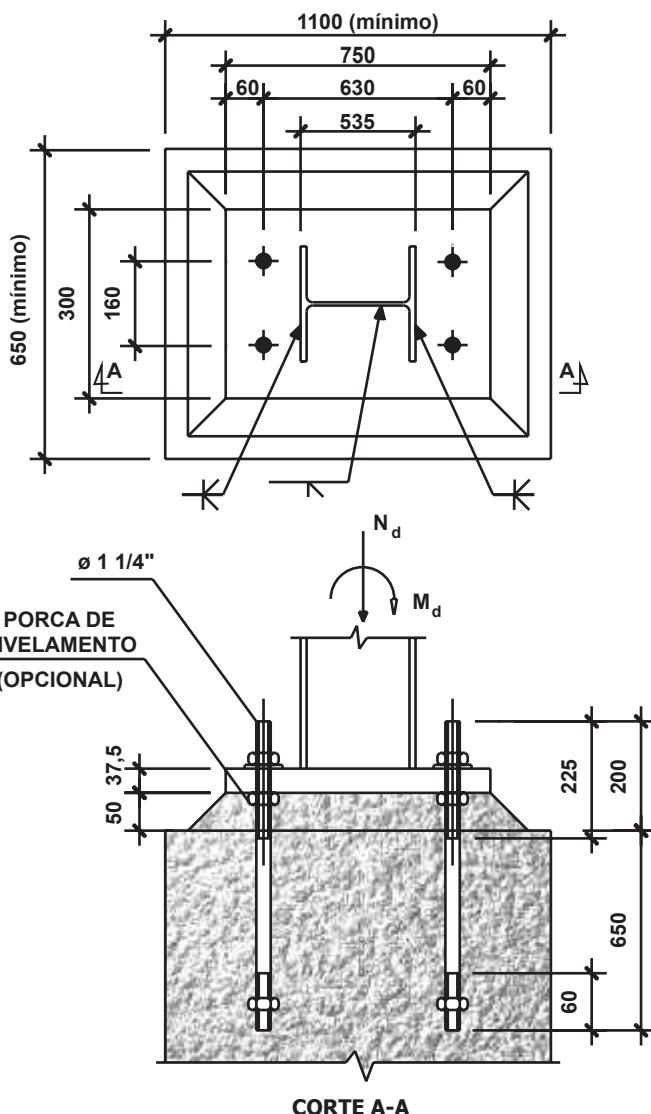
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
680	163,4
567	181,3
453	217,1
340	235,5
227	207,2
114	179,0
0	150,5

PERFIS: W 530 x 85,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2051	0
1949	14,3
1846	28,6
1744	42,9
1641	57,4
1538	71,8
1436	86,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1333	100,5
1231	114,8
1128	129,2
1026	142,7
923	151,7
820	155,4
718	154,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
615	147,6
513	163,0
410	195,4
308	227,5
205	201,7
103	176,2
0	150,5

PERFIS: W 530 x 92,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

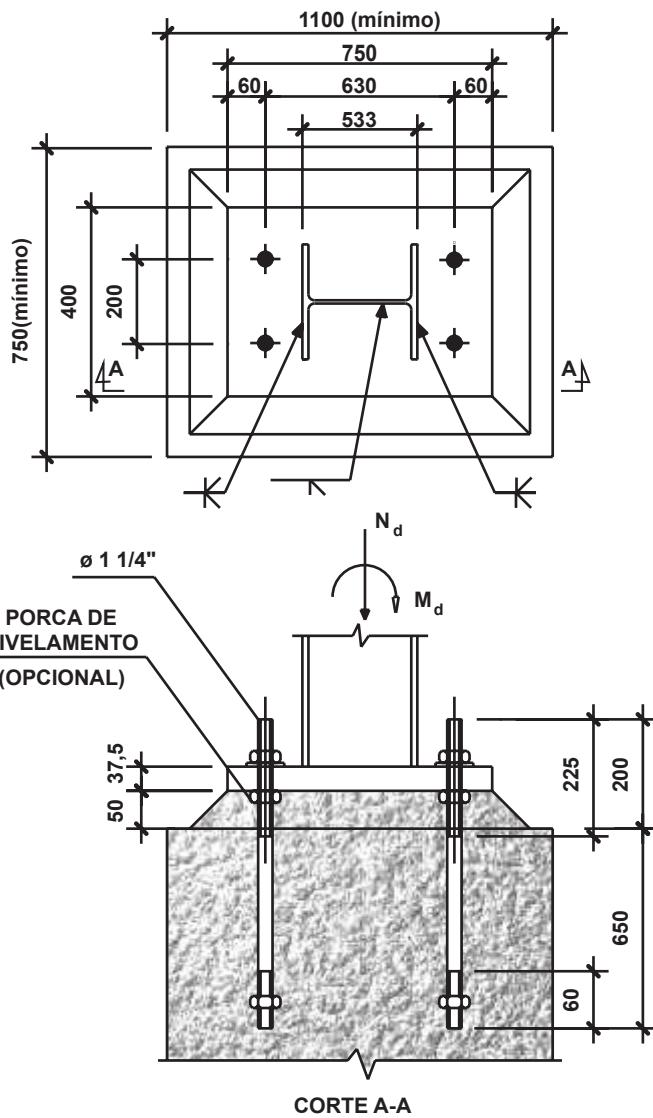
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2692	0
2557	18,8
2422	37,8
2288	56,6
2154	75,4
2019	94,4
1884	113,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1750	132,1
1615	151,0
1481	169,8
1346	187,6
1211	199,3
1077	204,2
942	202,3

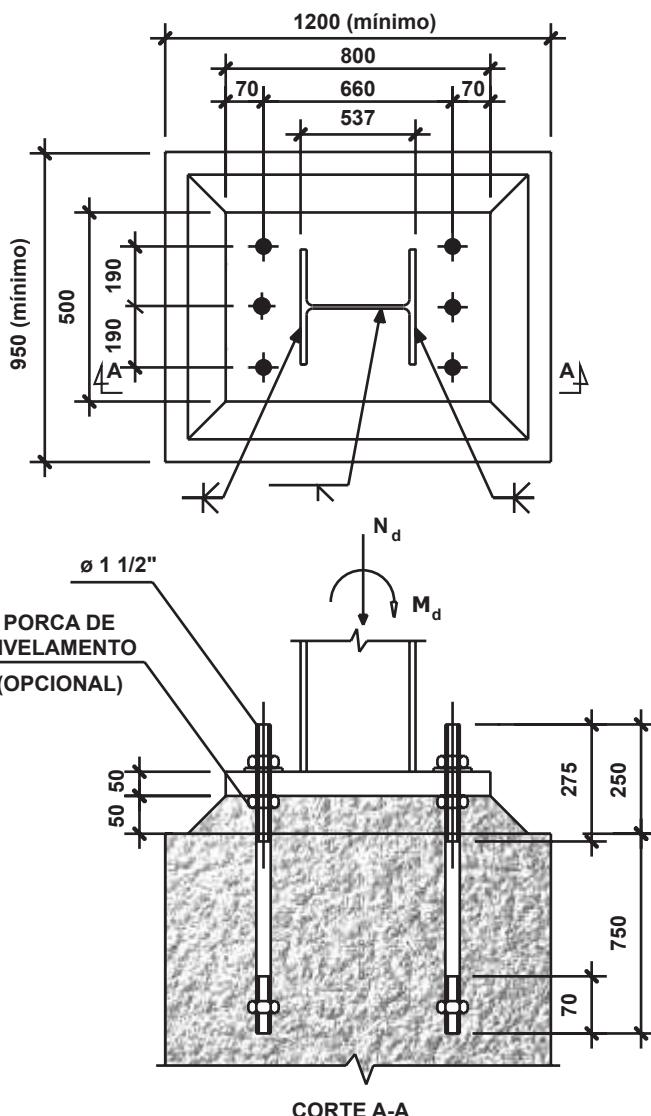
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
808	193,9
673	214,5
538	256,9
404	251,5
269	217,7
135	184,2
0	150,5

PERFIS: W 530 x 101,0PLACA DE BASE: ASTM A36CHUMBADORES: ASTM A36SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ MpaNOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3185	52,5
3026	85,9
2867	119,2
2707	152,6
2548	185,7
2389	219,0
2229	252,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2070	357,0
1911	365,8
1752	368,6
1593	365,4
1433	356,1
1274	344,6
1115	397,1

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
956	449,3
796	502,1
637	554,8
478	523,1
319	480,7
160	438,3
0	395,7

PERFIS: W 530 x 109,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

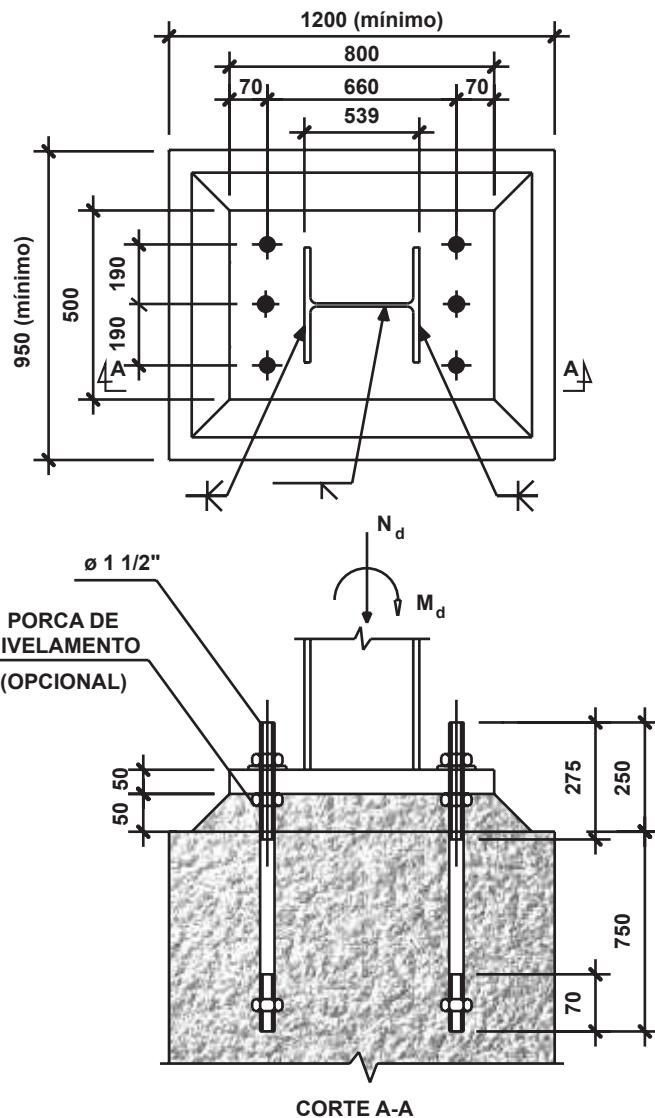
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3366	18,1
3198	53,1
3029	88,3
2861	123,3
2693	158,4
2525	193,4
2356	228,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2188	263,5
2020	366,5
1851	372,6
1683	372,1
1515	365,0
1346	351,2
1178	385,5

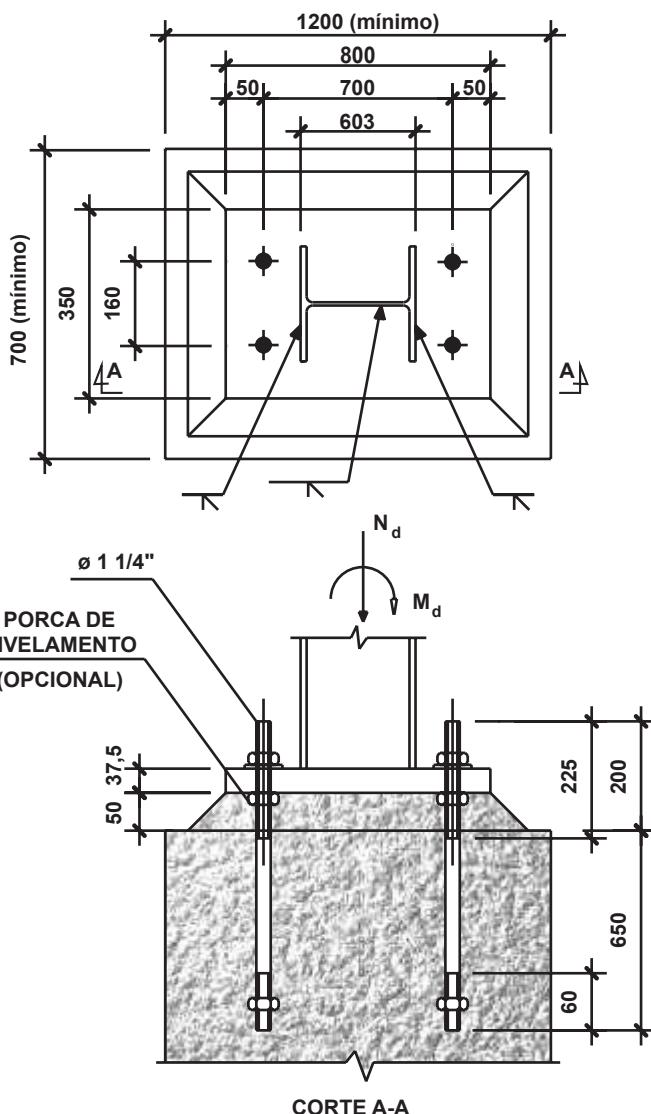
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1010	441,0
842	496,5
673	552,4
505	531,7
337	487,0
168	441,9
0	397,1

PERFIS: W 610 x 101,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2890	0
2746	21,2
2601	42,7
2457	63,9
2312	85,2
2168	106,5
2023	127,8

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1879	149,0
1734	170,4
1590	191,5
1445	212,0
1301	225,5
1156	231,4
1012	229,6

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
867	220,1
723	239,3
578	290,0
433	279,7
289	241,3
145	202,9
0	164,2

PERFIS: W 610 x 113,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

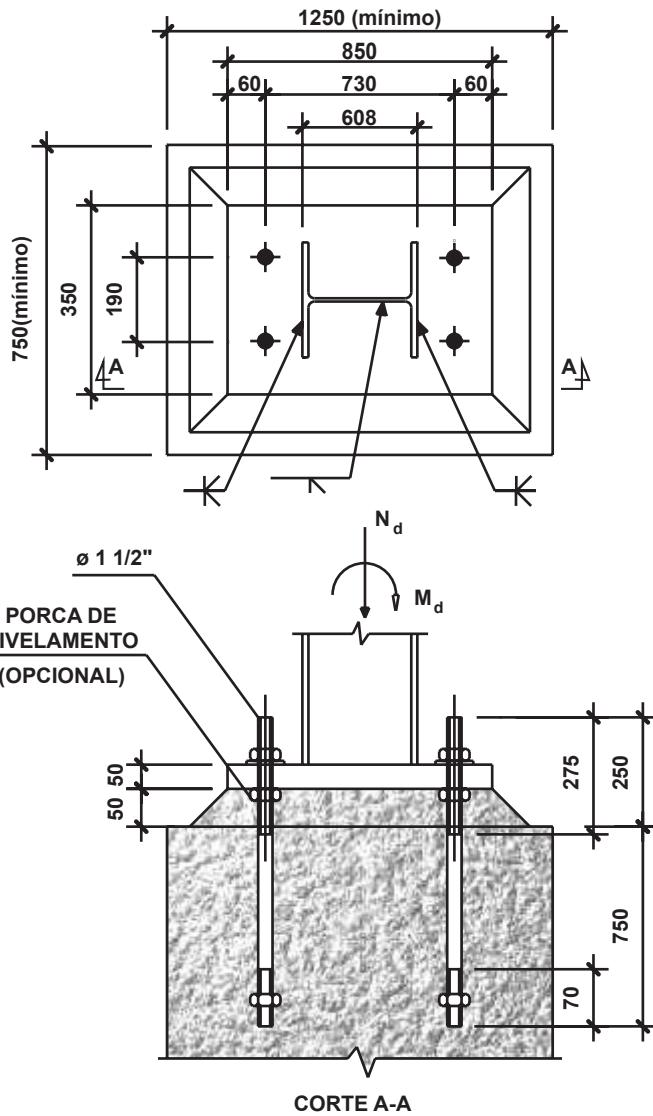
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3588	33,0
3409	61,4
3229	90,0
3050	118,5
2870	147,0
2691	175,4
2512	203,7

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2332	232,2
2153	260,6
1973	289,0
1794	311,0
1615	323,3
1435	326,0
1253	319,0

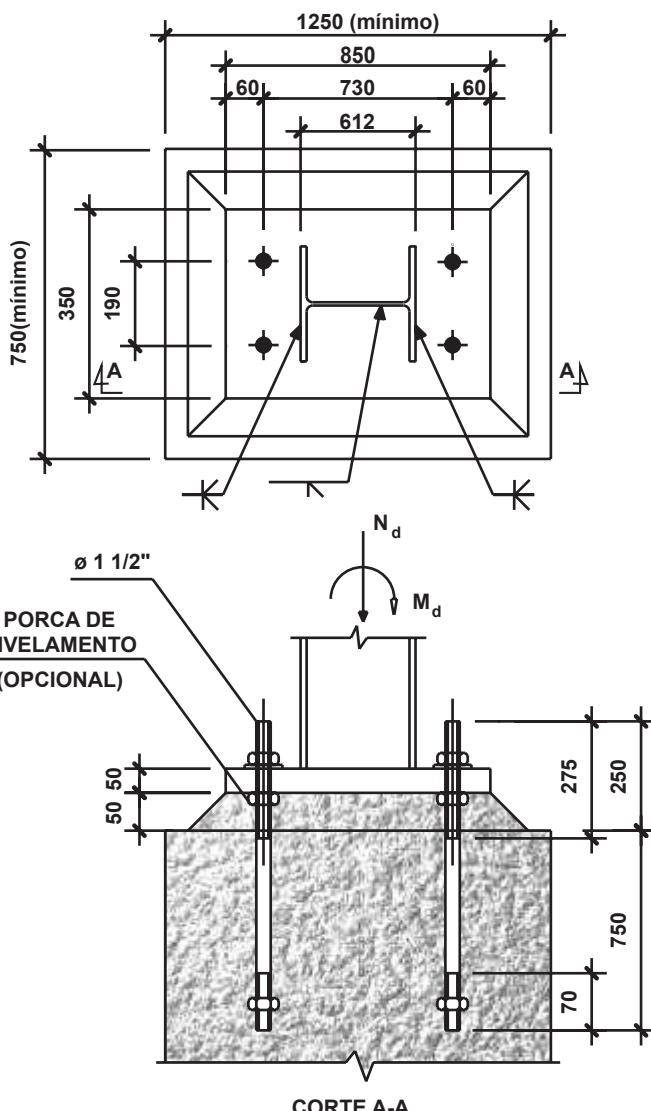
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1077	302,8
897	361,5
718	427,0
538	459,4
359	408,7
179	357,7
0	307,0

PERFIS: W 610 x 125,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3905	0,0
3710	30,9
3514	62,0
3319	92,9
3124	123,7
2929	154,5
2733	185,5

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2538	216,4
2343	247,4
2148	278,1
1952	307,5
1757	326,7
1562	334,9
1367	332,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1172	318,1
976	338,6
781	409,8
586	473,0
391	417,8
195	362,2
0	307,0

PERFIS: W 610 x 140,0

PLACA DE BASE: ASTM A36

CHUMBADORES: ASTM A36

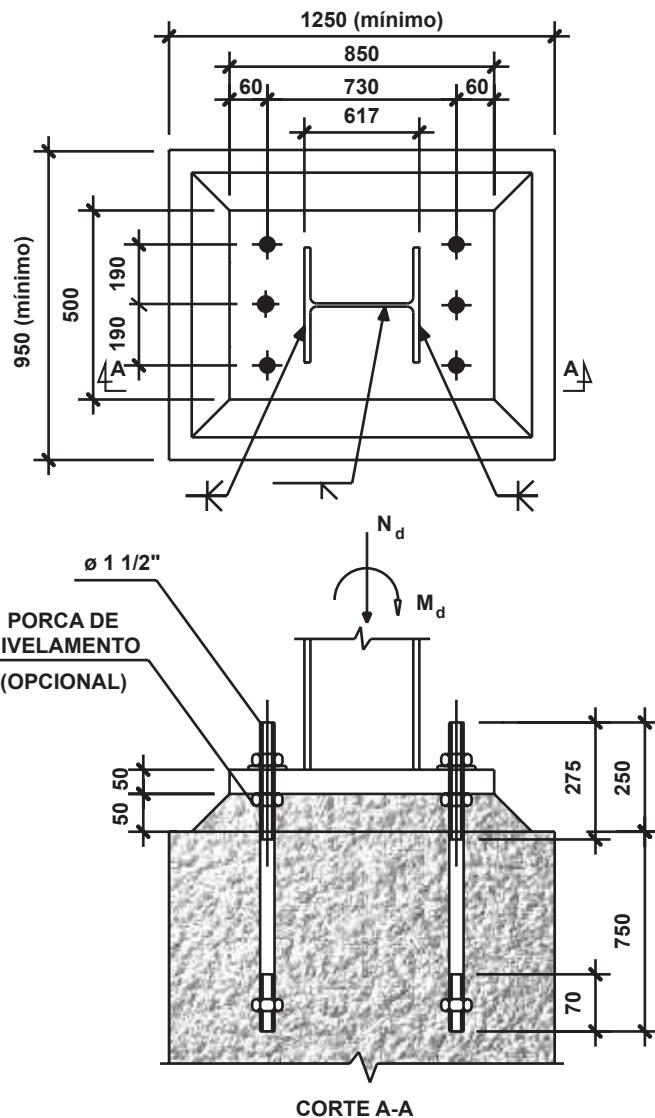
SOLDAS: ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa

NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



CORTE A-A

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
4030	0
3829	41,3
3627	83,0
3426	124,3
3224	165,6
3023	206,8
2821	248,3

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
2620	289,6
2418	331,1
2217	487,4
2015	480,7
1814	466,5
1612	444,6
1411	477,7

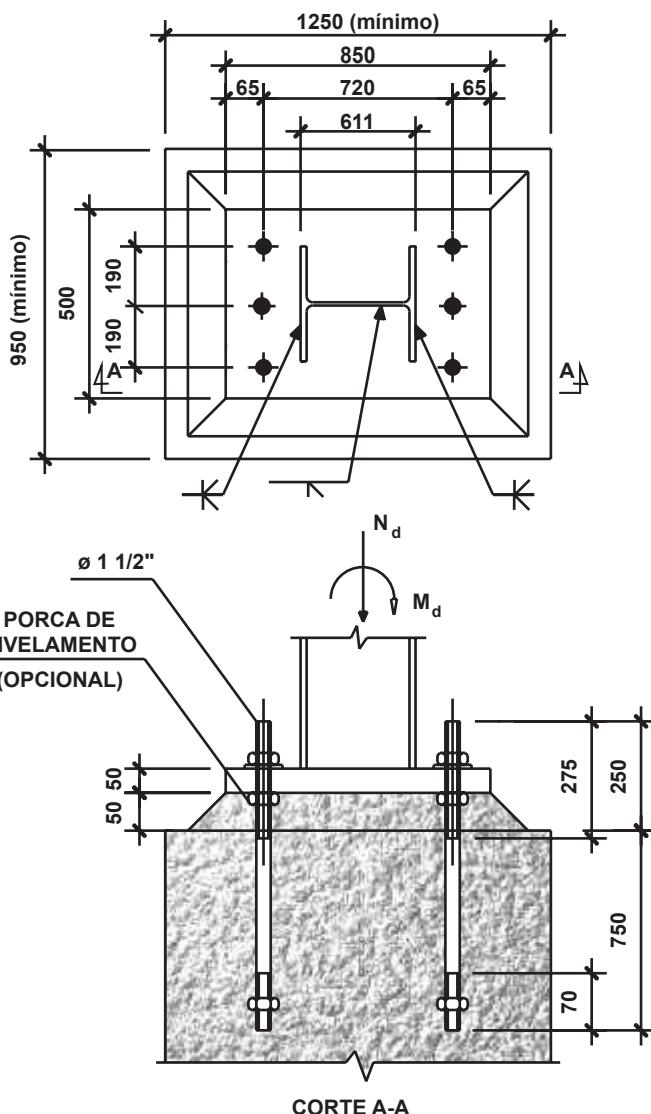
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1209	592,4
1008	624,8
806	663,3
605	606,5
403	549,2
202	492,2
0	435,0

PERFIS: W 610 x 155,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (→).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
5540	0
5263	43,6
4986	87,5
4709	131,6
4432	175,5
4155	219,1
3878	263,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3601	307,0
3324	351,0
3047	394,9
2770	436,4
2493	463,5
2216	475,2
1939	471,1

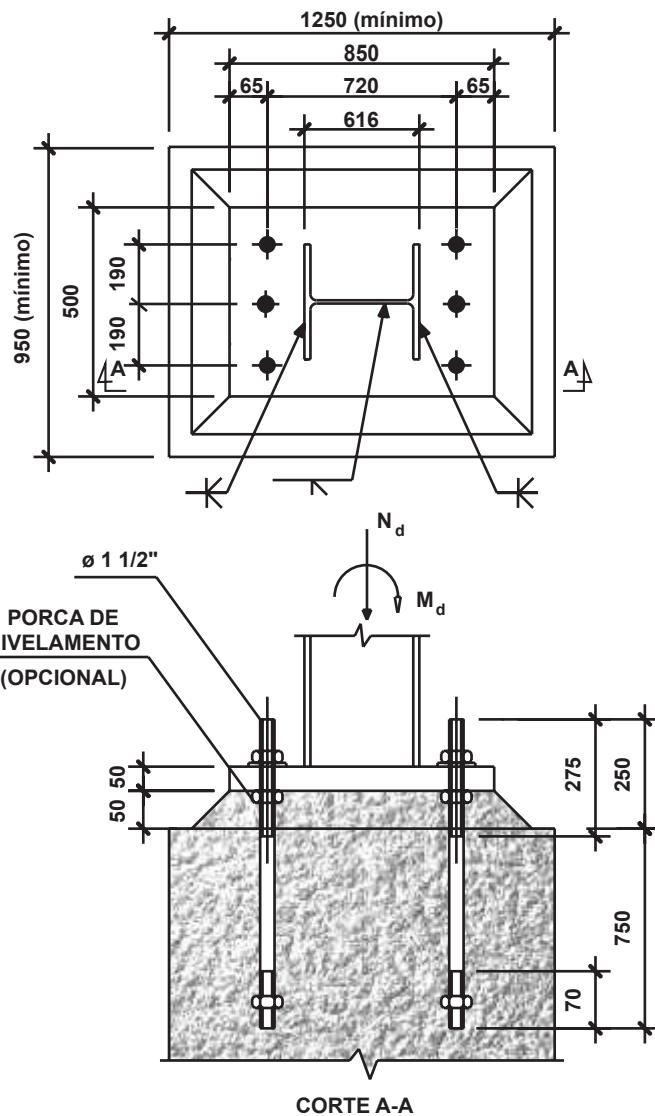
N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1662	451,4
1385	486,5
1108	586,2
831	671,1
554	592,6
277	514,0
0	435,5

PERFIS: W 610 x 174,0**PLACA DE BASE:** ASTM A36**CHUMBADORES:** ASTM A36**SOLDAS:** ELETRODO E70XX

Verificar a necessidade de pré-aquecimento para soldagem no caso de soldas de filete.

CONCRETO: $f_{ck} \geq 20$ Mpa**NOTAS:**

- 1 - Dimensões em mm.
- 2 - Os valores tabelados são referentes às resistências de cálculo das ligações, conforme NBR 8800:2008.
- 3 - Almas ou mesas com espessuras ≥ 16 mm podem ser soldadas com solda K (—).
- 4 - Soldas de filete podem ser substituídas por soldas de penetração total.
- 5 - Para valores intermediários de N_d adotar o menor dos valores de M_{dmax} correspondentes aos valores anterior e posterior de N_d tabelados.



N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
5740	0
5453	45,2
5166	90,6
4879	136,0
4592	181,5
4305	226,7
4018	272,0

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
3731	317,6
3444	363,0
3157	408,1
2870	451,1
2583	479,5
2296	488,0
2009	480,4

N_d (kN)	M_{dmax} (kNm)
1722	467,1
1435	468,5
1148	571,8
861	675,1
574	602,8
287	521,5
0	440,2

LIGAÇÕES MISTAS LMMI

12



12 - LIGAÇÕES MISTAS - LMMI

12.1 - LIMITAÇÃO DE USO DAS LIGAÇÕES MISTAS PADRONIZADAS

- As ligações devem ser simétricas e não é prevista transmissão de momento para o elemento suporte; como consequência, tais ligações não podem pertencer ao sistema resistente a cargas horizontais e não podem ser usadas nas extremidades onde as vigas não têm continuidade.
- Só é previsto o uso das ligações mistas para vigas intermediárias (com lajes dos dois lados).
- A largura do Perfil de aço ao qual a viga suportada está ligada, na direção longitudinal desta, deve ficar entre 200 e 314 mm (quando se trata de pilar, a dimensão da seção na direção transversal à viga suportada não deve superar 314 mm).
- Um tramo qualquer de viga não pode ser superior a 1,5 vezes um dos tramos adjacentes e o tramo externo não pode ser superior a 1,2 vezes o tramo adjacente.
- A força normal nas vigas ligadas é considerada nula.
- As lajes devem ser mistas, com forma de aço incorporada, com as nervuras perpendiculares aos eixos das vigas suportadas pelas ligações mistas. Os vãos das lajes, na direção das nervuras, devem ficar entre 1,9 m e 4,24 m e a espessura de concreto acima da forma deve ficar entre 65 mm e 80 mm.

MATERIAIS PREVISTOS

- Concreto com $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ e densidade normal.
- Barras da armadura indicada nas figuras são de aço CA-50.
- Conectores do tipo “stud”, $\Phi 19 \text{ mm}$, atendendo às exigências da NBR 8800:2008. Na região de momento positivo, o grau de interação deve ser igual ou superior a 0,6. Na região de momento negativo considera-se um conector por nervura, na posição de maior resistência. Alternativamente, caso o comprimento da região de momento negativo não seja suficiente para instalar os conectores, podem-se usar dois conectores por nervura, ambos na posição de maior resistência, utilizando-se a seguinte correspondência:
 - 3 conectores (1 por nervura) → 4 conectores (2 por nervura)
 - 5 conectores (1 por nervura) → 6 conectores (2 por nervura)
 - 6 conectores (1 por nervura) → 8 conectores (2 por nervura)
- Parafusos ASTM A325. Na ligação da aba horizontal da cantoneira inferior com a mesa inferior da viga, os parafusos devem ser montados sem protensão.
- Cantoneiras de aço ASTM A572 Gr. 50.
- Formas de aço com altura de 75 mm, atendendo às exigências da NBR 8800:2008.

12.2 - CÁLCULO

- Todas as informações contidas nas figuras e tabelas de ligações mistas padronizadas foram determinadas com base no Manual de Construções em Aço – Estruturas Mistas – volumes 1 e 2 (CBCA, 2010).
 - Para verificação dos estados limites últimos e de serviço das vigas suportadas pelas ligações, antes e depois da cura do concreto, consultar a referência anterior (CBCA, 2010) e a NBR 8800:2008.
 - A soma das resistências de cálculo dos conectores tipo “stud” situados na região de momento negativo deve ser igual ou superior à resistência de cálculo das barras da armadura longitudinal.

- Para maiores informações, inclusive determinação de larguras efetivas, ver a referência anterior (CBCA, 2010) e a NBR 8800:2008. No item R.4 da NBR 8800:2008, o item **a**, anterior às tabelas, pode ser substituído por: “o momento fletor resistente de cálculo da ligação seja igual ou superior a 30% de $\beta_{vm} M_{Rd}$, com M_{Rd} dado em O.2.3.”
- As resistências de cálculo das ligações mistas padronizadas não contam com a participação das cantoneiras da alma; entretanto, essa participação foi considerada para atender ao item O.2.4.2 da NBR 8800:2008.
- Todas as ligações padronizadas indicadas nos desenhos podem ser consideradas rotuladas na fase de concretagem.

12.3 - ARMADURAS

- O recobrimento das barras da armadura $\Phi 12,5$ mm indicadas nos desenhos de ligações padronizadas deve ser de 35 mm, a partir do eixo, e tais barras devem ficar abaixo do topo dos conectores tipo “stud”.
- A malha utilizada para controle de fissuração da laje deve ficar acima da armadura indicada nos desenhos de ligações padronizadas.
- A armadura longitudinal ($\Phi 12,5$ mm) indicada deve se estender por todo o comprimento da zona de momento negativo, determinada pela análise rígido-plástica (CBCA, 2010) e deve ser ancorada na zona de momento positivo conforme as prescrições da NBR 6118:2004.
- A armadura transversal ($\Phi 8$ mm) indicada deve se estender por toda a largura efetiva da laje na zona de momento negativo e deve ser ancorada fora dessa largura conforme as prescrições da NBR 6118:2004.

12.4 - FÓRMULAS

12.4.1 - Propriedades dos componentes

a) Barras da armadura (NBR 8800:2008 – item R.2.3)

• rigidez inicial

$$k_s = \frac{2A_{sl}E_s}{h_a}$$

• resistência de cálculo

$$F_{s,Rd} = \frac{f_{ys}A_{sl}}{1,15}$$

- capacidade de deformação

$$\Delta_{us} = L \varepsilon_{smu}$$

$$\varepsilon_{smu} = \varepsilon_{sy} - \beta_t \Delta \varepsilon_{sr} + \delta_0 \left(1 - \frac{\sigma_{sr1}}{f_{ys}} \right) (\varepsilon_{su} - \varepsilon_{sy})$$

$$\varepsilon_{sy} = \frac{f_{ys}}{E_s}$$

$$\beta_t = 0,4$$

$$\Delta \varepsilon_{sr} = \frac{f_{ctm} k_c}{\rho E_s}$$

$$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{\frac{2}{3}}$$

$$\rho = A_{sl} / A_c$$

$$k_c = \frac{1}{1 + \frac{t_c}{2y_0}} \geq 0,7$$

b) Conectores de cisalhamento (NBR 8800:2008 – item R.2.4)

- rigidez inicial

$$k_{cs} = \frac{n k_r}{a}$$

Considerando-se um conector por nervura, na posição de maior resistência, obtém-se $R_g = 1$ e $R_p = 0,75$ para a forma em questão (CBCA 2010 – capítulo 2), donde (conector $\Phi 19$ mm):

$$k_r = 100 \text{ kN/mm} = 1000 \text{ kN/cm}$$

A resistência de cálculo de um conector na situação já definida é $Q_{Rd} = 70,7$ kN (CBCA 2010 – capítulo 2).

$$\alpha = v - \frac{(v-1)(d+y)}{[d_s(\xi+1)]}$$

$$v = \left[\frac{(\xi+1)n k_r L_i (d_s)^2}{(E_a I_a)} \right]^{1/2}$$

$$\xi = \frac{I_a}{d_s^2 A_s}$$

- resistência de cálculo

$$F_{cRd} = n Q_{Rd}$$

- capacidade de deformação

$$S^{(B)} = \frac{2s^{(A)}F_s^{(B)}}{F_s^{(A)}}$$

$$S^{(A)} = \frac{0,7Q_{rk}}{k_r}$$

$$F_s^{(B)} = f_{ys} A_{sl}$$

$$F_s^{(A)} = k_{cs} S^{(A)}$$

c) Ligação da mesa inferior da viga apoiada (NBR 8800:2008 – item R.2.5.2.3)

- rigidez inicial

$$k_i = \frac{n_l}{\left(\frac{1}{k_{p1}} + \frac{1}{k_{p2}} + \frac{1}{k_b} \right)}$$

$$n_l = 2$$

$$k_{p1} = 24 k_s k_{t1} d_b f_{u1}$$

$$k_s = \left[\frac{S}{4d_b} + 0,375 \right] \leq 1,25$$

$$k_{t1} = \frac{1,5t_{p1}}{d_m} \leq 2,5$$

$$d_m = 1,6 \text{ cm} = 16 \text{ mm}$$

$$f_{u1} = 450 \text{ MPa} = 45 \text{ kN/cm}^2$$

$$k_{p2} = 24 k_s k_{t2} d_b f_{u2}$$

$$k_{t2} = \frac{1,5t_{p2}}{d_m} \leq 2,5$$

$$f_{u2} = 460 \text{ MPa} = 46,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$k_b = \frac{16f_{ub}(d_b)^2}{d_m}$$

$$f_{ub} = 825 \text{ MPa} = 82,5 \text{ kN/cm}^2 \text{ (ASTM A325, diâmetro } 3/4")$$

- resistência de cálculo

$$F_{i,Rd} = \text{menor entre} \left\{ \begin{array}{l} n_b F_{b,Rd} \\ 1,25 f_{yd} A_{fi} \\ f_{L,yd} A_L \end{array} \right\} \geq F_{s,Rd}$$

$$F_{b,Rd} \leq F_{v,Rd} = \frac{0,4 A_b f_{ub}}{1,35} \quad (\text{NBR 8800:2008, item 6.3.3.2})$$

$$F_{b,Rd} \leq F_{c,Rd} = \frac{1,2 l_c t f_u}{1,35} \quad (\text{NBR 8800:2008, item 6.3.3.3})$$

$$F_{b,Rd} \leq F_{c,Rd} = \frac{2,4 d_b t f_u}{1,35} \quad (\text{NBR 8800:2008, item 6.3.3.3})$$

- capacidade de deformação

$$\Delta_{ui} = 3 \text{ mm}$$

12.4.2 - Propriedades da ligação mista

- rigidez inicial

$$\frac{M}{\theta} = \frac{(d + y)^2}{\left(\frac{1}{k_s} + \frac{1}{k_{cs}} + \frac{1}{k_i} \right)}$$

- resistência de cálculo a momento

$$M_{rd} = F_{sRd} (d + y)$$

- capacidade de rotação disponível no estado limite último

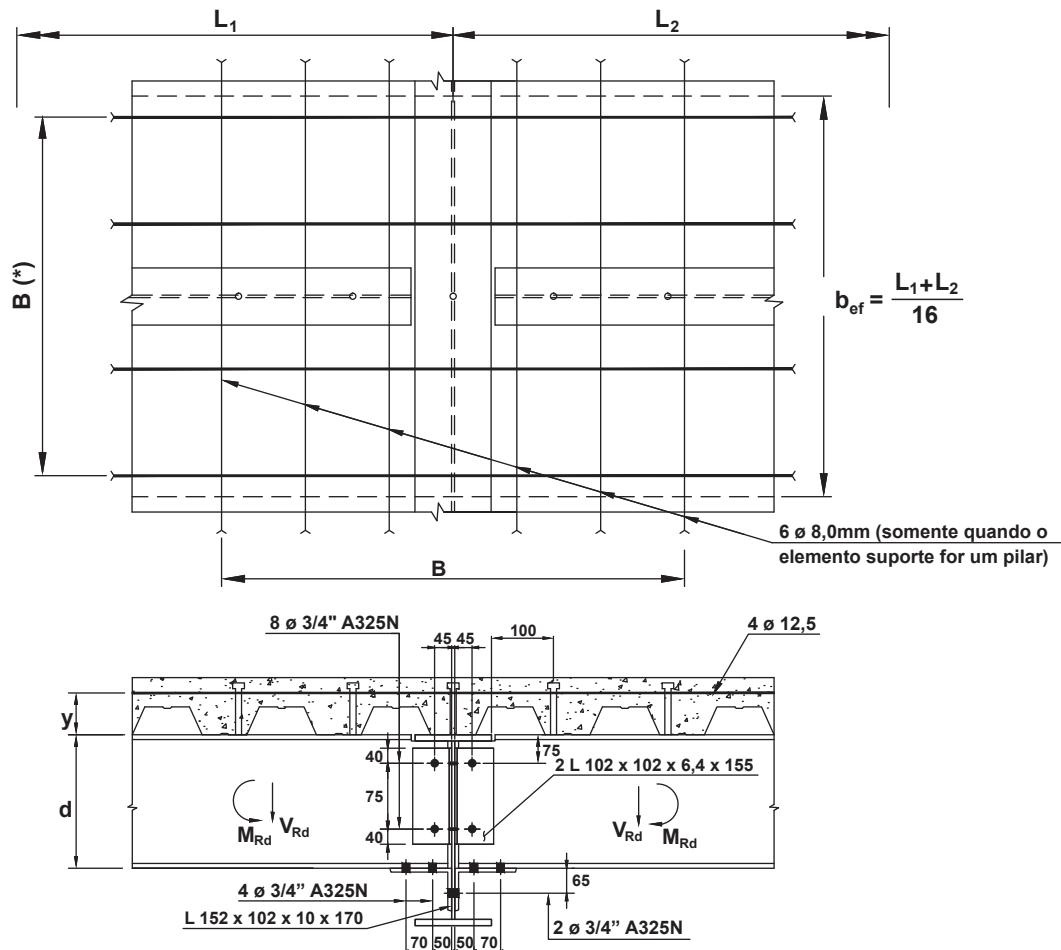
$$\theta_u = \frac{(\Delta_{us} + \Delta_{ui} + S^{(B)})}{(d + y)}$$

Observação: para construção não-escorada pode-se aumentar a capacidade de rotação disponível em 10%.

Posição da linha neutra plástica da ligação mista, a partir da face inferior da viga

$$y_{LNP} = \frac{(d + y) \Delta_{ui}}{\Delta_{us} + \Delta_{ui} + S^{(B)}}$$

12.5 - TABELAS DE LIGAÇÕES MISTAS - LMMI



Lig. Nº	PERFIS	L ₁ ou L ₂ (mm)	Y (mm)	LIGAÇÃO				n _c
				V _{Rd} (kN)	M _{Rd} (kNm)	θ _u (mrad)	S _i kNm/rad	
1	W 250 x 32,7	5000 a 6500	105	186	77,49	24,0	10750	3
			120	186	80,69	23,0	11700	3
2	W 250 x 38,5	5000 a 6500	105	201	78,35	23,9	11290	3
			120	201	81,55	22,9	12270	3
3	W 250 x 44,8	5000 a 6500	105	231	79,20	23,8	11720	3
			120	231	82,40	22,8	12720	3

NOTAS: 1 - Os valores de θ_u podem ser multiplicados por 1,1 para construção não escorada.

2 - Os valores tabelados de V_{Rd} e M_{Rd} são referentes às resistências de cálculo das ligações.

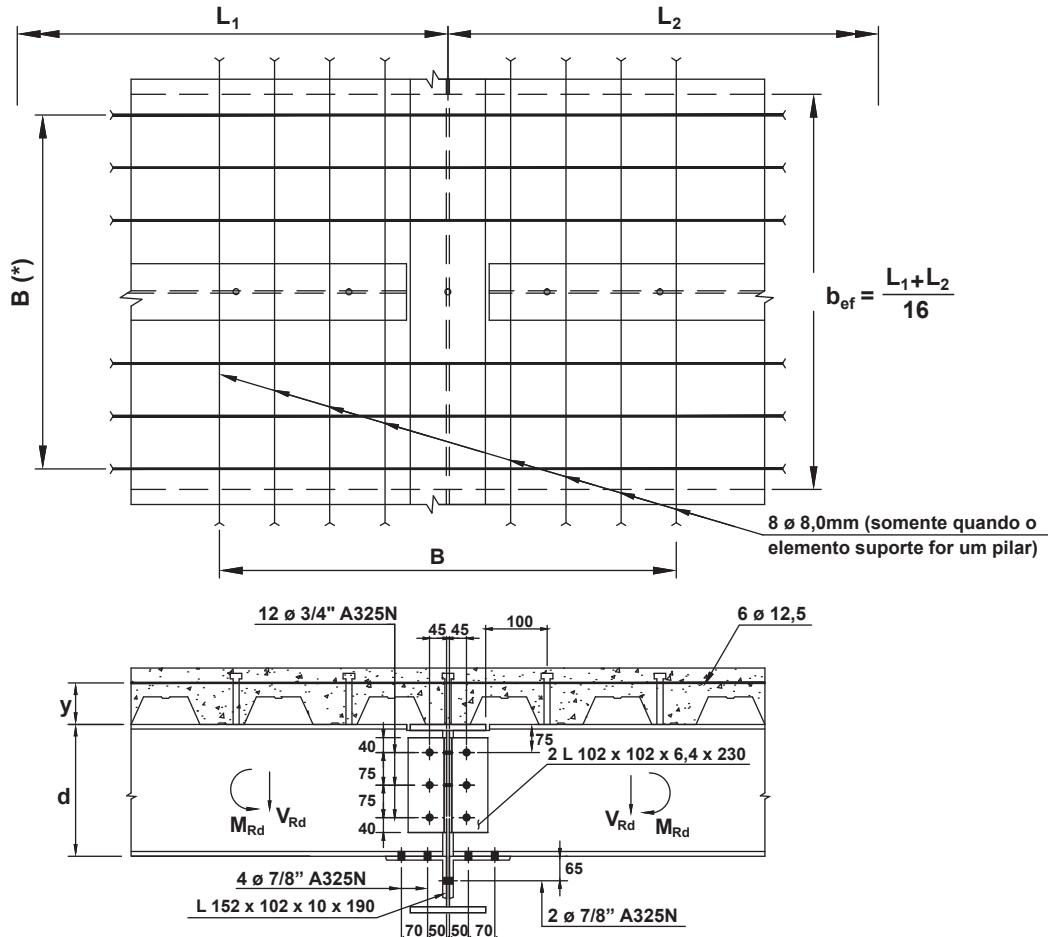
3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.

4 - n_c = número de conectores na região de M(-).

θ_u = capacidade de rotação de uma ligação mista; para capacidade necessária, ver NBR8800: 2008, item R.4.

S_i = rigidez inicial de uma ligação mista.

(*) A dimensão B deve ser tal que a armadura longitudinal (ø 12,5 mm) fique bem distribuída na largura b_{ef}. Caso o elemento suporte seja um pilar, deve-se ter B ≤ 5 b_c, sendo b_c a largura do pilar na direção paralela a b_{ef}.



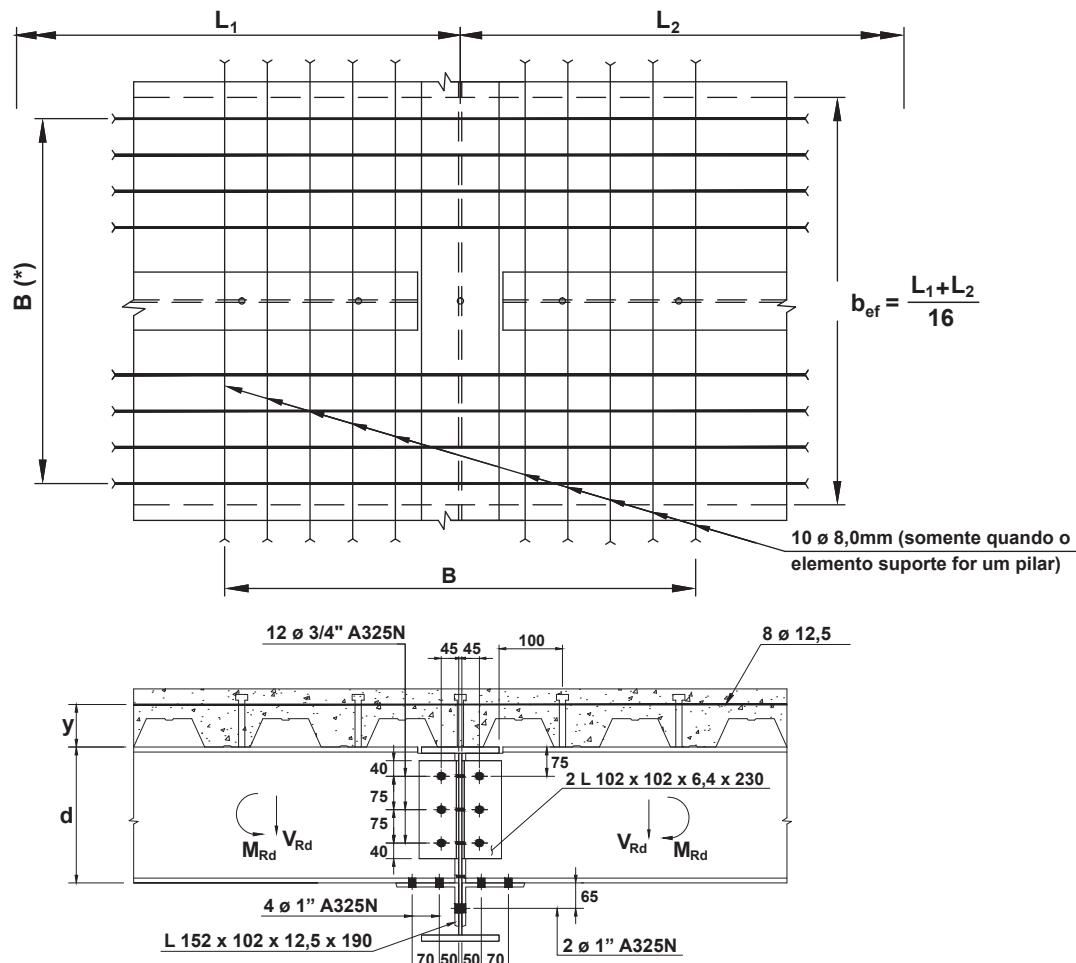
Lig. Nº	PERFIS	L ₁ ou L ₂ (mm)	Y (mm)	LIGAÇÃO				n _c
				V _{Rd} (kN)	M _{Rd} (kNm)	θ _u (mrad)	S _i kNm/rad	
1	W 310x38,7	6000 a 7500	105	265	132,8	24,8	18990	5
			120	265	137,6	23,2	19180	5
2	W 310x44,5	6000 a 7500	105	301	133,8	23,2	19510	5
			120	301	138,6	22,4	21010	5
3	W 310x52,0	6000 a 7500	105	339	135,0	23,2	20290	5
			120	339	139,8	22,3	21830	5

NOTAS: 1 - Os valores de θ_u podem ser multiplicados por 1,1 para construção não escorada.
 2 - Os valores tabelados de V_{Rd} e M_{Rd} são referentes às resistências de cálculo das ligações.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.
 4 - n_c = número de conectores na região de M(-).

θ_u = capacidade de rotação de uma ligação mista; para capacidade necessária, ver NBR8800: 2008, item R.4.

S_i = rigidez inicial de uma ligação mista.

(*) A dimensão B deve ser tal que a armadura longitudinal (ø 12,5 mm) fique bem distribuída na largura b_{ef}. Caso o elemento suporte seja um pilar, deve-se ter B ≤ 5 b_c, sendo b_c a largura do pilar na direção paralela a b_{ef}.



Lig. Nº	PERFIS	L ₁ ou L ₂ (mm)	Y (mm)	LIGAÇÃO				n _c
				V _{Rd} (kN)	M _{Rd} (kNm)	θ _u (mrad)	S _i kNm/rad	
1	W 360 x 44,0	7000 a 8000	105	315	195,1	23,0	28240	6
			120	315	201,5	22,2	30270	6
2	W 360 x 51,0	7000 a 8000	105	329	196,4	23,0	29460	6
			120	329	202,8	22,2	31550	6
3	W 360 x 57,8	7000 a 8000	105	339	197,7	23,0	30380	6
			120	339	204,1	22,2	32500	6

NOTAS: 1 - Os valores de θ_u podem ser multiplicados por 1,1 para construção não escorada.
 2 - Os valores tabelados de V_{Rd} e M_{Rd} são referentes às resistências de cálculo das ligações.
 3 - Verificar obrigatoriamente o elemento suporte.
 4 - n_c = número de conectores na região de M(-).

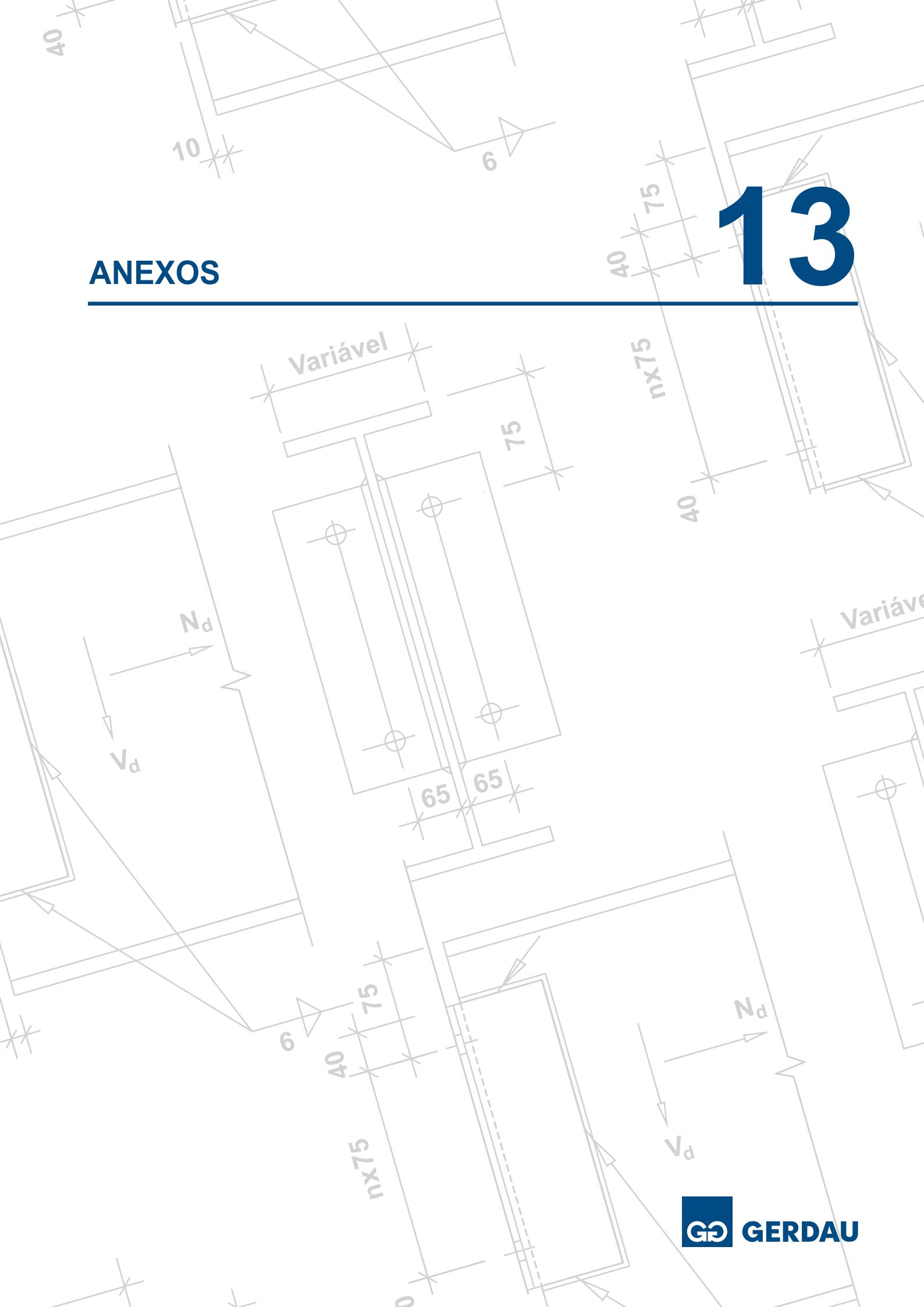
θ_u = capacidade de rotação de uma ligação mista; para capacidade necessária, ver NBR8800: 2008, item R.4.

S_i = rigidez inicial de uma ligação mista.

(*) A dimensão B deve ser tal que a armadura longitudinal (ø 12,5 mm) fique bem distribuída na largura b_{ef}. Caso o elemento suporte seja um pilar, deve-se ter B ≤ 5 b_c, sendo b_c a largura do pilar na direção paralela a b_{ef}.

ANEXOS

13



13 - ANEXOS

13.1 - BIBLIOGRAFIA

ABNT NBR 8800:2008, Projeto de estrutura de aço e de estrutura mista de aço e concreto de edifícios

AISC:2005 – Steel Construction Manual – 13th edition

AISC:2006 – Steel Design Guide 1 – Base Plate and Anchor Rod Design

AISC:2004 – Steel Design Guide 4 – Extended End-Plate Moment Connections

Canadian Institute of Steel Construction “Handbook of Steel Construction” Universal Offset Limited, 1997

CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço - Manual de Construção em Aço – Estruturas Mistas – Volumes 1 e 2 – 2^a edição, 2012

GAYLORD Jr, E.H.; GAYLORD, C. N.; STALLMEYER J. E. “Design of Steel Structures” – McGraw-Hill, Inc. 1992

KULAK, G. L.; FISHER, J. W.; STRUIK, J. H. A. “Guide to Design Criteria for Bolted and Riveted Joints” Wiley – Interscience, 1987

QUEIROZ, G; “Elementos das estruturas de aço” – O Lutador, 1993

QUEIROZ, G; PIMENTA, R.J.; MATA, L. A. C.; – “Elementos das estruturas mistas aço concreto”, – O Lutador, 2001

QUEIROZ, G; VILELA, P. M. L.; – “Ligações, regiões nodais e fadiga de estruturas de aço”, – O Lutador, 2012

SALMON, C. G.; JOHNSON, J. E. – “Steel Structures: Design and Behavior: emphasizing load and resistance factor design” – Harper Collins College, 1996

13.2 - NOMENCLATURA

a = distância entre os pontos de aplicação de N_d e T_d

A_b = área bruta da seção do parafuso

A_{bc} = comprimento mínimo do bloco de concreto

A_{gic} = área bruta do elemento de ligação, sujeita a tração, para o cálculo do colapso por rasgamento (“block shear”)

A_{gtw} = área bruta da alma da viga, sujeita a tração, para o cálculo do colapso por rasgamento (“block shear”)

A_{gvc} = área bruta do elemento de ligação, sujeita a cisalhamento, para o cálculo do colapso por rasgamento (“block shear”)

A_{gww} = área bruta da alma da viga, sujeita a cisalhamento, para o cálculo do colapso por rasgamento (“block shear”)

A_{ntc} = área líquida do elemento de ligação, sujeita a tração, para o cálculo do colapso por rasgamento (“block shear”)

A_{ntw} = área líquida da alma da viga, sujeita a tração, para o cálculo do colapso por rasgamento (“block shear”)

A_{nvc} = área líquida do elemento de ligação, sujeita a cisalhamento, para o cálculo do colapso por rasgamento (“block shear”)

-
- A_{nvw} = área líquida da alma da viga, sujeita a cisalhamento, para o cálculo do colapso por rasgamento (“block shear”)
 A_{pb} = comprimento da placa de base
 b = cateto do filete de solda, largura da chapa simples
 b_a = largura da aba da cantoneira
 b_f = largura da mesa do Perfil laminado
 b_{ft} = largura da mesa do Perfil T
 B_{bc} = largura mínima do bloco de concreto
 B_{pb} = largura da placa de base
 d = altura do Perfil laminado
 d_b = diâmetro do parafuso
 d_c = diâmetro do chumbador
 d_l = distância do furo a borda da placa de base na direção da largura
 d_f = distância do furo a borda da placa de base na direção do comprimento
 d_h = diâmetro do furo
 e = distância vertical entre furo e borda; excentricidade em placas de base (M_d/N_d)
 e_c = distância da linha de parafusos até a linha de solda
 e_t = distância horizontal entre furo e borda da chapa de extremidade
 e_1 = distância horizontal entre furo e borda
 e_2 = distância vertical entre furo e face mais próxima da mesa da viga
 F = força; valor de ação
 f_c = tensão de compressão no concreto
 f_u = limite de resistência a tração do aço da viga apoiada
 f_{ub} = limite de resistência a tração do aço do parafuso
 f_{uc} = limite de resistência a tração do aço do elemento de ligação (cantoneira ou chapa)
 f_{ut} = limite de resistência a tração do aço do Perfil
 f_y = limite de escoamento do aço da viga apoiada
 f_{yc} = limite de escoamento do aço do elemento de ligação (cantoneira ou chapa)
 f_{yt} = limite de escoamento do aço do Perfil T
 g = gabarito de furação da cantoneira ou da chapa simples
 g_{ch} = gabarito de furação da chapa de extremidade
 G = gabarito de furação da mesa do Perfil T
 h = distância entre as faces internas das mesas dos Perfis
 H = altura da viga apoiada
 H_c = altura da chapa de extremidade
 L_c = comprimento do elemento de ligação (cantoneira ou chapa); comprimento embutido do chumbador
 L_{ch} = altura da chapa de extremidade

-
- ℓ_f = distância entre a borda do furo e a borda do furo adjacente ou a distância entre a borda do furo e a borda livre
- L_{fch} = altura reduzida da chapa de extremidade para efeito de cálculo
- L_h = comprimento horizontal do recorte da viga
- L_t = comprimento do Perfil T
- L_v = altura do recorte da viga
- M_d = momento fletor de cálculo
- n = número de recortes na viga (pode variar de 0 a 2)
- n_c = número de chumbadores do lado tracionado
- N_d = força normal de cálculo
- N_p = número de parafusos na alma da viga apoiada ou número de linhas de parafusos
- N_{ps} = número de parafusos na chapa de extremidade
- N_{p1} = número de parafusos na alma do Perfil T
- N_{p2} = número de parafusos na mesa do Perfil T
- R = raio interno da cantoneira
- R_d = resistência de cálculo; solicitação resistente de cálculo
- R_n = resistência nominal
- S = distância vertical entre furos
- T_d = esforço de tração de cálculo no conjunto de chumbadores situados em um dos lados da placa de base
- t_c = espessura do elemento de ligação (cantoneira ou chapa)
- t_{ch} = espessura da chapa de extremidade
- t_f = espessura da mesa
- t_w = espessura da alma da viga apoiada
- t_{wt} = espessura da alma do Perfil T
- V_d = força cortante de cálculo
- W_x = módulo de resistência elástico do Perfil da viga
- W_{xc} = módulo de resistência elástico da chapa
- W_{xs} = módulo de resistência elástico superior do Perfil com um recorte
- W_{ef} = módulo de resistência elástico efetivo, considerando os furos
- W_1 = módulo de resistência elástico do Perfil da viga com dois recortes
- x = comprimento da região comprimida da placa de base; distância do furo até a extremidade do Perfil T
- y_a = distância do furo superior ao topo da viga
- y = distância entre dois furos
- Z_x = módulo de resistência plástico do Perfil da viga
- ϕ = coeficiente de segurança

VENDAS

SUDESTE

São Paulo

Tel. (11) 3094-6600

Fax (11) 3094-6303

e-mail: atendimento@gerdau.sp@gerdau.com.br

Rio de Janeiro

Tel. (21) 3974-7529

Fax (21) 3974-7592

e-mail: atendimento@gerdau.rj@gerdau.com.br

Minas Gerais

Tel. (31) 3369-4600

Fax (31) 3369-4647

e-mail: atendimento@gerdau.mg@gerdau.com.br

CENTRO-OESTE

Tel. (62) 4005-6000

Fax (62) 4005-6002

e-mail: atendimento@gerdau.cto@gerdau.com.br

NORTE / NORDESTE

Pernambuco

Tel. (81) 3452-7755

Fax (81) 3452-7635

e-mail: atendimento@gerdau.nne@gerdau.com.br

SUL

Rio Grande do Sul

Tel. (51) 3450-7855

Fax (51) 3323-2800

Paraná

Tel. (41) 3314-3646

Fax (41) 3314-3615

e-mail: atendimento@gerdau.sul@gerdau.com.br



www.gerdau.com.br