

ESTRUCTURAS I



**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 TENSIÓN 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.

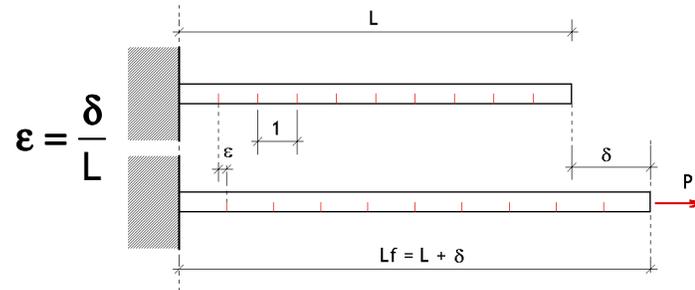
ESTRUCTURAS I

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



Siendo:

ϵ es la deformación unitaria.

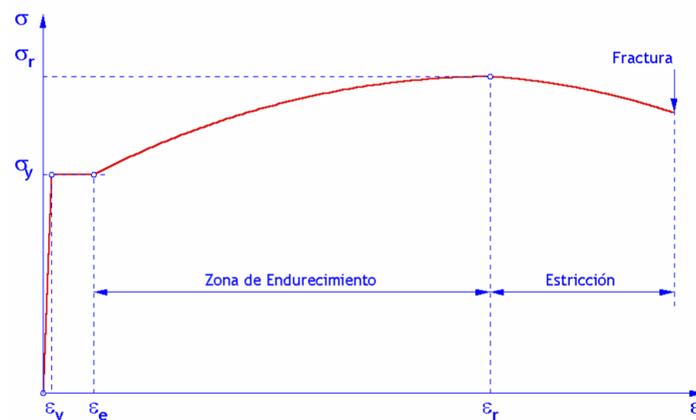
δ (cm) es la deformación global que ha sufrido el elemento.

L (cm) la longitud real del elemento.

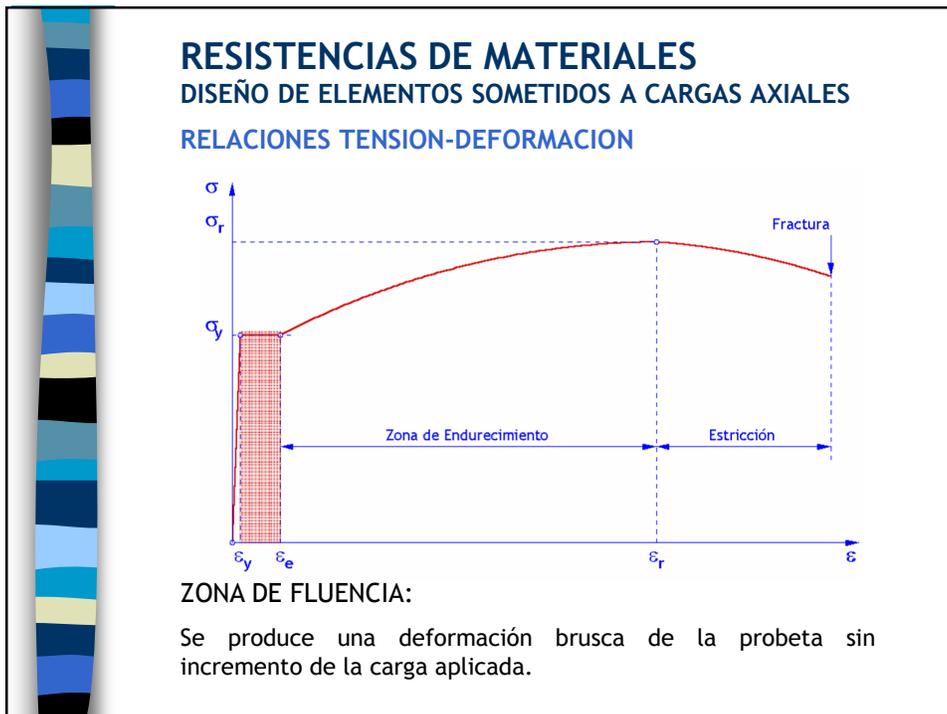
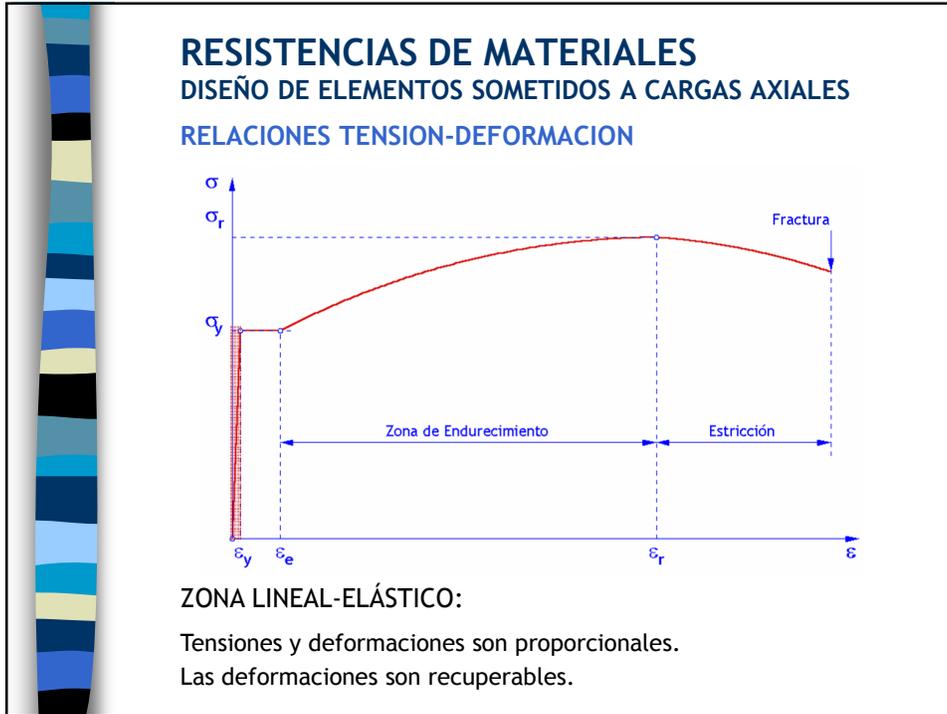
RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

RELACIONES TENSION-DEFORMACION



ESTRUCTURAS I

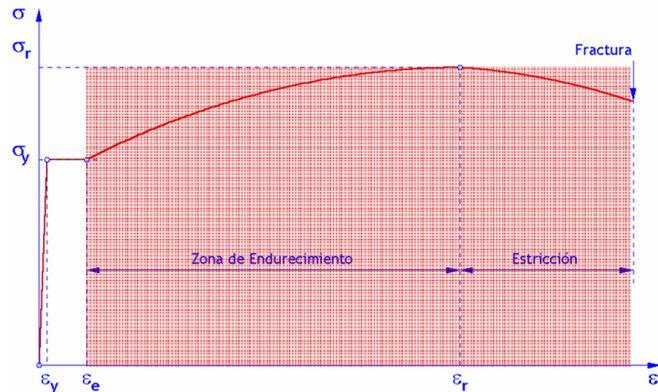


ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

RELACIONES TENSION-DEFORMACION



ZONAS DE ENDURECIMIENTO Y ESTRICCIÓN:

Las deformaciones se recupera parcialmente, dejando al elemento deformado en forma permanente.

Dichas deformaciones se van acumulando hasta la rotura.

RESISTENCIAS DE MATERIALES

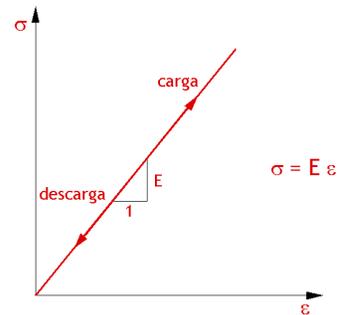
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

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.

ESTRUCTURAS I



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 en kg/cm².





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 el acero A37-24ES:

σ_y = 2400 kg/cm²
FS = 1,66...
 σ_{adm} = 1440 kg/cm²

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

$$\sigma_{adm} \geq \sigma_t$$

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

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

ESTRUCTURAS I

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

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

$$A_{teórica} = k_{ct} * A_{real}$$

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

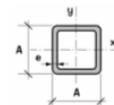
$$k_{ct} = 0,85$$

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

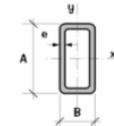
TABLA DE PERFILES CINTAC
Calidades normales: A42-27ES • A37-24ES • SAE 1010 • SAE 1008

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
50	50	3	4,25	5,41	19,41	7,76	1,89
		4	5,45	9,95	23,60	9,44	1,84
		5	6,56	8,36	26,78	10,71	1,79
		6	7,56	9,63	29,03	11,61	1,74
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	15,63	119,48	31,86	2,76



PERFIL TUBULAR CUADRADO



PERFIL TUBULAR RECTANGULAR

PERFILES TUBULARES RECTANGULARES

A	B	e	P	A	I _x	W _x	i _x	I _y	W _y	i _y
mm	mm	mm	Kgf/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
50	30	3	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
60	40	3	4,25	5,41	25,31	8,44	2,16	13,38	6,69	1,57
	40	4	5,45	6,95	30,83	10,28	2,11	16,15	8,08	1,52
70	30	3	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
	30	4	5,45	6,95						
80	40	3	5,19	6,61						
	40	4	6,71	8,55						
100	50	3	6,60	8,41						
	50	4	8,59	10,59						
	50	5	10,48	13,36						
150	50	3	8,96	11,41						
	50	4	11,73	14,95						
	50	5	14,41	18,36						

PERFILES TUBULARES REDONDOS

Diametro Exterior	e	P	A	I	W	I	
Pulgadas	mm	mm	Kgf/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
2"	50,8	3	3,54	4,51	12,92	5,09	1,69
2-1/2"	63,5	3	4,48	5,70	26,15	8,24	2,14
	76,2	3	5,42	6,90	46,29	12,15	2,59
3"	76,2	4	7,12	9,07	59,30	15,56	2,56
	88,9	3	6,36	8,10	74,76	16,82	3,04
3-1/2"	101,6	3	7,29	9,29	113,04	22,25	3,49
	101,6	4	9,63	12,26	146,28	28,80	3,45
4"	101,6	5	11,90	15,17	177,47	34,93	3,42
	127,0	4	12,10	15,46	292,61	46,08	4,35
	127,0	5	15,00	19,16	357,14	56,24	4,32



PERFIL TUBULAR REDONDO

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS DE ACERO EN TRACCION

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

Acero A 37-24 ES

$1224 \text{ kg/cm}^2 = 0,85 * 1440 \text{ kg/cm}^2$

Acero A 42-27 ES

$1377 \text{ kg/cm}^2 = 0,85 * 1620 \text{ kg/cm}^2$

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS MADERA EN TRACCION

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

$$A_{teórica} = k_{ct} * A_{real}$$

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

Factores Kct

Uniones clavadas	0,8
Uniones apernada	0,7
Uniones con conectores	0,5
	metálicos

ESTRUCTURAS I

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

Especie	Tipo de Tensión	σ admisible
Coigüe	Flexión	86,00 kg/cm ²
	Tracción paralela	52,00 kg/cm ²
Raulí	Compresión paralela	66,00 kg/cm ²
Roble	Compresión normal	28,00 kg/cm ²
	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: Libro Fundamentos de Ingeniería Estructural. R. Riddell - P. Hidalgo

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

Denominación	Escuadrías			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
	C24	7,5	4,5	7,9	2,4	0,71	10.800
NCh1207	G2	4,0	2,0	4,0	2,5	0,4	7.000

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

Fuente: Catálogos MSD Estructural - Madera Arauco

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS MADERA EN TRACCION

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

Factores Kct

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

Clase o Grado Estructural	F _t 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.

Especie	Tipo de Tensión	σ admisible
Coigüe Raulí Roble	Tracción paralela	20 kg/cm ²
	Uniones clavadas	16 kg/cm ²
	Uniones apernadas	14 kg/cm ²
	Uniones con conectores metálicos	10 kg/cm ²

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DETERMINACION DE VARIACION DE LONGITUD DE LOS ELEMENTOS SOMETIDOS A TRACCION

DEFORMACIÓN UNITARIA

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

VARIACION DE LOGITUD

TENSIÓN UNITARIA

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

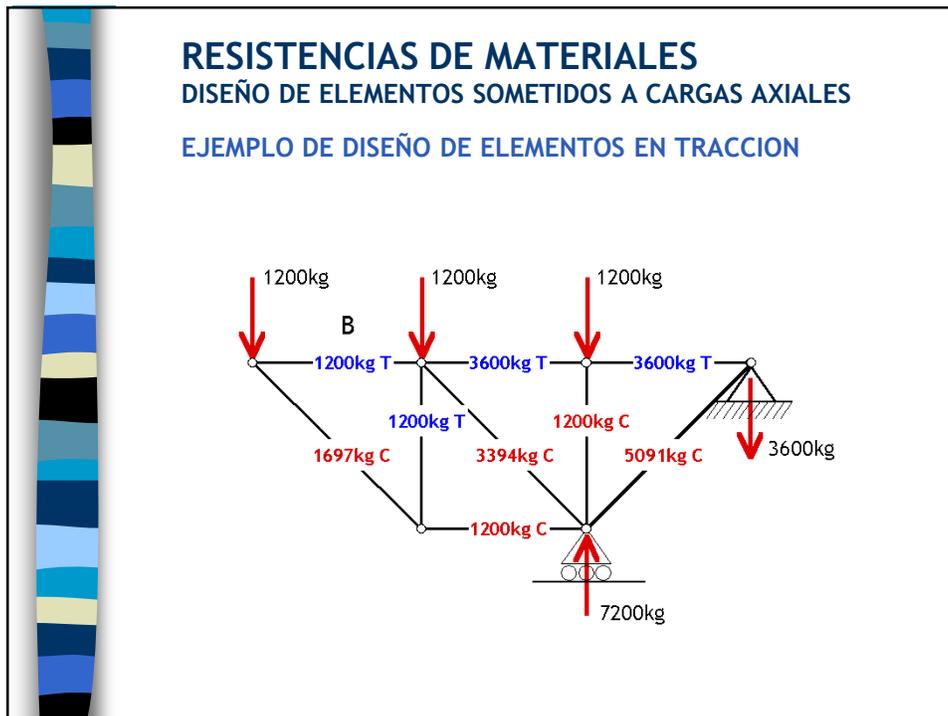
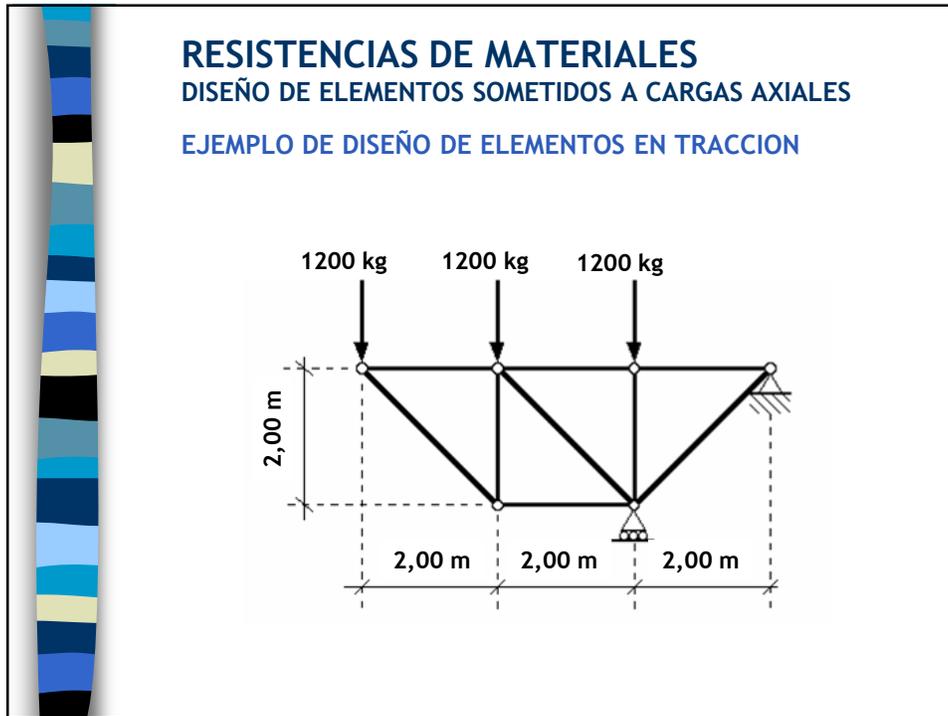
$$\frac{N}{A} = E \frac{\delta}{L}$$

LEY DE HOOKE

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

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

ESTRUCTURAS I



ESTRUCTURAS I



RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

$N = 3600 \text{ kg}$ $\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$

DISEÑO EN ACERO
Comprobar la factibilidad de un perfil

Perfil canal $\angle 80/40/3$ $A = 4,50 \text{ cm}^2$

$$1224 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{3600\text{kg}}{4,50\text{cm}^2}$$

$$1224 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 800 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

ES FACTIBLE



RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

$N = 3600 \text{ kg}$ $\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$

DISEÑO EN ACERO
Buscar el área necesaria

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

$$A = \frac{3600\text{kg}}{1224\text{kg/cm}^2} = 2,94\text{cm}^2$$

Soluciones: Perfil $\angle 40/40/4$ $A = 2,94 \text{ cm}^2$
 $\square 40/40/3$ $A = 4,21 \text{ cm}^2$
 $\circ 20 \text{ e}=3$ $A = 4,51 \text{ cm}^2$

ESTRUCTURAS I



RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

$N = 3600 \text{ kg}$

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

DEFORMACION

Perfil canal $\angle 80/40/3$ $A = 4,50 \text{ cm}^2$

$$\delta = \frac{3600 \text{ kg} * 200 \text{ cm}}{4,50 \text{ cm}^2 * 2100000 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\delta = 0,076 \text{ cm}$$


RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

$N = 3600 \text{ kg}$

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

DISEÑO EN MADERA

Comprobar la factibilidad de una sección

En madera pino, para una sección $\square 2'' \times 10''$ cepillado con una solución clavada $kt = 0,8$

$$0,8 * 20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{3600 \text{ kg}}{4,1 \text{ cm} * 23 \text{ cm}}$$

$$16 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 38,17 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

NO ES FACTIBLE

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

$$N = 3600 \text{ kg}$$

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

DISEÑO EN MADERA

Buscar el área necesaria

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

En madera pino, con uniones clavadas, $kt = 0,8$

$$A = \frac{3600 \text{ kg}}{0,8 * 20 \text{ kg/cm}^2} = 225 \text{ cm}^2$$

Soluciones: $2 \times 2'' \times 10'' + 1 \times 2'' \times 4'' \quad A = 225,50 \text{ cm}^2$

$2 \times 2'' \times 8'' + 1 \times 2'' \times 10'' \quad A = 246,00 \text{ cm}^2$

$2 \times 2'' \times 10'' + 1 \times 2'' \times 6'' \quad A = 245,18 \text{ cm}^2$

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN TRACCION

$$N = 3600 \text{ kg}$$

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

DEFORMACION

Sección $2 \times 2'' \times 10'' + 1 \times 2'' \times 4'' \quad A = 225,50 \text{ cm}^2$

$$\delta = \frac{3600 \text{ kg} * 200 \text{ cm}}{225,50 \text{ cm}^2 * 46900 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\delta = 0,068 \text{ cm}$$

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

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.

▪ MECANICA DE MATERIALES

▪ Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr , John T. DeWolf (2004) - 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.