

T.P.N°6: Uniones soldadas y elementos sometidos a tracción

1. Diseñar la unión soldada viga – columna. La viga es un perfil IPN 200 y la columna está formada por dos perfiles UPN 180. Tiene una carga aplicada de 40kN con una excentricidad de 1m como se muestra en la figura. El acero de la perflería es F-24 y el la resistencia del material de aporte del electrodo tiene una resistencia mínima a tracción de 480MPa.

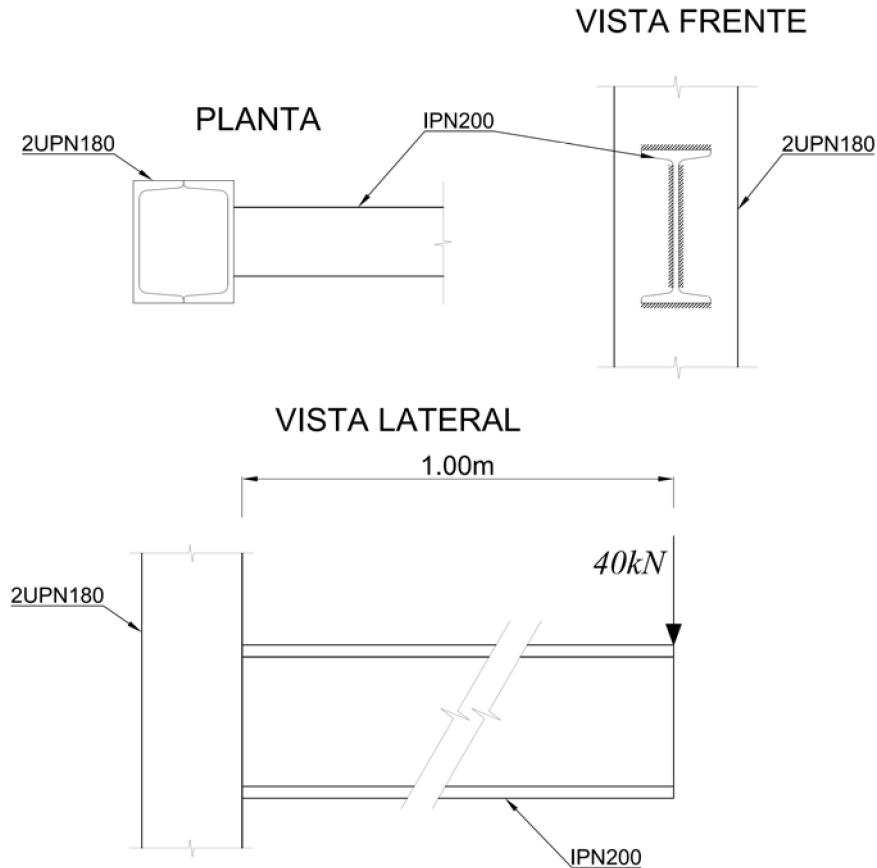


Figura 1: Unión soldada viga – columna

2. Redimensionar la unión del ejercicio 1 del trabajo práctico N° 5, utilizando soldadura. El material de aporte del electrodo tiene una resistencia mínima a tracción de 480MPa.
3. Verificar la barra a tracción de del ejercicio 1 del trabajo práctico N° 5, tanto para la unión abulonada, como soldada.

Solución

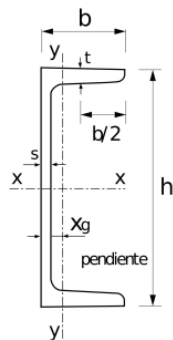
- Unión soldada viga – columna. La viga es un perfil IPN 200 y la columna está formada por dos perfiles UPN 180.

■ Datos

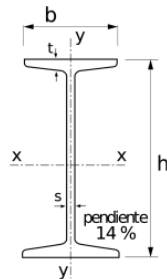
Acero F-24

$$F_u = 370 MPa$$

$$F_y = 235 MPa$$



U.P.N.	Dimensiones					Sección S	Peso G	Valores estáticos					
	h	b	s	t	Xg			J _x	J _y	W _x	W _y	i _x	i _y = i _l
180	180	70	8,0	11,0	1,92	cm ² 28,0	22,0	cm ⁴ 1350	cm ⁴ 114,0	cm ³ 150,0	cm ³ 22,4	6,95	2,02



I.P.N.	Dimensiones					Sección S	Peso G	Valores estáticos					
	h	b	s	t				J _x	J _y	W _x	W _y	i _x	i _y = i _l
200	200	90	7,5	11,3		cm ² 33,5	26,2	cm ⁴ 2140	cm ⁴ 117	cm ³ 214	cm ³ 26,0	8,00	1,87

Figura 2: Perfiles IPN200 y UPN180

IPN200

$$t_1 = 0,75 cm$$

UPN180

$$t_2 = 0,80 cm$$

Electrodo

$$F_{exx} = 480 MPa$$

■ Estado de Cargas

$$P = 40KN$$

$$M = P \cdot d = 40KN \cdot 100cm = \boxed{4000KN \cdot cm}$$

■ Lados del filete

$W_{min} = 5mm \Rightarrow$ a partir de los espesores a unir, UPN180 = 8mm, y de la tabla J.2.4

$$W_{max} = 8mm - 2mm = 6mm$$

Adopto un filete de soldadura con $W = \boxed{6mm}$

Los puntos más comprometidos en los cordones de soldaduras son el A, sometido a tracción y corte, y el B, sometido a tracción, debido a la excentricidad de las cargas.

Tabla J.2.4. Tamaño Mínimo de Soldaduras de Filete (b)

Espesor del Material Unido más Grueso (mm)	Tamaño Mínimo de la Soldadura de Filete (a) (mm)
Hasta 6	3
Más de 6 hasta 13	5
Más de 13 hasta 19	6
Más de 19	8
(a) Lado del filete. Debe hacerse de una sola pasada. (b) Ver la Sección J.2.2(b) para el lado máximo del cordón de filete.	

Figura 3: Tabla J.2.4

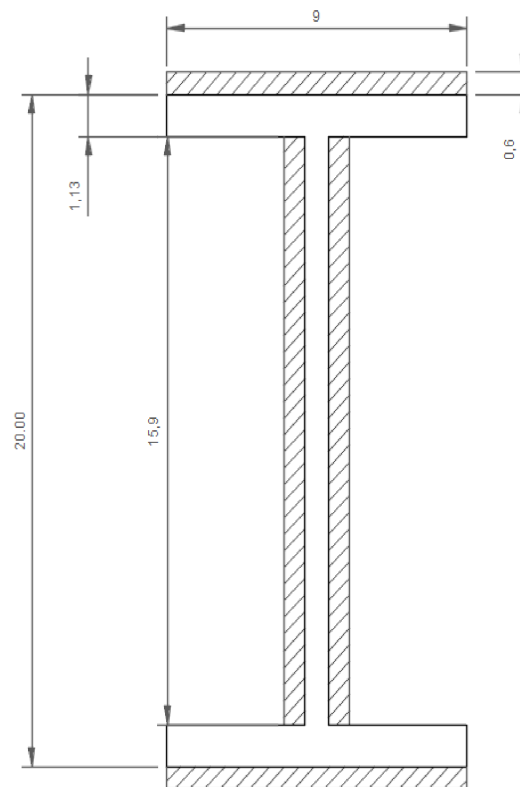


Figura 4: Perfil IPN200 y filetes de soldadura

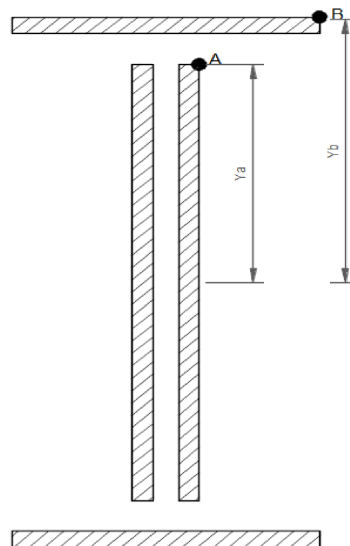


Figura 5: Filetes de soldadura - Puntos críticos

■ Estudio del Punto A

$$L = 2 \cdot 15,9cm = \boxed{31,8cm}$$

$$A_w = 0,707 \cdot W \cdot L \Rightarrow \text{área efectiva}$$

$$A_w = 0,707 \cdot 0,6cm \cdot 31,8cm = \boxed{13,48cm^2}$$

Tensiones de corte y tracción en la soldadura.

$$f_v = \frac{P}{A_w \cdot 10^{-1}} = \frac{40KN}{13,48cm^2 \cdot 10^{-1}} = \boxed{29,65MPa}$$

$$J_{x1} = 2 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12} = 2 \cdot \frac{(0,707 \cdot 0,6cm) \cdot (15,9cm)^3}{12} = \boxed{284,19cm^4}$$

$$J_{x2} = \frac{b \cdot h^3}{12} + A \cdot y^2 \rightarrow \text{Steiner para los cordones horizontales}$$

$$J_{x2} = 2 \cdot \left[\frac{9cm \cdot (0,707 \cdot 0,6cm)^3}{12} + (0,707 \cdot 0,6cm \cdot 9cm) \cdot \left(10cm + \frac{0,707 \cdot 0,6cm}{2} \right)^2 \right]$$

$$J_{x2} = \boxed{796,52cm^4}$$

$$J_x = J_{x1} + J_{x2} = 284,19cm^4 + 796,52cm^4 = \boxed{1080,71cm^4}$$

$$f_n = \frac{M}{S_w \cdot 10^{-1}} = \frac{M \cdot y_A}{J_x \cdot 10^{-1}} = \frac{4000KN \cdot cm \cdot \frac{15,9cm}{2}}{1080,71cm^4 \cdot 10^{-1}} = \boxed{294,25MPa}$$

$$f_c = \sqrt{f_v^2 + f_n^2} = \sqrt{(29,65MPa)^2 + (294,25MPa)^2} = \boxed{295,74MPa}$$

$$f_{\text{diseño}} = 0,6 \cdot (0,6 \cdot F_{\text{exx}}) = 0,6 \cdot (0,6 \cdot 480MPa) = \boxed{172,8MPa}$$

$$f_c < f_{\text{diseño}}$$

$$295,74MPa < 172,8MPa \Rightarrow \text{No verifica}$$

■ Estudio del Punto B

Tensiones de tracción en la soldadura.

$$J_{x1} = 2 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12} = 2 \cdot \frac{(0,707 \cdot 0,6cm) \cdot (15,9cm)^3}{12} = \boxed{284,19cm^4}$$

$$J_{x2} = \frac{b \cdot h^3}{12} + A \cdot y^2 \rightarrow \text{Steiner para los cordones horizontales}$$

$$J_{x2} = 2 \cdot \left[\frac{9cm \cdot (0,707 \cdot 0,6cm)^3}{12} + (0,707 \cdot 0,6cm \cdot 9cm) \cdot \left(10cm + \frac{0,707 \cdot 0,6cm}{2} \right)^2 \right]$$

$$J_{x2} = \boxed{796,52cm^4}$$

$$J_x = J_{x1} + J_{x2} = 284,19cm^4 + 796,52cm^4 = \boxed{1080,71cm^4}$$

$$y_B = \frac{h}{2} + 0,707 \cdot W = \frac{20cm}{2} + 0,707 \cdot 0,6cm = \boxed{10,42cm}$$

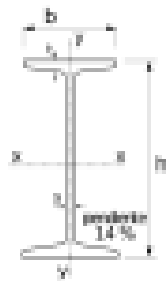
$$f_n = \frac{M}{S_w \cdot 10^{-1}} = \frac{M \cdot y_B}{J_x \cdot 10^{-1}} = \frac{4000KN \cdot cm \cdot 10,42cm}{1080,71cm^4 \cdot 10^{-1}} = \boxed{385,67MPa}$$

$$f_{\text{diseño}} = 0,6 \cdot (0,6 \cdot F_{\text{exx}}) = 0,6 \cdot (0,6 \cdot 480MPa) = \boxed{172,8MPa}$$

$$f_n < f_{\text{diseño}}$$

$385,67MPa < 172,8MPa \Rightarrow$ No verifica

Adoptamos un perfil más grande IPN320.



IPN	Dimensiones				Sección	Peso	Valores de cálculo					
	h	b	s	t	S	P	I _x	I _y	W _x	W _y	i _x	i _y
320	320	120	11,5	12,0	77,2	61,0	1261,0	333	700	64,7	12,7	2,67

Figura 6: Perfil IPN320

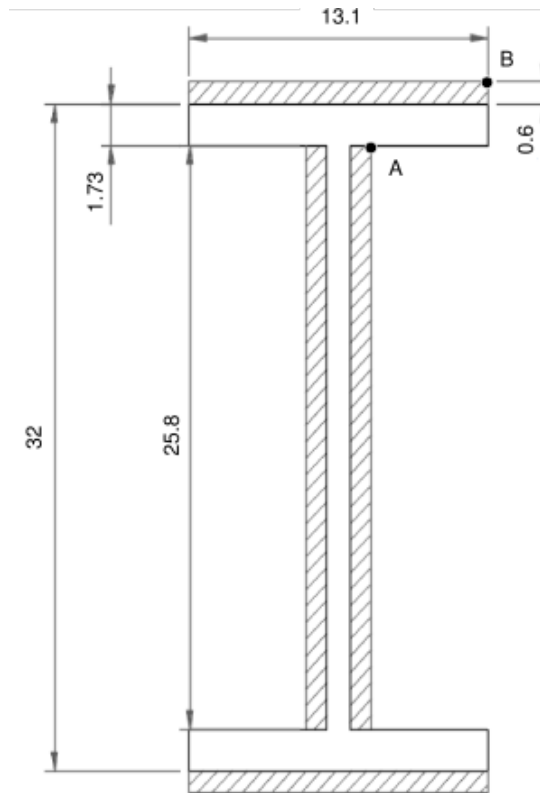


Figura 7: Perfil IPN320 y filetes de soldadura

■ Estudio del Punto A

$$L = 2 \cdot 25,8cm = \boxed{51,6cm}$$

$$A_w = 0,707 \cdot W \cdot L \Rightarrow \text{área efectiva}$$

$$A_w = 0,707 \cdot 0,6cm \cdot 51,6cm = \boxed{21,89cm^2}$$

Tensiones de corte y tracción en la soldadura.

$$f_v = \frac{P}{A_w \cdot 10^{-1}} = \frac{40KN}{21,89cm^2 \cdot 10^{-1}} = \boxed{18,27MPa}$$

$$J_{x1} = 2 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12} = 2 \cdot \frac{(0,707 \cdot 0,6cm) \cdot (25,8cm)^3}{12} = \boxed{1214,17cm^4}$$

$$J_{x2} = \frac{b \cdot h^3}{12} + A \cdot y^2 \rightarrow \text{Steiner para los cordones horizontales}$$

$$J_{x2} = 2 \cdot \left[\frac{13,1cm \cdot (0,707 \cdot 0,6cm)^3}{12} + (0,707 \cdot 0,6cm \cdot 13,1cm) \cdot \left(16cm + \frac{0,707 \cdot 0,6cm}{2} \right)^2 \right]$$

$$J_{x2} = \boxed{2921,29cm^4}$$

$$J_x = J_{x1} + J_{x2} = 1214,17cm^4 + 2921,29cm^4 = \boxed{4135,46cm^4}$$

$$f_n = \frac{M}{S_w \cdot 10^{-1}} = \frac{M \cdot y_A}{J_x \cdot 10^{-1}} = \frac{4000KN \cdot cm \cdot \frac{25,8cm}{2}}{4135,46cm^4 \cdot 10^{-1}} = \boxed{124,77MPa}$$

$$f_c = \sqrt{f_v^2 + f_n^2} = \sqrt{(18,27MPa)^2 + (124,77MPa)^2} = \boxed{126,11MPa}$$

$$f_{\text{diseño}} = 0,6 \cdot (0,6 \cdot F_{exx}) = 0,6 \cdot (0,6 \cdot 480MPa) = \boxed{172,8MPa}$$

$$f_c < f_{\text{diseño}}$$

$$126,11MPa < 172,8MPa \Rightarrow \text{Verifica}$$

■ Estudio del Punto B

Tensiones de tracción en la soldadura.

$$J_{x1} = 2 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12} = 2 \cdot \frac{(0,707 \cdot 0,6cm) \cdot (25,8cm)^3}{12} = \boxed{1214,17cm^4}$$

$$J_{x2} = \frac{b \cdot h^3}{12} + A \cdot y^2 \rightarrow \text{Steiner para los cordones horizontales}$$

$$J_{x2} = 2 \cdot \left[\frac{13,1cm \cdot (0,707 \cdot 0,6cm)^3}{12} + (0,707 \cdot 0,6cm \cdot 13,1cm) \cdot \left(16cm + \frac{0,707 \cdot 0,6cm}{2} \right)^2 \right]$$

$$J_{x2} = \boxed{2921,29cm^4}$$

$$J_x = J_{x1} + J_{x2} = 1214,17cm^4 + 2921,29cm^4 = \boxed{4135,46cm^4}$$

$$y_B = \frac{h}{2} + 0,707 \cdot W = \frac{32cm}{2} + 0,707 \cdot 0,6cm = \boxed{16,42cm}$$

$$f_n = \frac{M}{S_w \cdot 10^{-1}} = \frac{M \cdot y_B}{J_x \cdot 10^{-1}} = \frac{4000KN \cdot cm \cdot 16,42cm}{4135,46cm^4 \cdot 10^{-1}} = \boxed{158,86MPa}$$

$$f_{\text{diseño}} = 0,6 \cdot (0,6 \cdot F_{exx}) = 0,6 \cdot (0,6 \cdot 480MPa) = \boxed{172,8MPa}$$

$$f_n < f_{\text{diseño}}$$

$$158,86MPa < 172,8MPa \Rightarrow \text{Verifica}$$

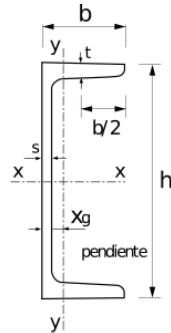
2. Redimensionar la unión del ejercicio 1 del TPN° 5.

■ Datos

Acero F-24

$$F_u = 370 MPa$$

$$F_y = 235 MPa$$



U.P.N.	Dimensiones					Sección	Peso	Valores estáticos						
	h	b	s	t	Xg			S	G	J _x	J _y	W _x	W _y	i _x
160	160	65	7,5	10,5	1,84	cm ²	24,0	18,8	925	85,3	116,0	18,3	6,21	1,89

Figura 8: Perfil UPN160

Cartela

$$t_1 = 0,952 cm$$

UPN160

$$t_2 = 0,75 cm$$

$$A_g = 24 cm^2$$

$$X_g = e_x = 1,84 cm$$

Electrodo

$$F_{exx} = 480 MPa$$

- **Caso 1:** Adoptamos filetes longitudinales de igual longitud, no se tiene en cuenta la excentricidad de la carga con respecto al plano de soldadura.

- Lados del filete

$W_{min} = 5mm \Rightarrow$ a partir de los espesores a unir, UPN160 = 7.5mm, y de la tabla J.2.4

$$W_{max} = 7,5mm - 2mm = 5,5mm$$

Adopto un filete de soldadura con $W = \boxed{5mm}$

- Resistencia de diseño

$R_d = \phi \cdot F_w \cdot A_w \cdot (10)^{-1} \Rightarrow$ con $\phi = 0,60$ y $F_w = 0,60 \cdot F_{exx}$ de tabla J.2.5

$$A_w = W \cdot \cos(45^\circ) \cdot L = 0,707 \cdot W \cdot L$$

$$R_d = 0,60 \cdot (0,60 \cdot F_{exx}) \cdot 0,707 \cdot W \cdot L \cdot (10)^{-1}$$

- Longitud del cordón de soldadura

$$\frac{F_u}{R_d} = 1$$

$$\frac{F_u}{0,60 \cdot (0,60 \cdot F_{exx}) \cdot 0,707 \cdot W \cdot L \cdot (10)^{-1}} = 1$$

$$\Rightarrow L = \frac{F_u}{0,60 \cdot (0,60 \cdot F_{exx}) \cdot 0,707 \cdot W \cdot (10)^{-1}}$$

$$L = \frac{450KN}{0,60 \cdot (0,60 \cdot 480MPa) \cdot 0,707 \cdot 0,5cm \cdot (10)^{-1}} = \boxed{73,66cm}$$

$$\text{Distribuimos la longitud en dos cordones iguales} \Rightarrow L* = \frac{L}{2} = \frac{73,66cm}{2} = \boxed{36,83cm}$$

Considerando las pérdidas de calidad de soldadura en el inicio y fin del cordón

$$\Rightarrow L = L* + 2 \cdot W = 36,83cm + 2 \cdot 0,5cm = \boxed{37,83cm}$$

Adopto una longitud de soldadura $L_1 = \boxed{38cm}$

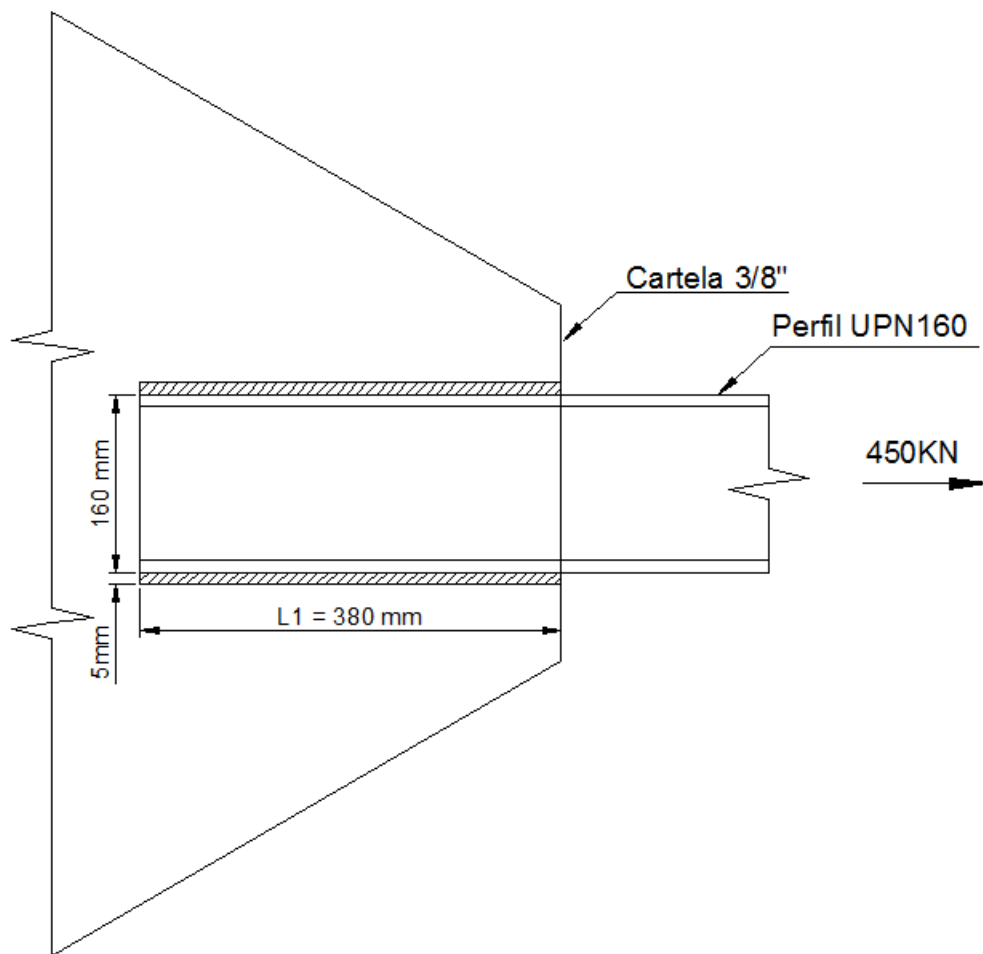


Figura 9: Unión soldada UPN160

- **Caso 2:** Adoptamos filetes longitudinales de igual longitud y un filete transversal, no se tiene en cuenta la excentricidad de la carga con respecto al plano de soldadura.

La longitud total es igual a la del Caso 1°) $L = 73,66cm$

- Longitud del cordón de soldadura

$$L_{total} = 73,66cm$$

$$L_3 = 16cm \text{ ancho del perfil UPN160}$$

$$2 \cdot L_2 = L_{total} - L_3 - 2 \cdot W$$

$$L_2 = \frac{L_{total} - L_3 - 2 \cdot W}{2}$$

$$L_2 = \frac{73,66cm - 16cm - 2 \cdot 0,5cm}{2} = 29cm$$

Considerando las pérdidas de calidad de soldadura en el inicio y fin del cordón

$$\Rightarrow L_2 = L_2 + 2 \cdot W = 29cm + 2 \cdot 0,5cm = \boxed{30cm}$$

Adopto una longitud de soldadura $L_2 = \boxed{30cm}$

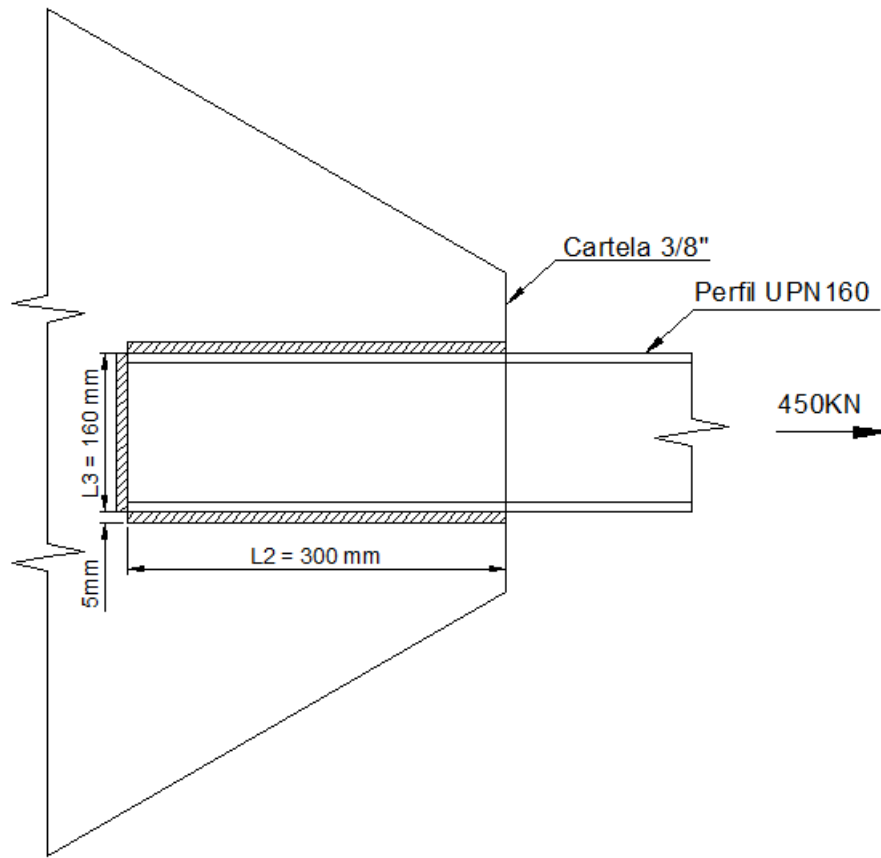


Figura 10: Unión soldada UPN160

- **Caso 3:** Adoptamos filetes longitudinales de igual longitud teniendo en cuenta la flexión que se genera por la excentricidad de la carga con respecto al plano de soldadura.

- Estado de Cargas

$$F_u = 450KN$$

$$e_x = 1,84cm$$

$$P_1 = P_2 = F_u \cdot \frac{8cm}{16cm} = 450KN \cdot \frac{8cm}{16cm} = \boxed{225KN}$$

$$M_1 = M_2 = P_1 \cdot e_x = P_2 \cdot e_x = 225KN \cdot 1,84cm = \boxed{414KN \cdot cm}$$

- Verificamos las tensiones para los cordones de soldadura

$$\text{Cordón 1} = \text{Cordón 2}$$

$$\text{Adopto } L = \boxed{40cm}$$

$$A_w = 0,707 \cdot W \cdot L \Rightarrow \text{área efectiva}$$

$$A_w = 0,707 \cdot 0,5cm \cdot 40cm = \boxed{14,14cm^2}$$

$$S_w = \frac{(0,707 \cdot W) \cdot L^2}{6} = \frac{(0,707 \cdot 0,5cm) \cdot (40cm)^2}{6} = \boxed{94,26cm^3}$$

$$f_v = \frac{P_1}{A_w \cdot 10^{-1}} = \frac{225KN}{14,14cm^2 \cdot 10^{-1}} = \boxed{159,12MPa}$$

$$f_n = \frac{M_1}{S_w \cdot 10^{-1}} = \frac{414KN \cdot cm}{94,26cm^3 \cdot 10^{-1}} = \boxed{43,92MPa}$$

$$f_c = \sqrt{f_v^2 + f_n^2} = \sqrt{(159,12MPa)^2 + (43,92MPa)^2} = \boxed{165,07MPa}$$

$$f_{\text{diseño}} = 0,6 \cdot (0,6 \cdot F_{\text{exx}}) = 0,6 \cdot (0,6 \cdot 480MPa) = \boxed{172,8MPa}$$

$$f_c < f_{\text{diseño}}$$

$$165,07MPa < 172,8MPa \Rightarrow \text{Verifica}$$

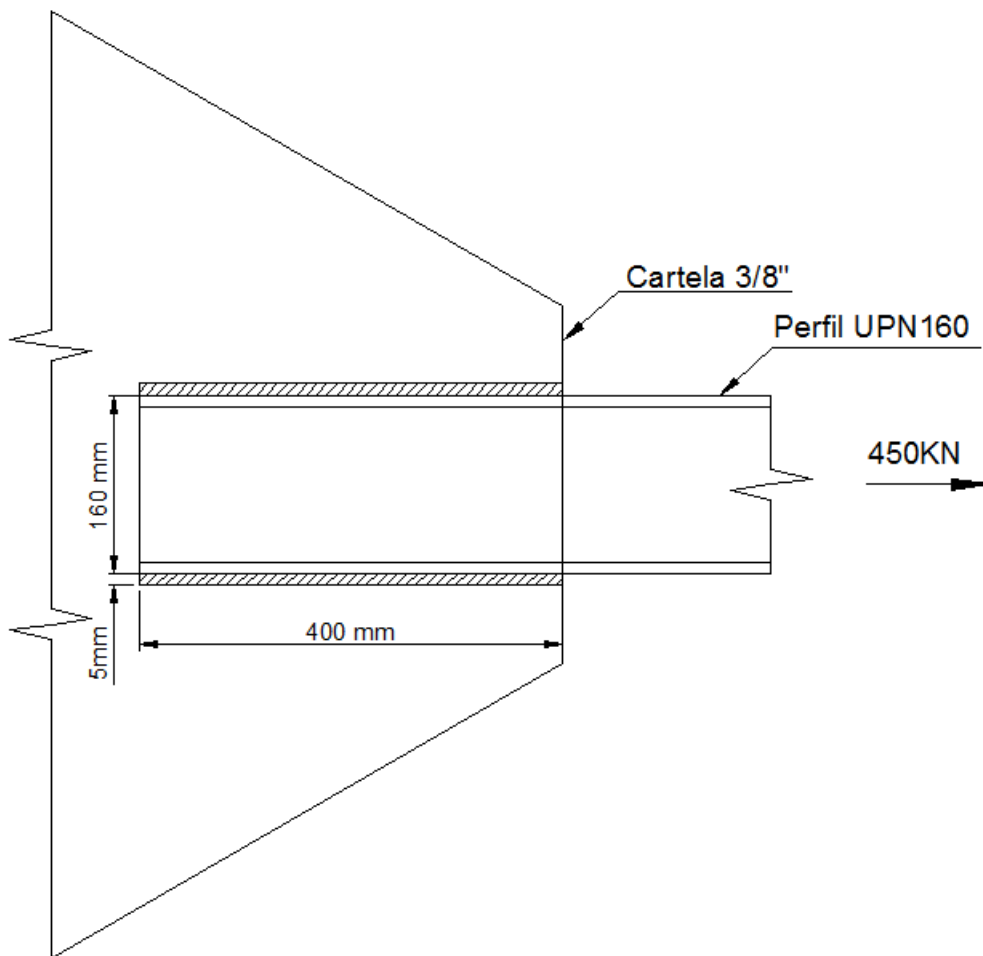


Figura 11: Unión soldada UPN160 con carga excéntrica

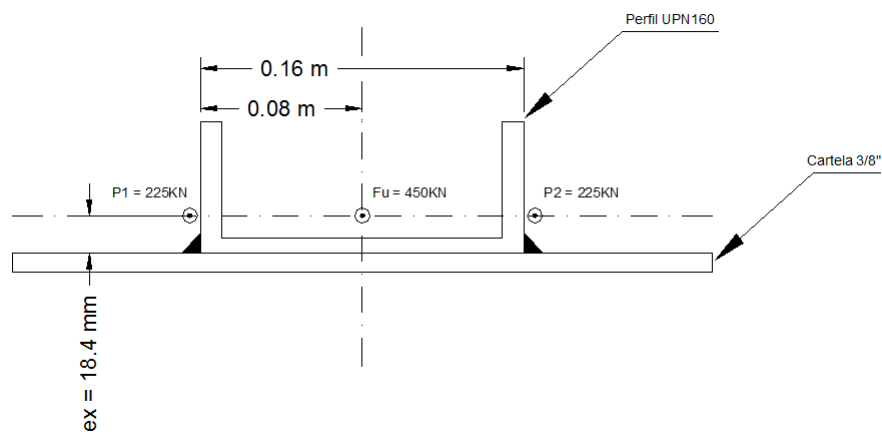


Figura 12: Unión soldada UPN160 con carga excéntrica

3. Verificar la barra a tracción del ejercicio 1 del TPN° 5.

■ Verificación para unión abulonada:

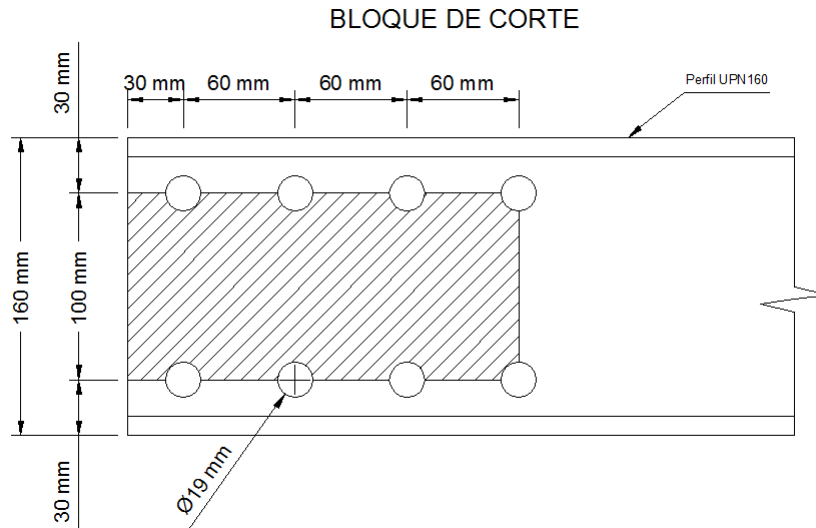


Figura 13: Unión abulonada UPN160

La resistencia de diseño de barras traccionadas según el reglamento CIRSOC 301/05, determina $\phi_t \cdot P_n$ como el menor valor obtenido de la consideración de los estados límites de fluencia en la sección bruta, y rotura en la sección neta. Entonces:

■ Para fluencia en la sección bruta:

$$\phi_t = 0,90$$

$$P_n = F_y \cdot A_g \cdot 10^{-1}$$

$$P_n = 235 MPa \cdot 24 cm^2 \cdot 10^{-1} = \boxed{564 KN}$$

$$P_u = \phi_t \cdot P_n = 0,90 \cdot 564 KN = \boxed{507,60 KN}$$

■ Para rotura en la sección neta:

$$\phi_t = 0,75$$

$$L = 3 \cdot 6 cm = 18 cm$$

$$U = 1 - \frac{x}{L} = 1 - \frac{1,84 cm}{18 cm} = \boxed{0,897}$$

$$A_n = A_g - 2 \cdot \text{área de agujeros} = 24 cm^2 - 2 \cdot [0,75 cm \cdot (1,90 cm + 0,2 cm)] = \boxed{20,85 cm^2}$$

$$A_e = U \cdot A_n = 0,897 \cdot 20,85 cm^2 = \boxed{18,70 cm^2}$$

$$P_n = F_u \cdot A_e \cdot 10^{-1}$$

$$P_n = 370 MPa \cdot 18,70 cm^2 \cdot 10^{-1} = \boxed{691,99 KN}$$

$$P_u = \phi_t \cdot P_n = 0,75 \cdot 691,99 KN = \boxed{518,99 KN}$$

Se adoptara entonces como resistencia de diseño el menor de los valores, en este caso $R_d = \boxed{507,60KN}$, como:

$$P_u = \boxed{450KN} \Rightarrow \text{Del trabajo práctico de Uniones abulonadas}$$

$$P_u < R_{\text{diseño}}$$

$$450KN < 507,60KN \Rightarrow \text{Verifica}$$

- **Verificación para unión soldada:** La resistencia de diseño de barras traccionadas según el reglamento CIRSOC 301/05, determina $\phi_t \cdot P_n$ como el menor valor obtenido de la consideración de los estados límites de fluencia en la sección bruta, y rotura en la sección neta. Entonces:

- Para fluencia en la sección bruta:

$$\phi_t = 0,90$$

$$P_n = F_y \cdot A_g \cdot 10^{-1}$$

$$P_n = 235MPa \cdot 24cm^2 \cdot 10^{-1} = \boxed{564KN}$$

$$P_u = \phi_t \cdot P_n = 0,90 \cdot 564KN = \boxed{507,60KN}$$

- Para rotura en la sección neta:

$$\phi_t = 0,75$$

$$U = 1 - \frac{x}{L} = 1 - \frac{1,84cm}{38cm} = \boxed{0,951}$$

$$A_e = U \cdot A_g = 0,951 \cdot 24cm^2 = \boxed{22,83cm^2}$$

$$P_n = F_u \cdot A_e \cdot 10^{-1}$$

$$P_n = 370MPa \cdot 22,83cm^2 \cdot 10^{-1} = \boxed{845KN}$$

$$P_u = \phi_t \cdot P_n = 0,75 \cdot 845KN = \boxed{633,75KN}$$

Se adoptara entonces el menor de los valores, en este caso $P_u = \boxed{507,60KN}$, como:

$$R_d = 0,60 \cdot (0,60 \cdot F_{\text{ext}}) \cdot 0,707 \cdot W \cdot L \cdot (10)^{-1}$$

$$R_d = 2 \cdot [0,60 \cdot (0,60 \cdot 480MPa) \cdot 0,707 \cdot 0,5cm \cdot 45cm \cdot (10)^{-1}] = \boxed{549,76KN}$$

$$P_u < R_{\text{diseño}}$$

$$507,60KN < 549,76KN \Rightarrow \text{Verifica}$$