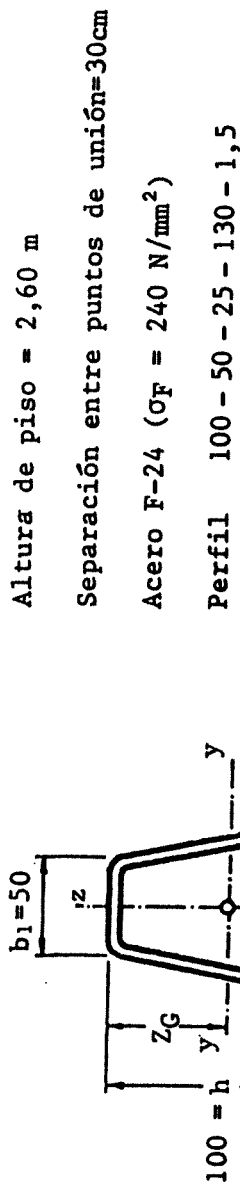


## EJEMPLO Nº 8

Perfil galera - Compresión - Flexión1. Datos

Altura de piso = 2,60 m

Separación entre puntos de unión = 30 cm

Acero F-24 ( $\sigma_F = 240 \text{ N/mm}^2$ )

Perfil 100 - 50 - 25 - 130 - 1,5

$A = 4,47 \text{ cm}^2$   $W_y = 12,03 \text{ cm}^3$

$I_y = 60,17 \text{ cm}^4$   $i_y = 3,66 \text{ cm}$

$I_z = 55,12 \text{ cm}^4$   $i_z = 3,51 \text{ cm}$

2. Columna

Se quiere obtener la máxima carga admisible como pie derecho de un panel.

$$\sigma_{Fd} = \sigma_F = \sqrt{\frac{E}{\sigma_F}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{240 \text{ N/mm}^2}} = 29,58$$

El perfil actúa como pie derecho embutido en un panel que lo arriostra en forma continua en ambas caras.

No se tiene en cuenta la influencia del doblado en frío.

- Ala superior

$$b = 50 \text{ mm} - 2 \cdot 1,5 \text{ mm} = 47 \text{ mm}$$

$$B = \frac{b}{t} = \frac{47 \text{ mm}}{1,5 \text{ mm}} = 31,33$$

$$q = 1$$

$$R = 0$$

- Almas

$$l = \sqrt{(100 \text{ mm})^2 + (15 \text{ mm})^2} = 101,12 \text{ mm}$$

$$b = 101,2 \text{ mm} - 2 \cdot 1,5 \text{ mm} = 98,2 \text{ mm}$$

$$B = \frac{b}{t} = \frac{98,2 \text{ mm}}{1,5 \text{ mm}} = 65,47 \text{ mm} < B_{\text{máx}} = 90$$

$$q = 1$$

$$R = 0,1 \cdot B - 6 = 0,1 \cdot 65,47 - 6 = 5,47$$

CIRSOC 303, artículo 1.4.1.

CIRSOC 303, artículo 4.4.13., elemento completamente rigidizado.

CIRSOC 303, artículo 4.4.9., elemento rigidizado en ambos bordes por almas.

CIRSOC, artículo 4.4.6.1.

Elemento completamente rigidizado

$B > 60$  . Si los labios rigidizadores estuvieran unidos en forma continua al panel podría tomarse  $R = 0$

- Labios

$$b = 25 \text{ mm} - 2 \cdot 1,5 \text{ mm} = 22 \text{ mm}$$

$$B = \frac{22 \text{ mm}}{1,5 \text{ mm}} = 14,67$$

$$0,37 \cdot g_F = 10,95 < B = 14,67 < 0,84 g_F = 24,85$$

$$\rightarrow q = 1,37 \left(1 - 0,725 \frac{B}{g_F}\right) = 1,37 \left(1 - 0,725 \frac{14,67}{29,58}\right) = 0,88$$

$$- Q = q_m \cdot Q_a$$

$$q_m = 0,88$$

$$Q_a = \frac{\sum B \cdot \sigma \cdot t^2 + \sum A \cdot p}{A}$$

$$B_{\sigma} = \frac{1,64 \cdot g_{Fd}}{\sqrt{q_m}} - R \leq B$$

$$A_{1a} \text{ --- } \frac{1,64 \cdot 29,58}{\sqrt{0,88}} - 0 = 51,71 > B = 31,33 \Rightarrow B_{\sigma} = B = 31,33$$

$$A_{1mas} \text{ --- } \frac{1,64 \cdot 29,58}{\sqrt{0,88}} - 5,47 = 46,24 < B = 65,47 \Rightarrow B_{\sigma} = 46,24$$

CIRSOC 303, artículo 4.4.1.3. y elemento no rigidizado.

CIRSOC 303, artículo 4.4.14.

Mínimo valor de q

Para elementos rigidizados

$$\text{Labios} \text{ --- } B_G = B = 14,67$$

$$\Sigma B_G = 31,33 + 2 \cdot 46,24 + 2 \cdot 14,67 = 153,15$$

Esquinas

$$R = r + \frac{t}{2} = \frac{3}{2} \cdot 1,5 \text{ mm} = 2,25 \text{ mm}$$

$$\ell = \frac{\pi \cdot R}{2} = \frac{\pi \cdot 2,25 \text{ mm}}{2} = 3,53$$

$$A_p = \ell \cdot t = 3,53 \text{ mm} \cdot 1,5 \text{ mm} = 5,30 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma A_p = 4 \cdot 5,30 \text{ mm}^2 = 21,2 \text{ mm}^2$$

$$A = 447 \text{ mm}^2$$

$$Q_a = \frac{153,15 (1,5 \text{ mm})^2 + 21,2 \text{ mm}^2}{447 \text{ mm}^2} = 0,82$$

$$Q = 0,88 \cdot 0,82 = 0,72$$

- Determinación de la tensión admisible de compresión

$$\sigma_p = \sigma_e = 5,12 \text{ E}/\lambda^2$$

Para un elemento no rigidizado

Se consideran plieques a 90°; las diferencias se compensan entre si.

Ver datos

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.1.,

barra arriostrada contra la torsión con alabeo.

$$S_{kz} = 30 \text{ cm}$$

$$S_{ky} = 260 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{S_{ky}}{i_y} = \frac{260 \text{ cm}}{3,66 \text{ cm}} = 71,04 < \lambda_{lim} = 200$$

$$\sigma_p = 5,12 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{(71,04)^2} = 213,05 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_o = 0,5 \cdot Q \cdot \sigma_{bd}$$

$$\sigma_{bd} = \frac{\sigma_F}{\gamma} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_o = 0,5 \cdot 0,72 \cdot 150 \text{ N/mm}^2 = 54 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_p > \sigma_o \Rightarrow \sigma_{cad} = 2 \cdot \sigma_o - \frac{\sigma_o^2}{\sigma_p} = 2 \cdot 54 \text{ N/mm}^2 - \frac{(54 \text{ N/mm}^2)^2}{213,05 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_{cad} = 94,31 \text{ N/mm}^2$$

- Carga admisible a compresión

$$P_{ad} = \sigma_{cad} \cdot A = 94,31 \text{ N/mm}^2 \cdot 447 \text{ mm}^2 \frac{1}{1000}$$

$$P_{ad} = 42,16 \text{ KN}$$

Separación entre los puntos de unión

Altura de piso

CIRSOC 303, artículo 4.4.5.

$\lambda_y$  es la mayor de las esbelteces  
( $\lambda_z = 8,54$ )

CIRSOC 303, artículo 4.5.2.

Máxima carga admisible

### 3. Flexión

Se quiere obtener la máxima carga admisible actuando en flexión en las posiciones indicadas.

a)



- Ala superior comprimida

$$g = \sqrt{\frac{E}{\sigma_{bd}}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{150 \text{ N/mm}^2}} = 37,42$$

$$1,30 \cdot g - R = 1,30 \cdot 37,42 - 0 = 48,68 > B = 31,33$$

$$\longrightarrow B_e = B$$

- Labios

$$h_1 \geq (24 B - 156)^{1/3} \cdot t \geq 5 t$$

$$25 \text{ mm} > (24 \cdot 14,67 - 156)^{1/3} \cdot 1,5 \text{ mm} = 8,71 \text{ mm} > 5 \cdot 1,5 \text{ mm} = 7,5 \text{ mm}$$

Se supone que el ala estará sometida a la máxima tensión admisible.

CIRSOC 303, artículo 4.4.9.

R y B ya habían sido calculados. Sección totalmente efectiva.

CIRSOC 303, artículo 4.4.11.1.

B ya había sido calculado.

$$q = 1 \quad \sigma_{ad} = \sigma_{bd} = 150 \text{ N/mm}^2$$

Al ser la sección totalmente efectiva (en el alma  $B_e = B$ ), se cumple la hipótesis de tensiones asumida.

b)



- Labios

$$B = 14,67 < B_{\text{máx}} = 60$$

$$0,37 g_F = 10,94 < B = 14,67 < 0,84 g_F = 24,85$$

$$\Rightarrow q = 1,37 \left(1 - 0,725 \frac{B}{g_F}\right) = 1,37 \left(1 - 0,725 \frac{14,67}{29,58}\right) = 0,88$$

$$\sigma_{ad} = q \cdot \sigma_{bd} = 0,88 \cdot 150 \text{ N/mm}^2 = 132 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{ad} = \sigma_{ad} \cdot W_y = 132 \text{ N/mm}^2 \cdot 12030 \text{ mm}^3 \cdot \frac{1 \text{ KN}\cdot\text{m}}{10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}}$$

$$M_{ad} = 1,59 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

Elemento traccionado.

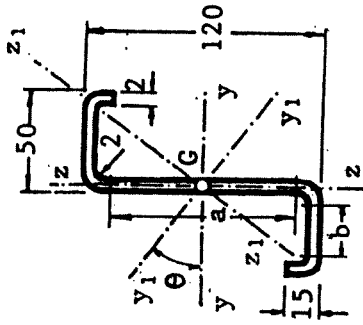
CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

CIRSOC 303, artículo 4.4.13.,  $g_F$  ya se había calculado.

CIRSOC 303, artículo 4.5.3.



## EJEMPLO Nº 9

Perfil Z con labios rigidizadores - Columna1- Datos

Altura de piso - 2,20 m

Acero F-30 ( $\sigma_F = 300 \text{ N/mm}^2$ )

Dimensiones según figura

Arriostrado en toda su altura contra la torsión

2. Propiedades de la sección

- Esquinas

$$r = 2 \text{ mm} + \frac{2 \text{ mm}}{2} = 3 \text{ mm}$$

$$l = \frac{\pi \cdot r}{2} = \frac{\pi}{2} \cdot 3 \text{ mm} = 4,71 \text{ mm}$$

$$c = 0,637 r = 0,637 \cdot 3 \text{ mm} = 1,91 \text{ mm}$$

$$c' = (1 - 0,637) r = 0,363 \cdot 3 \text{ mm} = 1,09 \text{ mm}$$

- Alas

$$b = 50 \text{ mm} - 4 \cdot 2 \text{ mm} = 42 \text{ mm}$$

$$B = \frac{b}{t} = \frac{42 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} = 21 < B_{\text{máx}} = 60$$

Característica geométrica de la esquina -  
Ver ejemplo Nº 2.

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

$$\sigma_{bd} = \frac{OF}{\gamma} = \frac{300 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 187,5 \text{ N/mm}^2$$

$$g = \sqrt{\frac{E}{\sigma_{bd}}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{187,5 \text{ N/mm}^2}} = 33,47$$

$$R = 0$$

$$1,30 \cdot g - R = 1,3 \cdot 33,47 = 43,51 > B = 21 \Rightarrow B_e = B$$

- Labios

$$h_1 = 15 \text{ mm}$$

$$h_1 > \begin{cases} (24 \cdot B - 156)^{1/3} \cdot t = (24 \cdot 21 - 156)^{1/3} \cdot 2 \text{ mm} = 14,07 \text{ mm} \\ 5 t = 5 \cdot 2 \text{ mm} = 10 \text{ mm} \end{cases}$$

- Alma

$$h = 120 \text{ mm} - 4 \cdot 2 \text{ mm} = 112 \text{ mm}$$

$$B = \frac{112 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} = 56 < B_{\text{máx}} = 500$$

$$R = 0$$

$$1,30 \cdot g - R = 1,3 \cdot 33,47 = 43,51 < B = 56 \Rightarrow B_e = 43,51$$

$$\Rightarrow h_e = 43,51 \cdot 2 \text{ mm} = 87,02 \text{ mm}$$

CIRSOC 303, artículo 4.5.

CIRSOC 303, artículo 4.4.7.

CIRSOC 303, artículo 4.4.9., para  $B < 60$

Sección totalmente efectiva

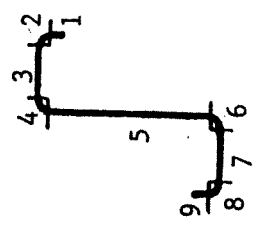
CIRSOC 303, artículo 4.4.11.1., B del elemento rigidizado

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

CIRSOC 303, artículo 4.4.9., para  $B < 60$ , y elemento rigidizado en ambos bordes por alas.

Altura efectiva en compresión

- Características geométricas



1	2	3	4	5	6	7
Elemento	Longitud	dist. borde sup.	$I_y' = 2 \times 3^2$	dist. z - z	$I_z = 2 \times 5^2$	$I_{yz} = 2 \times 3 \times 5$
①	11	9,5	992,75	- 48	25344,00	- 5016,00
②	4,71	2,09	20,57	- 46,91	10364,58	- 461,78
③	42	1	42,00	- 25	26250,00	- 1050,00
④	4,71	2,09	20,57	- 1,09	5,60	- 10,73
⑤	112	60	403200,00	-	-	-
⑥	4,71	117,91	65482,04	- 1,09	5,60	605,34
⑦	42	119	594762,00	25	26250,00	124950,00
⑧	4,71	117,91	65482,04	46,91	10364,58	26051,75
⑨	11	110,50	134312,75	48	25344,00	58344,00
$\Sigma$	236,84		$\Sigma$ 1264314,70		$\Sigma$ 123928,36	$\Sigma$ 203412,59

$$\text{Area} = 236,84 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} = 473,68 \text{ mm}^2$$

$$I_y = \left[ \frac{1264314,7 \text{ mm}^3}{12} + \frac{(112 \text{ mm})^3}{12} + 2 \frac{(11 \text{ mm})^3}{12} - 236,84 \text{ mm} (60)^2 \right] \cdot 2 \text{ mm} = 1057979,70 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \left[ \frac{123928,36 \text{ mm}^3}{12} + 2 \cdot \frac{(42 \text{ mm})^3}{12} \right] \cdot 2 \text{ mm} = 272552,72 \text{ mm}^4$$

$$I_{yz} = 203412,59 \text{ mm}^3 \cdot 2 \text{ mm} = 406825,18 \text{ mm}^4$$

Posición de los ejes principales

$$\tan 2\theta = \frac{2 I_{yz}}{I_y - I_z} = \frac{2 \cdot 406825,18}{1057979,7 - 272552,72} = 1,04$$

$$\theta = \frac{1}{2} \arctg. 1,04 = 23,01^\circ$$

Momentos de inercia respecto de los ejes principales

$$I_{y_1, z_1} = \frac{I_y + I_z}{2} \pm \sqrt{\frac{I_y - I_z}{2}^2 + I_{yz}^2}$$

$$I_{y_1} = 665266,21 + 565447,27 = 1230713,48 \text{ mm}^4$$

$$I_{z_1} = 665266,21 - 565447,27 = 99818,94 \text{ mm}^4$$

$$i_{\text{mín}} = i_{z_1} = \sqrt{\frac{I_{z_1}}{A}} = \sqrt{\frac{99818,94 \text{ mm}^4}{473,68 \text{ mm}^2}} = 14,52 \text{ mm}$$

### 3. Características resistentes

- Coeficiente de pandeo local

$$Q = q_m \cdot Q_a$$

$$S_F = \sqrt{\frac{E}{\sigma_F}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{300 \text{ N/mm}^2}} = 26,46$$

$$A = 4,74 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 105,80 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 27,25 \text{ cm}^4$$

$$I_{yz} = 40,68 \text{ cm}^4$$

En las Tablas de fabricantes, generalmente se encuentra indicado el ángulo complementario

$$I_{y_1} = 123,07 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_1} = 9,98 \text{ cm}^4$$

Radio de giro mínimo

CIRSOC 303, artículo 4.4.14.

CIRSOC 303, artículo 4.4.7.

Alma y alas  $\longrightarrow$   $q = 1$

$$\text{Labios} \longrightarrow B = \frac{h_1}{t} = \frac{11 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} = 5,5$$

$$B < 0,37 g_F = 0,37 \cdot 26,46 = 9,79 \longrightarrow q = 1$$

$$q_m = 1$$

$$\text{Alma} \longrightarrow \frac{1,64 \cdot g_F}{\sqrt{q_m}} - R = \frac{1,64 \cdot 26,46}{\sqrt{1}} - 0 = 43,39 < B = 56$$

$$\Rightarrow B_\sigma = 43,39$$

$$\text{Alas} \longrightarrow \frac{1,64 g_F}{\sqrt{q_m}} - R = 43,39 > B = 21$$

$$\Rightarrow B_\sigma = B = 21$$

$$\Sigma B_\sigma = 2 \cdot 21 + 43,39 = 85,39$$

$$\Sigma A_p = 4 \cdot l \cdot t = 4 \cdot 4,71 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} = 37,68 \text{ mm}^2$$

$$Q_a = \frac{\Sigma B_\sigma \cdot t^2 + \Sigma A_p}{A} = \frac{85,39 \cdot (2 \text{ mm})^2 + 37,68 \text{ mm}^2}{473,68 \text{ mm}^2} = 0,80$$

$$Q = 1 \cdot 0,80 = 0,80$$

CIRSOC 303, artículo 4.4.13., elementos completamente ririgidados.

Valor mínimo de q

R y B ya se habían definido anteriormente

R = 0, ya se había definido

Factor de área

Coefficiente de pandeo local

#### 4. Máxima carga admisible

$$\sigma_0 = 0,5 \cdot Q \cdot \sigma_{bd} = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 187,5 \text{ N/mm}^2 = 75 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_p = \sigma_e = 5,12 \frac{E}{\lambda^2 z}$$

$$\lambda = \frac{S_k}{i_{z1}} = \frac{0,70 \cdot 2200 \text{ mm}}{14,52 \text{ mm}} = 106,06 < \lambda_{\text{máx}} = 200$$

$$\sigma_p = 5,12 \frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{(106,56)^2} = 95,14 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_p > \sigma_0 \longrightarrow \sigma_{cad} = 2 \cdot \sigma_0 - \sigma_0^2 / \sigma_p$$

$$\sigma_{cad} = 2 \cdot 75 \text{ N/mm}^2 - \frac{(75 \text{ N/mm}^2)^2}{95,14 \text{ N/mm}^2} = 90,87 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{ad} = \sigma_{cad} \cdot A = 90,87 \text{ N/mm}^2 \cdot 473,68 \text{ mm}^2 = 43045 \text{ N}$$

$$P_{ad} \approx 43 \text{ KN}$$

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.

Se aplica el artículo 4.5.6.1. por estar el perfil arriostrado contra la torsión con alabeo.

CIRSOC 303, artículo 4.4.5., se supone al perfil articulado-empotrado  
( $S_k = 0,70$  H según CIRSOC 302-1)

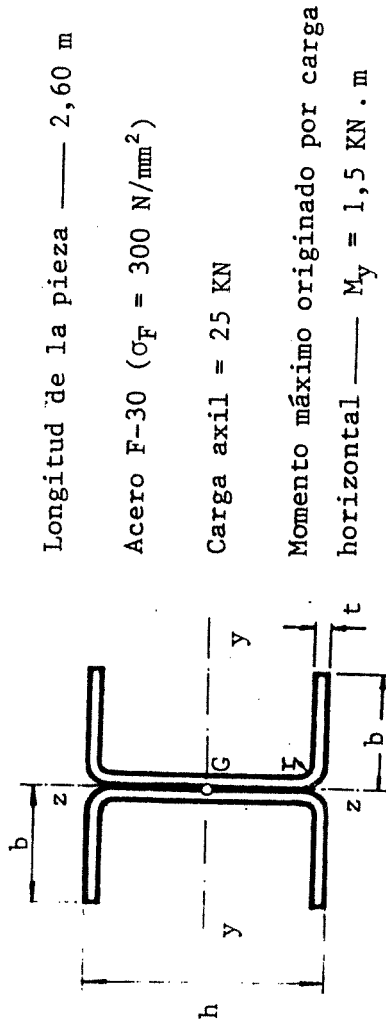
Tensión promedio admisible en compresión

Máxima carga admisible

# EJEMPLO N° 10

Perfil I sin labios rigidizadores - Flexocompresión

1- Datos



2- Dimensionamiento

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{S_k}{i_{\text{mín}}} < 200$$

$$\Rightarrow i_{\text{mín}} = \frac{S_k}{200} = \frac{0,7 \cdot 260 \text{ cm}}{200} = 0,91 \text{ cm}$$

Se adopta un perfil formado por dos U-80-40-2,5

CIRSOC 303, artículo 4.4.5.

Barra empotrada-articulada- según CIRSOC

$$302-1 = S_k \approx 0,70$$

$$A = 3,70 \text{ cm}^2$$

$$I_z = 6 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 37 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 3,10 \text{ cm}$$

$$W_y = 9,25 \text{ cm}^3$$

$$i_z = 1,30 \text{ cm}$$

$$Y_G = 1,20 \text{ cm}$$

Datos correspondientes a cada perfil individual

- Coeficiente de pandeo local

$$Q = q_m \cdot Q_a$$

$$g_F = \sqrt{\frac{E}{\sigma_F}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{300 \text{ N/mm}^2}} = 26,46$$

Determinación de  $q_m$

$$\text{Alas} \quad B = \frac{40 \text{ mm} - 2 \cdot 2,5 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm}} = 14 < B_{\text{máx}} = 60$$

$$0,37 g_F = 9,79 < B < 0,84 g_F = 22,23$$

$$\Rightarrow q = 1,37 (1 - 0,725 B / g_F) = 1,37 (1 - 0,725 \frac{14}{26,46}) = 0,84$$

$$\text{Alma} \quad B = \frac{80 \text{ mm} - 4 \cdot 2,5 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm}} = 28 < B_{\text{máx}} = 500$$

$$q = 1$$

$$\therefore q_m = 0,84$$

Determinación de  $B_\sigma$

$$\text{Alas} \quad B_\sigma = B = 14$$

$$\text{Alma} \quad B_\sigma = \frac{1,64 g_F}{\sqrt{q_m}} - R$$

CIRSOC 303, artículo 4.4.14.

CIRSOC 303, artículo 4.4.7.

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

CIRSOC 303, artículo 4.4.13

Se trata individualmente a cada perfil U

Elemento completamente rigidizado

Mínimo valor de  $q$

Elementos no rigidizados

$$\frac{1,64 \cdot 26,46}{\sqrt{0,84}} - 0 = 47,35 > B \quad \text{---} \quad B_G = B = 28$$

$$\Sigma B_G = 2 \cdot 14 + 28 = 56$$

Area de los pliegues

$$r = 2,5 + \frac{2,5 \text{ mm}}{2} = 3,75 \text{ mm}$$

$$l = \frac{\pi r}{2} = \frac{\pi}{2} \cdot 3,75 \text{ mm} = 5,89 \text{ mm}$$

$$c = 0,637 r = 0,637 \cdot 5,89 \text{ mm} = 2,39 \text{ mm}$$

$$c' = (1 - 0,637) r = 0,363 \cdot 5,89 \text{ mm} = 1,36 \text{ mm}$$

R = 0 por estar el elemento rigidizado en ambos bordes por alas y además  $B < 60$  (artículo 4.4.9.)

Propiedades de las esquinas ver el ejemplo N° 2

$$A_p = l \cdot t \quad \longrightarrow \quad \Sigma A_p = 2 \cdot l \cdot t = 2 \cdot 5,89 \text{ mm} \cdot 2,5 \text{ mm} = 29,45 \text{ mm}^2$$

$$Q_a = \frac{\Sigma B \alpha \cdot t^2 + \Sigma A_p}{A} = \frac{56 (2,5 \text{ mm})^2 + 29,45 \text{ mm}^2}{370 \text{ mm}^2} = 1,00$$

$$\therefore Q = 0,84 \cdot 1,00 = 0,84$$

Valor de Q para cada perfil, es igual al valor de Q para el perfil compuesto

Tensión admisible por compresión axial

$$\sigma_{bd} = \frac{OF}{\gamma} = \frac{300 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 187,5 \text{ N/mm}^2$$

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.

$$\sigma_o = 0,5 \cdot Q \cdot \sigma_{bd} = 0,5 \cdot 0,84 \cdot 187,5 \text{ N/mm}^2 = 80,63 \text{ N/mm}^2$$

CIRSOC 303, artículo 4.5.2.

$$\sigma_p = \sigma_e = 5,12 \frac{E}{\lambda^2}$$

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.1., para perfiles doble T

$$I_{z_{tot}} = (I_z + A \cdot y_G^2) \cdot 2 = \left[ 6 \text{ cm}^4 + 3,70 \text{ cm}^2 (1,20 \text{ cm})^2 \right] \cdot 2 = 22,66 \text{ cm}^4$$

$$i_{z_{tot}} = \sqrt{\frac{I_{z_{tot}}}{A_{tot}}} = \sqrt{\frac{22,66 \text{ cm}^4}{2 \cdot 3,70 \text{ cm}^2}} = 1,75 \text{ cm} < i_y$$

$$\lambda = \frac{S_k}{i_{\text{mín}}} = \frac{0,7 \cdot 260 \text{ cm}}{1,75 \text{ cm}} = 104,01$$

$$\sigma_p = 5,12 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{(104,01)^2} = 99,38 \text{ N/mm}^2 > \sigma_0 = 80,63$$

$$\Rightarrow \sigma_{cad} = 2 \cdot \sigma_0 - \frac{\sigma_0^2}{\sigma_p} = 2 \cdot 80,63 - \frac{(80,63)^2}{99,38}$$

$$\sigma_{cad} = 95,84 \text{ N/mm}^2$$

### 3. Verificaciones

Combinación de esfuerzo axil y flexión

$$\sigma_{My} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1,5 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{2 \cdot 9250 \text{ mm}^3} = 81,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Mz} = 0$$

$$\sigma_{Myad} = \sigma'_{cad}$$

$$\sigma_{be} = \frac{5,12 \cdot E \cdot h \cdot I_{zc} \cdot C_b}{\rho^2 \cdot W_{yc}}$$

$$I_{zc} = I_z = 22,66 \text{ cm}^4$$

$$W_{yc} = \frac{I_y}{h/2} = W_y = 18,50 \text{ cm}^3$$

Tensión promedio admisible por compresión axil

CIRSOC 303, artículo 4.5.7.

CIRSOC 303, artículo 4.5.4.

Se aplica artículo 4.5.4.1.

Al estar toda la sección comprimida  $I_{zc}$  es igual al momento de la sección total respecto al eje paralelo al alma.

$$C_b = 1,75 + 1,05 \left( \frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \left( \frac{M_1}{M_2} \right)^2 = 1,75 < 2,3$$

$$\sigma_{be} = \frac{5,12 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 \cdot 8 \text{ cm} \cdot 22,6 \text{ cm}^4 \cdot 1,75}{(260 \text{ cm})^2 \cdot 18,50 \text{ cm}^3} = 272,75 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{0,174 \cdot G \cdot A \cdot t^2 \cdot C_b}{h \cdot W_{yc}} = \frac{0,174 \cdot 8,1 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2 \cdot 3,7 \text{ cm}^2 (0,25 \text{ cm})^2 \cdot 1,75}{8 \text{ cm} \cdot 18,5 \text{ cm}^3} = 38,50 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{be} = 272,75 \text{ N/mm}^2 > 0,5 (\sigma_{bd} - \sigma_t) = 0,5 (187,5 - 38,50) = 74,50 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Myad} = \sigma'_{cad} = \sigma_{bd} - \frac{0,25 (\sigma_{bd} - \sigma_t)^2}{\sigma_{be}} = 187,50 - \frac{0,25 (187,50 - 38,5)^2}{272,75} =$$

$$= 167,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c = \frac{P}{A} = \frac{25000 \text{ N}}{370 \text{ mm}^2} = 67,57 \text{ N/mm}^2$$

$$C_{my} = 0,85$$

$$a_y = \frac{1}{1 - \sigma_c / \sigma_e} = \frac{1}{1 - 67,57 / 311,94} = 1,28$$

Barra empotrada-libre en la dirección Y, siendo  $M_1 = 0$  el menor momento actuante en uno de los extremos de la longitud arriostrada

Tensión admisible en flexión

Tensión debida al esfuerzo axial

CIRSOC 303, artículo 4.4.15.2., barras solicitadas transversalmente con extremos no-desplazables

Para  $a_y$  corresponde  $\sigma_e$  con  $\lambda_y = \frac{S_{ky}}{i_y}$   
 $\lambda_y = \frac{0,7 \cdot 260 \text{ cm}}{3,10 \text{ cm}} = 58,71$  (empot.-art.),  
 $\sigma_e = 5,12 \frac{2,1 \cdot 10^5}{(58,71)^2} = 311,94 \text{ N/mm}^2$ ,

El anteriormente calculado correspondía

Debe cumplirse

$$a) \frac{\sigma_c}{Q \cdot \sigma_{bd}} + \frac{\sigma_{My}}{\sigma_{Myad}} + \frac{\sigma_{Mz}}{\sigma_{Mzad}} \leq 1$$

$$\frac{67,57}{0,84 \cdot 187,5} + \frac{81,08}{157,50} + 0 = 0,94 < 1$$

$$b) \frac{\sigma_c}{\sigma_{c \text{ ad}}} + \frac{C_{my} \cdot \sigma_{My} \cdot a_y}{\sigma_{Myad}} + \frac{C_{mz} \cdot \sigma_{Mz} \cdot a_z}{\sigma_{Mzad}} \leq 1$$

$$\frac{67,57}{99,38} + \frac{0,85 \cdot 81,08 \cdot 1,28}{157,5} + 0 = 1,24 \not< 1$$

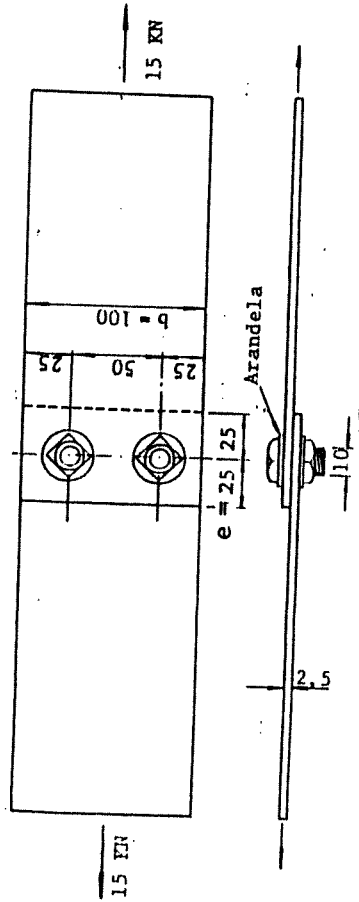
$\sigma_{cad}$  se calculó en el punto anterior



## EJEMPLO N° 11

### Unión con tornillos calibrados

#### 1. Datos



Aceros

Chapas - F-24

( $\sigma_F = 240 \text{ N/mm}^2$ )

Tornillos - F-24

( $\sigma_F = 240 \text{ N/mm}^2$ )

Tornillos calibrados de clase de resistencia 4.6. de rosca métrica de paso fino.

Otros datos según figura.

Norma IRAM 5214

#### 2. Dimensionamiento

a) Tensiones de corte en los tornillos

$$\tau' = \frac{P/2}{A_t}$$

$$A_t = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\therefore d_{nec} = \sqrt{\frac{2P}{\pi \cdot \tau'_{ad}}}$$

CIRSOC 301, artículo 8.3.1.

$$\tau'_{ad} = \frac{\sigma'_F}{\gamma_1} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{1,19 \gamma} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{1,19 \cdot 1,6} = 126,05 \text{ N/mm}^2$$

$$d_{nec} = \sqrt{\frac{2 \cdot 15000 \text{ N}}{\pi \cdot 126,05 \text{ N/mm}^2}} = 8,70 \text{ mm}$$

Se adoptan tornillos de 10 mm de diámetro

b) Esfuerzo de diseño

$$\frac{\sigma_F}{\gamma} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_r}{1,35 \cdot \sigma_F} \cdot \sigma_{bd} = \frac{420 \text{ N/mm}^2}{1,35 \cdot 240 \text{ N/mm}^2} \cdot \frac{240 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 194,4 \text{ N/mm}^2 \quad \left. \vphantom{\frac{\sigma_r}{1,35 \cdot \sigma_F} \cdot \sigma_{bd}} \right\} \sigma^* = 150 \text{ N/mm}^2$$

c) Tensiones de aplastamiento en la chapa

$$\sigma_a = \frac{P/2}{d \cdot t} = \frac{15000 \text{ N}/2}{11 \text{ mm} \cdot 2,5 \text{ mm}} = 272,73 \text{ N/mm}^2 < 3,3 \sigma^* = 495 \text{ N/mm}^2$$

d) Distribución de los tornillos en la unión  
Separación entre tornillos

$$2,5 d = 2,5 \cdot 11 \text{ mm} = 27,5 \text{ mm}$$

$$\frac{P/2}{\sigma^* \cdot t} = \frac{15000 \text{ N}/2}{150 \text{ N/mm}^2 \cdot 2,5 \text{ mm}} = 20 \text{ mm} \quad \left. \vphantom{\frac{P/2}{\sigma^* \cdot t}} \right\} s_{\min} = 27,5 \text{ mm} < s = 50 \text{ mm}$$

$\gamma_1$  se debe interpolar linealmente entre 1,43 y para  $\sigma'_F = 180 \text{ N/mm}^2$  y 0,95 y para  $\sigma'_F = 300 \text{ N/mm}^2$

Diámetro del fuste y orificio  $d = 11 \text{ mm}$

CIRSOC 303, artículo 4.7.5.5.

CIRSOC 303, artículo 4.7.5.3.

Distancia al borde cargado

$$\left. \begin{array}{l} 1,5 d = 16,5 \text{ mm} \\ \frac{P/2}{\sigma^* \cdot t} = 20 \text{ mm} \\ e_{\text{mín}} = 20 \text{ mm} < e = 25 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

e) Esfuerzo en la sección neta de la chapa a unir

$$r = l$$

$$s = 50 \text{ mm}$$

$$(1-0,9r) + \frac{3rd}{s} \sigma^* = (1-0,9 \cdot 1 + \frac{3 \cdot 1 \cdot 11}{50}) 150 = 121,5 \text{ N/mm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} \sigma^* = 150 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{ad} = 121,5 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\}$$

$$A_n = (100 \text{ mm} - 2 \cdot 11 \text{ mm}) \cdot 2,5 \text{ mm} = 195 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{P}{A_n} = \frac{15000 \text{ N}}{195 \text{ mm}^2} = 76,92 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{ad} = 121,5 \text{ N/mm}^2$$

f) Corte longitudinal de la chapa (desgarramiento)

En la dirección del esfuerzo

CIRSOC 303, artículo 4.7.5.4.

Relación entre la fuerza transmitida por los tornillos y la fuerza total de tracción de la barra en una sección dada.

Separación entre tornillos en dirección normal al esfuerzo.

Sección neta de la chapa

CIRSOC 303, artículo 4.7.5.5.

$$\frac{e}{d} = \frac{25 \text{ mm}}{11 \text{ mm}} = 2,27 < 3,5$$

$$\tau = 0,7 \sigma_F = \frac{T_L}{2 \cdot t \cdot e}$$


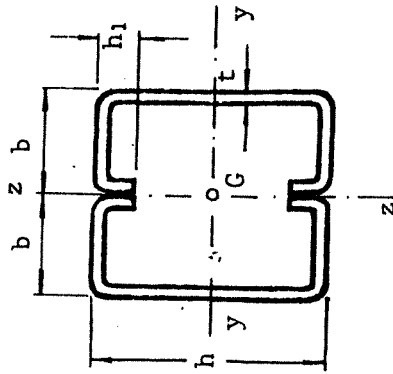
$$\Rightarrow T_L = 0,7 \cdot \sigma_F \cdot 2 \cdot t \cdot e$$

$$T_L = 0,7 \cdot 240 \text{ N/mm}^2 \cdot 2 \cdot 2,5 \text{ mm} \cdot 25 \text{ mm} = 21000 \text{ N} > \frac{P}{2} = 7500 \text{ N}$$

Puede ocurrir el desgarramiento de la chapa, se debe verificar la tensión en esta.

Carga límite para el desgarramiento en cada tornillo.

## EJEMPLO Nº 12

Perfil Uso de la Tabla1. Datos

Luz ——— 5 m

Acero ——— F-20 ( $\sigma_F = 200 \text{ N/mm}^2$ )Carga ———  $q_y = 4,5 \text{ KN/m}$ 2. Dimensionamiento en flexión

Estimación del peso propio

$$M_y = \frac{q_y \cdot l^2}{8} = \frac{4,5 \text{ KN/m} \cdot (5 \text{ m})^2}{8} = 14,06 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

De la figura A.2. obtenemos —  $g \approx 0,18 \text{ KN/m}$ 

$$\therefore q'_y \approx 4,7 \text{ KN/m}$$

CIRSOC 303, anexos al capítulo 2.

Se supone al perfil simplemente apoyado y con los arriostramientos necesarios

Para una altura estimada  $H = 18 \text{ cm}$

$$M'_y = \frac{4,7 \text{ KN/m} \cdot (5 \text{ m})^2}{8} = 14,69 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Entrando en la Tabla 6 con el momento y la tensión de fluencia del acero, seleccionamos una sección formada por dos  $\square$

200 - 80 - 25 - 25

que resiste un momento  $M_y = 15,32 \text{ KN} \cdot \text{m}$  y tiene un peso de  $15,45 \text{ dN/m}$  ( $\approx 0,15 \text{ KN/m}$ ) menor que el estimado

### 3. Carga admisible en compresión

$$\sigma_o = 0,5 \cdot Q \cdot \sigma_{bd}$$

$$\sigma_{bd} = \frac{\sigma_F}{\gamma} = \frac{200 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 125 \text{ N/mm}^2$$

$$Q = 0,85$$

$$\sigma_o = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 125 \text{ N/mm}^2 = 53,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_p = \sigma_e = 5,12 \text{ E}/\lambda^2$$

$$\lambda = \frac{Sk}{i_{\min}} = \frac{0,7 \cdot 500 \text{ cm}}{6,24 \text{ cm}} = 56,09$$

De todas las secciones de la Tabla que resisten el momento solicitante se adoptó la de menor peso

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.

CIRSOC 303, artículo 4.5.2.

De la Tabla 6

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.1., sección cerrada.

Esbeltez mayor. Se supone la barra empujada-art.

$i_{\min} = i_z$  de la Tabla 6.

$$\sigma_p = 5,12 \frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{(56,09)^2} = 341,76 \text{ N/mm}^2 > \sigma_0$$

$$\Rightarrow \sigma_{cad} = 2 \cdot \sigma_0 - \frac{\sigma_0^2}{\sigma_p} = 2 \cdot 53,13 - \frac{(53,13)^2}{341,76} = 98 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{ad} = \sigma_{cad} \cdot A = 98 \text{ N/mm}^2 \cdot 1968 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1 \text{ KN}}{1000 \text{ N}} = 193 \text{ KN}$$

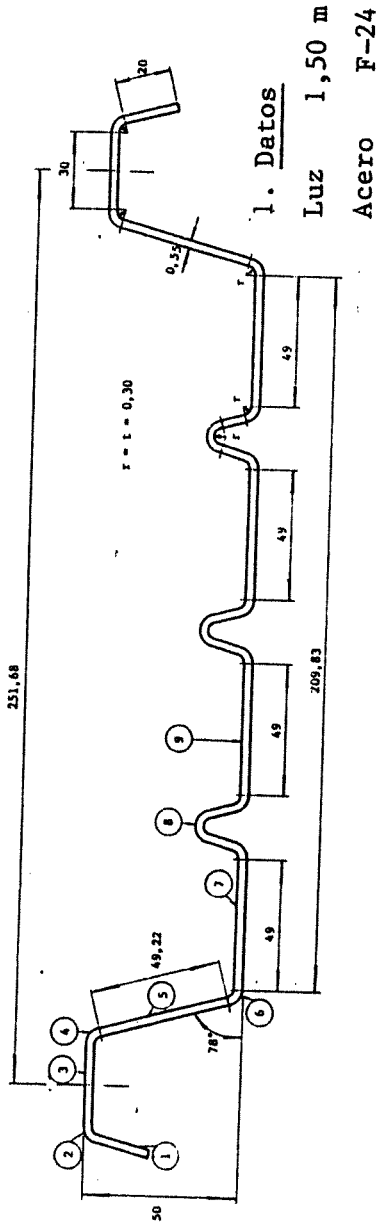
La  $\sigma_{cad}$  no debe ser superada por la tensión promedio en compresión

$A = 19,68 \text{ cm}^2$  de Tabla 6



EJEMPLO Nº 13

Flexión



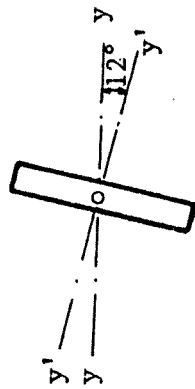
Diseño por estado límite  
 CIRSOC 303, anexos al capítulo 4

2. Características geométricas

$$\sigma_{bd} = \phi_a \cdot \sigma_F = 0,9 \cdot 240 \text{ N/mm}^2 = 216 \text{ N/mm}^2$$

- Elemento ①

$$h_1 = 20 \text{ mm}$$



$$I_{y'} = \frac{0,55 \text{ mm} (20 \text{ mm})^3}{12} = 366,67 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{\cos^2 12^\circ}{12} (20 \text{ mm})^3 \cdot 0,55 \text{ mm} = 350,82 \text{ mm}^4$$

del elemento ③ — B =  $\frac{30 \text{ mm}}{0,55 \text{ mm}} = 54,55 < B_{\text{máx}} = 60$

Punto 3 del anexo

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

$$(2B - 13) t^4 = (2 \cdot 54,55 - 13) (0,55 \text{ mm})^4 = 8,79 \text{ mm}^4$$

$$9 t^4 = 9 (0,55 \text{ mm})^4 = 0,98 \text{ mm}^4$$

$I_{\min} = 8,79 \text{ mm}^4 < I_y$  Cumple ampliamente como rigidizador

- Elementos ②, ④, ⑥

$$r = R + \frac{t}{2} = 1,5 + 0,55 \text{ mm} = 0,83 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{\pi r}{180} 78 = \frac{\pi \cdot 78}{180} \cdot 0,83 \text{ mm} = 1,13 \text{ mm}$$

$$c_1 = \frac{r \operatorname{sen} \psi}{\psi} = \frac{0,83 \cdot \operatorname{sen} 1,36}{1,36} = 0,60 \text{ mm}$$

$$c_1' = r - c_1 = 0,83 \text{ mm} - 0,60 \text{ mm} = 0,23 \text{ mm}$$

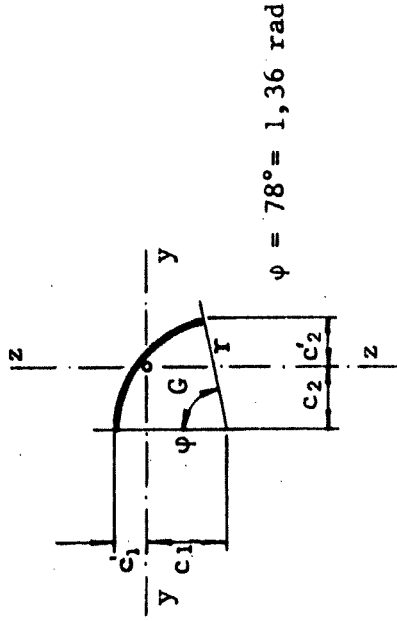
$$c_2 = \frac{r (1 - \cos \psi)}{\psi} = \frac{0,83 \text{ mm} (1 - \cos 1,36)}{1,36} = 0,48 \text{ mm}$$

$$c_2' = r \operatorname{sen} \psi - c_2 = 0,83 \text{ mm} \operatorname{sen} 1,36 - 0,48 \text{ mm} = 0,33 \text{ mm}$$

- Elemento ③

$$B = 54,55$$

$$s = \sqrt{\frac{E}{\sigma}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{216 \text{ N/mm}^2}} = 31,18$$



CIRSOC 303, artículo 4.4.2.

Se supone  $\sigma = \sigma_{bd}$

$$R = 0$$

$$1,3 \text{ g} - R = 1,3 \cdot 31,18 = 40,53 < B \Rightarrow B_e = 40,53$$

$$\therefore b_e = B_e \cdot t = 40,53 \cdot 0,55 \text{ mm} = 22,29 \text{ mm}$$

- Elemento (5)

$$H = \frac{49,22 \text{ mm}}{0,55 \text{ mm}} = 89,49 < H_{\text{máx}} = 150$$

- Elemento (7)

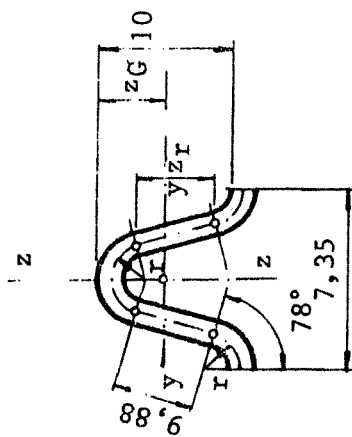
$$B = \frac{49 \text{ mm}}{0,55 \text{ mm}} = 89,09 < B_{\text{máx}} = 90$$

$$R = 0,1 \cdot B - 6 = 0,1 \cdot 89,09 - 6 = 2,91$$

$$1,3 \text{ g} - R = 1,3 \cdot 31,18 - 2,91 = 37,62 < B \Rightarrow B_e = 37,62$$

$$b_e = B_e \cdot t = 37,62 \cdot 0,55 \text{ mm} = 20,69 \text{ mm}$$

- Elemento (8)



CIRSOC 303, artículo 4.4.9., para  $B < 60$

Ancho efectivo en compresión

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.2.a)

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

Se busca determinar la posición del baricentro del rigidizador y el momento de inercia respecto del eje baricéntrico

Sub.Elemento	long. mm	dist.al borde sup. mm	$l \cdot z$ mm <sup>2</sup>	$l \cdot z^2$ mm <sup>3</sup>	$I'_y$ mm <sup>3</sup>
Pliegues inf.	2.1,13=2,26	1,86-0,51=1,35	3,05	4,12	---
Tramos rectos	2.9,88=19,76	$\frac{10+0,55}{2} = 5,28$	104,23	550,88	153,79
Pliegues sup.	2.1,13=2,26	$0,23 + \frac{0,55}{2} = 0,51$	1,15	0,59	---
	$\Sigma 24,28$		$\Sigma 108,43$	$\Sigma 555,59$	153,79

$$z_G = \frac{108,43 \text{ mm}^2}{24,28 \text{ mm}} = 4,47 \text{ mm}$$

$$I_y = (l \cdot z^2 + I'_y - l \cdot z_G^2) t = [555,59 + 153,79 - 24,28 (4,47)^2] 0,55 = 123,33 \text{ mm}^4$$

$$(2B - 13) t^4 = (2 \cdot 89,09 - 13)(0,55 \text{ mm})^4 = 15,12 \text{ mm}^4$$

$$9t^4 = 9 \cdot (0,55 \text{ mm})^4 = 0,82 \text{ mm}^4$$

$$I_{\min} = 15,12 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 123,33 \text{ mm}^4 > 2 I_{\min} = 30,24 \text{ mm}^4$$

$$A_{ef} = k \cdot A \longrightarrow l_{ef} = k \cdot l$$

$$I'_y \text{ (tramos rectos)} = \frac{2 \text{ long. } z_I^2}{12}$$

$$z_I = 9,88 \cdot \text{sen } 78^\circ = 9,66 \text{ mm}$$

$$I'_y = \frac{2}{12} 9,88 (9,66)^2 = 153,79 \text{ mm}^3$$

respecto de un eje baricéntrico del elemento paralelo al y-y

CIRSOC 303, artículo 4.4.11.1., B del elemento rigidizado

CIRSOC 303, artículo 4.4.11.2.

CIRSOC 303, artículo 4.4.9., para B del elemento rigidizado entre 60 y 90

$$k = 3 - 2 \frac{B_e}{B} + \frac{B_e}{30} - \frac{B}{30} = 3 - 2 \frac{37,62}{89,09} + \frac{37,62}{30} - \frac{89,09}{30} = 0,44$$

$$\lambda_{ef} = 0,44 \cdot 24,28 \text{ mm} = 10,68 \text{ mm}$$

- Elemento ⑨

$$B = 89,09$$

$$B_e = \frac{37,62}{2} = 18,81 \quad b_e = 18,81 \cdot 0,55 \text{ mm} = 10,35 \text{ mm}$$

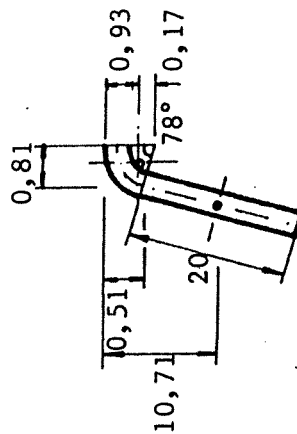
Igual al elemento 7

CIRSOC 303, artículo 4.4.11.2.a), se consideran colaborantes sólo los rigidizadores más próximos a las almas.

- Elemento multirigidizado en general

$$B_{tot} = \frac{209,83 \text{ mm}}{0,55} = 381,51 < B_{m\acute{a}x} = 500$$

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.



Elemento	long. mm	dist. al borde sup. mm	$f \cdot z$ mm <sup>2</sup>	$f \cdot z^2$ mm <sup>3</sup>	$I_y$ mm <sup>4</sup>
①	20	10,71	214,20	2294,08	1275,70
②	1,13	0,51	0,58	0,29	---
③	30	0,28	8,40	2,35	---
④	1,13	0,51	0,58	0,29	---
⑤	49,22	25	1230,50	30762,50	19010,89
⑥	1,13	49,49	55,92	2767,66	---
⑦	20,69	49,73	1028,91	51167,88	---
⑧	10,68	43,92	469,07	20601,36	54,27
⑨	10,35	49,73	514,71	25596,30	---
	144,33		3522,87	133192,71	20340,86

$$Z_G = \frac{3522,87 \text{ mm}^2}{144,33 \text{ mm}} = 24,41 \text{ mm}$$

$$I_y = [133192,71 + 20340,86 - 144,33 (24,41)^2] 0,55 = 37144,15 \text{ mm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{h - Z_G} = \frac{37144,15 \text{ mm}^4}{50 \text{ mm} - 24,41 \text{ mm}} = 1451,51 \text{ mm}^3$$

### 3. Carga última en flexión negativa

$$M_u = \sigma_{bd} \cdot W_y = 216 \text{ N/mm}^2 \cdot 1451,51 \text{ mm}^3 \cdot \frac{10^{-6} \text{ KNm}}{\text{N} \cdot \text{mm}} = 0,31 \text{ KNm}$$

### 4. Pandeo del alma

Se utilizan las longitudes efectivas para el caso del elemento multirrigidizado comprimido (sección sometida a flexión negativa).

En el momento de inercia del rigidizador intermedio se ha tenido en cuenta la reducción del  $A_{ef}$ .

Respecto de la fibra comprimida

Punto 7.4. del anexo.

$$P_{\text{máx}} = \phi_{fa} \cdot 0,0185 \cdot t^2 \cdot \sigma_F (98 + 4,2 \cdot A^* - 0,022 \cdot A^* \cdot H - 0,011 H) (1,15 - 0,15 n) (4 - k)$$

$$A^* = H = 89,49$$

$$k = \left( \frac{29,9}{8F} \right)^2 \quad \sigma_F = \sqrt{\frac{E}{\sigma_F}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{240 \text{ N/mm}^2}} = 29,58$$

$$k = \left( \frac{29,9}{29,58} \right)^2 = 1,02 \quad \phi_{fa} = 0,75 \quad n = 1$$

$$P_{\text{máx}} = 0,75 \cdot 0,0185 (0,55 \text{ mm})^2 \cdot 240 \text{ N/mm}^2 (98 + 4,2 \cdot 89,49 - 0,022 \cdot (89,49)^2 - 0,011 \cdot 89,49) (1,15 - 0,15 \cdot 1) (4 - 1,02)$$

$$P_{\text{máx}} = 890,60 \text{ N}$$

Máxima reacción extrema para vigas con alma simple sin reforzar

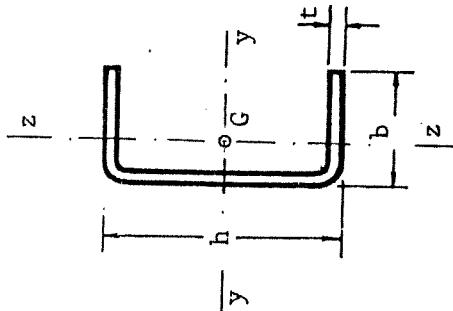
Se adopta  $A^* = H$



EJEMPLO N° 14

Compresión

1. Datos



- Longitud —————  $l = 2,50 \text{ m}$
- Acero ————— F-20 ( $\sigma_F = 200 \text{ N/mm}^2$ )
- Perfil ————— 100 - 50 - 3,20
- $A = 6,06 \text{ cm}^2$
- $I_y = 93,58 \text{ cm}^4$
- $I_z = 14,89 \text{ cm}^4$
- $Q = 0,95$
- $g = 4,76 \text{ dN/m}$
- $i_y = 3,93 \text{ cm}$
- $i_z = 1,57 \text{ cm}$

2. Verificaciones

$\sigma_p = \sigma_e \quad \text{o} \quad \sigma_p = \sigma_{st}$       el menor de ambos

$$\sigma_{st} = \frac{0,5}{\beta} (\sigma_s + \sigma_t - \sqrt{(\sigma_s + \sigma_t)^2 - 4\beta\sigma_s\sigma_t})$$

$$\sigma_s = \phi_c \frac{\pi^2 E}{\lambda_s^2}$$

$$\phi_c = 0,75$$

Diseño por estado límite

CIRSOC 303, anexos al capítulo 4.

Se lo considera articulado-articulado

$$\Rightarrow S_k = S$$

Datos de Tabla 4.

Punto 8.2. del anexo.

$$\lambda_s = \frac{S_k}{i_y} = \frac{250 \text{ cm}}{3,93 \text{ cm}} = 63,61$$

$$\sigma_s = 0,75 \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{(63,61)^2} = 384,18 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = \phi_c \frac{G \cdot I_T + \pi^2 E \cdot I_{\omega} / \lambda_k^2}{A \cdot i_c^2}$$

$$I_T = \frac{t^3}{3} (2b + h + 2\ell) = \frac{(3,2 \text{ mm})^3}{3} (2 \cdot 43,6 + 87,2 + 2 \cdot 7,54) =$$

$$= 2069,62 \text{ mm}^4$$

$$I_{\omega} = \frac{t \cdot h^2 \cdot b^3}{12} \left( \frac{3b + 2h}{6b + h} \right) = \frac{3,2(100)^2 (50)^3}{12} \left( \frac{3 \cdot 50 + 2 \cdot 100}{6 \cdot 50 + 100} \right) =$$

$$= 2,92 \cdot 10^6 \text{ mm}^6$$

$$y_c = \frac{b^2}{h + 2b} + \frac{3b^2}{6b + h} = \frac{(50)^2}{100 + 2 \cdot 50} + \frac{3(50)^2}{100 + 2 \cdot 50} = 50 \text{ mm}$$

$$i_c^2 = i_y^2 + i_z^2 + y_c^2 = (39,3 \text{ mm})^2 + (15,7 \text{ mm})^2 + (50 \text{ mm})^2 = 4290,98 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_t = 0,75 \frac{8,1 \cdot 10^4 \cdot 2069,62 + \pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 2,92 \cdot 10^6 / (2500)^2}{606 \cdot 4290,98} =$$

$$\sigma_t = 101,71 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta = 1 - (y_c / i_c)^2 = 1 - (50 / \sqrt{4290,98})^2 = 0,42$$

Esbeltez respecto del eje de simetría.

$$b = 50 - 2 \cdot 3,2 = 43,6 \text{ mm}$$

$$h = 100 - 4 \cdot 3,2 = 87,2 \text{ mm}$$

$$r = 1,5 \cdot 3,2 = 4,80 \text{ mm} \quad \ell = \frac{\pi \cdot 4,8}{2} = 7,54 \text{ mm}$$

Anexos al Capítulo 4 — Tabla A.6.

Anexos al capítulo 4 — Tabla A.6.

$$\sigma_{st} = \frac{0,5}{0,42} \left[ 384,18 + 101,71 - \sqrt{(384,18 + 101,71)^2 - 4 \cdot 0,42 \cdot 384,18 \cdot 101,71} \right]$$

$$\sigma_{st} = 86,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_e = \phi_c \pi^2 E/\lambda^2$$

$$\lambda = \frac{Sk}{i_z} = \frac{250 \text{ cm}}{1,57 \text{ cm}} = 159,24$$

$$\sigma_e = 0,75 \cdot \pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 / (159,24)^2 = 61,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_e < \sigma_{st} \Rightarrow \sigma_p = \sigma_e = 61,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_o = 0,5 \cdot Q \cdot \sigma_{bd}$$

$$\sigma_{bd} = \phi_a \cdot \sigma_F = 0,9 \cdot 200 \text{ N/mm}^2 = 180 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_o = 0,5 \cdot 0,95 \cdot 180 \text{ N/mm}^2 = 85,50 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_p < \sigma_o \quad \longrightarrow \quad \sigma_{c\text{m}\acute{a}\text{x}} = \sigma_p = 61,31 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{\text{m}\acute{a}\text{x}} = \sigma_{c\text{m}\acute{a}\text{x}} \cdot A = 61,31 \text{ N/mm}^2 \cdot 606 \text{ mm}^2 \cdot \frac{\text{KN}}{1000 \text{ N}} = 37,15 \text{ KN}$$

Esbeltez mayor

Punto 3 del anexo

Punto 8 del anexo

Máxima tensión axil media

Máxima carga axil



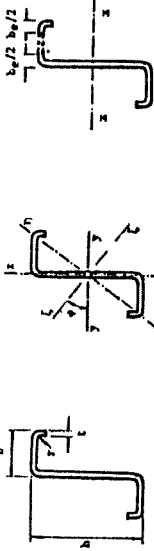


T1.2

DIMENSIONES		AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTADISTICAS DE LA SECCION TOTAL												CENTRO DE CURTE	CARACTERISTICAS RESISTENTES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		E.E. Y-Y												E.E. Z-Z													G <sub>F</sub> = 200 N/mm <sup>2</sup> (F - 20)												G <sub>F</sub> = 240 N/mm <sup>2</sup> (F - 24)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
h	b	h <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>11</sub>	t <sub>12</sub>	t <sub>13</sub>	t <sub>14</sub>	t <sub>15</sub>	t <sub>16</sub>	t <sub>17</sub>	t <sub>18</sub>	t <sub>19</sub>	t <sub>20</sub>	t <sub>21</sub>	t <sub>22</sub>	t <sub>23</sub>	t <sub>24</sub>	t <sub>25</sub>	t <sub>26</sub>	t <sub>27</sub>	t <sub>28</sub>	t <sub>29</sub>	t <sub>30</sub>	t <sub>31</sub>	t <sub>32</sub>	t <sub>33</sub>	t <sub>34</sub>	t <sub>35</sub>	t <sub>36</sub>	t <sub>37</sub>	t <sub>38</sub>	t <sub>39</sub>	t <sub>40</sub>	t <sub>41</sub>	t <sub>42</sub>	t <sub>43</sub>	t <sub>44</sub>	t <sub>45</sub>	t <sub>46</sub>	t <sub>47</sub>	t <sub>48</sub>	t <sub>49</sub>	t <sub>50</sub>	t <sub>51</sub>	t <sub>52</sub>	t <sub>53</sub>	t <sub>54</sub>	t <sub>55</sub>	t <sub>56</sub>	t <sub>57</sub>	t <sub>58</sub>	t <sub>59</sub>	t <sub>60</sub>	t <sub>61</sub>	t <sub>62</sub>	t <sub>63</sub>	t <sub>64</sub>	t <sub>65</sub>	t <sub>66</sub>	t <sub>67</sub>	t <sub>68</sub>	t <sub>69</sub>	t <sub>70</sub>	t <sub>71</sub>	t <sub>72</sub>	t <sub>73</sub>	t <sub>74</sub>	t <sub>75</sub>	t <sub>76</sub>	t <sub>77</sub>	t <sub>78</sub>	t <sub>79</sub>	t <sub>80</sub>	t <sub>81</sub>	t <sub>82</sub>	t <sub>83</sub>	t <sub>84</sub>	t <sub>85</sub>	t <sub>86</sub>	t <sub>87</sub>	t <sub>88</sub>	t <sub>89</sub>	t <sub>90</sub>	t <sub>91</sub>	t <sub>92</sub>	t <sub>93</sub>	t <sub>94</sub>	t <sub>95</sub>	t <sub>96</sub>	t <sub>97</sub>	t <sub>98</sub>	t <sub>99</sub>	t <sub>100</sub>	t <sub>101</sub>	t <sub>102</sub>	t <sub>103</sub>	t <sub>104</sub>	t <sub>105</sub>	t <sub>106</sub>	t <sub>107</sub>	t <sub>108</sub>	t <sub>109</sub>	t <sub>110</sub>	t <sub>111</sub>	t <sub>112</sub>	t <sub>113</sub>	t <sub>114</sub>	t <sub>115</sub>	t <sub>116</sub>	t <sub>117</sub>	t <sub>118</sub>	t <sub>119</sub>	t <sub>120</sub>	t <sub>121</sub>	t <sub>122</sub>	t <sub>123</sub>	t <sub>124</sub>	t <sub>125</sub>	t <sub>126</sub>	t <sub>127</sub>	t <sub>128</sub>	t <sub>129</sub>	t <sub>130</sub>	t <sub>131</sub>	t <sub>132</sub>	t <sub>133</sub>	t <sub>134</sub>	t <sub>135</sub>	t <sub>136</sub>	t <sub>137</sub>	t <sub>138</sub>	t <sub>139</sub>	t <sub>140</sub>	t <sub>141</sub>	t <sub>142</sub>	t <sub>143</sub>	t <sub>144</sub>	t <sub>145</sub>	t <sub>146</sub>	t <sub>147</sub>	t <sub>148</sub>	t <sub>149</sub>	t <sub>150</sub>	t <sub>151</sub>	t <sub>152</sub>	t <sub>153</sub>	t <sub>154</sub>	t <sub>155</sub>	t <sub>156</sub>	t <sub>157</sub>	t <sub>158</sub>	t <sub>159</sub>	t <sub>160</sub>	t <sub>161</sub>	t <sub>162</sub>	t <sub>163</sub>	t <sub>164</sub>	t <sub>165</sub>	t <sub>166</sub>	t <sub>167</sub>	t <sub>168</sub>	t <sub>169</sub>	t <sub>170</sub>	t <sub>171</sub>	t <sub>172</sub>	t <sub>173</sub>	t <sub>174</sub>	t <sub>175</sub>	t <sub>176</sub>	t <sub>177</sub>	t <sub>178</sub>	t <sub>179</sub>	t <sub>180</sub>	t <sub>181</sub>	t <sub>182</sub>	t <sub>183</sub>	t <sub>184</sub>	t <sub>185</sub>	t <sub>186</sub>	t <sub>187</sub>	t <sub>188</sub>	t <sub>189</sub>	t <sub>190</sub>	t <sub>191</sub>	t <sub>192</sub>	t <sub>193</sub>	t <sub>194</sub>	t <sub>195</sub>	t <sub>196</sub>	t <sub>197</sub>	t <sub>198</sub>	t <sub>199</sub>	t <sub>200</sub>	t <sub>201</sub>	t <sub>202</sub>	t <sub>203</sub>	t <sub>204</sub>	t <sub>205</sub>	t <sub>206</sub>	t <sub>207</sub>	t <sub>208</sub>	t <sub>209</sub>	t <sub>210</sub>	t <sub>211</sub>	t <sub>212</sub>	t <sub>213</sub>	t <sub>214</sub>	t <sub>215</sub>	t <sub>216</sub>	t <sub>217</sub>	t <sub>218</sub>	t <sub>219</sub>	t <sub>220</sub>	t <sub>221</sub>	t <sub>222</sub>	t <sub>223</sub>	t <sub>224</sub>	t <sub>225</sub>	t <sub>226</sub>	t <sub>227</sub>	t <sub>228</sub>	t <sub>229</sub>	t <sub>230</sub>	t <sub>231</sub>	t <sub>232</sub>	t <sub>233</sub>	t <sub>234</sub>	t <sub>235</sub>	t <sub>236</sub>	t <sub>237</sub>	t <sub>238</sub>	t <sub>239</sub>	t <sub>240</sub>	t <sub>241</sub>	t <sub>242</sub>	t <sub>243</sub>	t <sub>244</sub>	t <sub>245</sub>	t <sub>246</sub>	t <sub>247</sub>	t <sub>248</sub>	t <sub>249</sub>	t <sub>250</sub>	t <sub>251</sub>	t <sub>252</sub>	t <sub>253</sub>	t <sub>254</sub>	t <sub>255</sub>	t <sub>256</sub>	t <sub>257</sub>	t <sub>258</sub>	t <sub>259</sub>	t <sub>260</sub>	t <sub>261</sub>	t <sub>262</sub>	t <sub>263</sub>	t <sub>264</sub>	t <sub>265</sub>	t <sub>266</sub>	t <sub>267</sub>	t <sub>268</sub>	t <sub>269</sub>	t <sub>270</sub>	t <sub>271</sub>	t <sub>272</sub>	t <sub>273</sub>	t <sub>274</sub>	t <sub>275</sub>	t <sub>276</sub>	t <sub>277</sub>	t <sub>278</sub>	t <sub>279</sub>	t <sub>280</sub>	t <sub>281</sub>	t <sub>282</sub>	t <sub>283</sub>	t <sub>284</sub>	t <sub>285</sub>	t <sub>286</sub>	t <sub>287</sub>	t <sub>288</sub>	t <sub>289</sub>	t <sub>290</sub>	t <sub>291</sub>	t <sub>292</sub>	t <sub>293</sub>	t <sub>294</sub>	t <sub>295</sub>	t <sub>296</sub>	t <sub>297</sub>	t <sub>298</sub>	t <sub>299</sub>	t <sub>300</sub>	t <sub>301</sub>	t <sub>302</sub>	t <sub>303</sub>	t <sub>304</sub>	t <sub>305</sub>	t <sub>306</sub>	t <sub>307</sub>	t <sub>308</sub>	t <sub>309</sub>	t <sub>310</sub>	t <sub>311</sub>	t <sub>312</sub>	t <sub>313</sub>	t <sub>314</sub>	t <sub>315</sub>	t <sub>316</sub>	t <sub>317</sub>	t <sub>318</sub>	t <sub>319</sub>	t <sub>320</sub>	t <sub>321</sub>	t <sub>322</sub>	t <sub>323</sub>	t <sub>324</sub>	t <sub>325</sub>	t <sub>326</sub>	t <sub>327</sub>	t <sub>328</sub>	t <sub>329</sub>	t <sub>330</sub>	t <sub>331</sub>	t <sub>332</sub>	t <sub>333</sub>	t <sub>334</sub>	t <sub>335</sub>	t <sub>336</sub>	t <sub>337</sub>	t <sub>338</sub>	t <sub>339</sub>	t <sub>340</sub>	t <sub>341</sub>	t <sub>342</sub>	t <sub>343</sub>	t <sub>344</sub>	t <sub>345</sub>	t <sub>346</sub>	t <sub>347</sub>	t <sub>348</sub>	t <sub>349</sub>	t <sub>350</sub>	t <sub>351</sub>	t <sub>352</sub>	t <sub>353</sub>	t <sub>354</sub>	t <sub>355</sub>	t <sub>356</sub>	t <sub>357</sub>	t <sub>358</sub>	t <sub>359</sub>	t <sub>360</sub>	t <sub>361</sub>	t <sub>362</sub>	t <sub>363</sub>	t <sub>364</sub>	t <sub>365</sub>	t <sub>366</sub>	t <sub>367</sub>	t <sub>368</sub>	t <sub>369</sub>	t <sub>370</sub>	t <sub>371</sub>	t <sub>372</sub>	t <sub>373</sub>	t <sub>374</sub>	t <sub>375</sub>	t <sub>376</sub>	t <sub>377</sub>	t <sub>378</sub>	t <sub>379</sub>	t <sub>380</sub>	t <sub>381</sub>	t <sub>382</sub>	t <sub>383</sub>	t <sub>384</sub>	t <sub>385</sub>	t <sub>386</sub>	t <sub>387</sub>	t <sub>388</sub>	t <sub>389</sub>	t <sub>390</sub>	t <sub>391</sub>	t <sub>392</sub>	t <sub>393</sub>	t <sub>394</sub>	t <sub>395</sub>	t <sub>396</sub>	t <sub>397</sub>	t <sub>398</sub>	t <sub>399</sub>	t <sub>400</sub>	t <sub>401</sub>	t <sub>402</sub>	t <sub>403</sub>	t <sub>404</sub>	t <sub>405</sub>	t <sub>406</sub>	t <sub>407</sub>	t <sub>408</sub>	t <sub>409</sub>	t <sub>410</sub>	t <sub>411</sub>	t <sub>412</sub>	t <sub>413</sub>	t <sub>414</sub>	t <sub>415</sub>	t <sub>416</sub>	t <sub>417</sub>	t <sub>418</sub>	t <sub>419</sub>	t <sub>420</sub>	t <sub>421</sub>	t <sub>422</sub>	t <sub>423</sub>	t <sub>424</sub>	t <sub>425</sub>	t <sub>426</sub>	t <sub>427</sub>	t <sub>428</sub>	t <sub>429</sub>	t <sub>430</sub>	t <sub>431</sub>	t <sub>432</sub>	t <sub>433</sub>	t <sub>434</sub>	t <sub>435</sub>	t <sub>436</sub>	t <sub>437</sub>	t <sub>438</sub>	t <sub>439</sub>	t <sub>440</sub>	t <sub>441</sub>	t <sub>442</sub>	t <sub>443</sub>	t <sub>444</sub>	t <sub>445</sub>	t <sub>446</sub>	t <sub>447</sub>	t <sub>448</sub>	t <sub>449</sub>	t <sub>450</sub>	t <sub>451</sub>	t <sub>452</sub>	t <sub>453</sub>	t <sub>454</sub>	t <sub>455</sub>	t <sub>456</sub>	t <sub>457</sub>	t <sub>458</sub>	t <sub>459</sub>	t <sub>460</sub>	t <sub>461</sub>	t <sub>462</sub>	t <sub>463</sub>	t <sub>464</sub>	t <sub>465</sub>	t <sub>466</sub>	t <sub>467</sub>	t <sub>468</sub>	t <sub>469</sub>	t <sub>470</sub>	t <sub>471</sub>	t <sub>472</sub>	t <sub>473</sub>	t <sub>474</sub>	t <sub>475</sub>	t <sub>476</sub>	t <sub>477</sub>	t <sub>478</sub>	t <sub>479</sub>	t <sub>480</sub>	t <sub>481</sub>	t <sub>482</sub>	t <sub>483</sub>	t <sub>484</sub>	t <sub>485</sub>	t <sub>486</sub>	t <sub>487</sub>	t <sub>488</sub>	t <sub>489</sub>	t <sub>490</sub>	t <sub>491</sub>	t <sub>492</sub>	t <sub>493</sub>	t <sub>494</sub>	t <sub>495</sub>	t <sub>496</sub>	t <sub>497</sub>	t <sub>498</sub>	t <sub>499</sub>	t <sub>500</sub>	t <sub>501</sub>	t <sub>502</sub>	t <sub>503</sub>	t <sub>504</sub>	t <sub>505</sub>	t <sub>506</sub>	t <sub>507</sub>	t <sub>508</sub>	t <sub>509</sub>	t <sub>510</sub>	t <sub>511</sub>	t <sub>512</sub>	t <sub>513</sub>	t <sub>514</sub>	t <sub>515</sub>	t <sub>516</sub>	t <sub>517</sub>	t <sub>518</sub>	t <sub>519</sub>	t <sub>520</sub>	t <sub>521</sub>	t <sub>522</sub>	t <sub>523</sub>	t <sub>524</sub>	t <sub>525</sub>	t <sub>526</sub>	t <sub>527</sub>	t <sub>528</sub>	t <sub>529</sub>	t <sub>530</sub>	t <sub>531</sub>	t <sub>532</sub>	t <sub>533</sub>	t <sub>534</sub>	t <sub>535</sub>	t <sub>536</sub>	t <sub>537</sub>	t <sub>538</sub>	t <sub>539</sub>	t <sub>540</sub>	t <sub>541</sub>	t <sub>542</sub>	t <sub>543</sub>	t <sub>544</sub>	t <sub>545</sub>	t <sub>546</sub>	t <sub>547</sub>	t <sub>548</sub>	t <sub>549</sub>	t <sub>550</sub>	t <sub>551</sub>	t <sub>552</sub>	t <sub>553</sub>	t <sub>554</sub>	t <sub>555</sub>	t <sub>556</sub>	t <sub>557</sub>	t <sub>558</sub>	t <sub>559</sub>	t <sub>560</sub>	t <sub>561</sub>	t <sub>562</sub>	t <sub>563</sub>	t <sub>564</sub>	t <sub>565</sub>	t <sub>566</sub>	t <sub>567</sub>	t <sub>568</sub>	t <sub>569</sub>	t <sub>570</sub>	t <sub>571</sub>	t <sub>572</sub>	t <sub>573</sub>	t <sub>574</sub>	t <sub>575</sub>	t <sub>576</sub>	t <sub>577</sub>	t <sub>578</sub>	t <sub>579</sub>	t <sub>580</sub>	t <sub>581</sub>	t <sub>582</sub>	t <sub>583</sub>	t <sub>584</sub>	t <sub>585</sub>	t <sub>586</sub>	t <sub>587</sub>	t <sub>588</sub>	t <sub>589</sub>	t <sub>590</sub>	t <sub>591</sub>	t <sub>592</sub>	t <sub>593</sub>	t <sub>594</sub>	t <sub>595</sub>	t <sub>596</sub>	t <sub>597</sub>	t <sub>598</sub>	t <sub>599</sub>	t <sub>600</sub>	t <sub>601</sub>	t <sub>602</sub>	t <sub>603</sub>	t <sub>604</sub>	t <sub>605</sub>	t <sub>606</sub>	t <sub>607</sub>	t <sub>608</sub>	t <sub>609</sub>	t <sub>610</sub>	t <sub>611</sub>	t <sub>612</sub>	t <sub>613</sub>	t <sub>614</sub>	t <sub>615</sub>	t <sub>616</sub>	t <sub>617</sub>	t <sub>618</sub>	t <sub>619</sub>	t <sub>620</sub>	t <sub>621</sub>	t <sub>622</sub>	t <sub>623</sub>	t <sub>624</sub>	t <sub>625</sub>	t <sub>626</sub>	t <sub>627</sub>	t <sub>628</sub>	t <sub>629</sub>	t <sub>630</sub>	t <sub>631</sub>	t <sub>632</sub>	t <sub>633</sub>	t <sub>634</sub>	t <sub>635</sub>	t <sub>636</sub>	t <sub>637</sub>	t <sub>638</sub>	t <sub>639</sub>	t <sub>640</sub>	t <sub>641</sub>	t <sub>642</sub>	t <sub>643</sub>	t <sub>644</sub>	t <sub>645</sub>	t <sub>646</sub>	t <sub>647</sub>	t <sub>648</sub>	t <sub>649</sub>	t <sub>650</sub>	t <sub>651</sub>	t <sub>652</sub>	t <sub>653</sub>	t <sub>654</sub>	t <sub>655</sub>	t <sub>656</sub>	t <sub>657</sub>	t <sub>658</sub>	t <sub>659</sub>	t <sub>660</sub>	t <sub>661</sub>	t <sub>662</sub>	t <sub>663</sub>	t <sub>664</sub>	t <sub>665</sub>	t <sub>666</sub>	t <sub>667</sub>	t <sub>668</sub>	t <sub>669</sub>	t <sub>670</sub>	t <sub>671</sub>	t <sub>672</sub>	t <sub>673</sub>	t <sub>674</sub>	t <sub>675</sub>	t <sub>676</sub>	t <sub>677</sub>	t <sub>678</sub>	t <sub>679</sub>	t <sub>680</sub>	t <sub>681</sub>	t <sub>682</sub>	t <sub>683</sub>	t <sub>684</sub>	t <sub>685</sub>	t <sub>686</sub>	t <sub>687</sub>	t <sub>688</sub>	t <sub>689</sub>	t <sub>690</sub>	t <sub>691</sub>	t <sub>692</sub>	t <sub>693</sub>	t <sub>694</sub>	t <sub>695</sub>	t <sub>696</sub>	t <sub>697</sub>	t <sub>698</sub>	t <sub>699</sub>	t <sub>700</sub>	t <sub>701</sub>	t <sub>702</sub>	t <sub>703</sub>	t <sub>704</sub>	t <sub>705</sub>	t <sub>706</sub>	t <sub>707</sub>	t <sub>708</sub>	t <sub>709</sub>	t <sub>710</sub>	t <sub>711</sub>	t <sub>712</sub>	t <sub>713</sub>	t <sub>714</sub>	t <sub>715</sub>	t <sub>716</sub>	t <sub>717</sub>	t <sub>718</sub>	t <sub>719</sub>	t <sub>720</sub>	t <sub>721</sub>	t <sub>722</sub>	t <sub>723</sub>	t <sub>724</sub>	t <sub>725</sub>	t <sub>726</sub>	t <sub>727</sub>	t <sub>728</sub>	t <sub>729</sub>	t <sub>730</sub>	t <sub>731</sub>	t <sub>732</sub>	t <sub>733</sub>	t <sub>734</sub>	t <sub>735</sub>	t <sub>736</sub>	t <sub>737</sub>	t <sub>738</sub>	t <sub>739</sub>	t <sub>740</sub>	t <sub>741</sub>	t <sub>742</sub>	t <sub>743</sub>	t <sub>744</sub>	t <sub>745</sub>	t <sub>746</sub>	t <sub>747</sub>	t <sub>748</sub>	t <sub>749</sub>	t <sub>750</sub>	t <sub>751</sub>	t <sub>752</sub>	t <sub>753</sub>	t <sub>754</sub>	t <sub>755</sub>	t <sub>756</sub>	t <sub>757</sub>	t <sub>758</sub>	t <sub>759</sub>	t <sub>760</sub>	t <sub>761</sub>	t <sub>762</sub>	t <sub>763</sub>	t <sub>764</sub>	t <sub>765</sub>	t <sub>766</sub>	t <sub>767</sub>	t <sub>768</sub>	t <sub>769</sub>	t <sub>770</sub>	t <sub>771</sub>	t <sub>772</sub>	t <sub>773</sub>	t <sub>774</sub>	t <sub>775</sub>	t <sub>776</sub>	t <sub>777</sub>	t <sub>778</sub>	t <sub>779</sub>	t <sub>780</sub>	t <sub>781</sub>	t <sub>782</sub>	t <sub>783</sub>	t <sub>784</sub>	t <sub>785</sub>	t <sub>786</sub>	t <sub>787</sub>	t <sub>788</sub>	t <sub>789</sub>	t <sub>790</sub>	t <sub>791</sub>	t <sub>792</sub>	t <sub>793</sub>	t <sub>794</sub>	t <sub>795</sub>	t <sub>796</sub>	t <sub>797</sub>	t <sub>798</sub>	t <sub>799</sub>	t <sub>800</sub>	t <sub>801</sub>	t <sub>802</sub>	t <sub>803</sub>	t <sub>804</sub>	t <sub>805</sub>	t <sub>806</sub>	t <sub>807</sub>	t <sub>808</sub>	t <sub>809</sub>	t <sub>810</sub>	t <sub>811</sub>	t <sub>812</sub>	t <sub>813</sub>	t <sub>814</sub>	t <sub>815</sub>	t <sub>816</sub>	t <sub>817</sub>	t <sub>818</sub>	t <sub>819</sub>	t <sub>820</sub>	t <sub>821</sub>	t <sub>822</sub>	t <sub>823</sub>	t <sub>824</sub>	t <sub>825</sub>	t <sub>826</sub>	t <sub>827</sub>	t <sub>828</sub>	t <sub>829</sub>	t <sub>830</sub>	t <sub>831</sub>	t <sub>832</sub>	t <sub>833</sub>	t <sub>834</sub>	t <sub>835</sub>	t <sub>836</sub>	t <sub>837</sub>	t <sub>838</sub>	t <sub>839</sub>	t <sub>840</sub>	t <sub>841</sub>	t <sub>842</sub>	t <sub>843</sub>	t <sub>844</sub>	t <sub>845</sub>	t <sub>846</sub>	t <sub>847</sub>	t <sub>848</sub>	t <sub>849</sub>	t <sub>850</sub>	t <sub>851</sub>	t <sub>852</sub>	t <sub>853</sub>	t <sub>854</sub>	t <sub>855</sub>	t <sub>856</sub>	t <sub>857</sub>	t <sub>858</sub>	t <sub>859</sub>	t <sub>860</sub>	t <sub>861</sub>	t <sub>862</sub>	t <sub>863</sub>	t <sub>864</sub>	t <sub>865</sub>	t <sub>866</sub>	t <sub>867</sub>	t <sub>868</sub>

FLEXION SIMPLE EN EL PLANO Z

Sección efectiva para la resistencia a flexión según el eje Y-Y cuando la relación b/t del ala comprimida excede de 53.3 para  $G_{b,d} = 125 \text{ N/mm}^2$  y  $48.6$  para  $G_{b,d} = 150 \text{ N/mm}^2$



Zc: Distancia de la fibra superior a la fibra neutra  
 I'y: Momento de inercia efectivo  
 %: Mónico momento flector admisible (respecto de Y-Y)  
 0: Coeficiente de pandeo local

TARLA 2

DIMENSIONES	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL												CARACTERISTICAS RESISTENTES																
	AREA PESO				EJE Y-Y				EJE Z-Z				Ejes Principales				$G_F = 200 \text{ N/mm}^2 (F - 20)$				$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 (F - 24)$								
b	h	b <sub>e</sub>	h <sub>e</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>yc</sub>	I <sub>yc</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>zc</sub>	I <sub>zc</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>yc</sub>	I <sub>yc</sub>	I <sub>zc</sub>	I <sub>zc</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>yc</sub>	W <sub>yc</sub>	W <sub>zc</sub>	W <sub>zc</sub>		
50	15	2.00	16.34	3.09	41.34	2.24	26.44	3.40	2.59	25.60	36.89	60.56	3.92	7.23	1.35	4.00	41.34	1.29	1.00	4.00	41.34	1.55	1.00						
50	20	2.50	12.81	3.17	37.16	7.62	2.70	33.44	39.05	78.38	3.92	10.02	1.40	4.00	51.24	1.69	1.00	4.00	51.24	1.92	1.00	1.00							
50	25	3.25	15.65	3.13	34.68	9.23	2.65	30.60	38.78	95.21	3.87	12.05	1.38	4.00	62.58	1.94	1.00	4.00	62.58	2.35	1.00	1.00							
50	35	4.50	13.95	4.00	26.44	5.40	2.47	32.65	28.38	86.87	4.48	8.80	1.42	5.00	69.25	1.73	1.00	5.00	69.25	2.32	1.00	1.00							
50	45	6.00	10.90	3.97	31.52	3.47	2.43	39.30	33.13	105.03	4.43	10.51	1.40	5.00	84.02	2.10	1.00	5.00	84.02	2.62	1.00	1.00							
50	55	8.00	102.44	3.82	37.67	7.78	2.37	47.64	27.77	128.14	4.38	12.58	1.37	5.00	103.04	2.58	1.00	5.00	103.04	3.89	1.00	1.00							
60	15	2.00	17.74	4.70	21.44	5.40	2.30	39.70	22.50	120.28	5.08	9.99	1.45	5.00	105.83	2.20	0.78	6.00	105.83	2.45	0.94	1.00							
60	20	2.50	15.21	4.08	37.16	7.62	2.47	55.37	33.67	156.65	5.07	13.77	1.50	6.00	133.26	2.78	1.00	6.00	133.26	2.73	1.00	1.00							
60	25	3.25	14.25	4.15	44.68	9.23	2.42	64.42	33.56	197.39	5.02	16.59	1.47	6.00	164.29	3.42	1.00	6.00	164.29	4.11	1.00	1.00							
60	30	4.75	10.87	3.63	57.32	12.84	2.30	85.35	22.87	259.67	4.89	21.33	1.40	6.00	223.66	4.30	1.00	6.00	223.66	5.69	1.00	1.00							
60	35	6.00	7.09	5.57	245.67	30.81	5.82	59.98	16.21	2.91	85.64	23.85	253.56	5.98	22.09	1.76	7.00	215.67	3.85	1.00	7.00	215.67	4.32	0.97	1.00				
60	40	8.00	7.01	267.46	38.09	5.47	72.73	12.46	2.83	105.07	23.57	131.29	5.92	25.84	1.73	7.00	257.40	4.77	1.00	7.00	257.40	5.73	1.00	1.00					
60	45	10.75	12.77	10.03	348.94	50.71	5.38	95.25	16.53	2.72	141.49	22.98	142.94	5.80	35.26	1.66	7.00	348.94	6.59	1.00	7.00	348.94	7.91	1.00	1.00				











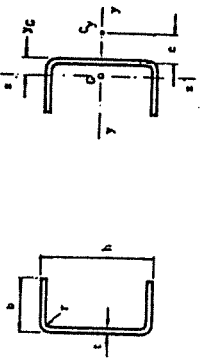


DIMENSIONES		CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL										CARACTERISTICAS RESISTENTES																	
		AREA		PESO		CENTRO DE GRAVITACION										CENTRO DE GRAVITACION													
						EJE Y-Y					EJE Z-Z					G <sub>F</sub> = 200 N/mm <sup>2</sup> (F - 20)					G <sub>F</sub> = 240 N/mm <sup>2</sup> (F - 24)								
						I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>yz</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>yz</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>yz</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>yz</sub>	Z <sub>0</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Z <sub>6</sub>	Z <sub>7</sub>	Z <sub>8</sub>	Z <sub>9</sub>	Z <sub>10</sub>	
80	20	5.34	4.19	47.68	10.40	2.99	3.42	71.91	12.40	3.67	6.28	3.42	47.68	1.75	1.00	3.42	3.42	47.68	1.00	3.42	47.68	2.09	2.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
80	20	6.59	5.17	57.80	12.60	2.94	3.41	87.46	15.21	3.64	6.48	3.41	57.80	2.12	1.00	3.41	3.41	57.80	1.00	3.41	57.80	2.54	2.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
80	20	8.29	6.51	70.81	15.42	2.92	3.41	107.69	18.96	3.60	6.77	3.41	70.81	2.60	1.00	3.41	3.41	70.81	1.00	3.41	70.81	3.12	3.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
100	50	7.09	5.57	91.16	16.23	3.59	5.00	44.45	9.36	2.50	3.29	5.00	91.16	2.28	1.00	5.00	5.00	91.16	1.00	5.00	91.16	2.73	2.73	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
100	50	8.93	7.01	112.19	22.44	3.54	5.00	54.34	11.61	2.47	3.42	5.00	112.19	2.80	1.00	5.00	5.00	112.19	1.00	5.00	112.19	3.37	3.37	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
100	50	12.77	10.02	152.11	30.42	3.45	5.00	72.61	16.05	2.38	3.75	5.00	152.11	3.80	1.00	5.00	5.00	152.11	1.00	5.00	152.11	4.56	4.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
120	60	8.34	6.55	152.30	24.66	4.27	5.82	71.35	13.59	2.92	3.81	5.82	152.30	3.27	1.00	5.82	5.82	152.30	1.00	5.82	152.30	3.92	3.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
120	60	10.53	8.26	188.53	30.52	4.23	5.82	87.81	16.95	2.89	3.94	5.82	188.53	4.05	1.00	5.82	5.82	188.53	1.00	5.82	188.53	4.86	4.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
120	60	15.14	11.89	259.21	41.94	4.14	5.82	119.24	23.73	2.81	4.26	5.82	259.21	5.57	1.00	5.82	5.82	259.21	1.00	5.82	259.21	6.68	6.68	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

† Módulo resistente respecto de los labios rigidizadores

\*\*\*

$\sigma_c$ : Tensión en la fibra mas comprimida  
 $M_x$ : Máximo momento flector admisible (respecto de Y-Y)  
 $\theta$ : Coeficiente de pandeo local



DIMENSIONES	AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL										CENTRO				CARACTERISTICAS RESISTENTES								
			EJE Y-Y					EJE Z-Z					DE				CORTA								
			I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>xy</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>yz</sub>	I <sub>xz</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>xy</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>yz</sub>	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	C <sub>z</sub>	C <sub>y</sub>	C <sub>x</sub>	C <sub>z</sub>	$\sigma_c$	$\sigma_t$	$\theta$	$\sigma_c$	$\sigma_t$	q
40   20   2.50	1.80	1.41	4.09	2.05	1.51	0.66	0.48	0.61	0.62	0.75	125.00	0.26	1.00	150.00	0.31	1.00	1.00	150.00	0.31	1.00	1.00	150.00	0.31	1.00	1.00
40   20   2.50	1.80	1.41	4.09	2.05	1.51	0.66	0.48	0.61	0.62	0.75	125.00	0.26	1.00	150.00	0.31	1.00	1.00	150.00	0.31	1.00	1.00	150.00	0.31	1.00	1.00
50   25   2.50	2.30	1.80	8.45	3.38	1.92	1.36	1.08	0.77	0.74	0.95	125.00	0.42	1.00	150.00	0.51	1.00	1.00	150.00	0.51	1.00	1.00	150.00	0.51	1.00	1.00
50   25   3.20	2.86	2.25	10.16	4.06	1.88	1.64	1.34	0.76	0.78	0.95	125.00	0.51	1.00	150.00	0.61	1.00	1.00	150.00	0.61	1.00	1.00	150.00	0.61	1.00	1.00
60   30   2.00	2.27	1.78	12.56	4.19	2.35	2.00	0.93	0.94	0.84	1.13	121.44	0.51	0.97	140.02	0.59	0.93	1.00	150.00	0.59	0.93	1.00	150.00	0.59	0.93	1.00
60   30   2.50	2.80	2.19	15.15	5.05	2.33	2.42	1.11	0.93	0.87	1.13	125.00	0.63	1.00	150.00	0.76	1.00	1.00	150.00	0.76	1.00	1.00	150.00	0.76	1.00	1.00
60   30   3.20	3.50	2.75	18.42	6.14	2.29	2.96	1.41	0.92	0.90	1.13	125.00	0.77	1.00	150.00	0.92	1.00	1.00	150.00	0.92	1.00	1.00	150.00	0.92	1.00	1.00
60   30   4.75	4.98	3.89	24.28	8.09	2.21	3.94	1.94	0.89	0.97	1.13	125.00	1.01	1.00	150.00	1.21	1.00	1.00	150.00	1.21	1.00	1.00	150.00	1.21	1.00	1.00
80   35   2.50	3.35	2.78	33.80	8.45	3.09	4.11	1.98	1.08	0.93	1.28	125.00	1.06	1.00	145.06	1.23	0.97	1.00	150.00	1.23	0.97	1.00	150.00	1.23	0.97	1.00
80   35   3.20	4.46	3.50	41.58	10.40	3.05	5.07	2.49	1.07	0.96	1.28	125.00	1.30	1.00	150.00	1.56	1.00	1.00	150.00	1.56	1.00	1.00	150.00	1.56	1.00	1.00
80   35   4.75	6.38	5.01	56.37	14.09	2.97	6.90	3.51	1.04	1.03	1.28	125.00	1.76	1.00	150.00	2.11	1.00	1.00	150.00	2.11	1.00	1.00	150.00	2.11	1.00	1.00
80   40   2.50	3.80	2.98	37.55	9.39	3.15	5.97	2.07	1.25	1.12	1.51	117.61	1.10	0.94	134.99	1.27	0.90	1.00	150.00	1.27	0.90	1.00	150.00	1.27	0.90	1.00
80   40   3.20	4.78	3.76	46.30	11.58	3.11	7.40	2.59	1.24	1.15	1.51	125.00	1.45	1.00	150.00	1.74	1.00	1.00	150.00	1.74	1.00	1.00	150.00	1.74	1.00	1.00
80   40   4.75	6.86	5.39	63.09	15.77	3.03	10.17	3.66	1.22	1.22	1.51	125.00	1.97	1.00	150.00	2.37	1.00	1.00	150.00	2.37	1.00	1.00	150.00	2.37	1.00	1.00

\* Módulo resistente respecto del borde de las alas

DIMENSIONES	CARACTERÍSTICAS ESTADÍSTICAS DE LA SECCIÓN TOTAL										CARACTERÍSTICAS RESISTENTES							
	AREA		PESO		EJE Y-Y		EJE Z-Z		CENTRO DE CORTE		G F = 200 N/mm <sup>2</sup> (F-20)		G F = 240 N/mm <sup>2</sup> (F-24)					
	h	b	t <sub>f</sub>	s	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	c <sub>x</sub>	c <sub>y</sub>	c <sub>x</sub>	c <sub>y</sub>	r <sub>x</sub>	r <sub>y</sub>	r <sub>0</sub>	
100	40	2.50	4.30	3.37	63.41	12.68	3.84	6.41	2.14	1.22	1.00	1.42	117.61	1.49	0.94	134.99	1.71	0.90
100	40	3.20	5.42	4.26	78.58	15.72	3.81	7.95	2.68	1.21	1.03	1.42	125.00	1.96	1.00	150.00	2.36	1.00
100	40	4.75	7.81	6.13	108.38	21.68	3.73	10.98	3.79	1.19	1.10	1.42	125.00	2.71	1.00	150.00	3.25	1.00
100	50	2.50	4.80	3.76	75.29	15.06	3.96	11.93	3.28	1.58	1.37	1.88	102.28	1.54	0.82	114.84	1.73	0.77
100	50	3.20	6.06	4.76	93.58	18.72	3.93	14.89	4.13	1.57	1.40	1.88	119.05	2.23	0.95	136.88	2.56	0.91
100	50	4.75	8.76	6.88	129.93	25.99	3.85	20.83	5.90	1.54	1.47	1.88	125.00	3.25	1.00	150.00	3.90	1.00
120	45	2.50	5.05	3.96	106.48	17.75	4.59	9.41	3.21	1.37	1.07	1.56	109.95	1.95	0.88	124.91	2.22	0.83
120	45	3.20	6.38	5.01	132.63	22.10	4.56	11.72	4.05	1.35	1.11	1.56	125.00	2.76	1.00	144.74	3.20	0.96
120	45	4.75	9.23	7.25	185.06	30.84	4.48	16.35	5.79	1.33	1.18	1.56	125.00	3.86	1.00	150.00	4.63	1.00
120	50	2.50	5.30	4.16	115.11	19.18	4.66	12.63	3.37	1.54	1.25	1.79	102.28	1.96	0.82	114.84	2.20	0.77
120	50	3.20	6.70	5.26	143.54	23.92	4.63	15.77	4.24	1.53	1.28	1.79	119.05	2.85	0.95	136.88	3.27	0.91
120	50	4.75	9.71	7.62	200.83	33.47	4.55	22.14	6.07	1.51	1.35	1.79	125.00	4.18	1.00	150.00	5.02	1.00
140	45	3.20	7.02	5.51	191.95	27.42	5.23	12.24	4.11	1.32	1.02	1.49	125.00	3.43	1.00	144.74	3.97	0.96
140	45	4.75	10.18	8.00	269.43	38.49	5.14	17.11	5.88	1.30	1.09	1.49	125.00	4.81	1.00	150.00	5.77	1.00
140	45	6.35	13.28	10.43	339.32	48.47	5.05	21.41	7.54	1.27	1.16	1.49	125.00	6.66	1.00	150.00	7.27	1.00
140	50	3.20	7.34	5.77	206.92	29.56	5.31	16.51	4.32	1.50	1.18	1.71	119.05	3.52	0.95	136.88	4.05	0.91
140	50	4.75	10.66	8.37	291.15	41.59	5.23	23.21	6.19	1.48	1.25	1.71	125.00	5.20	1.00	150.00	6.24	1.00

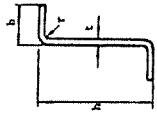
↑ Módulo resistente respecto del borde de las alas



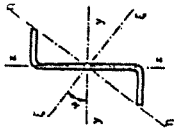
DIMENSIONES	AREA	PESO	CAPACIDADES ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL												CENTRO DE		CARACTERISTICAS RESISTENTES			
			EJE Y-Y						EJE Z-Z						CORTE		G F = 200 N/mm <sup>2</sup> (F-20)		G F = 240 N/mm <sup>2</sup> (F-24)	
			ix	iy	ix	iy	iz	iz	ix	iy	iz	iz	ix	iy	ix	iy	ix	iy	ix	iy
200   60   3.20	9.90	7.77	552.26	55.23	7.47	30.43	6.42	1.75	1.26	1.94	107.07	5.91	0.85	121.14	6.69	0.77				
200   60   4.75	14.16	11.35	788.18	78.82	7.38	43.27	9.27	1.73	1.33	1.94	125.00	9.85	1.00	150.00	11.82	1.00				
200   60   6.35	19.00	14.91	1010.84	101.08	7.29	55.24	12.01	1.71	1.40	1.94	125.00	12.64	1.00	150.00	15.16	1.00				
200   80   3.20	11.18	8.78	676.20	67.62	7.78	68.17	11.21	2.47	1.92	2.83	83.12	5.62	0.66	89.66	6.06	0.60				
200   80   4.75	16.36	12.84	969.27	96.93	7.70	97.89	16.28	2.45	1.99	2.83	114.38	11.09	0.92	130.74	12.67	0.87				
220   70   3.20	11.18	8.78	770.51	70.05	8.30	48.19	8.76	2.08	1.50	2.30	95.10	6.66	0.73	105.40	7.38	0.66				
220   70   4.76	16.39	12.87	1106.80	100.62	8.22	69.09	12.72	2.05	1.57	2.30	122.57	12.33	0.98	141.50	14.24	0.94				
220   70   6.35	21.54	16.91	1423.86	129.44	8.13	88.65	16.53	2.03	1.64	2.30	125.00	16.18	1.00	150.00	19.42	1.00				

8 Módulo resistente respecto del borde de las alas

\*\*\*



G<sub>c</sub>: Tensión en la fibra mas comprimida  
 M<sub>y</sub>: Máximo momento flector admisible (respecto de Y-Y)  
 Q: Coeficiente de pandeo local

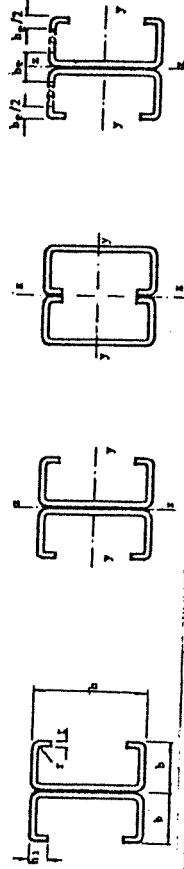


DIMENSIONES	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL													CARACTERISTICAS RESISTENTES											
	AREA			PESO			E.E. Y-Y			EJE Z-Z			Mto. Centl			EJES PRINCIPALES			G F = 200 N/mm <sup>2</sup> (F-20)			G F = 240 N/mm <sup>2</sup> (F-24)			
h	b	t	r	A	s	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>xy</sub>	φ	I	i	I <sub>n</sub>	i <sub>n</sub>	I <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	Q	G <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	Q	G <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	Q	
80	30	2.00		2.67	2.10	24.75	6.19	3.05	3.25	1.12	1.10	6.57	15.71	26.60	3.16	1.40	0.73	121.44	0.75	0.97	140.02	0.87	0.93		
80	30	2.50		3.30	2.59	30.04	7.51	3.02	3.96	1.38	1.10	8.02	15.79	32.31	3.13	1.69	0.72	125.00	0.94	1.00	150.00	1.13	1.00		
80	30	3.20		4.14	3.25	36.86	9.22	2.98	4.88	1.72	1.08	9.93	15.92	39.70	3.10	2.04	0.70	125.00	1.15	1.00	150.00	1.38	1.00		
100	30	2.50		3.80	2.98	51.52	10.30	3.68	3.96	1.38	1.02	10.09	11.59	53.57	3.76	1.90	0.71	125.00	1.29	1.00	150.00	1.55	1.00		
100	30	3.20		4.78	3.76	63.59	12.72	3.65	4.88	1.72	1.01	12.52	11.55	66.15	3.72	2.32	0.70	125.00	1.59	1.00	150.00	1.91	1.00		
100	30	4.75		6.86	5.39	86.83	17.37	3.56	6.63	2.40	0.98	17.35	11.70	90.42	3.63	3.04	0.67	125.00	2.17	1.00	150.00	2.60	1.00		
120	35	2.50		4.55	3.57	89.22	14.87	4.43	6.40	1.90	1.19	16.75	11.01	92.48	4.51	3.14	0.83	125.00	1.86	1.00	145.00	2.16	0.97		
120	35	3.20		5.74	4.51	110.80	18.47	4.39	7.94	2.38	1.18	20.89	11.05	114.88	4.47	3.86	0.82	125.00	2.31	1.00	150.00	2.77	1.00		
120	35	4.75		8.28	6.50	153.51	25.59	4.30	10.95	3.36	1.15	29.25	11.16	159.28	4.38	5.18	0.79	125.00	3.20	1.00	150.00	3.84	1.00		
140	35	2.50		5.05	3.96	130.07	18.58	5.08	6.40	1.90	1.13	19.60	8.80	133.10	5.14	3.37	0.82	125.00	2.33	1.00	145.00	2.70	0.94		
140	35	3.20		6.38	5.01	162.00	23.14	5.04	7.94	2.38	1.12	24.47	8.81	165.90	5.10	4.15	0.81	125.00	2.89	1.00	150.00	3.47	1.00		
140	35	4.75		9.23	7.25	225.99	32.28	4.95	10.95	3.36	1.09	34.34	8.86	231.34	5.01	5.60	0.78	125.00	4.04	1.00	150.00	4.84	1.00		



FLEXION SIMPLE EN EL PLANO Z

Zn: Distancia de la fibra superior a la fibra neutra  
 I'y: Momento de inercia efectivo  
 Hs: Máximo momento flector admisible (respecto de Y-Y)  
 Q: Coeficiente de pandeo local



Sección efectiva para la resistencia a flexión según el eje Y-Y cuando la relación b/t del ala comprimida excede de 53.3 para  $G_{bd} = 125 \text{ N/mm}^2$  y 48.6 para  $G_{bd} = 150 \text{ N/mm}^2$

DIMENSIONES	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL																					
	EJE Y-Y							EJE Z-Z							EJE Y-Y							
	AREA / PESO	I'y	I'z	Zn	Hs	Q	I'y	I'z	Zn	Hs	Q	I'y	I'z	Zn	Hs	Q						
h	b	t	A	g	I'y	I'z	Zn	Hs	Q	I'y	I'z	Zn	Hs	Q	I'y	I'z	Zn	Hs	Q			
25	10	2.00	4.28	3.36	15.94	6.34	1.92	7.07	2.83	1.29	8.58	3.43	1.42	2.5	15.84	0.95	2.49	12.71	0.76	1.00		
50	25	10	2.50	4.07	18.59	7.44	1.89	8.29	3.32	1.27	10.16	4.07	1.40	2.5	18.59	1.12	2.49	14.60	0.88	1.00		
50	30	15	3.20	7.62	5.98	26.20	10.48	1.85	21.42	7.14	1.68	31.71	10.57	2.04	2.5	26.20	1.31	3.00	27.42	1.14	1.00	
60	30	10	2.00	5.08	3.98	27.93	9.31	2.25	11.69	3.70	1.52	25.13	8.38	2.23	3.0	27.93	1.16	3.00	23.24	0.97	1.00	
60	30	10	2.50	6.18	4.85	33.14	11.05	2.32	13.21	4.60	1.49	30.31	10.10	2.21	3.0	33.14	1.38	3.00	27.01	1.13	1.00	
60	40	15	2.00	6.28	4.93	35.89	11.26	2.39	31.28	7.82	2.23	49.52	12.38	2.81	3.0	35.89	1.50	4.00	50.65	1.56	1.00	
60	40	15	2.50	7.68	6.03	42.75	14.32	2.36	37.60	9.40	2.21	60.10	15.02	2.80	3.0	42.75	1.79	4.00	58.57	1.83	1.00	
60	40	15	3.20	9.54	7.49	51.61	17.20	2.33	45.49	11.37	2.18	73.75	18.44	2.78	3.0	51.61	2.15	4.00	68.56	2.14	1.00	
80	50	20	1.60	6.70	5.26	69.54	17.39	3.22	53.52	10.71	2.83	84.53	16.91	3.55	4.0	39.54	2.17	5.00	89.17	2.23	1.00	
90	50	20	2.00	8.28	6.50	84.71	21.18	3.20	65.39	13.08	2.81	103.79	20.76	3.54	4.0	84.71	2.65	5.00	106.85	2.67	1.00	
90	50	25	2.50	10.18	7.99	107.48	25.62	3.17	79.33	15.87	2.79	126.83	25.37	3.33	4.0	102.48	3.20	5.00	126.77	3.17	1.00	
90	50	20	3.20	12.74	10.00	125.17	31.29	3.13	97.39	17.46	2.76	157.21	31.44	3.51	4.0	125.17	3.91	5.00	151.06	3.78	1.00	

TABLA 6



DIMENSIONES		CARACTERISTICAS ESTADISTICAS DE LA SECCION TOTAL												CARACTERISTICAS RESISTENTES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		EJE Y-Y						EJE Z-Z						$\bar{U}_F = 200 \text{ N/mm}^2 (F - 20)$						$\bar{U}_F = 240 \text{ N/mm}^2 (F - 24)$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		AREA	PESO	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
h	b	h <sub>1</sub>	t <sub>f</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>7</sub>	b <sub>8</sub>	b <sub>9</sub>	b <sub>10</sub>	b <sub>11</sub>	b <sub>12</sub>	b <sub>13</sub>	b <sub>14</sub>	b <sub>15</sub>	b <sub>16</sub>	b <sub>17</sub>	b <sub>18</sub>	b <sub>19</sub>	b <sub>20</sub>	b <sub>21</sub>	b <sub>22</sub>	b <sub>23</sub>	b <sub>24</sub>	b <sub>25</sub>	b <sub>26</sub>	b <sub>27</sub>	b <sub>28</sub>	b <sub>29</sub>	b <sub>30</sub>	b <sub>31</sub>	b <sub>32</sub>	b <sub>33</sub>	b <sub>34</sub>	b <sub>35</sub>	b <sub>36</sub>	b <sub>37</sub>	b <sub>38</sub>	b <sub>39</sub>	b <sub>40</sub>	b <sub>41</sub>	b <sub>42</sub>	b <sub>43</sub>	b <sub>44</sub>	b <sub>45</sub>	b <sub>46</sub>	b <sub>47</sub>	b <sub>48</sub>	b <sub>49</sub>	b <sub>50</sub>	b <sub>51</sub>	b <sub>52</sub>	b <sub>53</sub>	b <sub>54</sub>	b <sub>55</sub>	b <sub>56</sub>	b <sub>57</sub>	b <sub>58</sub>	b <sub>59</sub>	b <sub>60</sub>	b <sub>61</sub>	b <sub>62</sub>	b <sub>63</sub>	b <sub>64</sub>	b <sub>65</sub>	b <sub>66</sub>	b <sub>67</sub>	b <sub>68</sub>	b <sub>69</sub>	b <sub>70</sub>	b <sub>71</sub>	b <sub>72</sub>	b <sub>73</sub>	b <sub>74</sub>	b <sub>75</sub>	b <sub>76</sub>	b <sub>77</sub>	b <sub>78</sub>	b <sub>79</sub>	b <sub>80</sub>	b <sub>81</sub>	b <sub>82</sub>	b <sub>83</sub>	b <sub>84</sub>	b <sub>85</sub>	b <sub>86</sub>	b <sub>87</sub>	b <sub>88</sub>	b <sub>89</sub>	b <sub>90</sub>	b <sub>91</sub>	b <sub>92</sub>	b <sub>93</sub>	b <sub>94</sub>	b <sub>95</sub>	b <sub>96</sub>	b <sub>97</sub>	b <sub>98</sub>	b <sub>99</sub>	b <sub>100</sub>	b <sub>101</sub>	b <sub>102</sub>	b <sub>103</sub>	b <sub>104</sub>	b <sub>105</sub>	b <sub>106</sub>	b <sub>107</sub>	b <sub>108</sub>	b <sub>109</sub>	b <sub>110</sub>	b <sub>111</sub>	b <sub>112</sub>	b <sub>113</sub>	b <sub>114</sub>	b <sub>115</sub>	b <sub>116</sub>	b <sub>117</sub>	b <sub>118</sub>	b <sub>119</sub>	b <sub>120</sub>	b <sub>121</sub>	b <sub>122</sub>	b <sub>123</sub>	b <sub>124</sub>	b <sub>125</sub>	b <sub>126</sub>	b <sub>127</sub>	b <sub>128</sub>	b <sub>129</sub>	b <sub>130</sub>	b <sub>131</sub>	b <sub>132</sub>	b <sub>133</sub>	b <sub>134</sub>	b <sub>135</sub>	b <sub>136</sub>	b <sub>137</sub>	b <sub>138</sub>	b <sub>139</sub>	b <sub>140</sub>	b <sub>141</sub>	b <sub>142</sub>	b <sub>143</sub>	b <sub>144</sub>	b <sub>145</sub>	b <sub>146</sub>	b <sub>147</sub>	b <sub>148</sub>	b <sub>149</sub>	b <sub>150</sub>	b <sub>151</sub>	b <sub>152</sub>	b <sub>153</sub>	b <sub>154</sub>	b <sub>155</sub>	b <sub>156</sub>	b <sub>157</sub>	b <sub>158</sub>	b <sub>159</sub>	b <sub>160</sub>	b <sub>161</sub>	b <sub>162</sub>	b <sub>163</sub>	b <sub>164</sub>	b <sub>165</sub>	b <sub>166</sub>	b <sub>167</sub>	b <sub>168</sub>	b <sub>169</sub>	b <sub>170</sub>	b <sub>171</sub>	b <sub>172</sub>	b <sub>173</sub>	b <sub>174</sub>	b <sub>175</sub>	b <sub>176</sub>	b <sub>177</sub>	b <sub>178</sub>	b <sub>179</sub>	b <sub>180</sub>	b <sub>181</sub>	b <sub>182</sub>	b <sub>183</sub>	b <sub>184</sub>	b <sub>185</sub>	b <sub>186</sub>	b <sub>187</sub>	b <sub>188</sub>	b <sub>189</sub>	b <sub>190</sub>	b <sub>191</sub>	b <sub>192</sub>	b <sub>193</sub>	b <sub>194</sub>	b <sub>195</sub>	b <sub>196</sub>	b <sub>197</sub>	b <sub>198</sub>	b <sub>199</sub>	b <sub>200</sub>	b <sub>201</sub>	b <sub>202</sub>	b <sub>203</sub>	b <sub>204</sub>	b <sub>205</sub>	b <sub>206</sub>	b <sub>207</sub>	b <sub>208</sub>	b <sub>209</sub>	b <sub>210</sub>	b <sub>211</sub>	b <sub>212</sub>	b <sub>213</sub>	b <sub>214</sub>	b <sub>215</sub>	b <sub>216</sub>	b <sub>217</sub>	b <sub>218</sub>	b <sub>219</sub>	b <sub>220</sub>	b <sub>221</sub>	b <sub>222</sub>	b <sub>223</sub>	b <sub>224</sub>	b <sub>225</sub>	b <sub>226</sub>	b <sub>227</sub>	b <sub>228</sub>	b <sub>229</sub>	b <sub>230</sub>	b <sub>231</sub>	b <sub>232</sub>	b <sub>233</sub>	b <sub>234</sub>	b <sub>235</sub>	b <sub>236</sub>	b <sub>237</sub>	b <sub>238</sub>	b <sub>239</sub>	b <sub>240</sub>	b <sub>241</sub>	b <sub>242</sub>	b <sub>243</sub>	b <sub>244</sub>	b <sub>245</sub>	b <sub>246</sub>	b <sub>247</sub>	b <sub>248</sub>	b <sub>249</sub>	b <sub>250</sub>	b <sub>251</sub>	b <sub>252</sub>	b <sub>253</sub>	b <sub>254</sub>	b <sub>255</sub>	b <sub>256</sub>	b <sub>257</sub>	b <sub>258</sub>	b <sub>259</sub>	b <sub>260</sub>	b <sub>261</sub>	b <sub>262</sub>	b <sub>263</sub>	b <sub>264</sub>	b <sub>265</sub>	b <sub>266</sub>	b <sub>267</sub>	b <sub>268</sub>	b <sub>269</sub>	b <sub>270</sub>	b <sub>271</sub>	b <sub>272</sub>	b <sub>273</sub>	b <sub>274</sub>	b <sub>275</sub>	b <sub>276</sub>	b <sub>277</sub>	b <sub>278</sub>	b <sub>279</sub>	b <sub>280</sub>	b <sub>281</sub>	b <sub>282</sub>	b <sub>283</sub>	b <sub>284</sub>	b <sub>285</sub>	b <sub>286</sub>	b <sub>287</sub>	b <sub>288</sub>	b <sub>289</sub>	b <sub>290</sub>	b <sub>291</sub>	b <sub>292</sub>	b <sub>293</sub>	b <sub>294</sub>	b <sub>295</sub>	b <sub>296</sub>	b <sub>297</sub>	b <sub>298</sub>	b <sub>299</sub>	b <sub>300</sub>	b <sub>301</sub>	b <sub>302</sub>	b <sub>303</sub>	b <sub>304</sub>	b <sub>305</sub>	b <sub>306</sub>	b <sub>307</sub>	b <sub>308</sub>	b <sub>309</sub>	b <sub>310</sub>	b <sub>311</sub>	b <sub>312</sub>	b <sub>313</sub>	b <sub>314</sub>	b <sub>315</sub>	b <sub>316</sub>	b <sub>317</sub>	b <sub>318</sub>	b <sub>319</sub>	b <sub>320</sub>	b <sub>321</sub>	b <sub>322</sub>	b <sub>323</sub>	b <sub>324</sub>	b <sub>325</sub>	b <sub>326</sub>	b <sub>327</sub>	b <sub>328</sub>	b <sub>329</sub>	b <sub>330</sub>	b <sub>331</sub>	b <sub>332</sub>	b <sub>333</sub>	b <sub>334</sub>	b <sub>335</sub>	b <sub>336</sub>	b <sub>337</sub>	b <sub>338</sub>	b <sub>339</sub>	b <sub>340</sub>	b <sub>341</sub>	b <sub>342</sub>	b <sub>343</sub>	b <sub>344</sub>	b <sub>345</sub>	b <sub>346</sub>	b <sub>347</sub>	b <sub>348</sub>	b <sub>349</sub>	b <sub>350</sub>	b <sub>351</sub>	b <sub>352</sub>	b <sub>353</sub>	b <sub>354</sub>	b <sub>355</sub>	b <sub>356</sub>	b <sub>357</sub>	b <sub>358</sub>	b <sub>359</sub>	b <sub>360</sub>	b <sub>361</sub>	b <sub>362</sub>	b <sub>363</sub>	b <sub>364</sub>	b <sub>365</sub>	b <sub>366</sub>	b <sub>367</sub>	b <sub>368</sub>	b <sub>369</sub>	b <sub>370</sub>	b <sub>371</sub>	b <sub>372</sub>	b <sub>373</sub>	b <sub>374</sub>	b <sub>375</sub>	b <sub>376</sub>	b <sub>377</sub>	b <sub>378</sub>	b <sub>379</sub>	b <sub>380</sub>	b <sub>381</sub>	b <sub>382</sub>	b <sub>383</sub>	b <sub>384</sub>	b <sub>385</sub>	b <sub>386</sub>	b <sub>387</sub>	b <sub>388</sub>	b <sub>389</sub>	b <sub>390</sub>	b <sub>391</sub>	b <sub>392</sub>	b <sub>393</sub>	b <sub>394</sub>	b <sub>395</sub>	b <sub>396</sub>	b <sub>397</sub>	b <sub>398</sub>	b <sub>399</sub>	b <sub>400</sub>	b <sub>401</sub>	b <sub>402</sub>	b <sub>403</sub>	b <sub>404</sub>	b <sub>405</sub>	b <sub>406</sub>	b <sub>407</sub>	b <sub>408</sub>	b <sub>409</sub>	b <sub>410</sub>	b <sub>411</sub>	b <sub>412</sub>	b <sub>413</sub>	b <sub>414</sub>	b <sub>415</sub>	b <sub>416</sub>	b <sub>417</sub>	b <sub>418</sub>	b <sub>419</sub>	b <sub>420</sub>	b <sub>421</sub>	b <sub>422</sub>	b <sub>423</sub>	b <sub>424</sub>	b <sub>425</sub>	b <sub>426</sub>	b <sub>427</sub>	b <sub>428</sub>	b <sub>429</sub>	b <sub>430</sub>	b <sub>431</sub>	b <sub>432</sub>	b <sub>433</sub>	b <sub>434</sub>	b <sub>435</sub>	b <sub>436</sub>	b <sub>437</sub>	b <sub>438</sub>	b <sub>439</sub>	b <sub>440</sub>	b <sub>441</sub>	b <sub>442</sub>	b <sub>443</sub>	b <sub>444</sub>	b <sub>445</sub>	b <sub>446</sub>	b <sub>447</sub>	b <sub>448</sub>	b <sub>449</sub>	b <sub>450</sub>	b <sub>451</sub>	b <sub>452</sub>	b <sub>453</sub>	b <sub>454</sub>	b <sub>455</sub>	b <sub>456</sub>	b <sub>457</sub>	b <sub>458</sub>	b <sub>459</sub>	b <sub>460</sub>	b <sub>461</sub>	b <sub>462</sub>	b <sub>463</sub>	b <sub>464</sub>	b <sub>465</sub>	b <sub>466</sub>	b <sub>467</sub>	b <sub>468</sub>	b <sub>469</sub>	b <sub>470</sub>	b <sub>471</sub>	b <sub>472</sub>	b <sub>473</sub>	b <sub>474</sub>	b <sub>475</sub>	b <sub>476</sub>	b <sub>477</sub>	b <sub>478</sub>	b <sub>479</sub>	b <sub>480</sub>	b <sub>481</sub>	b <sub>482</sub>	b <sub>483</sub>	b <sub>484</sub>	b <sub>485</sub>	b <sub>486</sub>	b <sub>487</sub>	b <sub>488</sub>	b <sub>489</sub>	b <sub>490</sub>	b <sub>491</sub>	b <sub>492</sub>	b <sub>493</sub>	b <sub>494</sub>	b <sub>495</sub>	b <sub>496</sub>	b <sub>497</sub>	b <sub>498</sub>	b <sub>499</sub>	b <sub>500</sub>	b <sub>501</sub>	b <sub>502</sub>	b <sub>503</sub>	b <sub>504</sub>	b <sub>505</sub>	b <sub>506</sub>	b <sub>507</sub>	b <sub>508</sub>	b <sub>509</sub>	b <sub>510</sub>	b <sub>511</sub>	b <sub>512</sub>	b <sub>513</sub>	b <sub>514</sub>	b <sub>515</sub>	b <sub>516</sub>	b <sub>517</sub>	b <sub>518</sub>	b <sub>519</sub>	b <sub>520</sub>	b <sub>521</sub>	b <sub>522</sub>	b <sub>523</sub>	b <sub>524</sub>	b <sub>525</sub>	b <sub>526</sub>	b <sub>527</sub>	b <sub>528</sub>	b <sub>529</sub>	b <sub>530</sub>	b <sub>531</sub>	b <sub>532</sub>	b <sub>533</sub>	b <sub>534</sub>	b <sub>535</sub>	b <sub>536</sub>	b <sub>537</sub>	b <sub>538</sub>	b <sub>539</sub>	b <sub>540</sub>	b <sub>541</sub>	b <sub>542</sub>	b <sub>543</sub>	b <sub>544</sub>	b <sub>545</sub>	b <sub>546</sub>	b <sub>547</sub>	b <sub>548</sub>	b <sub>549</sub>	b <sub>550</sub>	b <sub>551</sub>	b <sub>552</sub>	b <sub>553</sub>	b <sub>554</sub>	b <sub>555</sub>	b <sub>556</sub>	b <sub>557</sub>	b <sub>558</sub>	b <sub>559</sub>	b <sub>560</sub>	b <sub>561</sub>	b <sub>562</sub>	b <sub>563</sub>	b <sub>564</sub>	b <sub>565</sub>	b <sub>566</sub>	b <sub>567</sub>	b <sub>568</sub>	b <sub>569</sub>	b <sub>570</sub>	b <sub>571</sub>	b <sub>572</sub>	b <sub>573</sub>	b <sub>574</sub>	b <sub>575</sub>	b <sub>576</sub>	b <sub>577</sub>	b <sub>578</sub>	b <sub>579</sub>	b <sub>580</sub>	b <sub>581</sub>	b <sub>582</sub>	b <sub>583</sub>	b <sub>584</sub>	b <sub>585</sub>	b <sub>586</sub>	b <sub>587</sub>	b <sub>588</sub>	b <sub>589</sub>	b <sub>590</sub>	b <sub>591</sub>	b <sub>592</sub>	b <sub>593</sub>	b <sub>594</sub>	b <sub>595</sub>	b <sub>596</sub>	b <sub>597</sub>	b <sub>598</sub>	b <sub>599</sub>	b <sub>600</sub>	b <sub>601</sub>	b <sub>602</sub>	b <sub>603</sub>	b <sub>604</sub>	b <sub>605</sub>	b <sub>606</sub>	b <sub>607</sub>	b <sub>608</sub>	b <sub>609</sub>	b <sub>610</sub>	b <sub>611</sub>	b <sub>612</sub>	b <sub>613</sub>	b <sub>614</sub>	b <sub>615</sub>	b <sub>616</sub>	b <sub>617</sub>	b <sub>618</sub>	b <sub>619</sub>	b <sub>620</sub>	b <sub>621</sub>	b <sub>622</sub>	b <sub>623</sub>	b <sub>624</sub>	b <sub>625</sub>	b <sub>626</sub>	b <sub>627</sub>	b <sub>628</sub>	b <sub>629</sub>	b <sub>630</sub>	b <sub>631</sub>	b <sub>632</sub>	b <sub>633</sub>	b <sub>634</sub>	b <sub>635</sub>	b <sub>636</sub>	b <sub>637</sub>	b <sub>638</sub>	b <sub>639</sub>	b <sub>640</sub>	b <sub>641</sub>	b <sub>642</sub>	b <sub>643</sub>	b <sub>644</sub>	b <sub>645</sub>	b <sub>646</sub>	b <sub>647</sub>	b <sub>648</sub>	b <sub>649</sub>	b <sub>650</sub>	b <sub>651</sub>	b <sub>652</sub>	b <sub>653</sub>	b <sub>654</sub>	b <sub>655</sub>	b <sub>656</sub>	b <sub>657</sub>	b <sub>658</sub>	b <sub>659</sub>	b <sub>660</sub>	b <sub>661</sub>	b <sub>662</sub>	b <sub>663</sub>	b <sub>664</sub>	b <sub>665</sub>	b <sub>666</sub>	b <sub>667</sub>	b <sub>668</sub>	b <sub>669</sub>	b <sub>670</sub>	b <sub>671</sub>	b <sub>672</sub>	b <sub>673</sub>	b <sub>674</sub>	b <sub>675</sub>	b <sub>676</sub>	b <sub>677</sub>	b <sub>678</sub>	b <sub>679</sub>	b <sub>680</sub>	b <sub>681</sub>	b <sub>682</sub>	b <sub>683</sub>	b <sub>684</sub>	b <sub>685</sub>	b <sub>686</sub>	b <sub>687</sub>	b <sub>688</sub>	b <sub>689</sub>	b <sub>690</sub>	b <sub>691</sub>	b <sub>692</sub>	b <sub>693</sub>	b <sub>694</sub>	b <sub>695</sub>	b <sub>696</sub>	b <sub>697</sub>	b <sub>698</sub>	b <sub>699</sub>	b <sub>700</sub>	b <sub>701</sub>	b <sub>702</sub>	b <sub>703</sub>	b <sub>704</sub>	b <sub>705</sub>	b <sub>706</sub>	b <sub>707</sub>	b <sub>708</sub>	b <sub>709</sub>	b <sub>710</sub>	b <sub>711</sub>	b <sub>712</sub>	b <sub>713</sub>	b <sub>714</sub>	b <sub>715</sub>	b <sub>716</sub>	b <sub>717</sub>	b <sub>718</sub>	b <sub>719</sub>	b <sub>720</sub>	b <sub>721</sub>	b <sub>722</sub>	b <sub>723</sub>	b <sub>724</sub>	b <sub>725</sub>	b <sub>726</sub>	b <sub>727</sub>	b <sub>728</sub>	b <sub>729</sub>	b <sub>730</sub>	b <sub>731</sub>	b <sub>732</sub>	b <sub>733</sub>	b <sub>734</sub>	b <sub>735</sub>	b <sub>736</sub>	b <sub>737</sub>	b <sub>738</sub>	b <sub>739</sub>	b <sub>740</sub>	b <sub>741</sub>	b <sub>742</sub>	b <sub>743</sub>	b <sub>744</sub>	b <sub>745</sub>	b <sub>746</sub>	b <sub>747</sub>	b <sub>748</sub>	b <sub>749</sub>	b <sub>750</sub>	b <sub>751</sub>	b <sub>752</sub>	b <sub>753</sub>	b <sub>754</sub>	b <sub>755</sub>	b <sub>756</sub>	b <sub>757</sub>	b <sub>758</sub>	b <sub>759</sub>	b <sub>760</sub>	b <sub>761</sub>	b <sub>762</sub>	b <sub>763</sub>	b <sub>764</sub>	b <sub>765</sub>	b <sub>766</sub>	b <sub>767</sub>	b <sub>768</sub>	b <sub>769</sub>	b <sub>770</sub>	b <sub>771</sub>	b <sub>772</sub>	b <sub>773</sub>	b <sub>774</sub>	b <sub>775</sub>	b <sub>776</sub>	b <sub>777</sub>	b <sub>778</sub>	b <sub>779</sub>	b <sub>780</sub>	b <sub>781</sub>	b <sub>782</sub>	b <sub>783</sub>	b <sub>784</sub>	b <sub>785</sub>	b <sub>786</sub>	b <sub>787</sub>	b <sub>788</sub>	b <sub>789</sub>	b <sub>790</sub>	b <sub>791</sub>	b <sub>792</sub>	b <sub>793</sub>	b <sub>794</sub>	b <sub>795</sub>	b <sub>796</sub>	b <sub>797</sub>	b <sub>798</sub>	b <sub>799</sub>	b <sub>800</sub>	b <sub>801</sub>	b <sub>802</sub>	b <sub>803</sub>	b <sub>804</sub>	b <sub>805</sub>	b <sub>806</sub>	b <sub>807</sub>	b <sub>808</sub>	b <sub>809</sub>	b <sub>810</sub>	b <sub>811</sub>	b <sub>812</sub>	b <sub>813</sub>	b <sub>814</sub>	b <sub>815</sub>	b <sub>816</sub>	b <sub>817</sub>	b <sub>818</sub>	b <sub>819</sub>	b <sub>820</sub>	b <sub>821</sub>	b <sub>822</sub>	b <sub>823</sub>	b <sub>824</sub>	b <sub>825</sub>	b <sub>826</sub>	b <sub>827</sub>	b <sub>828</sub>	b <sub>829</sub>	b <sub>830</sub>	b <sub>831</sub>	b <sub>832</sub>	b <sub>833</sub>	b <sub>834</sub>	b <sub>835</sub>	b <sub>836</sub>	b <sub>837</sub>	b <sub>838</sub>	b <sub>839</sub>	b <sub>840</sub>	b <sub>841</sub>	b <sub>842</sub>	b <sub>843</sub>	b <sub>844</sub>	b <sub>845</sub>	b <sub>846</sub>	b <sub>847</sub>	b <sub>848</sub>	b <sub>849</sub>	b <sub>850</sub>	b <sub>851</sub>	b <sub>852</sub>	b <sub>853</sub>	b <sub>854</sub> </

		CARACTERISTICAS ESTADISTICAS DE LA SECCION TOTAL												CARACTERISTICAS RESISTENTES											
		EJE Y-Y						EJE Z-Z						$G_F = 200 \text{ M/mm}^2 (f = 20)$						$G_F = 240 \text{ M/mm}^2 (f = 24)$					
DIMENSIONES		AREA		PESO		EJE Y-Y		EJE Z-Z		EJE Y-Y		EJE Z-Z		EJE Y-Y		EJE Z-Z		EJE Y-Y		EJE Z-Z					
b	h	A	g	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>yz</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>yz</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>yz</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>yz</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>				
180	25	22.34	17.53	1098.79	122.09	7.01	264.39	37.77	3.44	653.43	93.35	5.41	9.0	1098.79	15.26	7.00	612.51	10.94	1.00	9.0	1098.79	18.31	7.12		
190	25	32.19	25.27	1539.04	171.01	6.91	365.95	52.27	3.37	930.01	132.86	5.38	9.0	1539.04	21.38	7.00	831.71	14.85	1.00	9.0	1539.04	25.65	7.00		
180	30	42.97	35.73	1982.72	220.30	6.79	510.40	72.91	3.45	1189.42	189.97	5.26	9.0	1982.72	27.54	7.00	1020.01	18.21	1.00	9.0	1982.72	33.05	7.00		
200	15	12.68	9.95	709.82	70.98	7.46	55.83	11.17	2.10	219.03	43.81	4.16	10.0	709.82	8.87	5.84	155.61	3.33	0.73	10.0	709.82	10.65	5.94		
200	15	18.62	14.62	1020.72	102.07	7.40	78.40	15.68	2.05	318.10	63.62	4.13	10.0	1020.72	12.76	5.24	258.76	6.18	0.91	10.0	1020.72	15.31	5.36		
200	25	19.68	15.45	1225.51	122.55	7.89	300.15	37.52	3.91	765.15	95.64	6.24	10.0	1225.51	15.32	8.66	666.50	9.62	0.85	10.0	1225.51	18.38	8.80		
200	25	24.96	19.54	1533.29	153.33	7.85	373.57	46.70	3.87	963.40	120.42	6.22	10.0	1533.29	19.17	18.17	893.03	13.66	0.96	10.0	1533.29	23.00	8.33		
200	25	35.99	28.25	2161.22	216.12	7.75	520.32	65.04	3.80	1378.17	172.27	6.19	10.0	2161.22	27.02	8.00	1258.53	19.66	1.00	10.0	2161.22	32.42	8.00		
200	30	48.05	37.72	2800.46	280.05	7.63	724.64	90.58	3.88	1772.24	221.51	6.07	10.0	2800.46	35.01	8.00	1554.81	24.29	1.00	10.0	2800.46	42.01	8.00		
220	25	20.48	16.73	1531.01	139.18	8.60	300.16	37.52	3.81	827.16	103.40	6.32	11.0	1531.01	17.49	18.88	683.12	9.62	0.81	11.0	1531.01	20.88	9.01		
220	25	26.18	20.55	1917.55	174.32	8.56	373.60	46.70	3.78	1042.07	130.26	6.31	11.0	1917.55	21.79	18.38	918.81	13.70	0.91	11.0	1917.55	26.15	8.54		
220	25	37.89	29.74	2709.48	246.32	8.46	520.43	65.05	3.71	1492.66	186.58	6.28	11.0	2709.48	30.79	8.00	1346.94	21.05	1.00	11.0	2709.48	36.95	8.00		
220	30	50.91	39.71	3522.83	320.26	8.34	774.90	90.61	3.79	1922.15	240.27	6.16	11.0	3522.83	40.03	18.00	1670.57	26.10	1.00	11.0	3522.83	48.04	8.00		



DIMENSIONES		AREA DE UN Secc.	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL										CARACTERISTICAS RESISTENTES						
		Total	EJE Y-Y					EJE Z-Z					G F = 200 N/mm <sup>2</sup> (F-20)   G F = 240 N/mm <sup>2</sup> (F-24)						
h	b	s	I <sub>y</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>
mm	mm	mm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>
80	40	2.50	3.80	5.96	75.10	18.77	3.15	21.39	5.35	1.68	117.61	2.21	0.94	134.99	2.53	0.90			
80	40	3.20	4.78	7.51	92.60	23.15	3.11	27.41	6.85	1.69	125.00	2.89	1.00	150.00	3.47	1.00			
80	40	4.75	6.86	10.77	126.19	31.55	3.03	40.84	10.21	1.73	125.00	3.94	1.00	150.00	4.73	1.00			
100	40	2.50	4.30	6.74	126.81	25.36	3.84	21.40	5.35	1.58	117.61	2.98	0.94	134.99	3.42	0.90			
100	40	3.20	5.42	8.52	157.17	31.43	3.81	27.44	6.86	1.59	125.00	3.93	1.00	150.00	4.72	1.00			
100	40	4.75	7.81	12.26	216.76	43.35	3.73	40.94	10.24	1.62	125.00	5.42	1.00	150.00	6.50	1.00			
100	50	2.50	4.80	7.53	150.58	30.12	3.96	41.74	8.35	2.09	102.28	3.08	0.82	114.84	3.46	0.77			
100	50	3.20	6.06	9.52	187.15	37.43	3.93	53.47	10.69	2.10	119.05	4.46	0.95	136.88	5.12	0.91			
100	50	4.75	8.76	13.75	259.85	51.97	3.85	79.58	15.92	2.13	125.00	6.50	1.00	150.00	7.80	1.00			
120	45	2.50	5.05	7.92	212.96	35.49	4.59	30.46	7.61	1.74	109.95	3.90	0.88	124.91	4.43	0.83			
120	45	3.20	6.38	10.02	265.26	44.21	4.56	39.05	9.76	1.75	125.00	5.53	1.00	144.74	6.40	0.96			
120	45	4.75	9.23	14.50	370.11	61.69	4.48	59.23	14.56	1.78	125.00	7.71	1.00	150.00	9.25	1.00			
120	50	2.50	5.30	8.31	230.22	38.37	4.66	41.75	8.35	1.99	102.28	3.92	0.82	114.84	4.41	0.77			
120	50	3.20	6.70	10.53	287.09	47.85	4.63	53.50	10.70	2.00	119.05	5.70	0.95	136.88	6.55	0.91			
120	50	4.75	9.71	15.24	401.66	66.94	4.55	79.68	15.94	2.03	125.00	8.37	1.00	150.00	10.04	1.00			

DIMENSIONES		AREA DE UN Secc.	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL										CARACTERISTICAS RESISTENTES					
		Total	EJE Y-Y					EJE Z-Z					$G F = 200 \text{ N/mm}^2$ (F-20)   $G F = 240 \text{ N/mm}^2$ (F-24)					
h	b	s	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>yz</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>yz</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>yz</sub>	W <sub>z</sub>	W <sub>y</sub>	R	R <sub>s</sub>	R
mm	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	mm	mm	mm
140	45	3.20	383.89	54.84	5.23	39.08	9.77	1.67	125.00	6.86	1.00	144.74	7.94	0.96				
140	45	4.75	538.86	76.98	5.14	58.34	14.58	1.69	125.00	9.62	1.00	150.00	11.55	1.00				
140	45	6.35	678.63	96.95	5.05	78.55	19.64	1.72	125.00	12.12	1.00	150.00	14.54	1.00				
140	50	3.20	413.83	59.12	5.31	53.54	10.71	1.91	119.05	7.04	0.95	136.88	8.09	0.91				
140	50	4.75	582.31	83.19	5.23	79.79	15.96	1.93	125.00	10.40	1.00	150.00	12.48	1.00				
140	70	3.20	533.61	76.23	5.56	146.55	20.94	2.91	95.10	7.25	0.76	105.40	8.03	0.70				
140	70	4.80	762.88	108.98	5.48	220.16	31.45	2.95	123.04	13.41	0.98	142.12	15.49	0.95				
160	50	3.20	569.96	71.25	5.97	53.57	10.71	1.83	119.05	8.48	0.95	136.88	9.75	0.91				
160	50	4.75	895.59	100.70	5.89	79.90	15.98	1.85	125.00	12.59	1.00	150.00	15.10	1.00				
160	50	6.35	1022.31	127.79	5.80	107.48	21.50	1.88	125.00	15.97	1.00	150.00	19.17	1.00				
160	60	3.20	648.64	81.08	6.13	92.40	15.40	2.31	107.07	8.68	0.86	121.14	9.82	0.81				
160	60	4.75	920.08	115.01	6.05	137.53	22.92	2.34	125.00	14.38	1.00	150.00	17.25	1.00				
160	80	3.20	805.99	100.75	6.38	218.69	27.34	3.32	83.12	8.37	0.66	89.66	9.03	0.60				
160	80	4.75	1149.05	143.63	6.30	325.00	40.62	3.35	114.38	16.43	0.92	130.74	18.78	0.87				

DIMENSIONES		AREA DE UN Secc.	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL										CARACTERISTICAS RESISTENTES			
C		Total	EJE Y-Y					EJE Z-Z					$\bar{G}_F = 200 \text{ N/mm}^2$ (F-20)	$\bar{G}_F = 240 \text{ N/mm}^2$ (F-24)		
h	b	s	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>yz</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub>	$\bar{G}_c$	H <sub>y</sub>	Q	H <sub>y</sub>	Q
BB	BB	CM2	CM4	CM3	CM	CM4	CM3	CM3	CM3	CM3	CM3	N/mm <sup>2</sup>	KN.M	-	N/mm <sup>2</sup>	KN.M
180	50	3.20	9.26	14.54	858.05	95.34	6.81	92.43	15.40	2.23	107.07	10.21	0.86	121.14	11.55	0.81
180	60	4.75	13.51	21.21	1221.20	135.69	6.72	137.64	22.94	2.26	125.00	16.96	1.00	150.00	20.35	1.00
180	60	6.35	17.73	27.83	1561.50	173.50	6.64	184.79	30.80	2.28	125.00	21.69	1.00	150.00	26.03	1.00
180	80	3.20	10.54	16.55	1058.10	117.57	7.08	218.72	27.34	3.22	83.12	9.77	0.66	89.66	10.54	0.60
180	80	4.75	15.41	24.19	1512.97	168.11	7.01	325.11	40.64	3.25	114.38	19.23	0.92	130.74	21.98	0.87
200	60	3.20	9.90	15.55	1104.52	110.45	7.47	92.46	15.41	2.16	107.07	11.83	0.85	121.14	13.38	0.77
200	60	4.75	14.46	22.70	1576.37	157.64	7.38	137.75	22.96	2.18	125.00	19.70	1.00	150.00	23.65	1.00
200	60	6.35	19.00	29.83	2021.69	202.17	7.29	185.04	30.84	2.21	125.00	25.27	1.00	150.00	30.33	1.00
200	80	3.20	11.18	17.56	1352.39	135.24	7.78	218.76	27.34	3.13	83.12	11.24	0.66	89.66	12.12	0.60
200	80	4.75	16.36	25.69	1938.53	193.85	7.70	325.21	40.65	3.15	114.38	22.17	0.92	130.74	25.35	0.87
220	70	3.20	11.18	17.56	1541.01	140.09	8.30	146.68	20.95	2.56	95.10	13.32	0.73	105.40	14.77	0.66
220	70	4.76	16.39	25.74	2213.60	201.24	8.22	218.75	31.25	2.58	122.57	24.66	0.98	141.50	28.48	0.94
220	70	6.35	21.54	33.81	2847.72	258.88	8.13	292.82	41.83	2.61	125.00	32.36	1.00	150.00	38.83	1.00

Impreso en Diciembre de 1994  
en el Departamento de Ediciones del INTI, Av. General Paz entre Albarellos y Av. de los  
Constituyentes, Miguelete,  
Provincia de Buenos Aires

Edición de 1000 ejemplares.