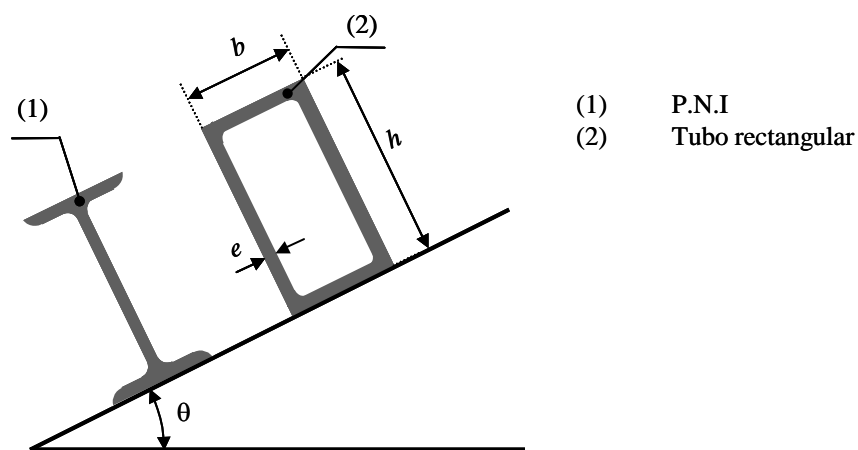


Ejercicio N° 5- Enunciado

Las correas de acero utilizadas en la estructura de la cubierta que se observa en la figura 5.1, cuyos datos se indican en la tabla 5.1, corresponden a un perfil doble té y a una sección rectangular tubular, estando sometidas a cargas verticales de igual magnitud.

**Figura 5.1**

(1)	(2)			Pendiente
PNI	h	b	e	θ
N°	cm	cm	cm	°
10	10	4	0,3	25

Tabla 5.1

Se solicita determinar:

1. Cuál de las secciones es la más resistente.
2. El valor de la pendiente θ_0 para que ambas secciones posean la misma resistencia.

Ejercicio N° 5- Resolución

1. Cálculo de la sección más resistente

La sección más resistente es aquella que, a igualdad de condiciones de carga, la máxima tensión σ_z que se genera es la menor. Para realizar este cálculo, debe tenerse en presente que en ambos casos se tiene una flexión simple oblicua de las siguientes características:

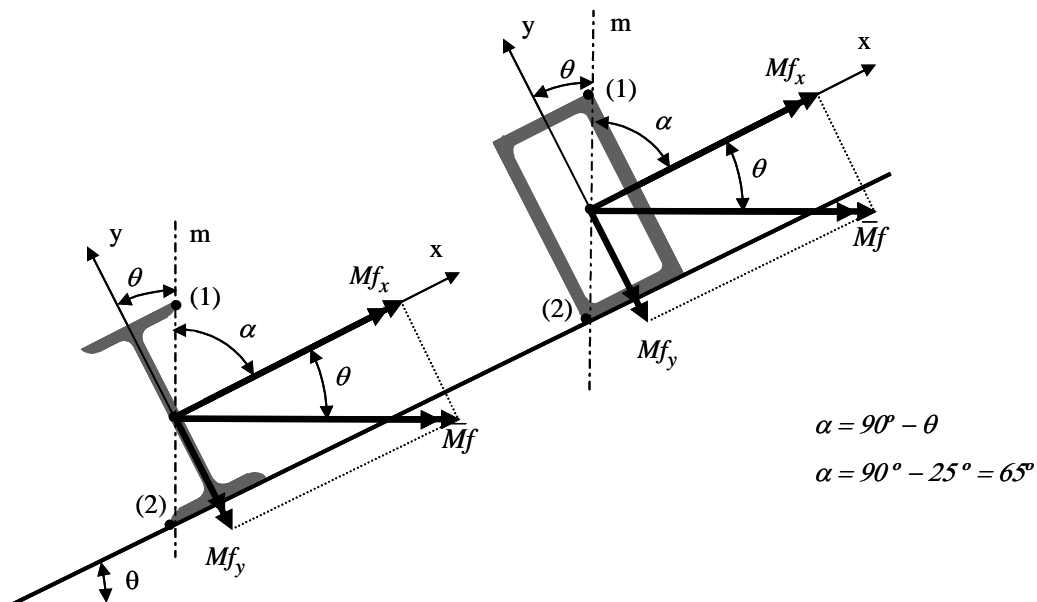


Figura 5.2

m : Línea de fuerzas, que resulta de la intersección del plano de cargas, con la sección transversal de la correa

Como se observa:

$$Mf_x = Mf \cdot \cos(\theta) = Mf \cdot \sin(\alpha)$$

$$Mf_y = Mf \cdot \sin(\theta) = Mf \cdot \cos(\alpha)$$

Siendo $\theta = 25^\circ$:

$$\left. \begin{aligned} Mf_x &= Mf \cdot \cos(25^\circ) = 0,9063 \cdot Mf \\ Mf_y &= Mf \cdot \sin(25^\circ) = 0,4226 \cdot Mf \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Además, en ambos casos las tensiones normales máximas $\sigma_{z\max}$ ocurren en los puntos (1) y (2), siendo para el punto (1) de compresión y para el punto (2) de tracción, donde al ser los ejes x e y de simetría, dichas tensiones para cada uno de los dos casos son de igual magnitud.

Su expresión, en valor absoluto, será:

$$\sigma_{z\max} = \frac{Mf_x}{W_x} + \frac{Mf_y}{W_y} \quad (2)$$

Sustituyendo (1) en (2):

$$\sigma_{z\max} = \frac{Mf \cdot \cos(\theta)}{W_x} + \frac{Mf \cdot \sin(\theta)}{W_y} \quad (3)$$

A continuación, se estudiarán cada uno de los casos:

a. Perfil doble té ($\sigma'_{z\max}$)

De acuerdo con la respectiva tabla de perfiles, sus módulos resistentes serán, para el perfil N°10:

$$W_x = 34,2 \cdot \text{cm}^3 \quad W_y = 4,88 \cdot \text{cm}^3$$

$$\text{Además, } F = 10,6 \cdot \text{cm}^2.$$

Reemplazando en la expresión (3):

$$\begin{aligned} \sigma'_{z\max} &= \frac{0,9063 \cdot Mf}{34,2} + \frac{0,4226 \cdot Mf}{4,88} \\ \sigma'_{z\max} &= 0,026500 \cdot Mf + 0,086598 \cdot Mf \\ \sigma'_{z\max} &= \mathbf{0,113098 \cdot Mf} \end{aligned}$$

b. Sección tubular rectangular ($\sigma''_{z\max}$)

De las correspondientes tablas de tubos de sección rectangular (ver figura 5.3):

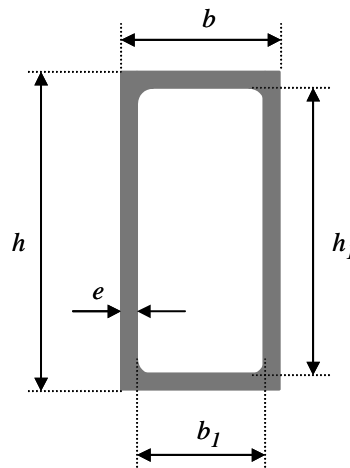


Figura 5.3

Para:

$$h = 10 \cdot \text{cm} \quad b = 4 \cdot \text{cm} \quad e = 0,3 \cdot \text{cm}$$

Se tiene que:

$$\begin{aligned} F &= 8,04 \cdot \text{cm}^2 \\ J_x &= 98 \cdot \text{cm}^4 & J_y &= 22,5 \cdot \text{cm}^4 \\ W_x &= 19,6 \cdot \text{cm}^3 & W_y &= 11,3 \cdot \text{cm}^3 \end{aligned}$$

Cátedra: Ing. José Luis Tavorro	TP 3	5/4
---------------------------------	------	-----

En caso de no disponer de dichas tablas, estos valores pueden ser calculados de la siguiente manera:

$$F = b \cdot h - b_1 \cdot h_1 = 4 \cdot 10 - 3,4 \cdot 9,4 = 40 - 31,96$$

$$F = 8,04 \cdot \text{cm}^2$$

$$J_x = \frac{b \cdot h^3}{12} - \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} = \frac{4 \cdot 10^3}{12} - \frac{3,4 \cdot 9,4^3}{12} = 333,33 - 235,33$$

$$J_x = 98 \cdot \text{cm}^4$$

$$W_x = \frac{J_x \cdot 2}{h} = \frac{98 \cdot 2}{10}$$

$$W_x = 19,6 \cdot \text{cm}^3$$

$$J_y = \frac{h \cdot b^3}{12} - \frac{h_1 \cdot b_1^3}{12} = \frac{10 \cdot 4^3}{12} - \frac{9,4 \cdot 3,4^3}{12} = 53,33 - 30,79$$

$$J_y = 22,54 \cdot \text{cm}^4$$

$$W_y = \frac{J_y \cdot 2}{b} = \frac{22,54 \cdot 2}{4}$$

$$W_y = 11,27 \cdot \text{cm}^3$$

Finalmente, reemplazando en la expresión (3):

$$\sigma''_{zmáx} = \frac{0,9063 \cdot Mf}{19,6} + \frac{0,4226 \cdot Mf}{11,3}$$

$$\sigma''_{zmáx} = 0,046240 \cdot Mf + 0,037398 \cdot Mf$$

$$\sigma''_{zmáx} = \mathbf{0,083638 \cdot Mf}$$

En función de los valores de las tensiones normales máximas calculadas, se deduce que:

La sección del tubo rectangular es aproximadamente un 35% más resistente que el perfil doble té.

Otra ventaja adicional de dicha sección es que si se comparan las áreas, resulta casi un 32% más liviana que la del perfil doble té, redundando en una economía del material.

2. Cálculo de la pendiente θ_0 para que ambas secciones posean igual resistencia

El ángulo θ_0 puede obtenerse igualando las expresiones (3), aplicadas a ambos casos. Es decir, haciendo:

$$\sigma'_{zmáx} = \sigma''_{zmáx}$$

se tiene que:

$$\frac{\cos(\theta_0)}{34,2} + \frac{\sin(\theta_0)}{4,88} = \frac{\cos(\theta_0)}{19,6} + \frac{\sin(\theta_0)}{11,3}$$

Agrupando:

<i>Cátedra: Ing. José Luis Tavorro</i>	<i>TP 3</i>	<i>5/5</i>
--	-------------	------------

$$\cos(\theta_0) \cdot \left(\frac{1}{19,6} - \frac{1}{34,2} \right) = \sin(\theta_0) \cdot \left(\frac{1}{4,88} - \frac{1}{11,3} \right)$$

$$\cos(\theta_0) \cdot (0,051020 - 0,029240) = \sin(\theta_0) \cdot (0,204918 - 0,088496)$$

$$0,021780 \cdot \cos(\theta_0) = 0,116422 \cdot \sin(\theta_0)$$

$$\tan(\theta_0) = \frac{0,021780}{0,116422} = 0,187078$$

$$\theta_0 = 10^\circ \quad 36'$$
