

DISEÑO DE POLIN ESPACIAL

Predimensionamiento:

Longitud de polin o larguero:

$$L := 5.9 \text{ m}$$

Calculo de altura:

$$d := \frac{L}{24} = 24.583 \text{ cm}$$

$$d := 25 \text{ cm}$$

Calculo de ancho:

$$b := \frac{3}{5} \cdot d = 15 \text{ cm}$$

$$b := 15 \text{ cm}$$

Calculo de diagonales:

$$Lv := \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + d^2} = 26.101 \text{ cm}$$

$$Lc := \frac{Lv}{\sin(60^\circ)} = 30.139 \text{ cm}$$

$$Lc := 30 \text{ cm}$$

$$L1 := Lc = 30 \text{ cm}$$

Calculo de cargas:

$$CM := 55 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CV := 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CW := 34 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

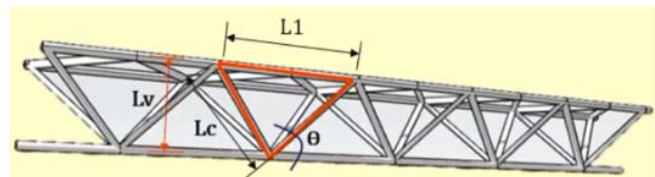
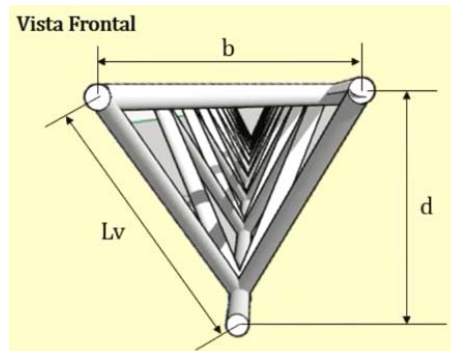
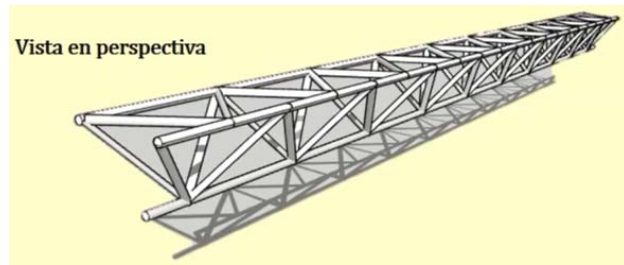
A. Calculo de Cortante:

Carga Muerta (CM):

$$V_D := \frac{CM \cdot L}{2} = 162.25 \text{ kg}$$

Carga Viva (CV):

$$V_L := \frac{CV \cdot L}{2} = 177 \text{ kg}$$



Carga de Viento (CW):

$$V_W := \frac{CW \cdot L}{2} = 100.3 \text{ kg}$$

B. Calculo de Momento:

Carga Muerta (CM):

$$M_D := \frac{CM \cdot L^2}{8} = 239.319 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Carga Viva (CV):

$$M_L := \frac{CV \cdot L^2}{8} = 261.075 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Carga de Viento (CW):

$$M_W := \frac{CW \cdot L^2}{8} = 147.943 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Diseño por flexion:

Momento ultimo:

Calculamos para las combinacion de carga mas critica.

$$Mu1 := 1.2 M_D + 1.6 M_L + 0.8 M_W = 823.257 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$Mu2 := 1.2 M_D + 0.5 \cdot M_L + 1.3 \cdot M_W = 610.045 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$Mu3 := 0.9 \cdot M_D + 1.3 \cdot M_W = 407.712 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$Mu := \max(Mu1, Mu2, Mu3) = 823.257 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Diseño de Cuerda Inferior

Calculo de resistencia nominal:

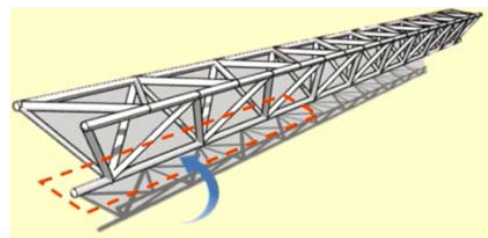
$$Cu := \frac{Mu}{d}$$

$$Tu := Cu = 3293.026 \text{ kg}$$

Propiedades de barra lisa A36:

$$fy := 2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{Limite de fluencia}$$

$$fu := 4080 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{Resistencia a la traccion}$$



Fluencia del alma: $Tu \leq 0.9 \cdot fy \cdot Ag1$

$$Ag1 := \frac{Tu}{0.9 \cdot fy} = 1.446 \text{ cm}^2$$

Ruptura del area neta: $Tu \leq \phi t \cdot tn$, $Tu \leq \phi t \cdot fu \cdot Ag2$

$$\phi t := 0.75$$

$$Ag2 := \frac{Tu}{\phi t \cdot fu} = 1.076 \text{ cm}^2$$

$$Ag := \max(Ag1, Ag2) = 1.446 \text{ cm}^2 \quad Ag = 0.224 \text{ in}^2$$

Usaremos una barra lisa A36:

$$D_{inf} := \frac{5}{8} \text{ in}$$

$$A_{barra} := \pi \cdot \frac{D_{inf}^2}{4} = 0.307 \text{ in}^2$$

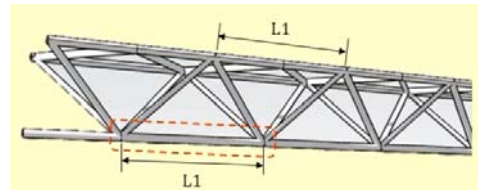
if ($A_{barra} \geq Ag$, "Cumple", "No cumple.") = "Cumple"

Revision de la esbeltez $r \geq L/300$, donde r es radio de giro de seccion circular:

$$r_{min} := 0.25 \cdot D_{inf} = 0.156 \text{ in}$$

$$r := \frac{L1}{300} = 0.039 \text{ in}$$

if ($r_{min} \geq r$, "Cumple", "No cumple.") = "Cumple"



Como esta elemento no se diseñara a flexion, siendo suficiente la revision por esbeltez, por tanto se considerara barra lisa D=5/8".

Diseño de Cuerda Superior

$$Tu := Cu = 3293.026 \text{ kg}$$

Pandeo Local:

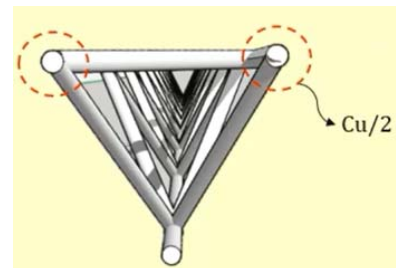
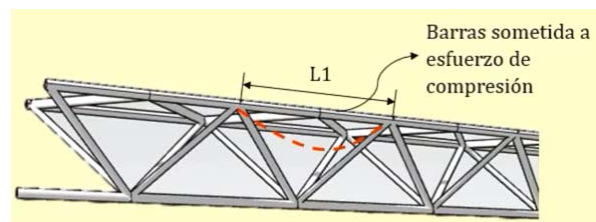
$$Ag := \frac{Cu}{0.9 \cdot fy} = 0.112 \text{ in}^2$$

Usaremos barra lisa A36:

$$D_{sup} := \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$A_{barra} := \pi \cdot \frac{D_{sup}^2}{4} = 0.196 \text{ in}^2$$

if ($A_{barra} \geq Ag$, "Cumple", "No cumple.") = "Cumple"



Revision de la esbeltez $r \geq L/300$, donde r es radio de giro de seccion circular:

$$r_{min} := 0.25 \cdot D_{sup} = 0.125 \text{ in}$$

$$r := \frac{L1}{300} = 0.039 \text{ in}$$

if ($r_{min} \geq r$, "Cumple", "No cumple.") = "Cumple"

Modulo de elasticidad de acero A36:

$$E := 29000000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

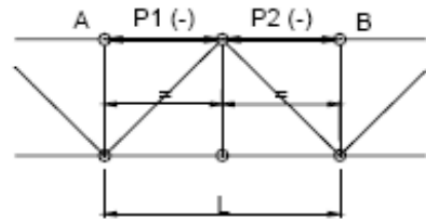
K , para armaduras con nudos de extremos indesplazables, donde $P2 > P1$:

$$P1 := \frac{L1}{2} = 15 \text{ cm}$$

$$P2 := P1 = 15 \text{ cm}$$

$$K := 0.75 + 0.25 \cdot \frac{P2}{P1} = 1 \quad (\text{Factor de longitud efectiva}).$$

$$\lambda_c := \frac{K \cdot L1}{r_{min} \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{fy}{E}} = 1.059$$



Calculo de Esfuerzo critico de Pandeo:

$$f_{cr} := \text{if} \left(\lambda_c > 1.5, \frac{0.877}{\lambda_c^2} \cdot fy, 0.658^{\lambda_c^2} \cdot fy \right) = 22494.896 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

Resistencia nominal a la compresion: $Cd \leq \phi \cdot f_{cr} \cdot Ag$

$$\phi := 0.85$$

Ag es area de barra, que en nuestro caso son 2 barras, por tanto:

$$Cd := \phi \cdot f_{cr} \cdot (2 \cdot A_{barra}) = 7508.666 \text{ lb}$$

$$Cu = 7259.88 \text{ lb}$$

if ($Cd \geq Cu$, "Cumple", "No cumple. Aumentar seccion.") = "Cumple"

Pandeo Total:

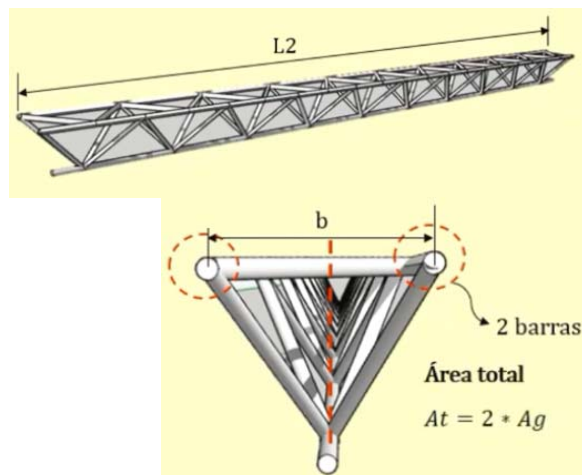
$$L2 := L = 232.283 \text{ in}$$

$$At := 2 \cdot A_{barra} = 0.393 \text{ in}^2$$

$$r_y := r_{min} + \frac{b}{2} = 3.078 \text{ in}$$

Calculo de parametro de esbeltez:

$$\lambda_c := \frac{K \cdot L2}{r_y \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{fy}{E}} = 0.846$$



Calculo de Esfuerzo critico de Pandeo:

$$f_{cr} := \text{if} \left(\lambda_c > 1.5, \frac{0.877}{\lambda_c^2} \cdot f_y, 0.658^{\lambda_c^2} \cdot f_y \right) = 26665.398 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

Resistencia nominal a la compresion: $C_d \leq \phi \cdot f_{cr} \cdot A_t$

$$\phi := 0.85$$

$$C_d := \phi \cdot f_{cr} \cdot A_t = 8900.756 \text{ lb}$$

$$C_u = 7259.88 \text{ lb}$$

$\text{if}(C_d \geq C_u, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple. Aumentar seccion."}) = \text{"Cumple"}$

Entonces, el acero superior sera dos barras lisa $D=1/2"$

Diseño por cortante - Diseño de celosia:

Calculo del angulo β :

$$\beta := \text{atan} \left(\frac{\frac{b}{2}}{d} \right) = 16.699 \text{ deg}$$

Calculo de la cortante maxima, para la combinacion de mayor carga:

$$Vu1 := 1.2 \cdot V_D + 1.6 \cdot V_L = 477.9 \text{ kg}$$

$$Vu2 := 1.2 \cdot V_D + 1.6 \cdot V_L + 0.8 \cdot V_W = 558.14 \text{ kg}$$

$$Vu3 := 1.2 \cdot V_D + 0.5 \cdot V_L + 1.3 \cdot V_W = 413.59 \text{ kg}$$

$$Vu := \max(Vu1, Vu2, Vu3) = 558.14 \text{ kg}$$

Calculo de la Resistencia Nominal:

$$\theta := 60 \text{ deg}$$

Para polines espaciales C_u se calcula mediante la siguiente formula:

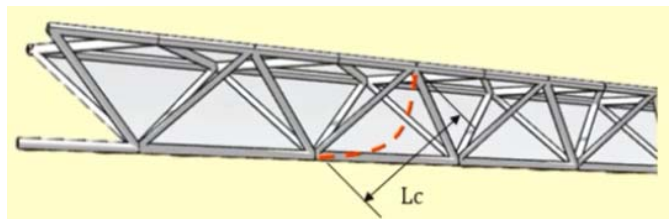
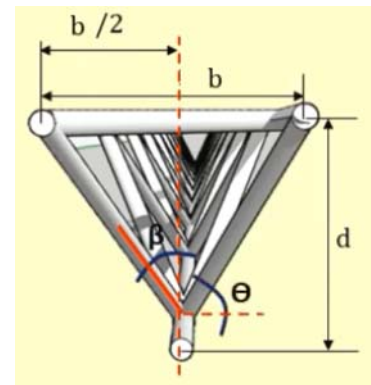
$$C_u := \frac{Vu}{2 \cdot \cos(\beta) \cdot \sin(\theta)} = 741.703 \text{ lb}$$

$$A_g := \frac{C_u}{0.9 \cdot f_y} = 0.023 \text{ in}^2$$

Usaremos barra lisa A36:

$$D := \frac{3}{8} \text{ in}$$

$$A_{barra} := \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 0.11 \text{ in}^2$$



if ($A_{barra} \geq A_g$, "Cumple", "No cumple.") = "Cumple"

Calculo de radio de giro de seccion circular:

$$r_{min} := 0.25 \cdot D = 0.094 \text{ in}$$

Calculo de parametro de esbeltez:

$$\lambda_c := \frac{K \cdot L_c}{r_{min} \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 1.413$$

Calculo de Esfuerzo critico de Pandeo:

$$f_{cr} := \text{if} \left(\lambda_c > 1.5, \frac{0.877}{\lambda_c^2} \cdot f_y, 0.658^{\lambda_c^2} \cdot f_y \right) = 15609.45 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

Resistencia nominal a la compresion: $C_d \leq \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$

$$C_d := \phi \cdot f_{cr} \cdot A_{barra} = 1465.409 \text{ lb} \quad C_u = 741.703 \text{ lb}$$

if ($C_d \geq C_u$, "Cumple", "No cumple. Aumentar seccion.") = "Cumple"

Entonces, el acero de celosia sera barras lisa $D=3/8"$

Revision de la deflexion:

$$y_1 := \frac{D_{inf}}{2} = 0.794 \text{ cm}$$

$$y_2 := d + y_1 = 25.794 \text{ cm}$$

Elemento

Centroide

Area

Cuerda superior

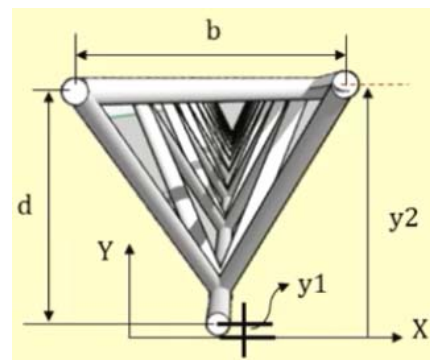
y_2

$$A_2 := 2 \cdot \pi \cdot \frac{D_{sup}^2}{4}$$

Cuerda inferior

y_1

$$A_1 := \pi \cdot \frac{D_{inf}^2}{4}$$



Centro de gravedad en Y:

$$Y_c := \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2}{A_1 + A_2} = 14.829 \text{ cm}$$

Calculo del momento de inercia: $I = \sum (A \cdot d^2)$

$$I := A_1 \cdot (Y_c - y_1)^2 + A_2 \cdot (y_2 - Y_c)^2 = 694.5 \text{ cm}^4$$

Por tratarse de un elemento de alma abierta se disminuye el momento de inercia en un 25%.

$$I := 0.75 \cdot I = 520.875 \text{ cm}^4$$

Calculo de la deflexion maxima, con carga de servicio:

$$Cs := CM + CV = 1.15 \frac{kg}{cm}$$

Deflexion del polin:

$$w := Cs = 1.15 \frac{kg}{cm}$$

$$\delta := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 1.708 \text{ cm}$$

Deflexion maxima, segun la normativa:

$$\delta_{max} := \frac{L}{240} = 2.458 \text{ cm}$$

if ($\delta < \delta_{max}$, “Cumple.”, “Aumentar seccion de barras”) = “Cumple.”