

DISEÑO DE ESTRUCTURAS ISOSTATICAS

CURSO ESTRUCTURAS I

**RESISTENCIA DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES**

■ Profesor: Jing Chang Lou

**RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES**

CONCEPTO DE TENSION UNITARIA

- Tensión es la fuerza que se transmite por unidad de área de la sección.
- Para elementos sometidos a esfuerzo normal (axial) únicamente la tensión axial se define como:

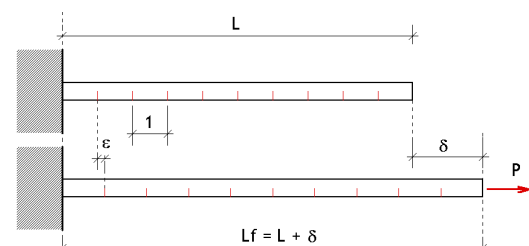
$$\sigma = \frac{N}{A}$$

Siendo

- σ (sigma) la tensión en kg/cm²
- N (kg) el esfuerzo normal que se transmite a través de la sección transversal.
- A (cm²) es el área en de la sección transversal.

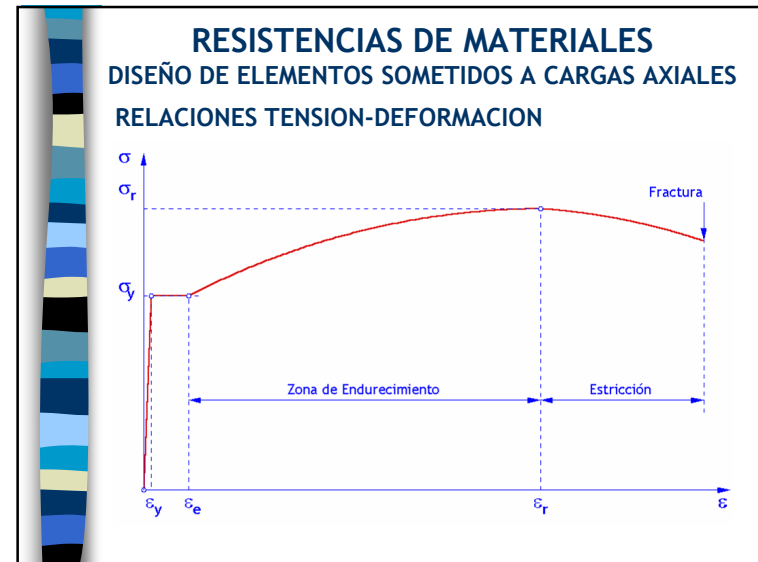
**RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
CONCEPTO DE DEFORMACIÓN UNITARIA**

Se refiere a la deformación que experimenta cada unidad de longitud del elemento original

$$\epsilon = \frac{\delta}{L}$$


Siendo:

- ϵ es la deformación unitaria.
- δ (cm) es la deformación global que ha sufrido el elemento.
- L (cm) la longitud real del elemento.



DISEÑO DE ESTRUCTURAS ISOSTATICAS

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
RELACIONES TENSION-DEFORMACION

ZONA LINEAL-ELÁSTICO:
 Tensiones y deformaciones son proporcionales.
 Las deformaciones son recuperables.

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
RELACIONES TENSION-DEFORMACION

ZONA DE FLUENCIA:
 Se produce una deformación brusca de la probeta sin incremento de la carga aplicada.

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
RELACIONES TENSION-DEFORMACION

ZONAS DE ENDURECIMIENTO Y ESTRICCIÓN:
 Las deformaciones se recupera sólo parcialmente, quedando deformada permanentemente que se van acumulando hasta la rotura.

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
LEY DE HOOKE

Esta ley relaciona las tensiones con las deformaciones de los materiales.

Del experimento se concluye que las tensiones y deformaciones unitarias son proporcionales. Lo que se expresa mediante la relación tensión deformación.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \rightarrow \sigma = E \epsilon$$


Siendo:
 σ (sigma) la tensión en kg/cm²
 E (kg/cm²) módulo de elasticidad, que es una constante para cada material.
 ε es la deformación unitaria.

DISEÑO DE ESTRUCTURAS ISOSTATICAS

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

$$\frac{\sigma_t}{\sigma_{adm}} \leq 1 \quad \sigma_t \leq \sigma_{adm}$$

Siendo:
 σ_t tensión de trabajo de la barra en kg/cm².
 σ_{adm} tensión admisible del material.



RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION
TENSION ADMISIBLE EN ACERO

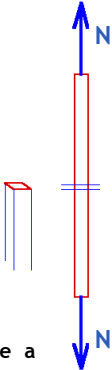
$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{FS} = 0,6 \sigma_y$$

Para al acero A37-24ES:
 $\sigma_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$
 $FS = 1,66\dots$
 $\sigma_{adm} = 1440 \text{ kg/cm}^2$

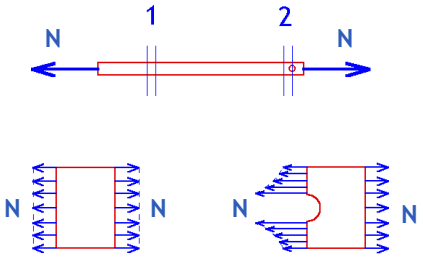
RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

$$\sigma_{adm} \geq \sigma_t = \frac{N}{A}$$

Siendo
 σ_{adm} (kg/cm²) la tensión admisible del material
 σ_t (kg/cm²) la tensión de trabajo
 N (kg) el esfuerzo normal que se transmite a través de la sección transversal.
 A (cm²) es el área en de la sección transversal.



RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION



Sección 1 Sección 2

Sección 2: existe concentraciones de tensiones por discontinuidad del material

DISEÑO DE ESTRUCTURAS ISOSTATICAS

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS DE ACERO EN TRACCION

$$\sigma_{adm} \geq \sigma_t = \frac{N}{A} \quad \sigma_t = \frac{N}{A_{teórica}}$$

$$A_{teórica} = k_{ct} * A_{real}$$

$$\sigma_{adm}^{teórica} = k_{ct} * \sigma_{adm}$$

1224 kg/cm² = 0,85 * 1440 kg/cm²

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS MADERA EN TRACCION

$$\sigma_{adm} \geq \sigma_t = \frac{N}{A} \quad \sigma_t = \frac{N}{A_{teórica}}$$

$$A_{teórica} = K_{ct} * A_{real}$$

$$\sigma_{adm}^{final} = K_{ct} * \sigma_{adm}$$

Factores Kct

- Uniones clavadas0,8
- Uniones apernada0,7
- Uniones con conectores0,5 metálicos

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS DE MADERA EN TRACCION

Especie	Tipo de Tensión	$\sigma_{admisible}$	
Coigüe	Flexión	86,00 kg/cm ²	
	Tracción paralela	52,00 kg/cm ²	
	Raulí	Compresión paralela	66,00 kg/cm ²
		Compresión normal	28,00 kg/cm ²
Roble	Cizalle	8,60 kg/cm ²	
	Módulo de Elasticidad en Flexión	91.000 kg/cm ²	
	Álamo	Flexión	55,00 kg/cm ²
Tracción paralela		33,00 kg/cm ²	
Pino	Compresión paralela	41,00 kg/cm ²	
Radiata	Compresión normal	19,00 kg/cm ²	
	Cizalle	6,20 kg/cm ²	
	Módulo de Elasticidad en Flexión	55.000 kg/cm ²	

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Estructural. R. Riddell - P. Hidalgo

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS DE MADERA EN TRACCION

$$\sigma_{adm}^{final} = K_{ct} * \sigma_{adm}$$

Factores Kct

- Uniones clavadas0,8
- Uniones apernada0,7
- Uniones con conectores 0,5 metálicos

Especie	Tipo de Tensión	$\sigma_{admisible}$
Coigüe	Tracción paralela	52,00 kg/cm ²
	Uniones clavadas	41,60 kg/cm ²
Raulí	Uniones apernadas	36,40 kg/cm ²
Roble	Uniones con conectores metálicos	26,00 kg/cm ²
Álamo	Tracción paralela	33,00 kg/cm ²
	Uniones clavadas	26,40 kg/cm ²
Pino	Uniones apernadas	23,10 kg/cm ²
radiata	Uniones con conectores metálicos	16,50 kg/cm ²

DISEÑO DE ESTRUCTURAS ISOSTATICAS

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DETERMINACION DE VARIACION DE LONGITUD DE LOS ELEMENTOS SOMETIDOS A TRACCION

DEFORMACIÓN UNITARIA

$$\epsilon = \frac{\delta}{L}$$

TENSIÓN UNITARIA

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

LEY DE HOOKE

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \rightarrow \sigma = E \epsilon$$

VARIACION DE LOGITUD

$$\frac{N}{A} = E \frac{\delta}{L}$$

$$\delta = \frac{NL}{AE}$$

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

TABLA DE PERFILES CINTAC

Calidades normales: A42-27ES +A37-34ES +SAE 1010 +SAE 1008

PERFILES TUBULARES CUADRADOS									
A	A	e	p	A	I	W	i		
mm	mm	mm	kgf/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm		
40	40	3	3,30	4,21	9,28	4,64	1,48		
		4	4,25	5,41	19,41	7,76	1,89		
		5	5,45	9,25	23,60	9,44	1,94		
		6	6,56	8,36	26,78	10,71	1,99		
75	75	3	6,60	8,41	71,54	19,08	2,92		
		4	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87		
		5	10,48	13,36	105,92	28,25	2,82		
		6	12,27	15,83	119,48	31,86	2,76		

PERFIL TUBULAR CUADRADO

PERFILES TUBULARES RECTANGULARES										
A	B	e	p	A	I _x	W _x	I _y	W _y	i _y	
mm	mm	mm	kgf/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	
50	30	3	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
		4	4,25	5,41	25,31	8,44	2,16	13,38	6,69	1,57
		5	5,45	6,95	30,83	10,28	2,11	16,15	8,08	1,52
		6	6,56	8,36	30,80	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
60	40	3	5,19	6,61						
		4	6,71	8,55						
		5	8,59	10,59						
		6	10,48	13,36						
70	50	3	8,36	11,61						
		4	11,73	14,95						
		5	14,41	18,36						
		6	17,27	21,83						

PERFIL TUBULAR RECTANGULAR

PERFILES TUBULARES REDONDOS										
D	e	p	A	I	W	i				
mm	mm	mm	kgf/m	cm ²	cm ⁴	cm ³				
100	50	3	3,54	4,51	12,92	5,09	1,59			
		4	4,48	5,76	26,15	8,24	2,14			
		5	5,42	6,90	46,29	12,15	2,59			
		6	6,36	8,04	63,3	15,46	2,96			
150	75	3	5,19	6,61	38,7	13,3	3,49			
		4	6,71	8,55	58,9	19,2	4,49			
		5	8,23	10,49	81,6	25,2	5,49			
		6	9,75	12,36	101,6	30,2	6,49			
200	100	3	6,71	8,55	101,6	30,2	6,49			
		4	8,23	10,49	148,2	42,8	8,49			
		5	9,75	12,36	201,6	55,2	10,49			
		6	11,27	14,23	251,6	67,2	12,49			

PERFIL TUBULAR REDONDO

DISEÑO DE ESTRUCTURAS ISOSTATICAS

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

Denominación	Escuadrias			Tolerancia	
	esp. mm	ancho mm	largo m	esp. mm	ancho mm
2 x 2	41	41	2,4	-0/+2	-0/+2
2 x 3	41	65	2,4	-0/+2	-0/+2
2 x 4	41	90	2,4	-0/+2	-0/+2
2 x 6	41	138	4,0	-0/+2	-0/+2
2 x 6	41	138	4,88	-0/+2	-0/+2
2 x 8	41	185	4,0	-0/+2	-0/+2
2 x 8	41	185	4,88	-0/+2	-0/+2
2 x 10	41	230	4,0	-0/+2	-0/+2

NCh 2824 Unidades, dimensiones y tolerancias.

Clase o Grado Estructural	F _f MPa	F _{tp} MPa	F _{cp} MPa	F _{cn} MPa	F _v MPa	E _{prom} MPa	E _k MPa
BS EN 338 C16	5,3	3,2	6,8	2,2	0,67	8.000	5.400
C24	7,5	4,5	7,9	2,4	0,71	10.800	7.200
NCh1207 G2	4,0	2,0	4,0	2,5	0,4	7.000	4.690

Condiciones: Contenido de humedad 12%, duración carga 50 años, altura viga 300mm.

Fuente: Catálogos MSD Estructural - Madera Arauco

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

N = 1800 kg

$$\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$$

OPCION 1

Comprobar la factibilidad de un perfil

En acero, para un Perfil \square 50/30/3 A = 4,21cm²

$$1224 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{1800\text{kg}}{4,21\text{cm}^2}$$

$$1224 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 427,55 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Es factible

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

N = 1800kg

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{A}$$

OPCION 2

Buscar el área necesaria

$$A = \frac{N}{\sigma_{adm}}$$

En acero

$$A = \frac{1800\text{kg}}{1224\text{kg/cm}^2} = 1,47\text{cm}^2$$

Solución: Perfil \surd 40/40/3 A = 2,25cm²
 \square 40/40/3 A = 4,21cm²
 \emptyset 20 e=3 A = 4,51cm²

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

N = 1800 kg

$$\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$$

OPCION 1

Comprobar la factibilidad de un perfil

En madera pino, para una sección \square 2"x10" cepillado
 A = 94,30 cm² con una solución clavada kt = 0,8

$$0,8 \times 20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{1800\text{kg}}{94,30\text{cm}^2}$$

$$16,00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 19,09 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

No es factible

DISEÑO DE ESTRUCTURAS ISOSTATICAS

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

N = 1800 kg

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{A}$$

OPCION 2
 Buscar el área necesaria

$$A = \frac{N}{\sigma_{adm}}$$

En madera pino
 a.- Clavada

$$A = \frac{1800kg}{0,8 \times 20kg/cm^2} = 112,50cm^2$$

Solución: Sección $\square 2 \times 2'' \times 6''$
 $A = 2 \times (4,1 \times 13,8) = 113,16 cm^2$

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

N = 1800 kg

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{A}$$

OPCION 2
 Buscar el área necesaria

$$A = \frac{N}{\sigma_{adm}}$$

En madera Pino
 b.- Apernada

$$A = \frac{1800kg}{0,7 \times 20kg/cm^2} = 128,57cm^2$$

Solución: Sección $\square 2 \times 2'' \times 8''$
 $A = 2 \times (4,1 \times 18,5) = 151,70cm^2$

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

N = 1800 kg

$$\delta = \frac{NL}{AE}$$

En acero, para un Perfil $\square 50/30/3$ A = 4,21cm²

$$\delta = \frac{1800kg \times 282,84cm}{4,21cm^2 \times 2100000kg/cm^2}$$

$$\delta = 0,057cm$$

BIBLIOGRAFIA

- **DISEÑO Y CALCULO DE ESTRUCTURAS**
 •Bernardo Villasuso (1994) - El Ateneo - Buenos Aires - Argentina.
- **MECANICA VECTORIAL PARA INGENIEROS - ESTATICA**
 •Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr (1990) - Ediciones McGraw-Hill.
- **DISEÑO ESTRUCTURAL**
 Rafael Riddell C., Pedro Hidalgo O. (2002) 3°Ed. Ediciones PUC de Chile.
- **FUNDAMENTOS DE INGENIERIA ESTRUCTURAL PARA ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA**
 Rafael Riddell C., Pedro Hidalgo O. (2000) Ediciones PUC de Chile.