Corrected

AMPLIACION DE RESISTENCIA DE MATERIALES Examen extraordinario CURSO 2015-16

Número de matrícula

☐ 0	☐ 0	☐ 0	☐ 0	☐ 0
☐ 1	☐ 1	☐ 1	☐ 1	☐ 1
☐ 2	☐ 2	☐ 2	☐ 2	☐ 2
☐ 3	☐ 3	☐ 3	☐ 3	☐ 3
☐ 4	☐ 4	☐ 4	☐ 4	☐ 4
☐ 5	☐ 5	☐ 5	☐ 5	☐ 5
☐ 6	☐ 6	☐ 6	☐ 6	☐ 6
☐ 7	☐ 7	☐ 7	☐ 7	☐ 7
☐ 8	☐ 8	☐ 8	☐ 8	☐ 8
☐ 9	☐ 9	☐ 9	☐ 9	☐ 9

Nombre y apellidos:

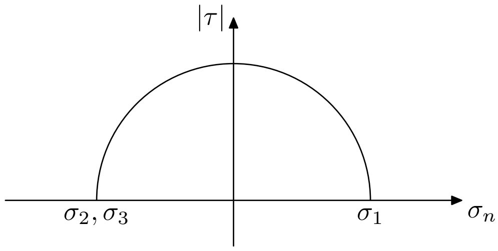
Número de matrícula:

- Codifique su número de matrícula a la izquierda, colocando un dígito en cada columna (sólo en la primera hoja).
- Conteste las preguntas con bolígrafo o rotulador negro, **rellenando completamente** la casilla de la respuesta correcta (■).
- Marque **sólo una respuesta** en cada pregunta (las preguntas con varias respuestas marcadas se considerarán nulas).
- La puntuación de todas las preguntas es 1. Las respuestas erróneas tienen puntuación negativa ($-1/4$).

1. Según el criterio de fluencia de von Mises, lo que hace plastificar a un material dúctil es

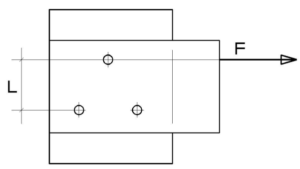
☐ La máxima tensión tangencial.
■ La energía de distorsión.
☐ La máxima tensión principal.
☐ La energía elástica.

2. El diagrama de Mohr de la figura representa el estado de tensión en un punto con tensiones principales $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, con $|\sigma_1| = |\sigma_2| = |\sigma_3|$. Indicar la afirmación correcta acerca de las tensiones que actúan sobre el plano que pasa por dicho punto y que está definido por las direcciones principales 2 y 3:



■ La componente normal es de tracción y la componente tangencial es nula.
☐ La componente normal es de compresión y la componente tangencial es nula.
☐ Las componentes normal y tangencial de la tensión son ambas no nulas.
☐ La componente tangencial de la tensión es no nula.

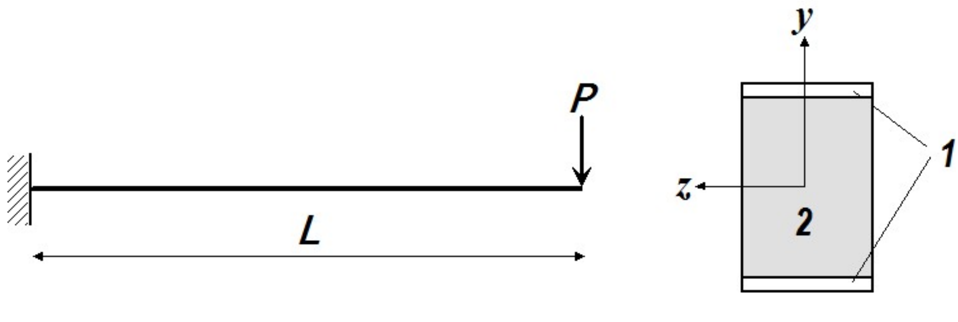
3. En la figura se muestra una unión entre dos chapas laterales y una chapa central realizada mediante tres tornillos de igual sección dispuestos en un triángulo equilátero trabajando a doble cortadura. Indicar el valor del esfuerzo máximo de cortadura en los tornillos:



■ $F/3$
☐ $F/6$
☐ $2F/3$
☐ $F/2$

4. En la viga de dos materiales con la carga y sección de la figura, el desplazamiento vertical del extremo libre es:

- [ ] $\dfrac{PL^3}{6(E_1 I_{z1} + E_2 I_{z2})}$
- [ ] $\dfrac{PL^3}{6(E_2 I_{z1} + E_1 I_{z2})}$
- [x] $\dfrac{PL^3}{3(E_1 I_{z1} + E_2 I_{z2})}$
- [ ] $\dfrac{PL^3}{3(I_{z1} + \frac{E_2}{E_1} I_{z2})}$

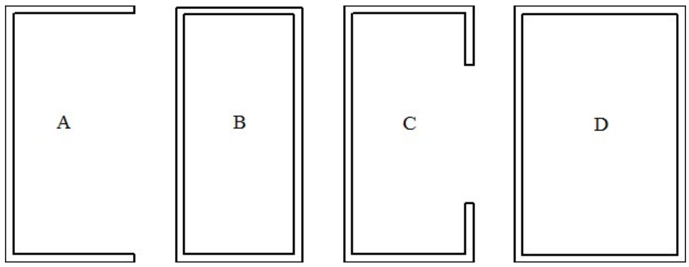


5. Los estados tensionales de dos puntos distintos en un sólido elástico

- [ ] Se corresponden con el mismo punto dentro del diagrama de Mohr del sólido si la tensión es homogénea.
- [x] Tienen, en general, diagramas de Mohr diferentes.
- [ ] Se corresponden con el mismo punto dentro del diagrama de Mohr del sólido si las tensiones principales de ambos son iguales.
- [ ] Se corresponden con dos puntos dentro del diagrama de Mohr del sólido.

6. Indique cuál es el orden de MAYOR A MENOR resistencia a la torsión de las secciones siguientes

- [ ] $A > C > B > D$
- [x] $D > B > C > A$
- [ ] $D = B > C > A$
- [ ] $A > B > C > D$

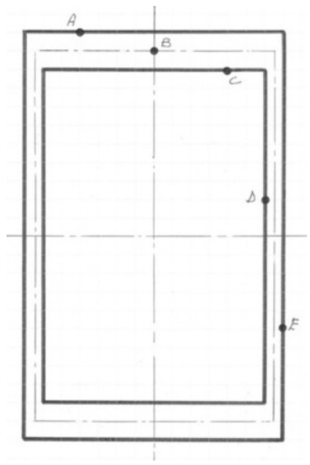


7. En una unión atornillada entre dos chapas una de éstas falla a tracción. ¿Cuál de los siguientes cambios podría solucionar el problema?

- [ ] Aumentar el diámetro de los tornillos.
- [ ] Separar los tornillos de los bordes de la chapas.
- [ ] Aumentar el número de tornillos.
- [x] Cambiar las chapas por otras de mayor espesor.

8. La sección de pared delgada de la figura está sometida a torsión. Indique la afirmación CORRECTA:

- [ ] La tensión tangencial en B es nula
- [ ] Las tensiones tangenciales en C y D son iguales
- [x] La tensión tangencial en E es mayor que la de A
- [ ] Las tensiones tangenciales en D y E son iguales y de sentidos opuestos

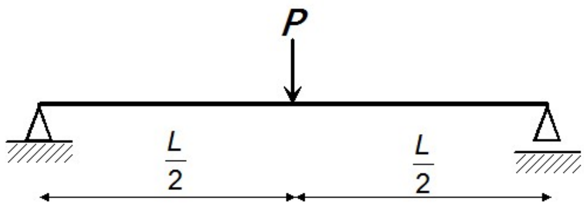


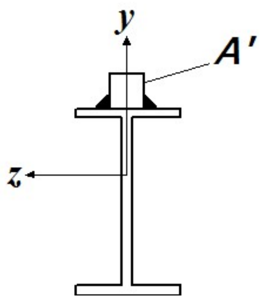
9. Indique la afirmación CORRECTA en relación con una sección rectangular sometida a flexocompresión oblicua:

- [x] El centro de gravedad estará sometido a compresión.
- [ ] Los lados superior e inferior de la sección tendrán siempre tensiones iguales pero de distinto signo (tracción o compresión).
- [ ] El lado superior de la sección estará sometida a tensión uniforme de tracción o compresión.
- [ ] La orientación de la fibra neutra depende exclusivamente de los valores de los momentos flectores según los ejes principales de la sección.

10. En la viga de la figura, cuya sección tiene un momento de inercia I_z, la tensión cortante en los cordones de soldadura continuos (ancho de garganta a_g) es:

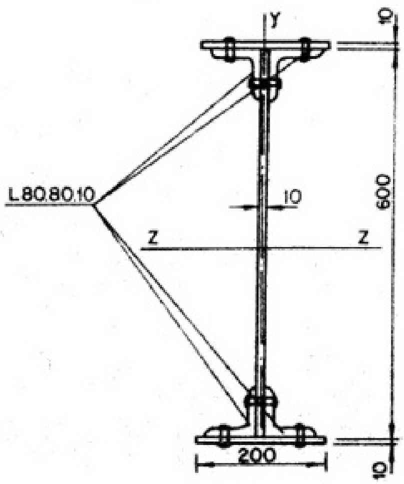
- [ ] $\tau = \dfrac{Pm_{zA'}L}{2a_gI_z}$
- [ ] $\tau = \dfrac{Pm_{zA'}}{a_gI_z}$
- [ ] $\tau = \dfrac{Pm_{zA'}}{2a_gI_z}$
- [x] $\tau = \dfrac{Pm_{zA'}}{4a_gI_z}$





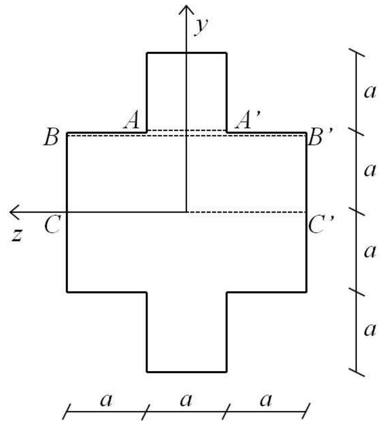
Corrected

11. En la figura se representa la sección recta de una viga armada con remaches de igual diámetro y sometida a un esfuerzo cortante T_y. Indique la afirmación FALSA:



- ■ El momento de inercia respecto a z que aparece en la expresión de la separación entre remaches corresponde únicamente al alma
- ☐ Los remaches que unen angulares y alma trabajan a doble cortadura
- ☐ En la fórmula de la separación mínima de los remaches que unen angulares superiores y alma, el momento estático respecto a z que aparece es el del área de la sección de la platabanda y de los dos angulares
- ☐ En la fórmula de la separación mínima de los remaches que unen platabanda y angulares superiores, el momento estático respecto a z que aparece es el del área de la sección de la platabanda

12. En el perfil de la figura (que no se considera de pared delgada), si está sometido a un esfuerzo cortante según el eje y, señale la afirmación FALSA:



- ■ $|\tau_{xy}|_{AA'} = 2\,|\tau_{xy}|_{CC'}$
- ☐ $|\tau_{xy}|_{CC'} = 2\,|\tau_{xy}|_{BB'}$
- ☐ $|\tau_{xy}|_{AA'} = 3\,|\tau_{xy}|_{BB'}$
- ☐ $|\tau_{xy}|_{AA'} = 1{,}5\,|\tau_{xy}|_{CC'}$

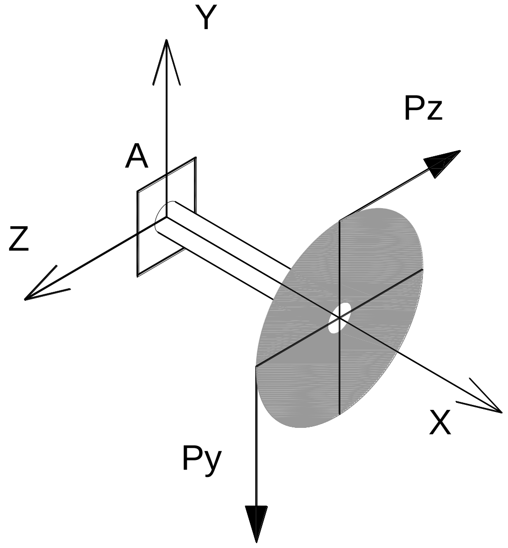
CURSO 2015-16
5-07-2016

AMPLIACIÓN DE RESISTENCIA DE MATERIALES
EXAMEN DE JULIO

PROBLEMA 1 (10 puntos)

Fecha de publicación de la preacta: 21 de julio de 2016
Fecha de revisión del examen: 28 de julio de 2016 a las 17:30

Una barra de sección circular de 6 cm de diámetro y 80 cm de longitud está empotrada en su extremo A y en su extremo libre soporta fijamente un disco de 140 cm de diámetro sometido a las fuerzas Py = 4 kN y Pz = 1,5 kN, tal y como se muestra en la figura. Se pide:



1) Determinar los **esfuerzos actuantes** en la sección de empotramiento A en el sistema de referencia XYZ, indicando el valor, unidades y criterio de signos.
2) Despreciando las tensiones debidas a los esfuerzos cortantes, calcular el **punto de la sección A** (mediante sus coordenadas Y, Z) en el que la componente normal del vector tensión respecto del plano de la sección es máxima de tracción, indicando el **módulo de dicho vector tensión** y los módulos de las **componentes intrínsecas** del mismo.
3) Considerando como componentes intrínsecas del vector tensión en el punto anterior y respecto del mismo plano σ = 150 MPa y τ = 100 MPa se pide:
   - Calcular las **tensiones principales** en dicho punto.
   - Calcular el **coeficiente de seguridad** respecto del fin de régimen elástico mediante el criterio de Tresca.
   - Representar los **círculos de Mohr** del estado tensional en el punto anterior y calcular gráficamente el **ángulo** que forma la primera dirección principal con la directriz de la barra (eje X).
4) Calcular el **giro del disco** y determinar cuál es el **mínimo perfil tubular cuadrado** que podría sustituir a la barra del enunciado para obtener un giro igual o inferior.

Datos:	Módulo de deformación transversal:	G = 80 GPa
	Límite elástico:	σ_e = 360 MPa

Nota: no olvidar indicar claramente las unidades de cada uno de los resultados.

INDUSTRIALES
ETSII | UPM

CURSO 2015-16
5-07-2016

SOLUCIÓN

1) Esfuerzos actuantes: Criterio de signos sobre la sección frontal:

$T_y = P_y = 4{,}0\,\text{kN}$	Positivo según eje -Y
$T_z = P_z = 1{,}5\,\text{kN}$	Positivo según eje -Z
$M_T = 0{,}7 \cdot (P_y - P_z) = 0{,}7 \cdot (4 - 1{,}5) = 1{,}75\,\text{mkN}$	Positivo giro antihorario
$M_y = 0{,}8 \cdot P_z = 0{,}8 \cdot 1{,}5 = 1{,}20\ \text{mkN}$	Positivo giro antihorario
$M_z = -0{,}8 \cdot P_y = -0{,}8 \cdot 4{,}0 = -3{,}20\,\text{mkN}$	Positivo giro antihorario

1 punto

2) Ángulo que forma el Momento flector con el eje Y:

$$\theta = arctg\left(\frac{-M_z}{M_y}\right) = 1{,}2121 rad = 69{,}44^{o}$$

El punto de tracción máxima se sitúa girando 90º en sentido antihorario, por tanto:

$$Y = R \cdot sen\theta = 30 \cdot sen(1{,}2121) = 28{,}09mm$$

$$Z = R \cdot \cos\theta = 30 \cdot \cos(1{,}2121) = 10{,}53mm$$

1,5 puntos

Componentes intrínsecas del vector tensión:

$$\sigma_x = \frac{-M}{I_z}R = \frac{-\sqrt{(M_y^2 + M_z^2)}}{I_z}R = \frac{-10^6 \cdot \sqrt{(1{,}20^2 + 3{,}20^2)}}{636172{,}5}30 = 161{,}2MPa$$

1,5 puntos

$$I_z = I_y = \frac{\pi}{4}R^4 = \frac{\pi}{4}30^4 = 636172{,}5mm^4$$

$$\tau = \frac{M_T}{I_0}R = \frac{1{,}75 \cdot 10^6}{1272345}30 = 41{,}3MPa$$

1 punto

$$I_0 = \frac{\pi}{2}R^4 = \frac{\pi}{2}30^4 = 1272345mm^4$$

Módulo del vector tensión:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \tau^2} = \sqrt{161{,}2^2 + 41{,}3^2} = 166{,}36MPa$$

0,5 puntos

3) Tensiones principales:

$$\begin{vmatrix} \sigma_x - \sigma & \tau \\ \tau & -\sigma \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow \sigma^2 - \sigma_x \cdot \sigma - \tau^2 = 0 \Rightarrow \sigma^2 - 150 \cdot \sigma - 100^2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} \sigma_1 = 200MPa \\ \sigma_3 = -50{,}0MPa \end{cases}$$

$$\sigma_2 = 0$$

1 punto

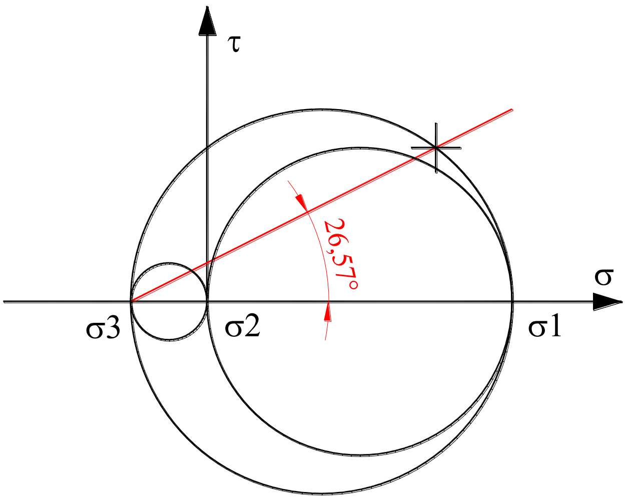
4) Coeficiente de seguridad:

$$n = \frac{\sigma_e}{\sigma_1 - \sigma_3} = \frac{360}{200 + 50} = 1{,}44$$

1 punto

5) Angulo del eje X con la dirección principal 1:

$$\alpha = arctg\left(\frac{\tau}{\sigma_x - \sigma_3}\right) = arctg\left(\frac{100}{150+50}\right) = 0,4636rad = 26,57$$



1 punto

6) Giro a torsión del disco:

$$\theta_x = \frac{M_T}{GI_0}L = \frac{1,75 \cdot 10^6}{80 \cdot 10^3 \cdot 1272345}800 = 0,01375rad = 0,788^{o}$$

1 punto

El perfil tubular cuadrado debe tener un momento de inercia a torsión igual o superior al de la barra, por tanto, el mínimo perfil será uno de estos dos:

Perfil con menor dimensión: Perfil 70-5 con $I_T = 141cm^4 > I_0 = 127cm^4$

Perfil con menor sección: Perfil 80-3 con $I_T = 140cm^4 > I_0 = 127cm^4$

0,5 puntos

PROBLEMA 2 (10 puntos)

Una viga en voladizo está sometida al estado de cargas indicado en la Figura 1. La viga está constituida por un perfil hueco rectangular 60.40.2 armado con pletinas atornilladas, tal como se indica en la Figura 2. Los tornillos son de diámetro d = 4 mm, están dispuestos en el plano ***xy*** y hay 4 en total (paso entre dos tornillos consecutivos p = 1m). Se pide:

1º) Diagramas de esfuerzos cortantes y de momentos flectores

2º) Valor de la carga P en kN para el cual falla la viga a flexión (σ_{adm} = 200MPa)

3º) Valor de la carga P en kN para el cual falla la viga por efecto del esfuerzo cortante (τ_{adm} = 100MPa)

4º) Valor de la carga P en kN para el cual fallan a cortadura los tornillos de unión (τ_{adm} tornillos = 100MPa)

5º) Valor de la carga P en kN para el cual falla la pletina por aplastamiento (σ_{adm} pletina = 200MPa)

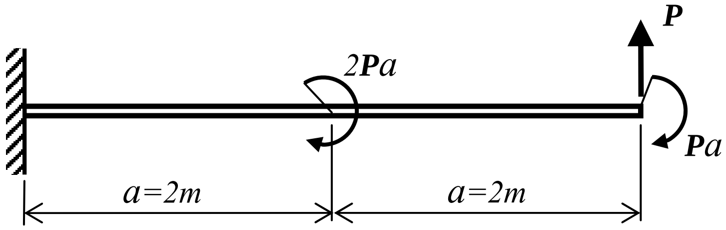


Fig. 1

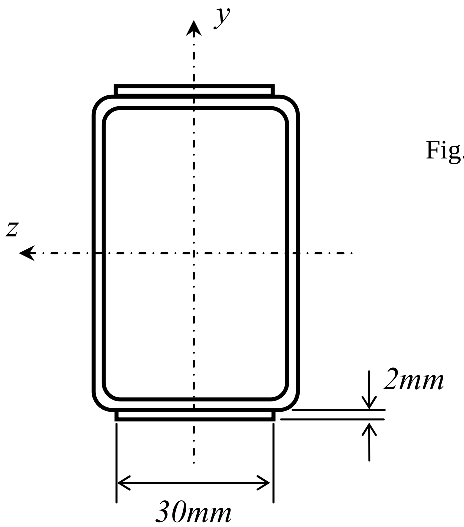
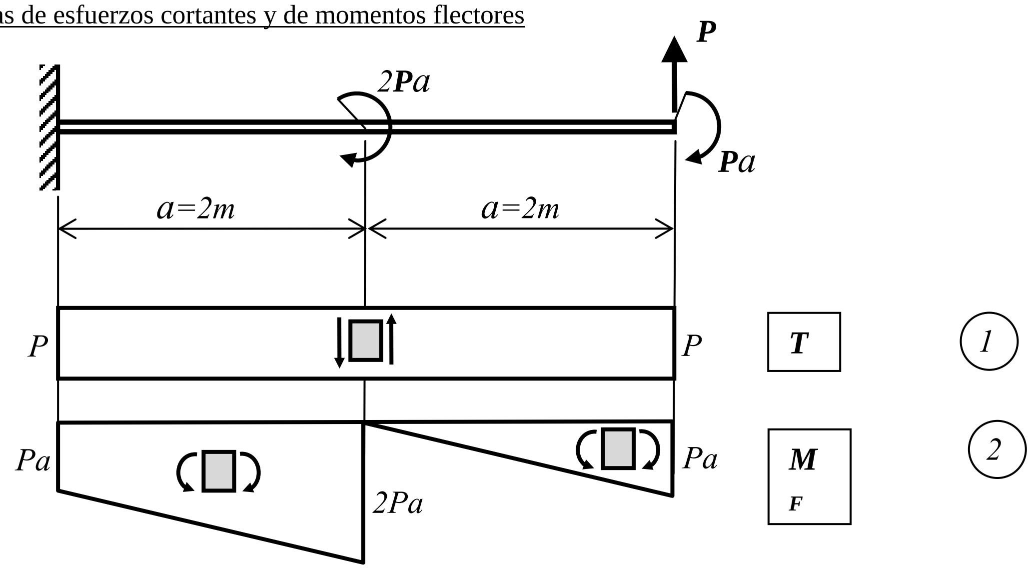


Fig. 2

AMPLIACIÓN DE RESISTENCIA DE MATERIALES. EXAMEN DE JULIO 2016.

SOLUCION DEL PROBLEMA 2

1º) Diagramas de esfuerzos cortantes y de momentos flectores



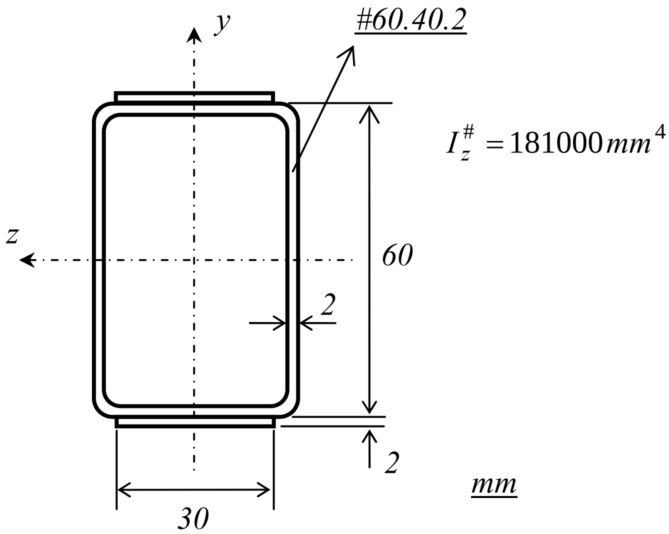
2º) Valor de la carga ***P*** en *kN* para el cual falla la viga a flexión ($\sigma_{adm} = 200MPa$)

$$\sigma_{máx} = \frac{M_{Fmáx}}{I_z} y_{máx} = \frac{M_{Fmáx}}{W_z} \le \sigma_{adm}$$

$$M_{Fmáx} = 2Pa \quad ; \quad y_{máx} = \frac{60}{2} + 2 = 32mm$$

$$I_z = I_z^{\#} + 2\left(\frac{1}{12}30{\cdot}2^3 + 30{\cdot}2\left(\frac{60}{2}+\frac{2}{2}\right)^2\right) = 296360mm^4$$

$$W_z = \frac{I_z}{y_{máx}} = \frac{296360}{32} = 9261{,}25mm^3$$



En el límite: $$P_{máx} = \frac{\sigma_{adm}{\cdot}I_z}{2{\cdot}a{\cdot}y_{máx}} = \frac{200{\cdot}296360}{2{\cdot}2000{\cdot}32}\frac{N}{mm^2}\frac{mm^4}{mm{\cdot}mm} = 0{,}463kN$$ 2,5

3º) Valor de la carga ***P*** en *kN* para el cual falla la viga por efecto del esfuerzo cortante ($\tau_{adm} = 100MPa$)

$$\tau_{máx} = \frac{T_{máx}{\cdot}m_z(y=0)}{b(y=0){\cdot}I_z} \le \tau_{adm} \quad ; \quad T_{máx} = P \quad ; \quad I_z = 296360mm^4 \quad ; \quad b(y=0) = 2{\cdot}2mm = 4mm$$

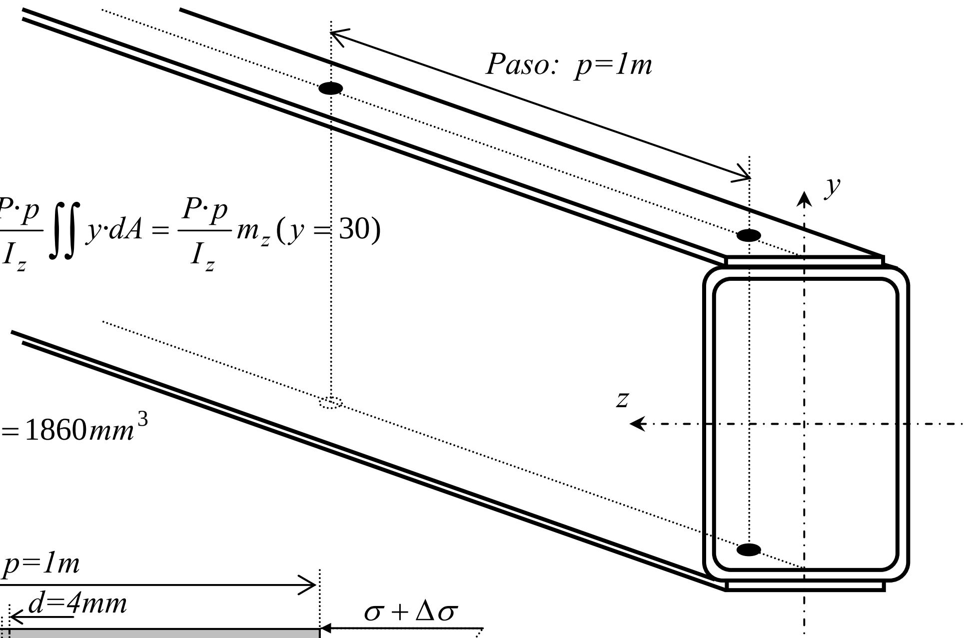
Momento estático respecto a *z* de medio perfil tubular (Tablas): $S_x^{\#} = 3{,}70cm^3 = 3700mm^3$

$$m_z(y=0) = S_x^{\#} + 2{\cdot}30\left(\frac{60}{2}+\frac{2}{2}\right) = 5560mm^3$$

En el límite: $$P_{máx} = \frac{\tau_{adm}{\cdot}b(y=0){\cdot}I_z}{m_z(y=0)} = \frac{100{\cdot}4{\cdot}296360}{5560}\frac{N}{mm^2}\frac{mm{\cdot}mm^4}{mm^3} = 21{,}32kN$$ 2

4º) Valor de la carga ***P*** en *kN* para el cual fallan a cortadura lo s tornillos de unión ($\tau_{adm\ tornillos} = 100MPa$)

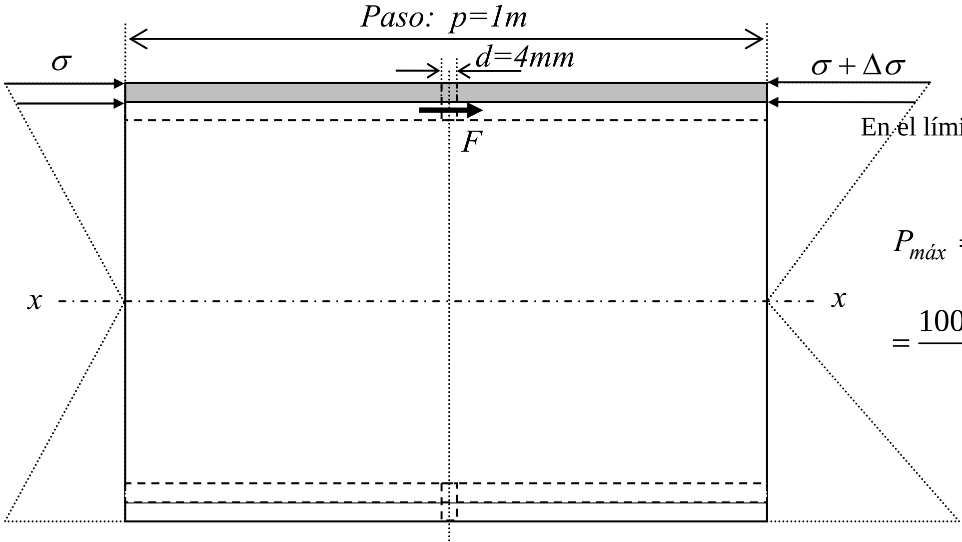
Cada tornillo trabaja a cortadura simple



$$\tau = \frac{F}{\pi \cdot d^2/4} \le \tau_{adm}$$

$$F = \iint_{Pletina} \Delta\sigma \cdot dA = \iint \frac{M_z}{I_z} y \cdot dA \frac{P \cdot p}{I_z} \iint y \cdot dA = \frac{P \cdot p}{I_z} m_z(y = 30)$$

$$m_z(y = 30) = 2 \cdot 30 \left(\frac{60}{2} + \frac{2}{2} \right) = 1860 mm^3$$



En el límite:

$$P_{máx} = \frac{\tau_{adm\,tornillos} \cdot I_z \cdot \pi \cdot d^2/4}{p \cdot m_z(y = 30)} =$$

$$= \frac{100 \cdot 296360 \cdot \pi \cdot 4^2/4}{1000 \cdot 1860} \frac{N}{mm^2} \frac{mm^4 \cdot mm^2}{mm \cdot mm^3} =$$

1,5 $= 0{,}2 kN$

5º) Valor de la carga ***P*** en *kN* para el cual falla la pletina por aplastamiento ($\sigma_{adm\ pletina} = 200MPa$)

La tensión de compresión sobre la pletina transmitida por el tornillo, σ_c , se distribuye en un área rectangular de lados el espesor de la pletina (*e=2mm*) y el diámetro del tornillo (*d=4mm*), luego:

$$\sigma_c = \frac{F}{e \cdot d} = \frac{P \cdot p \cdot m_z(y = 30)}{e \cdot d \cdot I_z} \le \sigma_{adm\ pletina}$$

En el límite:

$$P_{máx} = \frac{\sigma_{adm\ pletina} \cdot e \cdot d \cdot I_z}{p \cdot m_z(y = 0)} = \frac{200 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 296360}{1000 \cdot 1860} \frac{N}{mm^2} \frac{mm^2 \cdot mm^4}{mm \cdot mm^3} = 0{,}255 kN \qquad 1$$