

## T.P.N°4: Cálculo de Correas

Diseñar las correas de cubierta y laterales de chapa doblada F-24 para una estructura con las siguientes características.

- Las acciones y dimensiones para correas de techo son.

$$g = 14 \frac{Kg}{m^2}$$

$$p = 30 \frac{Kg}{m^2}$$

$$q_w = 175 \frac{Kg}{m^2}$$

$$s = 1,05m \quad \text{Separación entre correas}$$

$$l = 5m \quad \text{Separación entre cabreadas}$$

$$\alpha = 18^\circ \quad \text{Inclinación de la cubierta}$$

- Las acciones y dimensiones para correas laterales son.

$$g = 14 \frac{Kg}{m^2}$$

$$q_w = 150 \frac{Kg}{m^2}$$

$$s = 1,50m \quad \text{Separación entre correas}$$

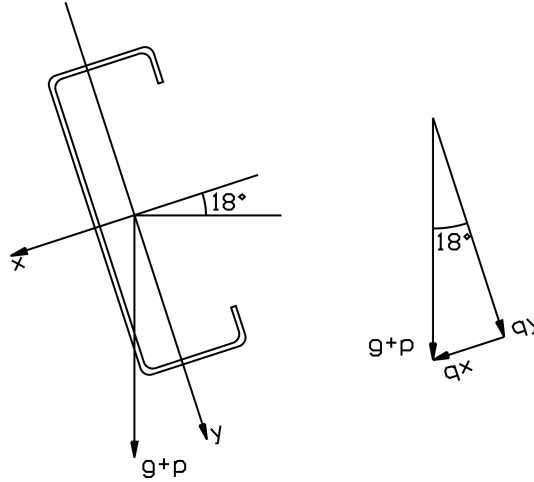
$$l = 5m \quad \text{Separación entre cabreadas}$$

Plantear para ambos casos, la situación sin tillas y la otra colocando tillas.

## Solución

### 1. Correas de Techo. Caso Sin Tillas

- El primer estado de carga corresponde a peso propio + sobrecarga.



**Figura 1:** Correa de techo sin tillas - Estado: peso propio + sobrecarga

$$q = (g + p) \cdot s = \left(14 \frac{Kg}{m^2} + 30 \frac{Kg}{m^2}\right) \cdot 1,05m = \boxed{46,2 \frac{Kg}{m}}$$

Descomponiendo la resultante en las direcciones  $x$  e  $y$  tenemos:

$$q_x = q \cdot \text{Sen} \alpha = 46,2 \frac{Kg}{m} \cdot \text{Sen}(18^\circ) = \boxed{14,27 \frac{Kg}{m}}$$

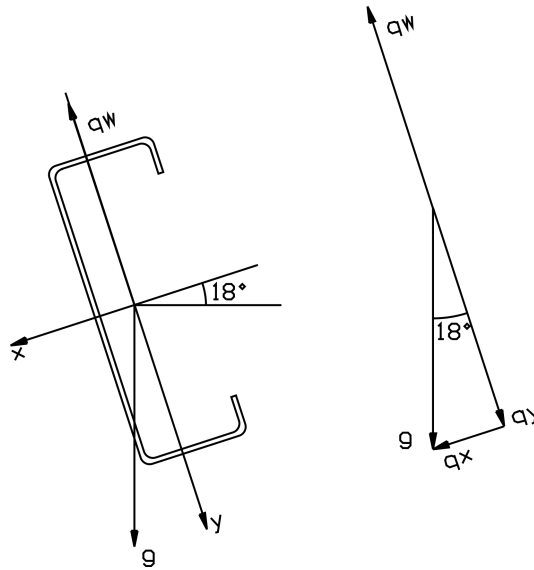
$$q_y = q \cdot \text{Cos} \alpha = 46,2 \frac{Kg}{m} \cdot \text{Cos}(18^\circ) = \boxed{43,93 \frac{Kg}{m}}$$

Procedemos a calcular los momentos en el centro de la luz, producidos por cada una de estas cargas lineales, suponemos que las correas se encuentran simplemente apoyadas.

$$M_x = \frac{q_y \cdot l^2}{8} = \frac{43,93 \frac{Kg}{m} \cdot (5m)^2}{8} = \boxed{137,28 Kg.m}$$

$$M_y = \frac{q_x \cdot l^2}{8} = \frac{14,27 \frac{Kg}{m} \cdot (5m)^2}{8} = \boxed{44,59 Kg.m}$$

- El segundo estado de carga corresponde a peso propio + viento.



**Figura 2:** Correa de techo sin tillas - Estado: peso propio + viento

Descomponiendo la resultante en las direcciones  $x$  e  $y$  tenemos:

$$q_x = g \cdot \text{Sen}\alpha \cdot s = 14 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \cdot \text{Sen}(18^\circ) \cdot 1,05\text{m} = \boxed{4,54 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}}$$

$$q_y = (q_w - g \cdot \text{Cos}\alpha) \cdot s = (175 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} - 14 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \cdot \text{Cos}(18^\circ)) \cdot 1,05\text{m} = \boxed{169,76 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}}$$

Procedemos a calcular los momentos en el centro de la luz, producidos por cada una de estas cargas lineales, suponemos que las correas se encuentran simplemente apoyadas.

$$M_x = \frac{q_y \cdot l^2}{8} = \frac{169,76 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot (5\text{m})^2}{8} = \boxed{530,5 \text{Kg.m}}$$

$$M_y = \frac{q_x \cdot l^2}{8} = \frac{4,54 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot (5\text{m})^2}{8} = \boxed{14,18 \text{Kg.m}}$$

- Tensión admisible.

Dado que se utiliza acero F-24, tenemos según el reglamento CIRSOC 301 una tensión de fluencia  $\sigma_{fl} = 2400 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$  y tomando un coeficiente de seguridad  $\gamma = 1,6$ , se obtiene una tensión admisible de:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{fl}}{\gamma} = \frac{2400 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{1,6} = \boxed{1500 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

- Selección de la correa.

Adoptamos un perfil C 180-70-25-2.5 de chapa doblada, con las siguientes características:

$$W_x = 48,912cm^3$$

$$W_y = 12,945cm^3$$

$$J_x = 440,204cm^4$$

$$J_y = 61,373cm^4$$

- Verificamos las tensiones para ambos estados de carga.

Estado de carga 1: peso propio + sobrecarga

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{13728Kg.cm}{48,912cm^3} = 280,66 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{4459Kg.cm}{12,945cm^3} = 344,45 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_t = \sigma_x + \sigma_y = 280,66 \frac{Kg}{cm^2} + 344,45 \frac{Kg}{cm^2} = \boxed{625,12 \frac{Kg}{cm^2}}$$

$$\sigma_t < \sigma_{adm}$$

$$625,12 \frac{Kg}{cm^2} < 1500 \frac{Kg}{cm^2} \Rightarrow \text{Verifica} \quad \checkmark$$

Estado de carga 2: peso propio + viento

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{53050Kg.cm}{48,912cm^3} = 1084,60 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1418Kg.cm}{12,945cm^3} = 109,54 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_t = \sigma_x + \sigma_y = 1084,60 \frac{Kg}{cm^2} + 109,54 \frac{Kg}{cm^2} = \boxed{1194,14 \frac{Kg}{cm^2}}$$

$$\sigma_t < \sigma_{adm}$$

$$1194,14 \frac{Kg}{cm^2} < 1500 \frac{Kg}{cm^2} \Rightarrow \text{Verifica} \quad \checkmark$$

- Verificamos las deformaciones para ambos estados de carga.

La flecha admisible de cumplir  $f < \frac{l}{300} \Rightarrow f < \frac{5m}{300} \Rightarrow f < 1,66cm$

Para el cálculo de la flecha utilizaremos la expresión  $f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot J}$

Estado de carga 1: peso propio + sobrecarga

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_x \cdot l^4}{E \cdot J_y}$$

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,1427 \frac{Kg}{cm} \cdot (500cm)^4}{2100000 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 61,373cm^4} = 0,90cm$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_y \cdot l^4}{E \cdot J_x}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,4393 \frac{Kg}{cm} \cdot (500cm)^4}{2100000 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 440,204cm^4} = 0,38cm$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(0,90cm)^2 + (0,38cm)^2} = \boxed{0,97cm}$$

$$f < f_{adm}$$

$$0,97cm < 1,66cm \Rightarrow \text{Verifica} \quad \checkmark$$

Estado de carga 2: peso propio + viento

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_x \cdot l^4}{E \cdot J_y}$$

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,0454 \frac{Kg}{cm} \cdot (500cm)^4}{2100000 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 61,373cm^4} = 0,28cm$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_y \cdot l^4}{E \cdot J_x}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,6976 \frac{Kg}{cm} \cdot (500cm)^4}{2100000 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 440,204cm^4} = 1,49cm$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(0,28cm)^2 + (1,49cm)^2} = \boxed{1,51cm}$$

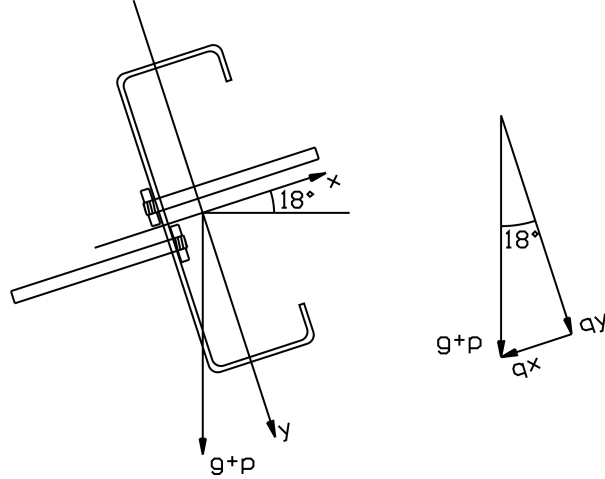
$$f < f_{adm}$$

$$1,51cm < 1,66cm \Rightarrow \text{Verifica} \quad \checkmark$$

Por lo tanto verifica el requerimiento de deformación especificado en el reglamento.

## 2. Correos de Techo. Caso con Tillas en el centro de la luz

- El primer estado de carga corresponde a peso propio + sobrecarga.



**Figura 3:** Correa de techo con tillas - Estado: peso propio + sobrecarga

$$q = (g + p) \cdot s = \left(14 \frac{Kg}{m^2} + 30 \frac{Kg}{m^2}\right) \cdot 1,05m = \boxed{46,2 \frac{Kg}{m}}$$

Descomponiendo la resultante en las direcciones  $x$  e  $y$  tenemos:

$$q_x = q \cdot \text{Sen} \alpha = 46,2 \frac{Kg}{m} \cdot \text{Sen}(18^\circ) = \boxed{14,27 \frac{Kg}{m}}$$

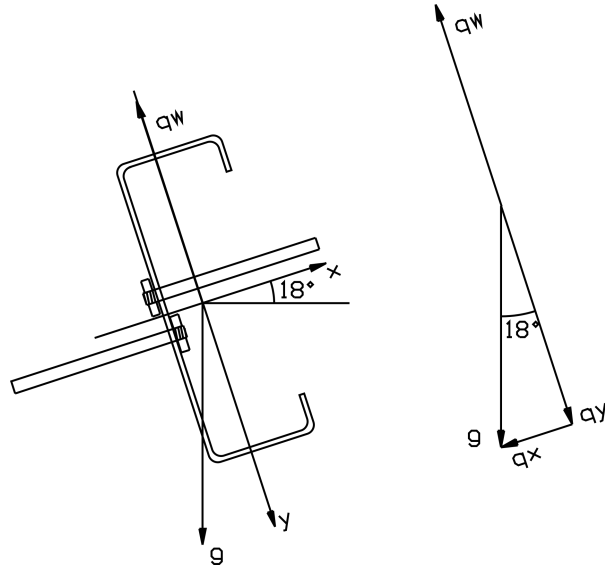
$$q_y = q \cdot \text{Cos} \alpha = 46,2 \frac{Kg}{m} \cdot \text{Cos}(18^\circ) = \boxed{43,93 \frac{Kg}{m}}$$

Procedemos a calcular los momentos en el centro de la luz, producidos por cada una de estas cargas lineales, suponemos que las correas se encuentran simplemente apoyadas.

$$M_x = \frac{q_y \cdot l^2}{8} = \frac{43,93 \frac{Kg}{m} \cdot (5m)^2}{8} = \boxed{137,28 Kg.m}$$

$$M_y = \frac{q_x \cdot l^2}{8} = \frac{14,27 \frac{Kg}{m} \cdot \left(\frac{5m}{2}\right)^2}{8} = \boxed{11,14 Kg.m}$$

- El segundo estado de carga corresponde a peso propio + viento.



**Figura 4:** Correa de techo con tillas - Estado: peso propio + viento

Descomponiendo la resultante en las direcciones  $x$  e  $y$  tenemos:

$$q_x = g \cdot \text{Sen}\alpha \cdot s = 14 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \cdot \text{Sen}(18^\circ) \cdot 1,05\text{m} = \boxed{4,54 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}}$$

$$q_y = (q_w - g \cdot \text{Cos}\alpha) \cdot s = (175 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} - 14 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \cdot \text{Cos}(18^\circ)) \cdot 1,05\text{m} = \boxed{169,76 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}}$$

Procedemos a calcular los momentos en el centro de la luz, producidos por cada una de estas cargas lineales, suponemos que las correas se encuentran simplemente apoyadas.

$$M_x = \frac{q_y \cdot l^2}{8} = \frac{169,76 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot (5\text{m})^2}{8} = \boxed{530,5 \text{Kg.m}}$$

$$M_y = \frac{q_x \cdot l^2}{8} = \frac{4,54 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot (\frac{5\text{m}}{2})^2}{8} = \boxed{3,54 \text{Kg.m}}$$

- Tensión admisible.

Dado que se utiliza acero F-24, tenemos según el reglamento CIRSOC 301 una tensión de fluencia  $\sigma_{fl} = 2400 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$  y tomando un coeficiente de seguridad  $\gamma = 1,6$ , se obtiene una tensión admisible de:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{fl}}{\gamma} = \frac{2400 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{1,6} = \boxed{1500 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

- Selección de la correa.

Adoptamos un perfil C 180-70-25-2.5 de chapa doblada, con las siguientes características:

$$W_x = 48,912cm^3$$

$$W_y = 12,945cm^3$$

$$J_x = 440,204cm^4$$

$$J_y = 61,373cm^4$$

- Verificamos las tensiones para ambos estados de carga.

Estado de carga 1: peso propio + sobrecarga

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{13728Kg.cm}{48,912cm^3} = 280,66 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1114Kg.cm}{12,945cm^3} = 86,05 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_t = \sigma_x + \sigma_y = 280,66 \frac{Kg}{cm^2} + 86,05 \frac{Kg}{cm^2} = \boxed{366,72 \frac{Kg}{cm^2}}$$

$$\sigma_t < \sigma_{adm}$$

$$366,72 \frac{Kg}{cm^2} < 1500 \frac{Kg}{cm^2} \Rightarrow \text{Verifica } \checkmark$$

Estado de carga 2: peso propio + viento

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{53050Kg.cm}{48,912cm^3} = 1084,60 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{354Kg.cm}{12,945cm^3} = 27,34 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_t = \sigma_x + \sigma_y = 1084,60 \frac{Kg}{cm^2} + 27,34 \frac{Kg}{cm^2} = \boxed{1111,94 \frac{Kg}{cm^2}}$$

$$\sigma_t < \sigma_{adm}$$

$$1111,94 \frac{Kg}{cm^2} < 1500 \frac{Kg}{cm^2} \Rightarrow \text{Verifica } \checkmark$$

- Verificamos las deformaciones para ambos estados de carga.

La flecha admisible de cumplir  $f < \frac{l}{300} \Rightarrow f < \frac{5m}{300} \Rightarrow f < 1,66cm$

Para el cálculo de la flecha utilizaremos la expresión  $f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot J}$

Estado de carga 1: peso propio + sobrecarga

$$f_x = 0$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_y \cdot l^4}{E \cdot J_x}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,4393 \frac{Kg}{cm} \cdot (500cm)^4}{2100000 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 440,204cm^4} = 0,38cm$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \boxed{0,38cm}$$

$$f < f_{adm}$$

$$0,38cm < 1,66cm \Rightarrow \text{Verifica } \checkmark$$



Estado de carga 2: peso propio + viento

$$f_x = 0$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_y \cdot l^4}{E \cdot J_x}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,6976 \frac{Kg}{cm} \cdot (500cm)^4}{2100000 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 440,204cm^4} = 1,49cm$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \boxed{1,49cm}$$

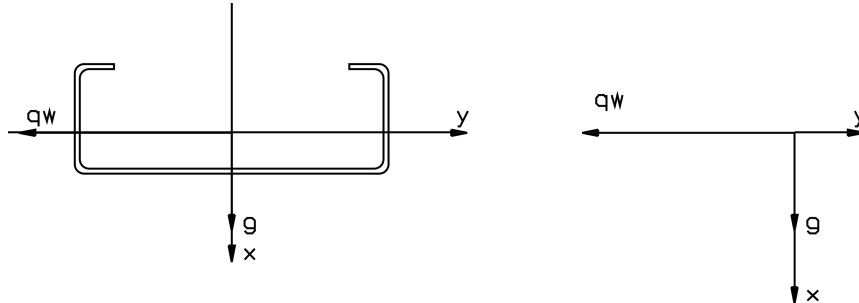
$$f < f_{adm}$$

$$1,49cm < 1,66cm \Rightarrow \text{Verifica} \quad \checkmark$$

Por lo tanto verifica el requerimiento de deformación especificado en el reglamento.

### 3. Correas Laterales.

- El estado de carga corresponde a peso propio + viento.



**Figura 5:** Correa de pared - Estado: peso propio + viento

Descomponiendo la resultante en las direcciones  $x$  e  $y$  tenemos:

$$\alpha = 90^\circ$$

$$q_x = g \cdot \text{Sen}\alpha \cdot s = 14 \frac{Kg}{m^2} \cdot 1,50m = \boxed{21 \frac{Kg}{m}}$$

$$q_y = (q_w - g \cdot \text{Cos}\alpha) \cdot s = 150 \frac{Kg}{m^2} \cdot 1,50m = \boxed{225 \frac{Kg}{m}}$$

Procedemos a calcular los momentos en el centro de la luz, producidos por cada una de estas cargas lineales, suponemos que las correas se encuentran simplemente apoyadas.

$$M_x = \frac{q_y \cdot l^2}{8} = \frac{225 \frac{Kg}{m} \cdot (5m)^2}{8} = \boxed{703,12Kg.m}$$

$$M_y = \frac{q_x \cdot l^2}{8} = \frac{21 \frac{Kg}{m} \cdot (5m)^2}{8} = \boxed{65,62Kg.m}$$

- Tensión admisible.

Dado que se utiliza acero F-24, tenemos según el reglamento CIRSOC 301 una tensión de fluencia  $\sigma_{fl} = 2400 \frac{Kg}{cm^2}$  y tomando un coeficiente de seguridad  $\gamma = 1,6$ , se obtiene una tensión admisible de:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{fl}}{\gamma} = \frac{2400 \frac{Kg}{cm^2}}{1,6} = \boxed{1500 \frac{Kg}{cm^2}}$$

- Selección de la correa.

Adoptamos un perfil C 200-70-25-3.2 de chapa doblada, con las siguientes características:

$$W_x = 70,448cm^3$$

$$W_y = 16,057cm^3$$

$$J_x = 704,478cm^4$$

$$J_y = 78,006cm^4$$

- Verificamos las tensiones para el estado de carga.

Estado de carga: peso propio + viento

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{70312 Kg \cdot cm}{70,448 cm^3} = 998,06 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{6562 Kg \cdot cm}{16,057 cm^3} = 408,66 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_t = \sigma_x + \sigma_y = 998,06 \frac{Kg}{cm^2} + 408,66 \frac{Kg}{cm^2} = \boxed{1406,73 \frac{Kg}{cm^2}}$$

$$\sigma_t < \sigma_{adm}$$

$$1406,73 \frac{Kg}{cm^2} < 1500 \frac{Kg}{cm^2} \Rightarrow \text{Verifica} \quad \checkmark$$

- Verificamos las deformaciones para el estado de carga.

La flecha admisible de cumplir  $f < \frac{l}{300} \Rightarrow f < \frac{5m}{300} \Rightarrow f < 1,66cm$

Para el cálculo de la flecha utilizaremos la expresión  $f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot J}$

Estado de carga: peso propio + viento

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_x \cdot l^4}{E \cdot J_y}$$

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,21 \frac{Kg}{cm} \cdot (500cm)^4}{2100000 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 78,006 cm^4} = 1,043cm$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_y \cdot l^4}{E \cdot J_x}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{2,25 \frac{Kg}{cm} \cdot (500cm)^4}{2100000 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 704,478 cm^4} = 1,238cm$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(1,043cm)^2 + (1,238cm)^2} = \boxed{1,62cm}$$

$$f < f_{adm}$$

$$1,62cm < 1,66cm \Rightarrow \text{Verifica} \quad \checkmark$$

Por lo tanto verifica el requerimiento de deformación especificado en el reglamento.