

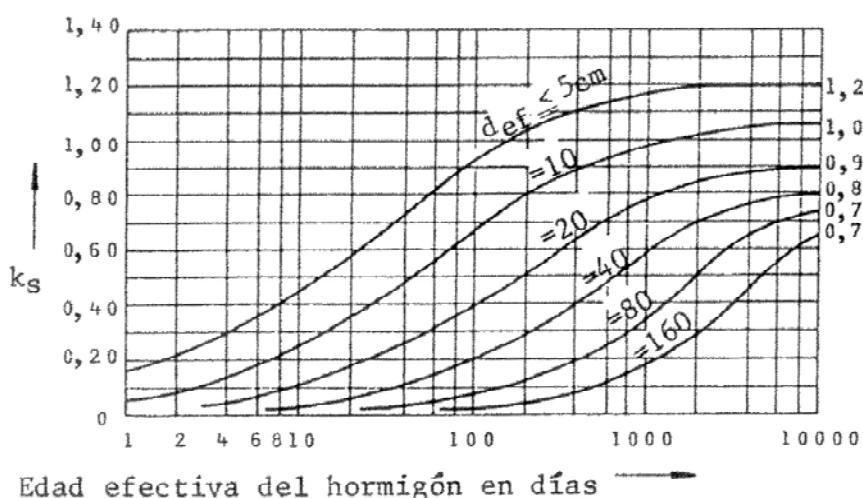
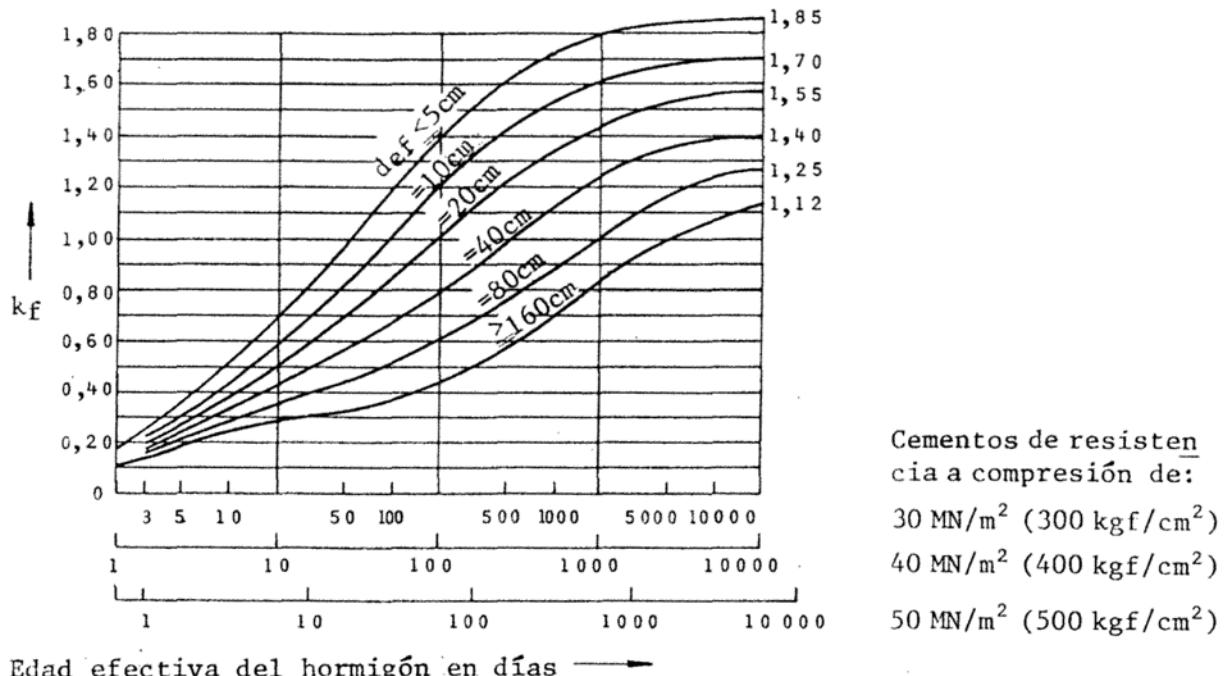
Tablas de resolución de trabajos prácticos
Reglamento CIRSOC 201/82
Hormigón I

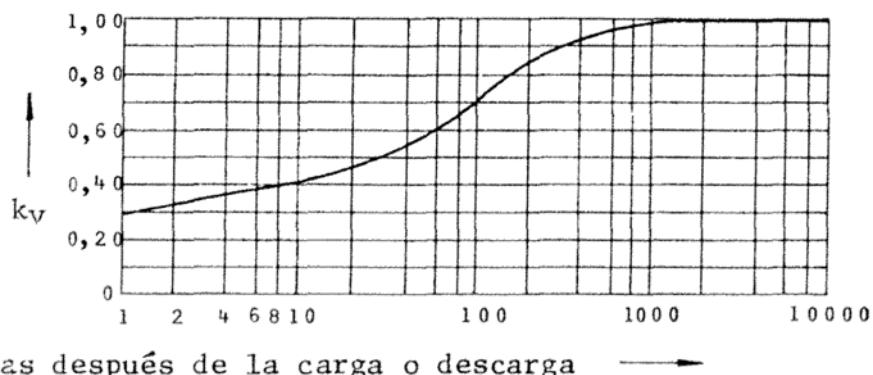


Ing. Hugo J. Donini

Coefficiente básico de fluencia lenta y retracción básica en función del ambiente. Valores guía

	1 Ambiente	2 Humedad relativa media del aire en % (aproximado)	3 Coeficiente de fluencia lenta básico ϕ_{f0}	4 Retracción básica ε_{s0}	5 Coeficiente k_{ef} según el artículo 26.8.5.
1	En agua		0,8	+ 10 . 10 ⁻⁵	30
2	En aire muy húmedo (por ejemplo, directamente sobre el agua)	90	1,3	- 13 . 10 ⁻⁵	5,0
3	En general al aire libre	70	2,0	- 32 . 10 ⁻⁵	1,5
4	En aire seco (por ejemplo, en ambientes interiores secos)	50	2,7	- 46 . 10 ⁻⁵	1,0





	1	2	3
Resistencia característica σ'_{bk}	MN/m ² *	E_b	G_b
1	21	30 000	13 000
2	30	34 000	14 000
3	38	37 000	15 000
4	47	39 000	16 000

Coeficiente de fluencia lenta y final y retracción final, en función de la edad efectiva del hormigón y del espesor medio del elemento estructural. Valores guía

Curva	Ambiente	Espesor medio $d_m = 2A/u^{(1)}$	Coeficiente de fluencia lenta final ϕ_{∞}	Retracción final $\epsilon_{s\infty}$
1	húmedo, al aire libre (humedad relativa del aire $\approx 70\%$)	pequeño (≤ 10 cm)	 ϕ_{∞} t_0 días	 $\epsilon_{s\infty} \cdot 10^6$ t_0 días
2		grande (≥ 80 cm)		
3	seco, en ambientes interiores (humedad relativa del aire $\approx 50\%$)	pequeño (≤ 10 cm)	 ϕ_{∞} t_0 días	 $\epsilon_{s\infty} \cdot 10^6$ t_0 días
4		grande (≥ 80 cm)		

Condiciones de utilización:

Los valores de la Tabla 27.1 son válidos para hormigón de consistencia A₂. Para consistencias A₁ y A₃ se deben reducir o elevar respectivamente los valores en un 25%. Si se utilizan fluidificantes puede utilizarse la consistencia inicial.

La Tabla es válida para hormigón que endurece bajo temperatura normal, preparado con cementos de resistencia a compresión de 30MPa (300 kg/cm²) y 40 MPa (400 kg/cm²). La influencia sobre la fluencia lenta de cementos de endurecimiento más lento o de endurecimiento más rápido puede contemplarse tomando para la edad del hormigón al aplicar la carga, los valores de esta Tabla multiplicados por 0,5 o por 1,5, respectivamente.

1) A = área de la sección transversal de hormigón.

u = perímetro del elemento estructural expuesto a la atmósfera.

08

Tablas de Hormigón Armado

08

08/68

ESPESORES MÍNIMOS EN LOSAS Y VIGAS

a) Losas: $h = lc/m$; lc : luz de cálculo

Losas armadas en 1 dirección		Losas armadas en 2 direcciones	
Esquema estructural	m	Esquema estructural	m
	12		50
	30		
	35		55
	40		60

b) Vigas: $h = lc/m$

Esquema estructural	m
	8
	16
	22
	25

c) Esbeltez mínima (según CIRSOC 201-17.7.2.)

$li/h \leq 35$ en general (vigas y losas)

$li/h \leq 150/li$ en elementos constructivos que reciben la carga de tabiques

Esquema estructural	α
	1,0
	0,8
	0,6
	2,4

$$li = \alpha \cdot l$$

l = luz del elemento en cuestión

08/68

H-17		β_s (tn/cm ²)				4.2		
β_R	170 (kg/cm ²)	E_s (kg/cm ²)				2100000		
	K_h	k_s	ϵ_{bu}	ϵ_e	k_x	k_a	k_z	
	cm / $\sqrt{tnm/m}$	cm ² /(tnm/m)	%	%	adimens.	adimens.	adimens.	
	66.343	0.421	0.175	5.000	0.034	0.336	0.989	1.75
	34.434	0.426	0.350	5.000	0.065	0.338	0.978	1.75
	23.824	0.431	0.525	5.000	0.095	0.341	0.968	1.75
	18.541	0.435	0.700	5.000	0.123	0.344	0.958	1.75
	15.390	0.439	0.875	5.000	0.149	0.348	0.948	1.75
	13.307	0.444	1.050	5.000	0.174	0.351	0.939	1.75
	11.836	0.448	1.225	5.000	0.197	0.355	0.930	1.75
	10.749	0.452	1.400	5.000	0.219	0.359	0.922	1.75
	9.920	0.456	1.575	5.000	0.240	0.363	0.913	1.75
	9.273	0.461	1.750	5.000	0.259	0.368	0.905	1.75
	8.760	0.465	1.925	5.000	0.278	0.373	0.896	1.75
	8.573	0.467	2.000	5.000	0.286	0.375	0.893	1.75
	8.350	0.469	2.100	5.000	0.296	0.378	0.888	1.75
	8.016	0.474	2.275	5.000	0.313	0.384	0.880	1.75
	7.739	0.478	2.450	5.000	0.329	0.389	0.872	1.75
	7.505	0.482	2.625	5.000	0.344	0.395	0.864	1.75
	7.305	0.486	2.800	5.000	0.359	0.400	0.857	1.75
	7.131	0.491	2.975	5.000	0.373	0.404	0.849	1.75
	6.979	0.495	3.150	5.000	0.387	0.408	0.842	1.75
	6.846	0.499	3.325	5.000	0.399	0.412	0.835	1.75
	6.727	0.503	3.500	5.000	0.412	0.416	0.829	1.75
	6.664	0.505	3.500	4.800	0.422	0.416	0.825	1.75
	6.600	0.508	3.500	4.600	0.432	0.416	0.820	1.75
	6.537	0.511	3.500	4.400	0.443	0.416	0.816	1.75
	6.472	0.514	3.500	4.200	0.455	0.416	0.811	1.75
	6.408	0.517	3.500	4.000	0.467	0.416	0.806	1.75
	6.343	0.520	3.500	3.800	0.479	0.416	0.801	1.75
	6.277	0.524	3.500	3.600	0.493	0.416	0.795	1.75
	6.211	0.528	3.500	3.400	0.507	0.416	0.789	1.75
	6.145	0.532	3.500	3.200	0.522	0.416	0.783	1.75
k_h^*	6.079	0.537	3.500	3.000	0.538	0.416	0.776	1.75

$$k_h [cm / \sqrt{tnm / m}] = \frac{h [cm]}{\sqrt{\frac{M_s [tnm]}{b_0 [m]}}} \quad A_s [cm^2] = k_s [cm^2 / (tnm / m)] \frac{M_s [tnm]}{h [m]}$$

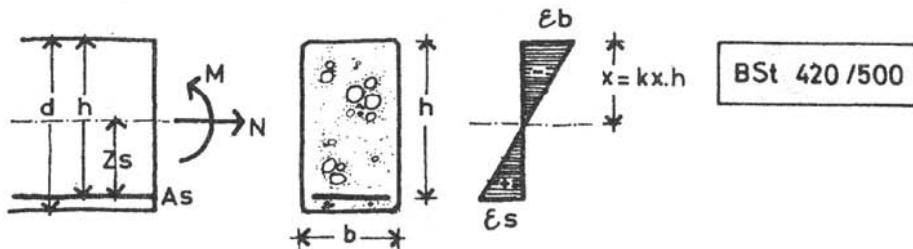
Tabla 1: Tabla de coeficientes dimensionales k_h para secciones rectangulares sometidas a flexión con armadura simple para hormigón H-17 según CIRSOC 201/82

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
Facultad de Ingeniería - Cátedra de Hormigón I – Ing. Hugo Donini

H-21							
	210 (kg/cm ²)	β_s (tn/cm ²)					4.2
β_R	175 (kg/cm ²)	E_s (kg/cm ²)					2100000
K_h	k_s	ϵ_{bu}	ϵ_e	k_x	k_a	k_z	γ
cm / $\sqrt{(\text{tnm/m})}$	$\text{cm}^2/(\text{tnm/m})$	%	%	adimens.	adimens.	adimens.	
59.339	0.421	0.175	5.000	0.034	0.336	0.989	1.75
30.799	0.426	0.350	5.000	0.065	0.338	0.978	1.75
21.309	0.431	0.525	5.000	0.095	0.341	0.968	1.75
16.583	0.435	0.700	5.000	0.123	0.344	0.958	1.75
13.765	0.439	0.875	5.000	0.149	0.348	0.948	1.75
11.902	0.444	1.050	5.000	0.174	0.351	0.939	1.75
10.586	0.448	1.225	5.000	0.197	0.355	0.930	1.75
9.614	0.452	1.400	5.000	0.219	0.359	0.922	1.75
8.873	0.456	1.575	5.000	0.240	0.363	0.913	1.75
8.294	0.461	1.750	5.000	0.259	0.368	0.905	1.75
7.835	0.465	1.925	5.000	0.278	0.373	0.896	1.75
7.668	0.467	2.000	5.000	0.286	0.375	0.893	1.75
7.468	0.469	2.100	5.000	0.296	0.378	0.888	1.75
7.170	0.474	2.275	5.000	0.313	0.384	0.880	1.75
6.922	0.478	2.450	5.000	0.329	0.389	0.872	1.75
6.712	0.482	2.625	5.000	0.344	0.395	0.864	1.75
6.533	0.486	2.800	5.000	0.359	0.400	0.857	1.75
6.378	0.491	2.975	5.000	0.373	0.404	0.849	1.75
6.243	0.495	3.150	5.000	0.387	0.408	0.842	1.75
6.123	0.499	3.325	5.000	0.399	0.412	0.835	1.75
6.017	0.503	3.500	5.000	0.412	0.416	0.829	1.75
5.960	0.505	3.500	4.800	0.422	0.416	0.825	1.75
5.904	0.508	3.500	4.600	0.432	0.416	0.820	1.75
5.847	0.511	3.500	4.400	0.443	0.416	0.816	1.75
5.789	0.514	3.500	4.200	0.455	0.416	0.811	1.75
5.731	0.517	3.500	4.000	0.467	0.416	0.806	1.75
5.673	0.520	3.500	3.800	0.479	0.416	0.801	1.75
5.615	0.524	3.500	3.600	0.493	0.416	0.795	1.75
5.556	0.528	3.500	3.400	0.507	0.416	0.789	1.75
5.497	0.532	3.500	3.200	0.522	0.416	0.783	1.75
k_h^*	5.437	0.537	3.500	3.000	0.538	0.416	0.776

Tabla 2: Tabla de coeficientes dimensionales k_h para secciones rectangulares sometidas a flexión con armadura simple para hormigón H-21 según CIRSOC 201/82

TABLA "Wm" PARA FLEXION PURA Y COMPUUESTA



$$M_s = M - N \cdot z_s$$

$$m_s = \frac{M_s}{b \cdot h^2 / \beta r}$$

Cuando $m_s \leq m_s^*$, armadura simple

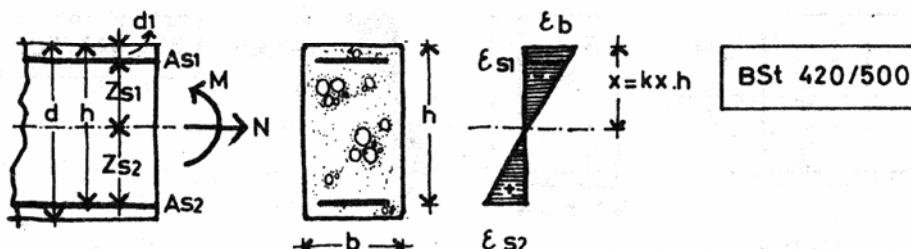
$$A_s = W_m \frac{b \cdot h}{\beta s / \beta r} + \frac{N}{f'_{su} / f}$$

m_s	W_m	f'_{su} / f t/cm^3	k_x	k_z	$-e_b$ %	e_s %	γ	
0,010	0,018	2,40	0,08	0,97	0,46	5,00	1,75	
0,020	0,037	2,40	0,12	0,96	0,68	5,00	1,75	
0,030	0,055	2,40	0,15	0,95	0,87	5,00	1,75	
0,040	0,075	2,40	0,17	0,94	1,04	5,00	1,75	
0,050	0,094	2,40	0,19	0,93	1,21	5,00	1,75	
0,060	0,114	2,40	0,22	0,92	1,37	5,00	1,75	
0,070	0,134	2,40	0,23	0,92	1,53	5,00	1,75	
0,080	0,154	2,40	0,25	0,91	1,70	5,00	1,75	
0,090	0,175	2,40	0,27	0,90	1,87	5,00	1,75	
0,100	0,197	2,40	0,29	0,89	2,05	5,00	1,75	
0,110	0,218	2,40	0,31	0,88	2,25	5,00	1,75	
0,120	0,241	2,40	0,33	0,87	2,47	5,00	1,75	
0,130	0,264	2,40	0,35	0,86	2,70	5,00	1,75	
0,140	0,288	2,40	0,37	0,85	2,96	5,00	1,75	
0,150	0,313	2,40	0,39	0,84	3,25	5,00	1,75	
0,160	0,339	2,40	0,42	0,83	3,50	4,86	1,75	
0,170	0,367	2,40	0,45	0,81	3,50	4,23	1,75	
0,180	0,395	2,40	0,49	0,80	3,50	3,67	1,75	
$m_s^* = 0,193 \quad 0,436 \quad 2,40 \quad 0,54 \quad 0,78 \quad 3,50 \quad 3,00 \quad 1,75$								
	0,196	0,458	2,35	0,57	0,76	3,50	2,69	1,79
	0,200	0,491	2,29	0,61	0,75	3,50	2,28	1,83
$m_s^{**} = 0,203 \quad 0,515 \quad 2,25 \quad 0,64 \quad 0,74 \quad 3,50 \quad 2,00 \quad 1,87$								

09/71

TABLA "Kh" PARA FLEXION PURA Y COMPUUESTA

(continuación)



$$Ms = M - N \cdot Zs_2$$

$$Kh = \frac{h(\text{cm})}{\sqrt{\frac{Ms(\text{tm})}{b(\text{m})}}}$$

Cuando $Kh < Kh^*$, armadura doble

$$As_2(\text{cm}^2) = \frac{Ms(\text{tm})}{h(\text{m})} \cdot Ks \cdot \rho + \frac{N(\text{t})}{\beta_s(\text{t/cm}^2)} \cdot 1,75$$

$$As_1(\text{cm}^2) = \frac{Ms(\text{tm})}{h(\text{m})} \cdot Ks_1 \cdot \rho_1$$

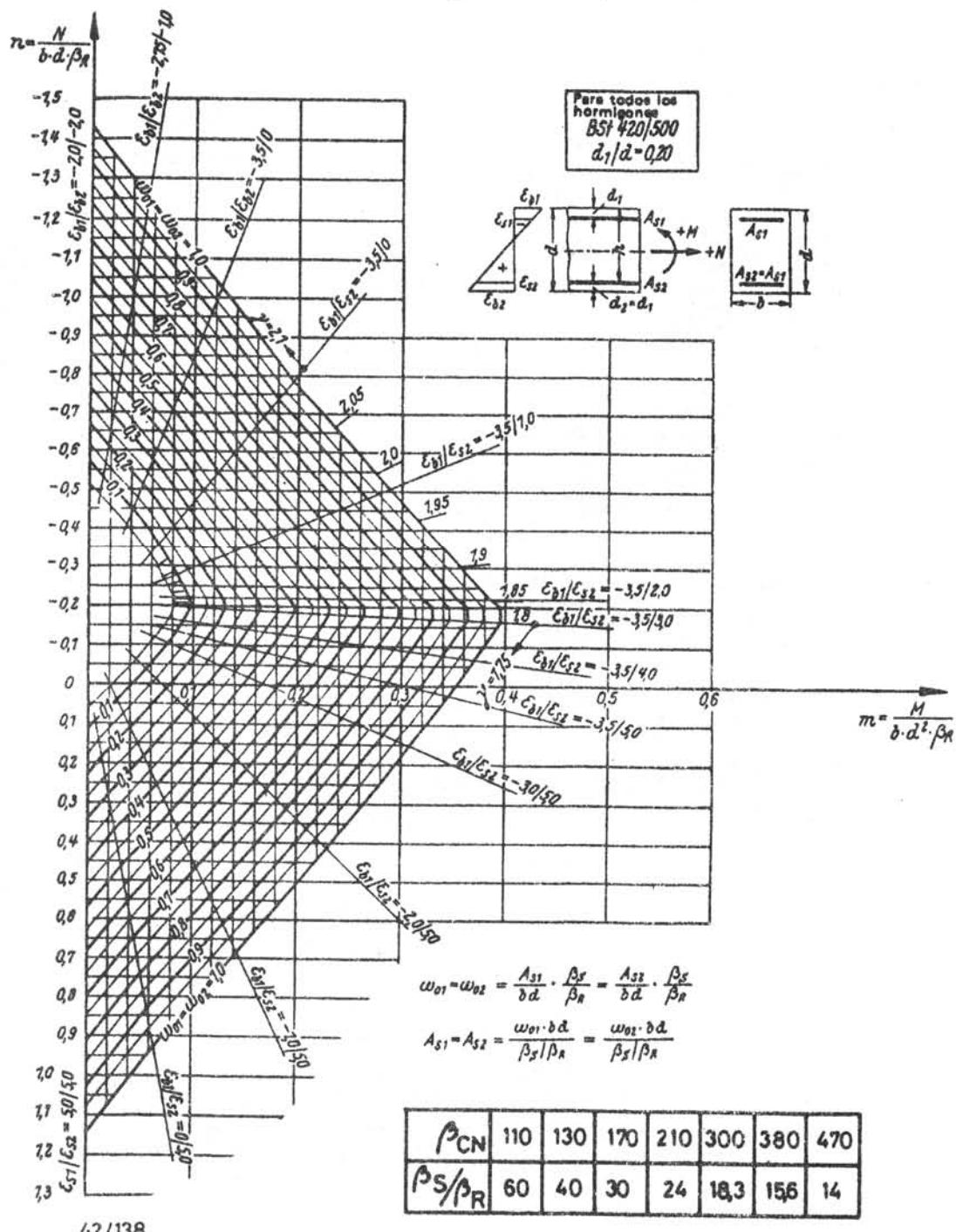
Bcn	kh					ks	ks1
	110	130	170	210	300		
8.60	7.02	6.08	5.44	4.74	0.54	0.00	
8.50	6.94	6.01	5.38	4.69	0.53	0.01	
8.40	6.86	5.94	5.31	4.64	0.53	0.02	
8.31	6.78	5.87	5.25	4.58	0.53	0.03	
8.21	6.70	5.80	5.19	4.53	0.53	0.04	
8.10	6.62	5.73	5.12	4.47	0.53	0.05	
8.00	6.53	5.66	5.06	4.41	0.53	0.06	
7.90	6.45	5.59	4.99	4.36	0.52	0.07	
7.79	6.30	5.51	4.93	4.30	0.52	0.08	
7.69	6.21	5.44	4.86	4.24	0.52	0.09	
7.58	6.19	5.36	4.79	4.18	0.52	0.10	
7.47	6.10	5.28	4.72	4.12	0.52	0.11	
7.36	6.01	5.20	4.65	4.06	0.51	0.12	
7.24	5.91	5.12	4.58	4.00	0.51	0.13	
7.13	5.82	5.04	4.51	3.93	0.51	0.14	
7.01	5.72	4.96	4.43	3.87	0.51	0.15	
6.89	5.63	4.88	4.36	3.80	0.51	0.16	
6.77	5.53	4.79	4.28	3.74	0.50	0.17	
6.65	5.43	4.70	4.21	3.67	0.50	0.18	
6.53	5.33	4.61	4.13	3.60	0.50	0.19	
6.40	5.22	4.52	4.05	3.53	0.50	0.20	
6.27	5.12	4.43	3.98	3.46	0.50	0.21	
6.13	5.01	4.34	3.88	3.38	0.49	0.22	
6.00	4.90	4.24	3.79	3.31	0.49	0.23	
5.86	4.78	4.14	3.70	3.23	0.49	0.24	
5.72	4.67	4.04	3.61	3.15	0.49	0.25	

d1/h	ρ						ρ_1
	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	
0,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01
0,10	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	1,03
0,12	1,00	1,00	1,01	1,01	1,02	1,03	1,06
0,14	1,00	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,08
0,16	1,00	1,00	1,01	1,03	1,04	1,05	1,11
0,18	1,00	1,00	1,02	1,03	1,05	1,06	1,13
0,20	1,00	1,00	1,02	1,04	1,05	1,07	1,16
0,22	1,00	1,00	1,03	1,04	1,06	1,09	1,19

42 / 138

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

sección rectangular : $d_1/d = 0,20$



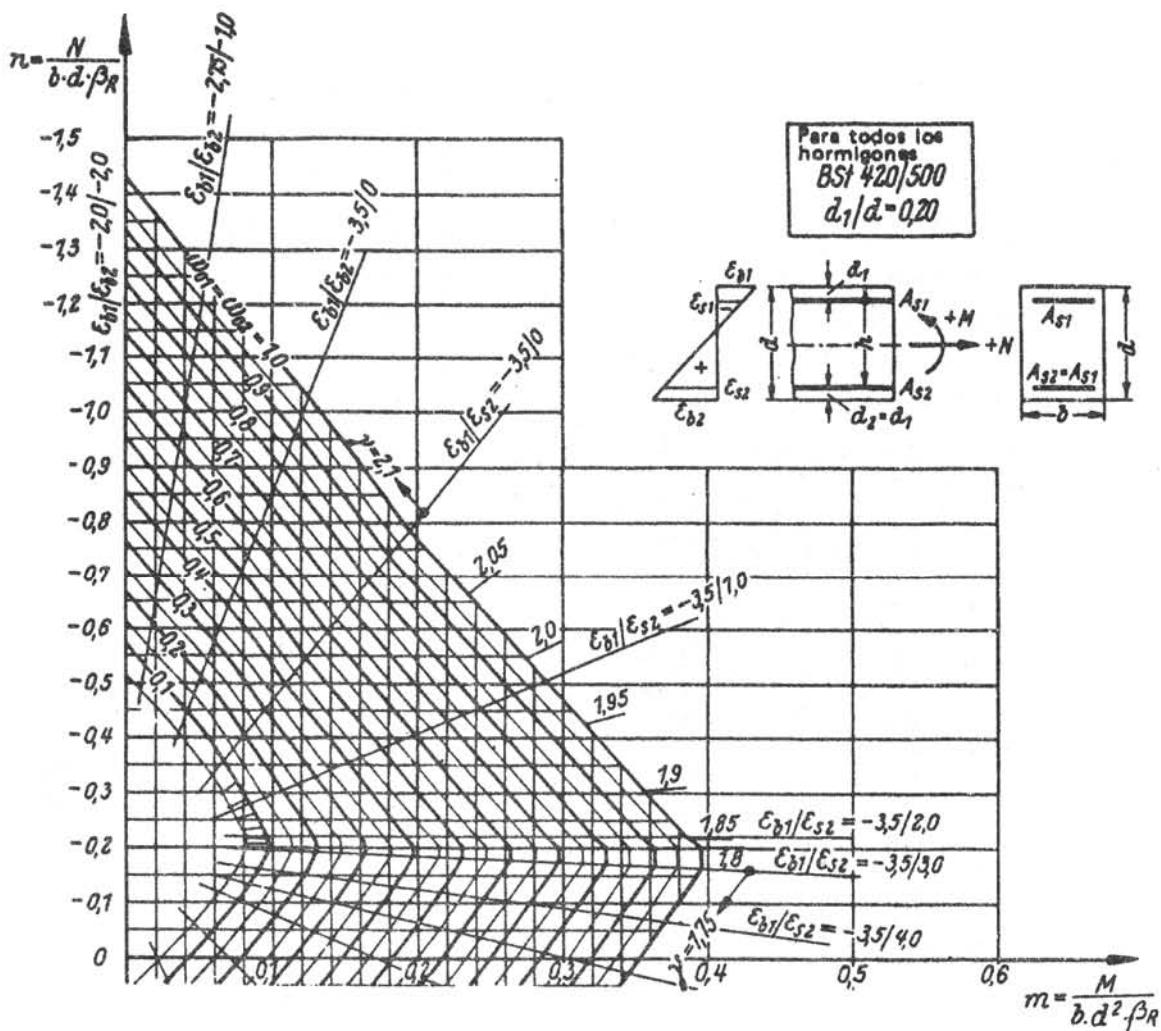
42 / 138

138

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

(ampliado)

sección rectangular : $d_1/d = 0,20$



$$\omega_{01} = \omega_{02} = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} \cdot \frac{\beta_S}{\beta_R} = \frac{A_{s2}}{b \cdot d} \cdot \frac{\beta_S}{\beta_R}$$

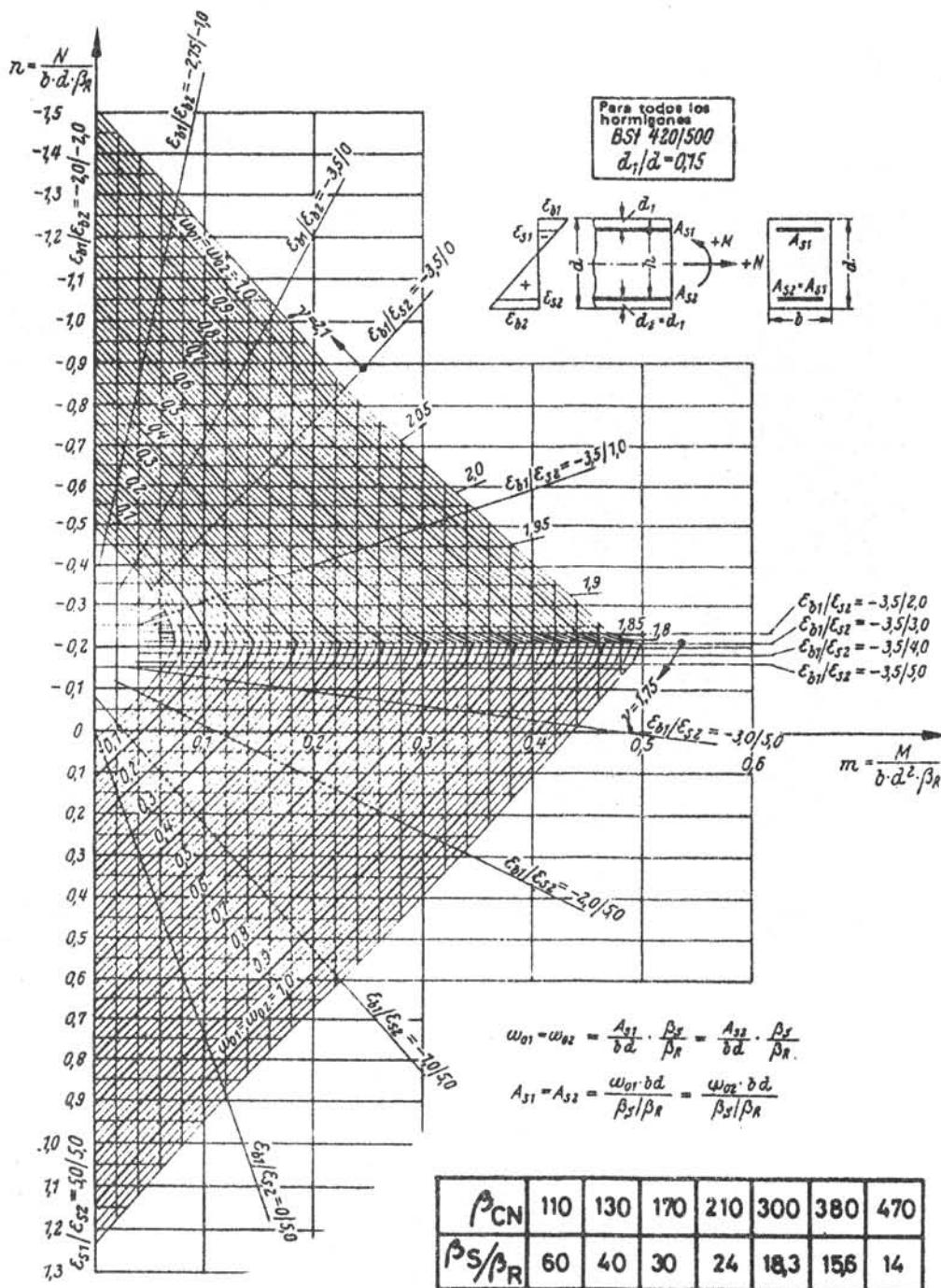
$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{\omega_{01} \cdot b \cdot d}{\beta_S / \beta_R} = \frac{\omega_{02} \cdot b \cdot d}{\beta_S / \beta_R}$$

β_{CN}	110	130	170	210	300	380	470
β_S / β_R	60	40	30	24	18,3	15,6	14

42/136

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

sección rectangular : $d_1/d = 0,15$

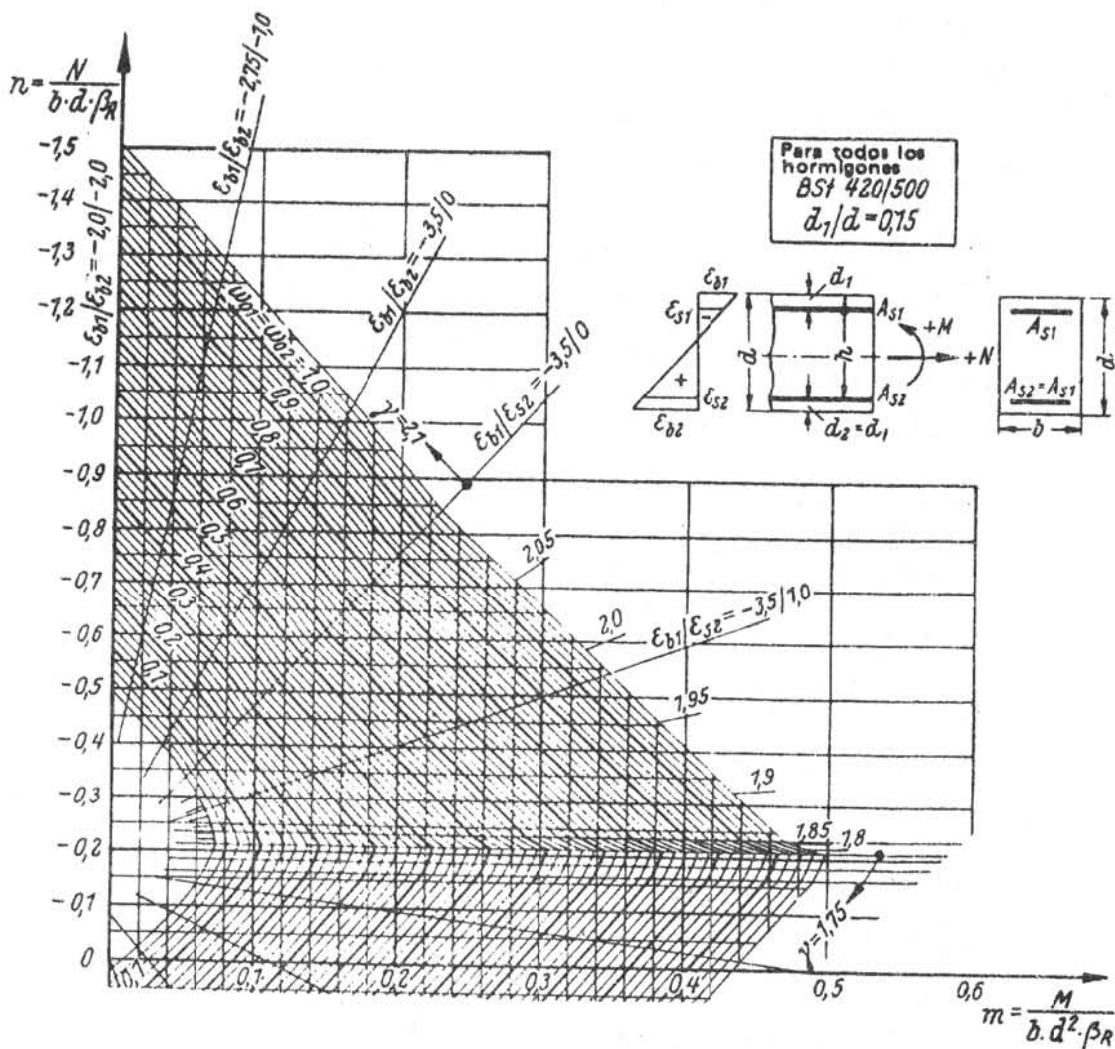


42/136

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

(ampliado)

sección rectangular : $d_1/d = 0,15$



$$\omega_{01} = \omega_{02} = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} \cdot \frac{\beta_S}{\beta_R} = \frac{A_{s2}}{b \cdot d} \cdot \frac{\beta_S}{\beta_R}$$

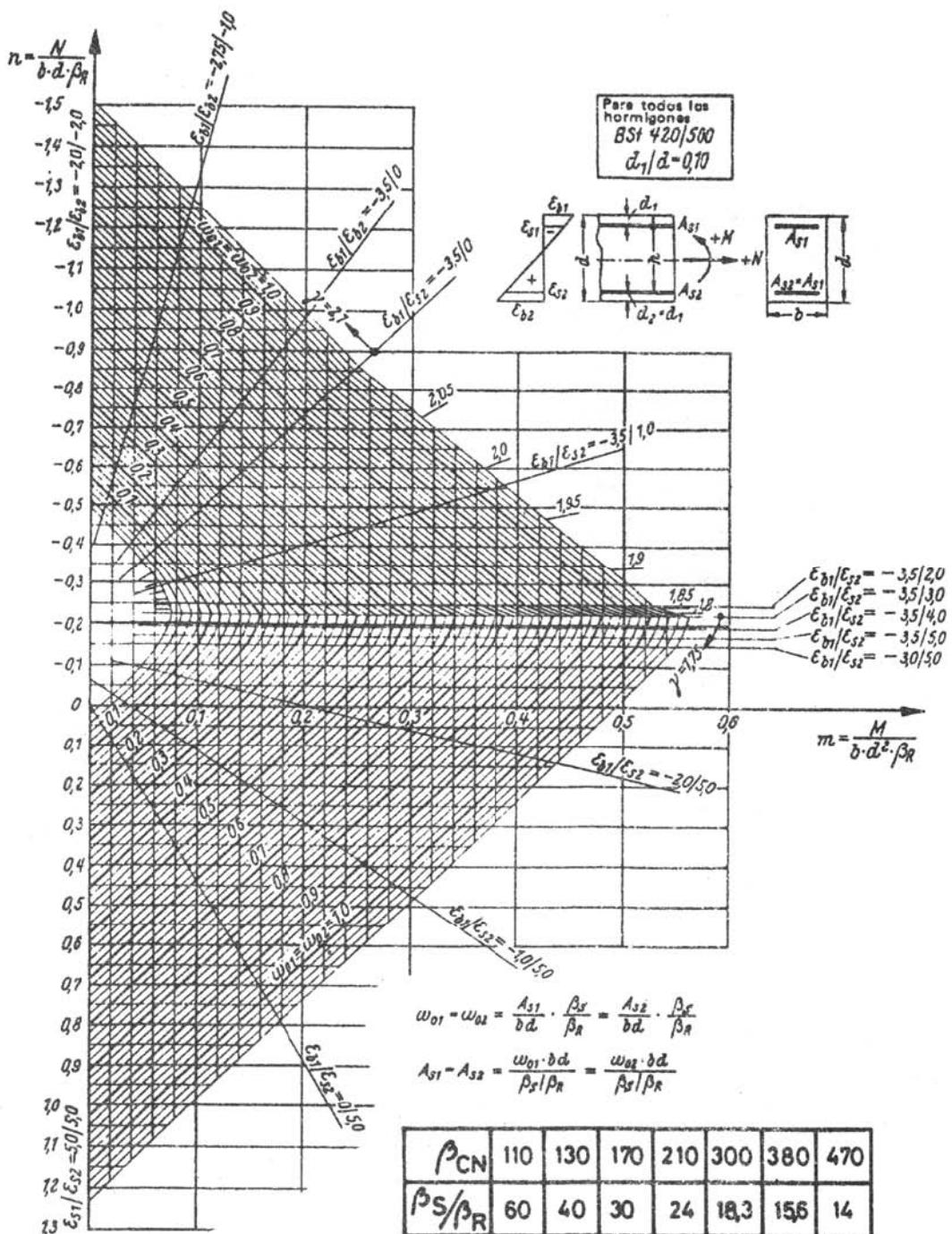
$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{\omega_{01} \cdot b \cdot d}{\beta_S / \beta_R} = \frac{\omega_{02} \cdot b \cdot d}{\beta_S / \beta_R}$$

ρ_{CN}	110	130	170	210	300	380	470
β_S / β_R	60	40	30	24	18,3	15,6	14

42/134

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

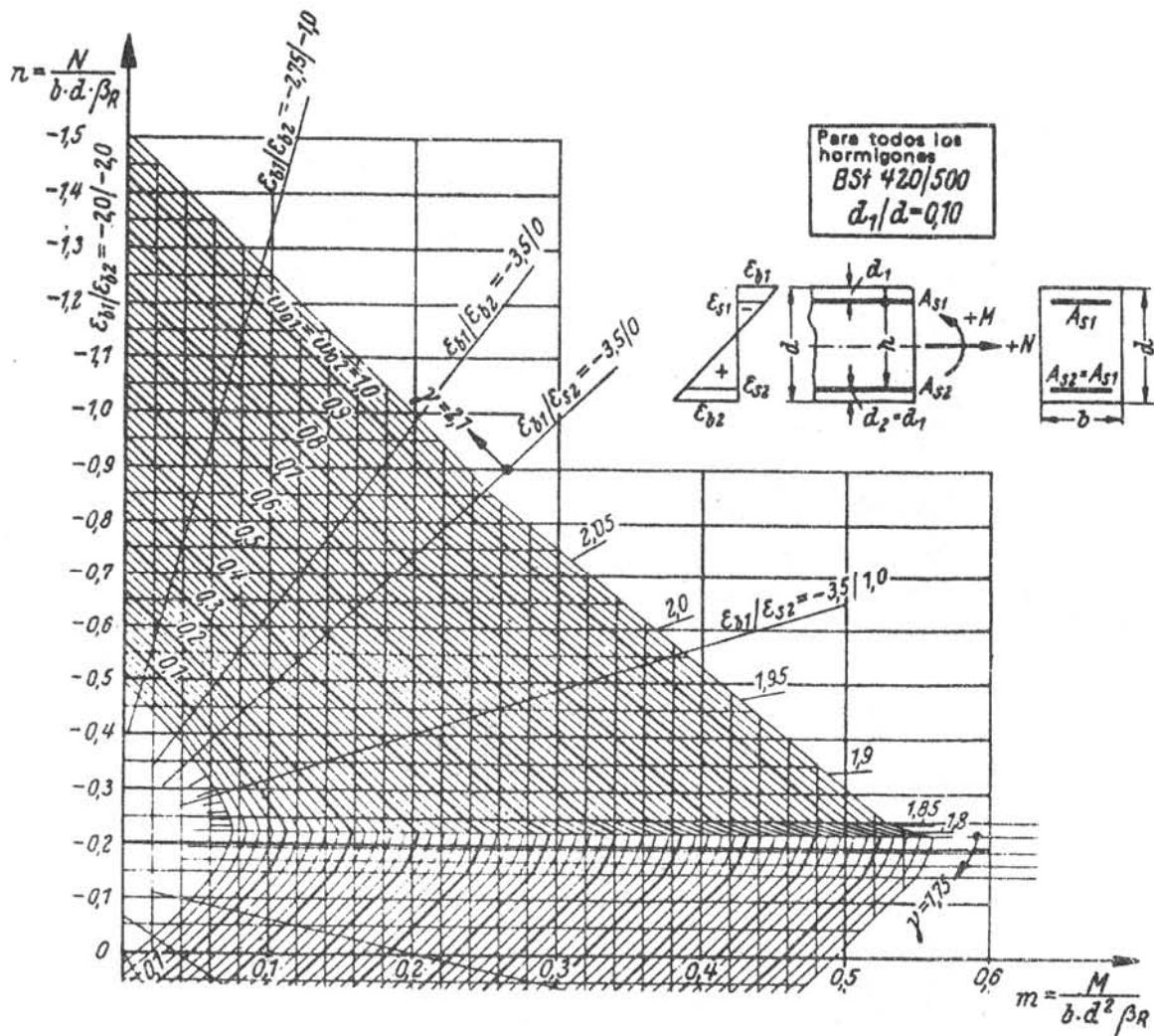
sección rectangular : $d_1/d = 0,10$



42/134

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

(ampliado)
 sección rectangular : $d_1/d = 0,10$



$$\omega_{01} = \omega_{02} = \frac{A_{s1}}{bd} \cdot \frac{\beta_S}{\beta_R} = \frac{A_{s2}}{bd} \cdot \frac{\beta_S}{\beta_R}$$

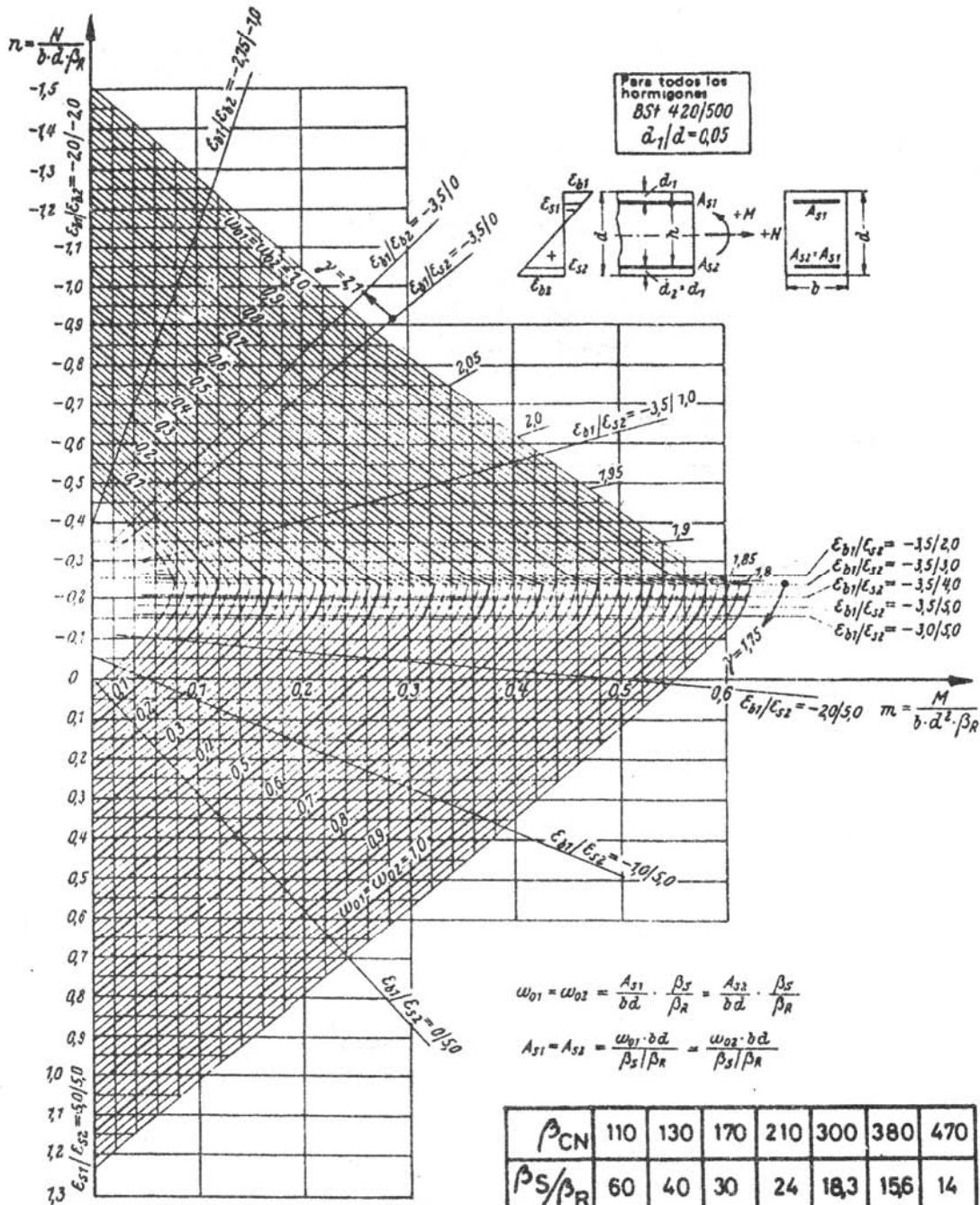
$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{\omega_{01} \cdot bd}{\beta_S / \beta_R} = \frac{\omega_{02} \cdot bd}{\beta_S / \beta_R}$$

β_{CN}	110	130	170	210	300	380	470
β_S / β_R	60	40	30	24	18,3	15,6	14

42/132

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

sección rectangular : $d_1/d = 0,05$



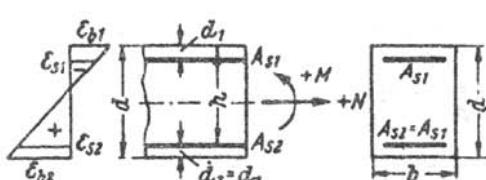
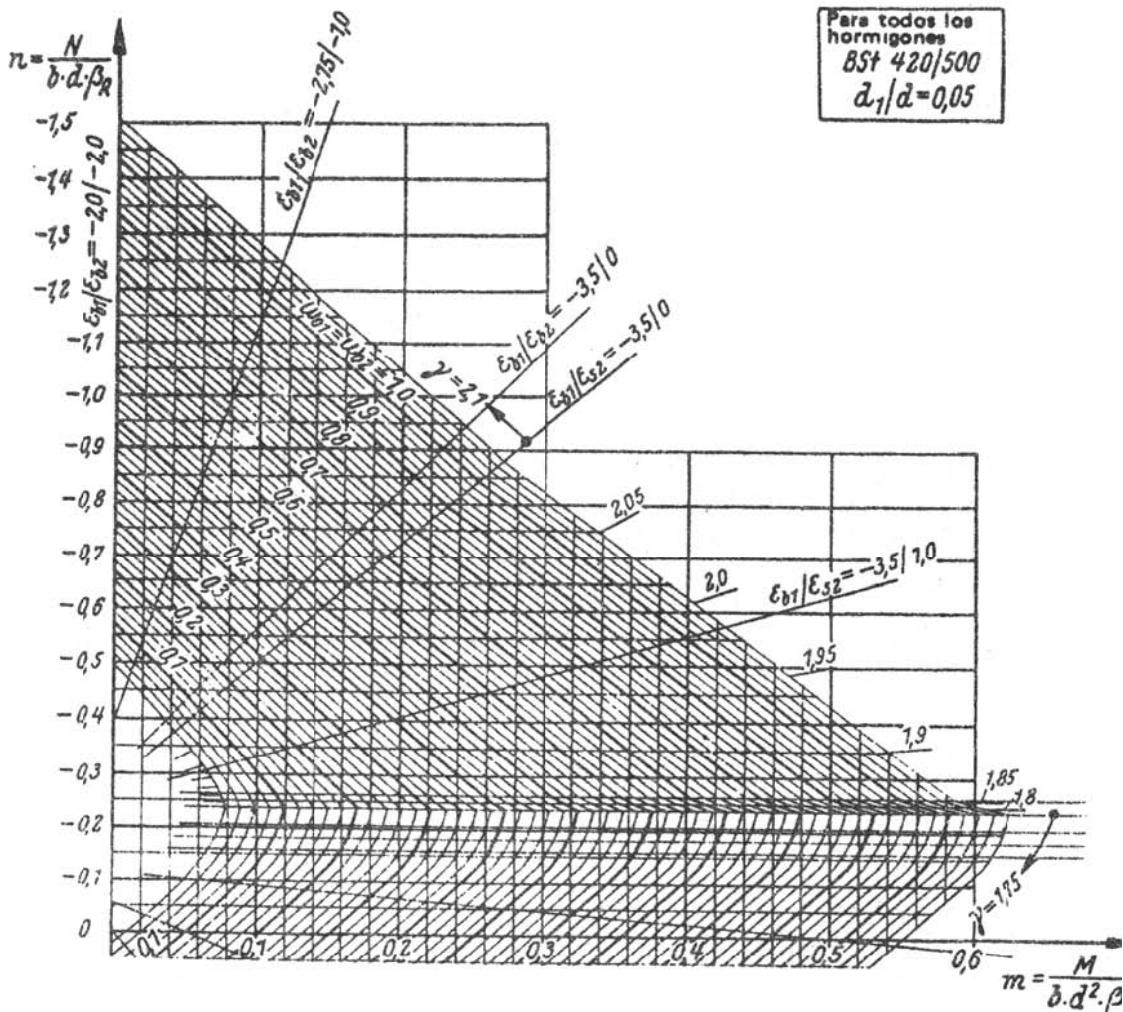
42/132

42/133

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

(ampliado)

sección rectangular : $d_1/d = 0,05$

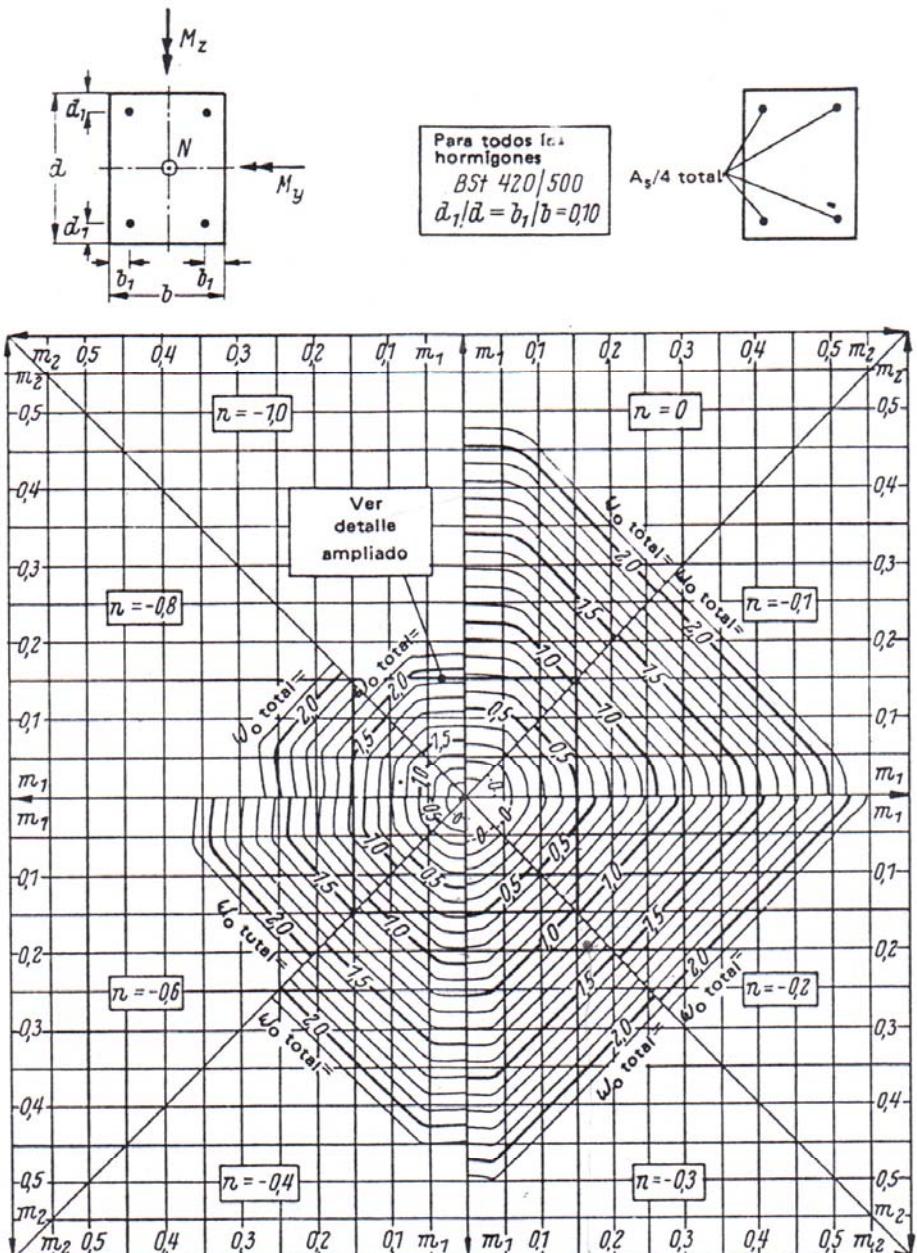


$$\omega_{01} = \omega_{02} = \frac{A_{s1}}{b d} \cdot \frac{\beta_s}{\beta_R} = \frac{A_{s2}}{b d} \cdot \frac{\beta_s}{\beta_R}$$

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{\omega_{01} \cdot b d}{\beta_s / \beta_R} = \frac{\omega_{02} \cdot b d}{\beta_s / \beta_R}$$

β_{CN}	110	130	170	210	300	380	470
β_s / β_R	60	40	30	24	18,3	15,6	14

42/133



$$m_y = \frac{|M_y|}{bd^2\beta_R}$$

$$m_z = \frac{|M_z|}{bd^2\beta_R}$$

$$\eta = \frac{N}{bd\beta_R}$$

Cuando $m_y > m_z \rightarrow m_1 = m_y; m_2 = m_z$

Cuando $m_y < m_z \rightarrow m_1 = m_z; m_2 = m_y$

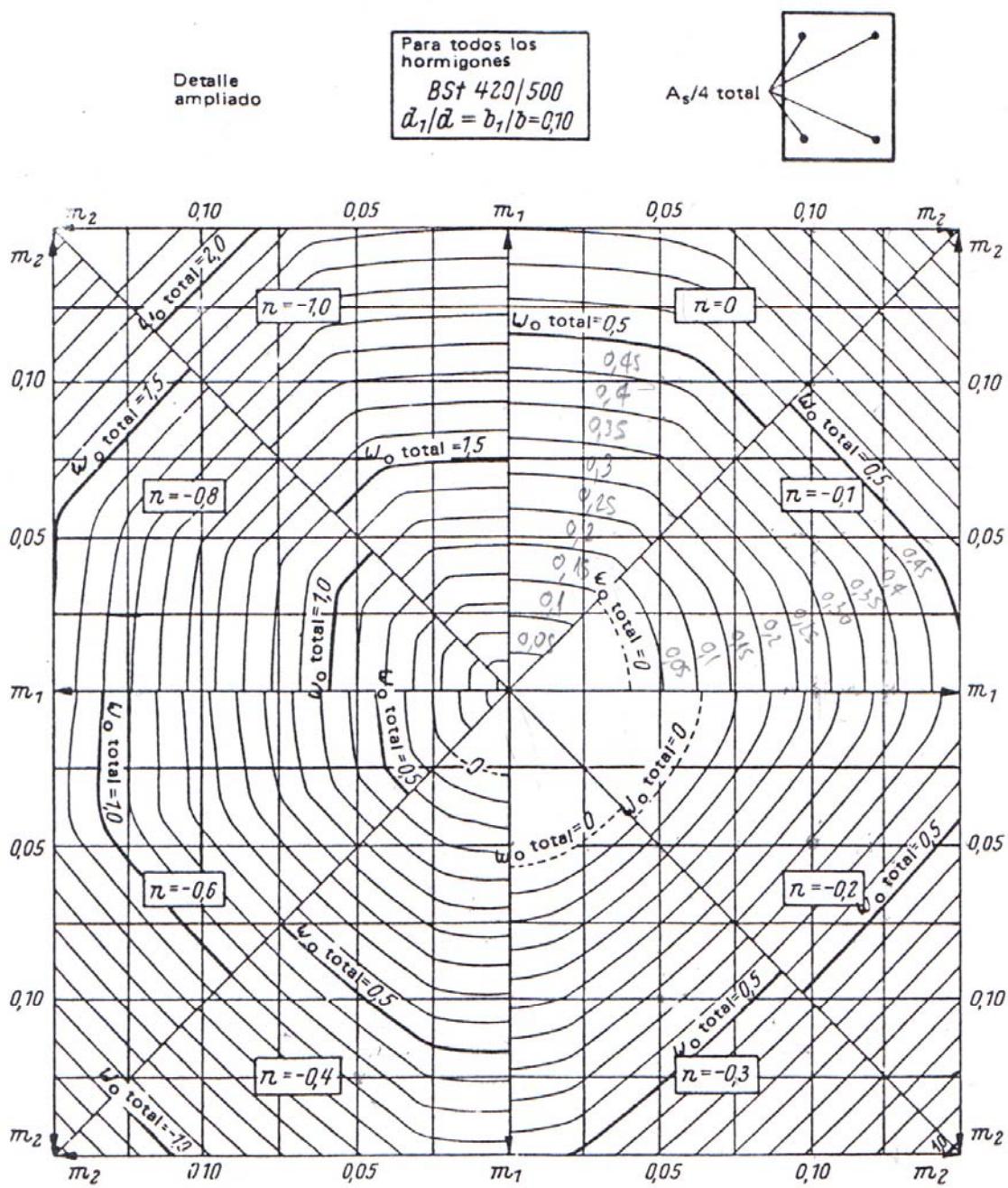
Clase de resistencia del hormigón	B15	B25	B35	B45	B55	
Valor de cálculo de la tensión de compresión en el hormigón	$\beta_R [MN/m^2]$	10,5	17,5	23,0	27,0	30,0
Coeficiente de cálculo	β_S/β_R	40,0	24,0	18,3	15,6	14,0

$$\text{Armadura total } A_s = \text{total } \frac{bd}{\beta_S/\beta_R}$$

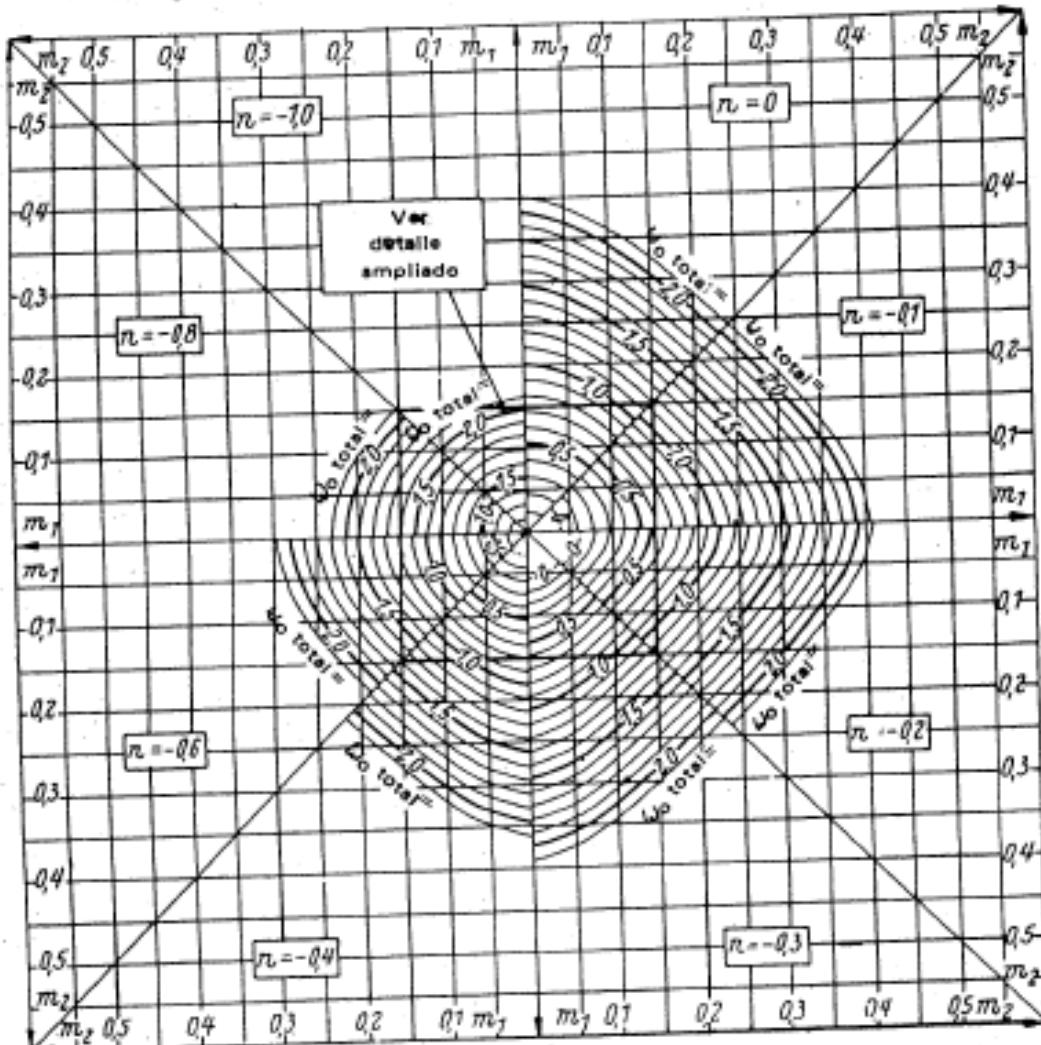
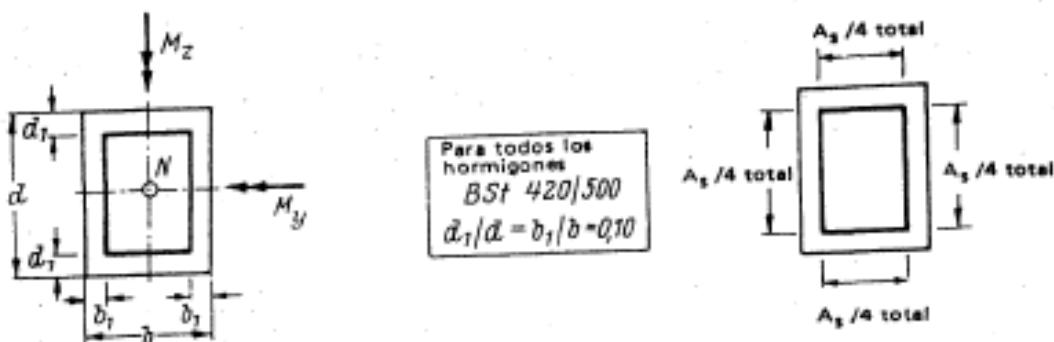
Distribución de A_s total de acuerdo con el esquema de más arriba

Tabla 1.19a

Diagrama para el dimensionamiento a flexión oblicua, con esfuerzo longitudinal de secciones rectangulares (BSt 420/500; disposición de la armadura 1, ver encabezamiento de la Tabla).



Fórmulas para el cálculo: ver página contigua



$$m_y = \frac{|M_y|}{b d^2 \beta_R}$$

$$m_z = \frac{|M_z|}{b d \beta_R}$$

$$n = \frac{N}{b d \beta_R}$$

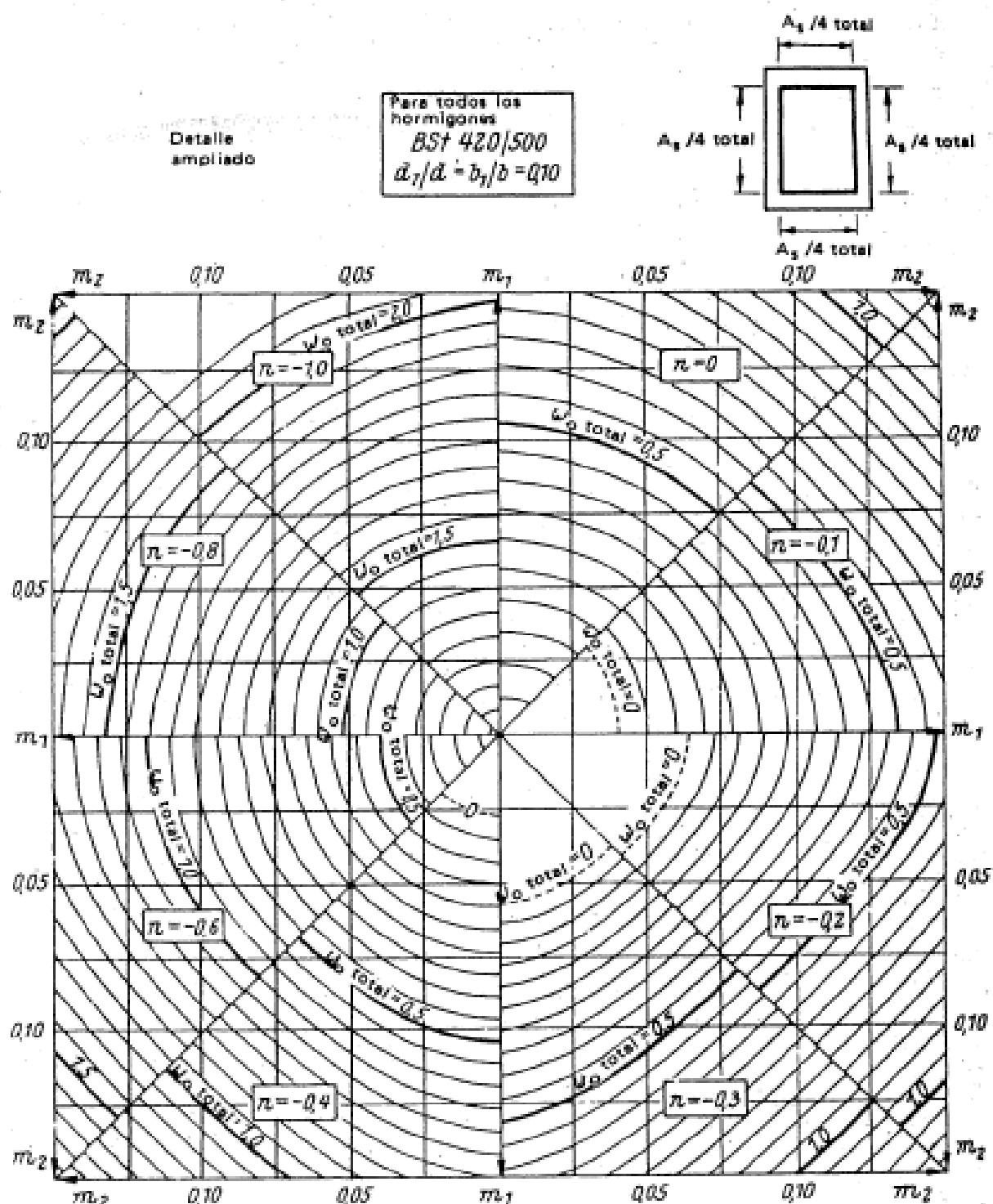
cuando $m_y > m_z \rightarrow m_1 = m_y ; m_2 = m_z$

cuando $m_y < m_z \rightarrow m_1 = m_z ; m_2 = m_y$

Clase de resistencia del hormigón	B15	B25	B35	B45	B55	
Valor de cálculo de la tensión de compresión en el hormigón	$\beta_R [MN/m^2]$	10,5	17,5	23,0	27,0	30,0
Coefficiente de cálculo	β_S/β_R	40,0	24,0	18,3	15,6	14,0

$$\text{Armadura total } A_s = \text{total } \frac{bd}{\beta_S/\beta_R}$$

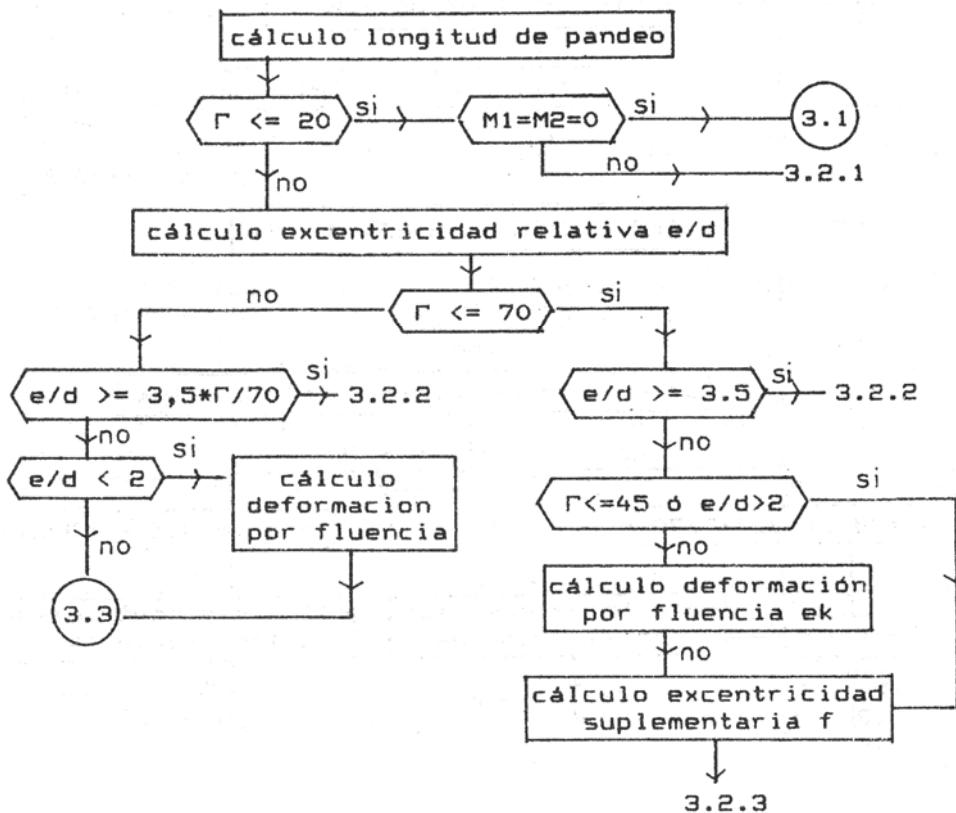
Distribución de A_s total de acuerdo con el esquema de más arriba



Fórmulas para el cálculo: ver página contigua

PANDEO : DIAGRAMAS DE CALCULO

diagrama de flujo para elementos comprimidos
 en sistemas desplazables



3.1 Dimensionado a compresión pura, sin pandeo.

3.2 Dimensionado a flexocompresión con los diagramas de interacción.

3.2.1 Verificar $N-M_1$ y $N-M_2$

3.2.2 Verificar $N-M_1$ y $N-M_2$ incrementando M con $N \cdot \epsilon_u$ ($\epsilon_u = sk/30$)

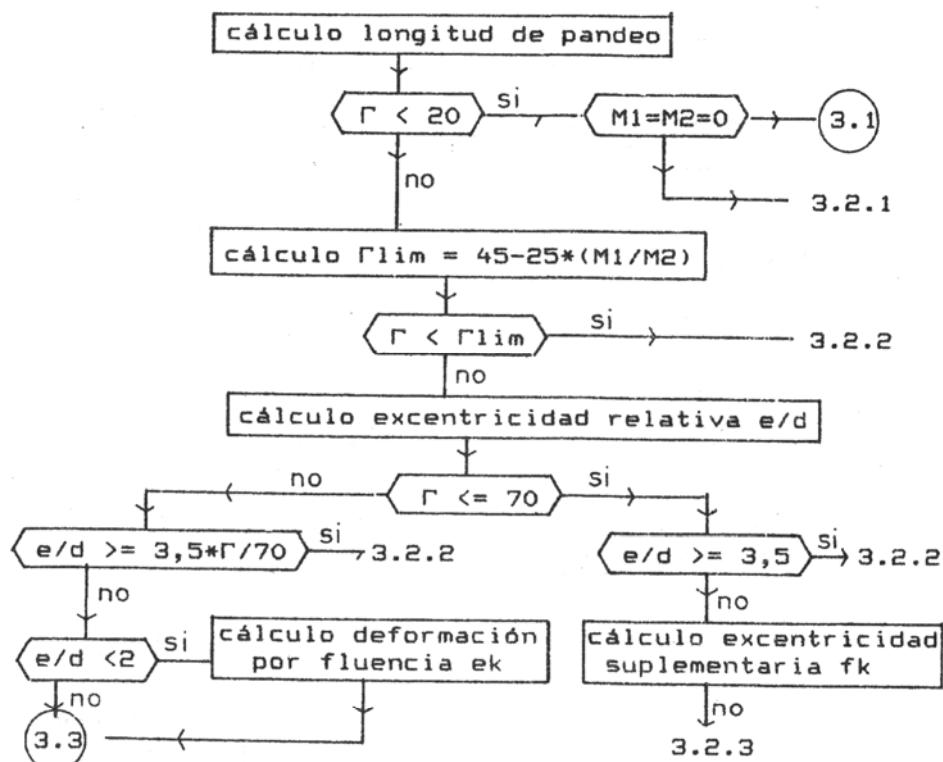
3.2.3 Verificar $N-(M_1+N \cdot f_1)$ y $N-(M_2+N \cdot f_2)$

3.3 Dimensionado con Nomogramas (efecto 2º orden)
 verificar $N-(M_1+N \cdot \epsilon_k)$ y $N-(M_2+N \cdot \epsilon_k)$

PANDEO : DIAGRAMAS DE CALCULO

(continuación)

diagrama de flujo para elementos comprimidos
 en sistemas indesplazables



3.1 — Dimensionado a compresión pura, sin pandoe.
 3.2 — Dimensionado a flexocompresión con diagramas de interacción.

3.2.1 Considerar $N-M_1$ y $N-M_2$
 3.2.2 Idem anterior; $|M_2| \geq |M_1| \geq |N \cdot 0,1 \cdot d|$
 3.2.3 Considerar $N-M_1$, $N-M_2$ y
 en el tercio medio $N-M$ con $M=N \cdot (e_0+f)$

3.3 — Dimensionado con nomogramas (efecto 2º orden)
 con $N-M$; $M=N \cdot e$ ó $M=N \cdot (e+e_k)$

M_1 y M_2 son los momentos en las secciones extremas de la columna, provocadas por cargas externas (efecto de primer orden).

M es el momento provocado por cargas externas en el tercio medio de sk.

COEFICIENTE "B"

Para la determinación de las longitudes de pandeo.

a) Columnas individuales.

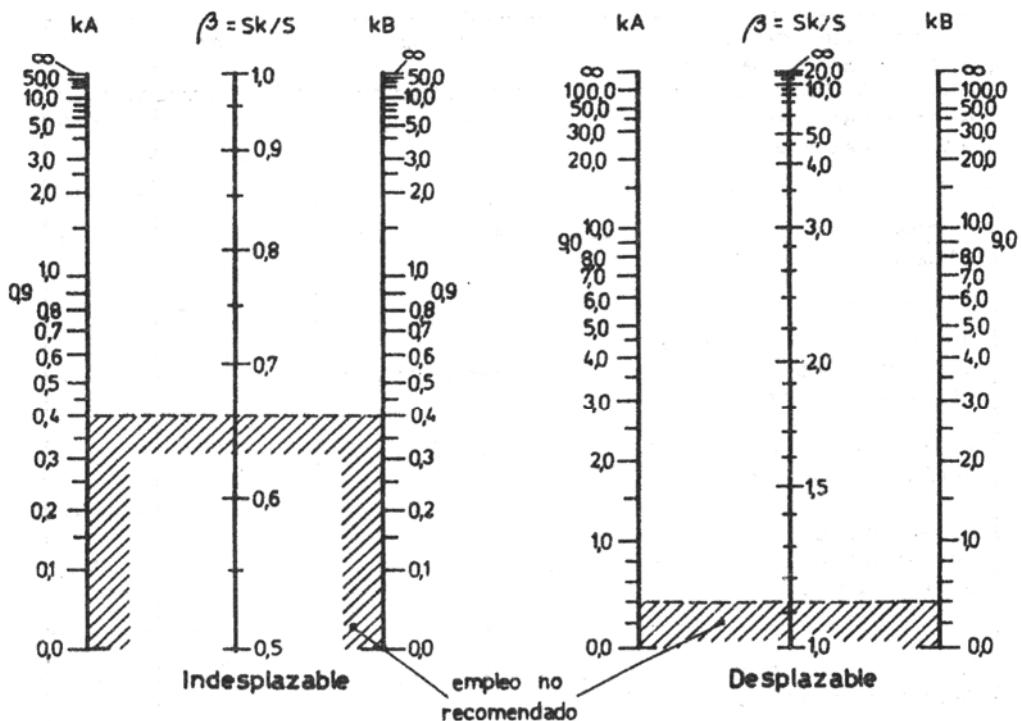
Vinculación de los extremos de las barras	Sistema	Esquema	B
Articulado en ambos extremos.	Indesplazable		1,0
Ambos extremos elásticamente empotrados.	Indesplazable		$\geq 0,7$
Un extremo rígidamente empotrado y el otro articulado.	Indesplazable		$\approx 0,7$
Ambos extremos rígidamente empotrados.	Indesplazable		0,5
Un extremo rígidamente empotrado y el otro libre.	Desplazable		2,0
Ambos extremos rígidamente empotrados.	Desplazable		1,0
Ambos extremos elásticamente empotrados.	Desplazable		$\geq 1,3$

b) Conjunto de columnas.

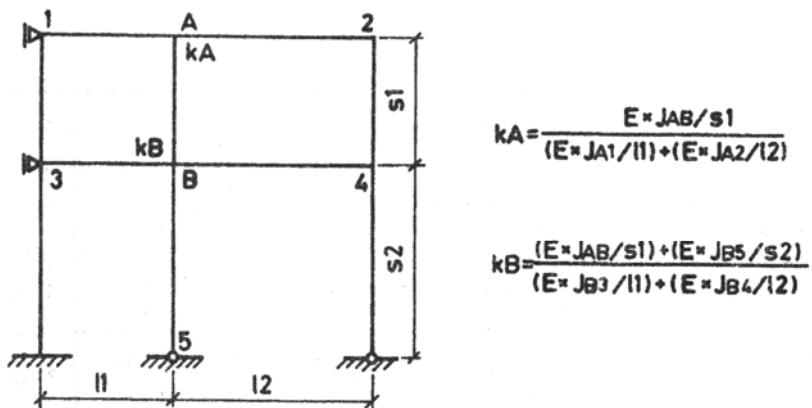
Extremos interiores rígidamente empotrados y los superiores, articulados	Desplazable		1,8
	Desplazable		1,6
	Desplazable		1,4
	Desplazable		1,2
	Desplazable		1,0

38/126

NOMOGRAMAS PARA EL CALCULO DE "B"



ESQUEMA DE APLICACION



38/126

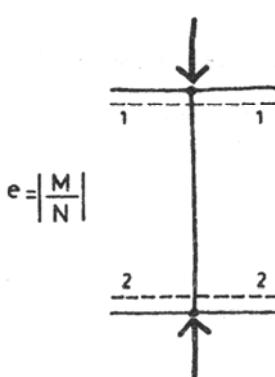
126

EXENTRICIDADES NORMAL Y SUPLEMENTARIA

Excentricidad máxima normal:

a) Sistemas desplazables.

En el plano bajo la carga de servicio, sin considerar el desplazamiento de la barra en el tercio medio.
 (planos 1-1 y 2-2)



b) Sistemas indesplazables.

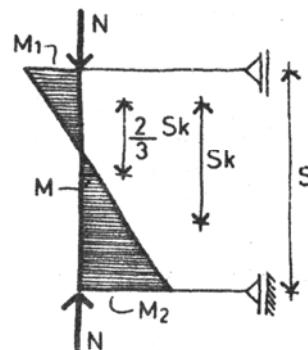
Excentricidad máxima normal calculada en el tercio medio de la longitud de pandeo :

$$M_2 \geq M_1 \quad (\text{en valor absoluto})$$

* Ambos extremos empotrados elásticamente:

$$e = \frac{(0,65 \cdot M_2 + 0,35 \cdot M_1)}{N}$$

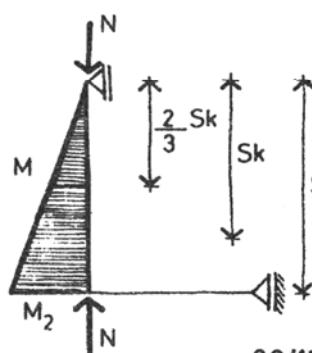
$$M = N \cdot e$$



* Un extremo articulado y otro empotrado elásticamente:

$$e = \frac{0,6 \cdot M_2}{N}$$

$$M = N \cdot e$$



EXENTRICIDADES NORMAL Y SUPLEMENTARIA

(continuación)

Excentricidad suplementaria "f":

a) Analíticamente:

Valores de "f"	
$0 \leq \frac{e}{d} < 0,30$	$d \cdot \frac{\lambda - 20}{100} \sqrt{0,10 + \frac{e}{d}} \geq 0$
$0,30 \leq \frac{e}{d} < 2,50$	$d \cdot \frac{\lambda - 20}{160} \geq 0$
$2,50 \leq \frac{e}{d} < 3,50$	$d \cdot \frac{\lambda - 20}{160} \cdot (3,5 - \frac{e}{d}) \geq 0$

e : mayor excentricidad prevista, debido a las cargas de servicio en el tercio central de la barra equivalente, Sk, cuyo cálculo depende del tipo de sistema.

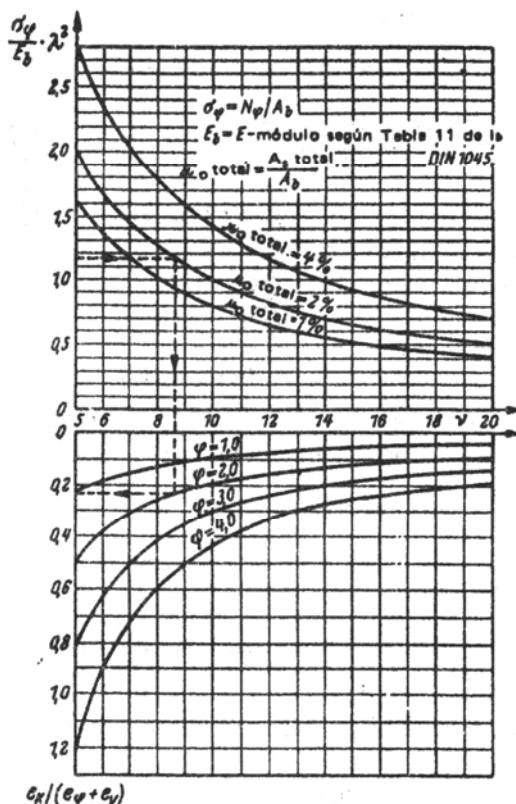
b) Gráficamente:

$$f = d \cdot \frac{e}{d}$$

DEFORMACIÓN POR FLUENCIA LENTA

a) Gráficamente:

- Nº carga axial que actua la mayor parte de la vida útil de la estructura.
- φ factor de fluencia, se adopta entre 2 a 3.
- μ₀ cuantía total; debe estimarse.
- e₀ exentricidad no prevista.
- e₀ exentricidad de la carga Nº en el tercio central de la barra equivalente.



b) Analíticamente

$$e_k = (e_φ + e_u)(2.72^k - 1)$$

$$k = \frac{0.8 \varphi}{\sqrt{-1}}$$

$$\sqrt{-1} = \frac{\pi r^2 (0.6 + 20 \mu_0) E_b J_b}{S k^2 N_y}$$

$\sqrt{-1}$: coeficiente de seguridad contra el pandeo, referido a la carga de pandeo de Euler.

19/88

ARMADURA DE CORTE

SECCION DE ARMADURA DE CORTE CON ESTRIBOS DE DOS RAMAS (cm^2/m)

Diámetro estribo (mm)	Separación entre estribos (cm)										
	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30
4,2	5,54	3,69	2,77	2,22	1,85	1,58	1,39	1,23	1,11	1,01	0,92
6	11,31	7,54	5,65	4,52	3,77	3,23	2,83	2,51	2,26	2,06	1,88
8	20,11	13,40	10,05	8,04	6,70	5,74	5,03	4,47	4,02	3,66	3,35
10	31,42	20,94	15,71	12,57	10,47	8,98	7,85	6,98	6,28	5,71	5,24
12	45,24	30,16	22,62	18,10	15,08	12,93	11,31	10,05	9,05	8,23	7,54

Para estribos de : 4 ramas multiplicar por 2
 6 ramas multiplicar por 3
 8 ramas multiplicar por 4

SECCION DE ARMADURA DE CORTE CON BARRAS DOBLADAS (cm^2)

Diámetro de barra (mm)	Número de Barras Dobladas a 45 grados									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	0,71	1,42	2,13	2,84	3,55	4,27	4,98	5,69	6,40	7,11
10	1,11	2,22	3,33	4,44	5,55	6,66	7,78	8,89	10,00	11,11
12	1,60	3,20	4,80	6,40	8,00	9,60	11,20	12,80	14,39	15,99
16	2,84	5,69	8,53	11,37	14,22	17,06	19,90	22,75	25,59	28,43
20	4,44	8,89	13,33	17,77	22,21	26,66	31,10	35,54	39,99	44,45
25	6,94	13,88	20,83	27,77	34,71	41,65	48,59	55,54	62,48	69,42

19/88

TENSIONES DE CORTE ABSORBIDAS POR ESTRIBOS

Ancha de Viga - bo (cm)	Diámetro estribo (mm)	Separación entre estribos (cm)									
		5,00	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	25,00	27,50
10	4,20	13,30	8,87	6,65	5,32	4,43	3,80	3,33	2,96	2,66	2,42
10	6,00	27,14	18,10	13,57	10,86	9,05	7,76	6,79	6,03	5,43	4,94
10	8,00	48,25	32,17	24,13	19,30	16,08	13,79	12,06	10,72	9,65	8,77
10	10,00	75,40	50,27	37,70	30,16	25,13	21,54	18,85	16,76	15,08	13,71
12	4,20	11,08	7,39	5,54	4,43	3,69	3,17	2,77	2,46	2,22	2,02
12	6,00	22,62	15,08	11,31	9,05	7,54	6,46	5,65	5,03	4,52	4,11
12	8,00	40,21	26,81	20,11	16,08	13,40	11,49	10,05	8,94	8,04	7,31
12	10,00	62,83	41,89	31,42	25,13	20,94	17,95	15,71	13,96	12,57	11,42
15	4,20	8,87	5,91	4,43	3,55	2,96	2,53	2,22	1,97	1,77	1,61
15	6,00	18,10	12,06	9,05	7,24	6,03	5,17	4,52	4,02	3,62	3,29
15	8,00	32,17	21,45	16,08	12,87	10,72	9,19	8,04	7,15	6,43	5,85
15	10,00	50,27	33,51	25,13	20,11	16,76	14,36	12,57	11,17	10,05	9,14
20	4,20	6,65	4,43	3,33	2,66	2,22	1,90	1,66	1,48	1,33	1,21
20	6,00	13,57	9,05	6,79	5,43	4,52	3,88	3,39	3,02	2,71	2,47
20	8,00	24,13	16,08	12,06	9,65	8,04	6,89	6,03	5,36	4,83	4,39
20	10,00	37,70	25,13	18,85	15,08	12,57	10,77	9,42	8,38	7,54	6,85
25	4,20	5,32	3,55	2,66	2,13	1,77	1,52	1,33	1,18	1,06	0,97
25	6,00	10,86	7,24	5,43	4,34	3,62	3,10	2,71	2,41	2,17	1,97
25	8,00	19,30	12,87	9,65	7,72	6,43	5,51	4,83	4,29	3,86	3,51
25	10,00	30,16	20,11	15,08	12,06	10,05	8,62	7,54	6,70	6,03	5,48
30	4,20	4,43	2,96	2,22	1,77	1,48	1,27	1,11	0,99	0,89	0,81
30	6,00	9,05	6,03	4,52	3,62	3,02	2,59	2,26	2,01	1,81	1,65
30	8,00	16,08	10,72	8,04	6,43	5,36	4,60	4,02	3,57	3,22	2,92
30	10,00	25,13	16,76	12,57	10,05	8,38	7,18	6,28	5,59	5,03	4,57
35	4,20	3,80	2,53	1,90	1,52	1,27	1,09	0,95	0,84	0,76	0,69
35	6,00	7,76	5,17	3,88	3,10	2,59	2,22	1,94	1,72	1,55	1,41
35	8,00	13,79	9,19	6,89	5,51	4,60	3,94	3,45	3,06	2,76	2,51
35	10,00	21,54	14,36	10,77	8,62	7,18	6,15	5,39	4,79	4,31	3,92
40	4,20	3,33	2,22	1,66	1,33	1,11	0,95	0,83	0,74	0,67	0,60
40	6,00	6,79	4,52	3,39	2,71	2,26	1,94	1,70	1,51	1,36	1,23
40	8,00	12,06	8,04	6,03	4,83	4,02	3,45	3,02	2,68	2,41	2,19
40	10,00	18,85	12,57	9,42	7,54	6,28	5,39	4,71	4,19	3,77	3,43

SEPARACION ENTRE ESTRIBOS Y BARRAS DOBLADAS

Tipo de elemento estructural y ubicación de solicitación de corte.	Tensión de dimensionamiento de la armadura de corte (kg/cm^2)	
	$\sigma_s \leq 2400$	$\sigma_s = 2860$ 1)
losas en el caso de corte 2	0,6 d ó 80 cm	0,6 d ó 80 cm
vigas en el caso de corte 1	2) 0,8 do ó 30 cm	2) 0,8 do ó 25 cm
vigas en el caso de corte 2	0,6 do ó 25 cm	0,6 do ó 20 cm
vigas en el caso de corte 3	3) 0,3 do ó 20 cm	3) 0,3 do ó 15 cm
separación entre las ramas de los estribos en dirección normal a la armadura flexo-traccionada.		
espesor del elemento d ó do ≤ 40 cm.	40 cm	
espesor del elemento d ó do > 40 cm.	d ó do ó 80 cm	
1) Solamente admisible para estribos y suplementos para corte, formados por mallas soldadas de AM-500-N nervuradas.		
2) En vigas con do < 20 cm y to \leq to11 la separación no debe ser menor que 15 cm.		
3) La separación entre estribos rige en toda la zona de corte del mismo signo.		

Separación admisible entre barras longitudinales dobladas que sirven para armadura de corte.



TENSIONES LIMITES DE CORTE

Límites de los valores básicos de la tensión de corte τ_0 en kg/cm² bajo la carga de servicio.

Elem.	Caso	Tensión Corte max τ_0	Tipos de hormigón				Verif. armadura de corte
			H-13	H-17	H-21	H-30	
L O S A S	1	τ_{011}	2,50 3,50	3,00 4,50	3,50 5,00	4,00 6,00	No necesaria
	2	τ_{02}	12,0	15,0	18,0	24,0	
V I G A S	1	τ_{012}	5,00	6,50	7,50	10,0	No Necesaria
	2	τ_{02}	12,0	15,0	18,0	24,0	Necesaria
	3	τ_{03}	20,0	25,0	30,0	40,0	Necesaria (*)

(*) CASO DE CORTE 3 solo admitido para aceros nervurados y con $d \geq 45$ cm.

15

Tablas de Hormigón Armado

15

15/84

CASOS DE CORTE

(continuación)

Caso 3:

$$\tau_{o2} < \max \tau_o \leq \tau_{o3}$$

la tensión de dimensionamiento resulta:

$$\tau = \tau_o$$

y la máxima tensión de dimensionamiento, que corresponde a la sección de max τ_o es :

$$\max \tau = \max \tau_o$$

Caso inadmisible:

$$\max \tau_o > \tau_{o3}$$

Es necesario redimensionar la sección de la viga, aumentando el ancho o la altura de la misma.

15/84

CASOS DE CORTE

Caso 1:

max $\tau_0 \leq \tau_{011}$ para losas
max $\tau_0 \leq \tau_{012}$ para vigas

En losas se puede prescindir de una armadura de corte si el valor $\tau_0 < k_1 \cdot \tau_{011}$, donde k_1 viene dado por la expresión:

$$k_1 = \frac{0,2}{d} + 0,33 \quad \geq 0,5 \\ \leq 1,0$$

d: espesor de la losa en m.

Para losas con carga permanente, uniformemente distribuida y total (relleno de tierra, reacción del suelo, presión hidrostática o carga similar) y sin cargas concentradas importantes, se puede sustituir el coeficiente k_1 por k_2 , siendo:

$$k_2 = \frac{0,12}{d} + 0,6 \quad \geq 0,7 \\ \leq 1,0$$

En vigas y vigasplacas y lasas nervuradas se debe disponer siempre una armadura de corte capaz de absorber una tensión :

$$\tau = 0,4 \cdot \max \tau_0$$

Caso 2:

$\tau_{011} < \max \tau_0 \leq \tau_{02}$ para losas
 $\tau_{012} < \max \tau_0 \leq \tau_{02}$ para vigas

Se debe determinar una tensión de dimensionamiento τ para calcular la armadura necesaria cuyo valor es:

$$\tau = \frac{(\tau_0)^2}{\tau_{02}} \quad \geq 0,4 \tau_0$$

La tensión de dimensionamiento máxima $\max \tau$ corresponde a la sección de $\max \tau_0$ o sea:

$$\max \tau = \frac{(\max \tau_0)^2}{\tau_{02}} \quad \geq 0,4 \max \tau_0$$

VERIFICACION AL CORTE

$$\tau_{oi} = \frac{Q_i}{b_o \cdot z}$$

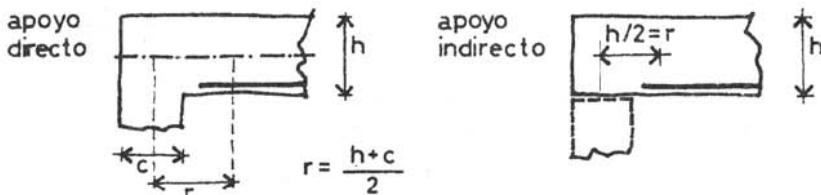
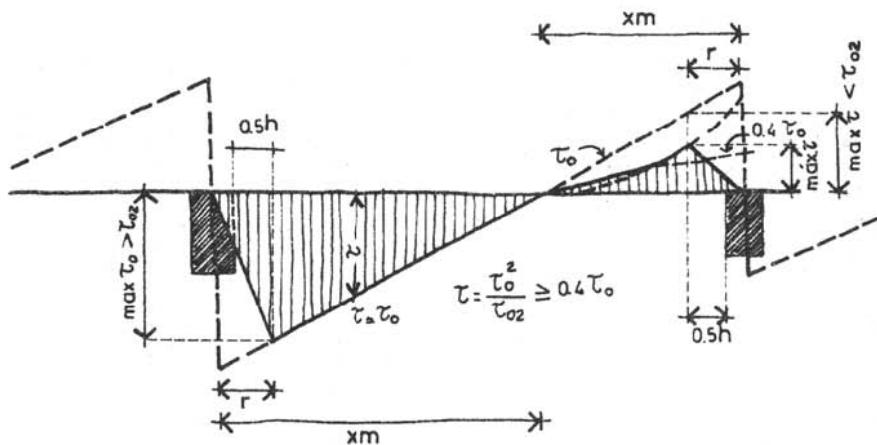
donde

τ_{oi} = Tensión de corte en la sección i
 Q_i = Esfuerzo de corte en la sección i
 b_o = Ancho mínimo de la sección
 z = Brazo elástico de la sección

Secciones  $z = 0.85 h$

Secciones  ó  $z = h - d/2$

Tensión de cálculo $\max \tau_{oi} = \tau_{oi} \cdot \frac{(X_m - r)}{X_m}$



Siendo: X_m coordenada de corte nulo medida desde el apoyo correspondiente.

para apoyos directos (columnas, tabiques) $r = (h+c)/2$

para apoyos indirectos (vigas, nervios) $r = h/2$

c : ancho de apoyo.

VERIFICACION ANCHO DE FISURAS

En caso de elementos estructurales prácticamente no fisurados, como en paredes de depósitos de líquidos, además de las verificaciones anteriores, se debe efectuar un análisis en Estado I.

Tensión de comparación: $\sigma_v = n \cdot (\sigma_N + \sigma_M)$

donde:

σ_N : tensión debida a las fuerzas axiles.

σ_M : tensión debida a los momentos flectores.

n : coeficiente que es función del espesor ideal "di".

$$di = d \cdot (1 + \sigma_N / \sigma_M)$$

Tensiones límites del hormigón a tracción.

tipo de hormigón	$0,5 \sqrt[3]{\sigma' b k^2}$	$0,4 \sqrt[3]{\sigma' b k^2}$
40	5,80	4,70
80	9,30	7,40
130	12,80	10,30
170	15,30	12,30
210	17,60	14,10
300	22,40	17,90
380	26,20	21,00
470	30,22	24,22

COEFICIENTE " η "

Para el cálculo de la tensión de comparación σ_v

Espesor ideal del elemento di en [cm]	coeficiente η
≤ 10	1,0
20	1,3
40	1,6
≥ 60	1,8

24 y 25

Tablas de Hormigón Armado

24 y 25

24 y 25/95

DIAMETRO LIMITE

Elementos constructivos según Tabla 7 renglón:	1		2		3 y 4		
	normal	a	b	a	b	a	b
Liso AL-220 (I)	28	28	28	25	28	18	
Nervurado ADN-420 (III) ADM-420 (III)	28	16	20	12	14	8	
Mallas AM-500-L (IV) AM-500-P (IV)	12	8,5	10	5	6	4	
AM-500-N (IV)	12	12	12	7,5	8,5	5	

Los valores de las columnas "a" valen para $\sigma_{sd} = 0,7 \cdot \text{Bs} / 1,75$. Las columnas "b" para $\sigma_{sd} = \text{Bs} / 1,75$; para mallas de barras lisas AM-500-L se ha adoptado $\text{Bs} = 4200 \text{ kg/m}^2$.

COEFICIENTE "r"

Para tener en cuenta las características de adherencia del acero.

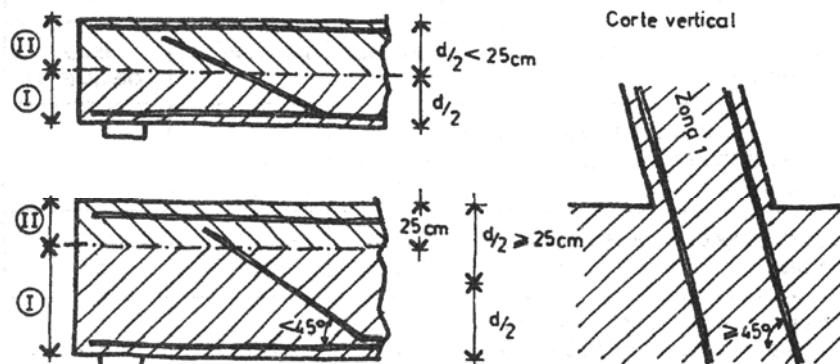
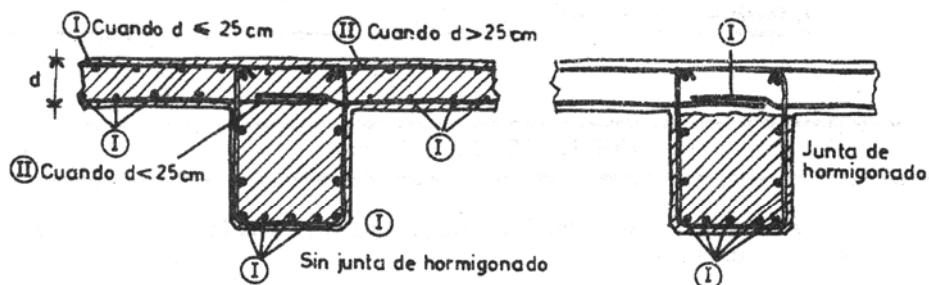
Elementos constructivos según tabla 7 renglón	1	2	3 y 4
Ancho de fisura probable.	normal	pequeño	muy pequeño
Acero liso como barras individuales y en malla.	60	40	25
Acero perfilado para mallas	80	60	35
Acero nervurado como barras individuales y en malla	120	80	50

24 y 25/95

TENSION BASICA DE ADHERENCIA

Valores básicos de la tensión de adherencia $\tau_{1\text{adm}}$, en [kg / cm²].

Conformación superficial	Zona de adherencia	Tipos de hormigón					
		H-11	H-13	H-17	H-21	H-30	H-38
Lisa AL - 220 AM - 500 - L	I	4,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0
	II	2,2	3,0	3,2	3,5	4,0	4,5
Perfilada AM - 500 - P	I		8,0	9,0	10,0	12,0	14,0
	II		4,0	4,5	5,0	6,0	7,0
Nervurada ADN - 420 ADM - 420 AM - 500 N	I	10,0	14,0	16,0	18,0	22,0	26,0
	II	5,0	7,0	8,0	9,0	11,0	13,0



TENSION BASICA DE ADHERENCIA

(continuación)

La resistencia a la adherencia resulta considerablemente influida por la ubicación de las barras durante el moldeo, así por causa del asentamiento del hormigón, lo que se tiene en cuenta mediante dos grupos de ubicaciones:

Zona de adherencia I (condiciones de adherencia satisfactorias) vale :

- Para todas las barras en estructuras cuyo espesor en la dirección del hormigonado sea $d \leq 25$ cm.
- Para todas las barras inclinadas, durante el hormigonado, entre 45° y 90° respecto de la horizontal.
- Para barras horizontales o muy poco inclinadas en estructuras con $d > 25$ cm, sólo en el caso que, durante el hormigonado, queden ubicadas en la mitad inferior de la sección o por lo menos a 25 cm por debajo de la parte superior de la sección o de la parte hormigonada.

Zona de adherencia II (condiciones de adherencia desfavorables) válida :

- Para todas las barras no contempladas en la Zona I

27/98

LONGITUDES BASICAS DE ANCLAJE "lo" (cm)

$$\sigma_s = 2400 \text{ kgf/cm}^2$$

τ_1	Diámetros de las barras							
	4,2	6	8	10	12	16	20	25
5	51	72	96	120	144	192	240	300
7	36	52	69	86	103	138	172	215
8	32	45	60	75	90	120	150	188
9	28	40	53	66	80	106	132	165
10	26	36	48	60	72	96	120	150
11	23	33	44	54	65	87	108	135
13	20	28	37	46	56	74	92	115
14	18	26	35	43	52	69	86	108
16	16	23	31	38	46	61	76	95
18	14	20	27	33	40	53	66	83
22	12	17	22	27	33	44	54	68
26	10	14	19	23	28	37	46	58

Longitud básica de anclaje (lo) :

Es la longitud de anclaje necesaria para barras plenamente solicitadas, con extremos rectos.

$$lo = \frac{\beta_s}{7 \cdot \tau_1 adm} \cdot ds$$

β_s : Valor límite de fluencia característico del acero.

ds: Diámetro de la barra.

$\tau_1 adm$: Valor básico de la tensión de adherencia entre la barra y el hormigón.

Longitud requerida de anclaje (l1):

$$l1 = \alpha_1 \cdot \frac{As_{nec}}{As_{exist}} \cdot lo$$

As_{nec}	$l1 \geq 10.ds$ (para extremos de barras).
As_{exist}	$l1 \geq dbr/2 + ds$ (para ganchos, ángulos o bucles).

α_1 : Coeficiente de tabla 28.

As nec: Sección necesaria de armadura.
 As exist: Sección existente.

27/98

28/99

COEFICIENTE " α_1 "

Para el cálculo de la longitud requerida

1	2	3
Tipo y ejecución del anclaje	Coeficientes α_1	
a) Extremos rectos de barras	barras traccionadas	barras comprimidas
b) Ganchos c) Ganchos en ángulo recto d) Bucle	1,0	1,0
e) Extremos rectos con por lo menos una barra soldada en el tramo 11	0,7 (1,0)	1,0
f) Ganchos g) Ganchos en ángulo recto h) Bucle	0,7	0,7
Con por lo menos una barra soldada en el tramo 11 y antes del comienzo de la curvatura.	0,5 (0,7)	1,0
Extremos rectos de barras con por lo menos dos barras soldadas en el tramo 11 (separación entre barras $s_q < 10 \text{ cm}$ ó $\geq 5 \text{ ds}$ y $\geq 5 \text{ cm}$), sólo admisible para barras aisladas con $ds \leq 16 \text{ mm}$ ó barras dobles con $ds \leq 12 \text{ mm}$.	0,5	0,5
Los valores entre paréntesis de la columna 2 rigen en el caso en que el recubrimiento de hormigón en la zona de doblado, normalmente al plano de doblado, es menor que 3 ds , o bien cuando no existe ninguna compresión transversal ni un estribado compacto.		

28/99

29/101

COEFICIENTE " α "

Para el cálculo de la longitud de empalmes en empalmes traccionados.

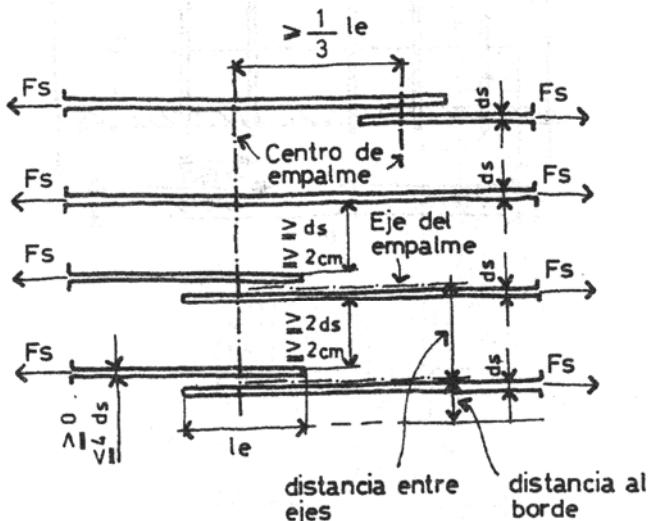
$$l_p = \alpha e \cdot 11$$

- $\geq 20 \text{ cm}$ (en todos los casos)
- $\geq 1,5 \cdot ds$ (con extremos rectos)
- $\geq 1,5 \cdot d_{br}$ (en ganchos y bucles)

Coeficiente α

1	2	3	4	5
Zona de adherencia	Diametro de las barras ds mm	Porcentaje de barras empalmadas sin desplazamiento longitudinal en la sección de una capa de armadura.		
		< 20%	> 20% < 50%	> 50%
I	< 16	1,2	1,4	1,6
	≥ 16	1,4	1,8	2,2
II		75 % de los valores de la zona de adherencia I		

Los coeficientes α de las columnas 3 a 5 pueden multiplicarse por 0,7 cuando la separación entre ejes de empalmes no desplazados longitudinalmente es $\geq 10 \cdot ds$ y en el caso de elementos constructivos en forma de barra, la distancia al borde es $\geq 5 \cdot ds$. (ver figura).

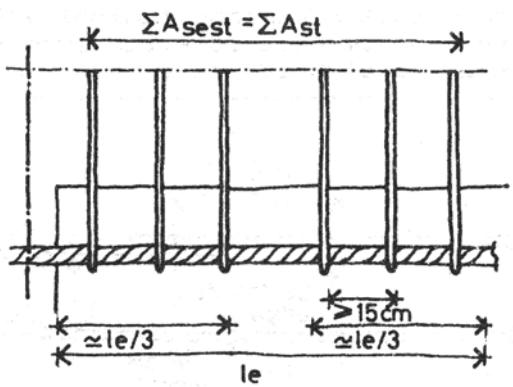


29/101

29/102

ARMADURAS TRANSVERSALES EN LA ZONA DE EMPALME

Posición de las barras empalmadas	ds mm	Porcentaje de empalmes	Separación lateral entre empalmes	Armadura transversal ΣA_{st}
O O	< 16	cualquiera	cualquiera	constructiva
	≥ 16	< 20		
		20 a 50		
	≥ 16	> 50	$\geq 10 ds$	$\Sigma A_{st} \geq 1 A_s$
			< 10 ds	
O		cualquiera		$\Sigma A_{st} \geq \Sigma A_s$



29/102

102

INSUMOS DE MATERIALES Y MANO DE OBRA

**Cantidades de materiales y mano de obra.
 (por m³ de hormigón armado)**

Elementos estructurales	hierro	cemento	arena	piedra	alambrera	tablas	tierra	clavos	clípses	ayudante	total m.o.
	kg	kg	m ³	m ³	kg	m ²	m ²	kg	hs	hs	hs
Pilotes	230	300	0,5	0,7	0,9	0,7	0,2	0,6	9,7	14,0	23,7
Cabezales	90	300	0,5	0,7	0,6	0,7	0,2	0,6	11,0	16,5	27,4
Bases	24	250	0,4	0,8	0,3	0,6	0,1	0,2	5,6	10,6	16,2
Columnas	70	300	0,5	0,7	0,6	2,0	0,4	2,0	18,5	23,5	42,0
Losas macizas	45	300	0,5	0,7	0,6	2,4	1,3	1,0	17,1	19,0	36,2
Losas nervuradas	175	300	0,5	0,7	0,7	3,1	1,3	1,0	19,6	19,6	39,2
Vigas	85	300	0,5	0,7	0,8	2,8	1,2	1,5	28,8	18,5	47,3
Tabiques	70	300	0,5	0,7	0,7	2,6	0,4	1,6	28,7	16,2	44,9
Escaleras	60	300	0,5	0,7	0,7	2,6	1,2	1,6	35,5	18,7	54,2
Encadenado superior	45	300	0,5	0,7	0,6	2,5	0,7	1,2	26,3	21,3	47,6
Encadenado inferior	45	250	0,4	0,8	0,6	1,6	0,1	0,2	11,0	7,3	18,3
Barandas	65	300	0,5	0,7	0,7	2,6	0,4	1,6	30,2	20,7	51,0
Tanque rectangular	75	300	0,5	0,7	0,7	2,6	1,2	1,7	42,1	28,0	70,1
Tanque circular	75	300	0,5	0,7	0,7	4,5	1,2	1,7	42,1	32,5	74,6

Materiales: Los valores de insumos de materiales dependen del dosaje del hormigón, de las tensiones características y del valor de los esfuerzos que solicitan al elemento estructural.

Mano de obra: Las cantidades de horas pueden variar notablemente en función de los siguientes parámetros:

- * capacidad del capataz y de los operarios.
- * espacios de trabajo adecuados.
- * buenas herramientas.
- * claridad en las directivas del Director de Obra.
- * disponibilidad oportuna de los materiales.

CONTENIDOS MÍNIMOS DE CEMENTO

Para hormigones preparados en forma empírica.
(dosaje en volumenes)

clase de hormigon	Bcn 28 días (kg/cm ²)	cantidad de cemento (kg/m ³) para los asentamientos:		
		1 a 4 (cm)	5 a 9 (cm)	10 a 15 (cm)
H-4	40	180	200	-
H-8	80	230	250	290
H-13	130	290	320	360
H-17	170	310	340	380

MATERIALES EN HORMIGONERA

Orden de colocación de los materiales
en la hormigonera:

- Primero: Una parte del agua de mezclado.
- Segundo: El cemento y la arena simultáneamente.
- Tercero: La piedra.
- Cuarto : El resto del agua de mezclado.

Tiempo de mezclado: mayor de 1,5 minutos.
Máximo intervalo : de tiempo entre mezclado y
colocación: 30 minutos.

DOSAJES POR VOLUMENES Y CANTIDADES

Dosificación por volumen: Cantidad de materiales.

relación en volumenes			total de partes	cantidad de materiales			destino
ce men to	a re na	pie dra		cemento kg	arena m ³	piedra m ³	
(pc)	(pa)	(pp)		(c)	(a)	(p)	
1	2	2	5	431	0,62	0,62	prefabricados
1	2	3	6	359	0,51	0,77	tanques, pilotes
1	3	3	7	308	0,66	0,66	columnas, vigas y losas
1	2	4	7	308	0,44	0,88	columnas, vigas y losas
1	4	4	8	269	0,67	0,67	bases, zapatas
1	3	4	8	269	0,58	0,77	bases, zapatas
1	4	4	9	239	0,68	0,68	pilotines, encadenados
1	4	5	10	215	0,62	0,77	hormigón simple
1	5	5	11	196	0,70	0,70	hormigón simple

Volumenes:

Partes de cemento: Pc

Partes de arena: Pa

Partes de piedra: Pp

Total de partes: Tp = Pc + Pa + Pp

Volumen real de hormigón: Vr

Volumen aparente: Va = Vr/0,65

Cantidades:

Cemento (kg): c = (Va/Tp) x Pc x 1.400 kg/m³

Arena (m³): a = (Va/Tp) x Pa

Piedra (m³): p = (Va/Tp) x Pp

Las partes pueden medirse en volumenes únicamente para hormigones con resistencias menores o iguales a 170 kg/cm² ($\beta_{cn} \leq 170$ kg/cm²). Para mayores resistencias las partes se medirán por peso.

INSUMOS PROMEDIOS DE MANO DE OBRA POR TAREAS

Los valores que se indican son aproximados y tomados de rendimientos en diferentes edificios en altura. Cada planilla se refiere a unidades específicas: m³ de hormigón; m² de encofrado ó kg de hierro.

INSUMOS POR TAREAS
 (por m³ de hormigón)

tarea en obra	ofi- cial	ayu- dante	total m.o.
	hs	hs	hs
Preparación de tableros limpieza, arreglos y ajuste	7,10	3,40	10,50
Encofrados de columnas vígas y losas	10,60	7,70	18,30
Encofrados de tabiques y escaleras	3,10	2,40	5,50
Cortado, doblado y armado de hierros	4,10	2,10	6,20
Elaboración, transporte y colocación del hormigón	2,40	1,90	4,30
Desencofrado y retiro de puntales	0,50	0,80	1,30
Total de horas	27,80	18,30	46,10

**RESUMEN GENERAL DE INSUMOS
DE MANO DE OBRA**
 (por m³ de hormigón)

tarea	horas
Encofrados	35,60
Hormigonado	4,30
Armaduras	6,20
Total	46,10

**CORTE, DOBLADO Y ATADO
DE LAS ARMADURAS**
 (por kilogramo de hierro)

diametro	a bano	a maquina
hasta 6,00 mm	0,12	0,10
de 8,00 a 12,00 mm	0,10	0,07
de 16,00 en mas	0,08	0,06

PREPARACION DEL ENCOFRADO
 (sin hormigonado ni armaduras)
 insumos por m² de encofrado

descripcion elemento	horas
losas viguetas y ladrillones	0,75 a 1,50
losas sin vigas	0,75 a 1,50
losas entre vigas	1,00 a 2,00
vigas	2,50 a 4,50
columnas rectangulares	2,00 a 4,00
columnas circulares	3,00 a 6,00
fundaciones	1,00 a 2,00
escaleras y tabiques	2,00 a 3,00

PREPARACION Y COLOCACION DEL HORMIGON
 (sin encofrados ni armaduras)
 insumos por m³ de hormigon

descripcion elemento	horas
losas y vigas	3,50 a 6,00
losas inclinadas	4,50 a 9,00
columnas comunes	5,00 a 10,00
columnas zunchadas	6,00 a 12,00
escaleras	7,00 a 12,00
tabiques	7,50 a 13,00
tanques	8,00 a 14,00
fundaciones	2,00 a 4,00
pavimentos	3,00 a 5,00

CUADRILLA TIPO DE OPERARIOS

Para la organización de los trabajos de ejecución de la estructura de hormigón armado de un edificio se requiere de una cuadrilla de operarios de diferentes especialidades y categorías.

Se toma como prototipo un edificio para viviendas colectivas de 12 plantas y una superficie promedio por planta de 300 m².

Cantidad de hormigón necesaria por planta : 60 m³

a) PERSONAL:

oficiales		
carpinteros:	10	7 en columnas, vigas y losas. 2 en tabiques. 1 en escaleras.
oficiales		
armadores:	5	para todas los elementos.
ayudantes:	10	6 en columnas, vigas y losas. 2 en tabiques. 2 en escaleras.

b) JORNADA DE TRABAJO:

Lunes a viernes:	10 hs.
Sábado:	4 hs.

c) ENCOFRADOS:

Se utilizan encofrados metálicos para losas y para el resto encofrados de maderas.

cantidades de juegos de encofrados:

métrlico para losas:	1 (un) juego.
madera para vigas y columnas:	2 (dos) juegos.
madera para tabiques:	1 (un) juego.

d) RITMO:

Se hormigona una planta cada 15 días.
En este período los encofrados de losas (1 juego), se retiran y se vuelven a armar en el piso superior.
Los de vigas y columnas (2 juegos) requieren de los 15 días para el desencofrado, limpieza, ajuste y armado.

INCIDENCIA PORCENTUAL DE RUBROS

En estas planillas se indican los porcentuales que incide cada rubro sobre el total del costo de la vivienda o edificio en altura.

La vivienda en planta baja es del tipo económica con materiales y mano de obra buena. Techo de chapa hierro galvanizado y paredes de mampostería con ladrillos comunes.

El edificio en altura de 12 a 14 plantas y 5.000 m² cubiertos aproximadamente, con la estructura resistente totalmente ejecutada en hormigón.

VIVIENDAS EN PLANTA BAJA	VIVIENDAS EN EDIFICIOS DE ALTURA
Mampostería	35,12
Instalacion sanitaria	16,98
Pintura y salpicado	7,40
Instalacion Electrica	6,27
Carpinteria madera	6,01
Estructuras	5,78
Artefactos gas	3,75
Pisos y zocalos	3,75
Revoques	5,20
Contrapisos	2,76
Cubiertas de techo	2,22
Vidrios	1,54
Cielorrasos	1,15
Varios	0,90
Revestimientos	0,55
Frentes	0,49
Movimiento de suelos	0,13
-.-	-,-
-.-	-,-
-.-	-,-
-.-	-,-
-.-	-,-
-.-	-,-
-.-	-,-
Total	100,00
Mampostería	15,71
Estructura	14,87
Instalacion sanit. y art.	13,95
Revoques	9,41
Carpinteria metalica	6,04
Revestimientos	5,28
Pisos y zocalos	5,24
Carpinteria madera	5,01
Pintura	3,79
Instalacion electrica	2,87
Conductos	2,79
Contrapisos	2,76
Artefactos gas	2,54
Cubiertas de techo	2,10
Cortinas enrollar	1,27
Cielos rasos	1,24
Instalacion gas	1,15
Derechos	0,98
Movimiento de suelo	0,92
Varios	0,65
Vidrios	0,43
Frentes	0,43
Compactador	0,32
Aislaciones hidraulicas	0,25
Total	100,00

SECCIONES DE BARRAS

Diámetro mm	Peso kg/m	Número de barras									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4,2	0,11	0,14	0,28	0,42	0,55	0,69	0,83	0,97	1,11	1,25	1,39
6	0,22	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,55	2,83
8	0,40	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,62	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	0,89	1,13	2,26	3,39	4,52	5,66	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,21	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39
16	1,58	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,09	18,10	20,11
20	2,47	3,14	6,28	9,43	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	3,85	4,91	9,82	14,73	19,64	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	6,31	8,04	16,09	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38	80,43

SECCIONES DE BARRAS POR METRO LINEAL

Separación cm	Diámetro (mm)									Barras p/metro
	4,2	6	8	10	12	14	16	20	25	
6,0	2,31	4,71	8,38	13,09	18,85	25,66	33,51	52,36	81,81	16,67
6,5	2,13	4,35	7,73	12,09	17,40	23,68	30,93	48,33	75,52	16,39
7,0	1,18	4,04	7,18	11,22	16,16	21,99	28,72	44,88	70,13	14,29
7,5	1,85	3,77	6,70	10,47	15,08	20,53	26,81	41,89	65,45	13,33
8,0	1,73	3,53	6,28	9,82	14,14	19,24	25,13	39,27	61,36	12,50
8,5	1,63	3,33	5,91	9,24	13,31	18,11	23,65	36,96	57,75	11,77
9,0	1,54	3,14	5,59	8,73	12,57	17,10	22,34	34,91	54,54	11,11
9,5	1,46	2,98	5,29	8,27	11,91	16,20	21,16	33,07	51,67	10,53
10,0	1,39	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	31,42	49,09	10,00
10,5	1,32	2,69	4,79	7,48	10,77	14,66	19,15	29,92	46,75	9,52
11,0	1,26	2,57	4,57	7,14	10,28	13,99	18,28	28,56	44,63	9,09
11,5	1,21	2,46	4,37	6,83	9,84	13,39	17,48	27,32	42,69	8,70
12,0	1,16	2,36	4,19	6,55	9,43	12,83	16,76	26,18	40,91	8,33
12,5	1,11	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,09	25,13	39,27	8,00
13,0	1,07	2,18	3,87	6,04	8,70	11,84	15,47	24,17	37,76	7,69
13,5	1,03	2,09	3,72	5,82	8,38	11,40	14,89	23,27	36,36	7,41
14,0	0,99	2,02	3,59	5,61	8,08	11,00	14,36	22,44	35,06	7,14
14,5	0,96	1,95	3,47	5,42	7,80	10,62	13,87	21,67	33,84	6,90
15,0	0,92	1,89	3,35	5,24	7,54	10,26	13,40	20,94	32,73	6,67
15,5	0,89	1,82	3,24	5,07	7,30	9,93	12,97	20,27	31,67	6,45
16,0	0,87	1,77	3,14	4,91	7,07	9,62	12,57	19,64	30,68	6,25
16,5	0,84	1,71	3,05	4,76	6,85	9,33	12,19	19,04	29,75	6,06
17,0	0,82	1,66	2,96	4,62	6,65	9,06	11,83	18,48	28,88	5,88
17,5	0,79	1,62	2,87	4,49	6,46	8,80	11,49	17,95	28,05	5,71
18,0	0,77	1,57	2,79	4,36	6,28	8,55	11,17	17,45	27,27	5,56
18,5	0,75	1,53	2,72	4,25	6,11	8,32	10,87	16,98	26,53	5,41
19,0	0,73	1,49	2,65	4,13	5,95	8,10	10,58	16,54	25,84	5,26
19,5	0,71	1,45	2,58	4,03	5,80	7,89	10,31	16,11	25,17	5,13
20,0	0,69	1,41	2,51	3,93	5,66	7,70	10,05	15,71	24,54	5,00