

# **“DISEÑO ESTRUCTURAL”**

# **ESFUERZOS COMBINADOS**

# HORMIGÓN ARMADO





# MADERA





# ACERO



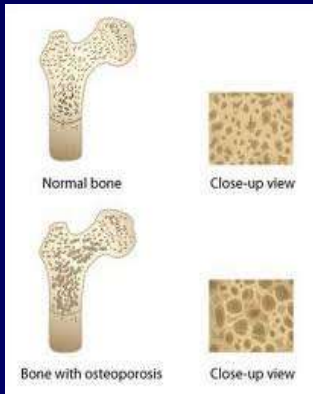
## EJEMPLOS PARA RESOLVER



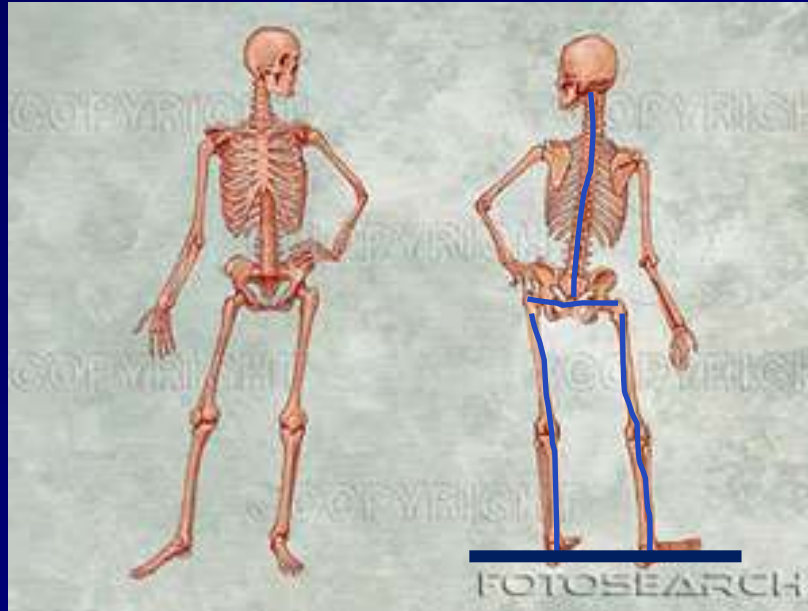
**Datos:** Carga cubierta  $\rightarrow$   $D = 50 \text{ kg/m}^2$ ;  $S = 30 \text{ kg/m}^2$ . Dimensiones = ?



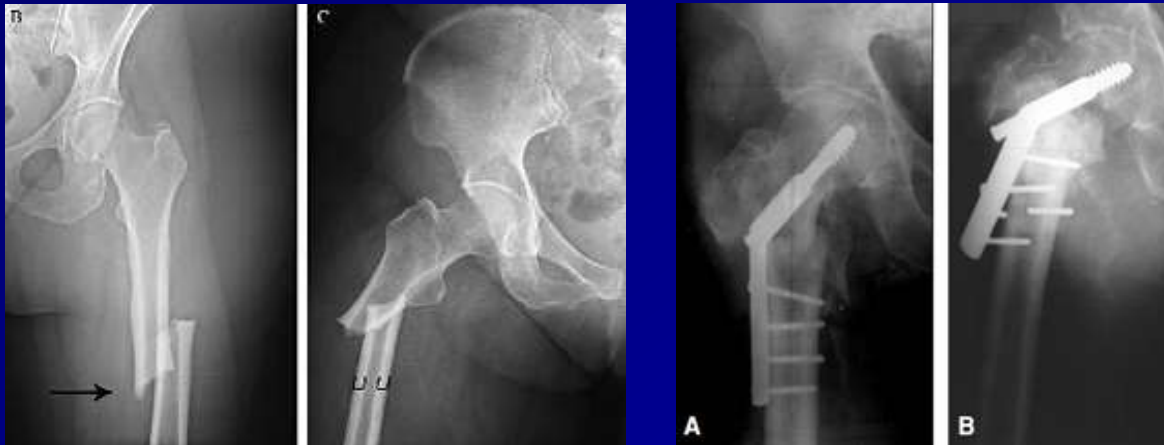
# CAMINO DE CARGAS



Compacidad

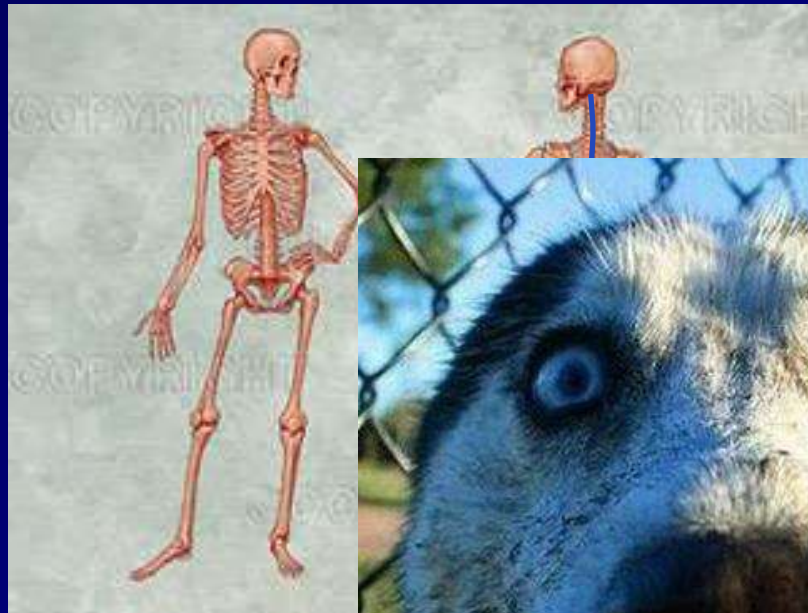
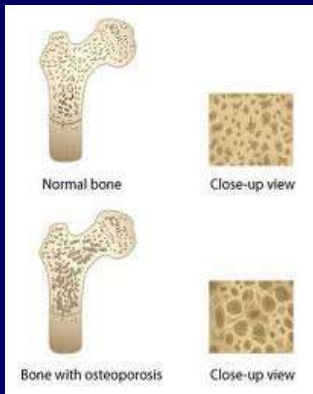


Linealidad



Interrupción camino

# CAMINO DE CARGAS



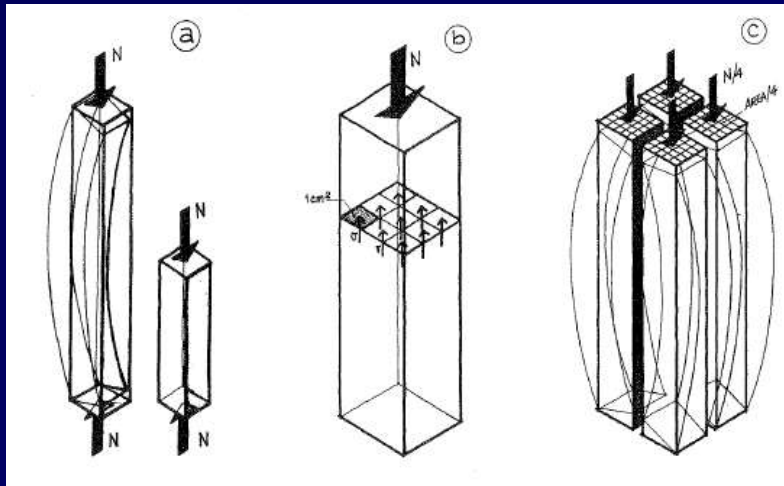
Compacidad



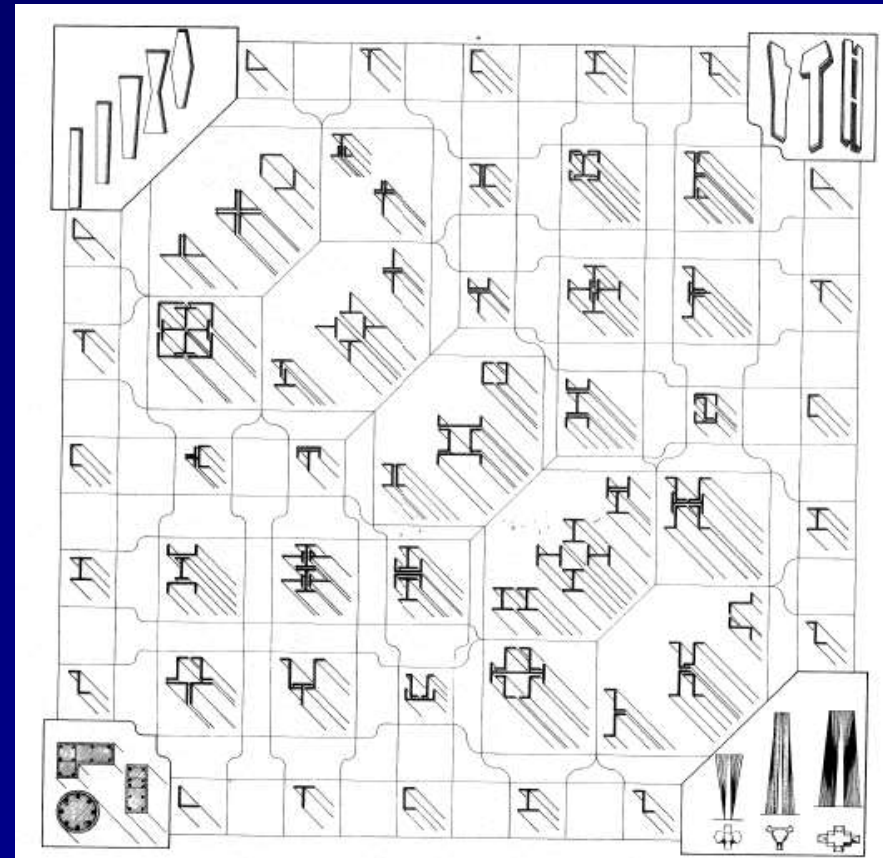
Interrupción camino

Introducción a las estructuras de los edificios

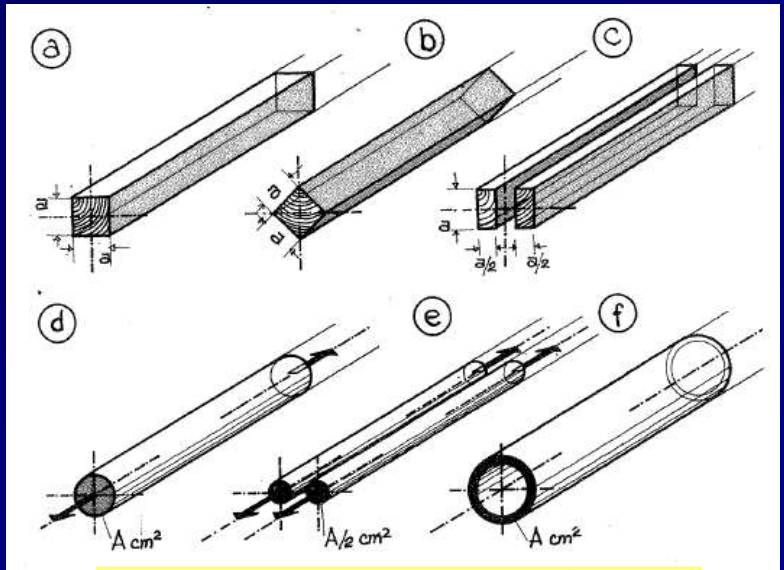
# ESFUERZOS SIMPLES: **Compresión**



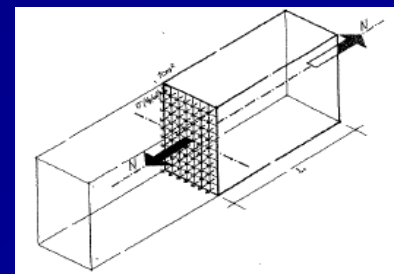
Variables



Secciones Compuestas



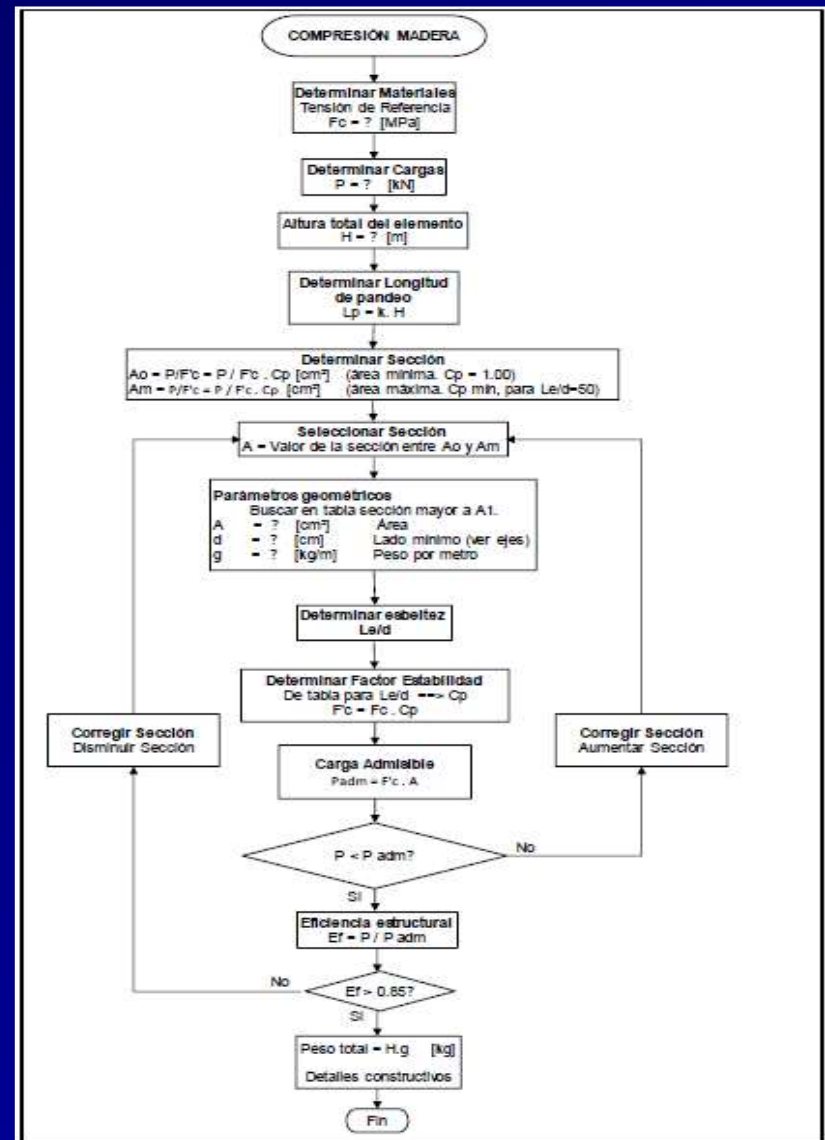
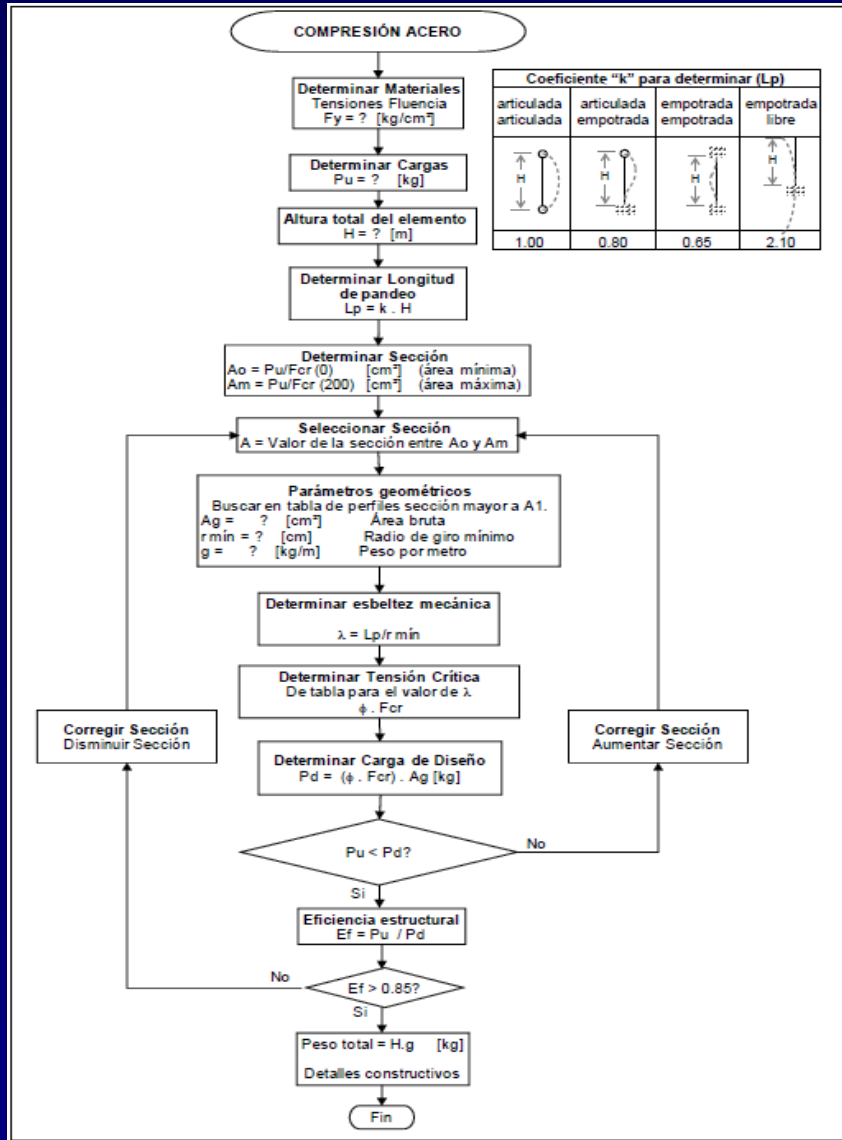
Secciones Simples



Esfuerzos axiales



# ESFUERZOS SIMPLES: **Compresión** HOMOGENEO: ACERO Y MADERA

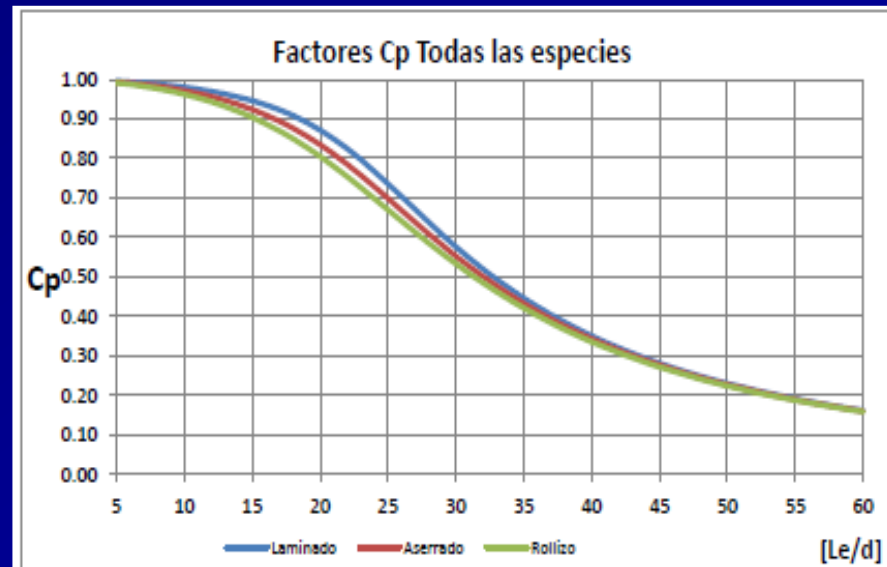
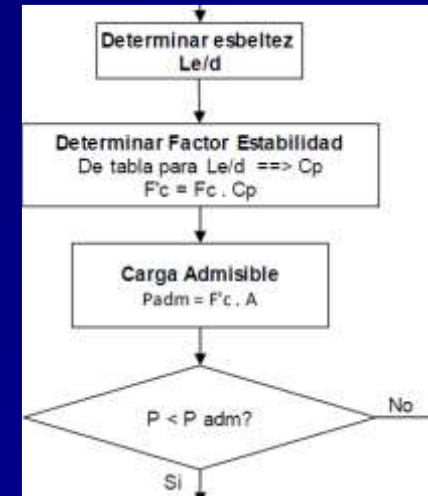
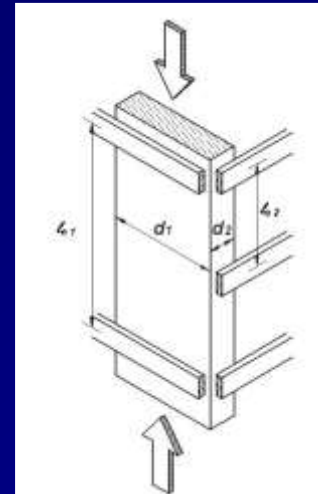


# ESFUERZOS SIMPLES: **Compresión** HOMOGÉNEO: MADERA

9.4. ANEXO 4 : Coeficientes de Estabilidad Cp para Maderas

Tabla de valores Cp			
Le/d	Laminado	Aserrado	Rollizo
5	1.00	0.99	0.99
6	0.99	0.99	0.99
7	0.99	0.99	0.98
8	0.99	0.98	0.98
9	0.98	0.98	0.97
10	0.98	0.97	0.96
11	0.98	0.96	0.95
12	0.97	0.96	0.94
13	0.96	0.95	0.93
14	0.96	0.94	0.92
15	0.95	0.92	0.90
16	0.94	0.91	0.89
17	0.92	0.89	0.87
18	0.91	0.88	0.85
19	0.89	0.86	0.83
20	0.87	0.83	0.80
21	0.85	0.81	0.78
22	0.82	0.78	0.75
23	0.80	0.76	0.73
24	0.77	0.73	0.70
25	0.74	0.70	0.67
26	0.70	0.67	0.64
27	0.67	0.64	0.61
28	0.64	0.61	0.59
29	0.61	0.58	0.56
30	0.58	0.55	0.53
31	0.55	0.53	0.51
32	0.52	0.50	0.48

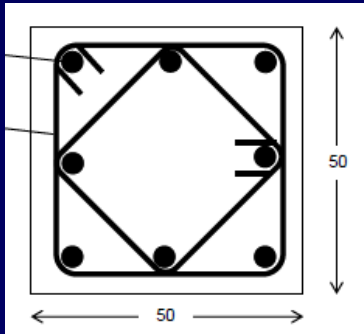
Tabla de valores Cp			
Le/d	Laminado	Aserrado	Rollizo
33	0.49	0.48	0.46
34	0.47	0.45	0.44
35	0.45	0.43	0.42
36	0.42	0.41	0.40
37	0.40	0.39	0.38
38	0.38	0.37	0.37
39	0.37	0.36	0.35
40	0.35	0.34	0.33
41	0.33	0.33	0.32
42	0.32	0.31	0.31
43	0.31	0.30	0.29
44	0.29	0.29	0.28
45	0.28	0.28	0.27
46	0.27	0.26	0.26
47	0.26	0.25	0.25
48	0.25	0.24	0.24
49	0.24	0.24	0.23
50	0.23	0.23	0.22
51	0.22	0.22	0.22
52	0.21	0.21	0.21
53	0.20	0.20	0.20
54	0.20	0.20	0.19
55	0.19	0.19	0.19
56	0.18	0.18	0.18
57	0.18	0.18	0.17
58	0.17	0.17	0.17
59	0.17	0.16	0.16
60	0.16	0.16	0.16





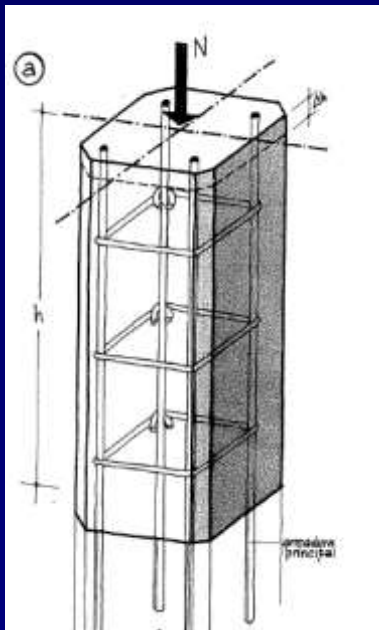
# ESFUERZOS SIMPLES: **Compresión**

## NO HOMOGÉNEO: HORMIGÓN ARMADO



$$P_D = \phi_c P_n = \phi_c [0.80 A_H (0.85 f'_c + \rho f_y)]$$

Carga  
Nominal



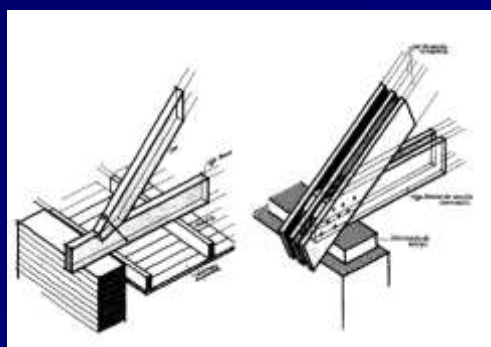
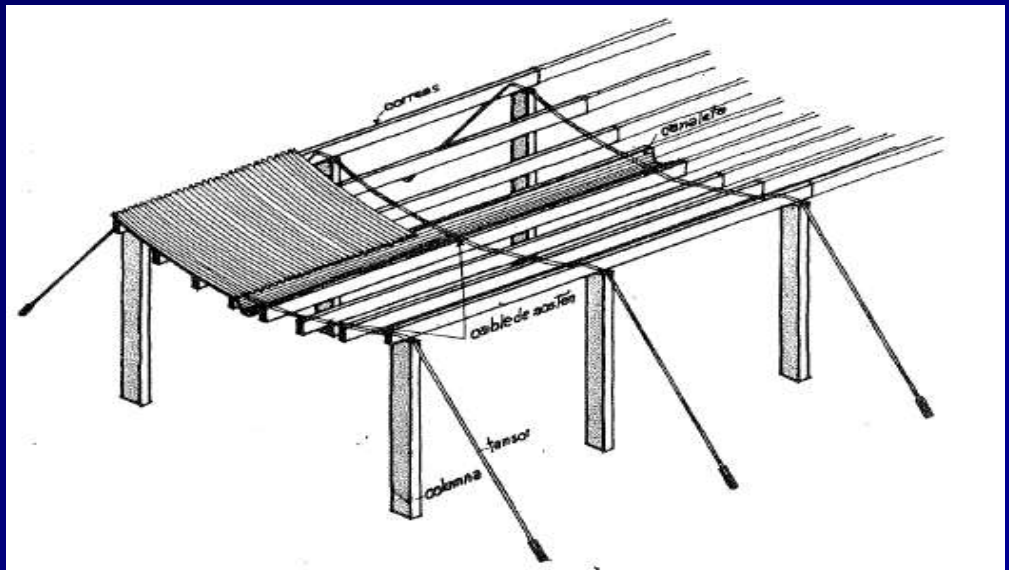
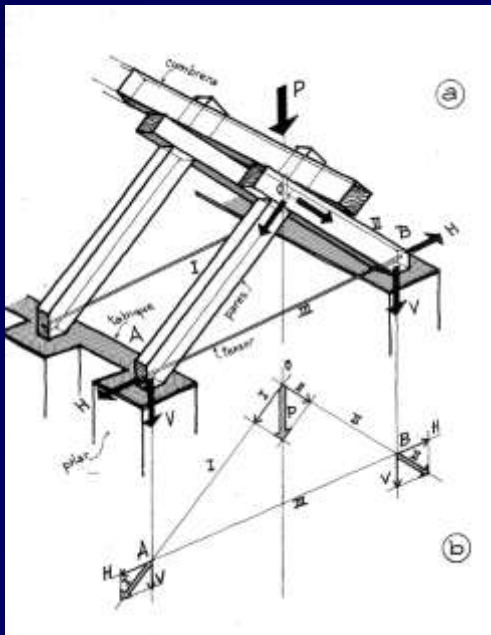
$$A_H = \frac{P_u}{\phi_c \cdot 0.80 \cdot [0.85 \cdot f'_c + \rho \cdot f_y]}$$

Sección de  
Hormigón

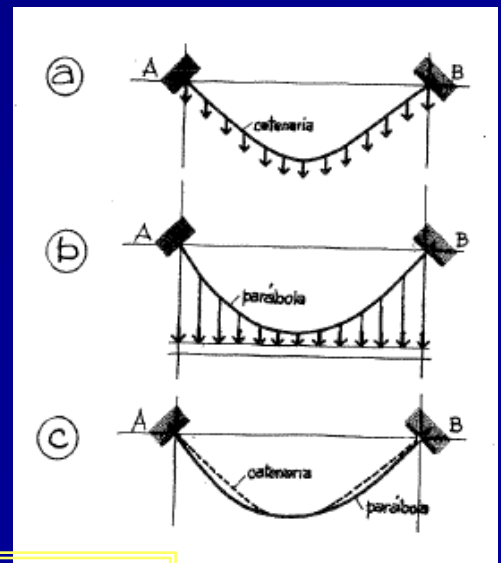
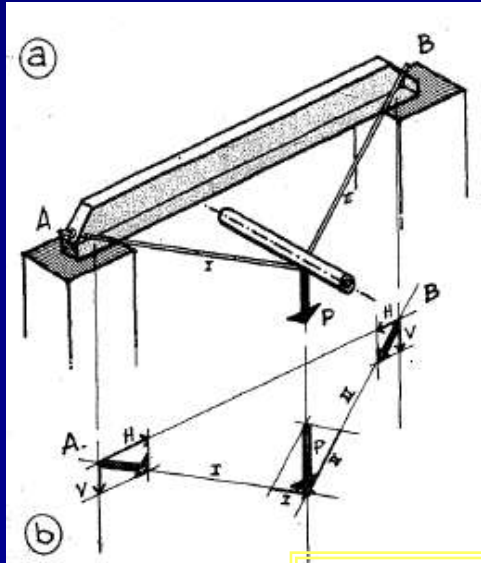
$$A_s = A_H \cdot \rho$$

Acero y  
cuantía

# ESFUERZOS SIMPLES: Tracción



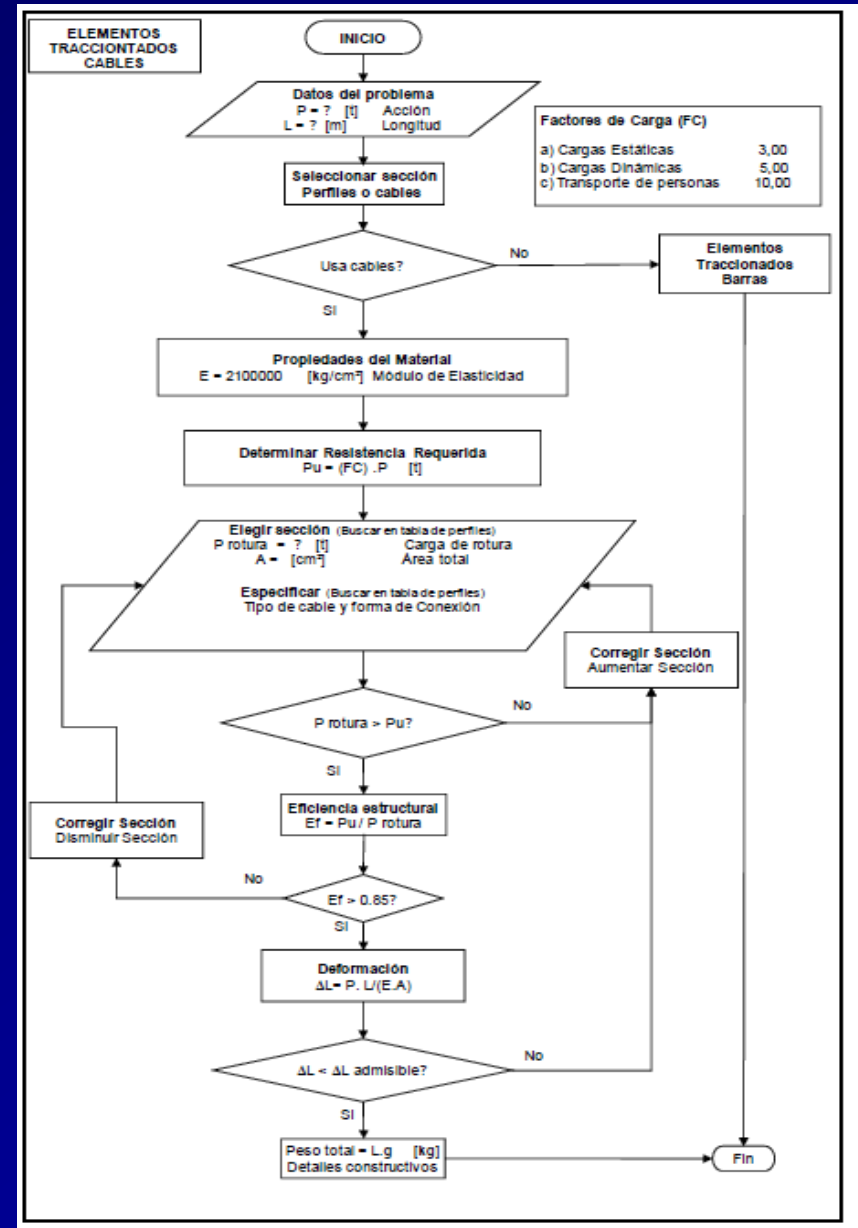
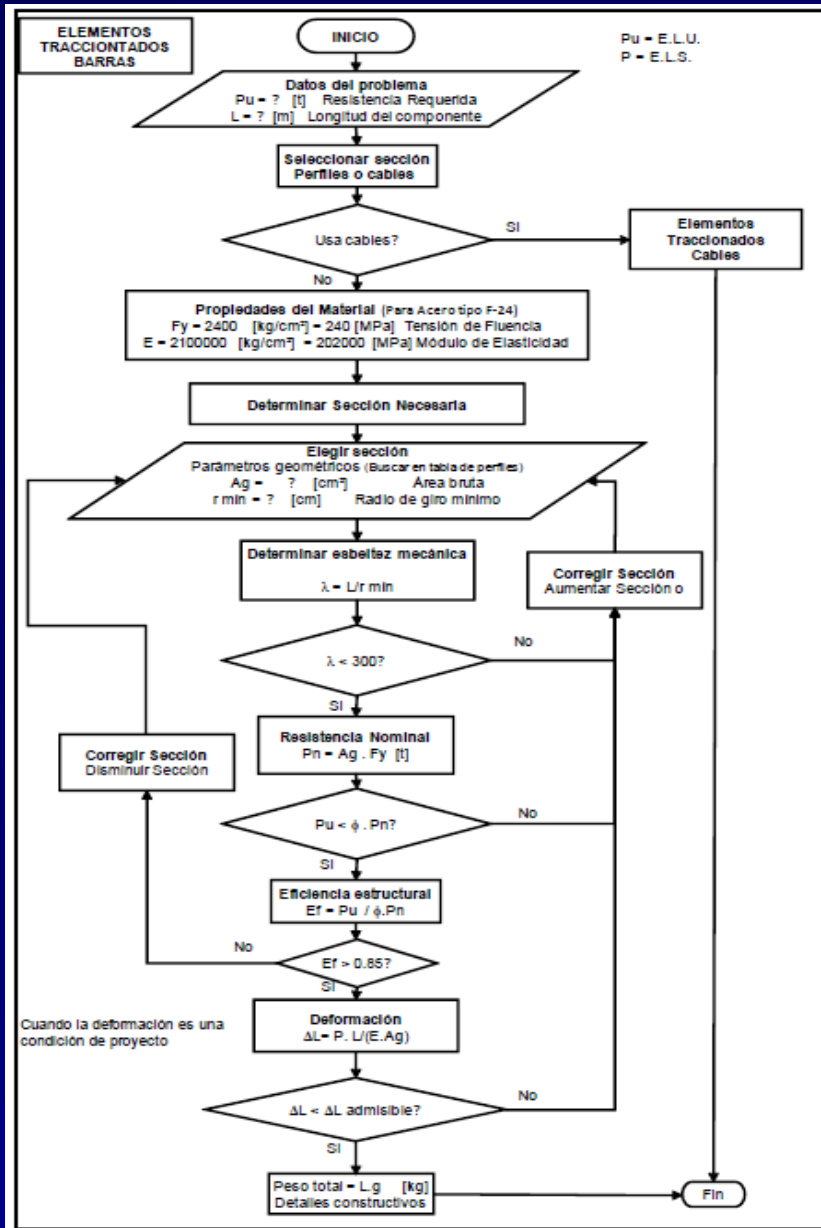
Barras



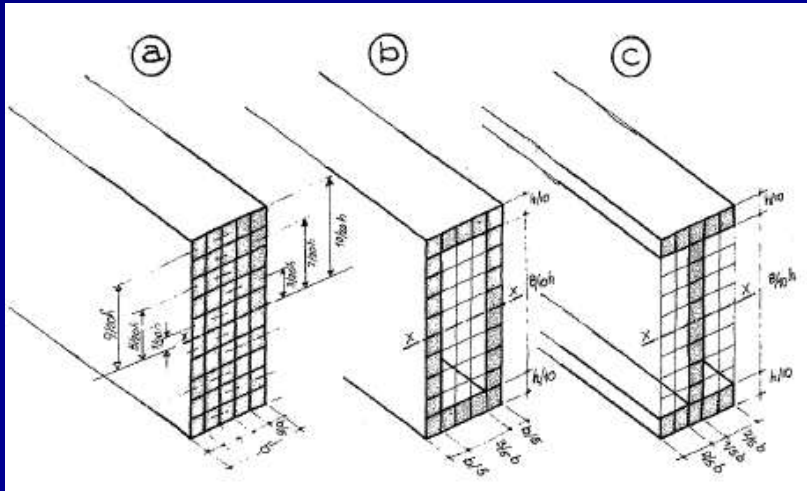
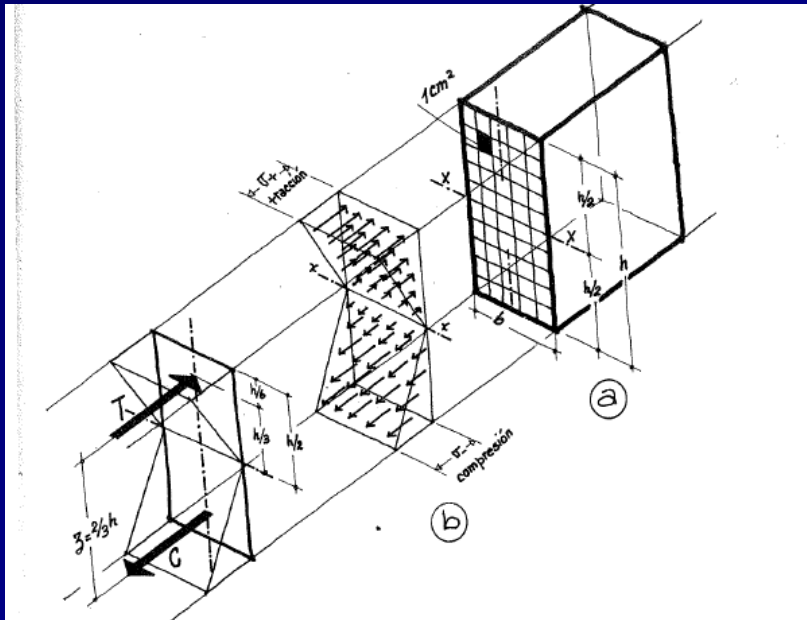
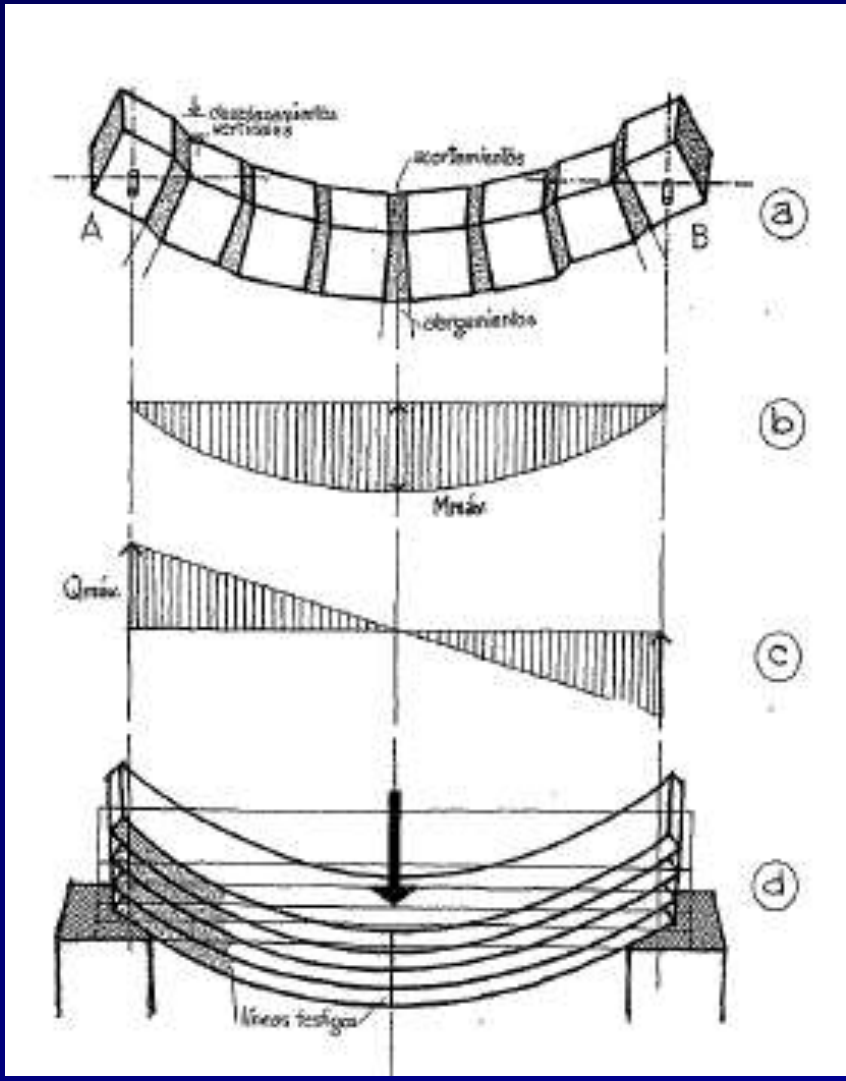
Cables



# ESFUERZOS SIMPLES: Tracción



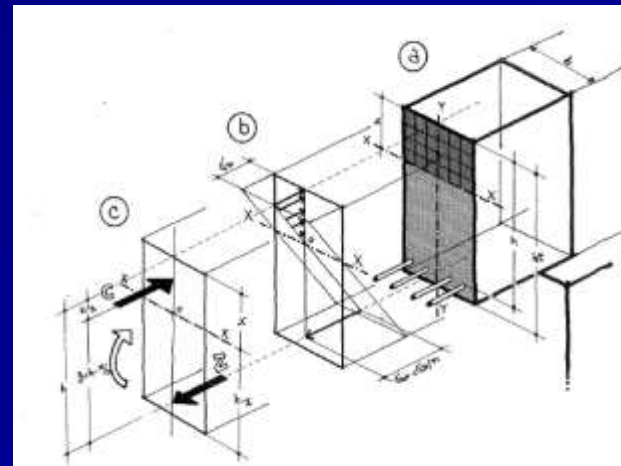
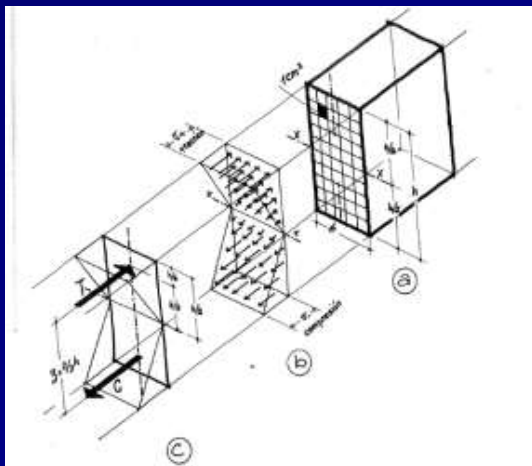
# ESFUERZOS SIMPLES: Flexión





# ESFUERZOS SIMPLES: Flexión

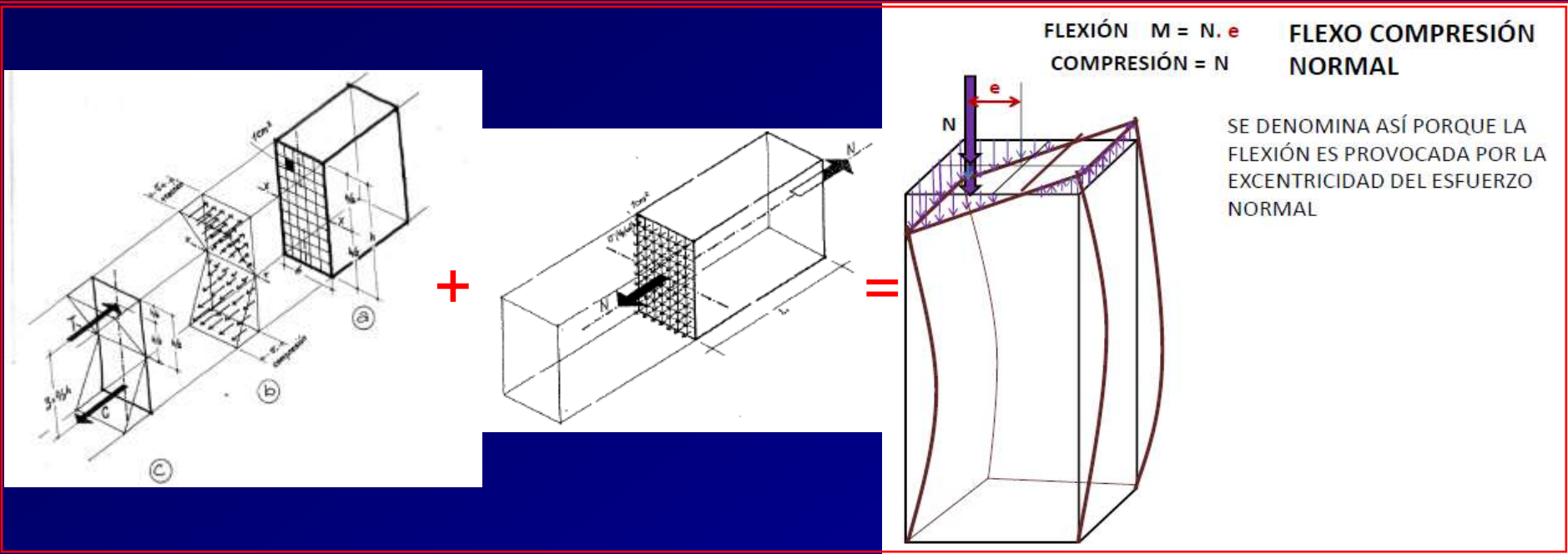
	ACERO	MADERA	HORMIGON ARMADO
ESTADO A UTILIZAR PARA RESISTENCIA	ULTIMO (1.2D+1.6L)	SERVICIO (D+L)	ULTIMO (1.2D+1.6L)
ESTADO A UTILIZAR PARA DEFORMACION	SERVICIO (D+L)	SERVICIO (D+L)	SERVICIO (D+L)
TIPO DE MATERIAL	ACERO F-24 Tensión de fluencia $F_y=2400$ kg/cm <sup>2</sup>	Madera tipo III Tensión admisible $\sigma_{adm}=80$ kg/cm <sup>2</sup>	Acero ADN-420 Tensión de fluencia $F_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>
CONDICION DE RESISTENCIA	$S_{nec} = M_u / (0,9 \cdot F_y)$ $M_u \leq M_d = \phi \cdot M_n = \phi S_{x-x} \cdot F_y$	$S_{nec} = \frac{M}{\sigma_{adm}}$	$A_{s-nec} = M_u / (0.9 \cdot F_y)$ $z \approx 0.75h$ $A_{s-min} = b \cdot h / 300$
CONDICION DE DEFORMACION	$\delta < \delta_{adm}$ $\delta_{adm} = L/n^\circ$ $n^\circ$ varía entre 200 y 1000	$\delta < \delta_{adm}$ $\delta_{adm} = L/n^\circ$ $n^\circ$ varía entre 200 y 1000	$\delta < \delta_{adm}$ $\delta_{adm} = L/n^\circ$ Considerar $I_{eff} \approx I_{bruto} / 2$ $n^\circ$ varía entre 200 y 1000



Esfuerzos internos combinados

18

ESFUERZOS COMBINADOS



Flexión

+

Axial

=

Esfuerzos Combinados

## ESFUERZOS COMBINADOS

Acero

Flexión

$$M_n = S_x \cdot F_y$$

+

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

Compresión

$$P_n = A_g \cdot F_y$$

Tracción

$$\frac{M_u}{\phi \cdot M_n} + \frac{P_u}{\phi \cdot P_n} \leq 1,0$$

Combinado

Gráficos

Flexión

+

Axial

=

Esfuerzos Combinados



## ESFUERZOS COMBINADOS

## Madera

Flexión

$$P_{adm} = A \cdot F_c \cdot C_p$$

Compresión

$$M_{adm} = S_x \cdot f_{adm \text{ flexión}} +$$

$$P_{adm} = A g \cdot f_{adm \text{ trac}}$$

Tracción

$$\frac{M}{M_{adm}} + \frac{P}{P_{adm}} \leq 1,0$$

Combinado

Gráficos

Flexión

+

Axial

=

Esfuerzos Combinados

# ESFUERZOS COMBINADOS

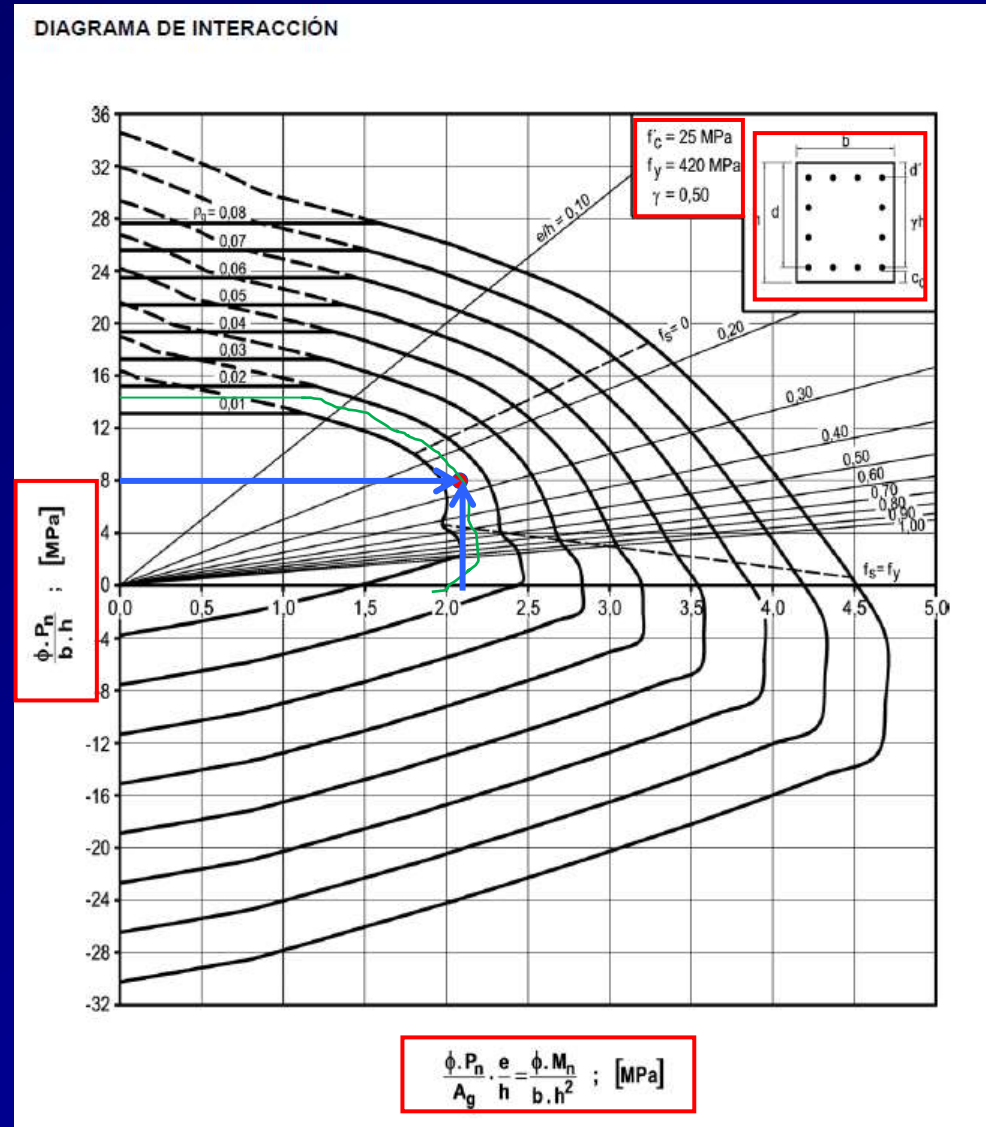
## Hormigón Armado

### Procedimiento

1.  $\mu_u, P_u$
2. Solic. Normalizadas
3. Arreglo de armaduras
4. Calidad de hormigón
5. Recubrimiento
6. Cuantía

### Ejemplo

1. Normal = 8 MPa
2. Flexión = 2,1 MPa
3. Cuantía = 0,015



# ESFUERZOS COMBINADOS

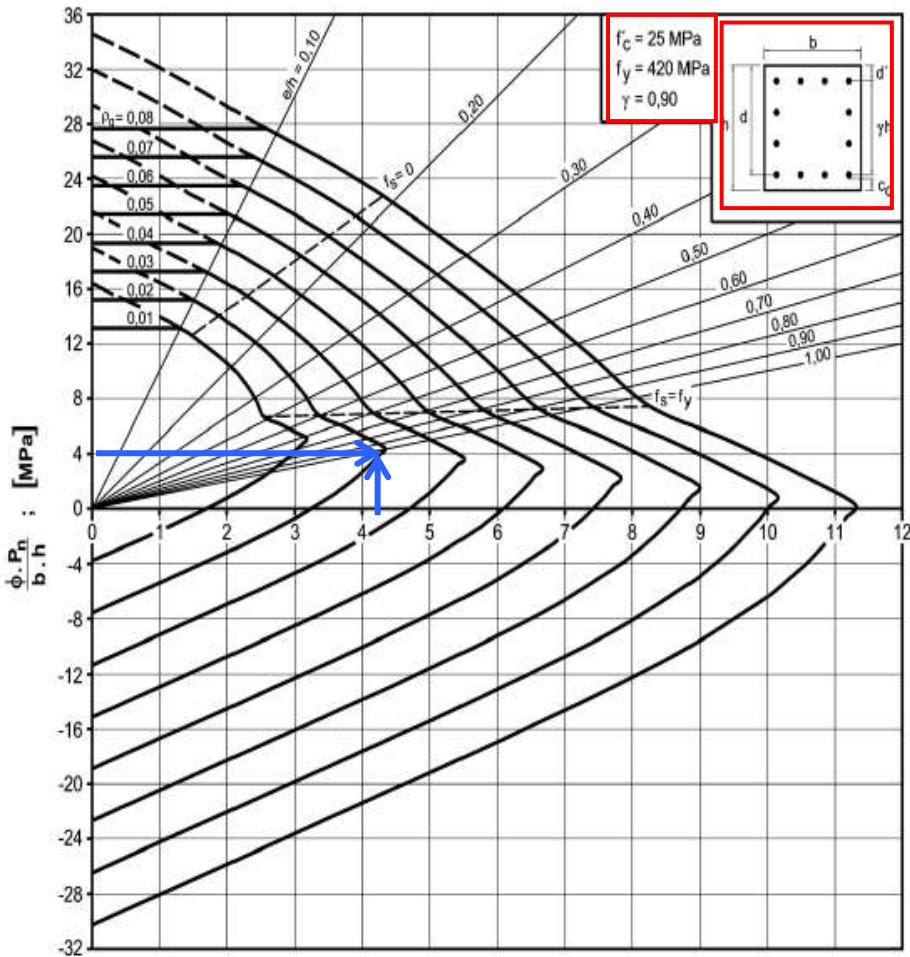
## Hormigón Armado

### Ejemplo 1

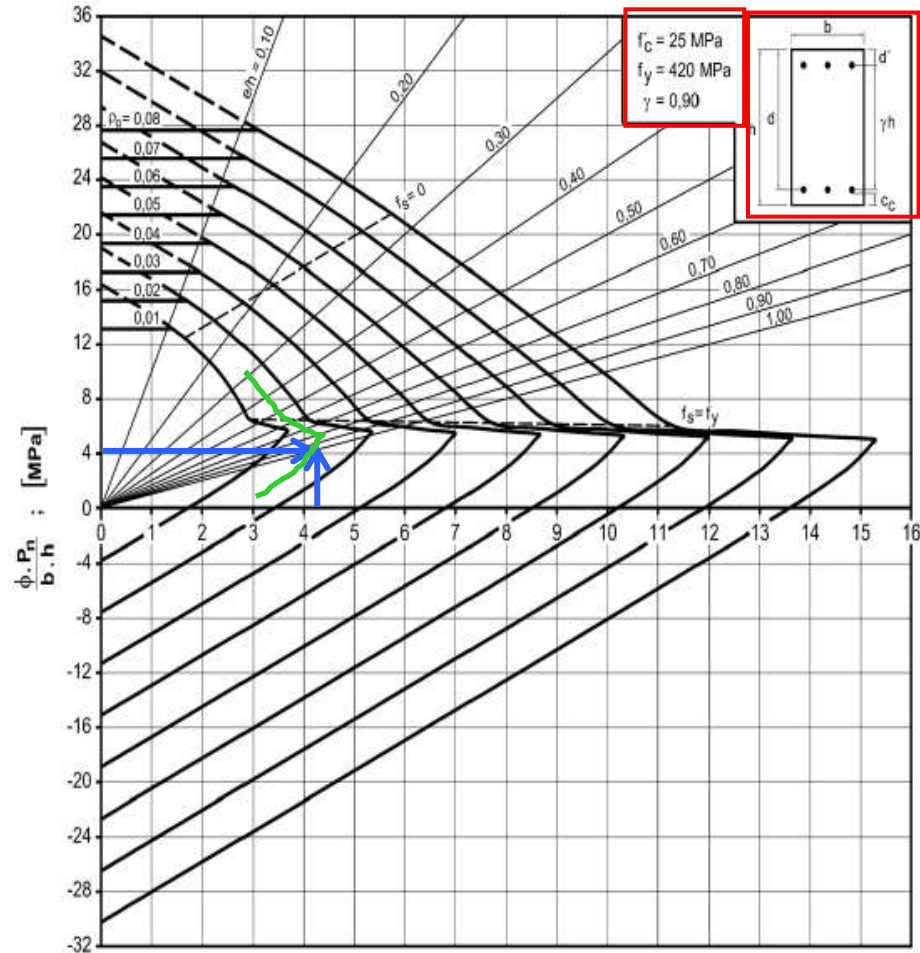
1. Normal = 4 MPa
2. Flexión = 4,1 MPa
3. Cuantía = 0,020

### Ejemplo 2

1. Normal = 4 MPa
2. Flexión = 4,1 MPa
3. Cuantía = 0,015



$$\frac{\phi \cdot P_n \cdot e}{h} = \frac{\phi \cdot M_n}{b \cdot h^2} ; [\text{MPa}]$$



$$\frac{\phi \cdot P_n \cdot e}{h} = \frac{\phi \cdot M_n}{b \cdot h^2} ; [\text{MPa}]$$



# COMPRESIÓN. Coeficientes de pandeo

TABLA DE DISEÑO DE ELEMENTOS COMPRIMIDOS (Cuadr. Y Rect.)														
λ	0,8			F <sub>y</sub> = 240 MPa			E= 202000 MPa			λ	φ . Fcr			
	λ c	φ . Fcr	λ c	λ c	φ . Fcr	λ c	φ . Fcr	λ c	φ . Fcr					
1	0,01	191,99	41	0,45	176,41	81	0,89	137,95	121	1,33	91,82	161	1,77	53,96
2	0,02	191,96	42	0,46	175,67	82	0,90	136,82	122	1,34	90,70	162	1,78	53,30
3	0,03	191,91	43	0,47	174,92	83	0,91	135,69	123	1,35	89,59	163	1,79	52,65
4	0,04	191,85	44	0,48	174,16	84	0,92	134,56	124	1,36	88,48	164	1,80	52,01
5	0,05	191,76	45	0,49	173,38	85	0,93	133,41	125	1,37	87,38	165	1,81	51,38
6	0,07	191,65	46	0,50	172,58	86	0,94	132,27	126	1,38	86,28	166	1,82	50,76
7	0,08	191,53	47	0,52	171,78	87	0,95	131,12	127	1,39	85,18	167	1,83	50,15
8	0,09	191,38	48	0,53	170,96	88	0,97	129,97	128	1,40	84,10	168	1,84	49,56
9	0,10	191,22	49	0,54	170,12	89	0,98	128,82	129	1,42	83,02	169	1,85	48,97
10	0,11	191,04	50	0,55	169,28	90	0,99	127,66	130	1,43	81,94	170	1,87	48,40
11	0,12	190,83	51	0,56	168,42	91	1,00	126,50	131	1,44	80,87	171	1,88	47,84
12	0,13	190,61	52	0,57	167,55	92	1,01	125,34	132	1,45	79,80	172	1,89	47,28
13	0,14	190,37	53	0,58	166,66	93	1,02	124,18	133	1,46	78,75	173	1,90	46,74
14	0,15	190,11	54	0,59	165,76	94	1,03	123,01	134	1,47	77,69	174	1,91	46,20
15	0,16	189,84	55	0,60	164,86	95	1,04	121,85	135	1,48	76,65	175	1,92	45,67
16	0,18	189,54	56	0,61	163,94	96	1,05	120,68	136	1,49	75,61	176	1,93	45,16
17	0,19	189,22	57	0,63	163,01	97	1,06	119,51	137	1,50	74,52	177	1,94	44,65
18	0,20	188,89	58	0,64	162,07	98	1,08	118,34	138	1,51	73,45	178	1,95	44,15
19	0,21	188,54	59	0,65	161,11	99	1,09	117,17	139	1,53	72,40	179	1,96	43,66
20	0,22	188,17	60	0,66	160,15	100	1,10	116,01	140	1,54	71,36	180	1,97	43,17
21	0,23	187,78	61	0,67	159,18	101	1,11	114,84	141	1,55	70,36	181	1,99	42,70
22	0,24	187,37	62	0,68	158,19	102	1,12	113,67	142	1,56	69,37	182	2,00	42,23
23	0,25	186,95	63	0,69	157,20	103	1,13	112,50	143	1,57	68,40	183	2,01	41,77
24	0,26	186,51	64	0,70	156,20	104	1,14	111,33	144	1,58	67,46	184	2,02	41,31
25	0,27	186,05	65	0,71	155,18	105	1,15	110,17	145	1,59	66,53	185	2,03	40,87
26	0,29	185,57	66	0,72	154,16	106	1,16	109,00	146	1,60	65,62	186	2,04	40,43
27	0,30	185,08	67	0,74	153,13	107	1,17	107,84	147	1,61	64,73	187	2,05	40,00
28	0,31	184,56	68	0,75	152,10	108	1,18	106,68	148	1,62	63,86	188	2,06	39,58
29	0,32	184,03	69	0,76	151,05	109	1,20	105,52	149	1,63	63,00	189	2,07	39,16
30	0,33	183,49	70	0,77	150,00	110	1,21	104,36	150	1,65	62,17	190	2,08	38,75
31	0,34	182,92	71	0,78	148,93	111	1,22	103,20	151	1,66	61,35	191	2,10	38,34
32	0,35	182,34	72	0,79	147,86	112	1,23	102,05	152	1,67	60,54	192	2,11	37,94
33	0,36	181,75	73	0,80	146,79	113	1,24	100,90	153	1,68	59,75	193	2,12	37,55
34	0,37	181,14	74	0,81	145,70	114	1,25	99,75	154	1,69	58,98	194	2,13	37,17
35	0,38	180,51	75	0,82	144,62	115	1,26	98,61	155	1,70	58,22	195	2,14	36,79
36	0,39	179,86	76	0,83	143,52	116	1,27	97,47	156	1,71	57,48	196	2,15	36,41
37	0,41	179,20	77	0,84	142,42	117	1,28	96,33	157	1,72	56,75	197	2,16	36,04
38	0,42	178,53	78	0,86	141,31	118	1,29	95,19	158	1,73	56,03	198	2,17	35,68
39	0,43	177,84	79	0,87	140,20	119	1,31	94,06	159	1,74	55,33	199	2,18	35,32
40	0,44	177,13	80	0,88	139,08	120	1,32	92,94	160	1,76	54,64	200	2,19	34,97

Los elementos de la sección transversal son todos compactos ( $\lambda_f$  y  $\lambda_w$ ) <  $\lambda_r$

Tabla de valores C <sub>p</sub>			
Le/d	Laminado	Aserrado	Rollizo
5	1.00	0.99	0.99
6	0.99	0.99	0.99
7	0.99	0.99	0.98
8	0.99	0.98	0.98
9	0.98	0.98	0.97
10	0.98	0.97	0.96
11	0.98	0.96	0.95
12	0.97	0.96	0.94
13	0.96	0.95	0.93
14	0.96	0.94	0.92
15	0.95	0.92	0.90
16	0.94	0.91	0.89
17	0.92	0.89	0.87
18	0.91	0.88	0.85
19	0.89	0.86	0.83
20	0.87	0.83	0.80
21	0.85	0.81	0.78
22	0.82	0.78	0.75
23	0.80	0.76	0.73
24	0.77	0.73	0.70
25	0.74	0.70	0.67
26	0.70	0.67	0.64
27	0.67	0.64	0.61
28	0.64	0.61	0.59
29	0.61	0.58	0.56
30	0.58	0.55	0.53
31	0.55	0.53	0.51
32	0.52	0.50	0.48

Tabla de valores C <sub>p</sub>			
Le/d	Laminado	Aserrado	Rollizo
33	0.49	0.48	0.46
34	0.47	0.45	0.44
35	0.45	0.43	0.42
36	0.42	0.41	0.40
37	0.40	0.39	0.38
38	0.38	0.37	0.37
39	0.37	0.36	0.35
40	0.35	0.34	0.33
41	0.33	0.33	0.32
42	0.32	0.31	0.31
43	0.31	0.30	0.29
44	0.29	0.29	0.28
45	0.28	0.28	0.27
46	0.27	0.26	0.26
47	0.26	0.25	0.25
48	0.25	0.24	0.24
49	0.24	0.24	0.23
50	0.23	0.23	0.22
51	0.22	0.22	0.22
52	0.21	0.21	0.21
53	0.20	0.20	0.20
54	0.20	0.20	0.19
55	0.19	0.19	0.19
56	0.18	0.18	0.18
57	0.18	0.18	0.17
58	0.17	0.17	0.17
59	0.17	0.16	0.16
60	0.16	0.16	0.16

**“DISEÑO ESTRUCTURAL”**  
**ESFUERZOS COMBINADOS**  
**FIN**