

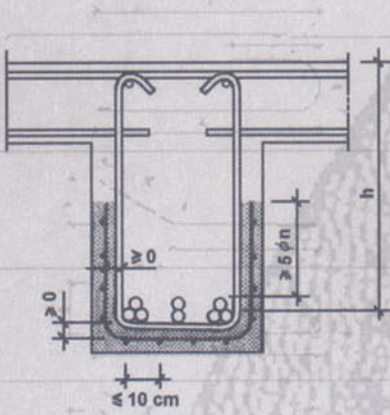


GOVERNO DE MACAU

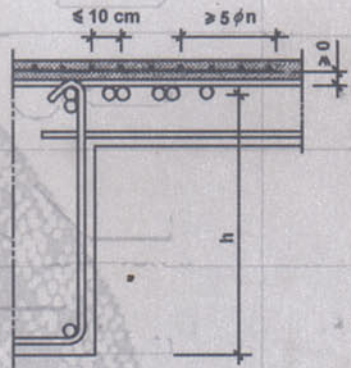
澳門政府

DIRECÇÃO DOS SERVIÇOS DE SOLOS,  
OBRAS PÚBLICAS E TRANSPORTES

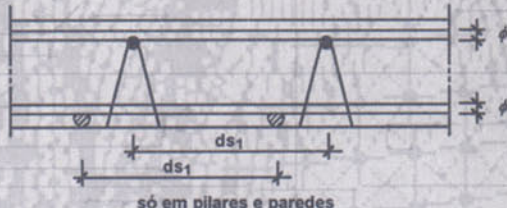
土地工務運輸司



Secção no vão

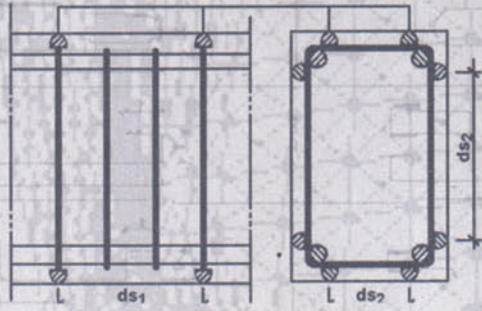


Secção no apoio



só em pilares e paredes

- $ds_1 <$
- $\phi$  8 - 40 cm
  - $\phi$  10 e  $\phi$  12 - 50 cm
  - $\phi$  16 e  $\phi$  20 - 100 cm
  - $\phi$  25 e  $\phi$  32 - 150 cm



- $ds_2 >$
- $\phi < 12$  - 100 cm
  - $\phi > 12$  - 130 cm
  - $\phi > 2$  por face

# MANUAL DE BETÃO ARMADO

Esforços normais e de flexão

## 鋼筋混凝土手冊

軸力及彎曲篇

# Manual de Betão Armado

volume I - esforços normais e de flexão

## Índice do Texto

	pág.
CAPÍTULO I - VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA.....	11
I.1. Critérios gerais de verificação da segurança.....	11
I.2. Estados limites.....	11
I.3. Classificação das acções.....	12
I.4. Critérios de Quantificação das Acções.....	13
I.5. Critérios de Combinação das Acções.....	13
I.6. Verificação da Segurança.....	14
I.7. Verificação da Segurança em Relação aos Estados Limites Últimos.....	14
I.8. Verificação da Segurança em Relação aos Estados Limites de Utilização.....	16
I.9. Exemplo de Combinações de Acções.....	17
CAPÍTULO II - QUANTIFICAÇÃO DAS ACÇÕES.....	21
II.1. Acções Permanentes.....	21
II.2. Acção das Variações de Temperatura.....	22
II.3. Acção do Vento.....	23
II.4. Acção dos Sismos.....	27
II.5. Acções Especificas de Edifícios.....	29
CAPÍTULO III - MATERIAIS.....	37
III.1. Betão.....	37
III.2. Armaduras Ordinárias.....	39
CAPÍTULO IV - DETERMINAÇÃO DE ESFORÇOS RESISTENTES.....	41
IV.1. Hipóteses de base.....	41
IV.2. Estados Limites Últimos de Resistência para Esforços Normais e de Flexão.....	42
IV.3. Teoria do Comportamento em Flexão.....	43
IV.4. Tabelas e Ábacos Elaborados.....	43
CAPÍTULO V - DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS.....	45
V.1. Generalidades.....	45

# Manual de Betão Armado

volume I - esforços normais e de flexão

## Índice de Figuras

	pág.
Figura 1. Altura acima do Solo.....	24
Figura 2. Centros de massa e de rigidez dos pisos.....	28
Figura 3. Relações tensões-extensões de cálculo do betão à compressão.....	38
Figura 4. Relações tensões-extensões de cálculo dos aços.....	40
Figura 5. Extensões limites no betão e nas armaduras.....	41
Figura 6. Comprimento de amarração necessário.....	49
Figura 7. Interrupção da armadura longitudinal.....	52
Figura 8. Relações A'/A mais económicas.....	62

# Manual de Betão Armado

volume I - esforços normais e de flexão

## Índice de Quadros

	pág.
Quadro 1. Pesos volúmicos de materiais de construção correntes .....	22
Quadro 2. Acção do vento (forma simplificada).....	26
Quadro 3. Sobrecargas em pavimentos - Valores dos coeficientes $\psi$ .....	31
Quadro 4. Construções para fins residenciais.....	32
Quadro 5. Construções para fins hoteleiros .....	33
Quadro 6. Construções para fins de equipamento social.....	33
Quadro 7. Construções para fins de serviços .....	34
Quadro 8. Construções para fins comerciais .....	34
Quadro 9. Construções para fins industriais .....	34
Quadro 10. Construções para fins de reunião de público.....	35
Quadro 11. Classes de betões.....	37
Quadro 12. Valores de cálculo das tensões de rotura do betão à compressão, $f_{cd}$ (MPa)....	38
Quadro 13. Classes de armaduras ordinárias .....	39
Quadro 14. Diâmetros interiores mínimos de dobragem de armaduras ordinárias.....	47
Quadro 15. Valores de cálculo da tensão de rotura da aderência, $f_{bd}$ , de armaduras ordinárias (MPa) .....	48
Quadro 16. Coeficiente $C_h$ para edifícios fechados de secção uniforme .....	87
Quadro 17. Coeficiente $C_s$ para edifícios fechados de secção uniforme .....	88
Quadro 18. Coeficiente $R_A$ para edifícios fechados de secção uniforme .....	88
Quadro 19. Coeficiente $\delta_t$ para edifícios com aberturas .....	89
Quadro 20. Coeficientes de pressão $\delta_{pe}$ para paredes .....	90
Quadro 21. Coeficientes de pressão $\delta_{pe}$ para coberturas de duas vertentes.....	91
Quadro 22. Coeficientes de pressão $\delta_{pe}$ para coberturas múltiplas de duas vertentes.....	92
Quadro 23. Tabelas e Ábacos de Flexão Simples.....	95
Quadro 24. Tabelas e Ábacos de Flexão Composta .....	99
Quadro 25. Ábacos de Flexão Desviada.....	105
Quadro 26. Valores de cálculo das tensões de rotura do betão e dos aços.....	111
Quadro 27. Áreas e Massas de Varões .....	112



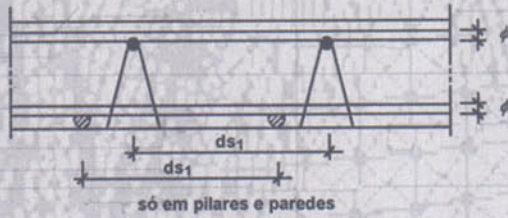
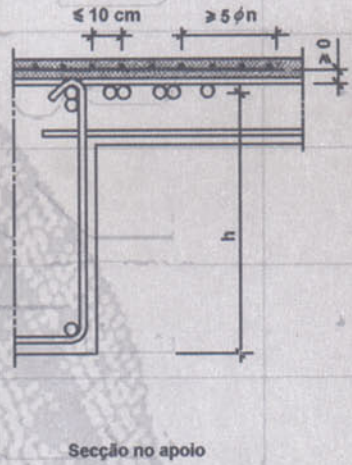
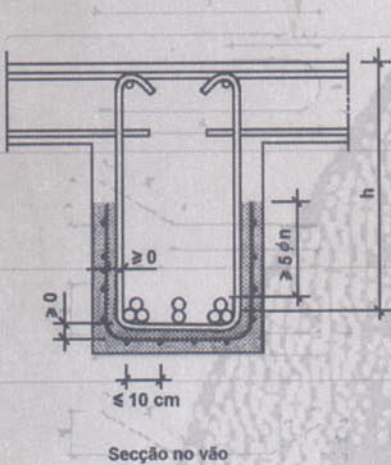
GOVERNO DE MACAU

澳門政府

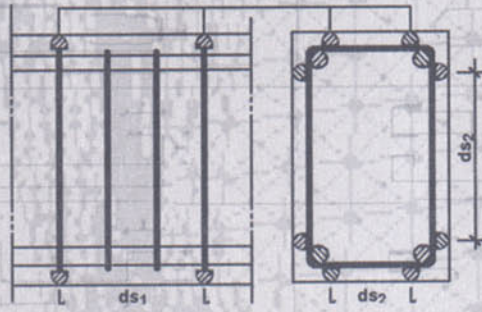
DIRECÇÃO DOS SERVIÇOS DE SOLOS,  
OBRAS PÚBLICAS E TRANSPORTES

土地工務運輸司

Anexo I - Flexão simples / Anexo II - Flexão composta  
附錄 1 - 純彎曲 / 附錄 2 - 複合彎曲



$ds_1 <$	$\phi$ - 8	- 40 cm
	$\phi$ 10 e $\phi$ 12	- 50 cm
	$\phi$ 16 e $\phi$ 20	- 100 cm
	$\phi$ 25 e $\phi$ 32	- 150 cm



$ds_2 \geq$	$\phi < 12$	- 100 cm
	$\phi > 12$	- 130 cm
	$\phi > 2$	por face

# MANUAL DE BETÃO ARMADO

Esforços normais e de flexão

## 鋼筋混凝土手冊

軸力及彎曲篇

VOLUME 1

第一冊

# Manual de Betão Armado

## 鋼筋混凝土手冊

volume I - esforços normais e de flexão

第一冊 - 軸力及彎曲篇

anexo 1 - flexão simples

附錄1 純彎曲

### Índice de Quadros, Tabelas e Ábacos

速查表、曲線圖及表目錄

	pág.
Quadro 1. Tabelas e Ábacos de Flexão Simples.....	11
表1 純彎速查表及純彎曲線圖之位置	
Quadro 2. Valores de Cálculo das Tensões de Rotura do Betão e do Aço.....	12
表2 混凝土強度設計值及鋼筋屈服應力設計值	
Quadro 3. Áreas e Massas de Varões.....	13
表3 鋼筋面積及質量	
<b>SECÇÕES RECTANGULARES SIMPLEMENTE ARMADAS</b> .....	16
單鋼筋矩形斷面	
<b>Tabela e Ábaco 1 - A235</b> .....	16
速查表及曲線圖 1 - A235	
<b>Tabela e Ábaco 2 - A335</b> .....	22
速查表及曲線圖 2 - A335	
<b>Tabela e Ábaco 3 - A400</b> .....	28
速查表及曲線圖 3 - A400	
<b>Tabela e Ábaco 4 - A500</b> .....	34
速查表及曲線圖 4 - A500	
<b>SECÇÕES RECTANGULARES DUPLAMENTE ARMADAS</b> .....	42
雙鋼筋矩形斷面	
<b>Tabela e Ábaco 5 - A235 - a/d = 0,05</b> .....	42
速查表及曲線圖 5 - A235 - a/d = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 6 - A235 - a/d = 0,10</b> .....	48
速查表及曲線圖 6 - A235 - a/d = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 7 - A335 - a/d = 0,05</b> .....	54
速查表及曲線圖 7 - A335 - a/d = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 8 - A335 - a/d = 0,10</b> .....	62
速查表及曲線圖 8 - A335 - a/d = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 9 - A400 - a/d = 0,05</b> .....	70
速查表及曲線圖 9 - A400 - a/d = 0,05	

Tabela e Ábaco 10 - A400 - $a/d = 0,10$ .....	78
速查表及曲線圖 10 - A400 - $a/d = 0,10$	
Tabela e Ábaco 11 - A500 - $a/d = 0,05$ .....	86
速查表及曲線圖 11 - A500 - $a/d = 0,05$	
Tabela e Ábaco 12 - A500 - $a/d = 0,10$ .....	94
速查表及曲線圖 12 - A500 - $a/d = 0,10$	
<b>SECÇÕES EM T SIMPLEMENTE ARMADAS</b> .....	104
單鋼筋 T 形斷面	
Tabela e Ábaco 13 - $b/b_w = 2$ .....	104
速查表及曲線圖 13 - $b/b_w = 2$	
Tabela e Ábaco 14 - $b/b_w = 4$ .....	110
速查表及曲線圖 14 - $b/b_w = 4$	
Tabela e Ábaco 15 - $b/b_w = 8$ .....	116
速查表及曲線圖 15 - $b/b_w = 8$	
Tabela e Ábaco 16 - $b/b_w = \text{inf}$ .....	122
速查表及曲線圖 16 - $b/b_w = \text{無限大}$	

## Manual de Betão Armado

### 鋼筋混凝土手冊

#### volume I - esforços normais e de flexão

第一冊 軸力及彎曲篇

anexo 2 - flexão composta

附錄 2 複合彎曲

### Índice de Quadros, Tabelas e Ábacos

速查表、曲線圖及表目錄

	pág.
Quadro 1. Tabelas e Ábacos de Flexão Composta .....	129
表1 複合彎曲速查表及曲線圖之位置	
Quadro 2. Valores de Cálculo das Tensões de Rotura do Betão e do Aço .....	130
表2 混凝土強度設計值及鋼筋屈服應力設計值	
Quadro 3. Áreas e Massas de Varões .....	131
表3 鋼筋面積及質量	
<b>SECÇÕES RECTANGULARES DUPLAMENTE ARMADAS</b> .....	134
雙鋼筋矩形斷面	
Tabela e Ábaco 17 - A235 - $A'/A = 0,0$ - $a/h = 0,05$ .....	134
速查表及曲線圖 17 - A235 - $A'/A = 0,0$ - $a/h = 0,05$	

<b>Tabela e Ábaco 18 - A235 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,10</b> .....	<b>140</b>
速查表及曲線圖 18 - A235 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 19 - A235 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,15</b> .....	<b>146</b>
速查表及曲線圖 19 - A235 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 20 - A235 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,05</b> .....	<b>152</b>
速查表及曲線圖 20 - A235 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 21 - A235 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,10</b> .....	<b>158</b>
速查表及曲線圖 21 - A235 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 22 - A235 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,15</b> .....	<b>164</b>
速查表及曲線圖 22 - A235 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 23 - A235 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,05</b> .....	<b>170</b>
速查表及曲線圖 23 - A235 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 24 - A235 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,10</b> .....	<b>176</b>
速查表及曲線圖 24 - A235 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 25 - A235 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,15</b> .....	<b>182</b>
速查表及曲線圖 25 - A235 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 26 - A235 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,05</b> .....	<b>188</b>
速查表及曲線圖 26 - A235 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 27 - A235 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,10</b> .....	<b>194</b>
速查表及曲線圖 27 - A235 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 28 - A235 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,15</b> .....	<b>200</b>
速查表及曲線圖 28 - A235 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 29 - A335 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,05</b> .....	<b>206</b>
速查表及曲線圖 29 - A335 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 30 - A335 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,10</b> .....	<b>212</b>
速查表及曲線圖 30 - A335 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 31 - A335 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,15</b> .....	<b>218</b>
速查表及曲線圖 31 - A335 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 32 - A335 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,05</b> .....	<b>224</b>
速查表及曲線圖 32 - A335 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 33 - A335 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,10</b> .....	<b>230</b>
速查表及曲線圖 33 - A335 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 34 - A335 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,15</b> .....	<b>236</b>
速查表及曲線圖 34 - A335 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 35 - A335 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,05</b> .....	<b>242</b>
速查表及曲線圖 35 - A335 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 36 - A335 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,10</b> .....	<b>248</b>
速查表及曲線圖 36 - A335 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 37 - A335 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,15</b> .....	<b>254</b>
速查表及曲線圖 37 - A335 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,15	



<b>Tabela e Ábaco 38 - A335 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,05</b> .....	<b>260</b>
速查表及曲線圖 38 - A335 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 39 - A335 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,10</b> .....	<b>266</b>
速查表及曲線圖 39 - A335 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 40 - A335 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,15</b> .....	<b>272</b>
速查表及曲線圖 40 - A335 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 41 - A400 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,05</b> .....	<b>278</b>
速查表及曲線圖 41 - A400 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 42 - A400 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,10</b> .....	<b>284</b>
速查表及曲線圖 42 - A400 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 43 - A400 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,15</b> .....	<b>290</b>
速查表及曲線圖 43 - A400 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 44 - A400 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,05</b> .....	<b>296</b>
速查表及曲線圖 44 - A400 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 45 - A400 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,10</b> .....	<b>302</b>
速查表及曲線圖 45 - A400 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 46 - A400 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,15</b> .....	<b>308</b>
速查表及曲線圖 46 - A400 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 47 - A400 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,05</b> .....	<b>314</b>
速查表及曲線圖 47 - A400 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 48 - A400 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,10</b> .....	<b>320</b>
速查表及曲線圖 48 - A400 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 49 - A400 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,15</b> .....	<b>326</b>
速查表及曲線圖 49 - A400 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 50 - A400 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,05</b> .....	<b>332</b>
速查表及曲線圖 50 - A400 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 51 - A400 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,10</b> .....	<b>338</b>
速查表及曲線圖 51 - A400 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 52 - A400 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,15</b> .....	<b>344</b>
速查表及曲線圖 52 - A400 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 53 - A500 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,05</b> .....	<b>350</b>
速查表及曲線圖 53 - A500 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 54 - A500 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,10</b> .....	<b>356</b>
速查表及曲線圖 54 - A500 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,10	
<b>Tabela e Ábaco 55 - A500 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,15</b> .....	<b>362</b>
速查表及曲線圖 55 - A500 - A'/A = 0,0 - a/h = 0,15	
<b>Tabela e Ábaco 56 - A500 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,05</b> .....	<b>368</b>
速查表及曲線圖 56 - A500 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,05	
<b>Tabela e Ábaco 57 - A500 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,10</b> .....	<b>374</b>
速查表及曲線圖 57 - A500 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,10	

Tabela e Ábaco 58 - A500 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,15.....	380
速查表及曲線圖 58 - A500 - A'/A = 0,5 - a/h = 0,15	
Tabela e Ábaco 59 - A500 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,05.....	386
速查表及曲線圖 59 - A500 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,05	
Tabela e Ábaco 60 - A500 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,10.....	392
速查表及曲線圖 60 - A500 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,10	
Tabela e Ábaco 61 - A500 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,15.....	398
速查表及曲線圖 61 - A500 - A'/A = 1,0 - a/h = 0,15	
Tabela e Ábaco 62 - A500 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,05.....	404
速查表及曲線圖 62 - A500 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,05	
Tabela e Ábaco 63 - A500 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,10.....	410
速查表及曲線圖 63 - A500 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,10	
Tabela e Ábaco 64 - A500 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,15.....	416
速查表及曲線圖 64 - A500 - A'/A = 2,0 - a/h = 0,15	

## SECÇÕES CIRCULARES CHEIAS..... 424

實心圓形斷面

Ábaco 65 - A235 - a/2r = 0,05.....	424
曲線圖 65 - A235 - a/2r = 0,05	
Ábaco 66 - A235 - a/2r = 0,10.....	426
曲線圖 66 - A235 - a/2r = 0,10	
Ábaco 67 - A235 - a/2r = 0,15.....	428
曲線圖 67 - A235 - a/2r = 0,15	
Ábaco 68 - A335 - a/2r = 0,05.....	430
曲線圖 68 - A335 - a/2r = 0,05	
Ábaco 69 - A335 - a/2r = 0,10.....	432
曲線圖 69 - A335 - a/2r = 0,10	
Ábaco 70 - A335 - a/2r = 0,15.....	434
曲線圖 70 - A335 - a/2r = 0,15	
Ábaco 71 - A400 - a/2r = 0,05.....	436
曲線圖 71 - A400 - a/2r = 0,05	
Ábaco 72 - A400 - a/2r = 0,10.....	438
曲線圖 72 - A400 - a/2r = 0,10	
Ábaco 73 - A400 - a/2r = 0,15.....	440
曲線圖 73 - A400 - a/2r = 0,15	
Ábaco 74 - A500 - a/2r = 0,05.....	442
曲線圖 74 - A500 - a/2r = 0,05	
Ábaco 75 - A500 - a/2r = 0,10.....	444
曲線圖 75 - A500 - a/2r = 0,10	

Ábaco 76 - A500 - $a/2r = 0,15$ .....	446
曲線圖 76 - A500 - $a/2r = 0,15$	

**SECÇÕES CIRCULARES OCAS** ..... 450  
 空心圓形斷面

Ábaco 77 - A235 - $ri/r = 0,58$ .....	450
曲線圖 77 - A235 - $ri/r = 0,58$	
Ábaco 78 - A235 - $ri/r = 0,64$ .....	452
曲線圖 78 - A235 - $ri/r = 0,64$	
Ábaco 79 - A235 - $ri/r = 0,70$ .....	454
曲線圖 79 - A235 - $ri/r = 0,70$	
Ábaco 80 - A235 - $ri/r = 0,76$ .....	456
曲線圖 80 - A235 - $ri/r = 0,76$	
Ábaco 81 - A235 - $ri/r = 0,82$ .....	458
曲線圖 81 - A235 - $ri/r = 0,82$	
Ábaco 82 - A235 - $ri/r = 0,88$ .....	460
曲線圖 82 - A235 - $ri/r = 0,88$	
Ábaco 83 - A235 - $ri/r = 0,94$ .....	462
曲線圖 83 - A235 - $ri/r = 0,94$	
Ábaco 84 - A335 - $ri/r = 0,58$ .....	464
曲線圖 84 - A335 - $ri/r = 0,58$	
Ábaco 85 - A335 - $ri/r = 0,64$ .....	466
曲線圖 85 - A335 - $ri/r = 0,64$	
Ábaco 86 - A335 - $ri/r = 0,70$ .....	468
曲線圖 86 - A335 - $ri/r = 0,70$	
Ábaco 87 - A335 - $ri/r = 0,76$ .....	470
曲線圖 87 - A335 - $ri/r = 0,76$	
Ábaco 88 - A335 - $ri/r = 0,82$ .....	472
曲線圖 88 - A335 - $ri/r = 0,82$	
Ábaco 89 - A335 - $ri/r = 0,88$ .....	474
曲線圖 89 - A335 - $ri/r = 0,88$	
Ábaco 90 - A335 - $ri/r = 0,94$ .....	476
曲線圖 90 - A335 - $ri/r = 0,94$	
Ábaco 91 - A400 - $ri/r = 0,58$ .....	478
曲線圖 91 - A400 - $ri/r = 0,58$	
Ábaco 92 - A400 - $ri/r = 0,64$ .....	480
曲線圖 92 - A400 - $ri/r = 0,64$	
Ábaco 93 - A400 - $ri/r = 0,70$ .....	482
曲線圖 93 - A400 - $ri/r = 0,70$	

Ábaco 94 - A400 - $ri/r = 0,76$ .....	484
曲線圖 94 - A400 - $ri/r = 0,76$	
Ábaco 95 - A400 - $ri/r = 0,82$ .....	486
曲線圖 95 - A400 - $ri/r = 0,82$	
Ábaco 96 - A400 - $ri/r = 0,88$ .....	488
曲線圖 96 - A400 - $ri/r = 0,88$	
Ábaco 97 - A400 - $ri/r = 0,94$ .....	490
曲線圖 97 - A400 - $ri/r = 0,94$	
Ábaco 98 - A500 - $ri/r = 0,58$ .....	492
曲線圖 98 - A500 - $ri/r = 0,58$	
Ábaco 99 - A500 - $ri/r = 0,64$ .....	494
曲線圖 99 - A500 - $ri/r = 0,64$	
Ábaco 100 - A500 - $ri/r = 0,70$ .....	496
曲線圖 100 - A500 - $ri/r = 0,70$	
Ábaco 101 - A500 - $ri/r = 0,76$ .....	498
曲線圖 101 - A500 - $ri/r = 0,76$	
Ábaco 102 - A500 - $ri/r = 0,82$ .....	500
曲線圖 102 - A500 - $ri/r = 0,82$	
Ábaco 103 - A500 - $ri/r = 0,88$ .....	502
曲線圖 103 - A500 - $ri/r = 0,88$	
Ábaco 104 - A500 - $ri/r = 0,94$ .....	504
曲線圖 104 - A500 - $ri/r = 0,94$	

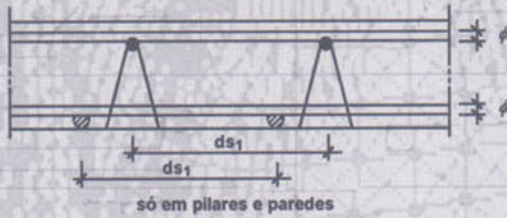
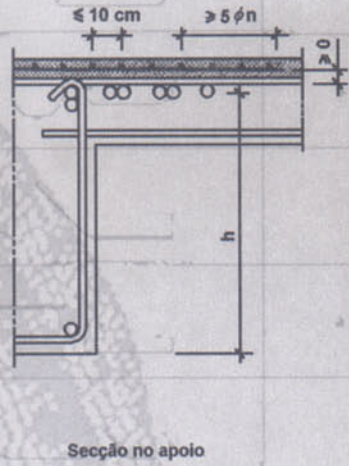
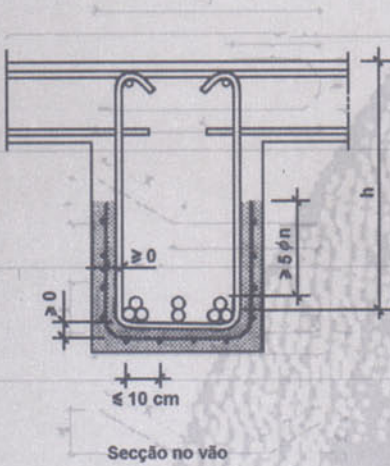


GOVERNO DE MACAU

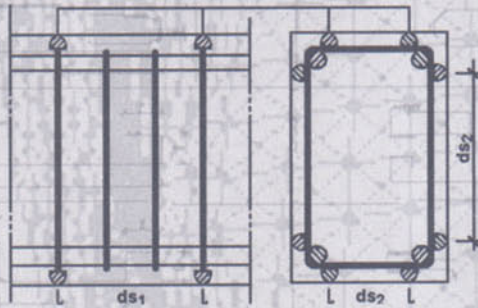
澳門政府

DIRECÇÃO DOS SERVIÇOS DE SOLOS,  
OBRAS PÚBLICAS E TRANSPORTES

土地工務運輸司



- $ds_1 <$
- $\phi$  8 - 40 cm
  - $\phi$  10 e  $\phi$  12 - 50 cm
  - $\phi$  16 e  $\phi$  20 - 100 cm
  - $\phi$  25 e  $\phi$  32 - 150 cm



- $ds_2 \geq$
- $\phi < 12$  - 100 cm
  - $\phi > 12$  - 130 cm
  - $\phi > 2$  por face

Anexo III - Flexão desviada

附錄 3 - 複合彎曲

VOLUME 1

第一冊

**MANUAL DE BETÃO ARMADO**

Esforços normais e de flexão

**鋼筋混凝土手冊**

軸力及彎曲篇

# Manual de Betão Armado

## 鋼筋混凝土手冊

### volume I - esforços normais e de flexão

第一冊 軸力及彎曲篇

anexo 3 - flexão desviada

附錄3 複合彎曲

### Índice de Quadros e Ábacos

速查表、曲線圖及表目錄

	pág.
Quadro 1. Ábacos de Flexão Desviada.....	9
表1 雙向彎曲速查表及曲線圖之位置	
Quadro 2. Valores de cálculo das tensões de rotura do betão e dos aços .....	10
表2 混凝土強度設計值及鋼筋屈服應力設計值	
Quadro 3. Áreas e Massas de Varões.....	11
表3 鋼筋面積及質量	
<b>SECÇÕES RECTANGULARES CHEIAS COM 4 VARÕES .....</b>	<b>14</b>
實心矩形斷面配筋採 4 根鋼筋	
Ábaco 105 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	14
曲線圖 105 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 106 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	22
曲線圖 106 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	
Ábaco 107 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	30
曲線圖 107 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 108 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	38
曲線圖 108 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	
Ábaco 109 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	46
曲線圖 109 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 110 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	54
曲線圖 110 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	
Ábaco 111 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	62
曲線圖 111 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 112 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	70
曲線圖 112 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	

**SECÇÕES RECTANGULARES CHEIAS COM ARMADURA 25-25..... 80**  
實心矩形斷面配筋採 25-25

Ábaco 113 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	80
曲線圖 113 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 114 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	88
曲線圖 114 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	
Ábaco 115 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	96
曲線圖 115 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 116 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	104
曲線圖 116 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	
Ábaco 117 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	112
曲線圖 117 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 118 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	120
曲線圖 118 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	
Ábaco 119 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	128
曲線圖 119 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 120 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	136
曲線圖 120 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	

**SECÇÕES RECTANGULARES CHEIAS COM ARMADURA 33 -17..... 146**  
實心矩形斷面配筋採 33-17

Ábaco 121 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	146
曲線圖 121 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 122 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	154
曲線圖 122 - A235 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	
Ábaco 123 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	162
曲線圖 123 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 124 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	170
曲線圖 124 - A335 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	
Ábaco 125 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	178
曲線圖 125 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 126 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	186
曲線圖 126 - A400 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	
Ábaco 127 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$ .....	194
曲線圖 127 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,05$	
Ábaco 128 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$ .....	202
曲線圖 128 - A500 - $a_1/h = a_2/b = 0,10$	

**SECÇÕES RECTANGULARES CHEIAS COM ARMADURA 40-10..... 212**  
**實心矩形斷面配筋採 40-10**

Ábaco 129 - A235 - $a1/h = a2/b = 0,05$ .....	212
曲線圖 129 - A235 - $a1/h = a2/b = 0,05$	
Ábaco 130 - A235 - $a1/h = a2/b = 0,10$ .....	220
曲線圖 130 - A235 - $a1/h = a2/b = 0,10$	
Ábaco 131 - A335 - $a1/h = a2/b = 0,05$ .....	228
曲線圖 131 - A335 - $a1/h = a2/b = 0,05$	
Ábaco 132 - A335 - $a1/h = a2/b = 0,10$ .....	236
曲線圖 132 - A335 - $a1/h = a2/b = 0,10$	
Ábaco 133 - A400 - $a1/h = a2/b = 0,05$ .....	244
曲線圖 133 - A400 - $a1/h = a2/b = 0,05$	
Ábaco 134 - A400 - $a1/h = a2/b = 0,10$ .....	252
曲線圖 134 - A400 - $a1/h = a2/b = 0,10$	
Ábaco 135 - A500 - $a1/h = a2/b = 0,05$ .....	260
曲線圖 135 - A500 - $a1/h = a2/b = 0,05$	
Ábaco 136 - A500 - $a1/h = a2/b = 0,10$ .....	268
曲線圖 136 - A500 - $a1/h = a2/b = 0,10$	

**SECÇÕES RECTANGULARES OCAS COM ARMADURA 125-375..... 278**  
**中空矩形斷面配筋採 125-375**

Ábaco 137 - A235 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$ .....	278
曲線圖 137 - A235 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$	
Ábaco 138 - A235 - $t1/h = t2/b = 0,10$ .....	286
曲線圖 138 - A235 - $t1/h = t2/b = 0,10$	
Ábaco 139 - A335 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$ .....	294
曲線圖 139 - A335 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$	
Ábaco 140 - A335 - $t1/h = t2/b = 0,10$ .....	302
曲線圖 140 - A335 - $t1/h = t2/b = 0,10$	
Ábaco 141 - A400 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$ .....	310
曲線圖 141 - A400 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$	
Ábaco 142 - A400 - $t1/h = t2/b = 0,10$ .....	318
曲線圖 142 - A400 - $t1/h = t2/b = 0,10$	
Ábaco 143 - A500 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$ .....	326
曲線圖 143 - A500 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$	
Ábaco 144 - A500 - $t1/h = t2/b = 0,10$ .....	334
曲線圖 144 - A500 - $t1/h = t2/b = 0,10$	



**SECÇÕES RECTANGULARES OCAS COM ARMADURA 40-10.....476**

中空矩形断面配筋採 40-10

Ábaco 161 - A235 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$ .....	476
曲線圖 161 - A235 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$	
Ábaco 162 - A235 - $t1/h = t2/b = 0,10$ .....	484
曲線圖 162 - A235 - $t1/h = t2/b = 0,10$	
Ábaco 163 - A335 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$ .....	492
曲線圖 163 - A335 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$	
Ábaco 164 - A335 - $t1/h = t2/b = 0,10$ .....	500
曲線圖 164 - A335 - $t1/h = t2/b = 0,10$	
Ábaco 165 - A400 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$ .....	508
曲線圖 165 - A400 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$	
Ábaco 166 - A400 - $t1/h = t2/b = 0,10$ .....	516
曲線圖 166 - A400 - $t1/h = t2/b = 0,10$	
Ábaco 167 - A500 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$ .....	524
曲線圖 167 - A500 - $t1/h = 0,06 - t2/b = 0,12$	
Ábaco 168 - A500 - $t1/h = t2/b = 0,10$ .....	532
曲線圖 168 - A500 - $t1/h = t2/b = 0,10$	

**SECÇÕES RECTANGULARES OCAS COM ARMADURA 17-33.....344**

**中空矩形斷面配筋採 17-33**

Ábaco 145 - A235 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$ .....	344
曲線圖 145 - A235 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$	
Ábaco 146 - A235 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$ .....	352
曲線圖 146 - A235 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$	
Ábaco 147 - A335 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$ .....	360
曲線圖 147 - A335 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$	
Ábaco 148 - A335 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$ .....	368
曲線圖 148 - A335 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$	
Ábaco 149 - A400 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$ .....	376
曲線圖 149 - A400 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$	
Ábaco 150 - A400 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$ .....	384
曲線圖 150 - A400 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$	
Ábaco 151 - A500 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$ .....	392
曲線圖 151 - A500 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$	
Ábaco 152 - A500 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$ .....	400
曲線圖 152 - A500 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$	

**SECÇÕES RECTANGULARES OCAS COM ARMADURA 25-25..... 410**

**中空矩形斷面配筋採 25-25**

Ábaco 153 - A235 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$ .....	410
曲線圖 153 - A235 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$	
Ábaco 154 - A235 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$ .....	418
曲線圖 154 - A235 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$	
Ábaco 155 - A335 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$ .....	426
曲線圖 155 - A335 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$	
Ábaco 156 - A335 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$ .....	434
曲線圖 156 - A335 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$	
Ábaco 157 - A400 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$ .....	442
曲線圖 157 - A400 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$	
Ábaco 158 - A400 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$ .....	450
曲線圖 158 - A400 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$	
Ábaco 159 - A500 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$ .....	458
曲線圖 159 - A500 - $t_1/h = 0,06 - t_2/b = 0,12$	
Ábaco 160 - A500 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$ .....	466
曲線圖 160 - A500 - $t_1/h = t_2/b = 0,10$	

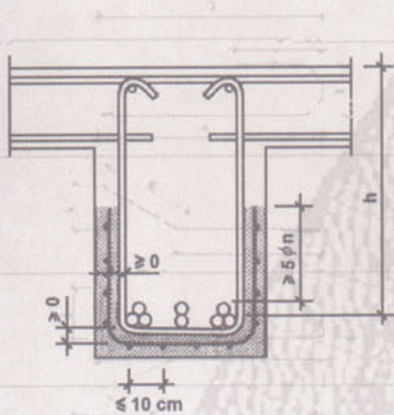


GOVERNO DE MACAU

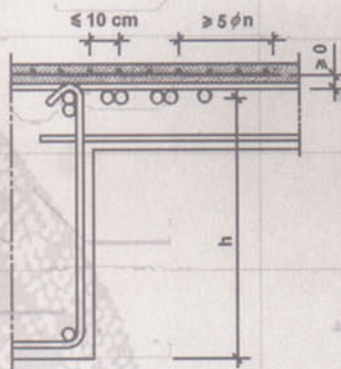
澳門政府

DIRECÇÃO DOS SERVIÇOS DE SOLOS,  
OBRAS PÚBLICAS E TRANSPORTES

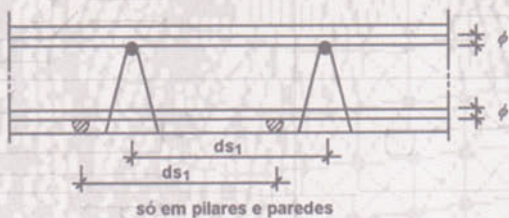
土地工務運輸司



Secção no vão

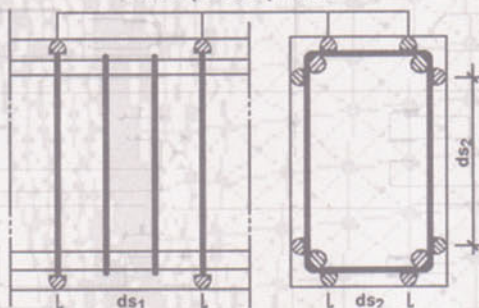


Secção no apoio



só em pilares e paredes

- |          |                       |          |
|----------|-----------------------|----------|
| $ds_1 <$ | $\phi$ 8              | - 40 cm  |
|          | $\phi$ 10 e $\phi$ 12 | - 50 cm  |
|          | $\phi$ 16 e $\phi$ 20 | - 100 cm |
|          | $\phi$ 25 e $\phi$ 32 | - 150 cm |



- |          |                      |
|----------|----------------------|
| $ds_2 >$ | $\phi < 12$ - 100 cm |
|          | $\phi > 12$ - 130 cm |
|          | $\phi > 2$ por face  |

# MANUAL DE BETÃO ARMADO

Esforços transversos, de punção e de torção

## 鋼筋混凝土手冊

剪力，衝切力及扭力篇

# Manual de Betão Armado

volume II - esforços transverso, de punçoamento e de torção

## Índice do Texto

	pág.
CAPÍTULO I - ESFORÇO TRANSVERSO .....	11
I.1 Generalidades. Verificação da segurança.....	11
I.2 O termo $V_{Rd1}$ .....	12
I.3 O termo $V_{Rd2}$ .....	14
I.4 O termo $V_{Rd3}$ .....	15
I.5 O termo $V_{wd}$ .....	15
CAPÍTULO II - DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS .....	17
II.1 Amarração de cintas e de armaduras de esforço transverso .....	17
II.2 Armadura de esforço transverso de vigas.....	18
II.3 Percentagem de armadura de esforço transverso de vigas .....	18
II.4 Espaçamento dos estribos de vigas.....	19
II.5 Armadura de esforço transverso de lajes.....	19
II.6 Armadura transversal de pilares .....	20
CAPÍTULO III - TABELAS ELABORADAS.....	23
CAPÍTULO IV - APLICAÇÕES.....	27
IV.1 Regras para utilização das tabelas.....	27
IV.2 Exemplos.....	31
CAPÍTULO V - PUNÇOAMENTO .....	39
V.1 Verificação da segurança .....	39
V.2 O termo $v_{Sd}$ .....	39
V.3 Contorno crítico .....	42
V.4 O termo $v_{Rd}$ .....	44
V.5 Casos especiais .....	46
CAPÍTULO VI - DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS.....	49
CAPÍTULO VII - APLICAÇÕES.....	51
VII.1 Tabelas elaboradas .....	51

VII.2 Exemplos.....	52
CAPÍTULO VIII - TORÇÃO .....	57
VIII.1 Verificação da segurança .....	57
VIII.2 Os termos $T_{Rd1}$ e $T_{Rd2}$ .....	57
VIII.3 Esforço de torção associado a flexão ou a esforço transverso .....	59
CAPÍTULO IX - DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS .....	61
CAPÍTULO X - APLICAÇÕES .....	63
X.1 Tabelas elaboradas .....	63
X.2 Exemplo .....	64
CAPÍTULO XI - SIMBOLOGIA .....	65

# Manual de Betão Armado

volume II - esforços transversos, de punçoamento e de torção

## Índice de Quadros

	pág.
Quadro 1. Valores de $\tau_{Rd}$ para diferentes classes de betão (Mpa).....	12
Quadro 2. Valores de $\tau_{Rd2}$ para diferentes classes de betão (Mpa).....	14
Quadro 3. Espaçamento dos estribos .....	19
Quadro 4. Resumo das disposições regulamentares (esforço transversos).....	24
Quadro 5. Esforço transversos absorvido por varões inclinados a 45° que atravessam uma possível fenda $V_{wd}$ (KN).....	25
Quadro 6. Coeficiente de momentos $n$ .....	45
Quadro 7. Resumo dos requisitos regulamentares para o punçoamento.....	51
Quadro 8. Resumo das disposições regulamentares (torção) .....	63

# Manual de Betão Armado

volume II - esforços transverso, de punçoamento e de torção

## Índice de Figuras

	pág.
Figura 1. Definição de $A_{sl}$ .....	13
Figura 2. Amarração de cintas .....	17
Figura 3. Aplicação das disposições sobre punçoamento em casos não normalizados .....	40
Figura 4. Contorno crítico de áreas carregadas afastadas de bordos livres .....	42
Figura 5. Contorno crítico de uma área carregada localizada junto de uma abertura .....	42
Figura 6. Contornos críticos junto de bordos livres .....	43
Figura 7. Momentos flectores e larguras efectivas .....	45
Figura 8 : Laje com capiteis em que $L_h < 1,5h_h$ .....	46
Figura 9 : Laje com capitel aumentado em que $L_h > 1,5(D + H_h)$ .....	47
Figura 10 : Armaduras de suspensão em lajes fungiformes aligeiradas com estribos nas nervuras .....	48
Figura 11 : Disposições possíveis da armadura de punçoamento.....	49