

Para columnas largas, generalmente se emplea para su diseño la fórmula de Rankine

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1$$

$$P_{(adm)} = \frac{c \pi^2 E}{L^2}$$

Fa, esfuerzo unitario axial permisible que depende de la esbeltez.

Fb, esfuerzo unitario de flexión permisible.

es un coeficiente que depende de las condiciones extremas de la columna, sea P/A para extremos empotrados y de 4 para extremos sencillos.

fa, esfuerzo unitario axial actuante o sea P/A.

fb, esfuerzo unitario de flexión actuante o sea M/z.

Para c = 1 y sustituyendo r = d/√12, con un factor de seguridad b) Madera, se obtiene:  
Las columnas de madera también se dividen en tres grupos dependiendo de su esbeltez. Dicha clasificación divide a las columnas en cortas, intermedias y largas.

Las columnas cortas, cuya esbeltez no pasa de 11, se diseñan simplemente con la ecuación A = P/s, siendo s el esfuerzo de compresión permisible paralelo al hilo.

Diseñar una columna con longitud de 4.00 metros para soportar las columnas intermedias, cuya esbeltez puede variar de 11 a K, teniendo un valor en el otro extremo.

$$K = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{E}{5s}} \quad s = \frac{P}{A}$$

Suponiendo una esbeltez de 120 el esfuerzo permisible

son diseñadas por la fórmula empírica:

$$P_{(adm)} = s \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{L}{Kd} \right)^4 \right]$$

P, máxima carga en la columna.  $\frac{50000}{703} = 71 \text{ cm}^2$ .

A, área de la sección transversal.

L, longitud en centímetros. perfil I de 12" pes.

d, dimensión mínima de la sección.  $A = 76.39 \text{ cm}^2, r = 2.74 \text{ cms.}$

11. Diseño de columnas de material homogéneo.

Se tratará en este artículo el diseño de columnas de acero y madera.

a) Acero

La esbeltez es un factor de extraordinaria importancia en la resistencia de las columnas, principalmente en las de acero, por ser más delgadas que si fueran construidas con cualquier otro material.

La clasificación de las columnas de acero según su esbeltez se establece como sigue: columnas cortas, con esbeltez hasta de 60, intermedias cuando esté entre 60 y 120, y largas para una esbeltez mayor de 120.

Se calcula el esfuerzo admisible P/A para una esbeltez hasta de 200, mediante la ecuación

$$\frac{P}{A} = \frac{12000}{1 + \left( \frac{L}{18000} \right)^2}$$

Para una esbeltez menor de 60 se considera un esfuerzo permisible de 105 Kg/cm<sup>2</sup>.

La sección para el diseño de columnas de acero o aluminio a compresión puede resumirse como sigue:

Calcular el esfuerzo admisible para una esbeltez de 120 (supuesta) y con dicho valor seleccionar un perfil metálico que sea P/(adm).

Con la sección propuesta se calcula la esbeltez y de nuevo el esfuerzo admisible, dependiendo éste, ser un poco menor del calculado primitivamente. En caso contrario se deberá proponer una nueva sección.

El caso más común, en las columnas, es que parte de la carga axial esté en momento; siendo necesario para aceptar una sección propuesta que se verifique

Para columnas largas, generalmente se emplea para su diseño la fórmula de Euler

$$\frac{P}{A}(\text{adm}) = \frac{c \pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}$$

en donde r es el radio de giro de la sección y c --- es un coeficiente que depende de las condiciones extremas de la columna, teniendo un valor de 1 para extremos articulados y de 4 para extremos empotrados.

Para c = 1 y sustituyendo r = d/√12, con un factor de seguridad de 3, se obtiene:

$$\frac{P}{A}(\text{adm}) = \frac{0.275 E}{\left(\frac{L}{d}\right)^2}$$

### 12. Ejemplos.

Diseñar una columna con longitud de 4.00 metros para soportar una carga axial de 50 toneladas, estando empotrada en la parte inferior y articulada en el otro extremo.

Se utilizará un perfil I de acero.

Suponiendo una esbeltez de 120 el esfuerzo permisible

$$\frac{P}{A} = \frac{1265}{1 + \frac{1}{18000} \left(\frac{L}{r}\right)^2} = 703 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = \frac{P}{s} = \frac{50000}{703} = 71 \text{ cm}^2$$

Se propone un perfil I de 12" pes.  
A = 76.39 cm<sup>2</sup>. r = 2.74 cms.

Se propone un ángulo de 4" X 7/16". A = 21.35 cm<sup>2</sup>.  
(min.) r = 1.98 cms.

Para columnas largas, generalmente se emplea para su diseño la fórmula de Euler

$$\frac{P}{A} (\text{adm}) = \frac{E \pi^2}{\left(\frac{L}{r}\right)^2}$$

en donde r es el radio de giro de la sección y E es un coeficiente que depende de las condiciones extremas de la columna, teniendo un valor de 1 para extremos empotrados y de 4 para extremos empotrados.

Para e = 1 y sustituyendo r = 4WTZ, con un factor de seguridad de 3, se obtiene:

$$\frac{P}{A} (\text{adm}) = \frac{0.277 E}{\left(\frac{L}{B}\right)^2}$$

12. Ejemplos.

Diseñar una columna con longitud de 4.00 metros para soportar una carga axial de 50 toneladas, estando empotrada en la parte inferior y articulada en el otro extremo.

Se utilizará un perfil I de acero.

Sustituyendo una esbeltez de 120 el esfuerzo permisible

$$\frac{P}{A} = \frac{1265}{1 + \frac{1}{18000} \left(\frac{L}{r}\right)^2} = 703 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = \frac{P}{S} = \frac{50000}{703} = 71 \text{ cm}^2$$

Se propone un perfil I de 12" pes. A = 76.39 cm<sup>2</sup>, r = 2.74 cms.

$$\epsilon = \frac{280}{2.74} = 103 \quad \frac{P}{A} = \frac{1265}{1 + \frac{1}{18000} (103)^2} = 796 \text{ Kg/cm}^2$$

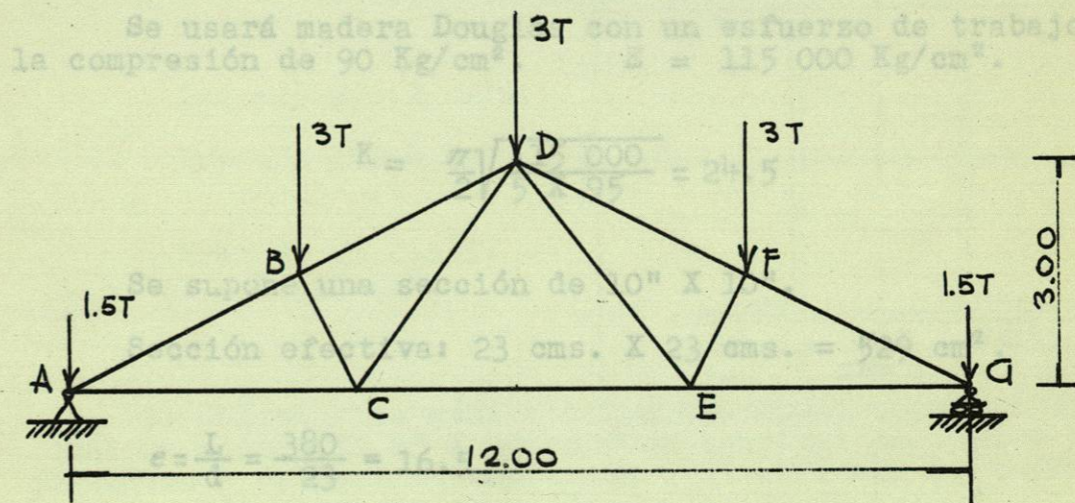
$$A = \frac{50000}{796} = 62.9 \text{ cm}^2$$

Acceptando el perfil propuesto.

Acceptando el perfil propuesto.

No.3 Diseñar una columna de madera con longitud de 3.80 metros para soportar una carga axial de 10 toneladas.

No.2 En la armadura de la figura diseñar la cuerda superior AD, utilizando ángulos de lados iguales.



Se diseñará el miembro AB y el perfil resultante se colocará uniforme en la cuerda superior por razones prácticas

Esfuerzo en el miembro AB: 10 050 Kgs.

Longitud del miembro AB: 3.35 metros.

Partiendo de una esbeltez de 120, P/A = 703 Kg/cm<sup>2</sup>.

$$A = \frac{P}{S} = \frac{10050}{703} = 14.3 \text{ cm}^2$$

Acceptando la sección propuesta.

Se propone un ángulo de 4" X 7/16". A = 21.35 cm<sup>2</sup>. (mín.) r = 1.98 cms.

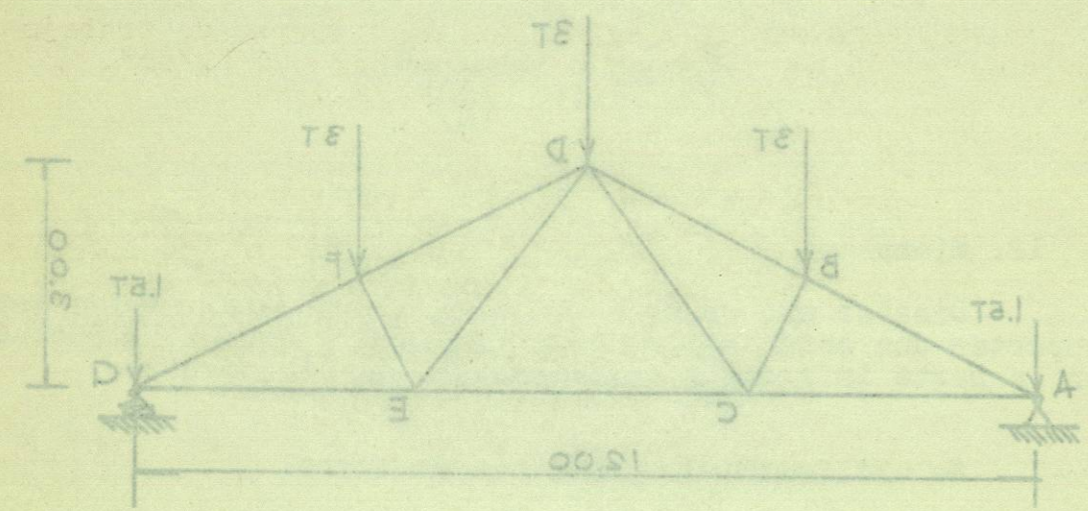
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO NEVES"  
Cada día. Hoy. Siempre.

$$\epsilon = \frac{335}{1.98} = 169 \quad \frac{P}{A} = \frac{1265}{1 + \frac{1}{18000}(169)^2} = 489 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = \frac{50000}{489} = 102.4 \text{ cm}^2$$

Aceptando el perfil propuesto.

No. 2 en la estructura de la figura diseñe la cuerda superior AD, utilizando ángulos de las figuras.



Se diseñará el miembro AB y el perfil resultante se colocará uniforme en la cuerda superior por razones prácticas.

Resistencia en el miembro AB: 10 050 Kgs.

Longitud del miembro AB: 3.35 metros.

Partiendo de una esbeltez de 150,  $P/A = 703 \text{ Kg/cm}^2$ .

$$A = \frac{P}{s} = \frac{10050}{703} = 14.3 \text{ cm}^2$$

Se propone un ángulo de 4" X 7/16" A = 21.35 cm<sup>2</sup> (mín.) r = 1.98 cms.

PROBLEMAS.

$$\epsilon = \frac{335}{1.98} = 169 \quad \frac{P}{A} = \frac{1265}{1 + \frac{1}{18000}(169)^2} = 489 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = \frac{10050}{489} = 20.6 \text{ cm}^2$$

Aceptando el perfil propuesto.

$$r = 2.46 \text{ cms.}$$

$$A = 47.55 \text{ cm}^2$$

No. 3 Diseñar una columna de madera con longitud de 3.80 metros para soportar una carga de 40 000 kilogramos; suponiendo los extremos articulados.

Se usará madera Douglas con un esfuerzo de trabajo a la compresión de 90 Kg/cm<sup>2</sup>. E = 115 000 Kg/cm<sup>2</sup>.

$$K = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{115000}{5 \times 95}} = 24.5$$

Se supone una sección de 10" X 10".

Sección efectiva: 23 cms. X 23 cms. = 529 cm<sup>2</sup>.

3. Calcular la máxima carga que puede soportar una columna de 6.00 metros con una longitud de 6.00 metros, considerando los extremos articulados. El esfuerzo de trabajo de la madera de pino que se utilizará es de 70 Kg/cm<sup>2</sup>.

La columna es intermedia por estar su esbeltez entre 11 y 24.5

$$\frac{P}{a} = s \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{1}{K} \frac{L}{d} \right)^4 \right] = 90 \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{16.5}{24.5} \right)^4 \right] = 83.8 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Area necesaria: } \frac{P}{s} = \frac{40000}{83.8} = 477 \text{ cm}^2$$

Aceptando la sección propuesta.

$$e = \frac{335}{1.98} = 169$$

$$A = \frac{10070}{189} = 53.3 \text{ cm}^2$$

Aceptando el perfil propuesto.

No. 3. Diseñar una columna de madera con longitud de 3.80 metros para soportar una carga de 40 000 kilogramos; suponiendo los extremos articulados.

Se usará madera Douglas con un esfuerzo de trabajo de la compresión de 90 Kg/cm<sup>2</sup>. E = 115 000 Kg/cm<sup>2</sup>.

$$K = \frac{\sqrt{115000}}{2 \times 3.8} = 24.2$$

Se propone una sección de 10" X 10".

Sección efectiva: 23 cms. X 23 cms. = 529 cm<sup>2</sup>.

$$e = \frac{l}{b} = \frac{380}{23} = 16.5$$

La columna es intermedia por estar su espesor entre 11 y 24.2.

$$\frac{p}{a} = \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{l}{K \cdot b} \right)^4 \right] = 90 \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{16.5}{24.2} \right)^4 \right] = 83.8 \text{ Kg/cm}^2$$

Área necesaria:  $\frac{P}{a} = \frac{40000}{83.8} = 477 \text{ cm}^2$

Aceptando la sección propuesta.

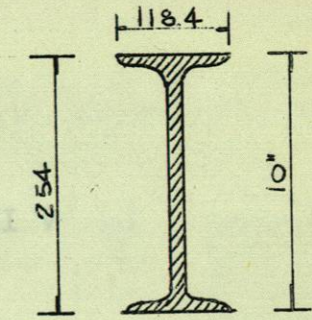
PROBLEMAS.

Calcular la máxima carga que puede soportar una columna de 3.50 metros de altura, con extremos considerados como articulados y con la siguiente sección.

1.

$$r = 2.46 \text{ cms.}$$

$$A = 47.55 \text{ cm}^2$$

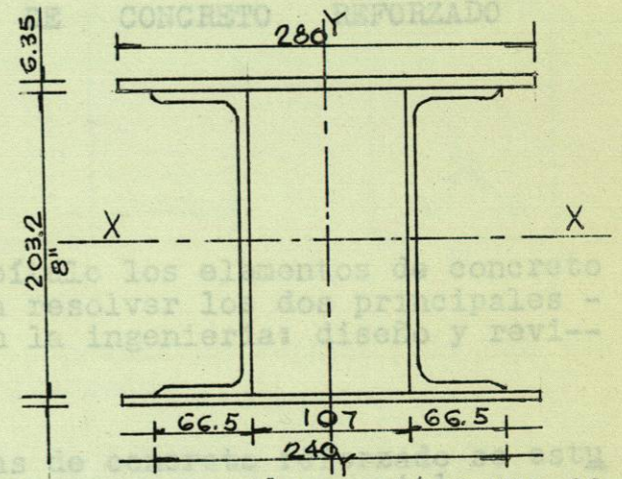


2.

$$I_{xx} = 3976.2 \text{ cm}^4$$

$$I_{yy} = 197.4 \text{ cm}^4$$

Area de un canal: 40.32 cm<sup>2</sup>.



3. Calcular la máxima carga que puede soportar una columna de madera de 6" X 6" con una longitud de 6.00 metros, considerada doblemente empotrada. El esfuerzo de trabajo de la madera de pino que se utilizará es de 70 Kg/cm<sup>2</sup>.

4. Diseñar la columna que aparece en la figura con un perfil de acero estructural.

