

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

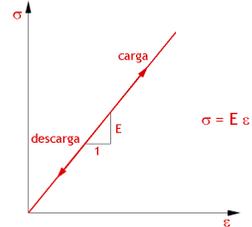
CONCEPTO DE TENSIÓN UNITARIA

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

CONCEPTO DE DEFORMACIÓN UNITARIA

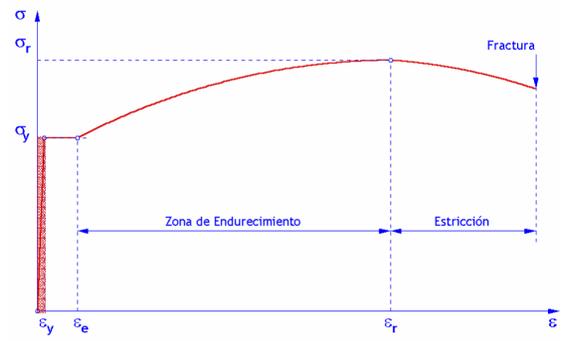
$$\epsilon = \frac{\delta}{L}$$

LEY DE HOOKE

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


RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

LEY DE HOOKE
RELACIONES TENSION-DEFORMACION



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

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

Siendo:

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

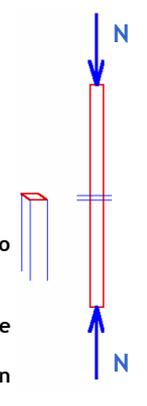


ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS EN COMPRESION

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


Siendo

- σ_{adm} (kg/cm²) la tensión admisible de diseño 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 COMPRESION EN ACERO

A37-24-ES $\sigma_{admisible} = 1440 \text{ kg/cm}^2$

EN MADERA

Especie	Tipo de Tensión	$\sigma_{admisible}$
Coigüe	Compresión paralela	66 kg/cm ²
	Compresión normal	28 kg/cm ²
Rauli	Compresión normal	28 kg/cm ²
Roble		
Álamo	Compresión paralela	41 kg/cm ²
Pino radiata	Compresión normal	19 kg/cm ²

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

DETERMINACION DE VARIACION DE LONGITUD

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

DISEÑO EN COMPRESION CON PANDEO EN ELEMENTOS ESBELTOS

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

Siendo

- σ_{adm} (kg/cm²) la tensión admisible de compresión según esbeltez
- 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.

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO EN COMPRESION CON PANDEO EN ELEMENTOS
ESBELTOS

INESTABILIDAD

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO EN COMPRESION CON PANDEO EN ELEMENTOS
ESBELTOS

CARGA CRITICA DE EULER (1750)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(KL)^2}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 E I}{(KL)^2 A}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E i^2}{(KL)^2} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{i}\right)^2}$$

$$\lambda = \frac{KL}{i}$$

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO EN COMPRESION CON PANDEO EN ELEMENTOS
ESBELTOS

FACTOR DE ESBELTEZ

$$\lambda = \frac{KL}{i}$$

Siendo

- λ Esbeltez
- k Coeficiente de longitud efectiva de pandeo
- L (cm) longitud del elemento
- i (cm) radio de giro de la sección

Esbeltez máxima Según Tabla

para acero	$\lambda < 240$	$\rightarrow \lambda < 200$
para madera	$\lambda < 170$	$\rightarrow \lambda < 170$

RESISTENCIAS DE MATERIALES
DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES
DISEÑO EN COMPRESION CON PANDEO EN ELEMENTOS
ESBELTOS

LONGITUDES EFECTIVAS DE PANDEO K

Teórico	0,50	0,70	1,00	1,00	2,00
Acero	0,65	0,80	1,20	1,00	2,10
Madera	0,70	0,85	1,50	1,00	2,50

ESTRUCTURAS I

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

TABLAS DE TENSIONES ADMISIBLES DE COMPRESION EN kg/cm²

PARA ELEMENTOS DE ACERO A37-24ES

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1440	1437	1434	1432	1429	1426	1423	1420	1417	1414
10	1411	1408	1405	1401	1398	1394	1391	1387	1384	1380
20	1376	1372	1368	1364	1360	1356	1352	1348	1343	1339
30	1335	1330	1326	1321	1316	1312	1307	1302	1297	1292
40	1287	1282	1277	1272	1267	1262	1256	1251	1246	1240
50	1235	1229	1223	1218	1212	1206	1201	1195	1189	1183
60	1177	1171	1165	1159	1152	1146	1140	1134	1127	1121
70	1114	1108	1101	1095	1088	1081	1074	1068	1061	1054
80	1047	1040	1033	1026	1019	1012	1004	997	990	982
90	975	968	960	953	945	937	930	922	914	906
100	898	891	883	875	866	858	850	842	834	825
110	817	809	800	792	783	775	766	757	748	740
120	731	722	713	704	695	686	676	667	658	648
130	639	630	620	611	602	593	584	576	567	559
140	551	543	536	528	521	514	507	500	493	487
150	480	474	468	461	455	450	444	438	433	427
160	422	417	412	407	402	397	392	387	383	378
170	374	369	365	361	357	353	349	345	341	337
180	333	330	326	322	319	315	312	309	305	302
190	299	296	293	290	287	284	281	278	275	273

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

TABLAS DE TENSIONES ADMISIBLES DE COMPRESION EN kg/cm²

PARA ELEMENTOS DE MADERA PINO - ARAUCO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	40,0	39,8	39,6	39,4	39,2	39,0	38,8	38,6	38,4	38,2
10	37,9	37,7	37,5	37,3	37,1	36,8	36,6	36,4	36,2	35,9
20	35,7	35,5	35,2	35,0	34,7	34,5	34,2	34,0	33,7	33,5
30	33,2	32,9	32,7	32,4	32,1	31,9	31,6	31,3	31,0	30,7
40	30,4	30,2	29,9	29,6	29,3	29,0	28,7	28,4	28,1	27,8
50	27,5	27,2	26,9	26,6	26,3	26,0	25,7	25,4	25,1	24,8
60	24,5	24,2	23,9	23,6	23,3	23,0	22,7	22,4	22,1	21,8
70	21,5	21,3	21,0	20,7	20,4	20,1	19,9	19,6	19,3	19,1
80	18,8	18,6	18,3	18,1	17,8	17,6	17,3	17,1	16,9	16,6
90	16,4	16,2	15,9	15,7	15,5	15,3	15,1	14,9	14,7	14,5
100	14,3	14,1	13,9	13,7	13,5	13,4	13,2	13,0	12,8	12,7
110	12,5	12,3	12,2	12,0	11,9	11,7	11,6	11,4	11,3	11,1
120	11,0	10,8	10,7	10,6	10,4	10,3	10,2	10,1	9,9	9,8
130	9,7	9,6	9,5	9,3	9,2	9,1	9,0	8,9	8,8	8,7
140	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,8
150	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,3	7,2	7,1	7,0	7,0
160	6,9	6,8	6,7	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4	6,3	6,3

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN COMPRESION

The diagram shows a truss structure with three vertical loads of 600 kg applied at the top joints. The height of the truss is 2.00 units, and the horizontal spacing between the top joints is 2.00 units. The bottom joints are supported by a pin support and a roller support.

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN COMPRESION

The diagram shows the same truss structure as in the previous slide, but with internal axial forces calculated and labeled. Tension (T) forces are shown in red, and Compression (C) forces are shown in blue. The forces are: 600 kg T at joints A, B, and C; 1800 kg T at joints B and C; 1800 kg C at joint D; 600 kg T at joint E; 849 kg C at joint E; 600 kg C at joint F; 1697 kg C at joint F; 2546 kg C at joint F; 3600 kg C at joint F; and 1800 kg C at joint D.

ESTRUCTURAS I

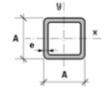
RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

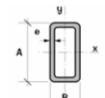
TABLA DE PERFILES CINTAC
Calidades normales: A42-27ES • A37-24ES • SAE1010 • SAE1008

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	9,15	23,60	9,44	1,84
		5	6,56	10,36	26,78	10,71	1,79
75	75	6	7,56	9,63	29,03	11,61	1,74
		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 _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
60	40	3	4,25	5,41	25,31	8,44	2,16	13,38	6,69
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
30	4	5,45	6,95	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
80	40	3	5,19	6,61	31,19	8,51	2,34	8,51	5,09
40	4	6,71	8,55	31,19	8,51	2,34	8,51	5,09	1,29
100	50	3	6,60	8,41	63,5	3	4,48	5,70	26,15
50	4	8,59	10,59	63,5	3	4,48	5,70	26,15	2,14
50	5	10,48	13,36	63,5	3	4,48	5,70	26,15	2,59
150	50	3	8,76	11,41	76,2	4	7,12	9,07	39,30
50	4	11,75	14,95	76,2	4	7,12	9,07	39,30	2,56
50	4	13,25	16,95	88,9	3	4,36	8,10	34,36	16,50
50	5	14,41	18,36	88,9	3	4,36	8,10	34,36	3,04
101,6	4	9,63	12,26	101,6	3	7,29	9,29	113,04	22,25
101,6	5	11,80	15,17	101,6	3	7,29	9,29	113,04	3,45
101,6	5	11,80	15,17	101,6	3	7,29	9,29	113,04	3,42
127,0	4	12,10	15,46	127,0	4	9,63	12,26	146,28	46,30
127,0	5	15,00	19,16	127,0	4	9,63	12,26	146,28	4,32

PERFILES TUBULARES REDONDOS

Diámetro Exterior	e	p	A	I	W	i
mm	mm	mm	kgf/m	cm ⁴	cm ³	cm
2-1/2"	30,8	3	3,34	4,51	12,92	5,09
3"	38,1	3	4,25	6,90	18,29	6,35
3-1/2"	44,4	3	5,19	10,10	26,70	8,00
4"	50,8	3	6,10	13,29	37,71	10,10
4-1/2"	57,1	3	7,06	16,48	51,38	12,71
5"	63,5	3	8,00	19,67	67,71	15,88
5-1/2"	70,0	3	8,95	22,86	85,81	19,53
6"	76,2	3	9,91	26,05	105,70	23,69
6-1/2"	82,5	3	10,88	29,24	127,39	28,37
7"	88,9	3	11,86	32,43	150,89	33,56
7-1/2"	95,3	3	12,84	35,62	176,20	39,26
8"	101,6	3	13,83	38,81	203,31	45,47
8-1/2"	108,0	3	14,82	42,00	232,22	52,19
9"	114,3	3	15,81	45,19	262,93	59,42
9-1/2"	120,7	3	16,80	48,38	295,44	67,16
10"	127,0	3	17,79	51,57	329,75	75,41

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 2024 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 COMPRESION

N = 2546 kg

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

OPCION 1 en Acero

Comprobar la factibilidad de un perfil

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

$$1440 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{2546 \text{ kg}}{4,21 \text{ cm}^2}$$

$$1440 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 604,75 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Es factible por compresión simple

RESISTENCIAS DE MATERIALES

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGAS AXIALES

EJEMPLO DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN COMPRESION

OPCION 1 en Acero

Comprobar la factibilidad de un perfil

para un Perfil \square 50/30/3

A / B / e	P	A	I _x	W _x	I _y	W _y	I _y
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

$$\lambda = \frac{KL}{i}$$

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

$$\lambda_x = \frac{1 \times 282\text{cm}}{1,74\text{cm}} = 162,06 \approx 163$$

$$407 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{2546 \text{ kg}}{4,21 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_{adm} = 407 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda_y = \frac{1 \times 282\text{cm}}{1,16\text{cm}} = 243,10 \approx 244$$

$$407 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 604,75 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

σ_{adm} = ? No es factible por efecto de pandeo

ESTRUCTURAS I

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

N = 2546 kg $\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$

OPCION 2 en Acero
 Buscar el perfil correcto a través de la esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{i} \rightarrow i = \frac{KL}{\lambda}$$

si $\lambda = 150 \rightarrow \sigma_{adm} = 480 \text{ kg/cm}^2$

$$i = \frac{1 \cdot 282 \text{ cm}}{150} = 1,88 \text{ cm}$$

Solución: Perfil

∅ 100/50/3	iy = 2,07 cm
∅ 63,5 e=3	iy = 2,14 cm

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

OPCION 2 en Acero N = 2546 kg $\sigma_{adm} = \frac{N}{A}$
 Buscar el perfil correcto - Comprobación

En acero
 Solución: Perfil \square 100/50/3

A / B / e	P	A	Ix	Wx	ix	Iy	Wy	iy
mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
100/50/3	6,60	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07

$$\lambda = \frac{1 \times 282 \text{ cm}}{2,07 \text{ cm}} = 136,23 \approx 137$$

$$576 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{2546 \text{ kg}}{8,41 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_{adm} = 576 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 302,73 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Es factible

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

N = 2546 kg $\sigma_{adm} \geq \frac{N}{A}$

OPCION en Madera
 Comprobar la factibilidad de una sección

En madera pino, para una sección 2x \square 2"x8" cepillado
 A = 151,70 cm²

$$40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{2546 \text{ kg}}{151,70 \text{ cm}^2}$$

$$40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 16,79 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Es factible, pero falta comprobar por pandeo

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

OPCION en Madera N = 2546 kg $\sigma_{adm} = \frac{N}{A}$
 Comprobar la factibilidad de una sección

Sección 2x \square 2"x8" cepillado

b	h	A	Ix	ix	Iy	iy
8,2	18,5	151,70	4326,62	5,34	850,50	2,37

$$\lambda_x = \frac{1 \times 282 \text{ cm}}{5,34 \text{ cm}} = 52,81 \approx 53$$

$$\sigma_{adm} = 26,60 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$11,10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{2546 \text{ kg}}{151,70 \text{ cm}^2}$$

$$11,10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 16,79 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\lambda_y = \frac{1 \times 282 \text{ cm}}{2,37 \text{ cm}} = 118,98 \approx 119$$

$$\sigma_{adm} = 11,10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

No es factible

ESTRUCTURAS I

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

OPCION en Madera $N = 2546 \text{ kg}$ $\sigma_{adm} = \frac{N}{A}$
 Comprobar la factibilidad de una sección

En Madera

Sección 2x \square 2"x 10" cepillado

b	h	A	Ix	ix	Iy	Iy
8,2	23	188,60	8314,12	6,64	1056,20	2,37



$$\lambda = \frac{1 \times 282 \text{cm}}{2,37 \text{cm}} = 118,99 \approx 119$$

$$\sigma_{adm} = 11,10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$11,10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{2546 \text{ kg}}{188,60 \text{ cm}^2}$$

$$11,10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 13,49 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

No es factible

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

OPCION en Madera $N = 2546 \text{ kg}$ $\sigma_{adm} = \frac{N}{A}$
 Comprobar la factibilidad de una sección

Sección 2x \square 2"x 8" cepillado

b	h	2 * A	Ix	ix	Iy	Iy
4,1	18,5	151,70	4326,62	5,34	2762,50	4,27



$$\lambda_x = \frac{1 \times 282 \text{cm}}{5,34 \text{cm}} = 52,81 \approx 53$$

$$\sigma_{adm} = 26,60 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$22,40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{2546 \text{ kg}}{151,70 \text{ cm}^2}$$

$$\lambda_y = \frac{1 \times 282 \text{cm}}{4,27 \text{cm}} = 66,04 \approx 67$$

$$\sigma_{adm} = 22,40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$22,40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 16,79 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Es factible

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.