Cálculo rapido dos pilares de concreto armado sujeitos a compressão axial

Oswaldo Moura Abreu

Eng.º Auxiliar da 3.ª Secção Técnica

O presente trabalho constitue uma contribuição modesta, porém sobremodo util para o engenheiro que se dedica à prática constante de estruturas de concreto armado.

Nosso objetivo foi a economia de tempo e do esforço do profissional dedicado a essa especialidade e premido geralmente pela escassez de tempo. Ocorreu-nos durante nosso já dilatado exercício quotidiano do cálculo de estruturas, em particular de estruturas de edifícios ou melhor de "arranha-céos".

O manejo das tabelas anexas é extremamente simples. Assim, conhecida a carga axial, observada a condição arquitetônica imposta pelo projeto e admitida a taxa de trabalho σ_c ou σ_i, podemos escrever:

$$S_c = \frac{P}{\sigma_c} \text{ ou } S_i = \frac{P}{\sigma_i}, \text{ isto é, a secção necessária em cm}^2.$$

Entra-se na tabela e elege-se o tipo do pilar com todos seus elementos.

ANALISE DAS TABELAS

Na coluna 1 constam as dimensões dos pilares em cms, variando de 5 em 5 cms, partindo da dimensão mínima exigida pela relação $\frac{h}{d} = 15$.

Para o caso corrente (em edifícios), onde $h = 315$ cms, resulta $d = \frac{315}{15} = 21$ cms.

Na coluna 2 encontram-se os detalhes dos estribos, completados por tabela anexa que constitue a norma clássica para a escolha do espaçamento e Φ dos estribos.

Na coluna 3, a secção vertical de ferro S_f, em cm².

Na coluna 4, a secção ideal de ferro ou seja a secção de ferro homogeneisada.

Na coluna 5, a secção S_c de concreto, em cm².

A seguir, na coluna 6, a secção ideal S_i ou seja a secção homogeneisada total.

Na coluna 7 consta a % da secção de ferro em relação à secção de concreto, variando em torno do mínimo fixado em 0.8%. E, finalmente, nas duas últimas, os momentos de inércia de cada secção, em dm⁴, elementos necessários quando se considera a rigidez dos pilares, isto é, quando as vigas forem consideradas contínuas sobre apoios elásticos.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Usando estas tabelas, o cálculo dos pilares segue o método clássico, partindo da relação $n = 15$ entre os módulos de elasticidade do ferro e do concreto. Entretanto, para um caso particular, o cálculo será realizado pelo método do coeficiente de segurança, partindo da carga de ruptura, como passamos a demonstrar:

Sejam $\sigma_p = 160$ kg/cm², a carga de ruptura de cilindros normais de prova, e $\sigma_s = 2.400$ kg/cm², o limite de escoamento do aço mercantil *CA 37*.

Sejam *R* a carga de ruptura à compressão axial, S_c e S_{fe} as secções de concreto e ferro, respetivamente.

Podemos escrever: $R = \sigma_p S_c + \sigma_s S_{fe}$.

A carga máxima admissível, para o coeficiente de segurança 3, resulta da expressão acima, sendo:

$$P = \frac{1}{3} R = \frac{1}{3}\left(\sigma_p S_c + \sigma_s S_{fe}\right), \text{ ou } P = \frac{1}{3}\sigma_p S_c \left(1 + \frac{\sigma_s S_{fe}}{S_c}\right).$$

Mas

$$\frac{\sigma_s}{\sigma_p} = 15 \quad \text{e} \quad \frac{S_{fe}}{S_c} = \mu$$

Donde:

$$P = \frac{1}{3}\sigma_p S_c (1 + 15\,\mu) = \sigma_c S_c (1 + n\,\mu) \quad \text{ou} \quad P = \sigma_i S_c.$$

Recaimos, pois, na fórmula corrente para o cálculo dos pilares, partindo da relação constante $n = 15$.

Outro caso particular se apresenta quando

$$\sigma_p = 240 \text{ kg/cm}^2$$
$$\sigma_s = 3.600 \text{ kg/cm}^2$$

TABELA PARA O CASO GERAL

Aplica-se quando a % necessária de ferro fôr diferente, isto é, 1, 2 ou 3% da secção de concreto, resultando determinada área de ferro necessária com combinação variada de bítolas.

1		2	3		4	5	6	7	8	9
TYPOS DOS PILARES		ESTRIBOS	Fe VERTICAL	Sfe cms²	Sfe cms²	Sc cms²	Si cms²	% Sfe	Ix dm4	Iy dm4
21×21		l=80 	4 ϕ 1/2"	5,08	76	441	517	1,12	1,6026	1,6026
21×26		l=90 	4 ϕ 1/2"	5,08	76	546	622	0,93	2,0069	3,0756
21×30		l=100 	4 ϕ 1/2"	5,08	76	650	706	0,80	2,3152	4,7250
21×35		2× l=80	6 ϕ 1/2"	7,62	114	735	849	1,04	2,7011	7,5030
21×40		2× l=85	6 ϕ 1/2"	7,62	114	840	954	0,91	3,0870	11,1999
21×45		2× l=90 	6 ϕ 1/2"	7,62	114	945	1059	0,81	3,4728	15,9467
21×50		2× l=95	4 ϕ 1/2" 2 ϕ 5/8"	9,04	126	1050	1176	0,86	3,8587	21,8749
21×55		2× l=100 	4 ϕ 1/2" 2 ϕ 5/8"	9,04	126	1155	1281	0,78	4,2446	29,1561
21×60		2× l=105	4 ϕ 5/8" 2 ϕ 1/2"	10,46	157	1260	1417	0,83	4,6305	37,8000
21×65		2× l=110 	4 ϕ 5/8" 2 ϕ 1/2"	10,46	157	1365	1522	0,77	5,0163	48,0593
21×70		2× l=115 	6 ϕ 5/8"	11,88	180	1470	1650	0,81	5,4022	60,0249
21×75		2× l=120 	6 ϕ 5/8"	11,88	180	1575	1755	0,76	5,7881	73,8281
21×80		2× l=125 	4 ϕ 5/8" 2 ϕ 3/4"	13,62	204	1680	1884	0,81	6,1740	89,5999
21×85		2× l=130 	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 1/2"	13,94	209	1785	1994	0,78	6,5598	107,4937
21×90		2× l=135 	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 5/8"	15,36	230	1890	2120	0,81	6,9457	127,5750
21×95		l=170-2×	8 ϕ 5/8"	15,84	238	1995	2233	0,80	7,3316	150,0406
21×100		l=180-2× 	4 ϕ 3/4" 4 ϕ 5/8"	19,32	290	2100	2390	0,92	7,7175	174,9999
21×105		l=185-2×	4 ϕ 3/4" 4 ϕ 5/8"	19,32	290	2205	2495	0,877	8,1033	202,5843
21×110		l=190-2× 	4 ϕ 3/4" 4 ϕ 5/8"	19,32	290	2310	2600	0,835	8,4892	232,8934
21×115		l=200-2× 	4 ϕ 3/4 4 ϕ 5/8"	19,32	290	2415	2707	0,80	8,8751	266,1629
21×120		l=200-2× 	8 ϕ 3/4"	22,80	342	2520	2862	0,905	9,2610	302,4000

1		2	3		4	5	6	7	8	9
TYPOS DOS PILARES		ESTRIBOS	Fe VERTICAL	Sfe cms²	15 Sfc cms²	Sc cms²	Si cms²	% Sfe	Ix dm4	Iy dm4
26×26			4 ϕ 1/2"	5,08	76	676	752	0,75	3.8079	3.8079
26×30			4 ϕ 5/8"	7,92	119	780	899	1,02	4.3936	5.850
26×35			4 ϕ 5/8"	7,92	119	910	1029	0,87	5.1261	9.2894
26×40			4 ϕ 1/2" 2 ϕ 5/8"	9,04	136	1040	1176	0,87	5.8584	13.8665
26×45			4 ϕ 5/8" 2 ϕ 1/2"	10,46	157	1170	1327	0,89	6.5907	19.7437
26×50			4 ϕ 5/8" 2 ϕ 1/2"	10,46	157	1300	1457	0,80	7.3230	27.0833
26×55			6 ϕ 5/8"	11,88	180	1430	1610	0,83	8.0555	36.0479
26×60			6 ϕ 5/8"	11,88	180	1560	1740	0,76	8.7876	46.8000
26×65			4 ϕ 5/8" 2 ϕ 3/4"	13,62	204	1690	1894	0,81	9.5199	59.5020
26×70			4 ϕ 5/8" 2 ϕ 3/4"	13,62	204	1820	2024	0,75	10.2522	74.3156
26×75			4 ϕ 3/4" 2 ϕ 5/8"	15,36	230	1950	2180	0,79	10.9845	91.4062
26×80			6 ϕ 3/4"	17,10	256	2080	2336	0,82	11.7168	110.9333
26×85			6 ϕ 3/4"	17,10	256	2210	2466	0,77	12.4491	132.0875
26×90			4 ϕ 3/4" 2 ϕ 7/8"	19,16	287	2340	2627	0,82	13.1814	157.9500
26×95			4 ϕ 7/8" 2 ϕ 5/8"	19,48	292	2470	2662	0,79	13.9137	185.7645
26×100			4 ϕ 3/4" 4 ϕ 5/8"	19,32	290	2600	2890	0,74	14.6460	216.6666
26×105			8 ϕ 3/4"	22,80	342	2730	3072	0,83	15.3783	250.8187
26×110			8 ϕ 3/4"	22,80	342	2860	3202	0,80	16.1106	288.5851
26×115			8 ϕ 3/4"	22,80	342	2990	3332	0,76	16.8429	329.3227
26×120			4 ϕ 7/8" 4 ϕ 3/4"	26,92	404	3120	3524	0,86	17.5752	374.4000

1 TYPOS DOS PILARES		2 ESTRIBOS	3 Fe VERTICAL	Sfc cms²	15Sfc cms²	4 Sc cms²	5 Si cms²	6 % Sfc	7 Ix dm⁴	8 Iy dm⁴
30×30		ℓ=115	4 ϕ 5/8"	7.92	119	900	1019	0.88	6.7500	6.7500
30×35		ℓ=125	4 ϕ 5/8"	7.92	119	1050	1169	0.75	7.8750	10.7187
30×40		2× ℓ=100	4 ϕ 1/2" 2 ϕ 5/8"	9.04	136	1200	1336	0.75	9.0000	15.9990
30×45		2× ℓ=105	4 ϕ 5/8" 2 ϕ 1/2"	10.46	157	1350	1507	0.77	10.1250	22.7812
30×50		2× ℓ=115	6 ϕ 5/8"	11.88	180	1500	1680	0.79	11.2500	31.2499
30×55		2× ℓ=115	6 ϕ 5/8"	11.88	180	1650	1830	0.72	12.3750	41.5937
30×60		2× ℓ=120	4 ϕ 5/8" 2 ϕ 3/4	13.62	204	1800	2004	0.76	13.5000	54.0000
30×65		2× ℓ=125	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 5/8"	15.36	230	1950	2180	0.79	14.6250	68.6562
30×70		2× ℓ=130	6 ϕ 3/4"	17.10	256	2100	2356	0.81	15.7500	85.7499
30×75		2× ℓ=135	6 ϕ 3/4"	17.10	256	2250	2506	0.76	16.8750	105.4687
30×80		2× ℓ=145	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 7/8"	19.16	287	2400	2687	0.80	18.0000	127.9999
30×85		2× ℓ=150	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 7/8"	19.16	287	2550	2837	0.75	19.1250	153.5625
30×90		2× ℓ=150	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 3/4"	21.22	318	2700	3018	0.79	20.2500	182.3000
30×95		2× ℓ=185	8 ϕ 3/4"	22.80	342	2850	3192	0.80	21.3750	214.3437
30×100		2× ℓ=190	8 ϕ 3/4"	22.80	342	3000	3342	0.76	22.5000	249.9990
35×35		2× ℓ=105	4 ϕ 1/2" 2 ϕ 5/8"	9.04	136	1225	1361	0.74	12.5051	12.5051
35×40		2× ℓ=110	4 ϕ 5/8" 2 ϕ 1/2"	10.46	157	1400	1557	0.75	14.2916	18.6665
35×45		2× ℓ=115	6 ϕ 5/8"	11.88	180	1575	1755	0.75	16.0780	26.5781
35×50		2× ℓ=120	4 ϕ 5/8" 2 ϕ 3/4"	13.62	204	1750	1954	0.78	17.8645	36.4583
35×55		2× ℓ=125	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 5/8"	15.36	230	1925	2155	0.80	19.6509	48.5260

1 TYPOS DOS PILARES		2 ESTRIBOS	3 Fe VERTICAL	4 Sfe cms²	5 Sc cms²	6 Si cms²	7 % Sfe	8 Ix dm4	9 Iy dm4
35×60		2× ℓ=130	6 ϕ 3/4"	17.10	256	2100	2356	0.81	21.4374	63.0000
35×65		2× ℓ=135	6 ϕ 3/4"	17.10	256	2275	2531	0.75	23.2238	80.0989
35×70		2× ℓ=140	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 7/8"	19.16	287	2450	2737	0.79	25.0105	100.0416
35×75		2× ℓ=145	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 3/4"	21.22	318	2625	2943	0.80	26.7967	123.0468
35×80		2× ℓ=150	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 3/4"	21.22	318	2800	3118	0.75	28.5832	149.3333
35×85		2× ℓ=160	6 ϕ 7/8"	23.28	350	2975	3325	0.78	30.3696	179.1572
35×90		2× ℓ=160	6 ϕ 7/8"	23.28	350	3150	3500	0.74	32.1561	212.6250
35×95		2× ℓ=195	4 ϕ 7/8" 4 ϕ 3/4"	26.92	404	3325	3729	0.80	33.9425	250.0676
35×100		2× ℓ=200	4 ϕ 7/8" 4 ϕ 3/4"	26.92	404	3500	3904	0.77	35.7290	291.6666
40×40		2× ℓ=120	6 ϕ 5/8"	11.88	180	1600	1780	0.74	21.3333	21.3333
40×45		2× ℓ=125	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 1/2"	13.94	209	1800	2009	0.775	23.9999	30.3750
40×50		2× ℓ=130	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 5/8"	15.36	230	2000	2230	0.77	26.666	41.6666
40×55		2× ℓ=135	6 ϕ 3/4"	17.10	256	2200	2456	0.78	29.3333	55.4583
40×60		2× ℓ=140	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 7/8"	19.16	287	2400	2687	0.80	31.9999	72.0000
40×65		2× ℓ=150	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 7/8"	19.16	287	2600	2887	0.74	34.6666	91.5416
40×70		2× ℓ=150	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 3/4"	21.22	318	2800	3118	0.76	37.3333	114.3333
40×75		2× ℓ=160	6 ϕ 7/8"	23.28	350	3000	3350	0.78	39.9999	140.6250
40×80		2× ℓ=160	6 ϕ 7/8"	23.28	350	3200	3550	0.73	42.6666	170.6666
40×85		2× ℓ=170	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 1"	25.66	385	3400	3785	0.755	45.3333	204.7500
40×90		2× ℓ=170	4 ϕ 1" 2 ϕ 7/8"	28.04	420	3600	4020	0.78	47.9999	242.0000

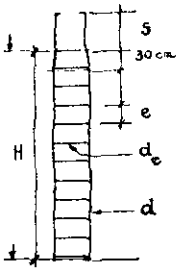
1 TYPOS DOS PILARES	2 ESTRIBOS	3 Fe VERTICAL	Sfe cms²	4 ½Sfe cms²	5 Sc cms²	6 Si cms²	7 % Sfe	8 Ix dm4	9 Iy dm4
40×95	2× ℓ=180	4 ϕ 1" 2 ϕ 7/8"	28.04	420	3800	4220	0.74	50.6666	289.7916
40×100	2× ℓ=180	6 ϕ 1"	30.42	456	4000	4456	0.76	53.3330	333.3000
45×45	2× ℓ=140	4 ϕ 3/4" 2 ϕ 5/8"	19.36	290	2025	2255	0.76	34.1718	34.1718
45×50	2× ℓ=140	6 ϕ 3/4"	17.10	256	2250	2506	0.76	37.9687	46.8749
45×55	2× ℓ=145	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 5/8	19.48	292	2475	2767	0.79	41.7656	62.3906
45×60	2× ℓ=150	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 3/4"	21.22	318	2700	3018	0.79	45.5625	81.0000
45×65	2× ℓ=160	6 ϕ 7/8"	23.28	350	2925	3275	0.80	49.3593	102.9843
45×70	2× ℓ=160	6 ϕ 7/8"	23.28	350	3150	3500	0.74	53.1562	128.6249
45×75	2× ℓ=170	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 1"	25.66	385	3375	3760	0.76	56.9531	158.2031
45×80	2× ℓ=170	4 ϕ 1" 2 ϕ 7/8"	28.04	420	3600	4020	0.79	60.7500	191.9999
45×85	2× ℓ=180	4 ϕ 1" 2 ϕ 7/8"	28.04	420	3825	4245	0.73	64.5468	230.3437
45×90	2× ℓ=180	6 ϕ 1"	30.42	456	4050	4506	0.79	68.3437	273.3750
45×95	2× ℓ=190	6 ϕ 1"	30.42	456	4275	4731	0.71	72.1406	321.9755
45×100	2× ℓ=225	4 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	35.80	537	4500	5037	0.796	75.9375	374.9999
50×50	2× ℓ=150	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 5/8"	19.48	292	2500	2792	0.78	52.0833	52.0833
50×55	2× ℓ=155	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 3/4"	21.22	318	2750	3068	0.77	57.2916	69.2290
50×60	2× ℓ=160	6 ϕ 7/8"	23.28	350	3000	3350	0.78	62.4999	90.0000
50×65	2× ℓ=170	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 1"	25.66	385	3250	3635	0.79	67.7082	114.4270
50×70	2× ℓ=170	4 ϕ 1" 2 ϕ 7/8"	28.04	420	3500	3920	0.80	72.9166	142.9166

1 TYPOS DOS PILARES		2 ESTRIBOS	3 Fe VERTICAL	Sfe cms²	4 15Sfe cms²	5 Sc cms²	6 Si cms²	7 % Sfe	8 Ix dm4	9 Iy dm4
50×75		2× ℓ-180	6 ϕ 1"	30.42	456	3750	4206	0.81	78.1249	175.7812
50×80		2× ℓ-180	6 ϕ 1"	30.42	456	4000	4456	0.76	83.3333	213.3333
50×85		2× ℓ-215	4 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	35.80	537	4250	4787	0.84	88.5416	255.9375
50×90		2× ℓ-220	4 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	35.80	537	4500	5037	0.79	93.7499	303.7500
50×95		2× ℓ-225	4 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	35.80	537	4750	5287	0.75	98.9592	357.9375
50×100		2× ℓ-239	8 ϕ 1"	40.56	610	5000	5610	0.81	104.1666	416.6666
55×55		2× ℓ-170	6 ϕ 7/8"	29.28	350	3025	3375	0.77	76.2551	76.2551
55×60		2× ℓ-170	4 ϕ 7/8" 2 ϕ 1"	25.66	385	3300	3685	0.78	83.1874	99.0000
55×65		2× ℓ-180	4 ϕ 1" 2 ϕ 7/8"	28.04	420	3575	3995	0.78	90.1197	125.8697
55×70		2× ℓ-180	6 ϕ 1"	30.42	456	3850	4306	0.79	97.0520	157.2082
55×75		2× ℓ-210	4 ϕ 1" 4 ϕ 3/4"	31.68	475	4125	4600	0.77	103.9843	195.3999
55×80		2× ℓ-215	4 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	35.80	537	4400	4937	0.81	110.9166	234.6666
55×85		2× ℓ-225	4 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	35.80	537	4675	5212	0.765	117.8489	281.5312
55×90		2× ℓ-230	8 ϕ 1"	40.56	610	4950	5560	0.82	124.7812	334.1250
55×95		2× ℓ-240	8 ϕ 1"	40.56	610	5225	5835	0.775	131.7135	392.9687
55×100		2× ℓ-245	8 ϕ 1"	40.56	610	5500	6110	0.735	138.6458	458.3333
60×60		2× ℓ-185	4 ϕ 1" 2 ϕ 7/8"	28.04	420	3600	4020	0.78	108.00	108.00
60×65		2× ℓ-190	6 ϕ 1"	30.42	456	3900	4356	0.78	117.00	151.3124
60×70		2× ℓ-215	4 ϕ 1" 4 ϕ 3/4"	31.68	475	4200	4675	0.755	126.00	171.4999

1 TYPOS DOS PILARES	2 ESTRIBOS	3 Fc VERTICAL	4 Sfc cms²	5 15Sfc cms²	6 Sc cms²	7 Si cms²	8 % Sfc	9 Ix dm4	10 Iy dm4
60×75	2× ℓ-220 57	4 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	35.80	537	4500	5037	0.795	199.00	210.9379
60×80	2× ℓ-225 57	8 ϕ 1"	40.56	610	4800	5410	0.845	144.00	255.9999
60×85	2× ℓ-235 57	8 ϕ 1"	40.56	610	5100	5710	0.795	153.00	307.1250
60×90	2× ℓ-240 57	8 ϕ 1"	40.56	610	5400	6010	0.75	162.00	364.5000
60×95	2× ℓ-245 57	8 ϕ 1" 2 ϕ 3/4"	46.26	694	5700	6394	0.81	171.00	428.6874
60×100	2× ℓ-255 57	8 ϕ 1" 2 ϕ 3/4"	46.26	694	6000	6694	0.77	180.00	499.9999
65×65	ℓ-255 62 ℓ-71-2×	4 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	35.80	537	4225	4762	0.845	148.7551	148.7551
65×70	ℓ-260 62 ℓ-76 — ℓ-71 —	4 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	35.80	537	4550	5087	0.785	160.1978	185.4664
65×75	2× ℓ-230 62	8 ϕ 1"	40.56	610	4875	5485	0.83	171.6405	228.5156
65×80	2× ℓ-235 62	8 ϕ 1"	40.56	610	5200	5810	0.78	183.0832	277.3333
65×85	2× ℓ-245 62	4 ϕ 1" 6 ϕ 7/8"	43.56	654	5525	6179	0.79	194.5257	332.1505
70×70	ℓ-275-1× ℓ-80-2× 67	8 ϕ 1"	40.56	610	4900	5510	0.825	199.7333	199.7333
70×75	ℓ-255 ℓ-85-1× 67 ℓ-80-1×	8 ϕ 1"	40.56	610	5250	5860	0.77	211.9999	246.0931
70×80	ℓ-245-2× ℓ-90-1× 67	4 ϕ 1" 6 ϕ 7/8"	43.56	654	5600	6254	0.78	228.7666	298.6666
75×75	ℓ-250-2× ℓ-80-1× 72	6 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	45.94	690	5625	6315	0.815	263.6718	263.6718
75×80	ℓ-255-2× ℓ-90-1× 72	6 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	45.94	690	6000	6690	0.765	281.2500	319.9999
75×85	ℓ-265-2× ℓ-95-1× 72	8 ϕ 1" 2 ϕ 7/8"	48.32	725	6375	7100	0.795	298.8281	387.8276
80×80	ℓ-270-2× ℓ-90-2× 77	8 ϕ 1" 4 ϕ 3/4"	51.96	779.4	6400	7179	0.81	341.3332	341.3332
85×85	ℓ-240-2× ℓ-95-2× 82	8 ϕ 1" 4 ϕ 7/8"	56.08	841.2	7225	8066	0.775	439.0045	439.0049
90×90	ℓ-305-2× ℓ-100-2× 86	12 ϕ 1"	60.84	913	8100	9013	0.752	546.7500	546.7500

NORMAS PARA ESTRIBOS

ESTRIBOS PARA PILARES



d = ϕ"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"
S = 20 d	40 cm	40 cm	40 cm	50 cm	50 cm	70 cm	80 cm
d_e = ϕ ESTRIBOS ≅ 1/3 d	3/16"-1/4"	3/16"-1/4"	1/4"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"
e = 12 d	15 cm	20 cm	20 cm	25 cm	30 cm	35 cm	40 cm

TIPOS DE PILARES E ESTRIBOS

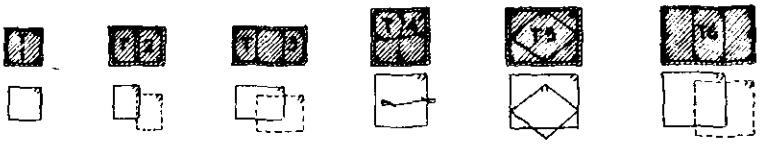


TABELA ANEXA

FERRO PARA ARMAÇÃO DOS PILARES

S_{fe} cm²	19 S_{fe}	ϕ	S_{fe} cm²	19 S_{fe}	ϕ	S_{fe} cm²	19 S_{fe}	ϕ	S_{fe} cm²	19 S_{fe}	ϕ
5.08	76	4 ϕ 1/2"	20.28	304	4 ϕ 1"	51.96	779	4ϕ1"+4ϕ1"	95.04	1425	12ϕ1 1/4"
7.62	114	6 ϕ 1/2"	21.22	318	4ϕ5/8"+2ϕ3/4"	56.08	838	8ϕ1"+4ϕ5/8"	98.22	1473	6ϕ1"+10ϕ1"
7.92	119	4 ϕ 5/8"	22.80	342	8 ϕ 3/4"	57.66	865	6 ϕ 1"+2ϕ1"	99.48	1512	10 ϕ 1"+4ϕ1"
9.04	136	4ϕ1/2"+2ϕ5/8"	23.28	350	6 ϕ 7/8"	60.84	913	12 ϕ 1"	101.40	1520	20 ϕ 1"
10.16	152	8 ϕ 1/2"	25.66	385	4ϕ7/8"+2ϕ1"	62.10	932	4ϕ1"+6ϕ1"	104.16	1572	8ϕ1"+8ϕ1"
10.46	154	4ϕ5/8"+2ϕ1/2"	26.02	404	4ϕ7/8"+4ϕ3/4"	62.36	950	8 ϕ 1"+4"	105.38	1579	12ϕ1"+2ϕ1"
11.40	171	4 ϕ 3/4"	28.04	420	4ϕ1"+2ϕ7/8"	67.80	1018	6ϕ1"+4ϕ1"	108.36	1624	6ϕ1"+12ϕ1"
11.88	180	6 ϕ 5/8"	28.50	427	10 ϕ 3/4"	70.98	1065	14 ϕ 1"	109.62	1644	10ϕ1"+6ϕ1"
12.70	191	10 ϕ 1/2"	30.42	456	6 ϕ 1"	72.24	1082	4ϕ1"+8ϕ1"	110.88	1665	14 ϕ 1"+4"
13.00	195	4ϕ5/8"+4ϕ1/2"	31.04	471	8 ϕ 7/8"	73.74	1106	8ϕ1"+2ϕ1"	114.30	1719	8ϕ1"+10ϕ1"
13.62	204	4ϕ5/8"+2ϕ3/4"	31.68	476	4 ϕ 1"+4"	77.94	1170	6ϕ1"+6ϕ1"	115.92	1730	12ϕ1"+4ϕ1"
13.94	209	4ϕ3/4"+2ϕ1/2"	35.80	537	4ϕ1"+4ϕ7/8"	79.20	1188	10ϕ1"+4"	116.50	1780	6ϕ1"+14ϕ1"
15.36	230	4ϕ3/4"+2ϕ5/8"	38.80	567	10 ϕ 7/8"	81.12	1218	16 ϕ 1"	119.76	1796	10ϕ1"+8ϕ1"
15.52	233	4 ϕ 7/8"	40.56	610	8 ϕ 1"	82.38	1238	4ϕ1"+10ϕ1"	121.68	1825	24ϕ1"
15.84	238	8 ϕ 5/8"	41.22	627	4ϕ1"+2ϕ1"	82.88	1255	8ϕ1"+4ϕ1"	125.46	1884	12ϕ1"+6ϕ1"
17.10	256	6 ϕ 3/4"	43.56	654	4ϕ1"+6ϕ7/8"	86.50	1298	14ϕ1"+4ϕ7/8"	126.72	1901	16 ϕ 1 1/4"
18.16	287	4ϕ3/4"+2ϕ7/8"	45.94	696	6 ϕ 1"+4ϕ7/8"	88.08	1321	6ϕ1"+8ϕ1"	129.90	1949	10ϕ1"+10ϕ1"
19.32	290	4ϕ3/4"+4ϕ5/8"	47.52	698	6 ϕ 1 1/4"	89.34	1340	10ϕ1"+2ϕ1"	135.60	2037	12ϕ1"+8ϕ1"
19.48	292	4ϕ7/8"+2ϕ5/8"	48.32	725	8 ϕ 1"+2ϕ7/8"	91.26	1368	18ϕ1"	142.56	2140	16 ϕ 1 1/4"
19.80	297	10 ϕ 5/8"	50.70	760	10 ϕ 1"	94.02	1410	8ϕ1"+6ϕ1"	145.94	2189	12ϕ1"+10ϕ1"