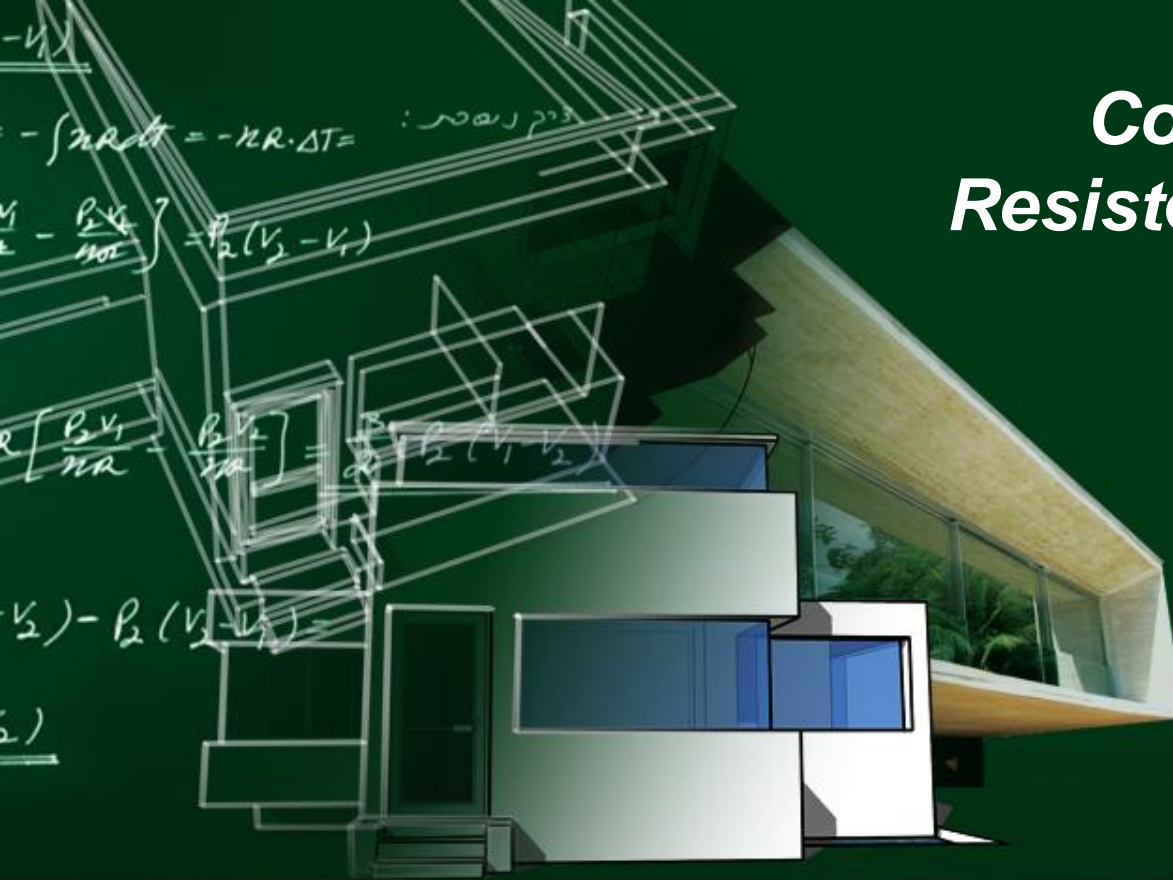


Concreto de Alta Resistência na NBR 6118

Fernando Stucchi
Prof. EPUSP
EGT Engenharia



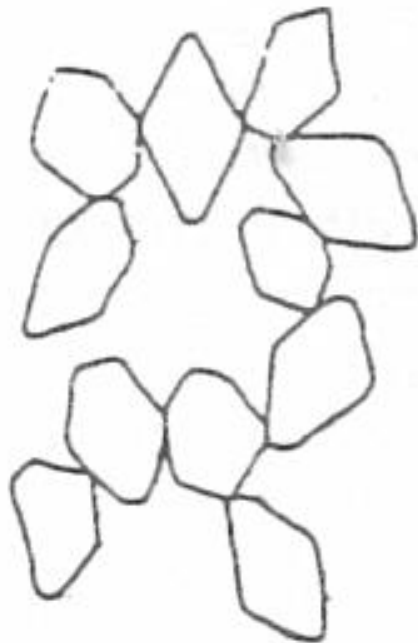
14° ENENECE 2011
Encontro Nacional de Engenharia e Consultoria Estrutural

As Normas Valorizando a Engenharia Estrutural

1. Caracterização do CAR

- Concreto de Resistência Normal – CRN – 20 a 50 Mpa
- Concreto de Alta Resistência – CAR – 50 a 120 Mpa
- Concreto de Alta Resistência na NBR6118 – 50 a 90 Mpa
- Concreto de Ultra Alta Resistência – acima de 150MPa
- Concretos acima de 90MPa – fora da NBR6118

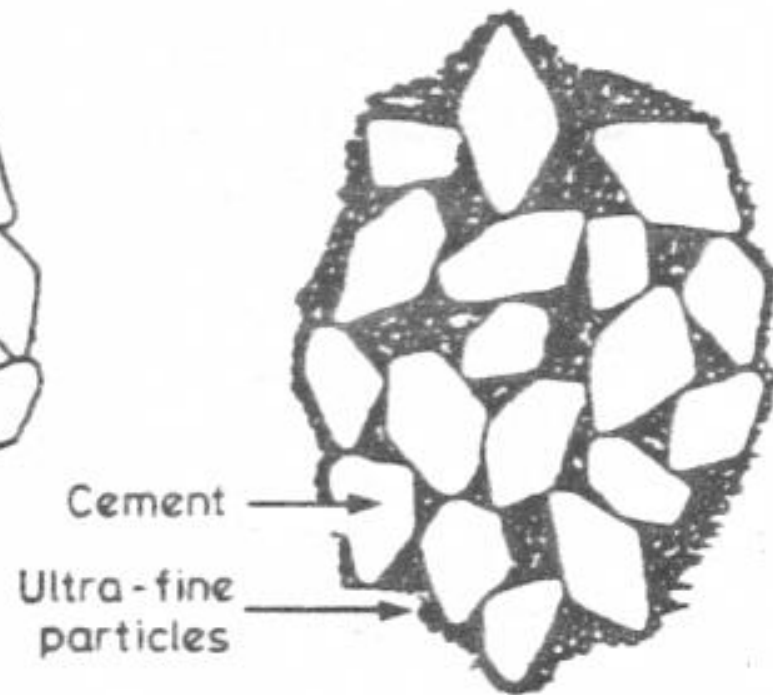
Cement paste



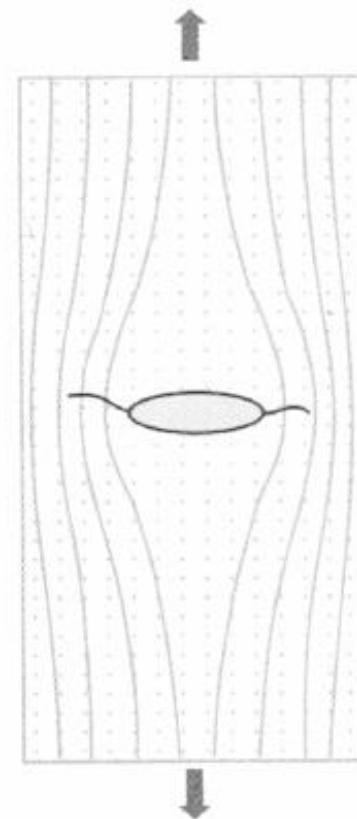
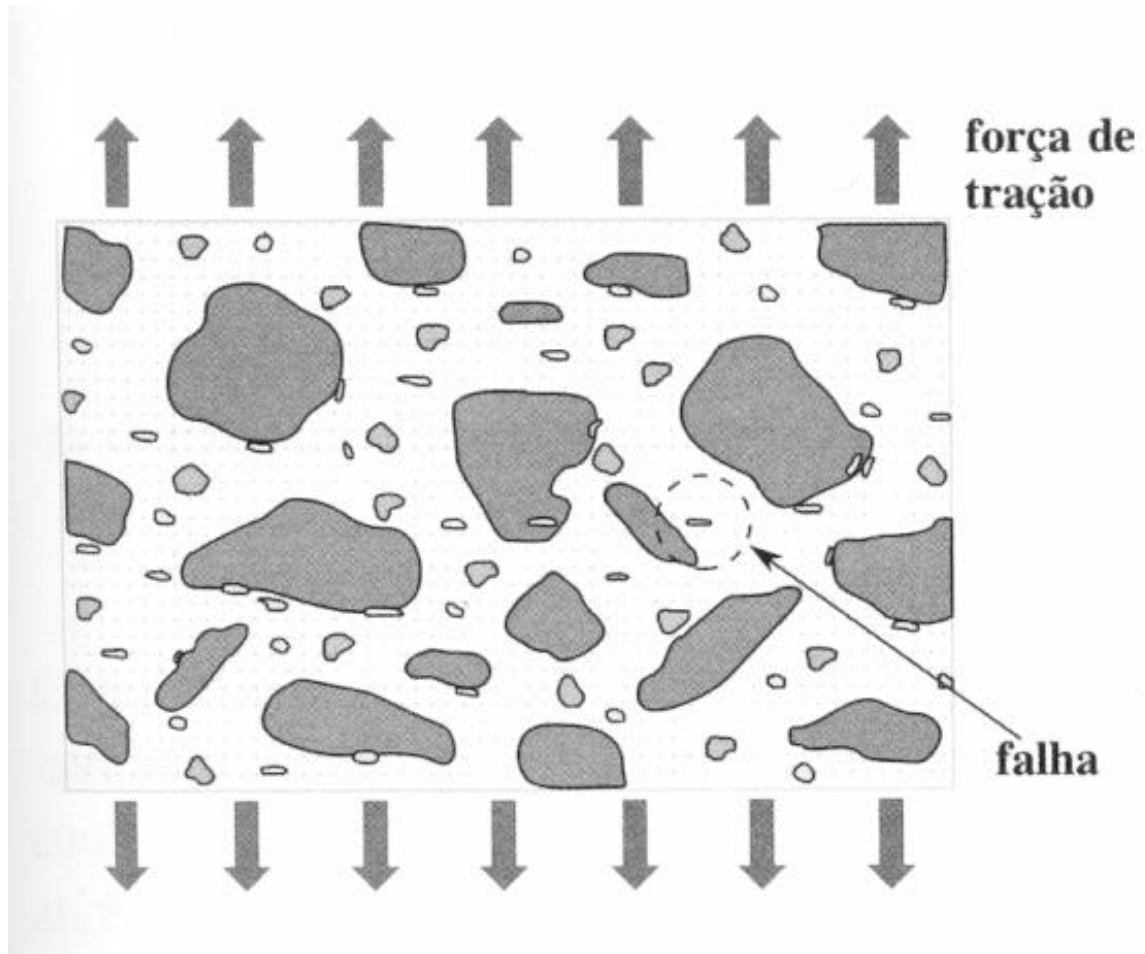
Superplastized cement paste

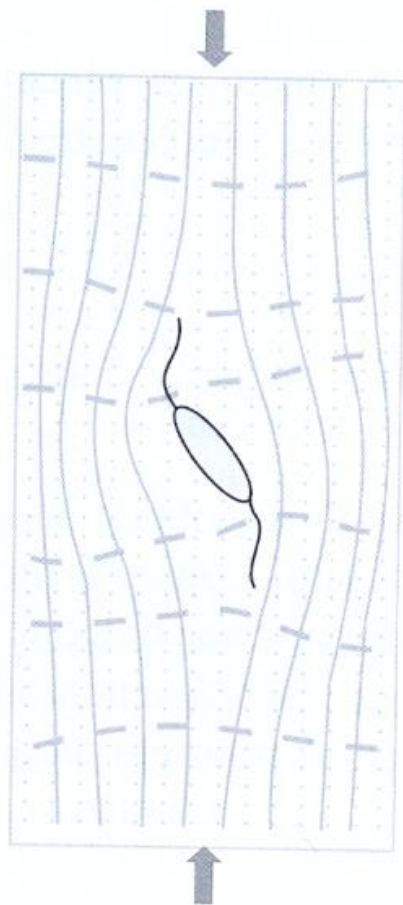


DSP - Paste

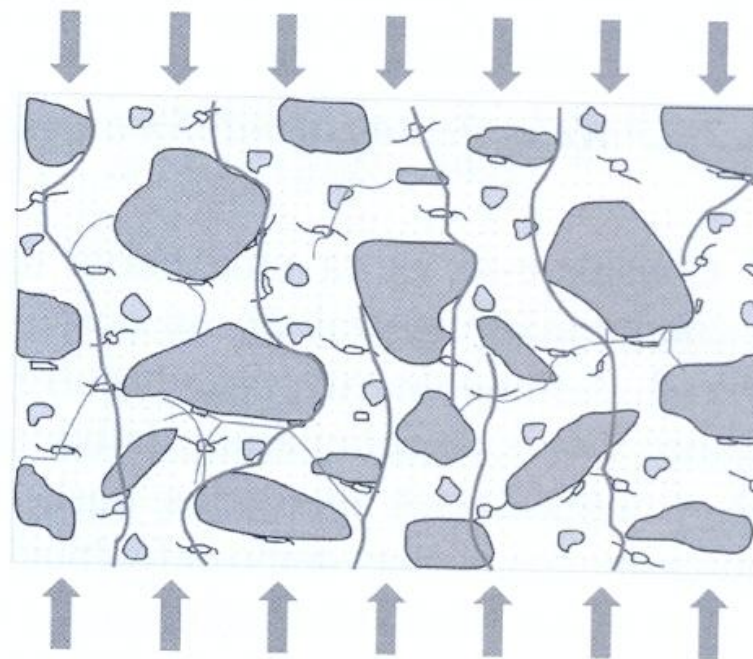


1. Caracterização do CAR – Resistência a Tração

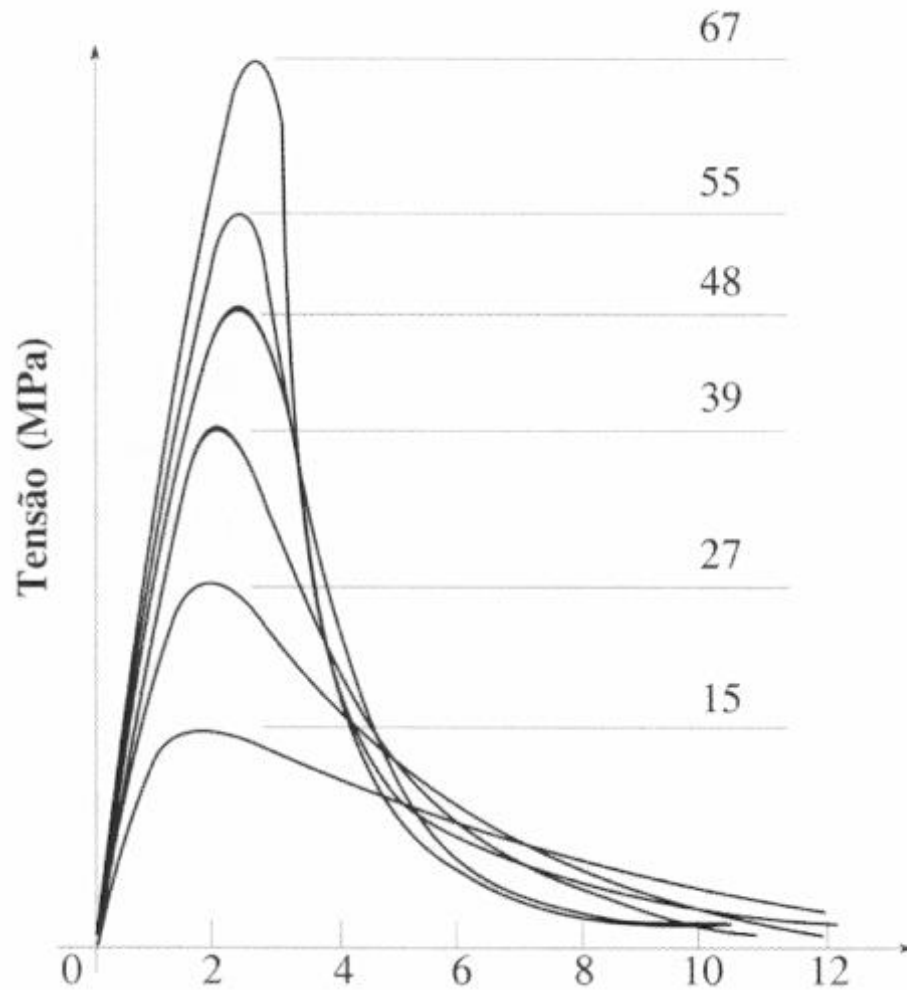




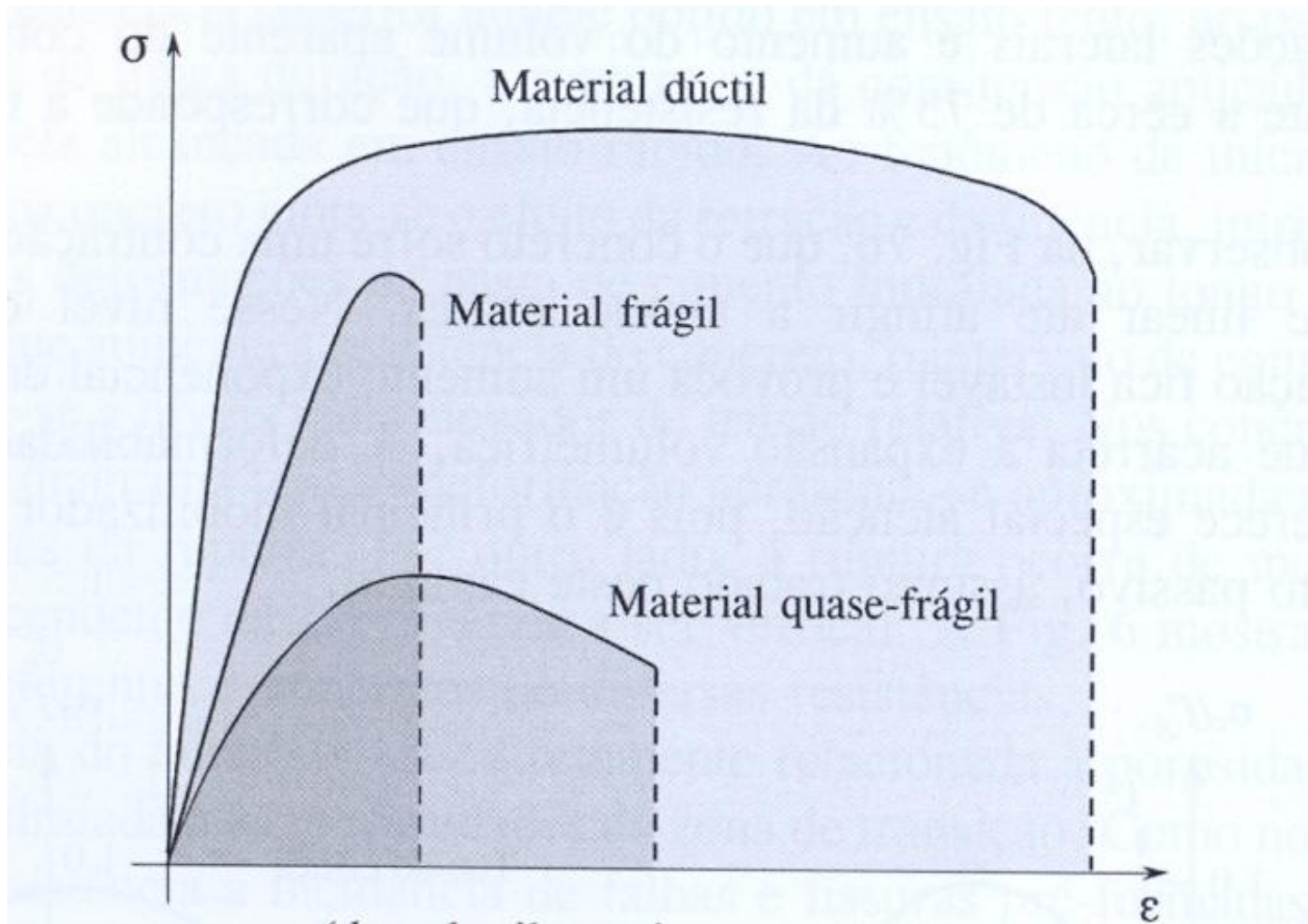
a) concentração de tensões de compressão no entorno de uma falha pré-formada.



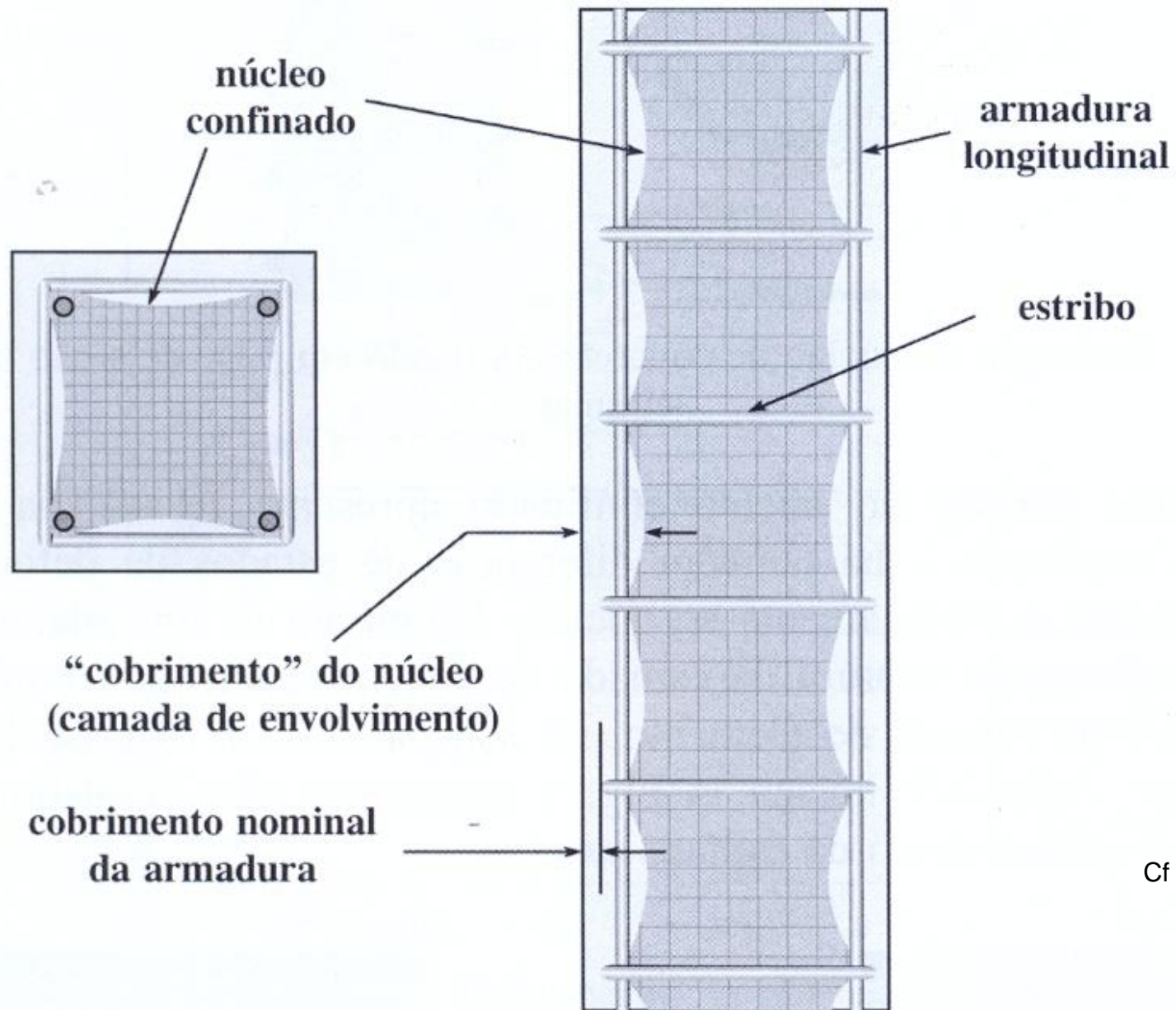
b) fraturamento do concreto submetido a forças de compressão.



1. Caracterização do CAR = Dutilidade

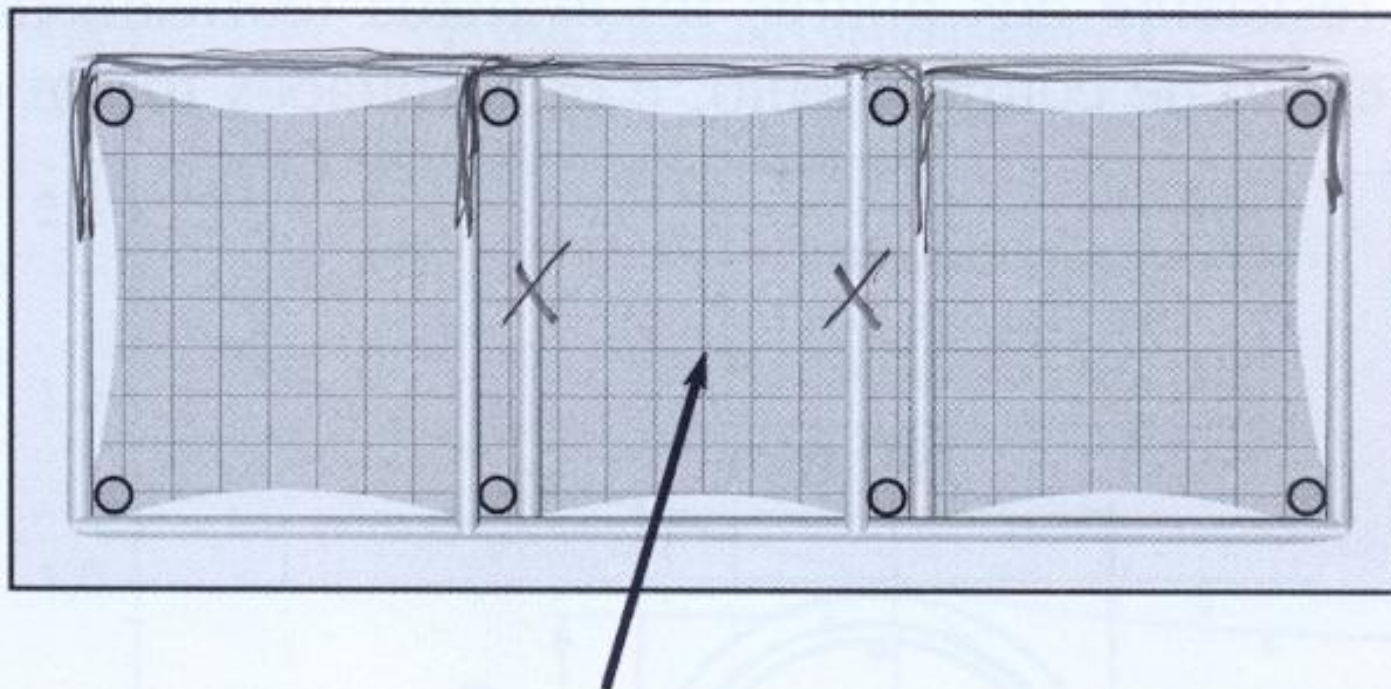


I. Caracterização do CAR – Confinamento pelos estribos



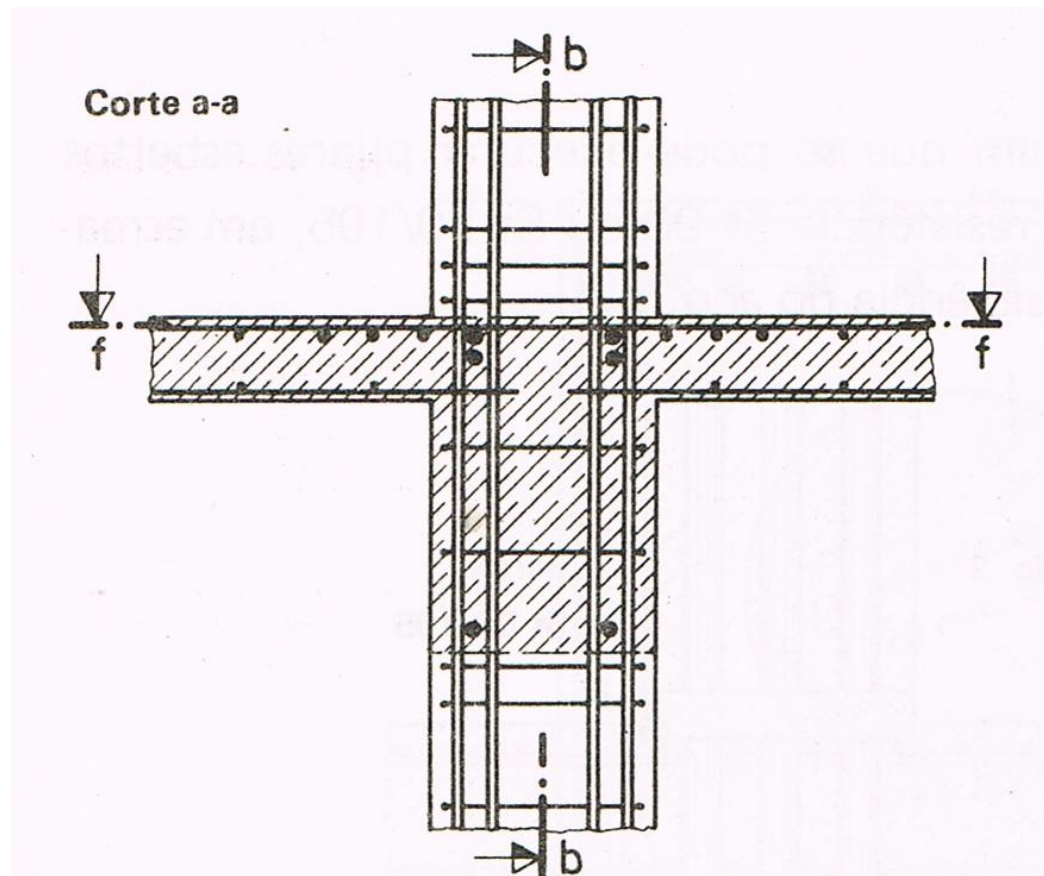
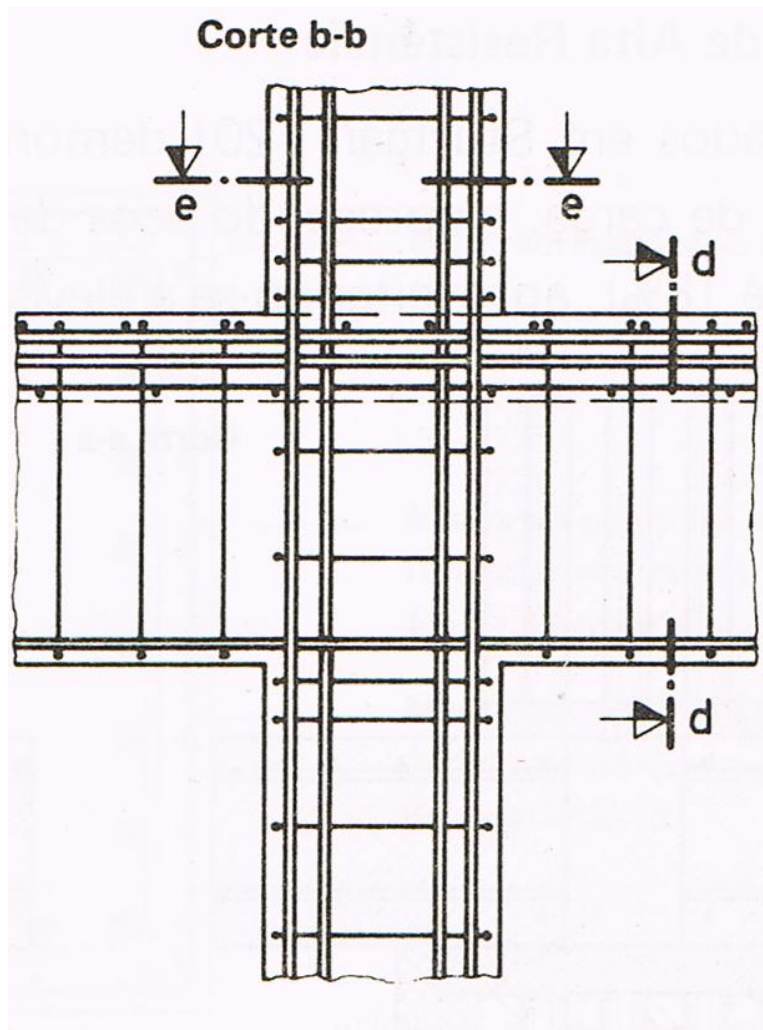
Cf – Hanai 2005

1. Caracterização do CAR – Confinamento pelos estribos



1. Caracterização do CAR = Confinamento pelos estribos

A necessidade dos estribos de pilar na altura das vigas fica ainda maior dada a maior fragilidade dos concretos de alta resistência



$$\sigma_c = f_{cd} \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c2}} \right)^n \right] \quad \text{for } 0 \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{c2}$$

$$\sigma_c = f_{cd} \quad \text{for } \varepsilon_{c2} \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu2}$$

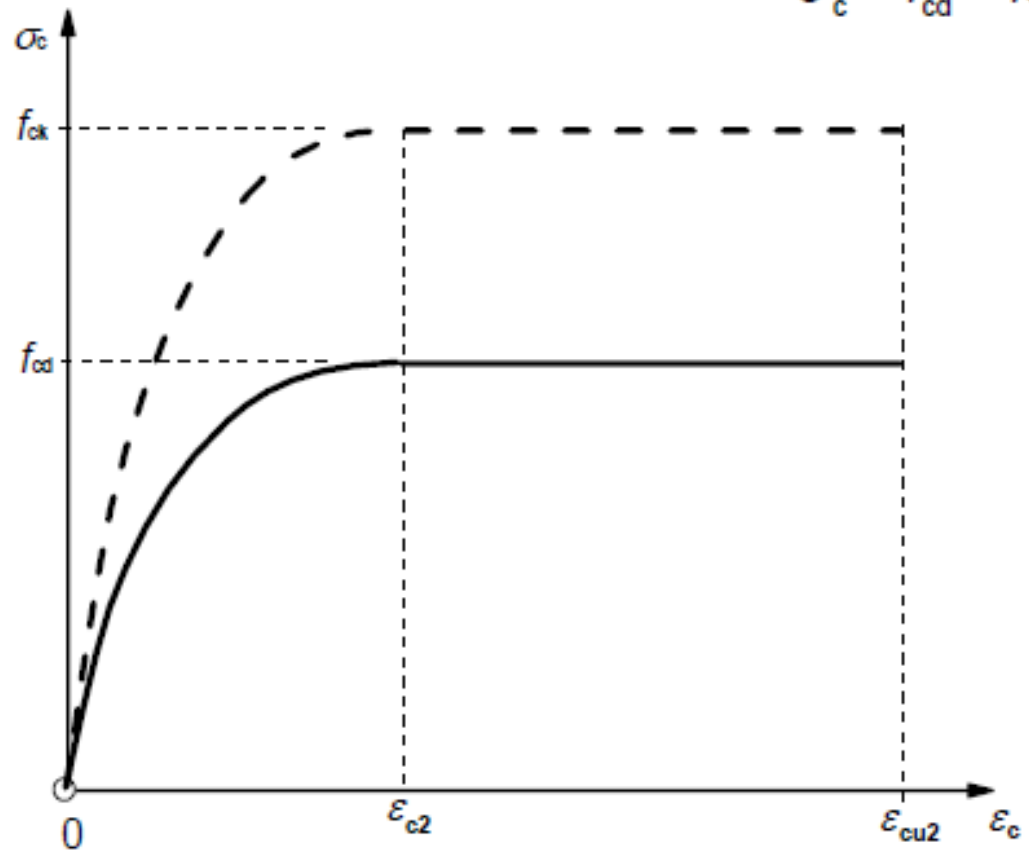


Figure 3.3: Parabola-rectangle diagram for concrete under compression.

Strength classes for concrete

f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98
f_{ctm} (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
$f_{ctk,0,05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5
$f_{ctk,0,95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44
ϵ_{c1} (‰)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8
ϵ_{cu1} (‰)	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8
ϵ_{c2} (‰)	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
ϵ_{cu2} (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4

Módulo de Elasticidade E_{cs}

NBR 6118

f_{ck} até 50MPa $E_{ci} = 5600(f_{ck})^{1/2}$ $E_{cs} = 4800(f_{ck})^{1/2}$ $E_{cs} = 0,85 \cdot E_{ci}$

f_{ck} acima 50MPa $E_{ci} = 9000(f_{ck})^{1/3}$ $E_{cs} = 8600(f_{ck})^{1/3}$ $E_{cs} = 0,95 \cdot E_{ci}$

f_{ck}	20	30	40	50	60	70	80	90
$4,8(f_{ck})^{1/2}$	21,47	26,29	30,36	33,94	37,18	40,16	42,93	45,54
$8,6(f_{ck})^{1/3}$	23,34	26,72	29,41	31,68	33,67	35,44	37,06	38,54
EC2/FIB	23	27	31	35	37	39	40	41

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} \quad \text{concrete grades } \leq \text{C50}$$

$$f_{ctm} = 2.12 \cdot \ln(1 + 0.1 \cdot (f_{ck} + \Delta f)) \quad \text{concrete grades } > \text{C50}$$

$$\Delta f = 8 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk,min} = 0.7 \cdot f_{ctm}$$

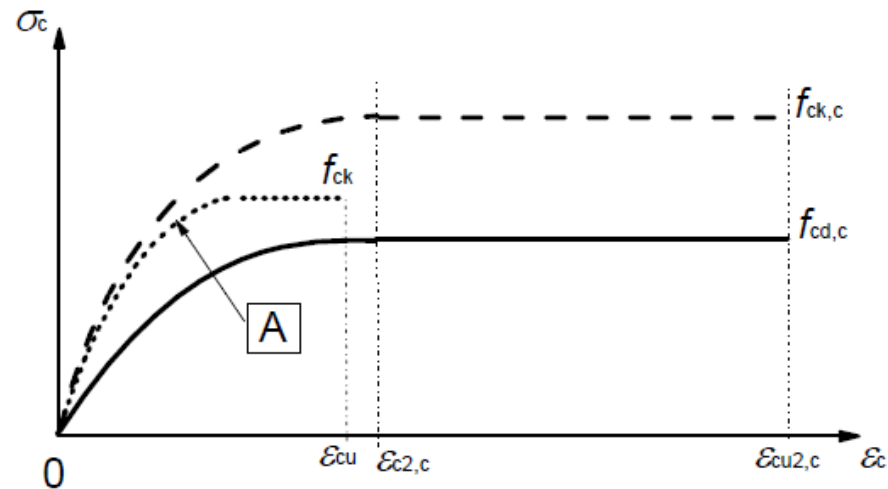
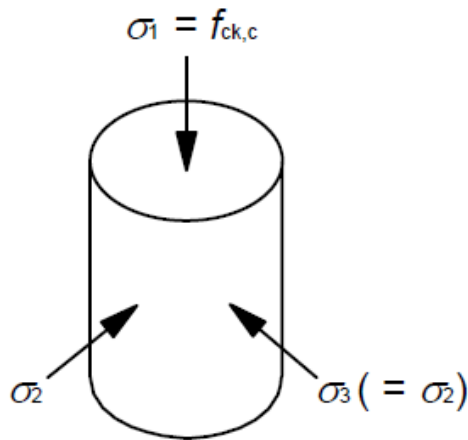
$$f_{ctk,max} = 1.3 \cdot f_{ctm}$$

$$f_{ck,c} = f_{ck} (1,000 + 5,0 \sigma_2/f_{ck}) \quad \text{for } \sigma_2 \leq 0,05f_{ck}$$

$$f_{ck,c} = f_{ck} (1,125 + 2,50 \sigma_2/f_{ck}) \quad \text{for } \sigma_2 > 0,05f_{ck}$$

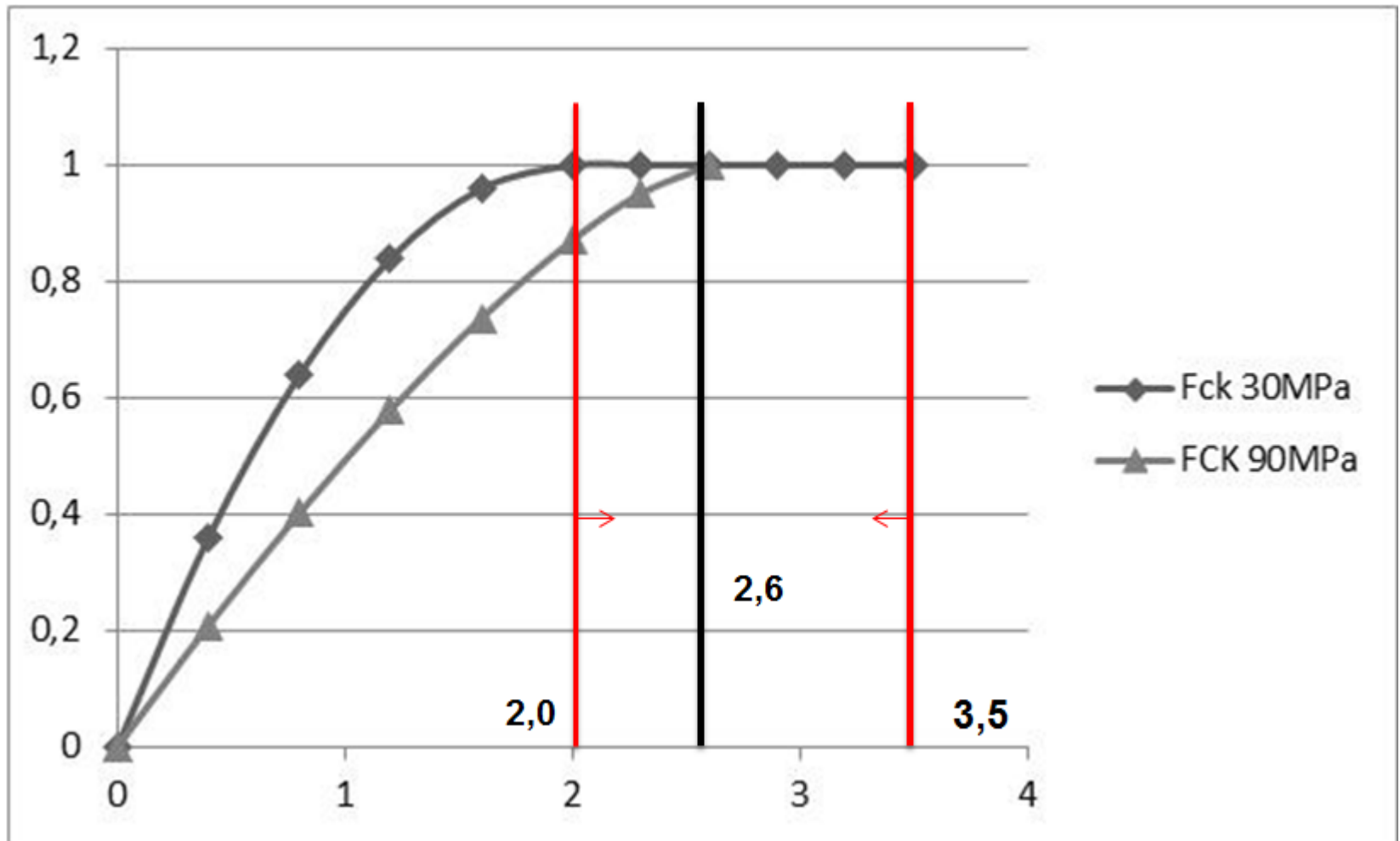
$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} (f_{ck,c}/f_{ck})^2$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,2 \sigma_2/f_{ck}$$

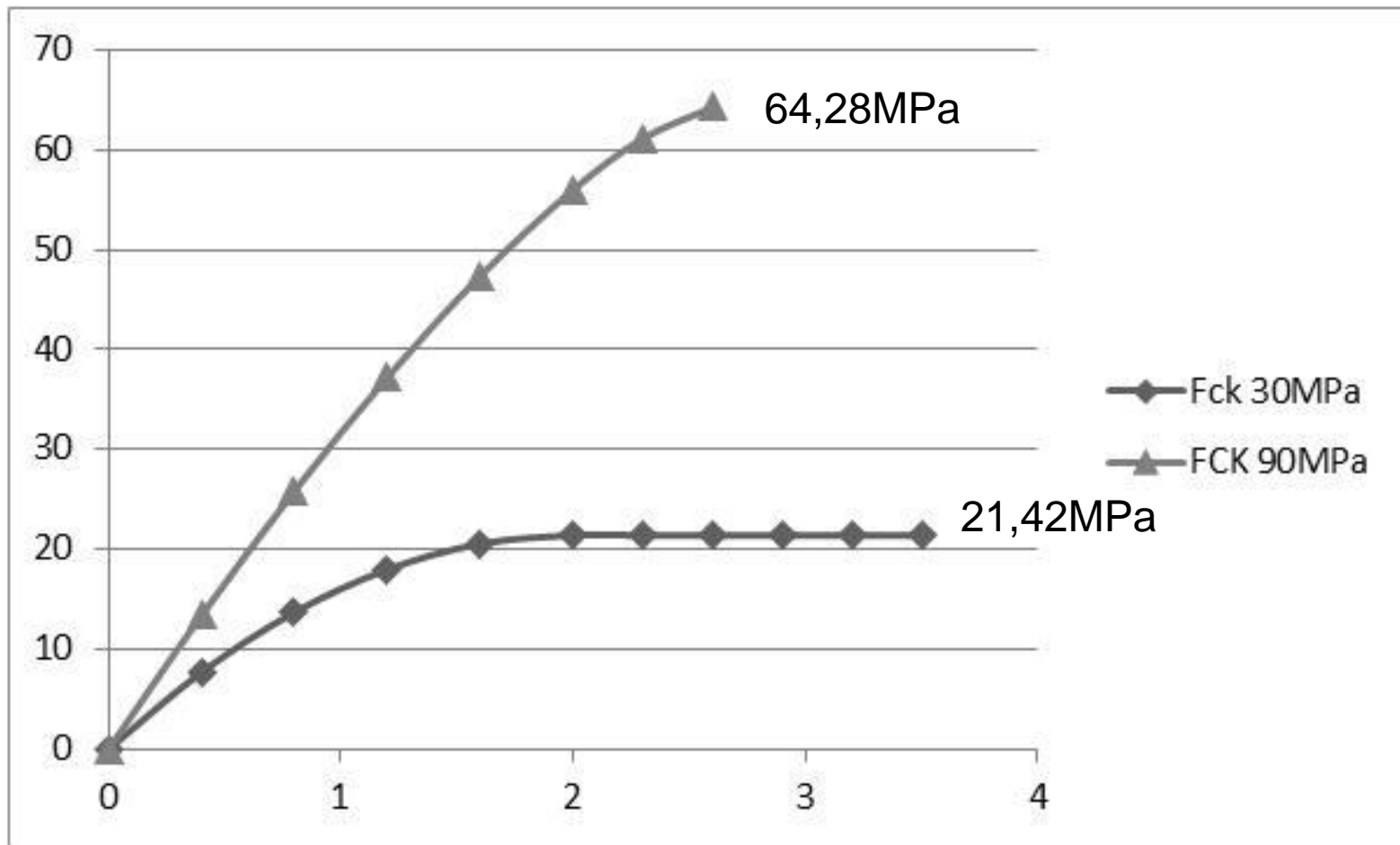


A - unconfined

2. Sollicitações Normais – Parábola Retângulo de 30 para 90 MPa



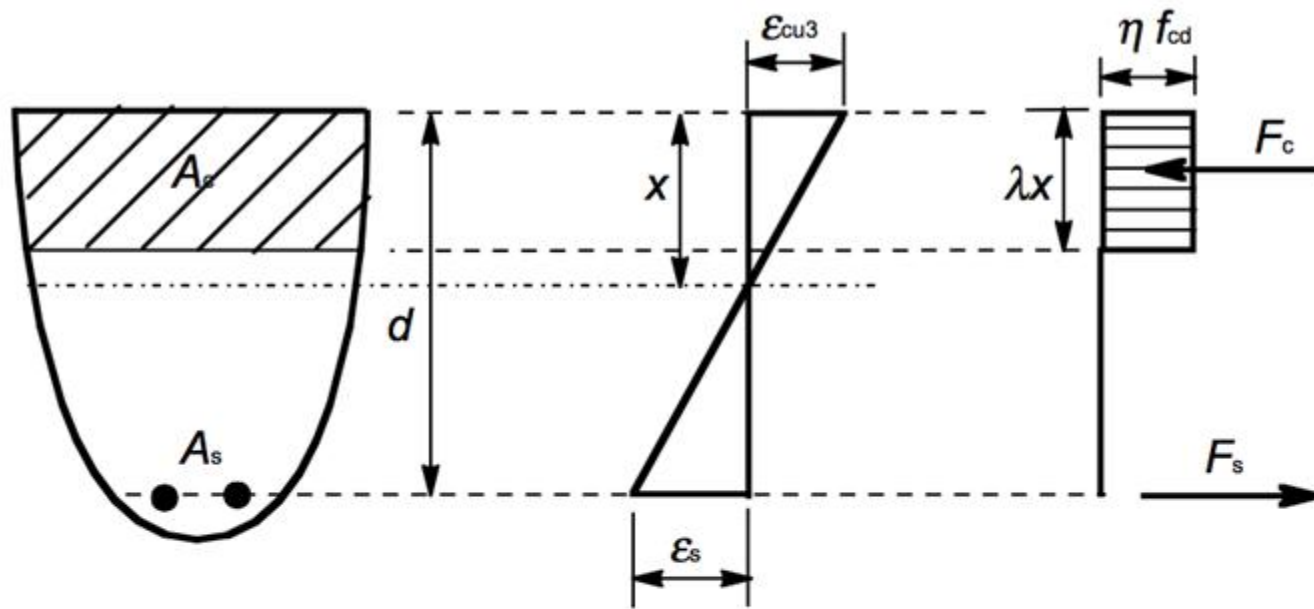
2. Sollicitações Normais – Parábola-Retângulo de 30 para 90 MPa



NBR6118 exige 0,85 por conta do efeito Rusch

EC2 e FIBMC aceitam eliminá-lo ??????????????

2. Solicitações Normais – Diagrama Retangular



$$\lambda = 0,8$$

for $f_{ck} \leq 50$ MPa

$$\lambda = 0,8 - (f_{ck} - 50) / 400$$

for $50 < f_{ck} \leq 90$ MPa

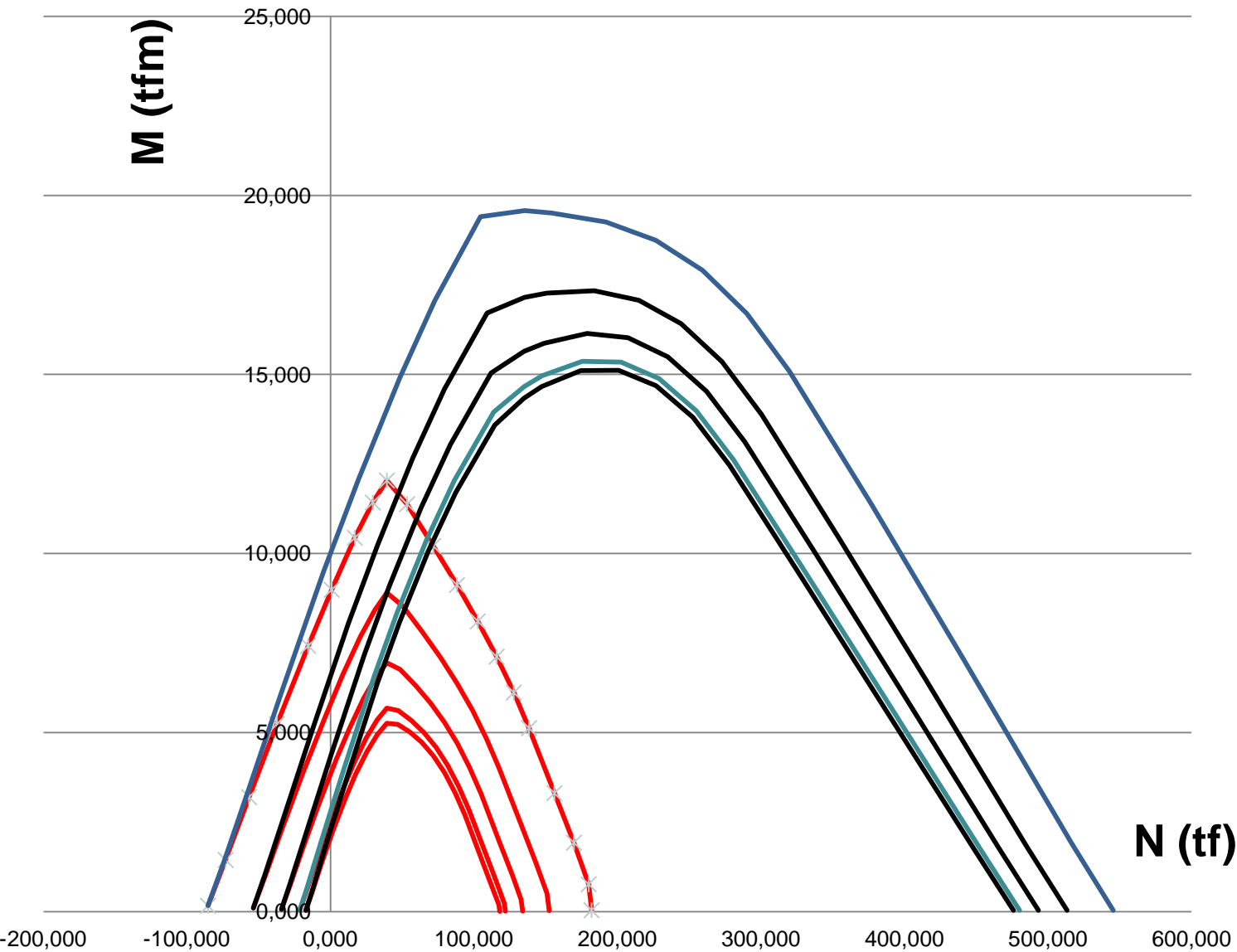
$$\eta = 0,85$$

for $f_{ck} \leq 50$ MPa

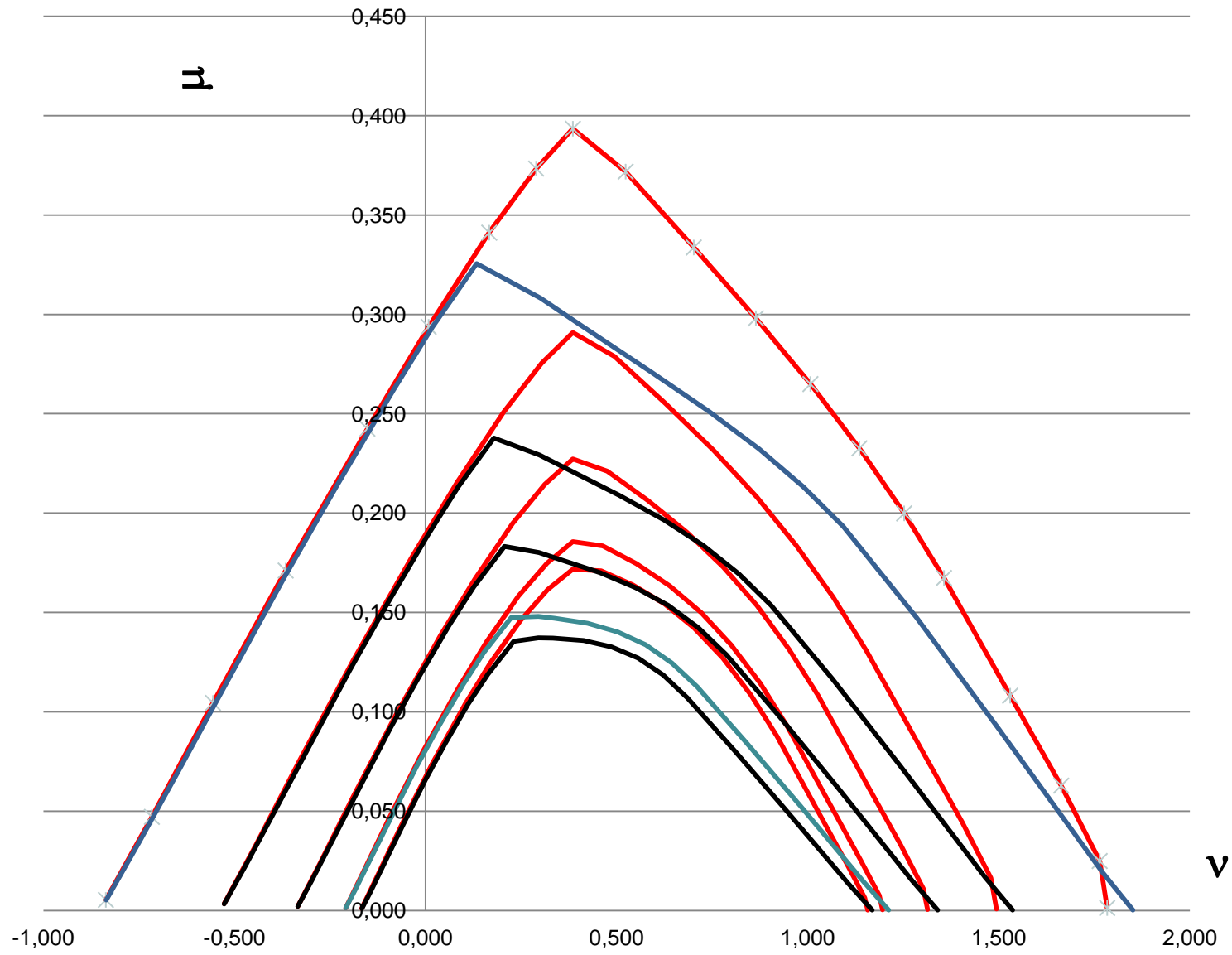
$$\eta = 0,85 [1 - (f_{ck} - 50) / 200]$$

for $50 < f_{ck} \leq 90$ MPa

curvas interação na flexão composta - fck 20 e 90 MPA



curvas de interação admen. na flexão composta - fck 20 e 90 MPa



Em razão das modificações no diagrama parábola retângulo para concretos com $f_{ck} > 50$ MPa alguns processos aproximados não se aplicam mais sem alterações. São eles:

17.2.5.1 – Flexão Composta normal

15.8.3.3.3 – Pilar padrão com rigidez aproximada

Já a aproximação para Flexão Obliqua permanece válida, porque o expoente Adotado pela NBR6118 é suficientemente seguro.

O Eurocode EC2, bem como o FIBMC, apresentam outros processos aproximados que deverão ser pesquisados nos próximos anos.

Propomos manter os nossos processos enquanto um novo não se mostrar suficientemente melhor para justificar a mudança.

Força Cortante - verificação do estado limite último

Cálculo da resistência

A resistência da peça numa determinada seção transversal é satisfatória quando verificadas simultaneamente as seguintes condições:

$$\frac{V_{Sd} < V_{Rd2}}{V_{Sd} < V_{Rd3} = V_c + V_{sw}}$$

onde:

V_{Sd} é a força cortante solicitante de cálculo, na seção

Resistência de elementos comprimidos – banzos ou bielas

Tensão transversal nula:

$$f_{cd1} = 0,85 \cdot f_{cd} \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$$

Tensão transversal de tração igual à resistência do concreto:

$$f_{cd2} = 0,85 \frac{f_{ck} - 4 \cdot f_{ctk}}{\gamma_c} \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$$

$$f_{ctk} = 0,21 \sqrt[3]{f_{ck}^2} \quad \begin{cases} f_{ck} = 20 \text{ MPa} \rightarrow f_{ctk} = 1,55 \text{ MPa} \sim 0,077 \cdot f_{ck} \\ f_{ck} = 50 \text{ MPa} \rightarrow f_{ctk} = 2,85 \text{ MPa} \sim 0,057 \cdot f_{ck} \end{cases}$$

$$f_{cd2} = 0,85 \frac{f_{ck}(1 - 4 \cdot 0,075)}{\gamma_c} \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,60 \cdot f_{cd} \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$$

3. Solicitações Tangenciais = fcd1 e fcd2

1. $fcd1=0,85*fcd*(1-fck/250)$	fck≥50MPa								
2. Diagrama retangular									
Área /x fcd = λ η									
$\lambda = 0,8 - (fck-50)/400$	} fck≥50MPa								
$\eta = 0,85 [1-(fck-50)/200]$									
fck	20	30	40	50	60	70	80	90	
λ η	0,68	0,68	0,68	0,68	0,63	0,57	0,52	0,48	
0,85(1-fck/250)	0,68	0,68	0,68	0,68	0,65	0,61	0,58	0,54	
	0,86	0,79	0,74						
	0,78	0,75	0,71						
3. $fcd2=0,6*fcd*(1-fck/250)$	fck=fck mesmo para fcks menores que 50 Mpa								
$0,6(1-fck/250)$	0,55	0,53	0,50	0,48	0,46	0,43	0,41	0,38	

1. Verificação da biela comprimida

1.1 FIBMC2010 - First Draft

$$V_{Rd,max} = k_c \frac{f_{ck}}{\gamma_c} b_w z \frac{\cot \theta + \cot \alpha}{1 + \cot^2 \theta} \quad k_c = 0.55 \left(\frac{30}{f_{ck}} \right)^{1/3} \leq 0.55$$

0,55 substituído por 0,5 no Nível I

1.2 NBR6118

$$V_{Rd2} = 0,54 \alpha_{v2} f_{cd} b_w d \operatorname{sen}^2 \theta (\cotg \theta + \cotg \alpha) \quad \alpha_{v2} = (1 - f_{ck}/250)$$

0,27 $\alpha_{v2} f_{cd} b_w d$ para $\theta=45$ e $\alpha=90$

1.3 EUROCODE 2006

$$V_{Rd,max} = 0,60 \alpha_v f_{cd} b_w z (\cotg \theta + \cotg \alpha) / (1 + \cotg^2 \theta) \quad \alpha_v = (1 - f_{ck}/250)$$

3. Sollicitações Tangenciais – Comparações NBR-EC2-FIBMC

1.4 Comparação		$\eta = V_{Rd} / f_{cd} b_w z \text{ sen}^2 \theta (\text{cotg } \theta + \text{cotg } \alpha)$									
	fck	20	30	40	50	60	70	80	90		
FIB	Kc(niveis II e III)	0,55	0,55	0,50	0,46	0,44	0,41	0,40	0,38		
FIB	Kc(nivel I)	0,50	0,50	0,45	0,42	0,40	0,38	0,36	0,35		
NBR*	$0,6\alpha_{v2}$	0,55	0,53	0,50	0,48	0,46	0,43	0,41	0,38		
EC2	$0,6\alpha_v$	0,55	0,53	0,50	0,48	0,46	0,43	0,41	0,38		
										*1,5/1,4=1,07	

2. Verificação dos estribos

2.1 FIBMC2010

$$V_{Rd} = V_{Rd,c} + V_{Rd,s} \quad V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s_w} z f_{yw} d (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha \quad V_{Rd,c} = k_v \frac{\sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c} z b_w$$

Nivel III

$$k_v = \begin{cases} = \frac{0.4}{(1+1500\varepsilon_x)} \cdot \frac{1300}{(1000+0.7k_{dg}z)} & \text{if } \rho_w = 0 \\ = \frac{0.4}{(1+1500\varepsilon_x)} & \text{if } \rho_w \geq 0.08\sqrt{f_{ck}}/f_{yk} \end{cases}$$

$$\varepsilon_x = \frac{M_{Ed}/z + V_{Ed} + 0.5N_{Ed} - A_p f_{po}}{2(E_s A_s + E_p A_p)}$$

$$k_{dg} = \frac{48}{16+d_g} \geq 1.15$$

$$\theta = 29^\circ + 7000\varepsilon_x$$

Nivel II	$20^\circ + 10'000\varepsilon_x \leq \theta \leq 45^\circ$								
		$k_v = 0 \rightarrow V_{Rd,c} = 0$							
Nivel I	$e_x = 0.85f_{yk} / (2E_s) = 1.06 \times 10^{-3}$					$\theta = 36^\circ$			
	$k_v = \begin{cases} = \frac{200}{(1000 + 1.3z)} \leq 0.15 & \text{if } \rho_w = 0 \\ = 0.15 & \text{if } \rho_w \geq 0.08\sqrt{f_{ck}} / f_{yk} \end{cases}$								

2.2 NBR6118 Só para Concreto Armado

Modelo I

$$V_{Rd3} = V_c + V_{sw} \quad V_{sw} = (A_{sw} / s) 0,9 d f_{ywd} (\text{sen } \alpha + \text{cos } \alpha)$$

$$V_{c0} = 0,6 f_{ctd} b_w d$$

Modelo II

$$V_{Rd3} = V_c + V_{sw} \quad V_{sw} = (A_{sw} / s) 0,9 d f_{ywd} (\text{cotg } \alpha + \text{cotg } \theta) \text{sen } \alpha$$

$$V_{c1} = V_{c0} \text{ quando } V_{Sd} \leq V_{c0}$$

$$V_{c1} = 0 \text{ quando } V_{Sd} = V_{Rd2} ,$$

2.3 EUROCODE EC2 Só para concreto armado

$$V_{Rd,s} = (A_{sw} / s) z f_{ywd} (\text{cotg } \alpha + \text{cotg } \theta) \text{sen } \alpha$$

3. Solicitações Tangenciais – Comparações NBR-EC2-FIBMC

2.4 Comparação		Valores de $\eta=V_c/bw.z$									não é adimensional, fcd está dentro	
	fck	20	30	40	50	60	70	80	90			
FIB	Vc(N III)	0,45	0,55	0,63	0,71	0,77	0,84	0,89	0,95		Escoando $\theta=36,4$	
	Vc(N III)	0,68	0,83	0,96	1,07	1,18	1,27	1,36	1,44		50%Escoam. $\theta=32,5$	
FIB	Vc(N II)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Escoando $\theta=30,6$ até $\theta=45$	
FIB	Vc(N I)	0,45	0,55	0,63	0,71	0,77	0,84	0,89	0,95		$\theta=36$	
NBR	Vc(MI)	0,74	0,97	1,17	1,36	1,53	1,70	1,86	2,01		$\theta=45$ *0,9*1,5/1,4=0,96	
EC2	Vc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		$\theta=36$	

3. Solicitações Tangenciais – Comparações NBR-EC2-FIBMC

2.4 Comparação		Valores $\eta=(V_c+V_{sw})$ bwz para uma mesma armadura, $V_{sw}=nV_c$ (NBR)									
	$(1+\cotg 36)/(1+\cotg 45)$	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	
	V_{sw}/V_c (NBR)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4		
	fck	20	30	40	50	60	70	80	90		
FIB	V_c+V_{sw}	0,92	1,77	2,86	4,16	5,64	7,31	9,15	11,16		NI,III $\theta=36$
NBR	V_c+V_{sw}	1,11	1,93	2,93	4,07	5,37	6,80	8,36	10,05		M1 $\theta=45$
EC2	V_{sw}	0,47	1,23	2,23	3,45	4,87	6,47	8,26	10,21		$\theta=36$

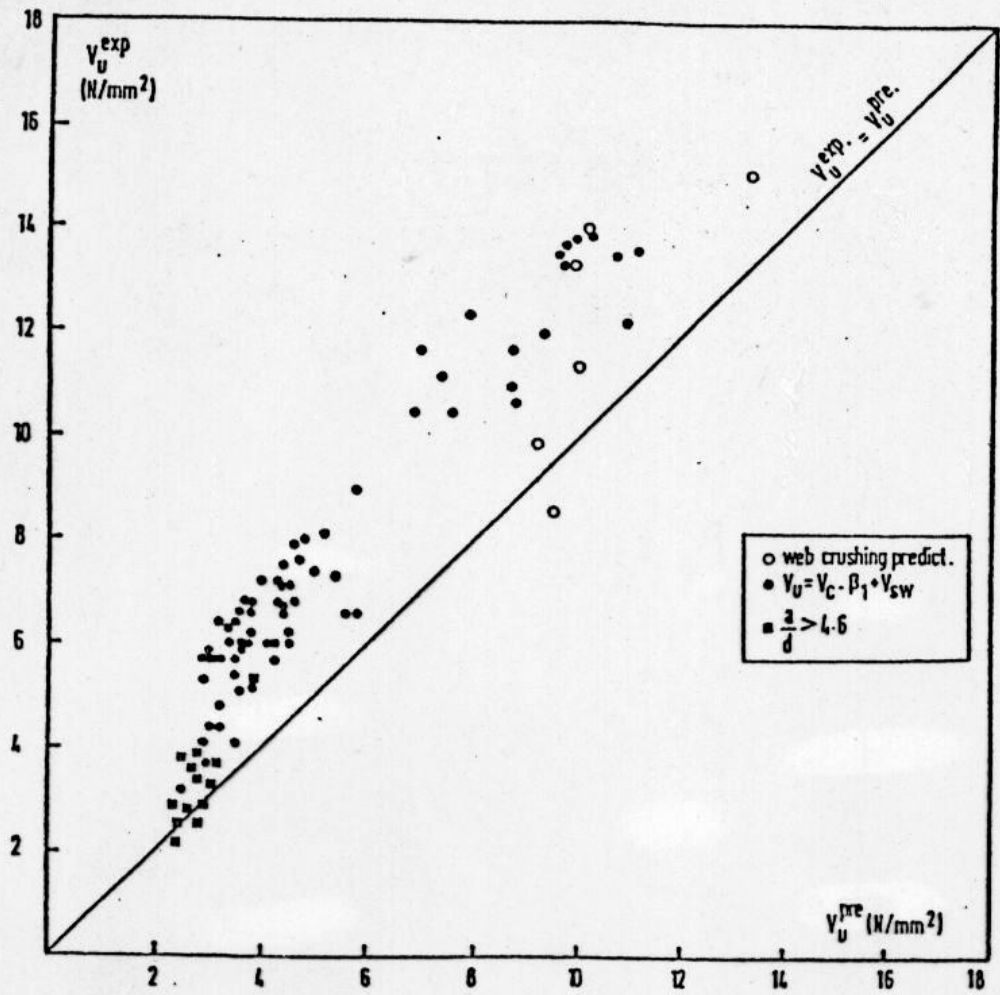


Fig. 34 The CEB Standard Method as a lower bound for the shear capacity of prestressed beams with shear reinforcement (53).

Cf BullICEB180

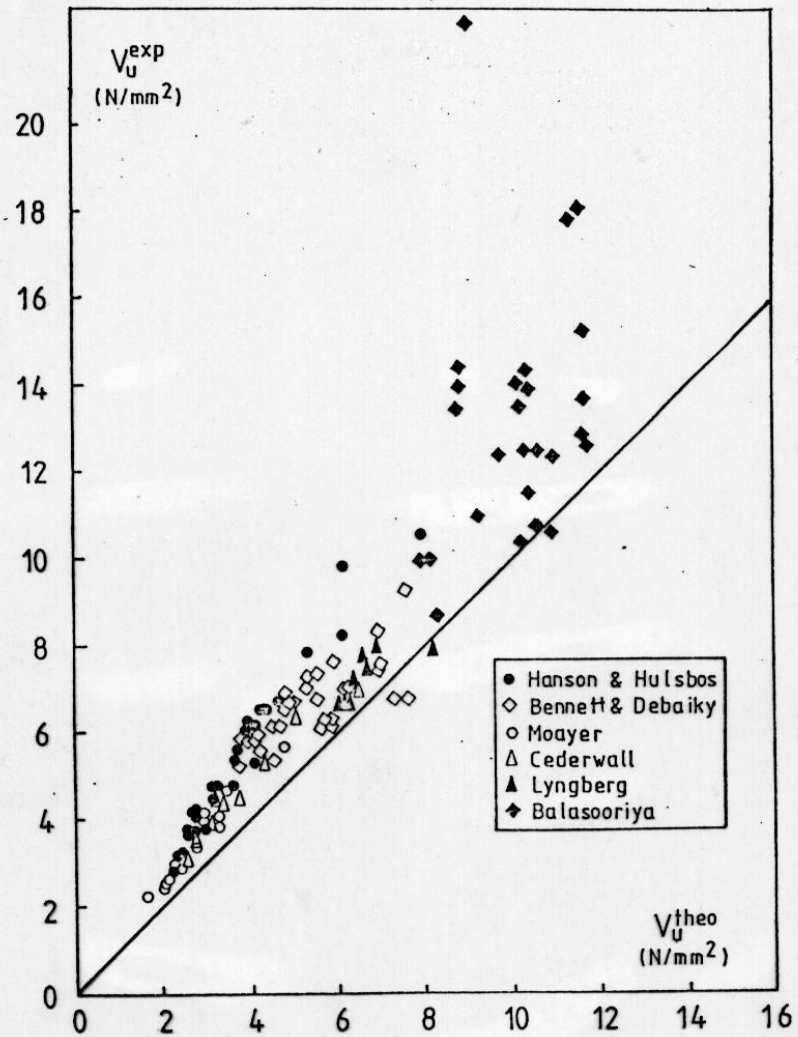


Fig. 3.10 Comparison of test results with improved formulation according to Eq. 3.29.

Cf BullICEB180

3. Solicitações Tangenciais – Comparações NBR-EC2-FIBMC

2.5 Comparação		$\eta=(V_c+V_{sw})/bwz$	para o caso $f_{ck}=90$				$V_{Rd2} = 7V_c(NBR)$					
		$V_{sw}/V_c(NBR)$	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4		
FIB	V_c+V_{sw}		2,22	3,50	4,78	6,05	7,33	8,60	9,88	11,16		NI,II,esc $\theta=36$
FIB	V_c+V_{sw}		2,72	3,99	5,27	6,55	7,82	9,10	10,37	11,65		NI,III50%es $\theta=36$
NBR	V_c+V_{sw}		3,01	4,02	5,02	6,03	7,03	8,04	9,04	10,05		M1 $\theta=45$
NBR	V_c+V_{sw}		4,54	5,57	6,59	7,62	8,64	9,66	10,69	11,71		M2 $\theta=36$
NBR	V_c+V_{sw}		4,64	5,77	6,89	8,02	9,14	10,27	11,39	12,52		M2 $\theta=30$
EC2			1,28	2,55	3,83	5,10	6,38	7,66	8,93	10,21		$\theta=36$
EC2			1,76	3,52	5,27	7,03	8,79	10,55	12,31	14,07		$\theta=22$

3. Verificação de lajes sem estribos com $d=13\text{cm}$

NBR

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} k (1,2 + 40 \rho_1)] b_w d$$

$$\tau_{Rd} = 0,25 f_{ctd} \quad f_{ctd} = f_{ctk,inf} / \gamma_c \quad \rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w d}, \text{ não maior que } 0,02$$

$$k = |1,6 - d| \quad \sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c$$

EC2

$$\tau_{Sd} \leq \tau_{Rd1} = 0,12 (1 + \sqrt{20/d}) (100 \rho f_{ck})^{1/3}$$

τ_{Rd1}

não menor que $0,035 \cdot (k)^{3/2} \cdot (f_{ck})^{1/2}$

3. Solicitações Tangenciais – Comparações NBR-EC2-FIBMC

Valores de $\eta=VRd/bw.z$		não é adimensional, fcd está dentro										
	fck	20	30	40	50	60	70	80	90			
FIB	Vc(N I)	0,525	0,643	0,742	0,83	0,9089	0,982	1,049	1,113		Escoando $\theta=29$	
FIB	Vc(N III)	0,799	0,979	1,13	1,263	1,3839	1,495	1,598	1,695		50%Escoam. $\theta=32,5$	
NBR	VRd1	0,512	0,671	0,812	0,943	1,0645	1,18	1,29	1,395		0,15%	
		0,65	0,852	1,032	1,197	1,3518	1,498	1,638	1,771		1%	
EC2	VRd	0,388	0,444	0,489	0,526	0,5592	0,589	0,615	0,64		0,15%	
EC2	VRd	0,73	0,835	0,919	0,99	1,0525	1,108	1,158	1,205		1%	
	VRdmin	0,525	0,643	0,742	0,83	0,9091	0,982	1,05	1,113		~FIB Vc(N I)	



As equações da NBR 6118 para punção são aplicáveis até concretos f_{ck} 90 sem limitações, pois veio do CENMC90. A única alteração que se sugere é a incorporação como no Eurocode EC2 do efeito positivo da compressão decorrente da protensão.

Para peças sem armadura:

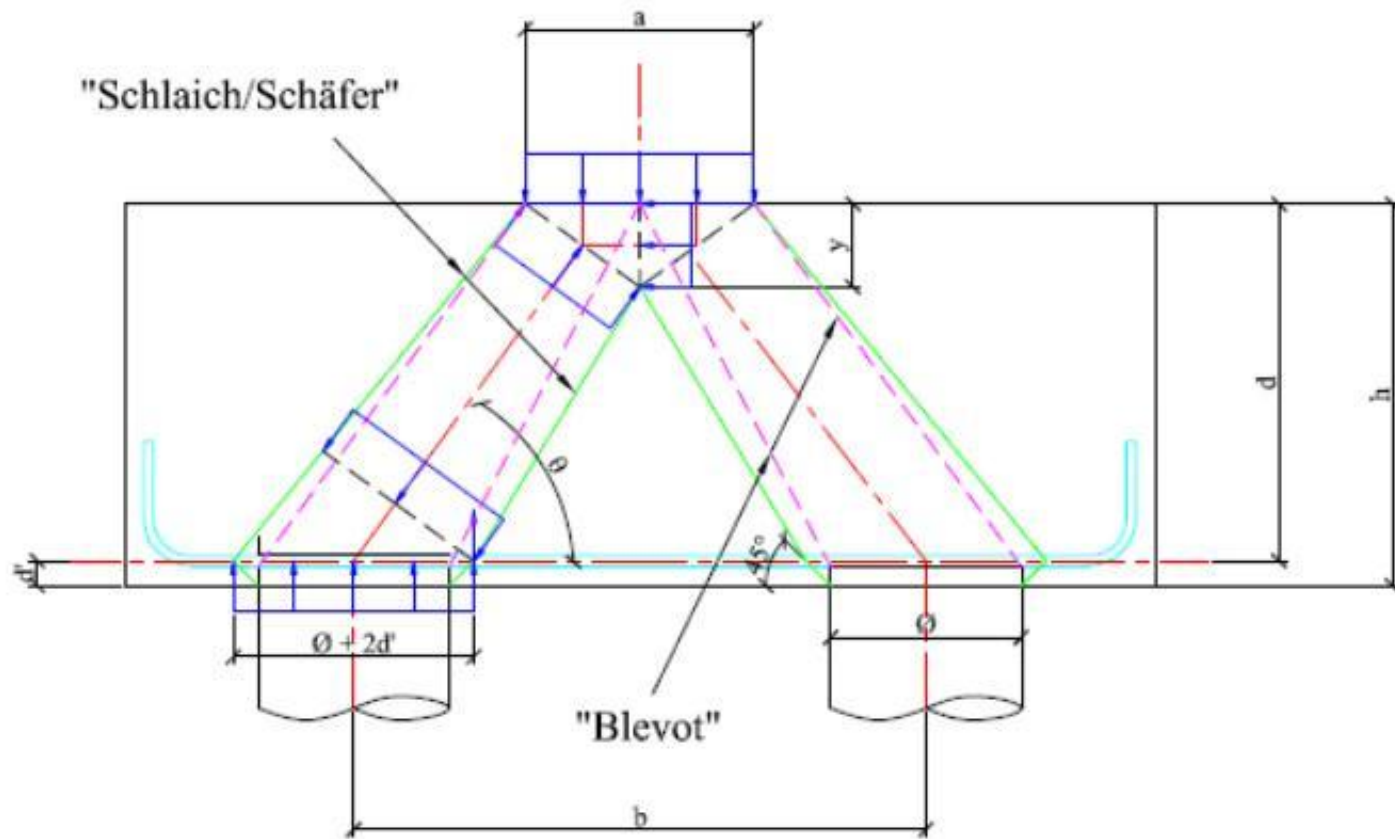
$$\tau_{Sd} \leq \tau_{Rd1} = 0,13 (1 + \sqrt{20/d}) (100 \rho f_{ck})^{1/3} + 0,10 \sigma_{cp}$$

Notar que o coeficiente de σ_{cp} é 0,10 e não o 0,15 do cisalhamento em laje

Para peças com armadura:

$$\tau_{Sd} \leq \tau_{Rd3} = 0,10 (1 + \sqrt{20/d}) (100 \rho f_{ck})^{1/3} + 0,10 \sigma_{cp} + 1,5 \frac{d}{s_r} \frac{A_{sw} f_{ywd} \operatorname{sen} \alpha}{u d}$$

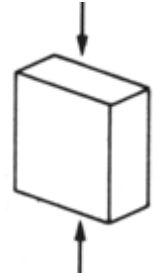
3. Modelo Bieira-Franco – Exemplo de bloco sobre duas estacas



1. Tensões Limite para Bielas

1.1 Sem tração transversal

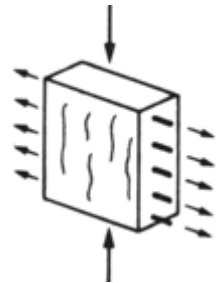
$$\sigma_{Rd} < 0,85 v f_{cd} \quad v = (1 - f_{ck}/250)$$



Se houver compressão transversal pode ser considerado confinamento

1.2 Com tração transversal

$$\sigma_{Rd} < 0,60 v f_{cd} \quad v = (1 - f_{ck}/250)$$



2. Tensões Limite para Nós

2.1 Sem tração

$$\sigma_{Rd} < 1,0 v f_{cd}$$

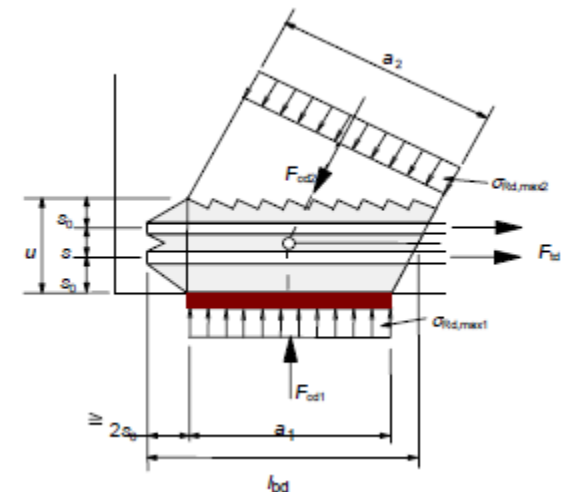
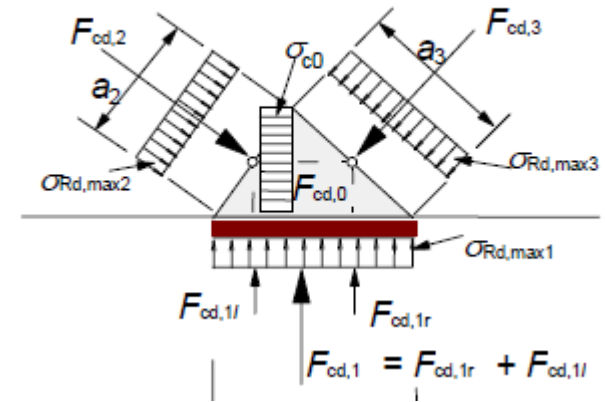
$$v = (1 - f_{ck}/250)$$

Se houver compressão transversal pode ser considerado confinamento

2.2 Com alguma tração

$$\sigma_{Rd} < 0,80 v f_{cd}$$

$$v = (1 - f_{ck}/250)$$



3.1 Fluência

For a constant stress applied at time t_0 this leads to:

$$\varepsilon_{cc}(t, t_0) = \frac{\sigma_c(t_0)}{E_{ci}} \varphi(t, t_0)$$

where

$\varphi(t, t_0)$ is the creep coefficient

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_{0,bc} \cdot \beta_{bc}(t, t_0) + \varphi_{0,dc} \cdot \beta_{dc}(t, t_0)$$

where:

$\varphi_{0,bc}$ is the basic creep coefficient, Eq. (5.1-64)

$\beta_{bc}(t, t_0)$ is the coefficient to describe the development of basic creep with time after loading, Eq. (5.1-69)

$\varphi_{0,dc}$ is the drying creep coefficient, Eq. (5.1-69a)

$\beta_{dc}(t, t_0)$ is the coefficient to describe the development of drying creep with time after loading, Eq. (5.1-70)

Table 5.1-11: Creep coefficient $\phi(70y, t_0)$ of an ordinary structural concrete after 70 years of loading

Age at loading t_0 [days]	Dry atmospheric conditions (RH = 50 %, indoors)			Humid atmospheric conditions (RH = 80 %, outdoors)		
	Notional size $2A_s/u$ [mm]					
	50	150	600	50	150	600
1	5.8	4.8	3.9	3.8	3.4	3.0
7	4.1	3.3	2.7	2.7	2.4	2.1
28	3.1	2.6	2.1	2.0	1.8	1.6
NBR6118						
28	2,8	2,7	2,6	2,0	1,9	1,9

Table 5.1-12: Creep coefficient $\varphi(70y, t_0)$ of a normal weight high strength concrete after 70 years of loading

Age at loading t_0 [days]	Dry atmospheric conditions (RH = 50 %, indoors)			Humid atmospheric conditions (RH = 80 %, outdoors)		
	Notional size $2A_c/u$ [mm]					
	50	150	600	50	150	600
1	2.5	2.1	1.8	1.8	1.6	1.5
7	2.0	1.7	1.5	1.5	1.3	1.2
28	1.7	1.4	1.2	1.2	1.1	1.0
NBR6118						
28	2,8	2,7	2,6	2,0	1,9	1,9

3.2 Retração

$$\varepsilon_{cs}(t, t_s) = \varepsilon_{cas}(t) + \varepsilon_{cds}(t, t_s)$$

where shrinkage is subdivided into the autogenous shrinkage $\varepsilon_{cas}(t)$

$$\varepsilon_{cas}(t) = \varepsilon_{cas0}(f_{cm}) \cdot \beta_{as}(t)$$

and the drying shrinkage $\varepsilon_{cds}(t, t_s)$:

$$\varepsilon_{cds}(t, t_s) = \varepsilon_{cds0}(f_{cm}) \cdot \beta_{RH}(RH) \cdot \beta_{ds}(t - t_s)$$

Table 5.1-14: Total shrinkage values $\epsilon_{cs,70y} \cdot 10^3$ for structural con-

Dry atmospheric conditions (RH = 50 %, indoors)			Humid atmospheric conditions (RH = 80 %, outdoors)		
Notional size $2A_c/u$ [mm]					
50	150	600	50	150	600
-0,57	-0,56	-0,47	-0,32	-0,31	-0,26

NBR6118	-0,42	-0,40	-0,35	-0,20	-0,19	-0,17
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Table 5.1-15: Total shrinkage values $\epsilon_{cs,70y} \cdot 10^3$ for normal weight high strength concrete after a duration of drying of 70 years

Dry atmospheric conditions (RH = 50 %, indoors)			Humid atmospheric conditions (RH = 80 %, outdoors)		
Notional size $2A_c/u$ [mm]					
50	150	600	50	150	600
-0.67	-0.67	-0.59	-0.43	-0.42	-0.38

NBR6118					
-0,42	-0,40	-0,35	-0,20	-0,19	-0,17

Grato pela atenção