

**Escuela Epet N°1 de Cauce- 5to año, Construcciones-Construcciones  
Metálicas y de Madera**

Escuela E.P.E.T. N°1 de Cauce

Docente: Elmo Migani, Mara Aballay

Año: 5<sup>to</sup> 1<sup>ra</sup>, Construcciones

Turno Tarde

Área Curricular: Construcciones Metálicas y de Madera.

Título de la propuesta: Uniones atornilladas.

Uniones atornilladas

Generalidades

Las estructuras están formadas por perfiles o chapas unidas entre sí, de tal forma que las uniones deben ser capaces de transmitir los esfuerzos actuantes entre los distintos elementos.

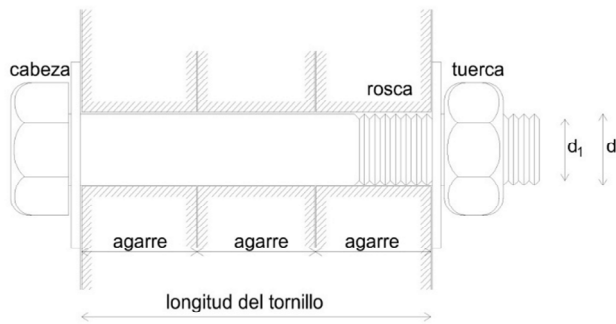
Las uniones las podemos clasificar en:

- a. Fijas
  - Uniones remachadas (no se usan en la actualidad).
  - Uniones soldadas (las más usadas).
- b. Desmontables
  - Uniones atornilladas con tornillos normales o de alta resistencia.

Uniones atornilladas

Tornillos normales

Podemos definir como tornillo a un perno roscado con una cabeza en un extremo, al cual se le acopla una tuerca y arandela para sujetar piezas diferentes entre sí.



### Esfuerzos nominales

La resistencia de una unión con bulones, depende del tipo de falla producida, que puede ser alguna de las siguientes:

- Falla por tracción en las placas.
- Fallas por corte del bulón.
- Fallas por aplastamiento de la placa, del bulón o de ambas a la vez.
- Falla por desgarramiento de la placa.

### Verificaciones a efectuar

#### a. Tensiones de tracción en la placa

La tensión de tracción en la placa, se determina como:

$$\sigma_t = \frac{P}{A_n} \leq \sigma_{adm}$$

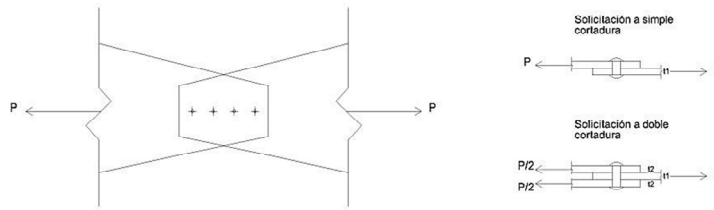
P: esfuerzo actuante.

$A_n$ : área neta de la placa.

$\sigma_{adm}$ : tensión admisible de la placa.

#### b. Resistencia al corte del bulón

**Escuela Epet N°1 de Caucete- 5to año, Construcciones-Construcciones Metálicas y de Madera**



La resistencia al corte del bulón se obtiene según las expresiones siguientes:

$$R_{1c} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \tau'_{adm}$$

$$R_{2c} = \frac{\pi \cdot d^2}{2} \cdot \tau'_{adm}$$

d: diámetro del agujero o diámetro del vástago si son tornillos ordinarios.

$$\tau'_{adm} = \frac{\sigma'_f}{\gamma_1}$$

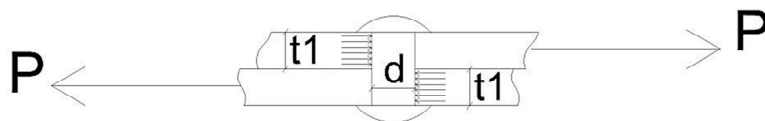
$\sigma'_f$ : tensión de fluencia del acero del tornillo.

$\gamma_1$ : coeficiente de seguridad del tornillo tabulado en la siguiente tabla.

Tipo de solicitación	Coeficiente de seguridad	Tensión de fluencia del tornillo $\sigma_f$ en $\text{kg/cm}^2$	Tornillos normales calibrados	Tornillos normales brutos
corte	$\gamma_1$	1800	$1,43\gamma$	$1,90\gamma$
		3000	$0,95\gamma$	$1,15\gamma$

$\gamma$ : coeficiente de seguridad de la estructura

a. Resistencia al aplastamiento



$$R_{\text{aplast.}} = d \cdot e \cdot \sigma_{\text{adm apl.}}$$

En la ecuación anterior si la unión es entre 2 placas, "e" es el menor espesor de ellas;  
si la unión es entre 3 placas, "e" es el menor valor entre  $2 \cdot t_1$  y  $t_2$ .

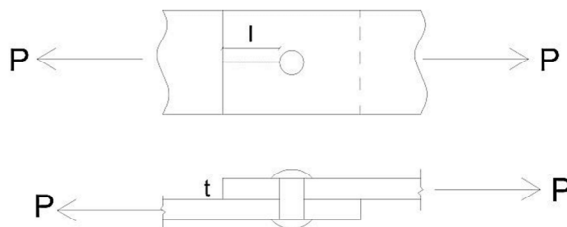
$$\sigma_{\text{adm.ap}} = \frac{\sigma_f}{\gamma_3}$$

$\sigma_f$ : tensión de fluencia del acero de las placas.

$\gamma_3$ : coeficiente que se encuentra en la siguiente tabla.

Tipo de sollicitación	Coficiente de seguridad	Tensión de fluencia del tornillo $\sigma_f$ en kg/cm <sup>2</sup>	Tornillos normales calibrados	Tornillos normales brutos
aplastamiento	$\gamma_3$		$0,50\gamma$	$0,67\gamma$

b. Resistencia al desgarramiento de la placa



$$\tau = \frac{P}{A_d} \leq \tau_{\text{adm}}$$

**Escuela Epet N°1 de Caucete- 5to año, Construcciones-Construcciones  
Metálicas y de Madera**

$A_d = l \cdot t$  (sección de desgarramiento)

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_f}{\gamma \cdot \sqrt{3}}$$

$\gamma$ : coeficiente de seguridad de la estructura.

**Distribución de esfuerzo sobre los tornillos**

Los esfuerzos nominales difieren de los reales debido a:

- a. Se desprecia fricción entre placas.
- b. Se desprecia la deformación de las placas y bulones por efecto de las cargas actuantes.
- c. Se desprecia la concentración de tensiones debido al agujero de las placas.
- d. Suposición de uniformidad de tensiones en su sección transversal.
- e. Suposición de uniformidad de tensiones de aplastamiento entre bulón y placa.
- f. Se desprecia la flexión de los bulones.

En conclusión podemos decir que si las cargas son bajas, la distribución de los esfuerzos son controlados por la fricción entre las placas. Para cargas intermedias, se producen deslizamientos que provocan esfuerzo de corte y aplastamiento.

**Cálculo práctico de una unión**

El número necesario de bulones en una unión será:

$$n = \frac{P}{R_{min}} \geq 2$$

$R_{min}$ : resistencia al aplastamiento o resistencia al corte (se toma la menor).

**Escuela Epet N°1 de Cauce- 5to año, Construcciones-Construcciones Metálicas y de Madera**

Si se quiere obtener que el número de bulones necesarios para resistir el corte y que sea igual al que preciso para resistir el aplastamiento, bastara igualar ambas resistencias y de ahí obtener el diámetro más eficiente.

**Distribución de bulones**

Distancia al borde			
Distancia mínima al borde	1	En dirección de la carga	2d
	2	Normalmente a la dirección de la carga.	1,5d
Distancia máxima al borde	3(*)	En las dos direcciones.	3d o 6t

(\*) En barras y perfiles de acero debe tomarse en el borde reforzado 9t en lugar de 6t.

Separación mínima entre agujeros	1	En general	3d
Separación máxima entre agujeros	2	Tornillos activos, tornillos de acoplamiento en barras comprimidas y refuerzos de alma.	8d o 15t
	3(**)	Tornillos de acoplamiento en barras traccionadas.	12d o 25t

**Uniones a tracción**

La carga portante a tracción de un tornillo se calcula en función de la siguiente ecuación:

$$P = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \cdot \sigma'_{tadm}$$

**Escuela Epet N°1 de Caucete- 5to año, Construcciones-Construcciones  
Metálicas y de Madera**

$d_n$ : diámetro del núcleo del tornillo.

$$\sigma'_{tadm} = \frac{\sigma_f}{\gamma_2} \quad (\sigma_f \text{ es la tensión de fluencia del acero del tornillo y } \gamma_2 \text{ es un coeficiente}$$

obtenido de la siguiente tabla.

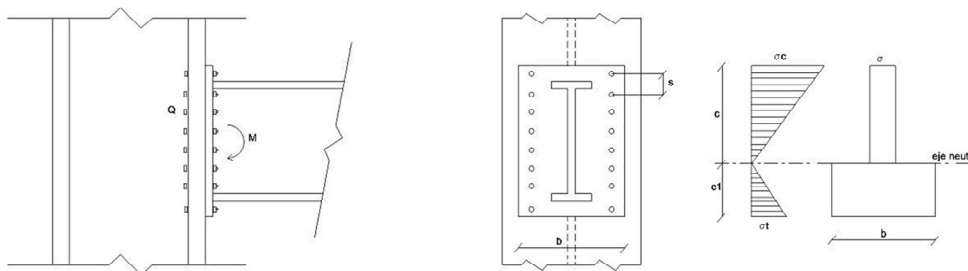
Tipo de sollicitación	Coeficiente de seguridad	Tensión de fluencia del tornillo $\sigma_f$ en kg/cm <sup>2</sup>	Tornillos normales calibrados	Tornillos normales brutos
tracción	$\gamma_2$		$2\gamma$	$2\gamma$

**Uniones a flexión**

En una unión resistente a flexión y corte, el momento es resistido por los tornillos en la zona de tracción y por contacto en la de compresión; el esfuerzo de corte es totalmente absorbido por los tornillos.

Para el caso correspondiente de la figura, se debe definir en primer lugar la posición del eje neutro, que queda definido por:

$$\frac{c_1}{c} = \sqrt{\frac{a}{b}} \quad ; \text{ donde } a = \frac{A \cdot m}{s}$$



El esfuerzo máximo sobre el bulón más alejado de la fibra neutra es:

**Escuela Epet N°1 de Cauce- 5to año, Construcciones-Construcciones  
Metálicas y de Madera**

$$N = \frac{M.c}{I} \cdot \frac{a.s}{m}$$

La tensión máxima de compresión es:

$$\sigma_c = \frac{M.c_1}{I} \leq \sigma_{cadm}$$

En esta expresión:  $I = \frac{a.c^3}{3} + \frac{b.c_1^3}{3}$

Con N se puede obtener la tensión por tracción en el bulón más alejado:

$$\sigma_t = \frac{N}{F_n} \leq \sigma'_{tadm}$$

( $F_n$  es el área del núcleo del tornillo).

Con Q se obtiene la tensión de corte en cada bulón. Suponiendo una distribución uniforme sobre ellos, tendremos:

$$\tau' = \frac{Q}{F} \leq \tau'_{adm}$$

En la ecuación anterior,  $F = \sum \frac{\pi.d^2}{4}$

Debe verificarse además la tensión compuesta mediante la fórmula de Von Mises:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_t'^2 + 3.\tau'^2} \leq \sigma_{tadm}$$

## Actividades

### Primera actividad

**Leer el documento anterior.**

### Segunda actividad

**Elaborar una presentación en Power Point** indicando: generalidades, los tipos de uniones, las características de las mismas, esfuerzos a la que están sometidas, tipos de solicitaciones, las normativas para su diseño, tensiones admisibles y otros aspectos que se detallan en el documento.



**Escuela Epet N°1 de Caucete- 5to año, Construcciones-Construcciones  
Metálicas y de Madera**

Datos importantes

- Los trabajos serán evaluados cuando volvamos a clase.
- Enviar los trabajos al correo abajo citado.
- Para contactarse por cualquier tipo de consulta adjunto:
  - Correo: [elmomigani@gmail.com](mailto:elmomigani@gmail.com)
  - Teléfono de contacto: 4253203.

Director: Mario Gomez