

HORMIGÓN ARMADO I

COMPENDIO DE EXPRESIONES Y TABLAS PARA LOS PARCIALES

ÁREA DE LAS BARRAS [cm²]

Número de barras												
<i>d_b</i>	<i>Peso</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>d_b</i>
4,2	0,11	0,14	0,28	0,42	0,55	0,69	0,83	0,97	1,11	1,25	1,39	4,2
6	0,22	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83	6,8
8	0,39	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03	10
10	0,62	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	12
12	0,89	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	14
16	1,58	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11	16
20	2,47	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42	20
25	3,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09	25
32	6,31	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42	32
40	9,86	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66	40

ÁREAS POR METRO (cm ² /m)											
<i>Sep</i>	Diametro de las barras (mm)										<i>Sep</i>
(cm)	4,2	6	8	10	12	16	20	25	32	40	(cm)
5	2,77	5,65	10,05	15,71	22,62	40,21	62,83	98,17	160,85	251,33	5
6	2,31	4,71	8,38	13,09	18,85	33,51	52,36	81,81	134,04	209,44	6
7	1,98	4,04	7,18	11,22	16,16	28,72	44,88	70,12	114,89	179,52	7
8	1,73	3,53	6,28	9,82	14,14	25,13	39,27	61,36	100,53	157,08	8
9	1,54	3,14	5,59	8,73	12,57	22,34	34,91	54,54	89,36	139,63	9
10	1,39	2,83	5,03	7,85	11,31	20,11	31,42	49,09	80,42	125,66	10
11	1,26	2,57	4,57	7,14	10,28	18,28	28,56	44,62	73,11	114,24	11
12	1,15	2,36	4,19	6,54	9,42	16,76	26,18	40,91	67,02	104,72	12
13	1,07	2,17	3,87	6,04	8,70	15,47	24,17	37,76	61,87	96,66	13
14	0,99	2,02	3,59	5,61	8,08	14,36	22,44	35,06	57,45	89,76	14
15	0,92	1,88	3,35	5,24	7,54	13,40	20,94	32,72	53,62	83,78	15
16	0,87	1,77	3,14	4,91	7,07	12,57	19,63	30,68	50,27	78,54	16
17	0,81	1,66	2,96	4,62	6,65	11,83	18,48	28,87	47,31	73,92	17
18	0,77	1,57	2,79	4,36	6,28	11,17	17,45	27,27	44,68	69,81	18
19	0,73	1,49	2,65	4,13	5,95	10,58	16,53	25,84	42,33	66,14	19
20	0,69	1,41	2,51	3,93	5,65	10,05	15,71	24,54	40,21	62,83	20
21	0,66	1,35	2,39	3,74	5,39	9,57	14,96	23,37	38,30	59,84	21
22	0,63	1,29	2,28	3,57	5,14	9,14	14,28	22,31	36,56	57,12	22
23	0,60	1,23	2,19	3,41	4,92	8,74	13,66	21,34	34,97	54,64	23
24	0,58	1,18	2,09	3,27	4,71	8,38	13,09	20,45	33,51	52,36	24
25	0,55	1,13	2,01	3,14	4,52	8,04	12,57	19,63	32,17	50,27	25
26	0,53	1,09	1,93	3,02	4,35	7,73	12,08	18,88	30,93	48,33	26
27	0,51	1,05	1,86	2,91	4,19	7,45	11,64	18,18	29,79	46,54	27
28	0,49	1,01	1,80	2,80	4,04	7,18	11,22	17,53	28,72	44,88	28
29	0,48	0,97	1,73	2,71	3,90	6,93	10,83	16,93	27,73	43,33	29
30	0,46	0,94	1,68	2,62	3,77	6,70	10,47	16,36	26,81	41,89	30

Condición	Recubrimiento mínimo en mm
Hormigón en contacto con el suelo o expuesto al aire libre	
- para barras con $d_b > 16\text{mm}$	35
- para barras y alambres con $d_b \leq 16\text{mm}$	30
Hormigón no expuesto al aire libre ni en contacto con el suelo	
Losas y tabiques:	
- para barras con $d_b > 32\text{mm}$	30
- para barras y alambres con $d_b \leq 32\text{mm}$	20
	pero $\geq d_b$
Vigas y columnas	
- para armadura principal	d_b
	pero ≥ 20 y ≤ 40
- para estribos y estribos cerrados	20
- para zunchos	40

Vigas:

$$s \geq \begin{cases} 25 \text{ mm} \\ d_b \\ 1.33 \text{ diámetro del agregado grueso} \end{cases}$$

Separación libre entre dos capas de armaduras: 25mm.

Columnas:

$$s \geq \begin{cases} 40 \text{ mm} \\ 1.5 d_b \\ 1.33 \text{ diámetro del agregado grueso} \end{cases}$$

Losas (separación máxima):

25 d_b
2.5 espesor losa o tabique
300 mm

Tirantes Pretensados

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

$$E_c = 4700 f_c'^{1/2}$$

$$n = E_s / E_c$$

$$S_{so \text{ adm}} = \text{mín} [0.94 f_{py} ; 0.80 f_{pu}]$$

$$CP = 1.20$$

$$f'_t = 1/3 f_c'^{1/2}$$

Cordón 0,5"		Cordón 0,6"		Diám. Ext. Vaina (cm)
Número de Cordones	Área (cm ²)	Número de Cordones	Área (cm ²)	
1	0,987	1	1,400	2,5
2	1,974	2	2,800	4,5
3	2,961	3	4,200	5,5
4	3,948	4	5,600	6,0
5	4,936	5	7,000	6,5
7	6,910	6	8,400	7,0
9	8,884	7	9,800	7,0
12	11,845	9	12,600	8,0
15	14,807	12	16,800	8,5
20	19,742	15	21,000	9,5
27	26,652	19	26,600	10,0
32	31,587	22	30,800	10,5
37	36,523	27	37,800	11,8

Diám. Ext. es el diámetro exterior de la vaina, útil en caso de que se quiera descontar en la sección no homogeneizada, y sobre todo para verificar los recubrimientos y separaciones mínimas.)

Tirantes de Hormigón Armado

$$w_{\text{máx}} = 4 \varepsilon_s t_e$$

$$t_e = d_c \{1 + [s / (4d_c)]^2\}^{1/2}$$

$$s \cong \begin{cases} 40 \text{ mm} \\ 1.5 d_b \\ 1.33 \text{ diámetro del agregado grueso} \end{cases}$$

Columnas simples

- Dimensión mínima de la sección de hormigón: 20 cm
- Armaduras Longitudinales:
 - $d_{b \text{ mínimo}} = 12 \text{ mm}$
 - Cantidad mínima de barras: en estribos cuadrados o rectangulares el número mínimo de barras longitudinales será de cuatro (4), si se utilizan estribos triangulares el número mínimo será de tres (3).
- Estribos: Los diámetros mínimos se obtienen a partir del diámetro de las armaduras longitudinales:

Diámetro Barras Longitudinales (mm)	Diámetro Mínimo de Estribos (mm)
≤ 16	6
$16 < d_b \leq 25$	8
$25 < d_b \leq 32$	10
$d_b > 32$ y paquetes de barras	12

La separación “s” entre estribos debe cumplir las siguientes condiciones:

$$s \leq \begin{cases} 12 \text{ diámetros de la armadura longitudinal} \\ 48 \text{ diámetros de la armadura de estribos} \\ \text{dimensión del lado menor de la columna} \end{cases}$$

Columnas zunchadas

- Dimensión mínima de la sección de hormigón (diámetro) = 30 cm
- Recubrimiento mínimo = 4 cm
- Armaduras Longitudinales:
 - $d_{b \text{ mínimo}} = 12 \text{ mm}$
 - Cantidad mínima de barras: seis (6).
- Zunchos: El zuncho debe verificar:

Diámetro mínimo (d_{be}) = 10 mm

El paso del zuncho “s” debe cumplir las siguientes condiciones:

$$s \begin{cases} \leq 8 \text{ cm} \\ \geq 2.5 \text{ cm} \\ > \text{tamaño máximo del agregado grueso a utilizar} \end{cases}$$

$f'_c \text{ (MPa)} =$	20	25	30	35	40	50
C =	12.6	12.6	12.3	11.4	10.6	9.50

Longitud de anclaje de barras rectas traccionadas

$$\frac{l_d}{d_b} = \frac{9}{10} \times \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \times \frac{a \times b \times g \times l}{\frac{a \times c + K_{tr}}{d_b} \times \frac{0}{0}}$$

Si $f'_c < 36 \text{ MPa}$:

$$\frac{l_{dc}}{d_b} = 0.24 \times \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

Si $f'_c > 36 \text{ MPa}$:

$$\frac{l_{dc}}{d_b} = 0.04 \times f_y$$

Para $f'_c \geq 20 \text{ MPa}$:

- $0.07 \cdot f_y \cdot d_b$ para $f_y \leq 420 \text{ MPa}$
- $(0.13 f_y - 25.2) \cdot d_b$ para $f_y > 420 \text{ MPa}$

Para $f'_c < 20 \text{ MPa}$:

Los valores anteriores aumentados en 1/3

Tabla de longitudes de anclaje obtenidas mediante las expresiones simplificadas

Tabla T1									
Condiciones de aplicación		Zona de adherencia	Diámetro de barras o alambres [mm]	f'_c [MPa]					
				20	25	30	35	40	50
a)	Recubrimiento $\geq d_b$ y separación $\geq d_b$ y estribado mayor que el mínimo ⁽³⁾ o bien: Recubrimiento $\geq d_b$ y separación $\geq 2 d_b$	Mala ⁽¹⁾	$d_b \leq 16$	59	52	48	44	41	37
			$d_b > 16$	73	66	60	55	52	46
		Buena ⁽²⁾	$d_b \leq 16$	45	40	37	34	32	29
			$d_b > 16$	56	50	46	43	40	36
b)	Otros casos	Mala	$d_b \leq 16$	88	79	72	66	62	56
			$d_b > 16$	110	98	90	83	78	70
		Buena	$d_b \leq 16$	68	60	55	51	48	43
			$d_b > 16$	85	76	69	64	60	54

(1) Barras o alambres horizontales con **300 mm** o más de hormigón por debajo del anclaje o empalme de las mismas.

(2) Cualquier otro caso.

(3) Para chequear si el estribado es mayor que el mínimo, debe ser (artículo 11.5.6.3):

$A_v / s \geq b_w / C$, donde C depende de la resistencia especificada del hormigón y de la tensión especificada de fluencia para la armadura. Para $f_{yt} = 420 \text{ MPa}$, C toma valores 1,26 , 1,26 , 1,23 , 1,14 , 1,06 y 0,95 para $f'_c = 20, 25, 30, 35, 40$ y 50 MPa respectivamente. Con b_w en [mm], se obtiene el estribado mínimo en $[\text{mm}^2/\text{m}]$.

Flexion Simple Hormigón Pretensado

$$S_{so} = CP \cdot P_s / A_{sp} \text{ y } S_{so \text{ adm}} = \text{Mín} [0.94 f_{py} ; 0.80 f_{pu}]$$

$$P_s / A_c - (M_m - P_s \cdot e_o) / W_{c1} - DM_{cr} / W_{c1} = -0.7 [f'_c]^{1/2}$$

$$f_{ps} = f_{pu} \left[1 - \frac{g_p}{b_1} \frac{e}{r_p} \frac{f_{pu}}{f'_c} + \frac{d}{d_p} (v - v') \right]$$

Corte

$$C : \frac{N_u}{14 A_g} \quad T : \frac{0.3 \times N_u}{A_g}$$

$$V_s \leq \frac{1}{\sqrt{f'_c}} b_w d \quad s \leq \begin{cases} d/2 \\ 40 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\leq \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{20} + 5 \frac{V_u \times d}{M_u} b_w \times d \leq 0.4 \sqrt{f'_c} b_w d$$

$$\text{Con : } \frac{V_u d}{M_u} \leq 1$$

$$\frac{A_v}{s} = \text{mínimo} \left[\frac{1}{16} \sqrt{f'_c} \frac{b_w}{f_y} \right] \leq 0.33 \frac{b_w}{f_y} ; \frac{A_{ps} f_{pu}}{80 f_y d} \sqrt{\frac{d}{b_w}}$$

$$V_s \leq \frac{1}{\sqrt{f'_c}} b_w d \quad s \leq \begin{cases} 3/4 h \\ 40 \text{ cm} \end{cases}$$

f'c (MPa)=	20	25	30	35	40	50
C =	12.6	12.6	12.3	11.4	10.6	9.50