

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes

31 JANEIRO | 18H00

 Auditório Ordem dos Engenheiros

 Com transmissão online



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO OE
ENERGIA E
CLIMA

Verificação da segurança ao punçoamento na nova geração de Eurocódigos estruturais

António Pinho Ramos
Professor Associado com Agregação
NOVA School of Science & Technology
Portugal

Lisboa, 31 de Janeiro de 2023

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

EC2 - Racional por detrás da necessidade de alteração

O capítulo referente ao punçoamento na atual versão do EC2 (EN 1992-1-1:2004) foi um dos capítulos com mais comentários e pedidos de alteração antes do começo dos trabalhos na segunda geração de Eurocódigos. Muitos motivos justificavam uma revisão profunda desta seção, a maioria relacionada com preocupações de índoles científicas e de projeto relacionadas com a atualização do Estado Da Arte, assim como melhorias na facilidade de utilização (“ease of use”). Alguns trabalhos científicos apresentavam ainda críticas à coerência do método de cálculo ao punçoamento segundo a versão corrente do EN 1992-1-1:2004.

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO OE
ENERGIA E
CLIMA

EC2 - Racional por detrás da necessidade de alteração (2)

- A verificação ao punçoamento de acordo com o EN 1992-1-1:2004 é diferente para lajes e para sapatas. Enquanto que nas lajes o perímetro de controle está definido à distância de $2.0d$, nas sapatas é necessário um processo iterativo para encontrar o perímetro de controlo que minimiza a capacidade resistente. Logo, por um lado, a consideração de um perímetro de controlo a $2.0d$ não é fisicamente consistente com os resultados experimentais, e por outro lado, o processo iterativo necessário para as sapatas não facilita a sua aplicação na prática.

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



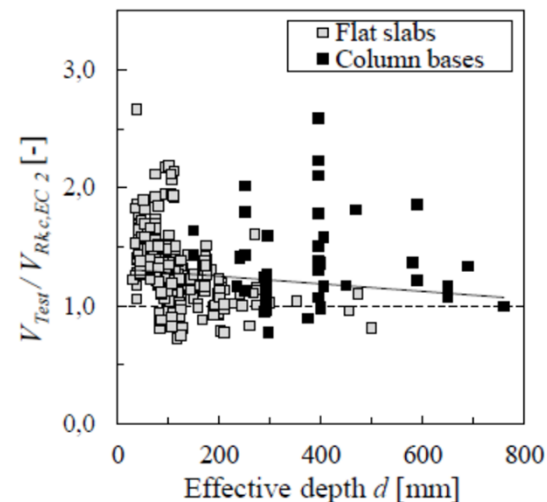
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO OE
ENERGIA E
CLIMA

EC2 - Racional por detrás da necessidade de alteração ⁽³⁾

- Trabalhos de investigação recentes demonstram que os efeitos de escala na versão atual do EC2 não descrevem de forma correta este fenómeno. O EN 1992-1-1:2004 pode subestimar os efeitos de escala, sobrestimando a capacidade resistente para lajes de espessura elevada.



EC2:2004

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



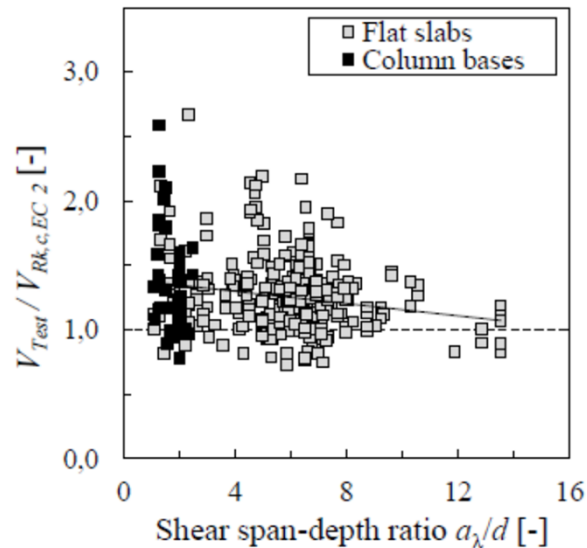
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

EC2 - Racional por detrás da necessidade de alteração (4)

➤ A versão atual do EC2 não considera o efeito da esbelteza (“slenderness”).



EC2:2004

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO OE
ENERGIA E
CLIMA

EC2 - Racional por detrás da necessidade de alteração ⁽⁵⁾

- Uma comparação entre os valores previstos para a capacidade resistente pelo EN 1992-1-1:2004 e uma base de dados com resultados experimentais sugere que a capacidade resistente de lajes com armadura de punçoamento pode ser sobrestimada em alguns casos.

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



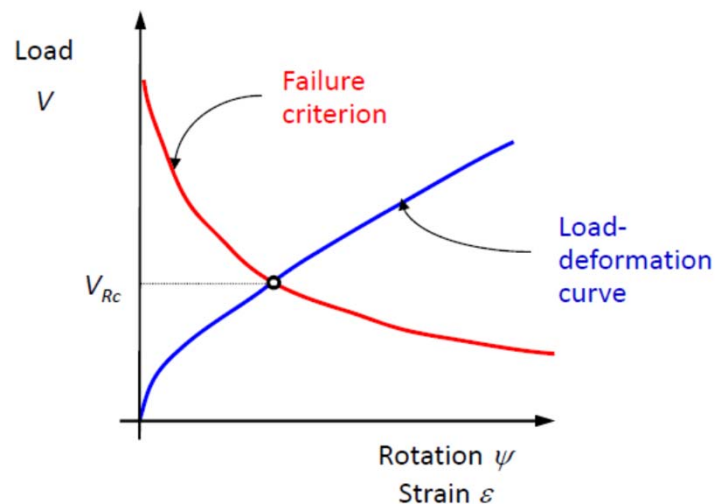
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Background Teórico para o novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

O novo método de verificação ao punçoamento na nova geração de Eurocódigos baseia-se no fib Model Code 2010, que por sua vez está baseado no CSCT proposto por Aurelio Muttoni (Critical Shear Crack Theory).



Basicamente a carga de rotura é obtida pela interseção do critério de rotura (curva a vermelho) com a curva carga-deformação (curva a azul)

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO OE
ENERGIA E
CLIMA

Background Teórico para o novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Muttoni propôs um critério de rotura hiperbólico relacionando a capacidade resistente ao punçoamento com a abertura de fenda (representada pelo produto $\psi \cdot d_v$) e a rugosidade (tida em conta pelo tamanho do agregado, d_g)

$$\frac{V_{R,c}}{b_{0,5} \cdot d_v \cdot \sqrt{f_c}} = \frac{0.75}{1 + 15 \cdot \frac{\psi \cdot d_v}{d_{g0} + d_g}}$$

$V_{R,c}$ - Capacidade Resistente ao punçoamento

$b_{0,5}$ - Perímetro de controlo à distância de $d_v/2$ da face do pilar

f_c - resistência à compressão do betão em provetes cilíndricos

d_{g0} - tamanho de referência do agregado ($d_{g0} = 16$ mm para um betão de peso normal)

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes

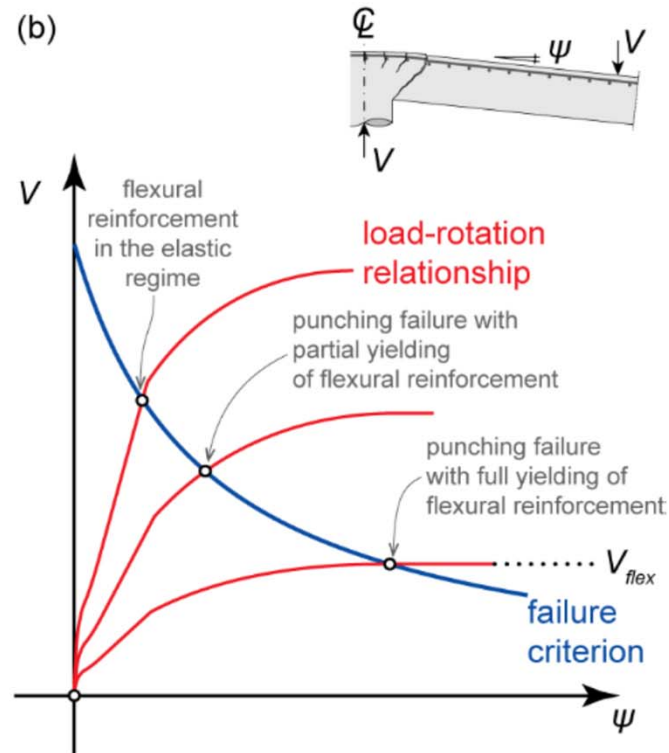
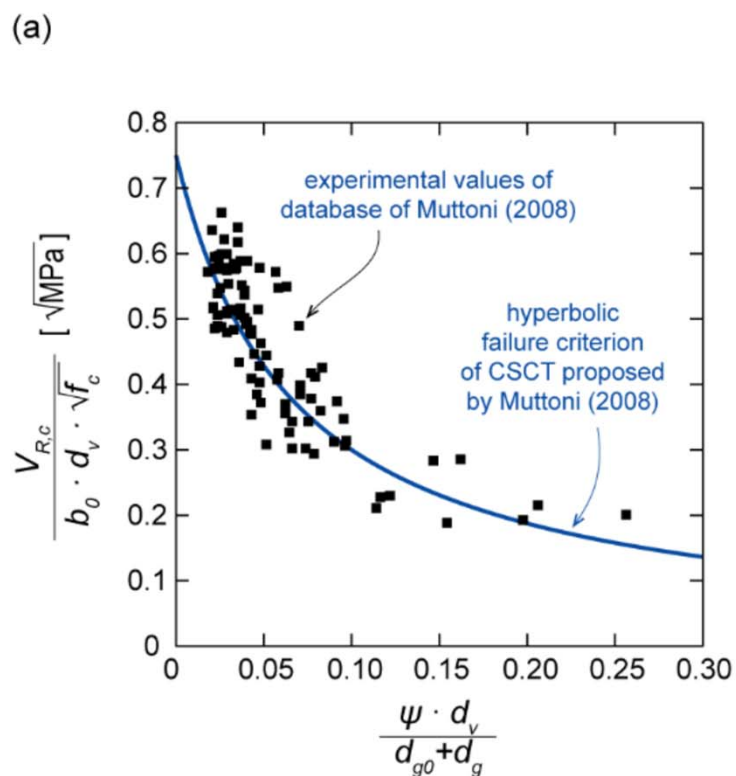


ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Background Teórico para o novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL

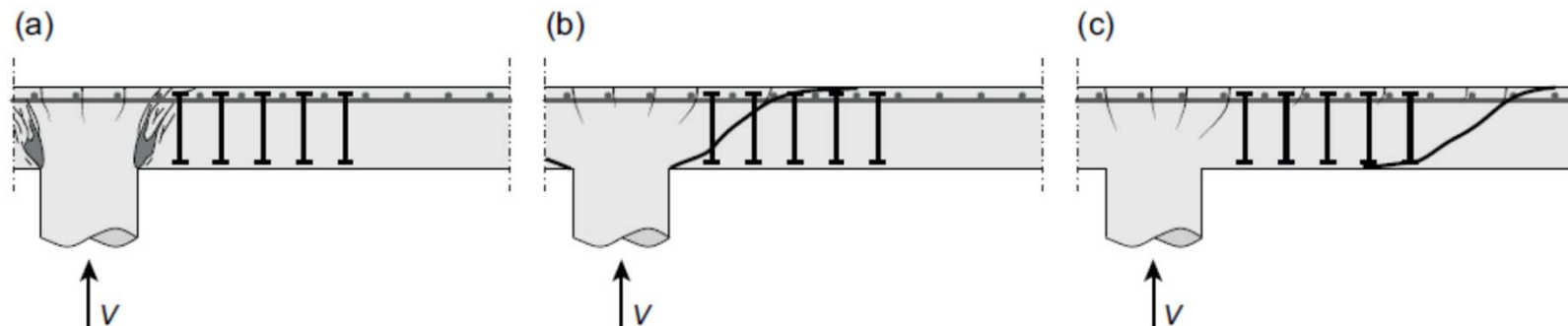


ANO OE
ENERGIA E
CLIMA

Background Teórico para o novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Lajes com armadura de punçoamento

A utilização de armaduras de punçoamento é uma das formas mais eficazes para incrementar a capacidade resistente e de deformação de lajes fungiformes. O CSCT foi alterado por Fernández & Muttoni para incluir o efeito das armaduras transversais. São considerados 3 potenciais modos de rotura: (i) esmagamento das bielas de betão (capacidade máxima ao punçoamento) (a); (ii) rotura pelo interior da armadura de punçoamento (b); (iii) rotura fora da área contendo armadura de punçoamento (c).



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



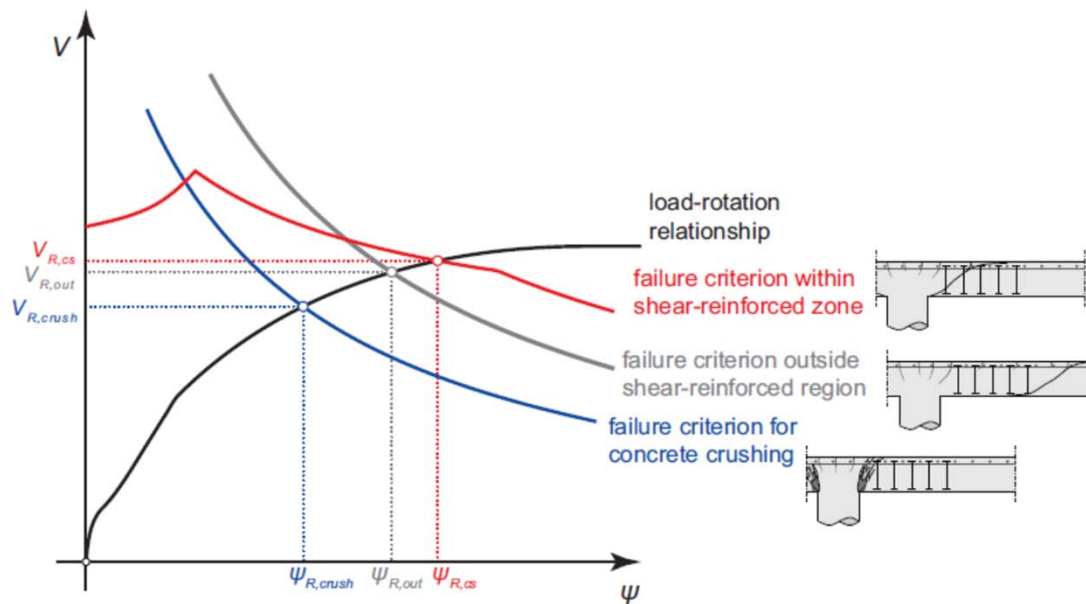
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Background Teórico para o novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Lajes com armadura de punçoamento



A curva carga-rotação pode ser obtida de forma semelhante ao caso de lajes sem armadura de punçoamento, mas deverão ser considerados critérios de rotura diferentes, um para cada modo de rotura diferente.

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL

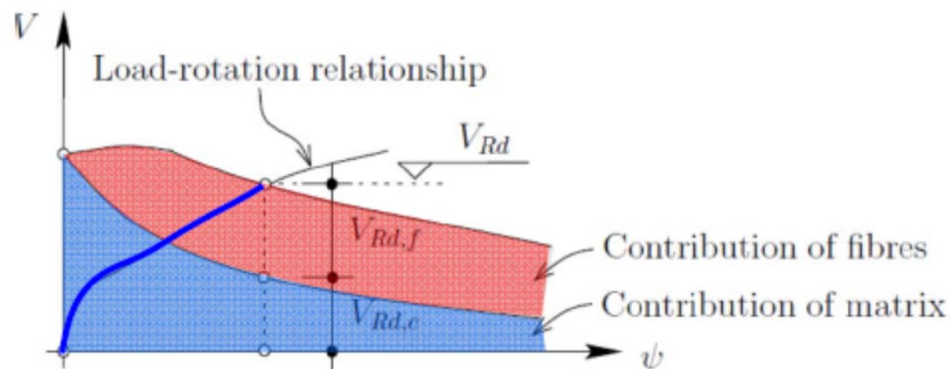


ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Background Teórico para o novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

O facto do CSCT ser um método baseado num modelo físico, torna relativamente simples a sua adaptação a situações diferentes, por exemplo:

Lajes com Betão Reforçado Com Fibras de Aço



Maya Duque L. F., Fernández Ruiz M., Muttoni A., Foster S. J., 2012, *Punching shear strength of steel fibre reinforced concrete slabs*, Engineering Structures

Moraes Neto, B.N. , Barros, J.A.O. , Melo, G.S.S.A., 2013, *A model for the prediction of the punching resistance of steel fibre reinforced concrete slabs centrally loaded*, Construction and Building Materials

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes

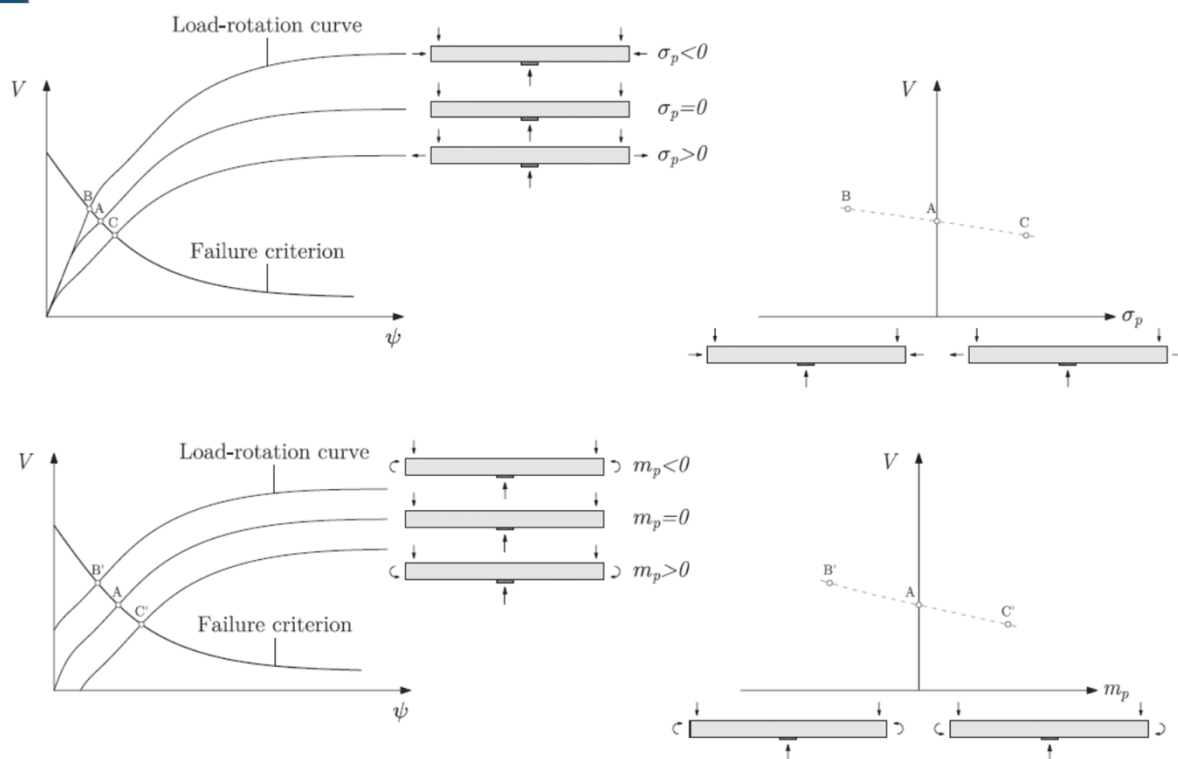


ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Background Teórico para o novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)



Lajes de Betão Armado Pré-esforçado

Clément, T., Ramos, A. P., Fernández Ruiz, M. and Muttoni, A. Design for punching of prestressed concrete slabs. *Structural Concrete (Q1 – Building and Construction)*, Volume 14, Issue 2, June 2013, pp 157–167.

Thibault Clément, António Pinho Ramos, Miguel Fernández Ruiz, Aurelio Muttoni. Influence of prestressing on the punching strength of post-tensioned slabs. *Engineering Structures (Q1 - Civil and Structural Engineering)*, Volume 72, 1 August 2014, pp 56-69.

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



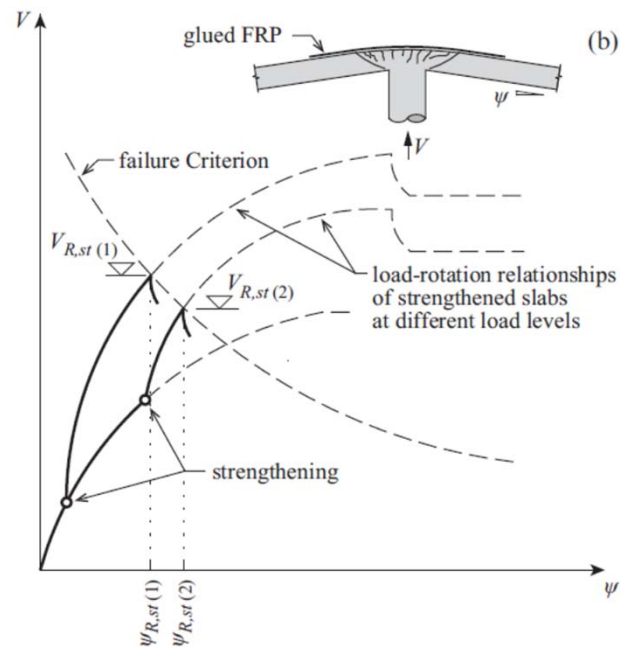
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Background Teórico para o novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Lajes Reforçadas com FRP



M. V. Faria D., Einpaul J., M. P. Ramos A., Fernández Ruiz M., Muttoni A., 2014, On the efficiency of flat slabs strengthening against punching using externally bonded FRP's, Construction and Building Materials, submitted for publication

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



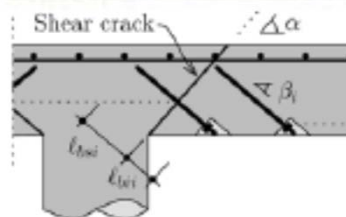
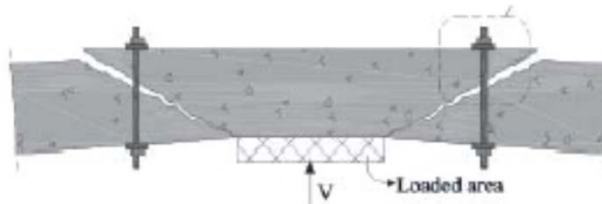
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Background Teórico para o novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Lajes reforçadas com armadura pós-instalada



Silva, R., Faria, D.M.V., Ramos, A.P., Inácio, M., 2013, A physical approach for considering how anchorage head size influences the punching capacity of slabs strengthened with vertical steel bolts, *Structural Concrete*

Wörle, P., 2014, Enhanced shear punching capacity by the use of post installed concrete screws, *Engineering Structures*

Fernández Ruiz M., Muttoni A., Kunz J., 2010, Strengthening of flat slabs against punching shear using post-installed shear reinforcement, *ACI Structural Journal*

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



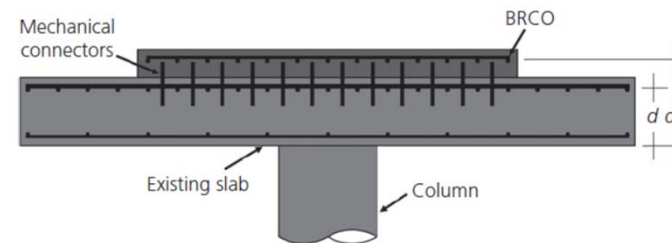
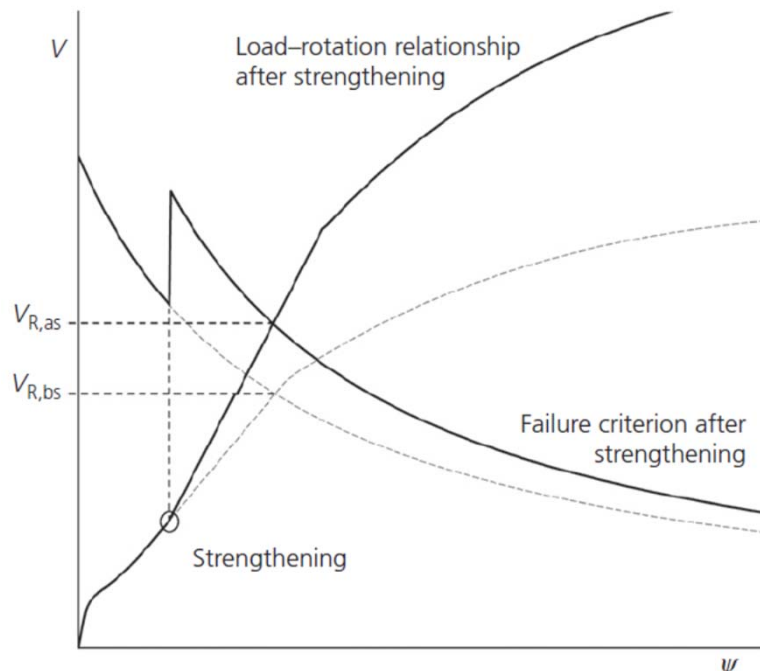
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Background Teórico para o novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Lajes reforçadas com um “bonded concrete overlay”



Lapi, Massimo, Fernandes Hugo, Orlando Maurizio, Ramos António, Lúcio Válter. Performance assessment of flat slabs strengthened with a bonded reinforced-concrete overlay. Magazine of Concrete Research (Q1 - Civil and Structural Engineering), Volume 70, Issue 9, May 2018, pp. 433-451. (<https://doi.org/10.1680/jmacr.17.00037>).

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



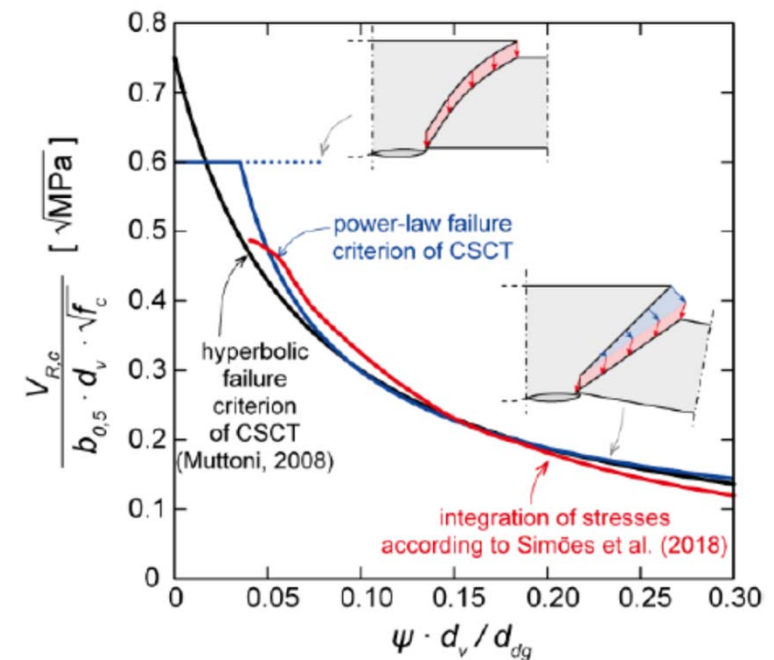
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Derivação duma formula em “close-format”

O facto do CSCT exigir um cálculo iterativo para se obter a interseção das curvas do critério de rotura com a carga-deslocamento, implicava o não cumprimento do critério de “ease of use”. Neste sentido foi feito um esforço na derivação de uma formulação em formato fechado (“close-format”). No entanto, isto não seria possível usando o critério de rotura hiperbólico. Muttoni et al. propuseram que este fosse substituído por uma lei de potência.



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO OE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

1) A verificação do Estado Limite Último de punçoamento pode ser omitido se:

$$\tau_{Ed} \leq \tau_{Rdc,min} \quad \text{com} \quad \tau_{Rdc,min} = \frac{11}{\gamma_V} \cdot \sqrt{\frac{f_{ck}}{f_{yd}} \cdot \frac{d_{dg}}{d}}$$

$\gamma_V = 1,4$ depende do tamanho do agregado

2) A armadura de punçoamento não é necessária se:

$$\tau_{Ed} \leq \tau_{Rd,c}$$

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2

(versão Set. 2022)

3) Quando a condição 2) não se verifica, é necessária armadura específica de punçoamento. No entanto a máxima resistência ao punçoamento no perímetro de controlo $b_{0,5}$ não pode exceder:

$$\tau_{Ed} \leq \tau_{Rd,max}$$

3) Quando necessária, a armadura de punçoamento deve satisfazer a seguinte condição no perímetro de controlo $b_{0,5}$:

$$\tau_{Ed} \leq \tau_{Rd,cs}$$

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



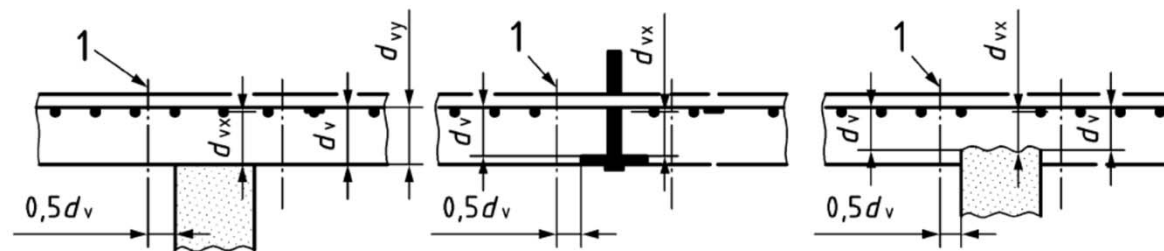
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

Altura efetiva para o corte (punçoamento)



a) direct support

b) hanging support with
penetration

c) penetration by direct support

$$d_v = \frac{d_{vx} + d_{vy}}{2}$$

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



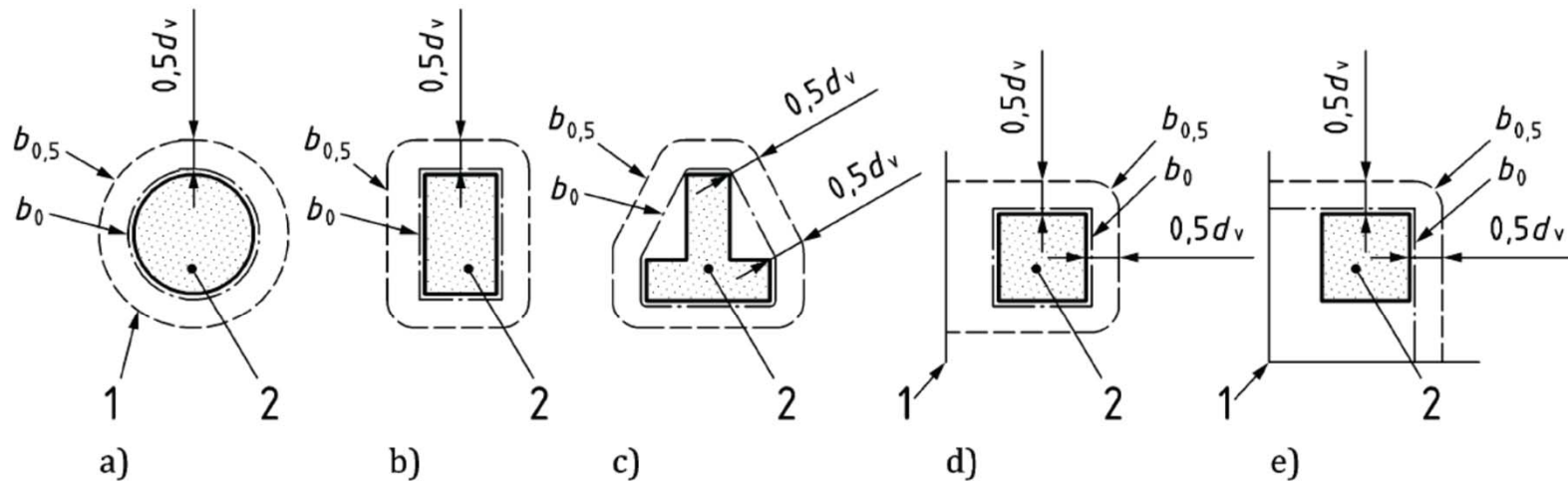
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

Perímetro de controlo ($b_{0,5}$)



Key

- 1 slab edge
- 2 supporting area

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



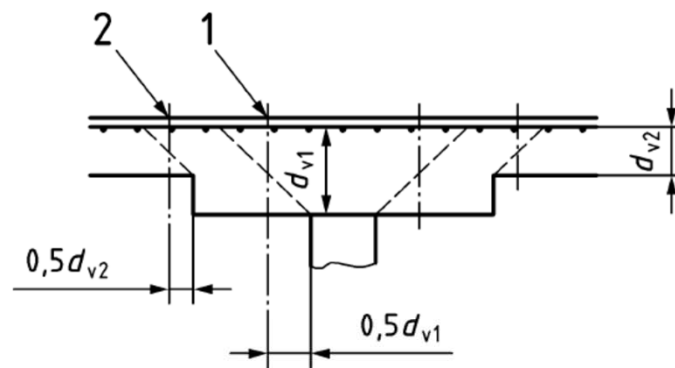
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



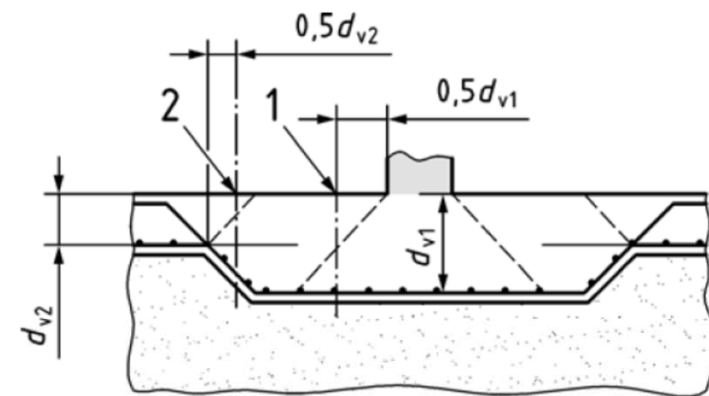
ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

Perímetro de controlo para lajes de altura variável ($b_{0,5}$)



a) flat slabs



b) ground slabs

Key

- 1 control perimeter 1
- 2 control perimeter 2

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

Tensão de corte de cálculo

$$\tau_{Ed} = \beta_e \frac{V_{Ed}}{b_{0,5} \cdot d_v}$$

Support	Approximated	Refined ^a
internal columns	$\beta_e = 1,15$	$\beta_e = 1 + 1,1 \frac{e_b}{b_b}$ $\geq 1,05$
edge columns	$\beta_e = 1,4$	
corner columns	$\beta_e = 1,5$	
ends of walls	$\beta_e = 1,4$	
corners of walls	$\beta_e = 1,2$	

where $e_b = \sqrt{e_{b,x}^2 + e_{b,y}^2}$

where $e_b = 0,5(|e_{b,x}| + |e_{b,y}|)$

where $e_b = 0,27(|e_{b,x}| + |e_{b,y}|)$

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

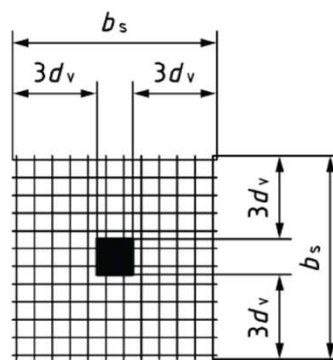
prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

Resistência ao punçoamento sem armaduras transversais

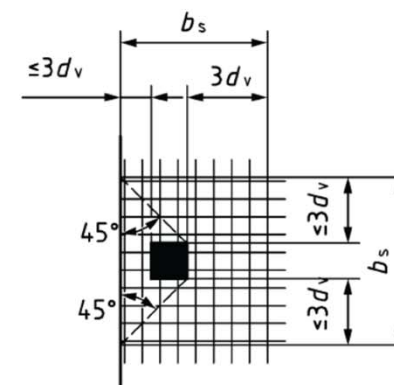
$$\tau_{Rd,c} = \frac{0,6}{\gamma_V} \cdot k_{pb} \left(100 \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \frac{d_{dg}}{d_v} \right)^{\frac{1}{3}} \leq \frac{0,5}{\gamma_V} \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{l,x} \cdot \rho_{l,y}}$$

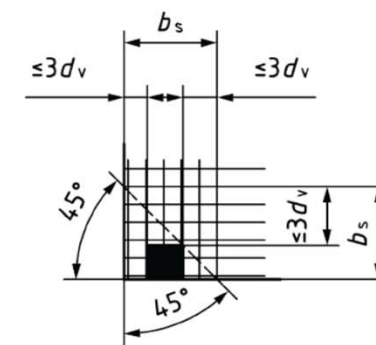
$\rho_{l,x}$, $\rho_{l,y}$ taxas de armadura aderente de flexão nas direções x e y respetivamente



a) internal columns



b) edge columns



c) corner columns

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO OE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

Resistência ao punçoamento sem armaduras transversais

d_{dg} parâmetro de escala relacionado com a rugosidade da zona de rotura, que depende do tipo de betão e dos seus agregados. Pode ser calculado como:

$$16 \text{ mm} + D_{\text{lower}} \leq 40 \text{ mm for concrete with } f_{ck} \leq 60 \text{ MPa};$$

$$16 \text{ mm} + D_{\text{lower}} (60/f_{ck})^2 \leq 40 \text{ mm for concrete with } f_{ck} > 60 \text{ MPa}.$$

k_{pb} Coeficiente de melhoria da capacidade resistente (*punching shear gradient enhancement coefficient*)

$$1 \leq k_{pb} = 3,6 \sqrt{1 - \frac{b_0}{b_{0,5}}} \leq 2,5$$

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

Resistência ao punçoamento sem armaduras transversais

Para lajes com tensões axiais ou lajes pré-esforçadas, o valor de k_{pb} pode ser multiplicado pelo coeficiente k_{pp} :

$$k_{pp} = k_N \quad \text{for compressive axial forces (e.g. prestressing);}$$

$$k_{pp} = 1/k_N \quad \text{for tensile axial forces;}$$

$$k_N = \sqrt{1 + \frac{0,47}{1 - b_0/b_{0,5}} \cdot \frac{|\sigma_d|}{\sqrt{f_{ck}}}}$$

Para lajes pré-esforçadas com cordões excêntricos, o efeito favorável dessa excentricidade pode ser considerado:

$$k_N = \sqrt{1 + \frac{0,47}{1 - b_0/b_{0,5}} \cdot \frac{|\sigma_d|}{\sqrt{f_{ck}}} \left(1 + 6 \frac{e_p}{d}\right)}$$

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Comparação entre o Novo e o Atual EC2

		n	μ	σ	COV
prEC2	total	372	1.02	0.15	0.14
	flat slab	328	1.01	0.15	0.15
	footing	44	1.13	0.10	0.09
EC2	total	372	1.27	0.29	0.23
	flat slab	328	1.25	0.27	0.22
	footing	44	1.35	0.39	0.29

CONFERÊNCIA

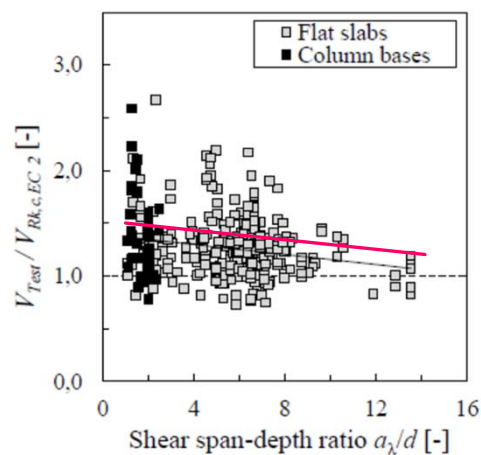
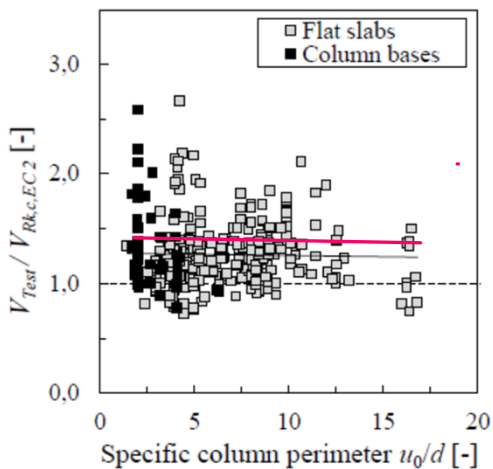
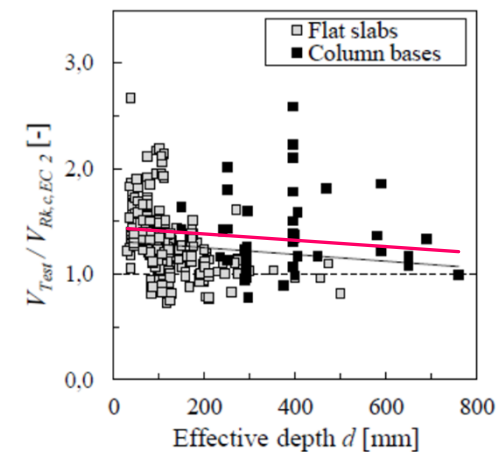
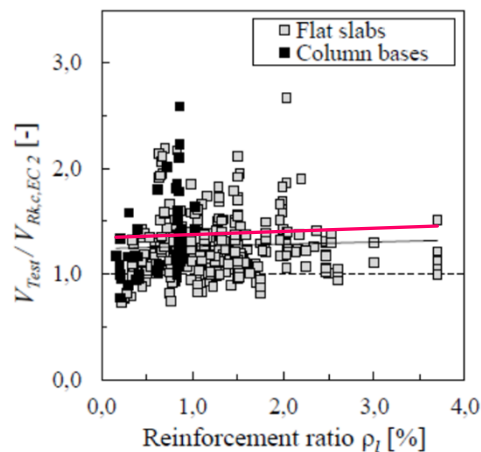
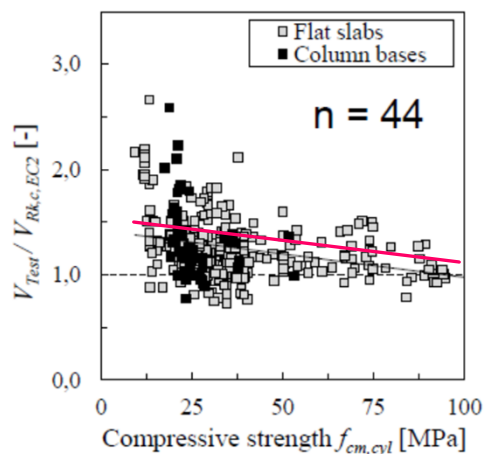
Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA



**EC2 Atual
(EN 1992-1-1:2004)**

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



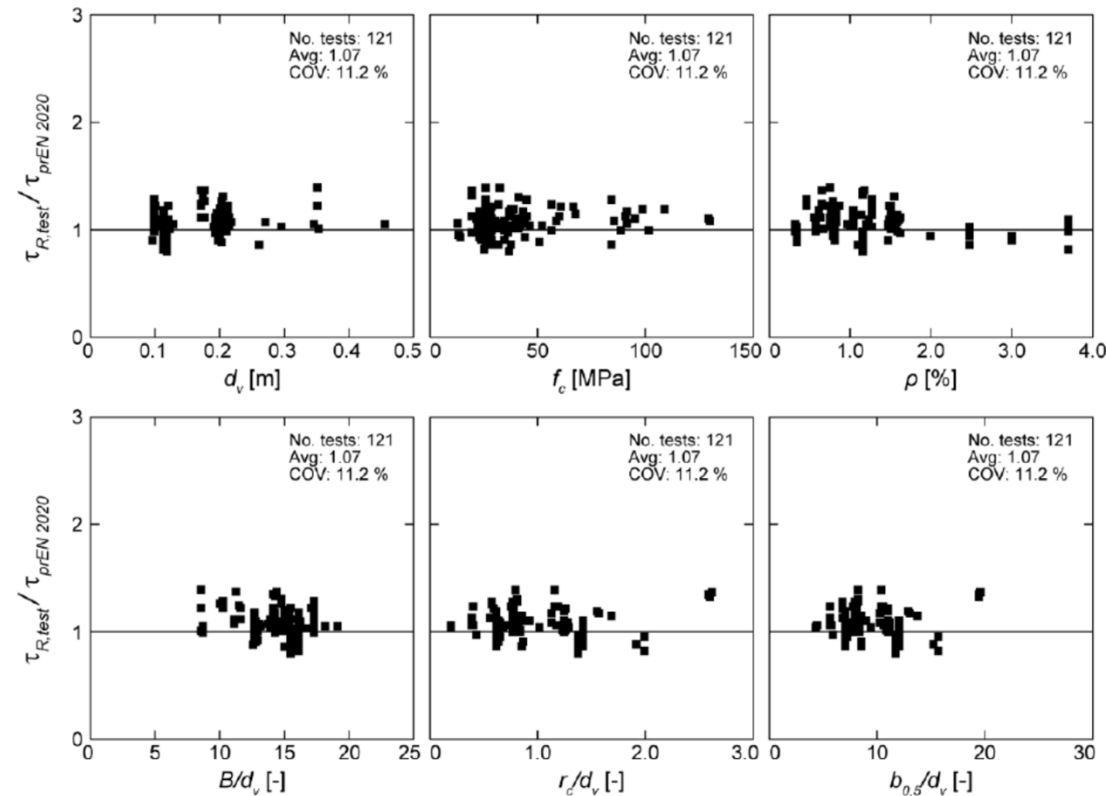
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Lajes sem armadura e com carregamento concêntrico



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



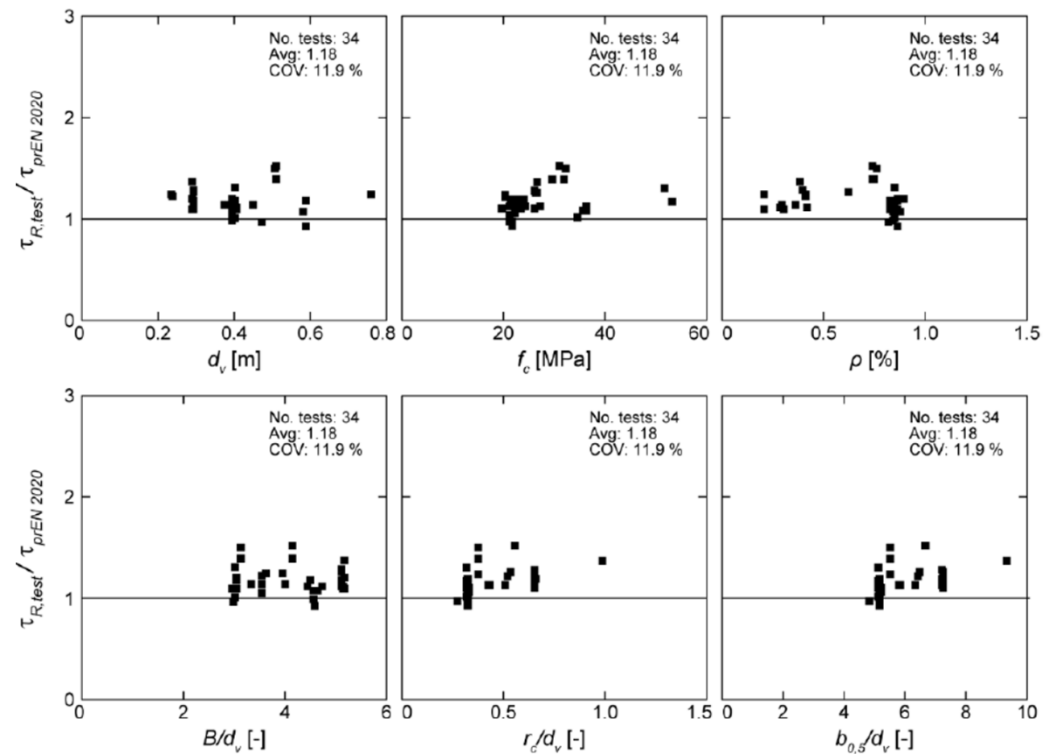
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Sapatas sem armadura e com carregamento uniforme



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



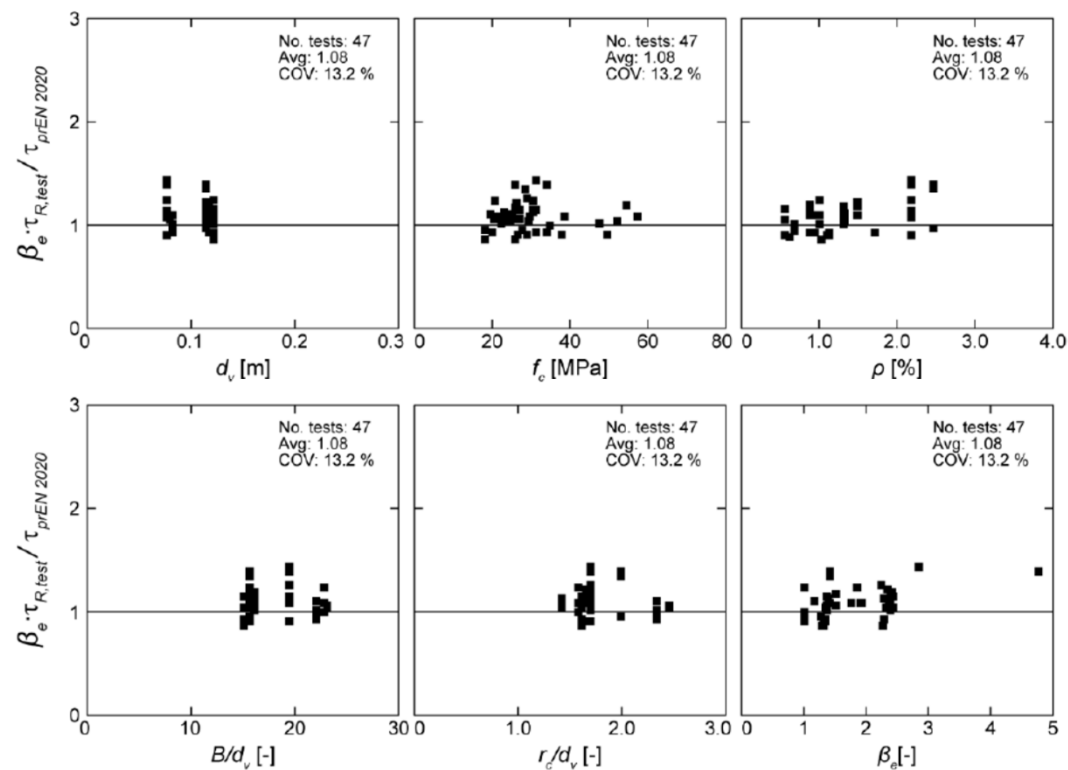
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Lajes sem armadura e com carregamento excêntrico



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

Resistência ao punçoamento com armaduras transversais

$$\tau_{Rd,cs} = \eta_c \cdot \tau_{Rd,c} + \eta_s \cdot \rho_w \cdot f_{ywd} \geq \rho_w \cdot f_{ywd}$$

$$\eta_c = \frac{\tau_{Rd,c}}{\tau_{Ed}}$$

$$\eta_s = \frac{d_v}{150\phi_w} + \left(15 \frac{d_{dg}}{d_v}\right)^{1/2} \cdot \left(\frac{1}{\eta_c \cdot k_{pb}}\right)^{3/2} \leq 0,8$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{s_r \cdot s_t}$$

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

Resistência máxima ao punçoamento

$$\tau_{Rd,max} = \eta_{sys} \cdot \tau_{Rd,c}$$

$$\eta_{sys} = 0,70 + 0,63 \left(\frac{b_0}{d_v} \right)^{1/4} \geq 1,0 \quad (\text{"studs"})$$

$$\eta_{sys} = 0,50 + 0,63 \left(\frac{b_0}{d_v} \right)^{1/4} \geq 1,0 \quad (\text{estribos})$$

Os Países podem definir um
valor alternativo nos Anexos
Nacionais

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



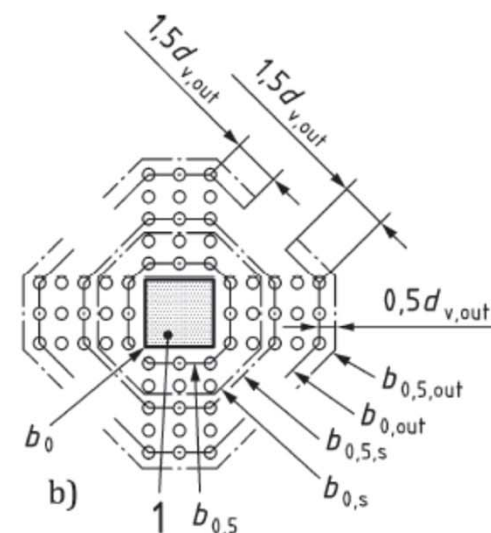
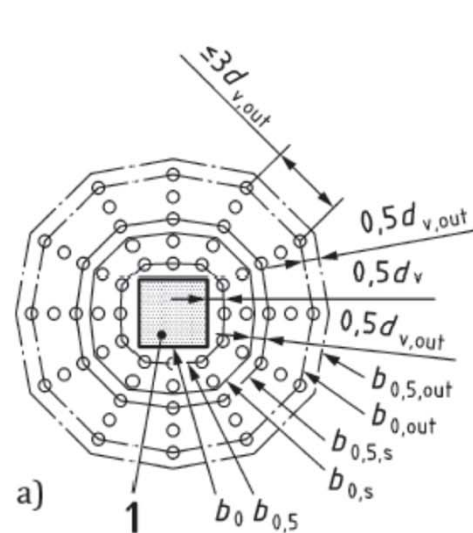
ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2

(versão Set. 2022)

Perímetro exterior onde a armadura já não é necessária

$$b_{0,5,out} = b_{0,5} \cdot \left(\frac{d_v}{d_{v,out}} \cdot \frac{1}{\eta_c} \right)^2$$



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



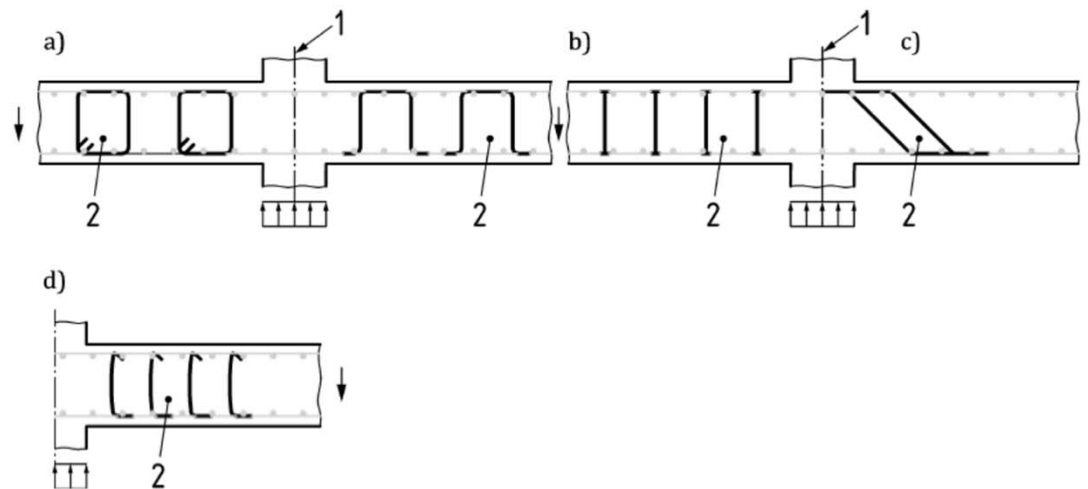
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

Tipos de armadura de punçoamento



- a) stirrups
- b) double-headed studs and headed bars
- c) bent-up bars
- d) single-leg shear links

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



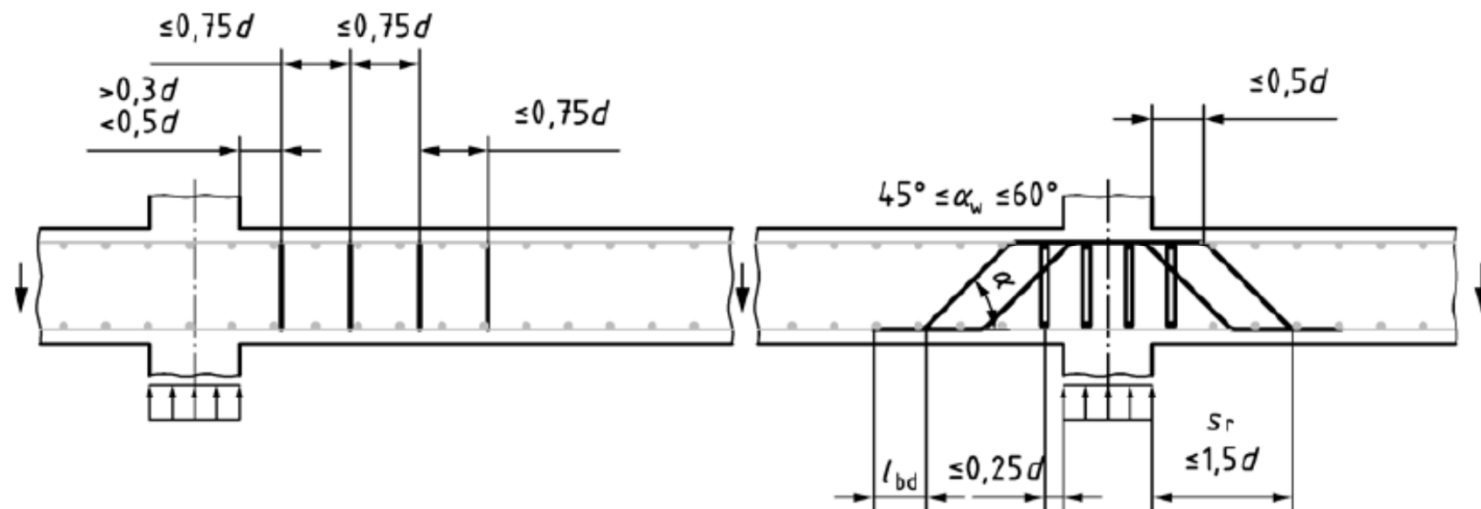
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2 (versão Set. 2022)

Regras para o espaçamento radial de armadura em lajes



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL

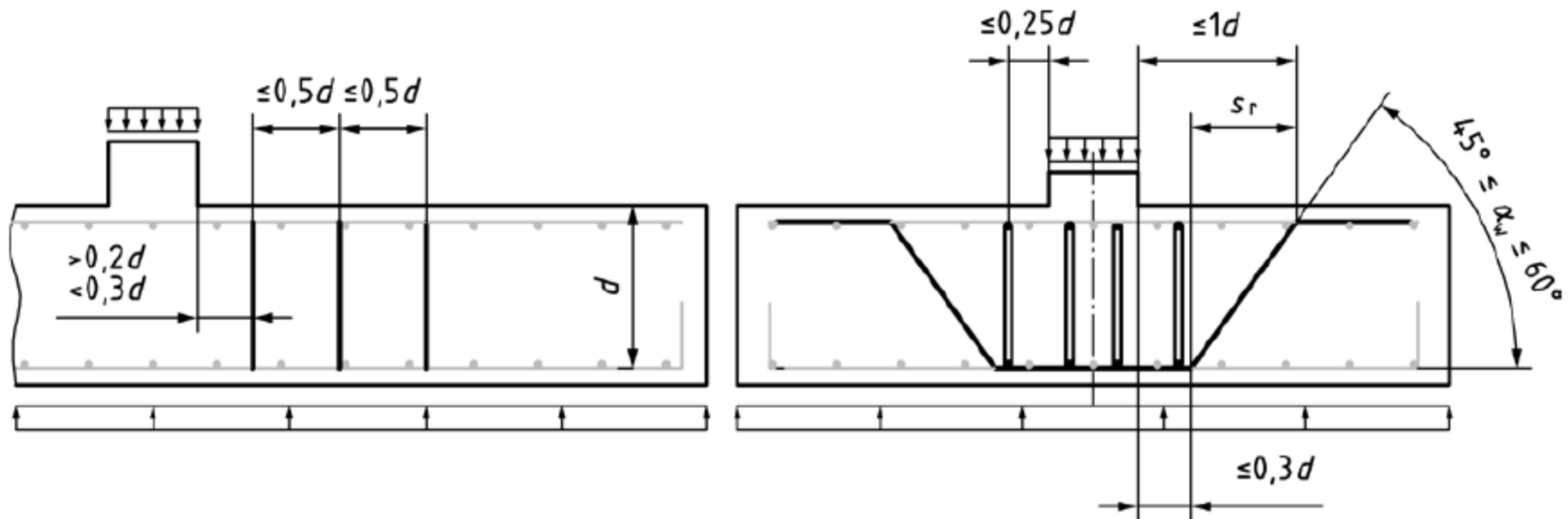


ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2

(versão Set. 2022)

Regras para o espaçamento radial de armadura em fundações



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL

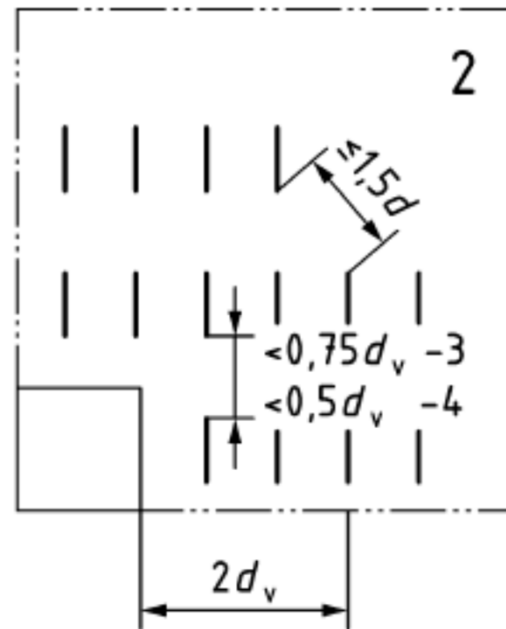
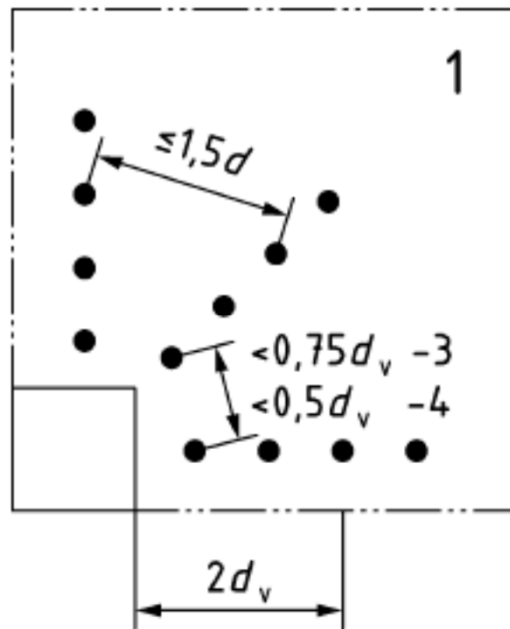


ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

prEN 1992-1-1:2020-11 - Novo EC2

(versão Set. 2022)

Regras para o espaçamento tangencial



Limite para o espaçamento no primeiro perímetro de $\leq 0,75d_v$ para lajes, e de $\leq 0,5d_v$ para fundações

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



Novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Comparação com resultados experimentais

	nº de ensaios	média	Cov (%)
Lajes fungiformes com armadura e carregamento concêntrico	135	1.20	11.5
Sapatas com armadura e carregamento concêntrico	12	1.10	11.7

CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



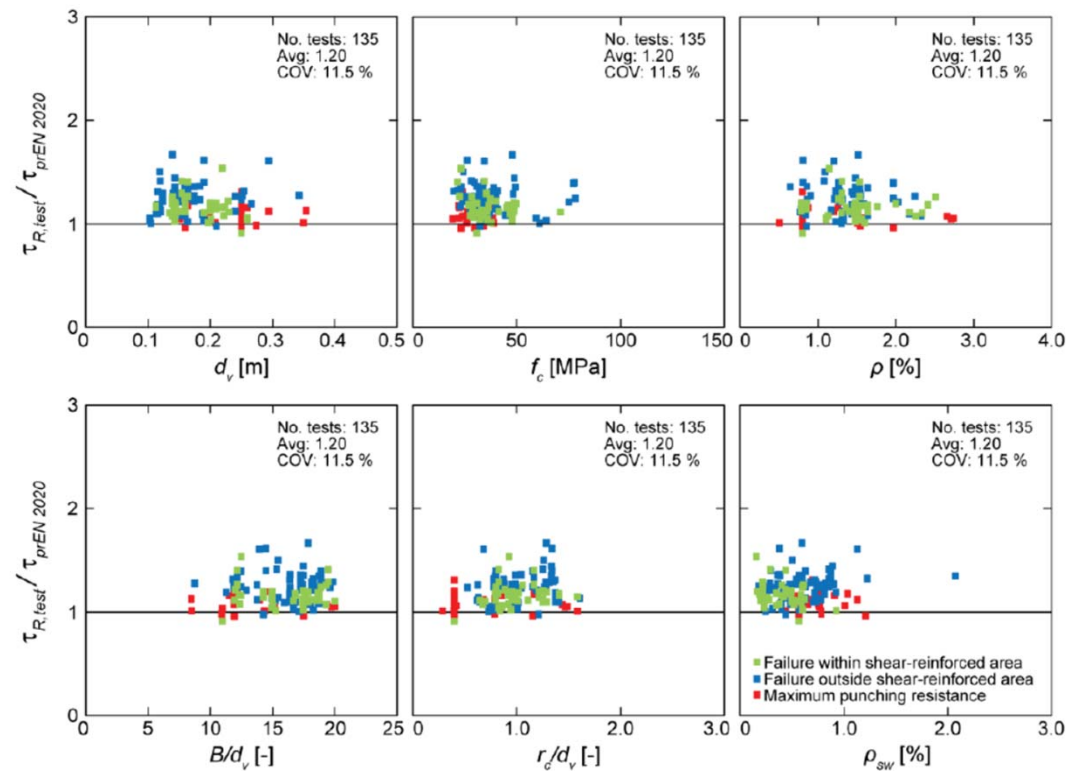
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Lajes com armadura e com carregamento concêntrico



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



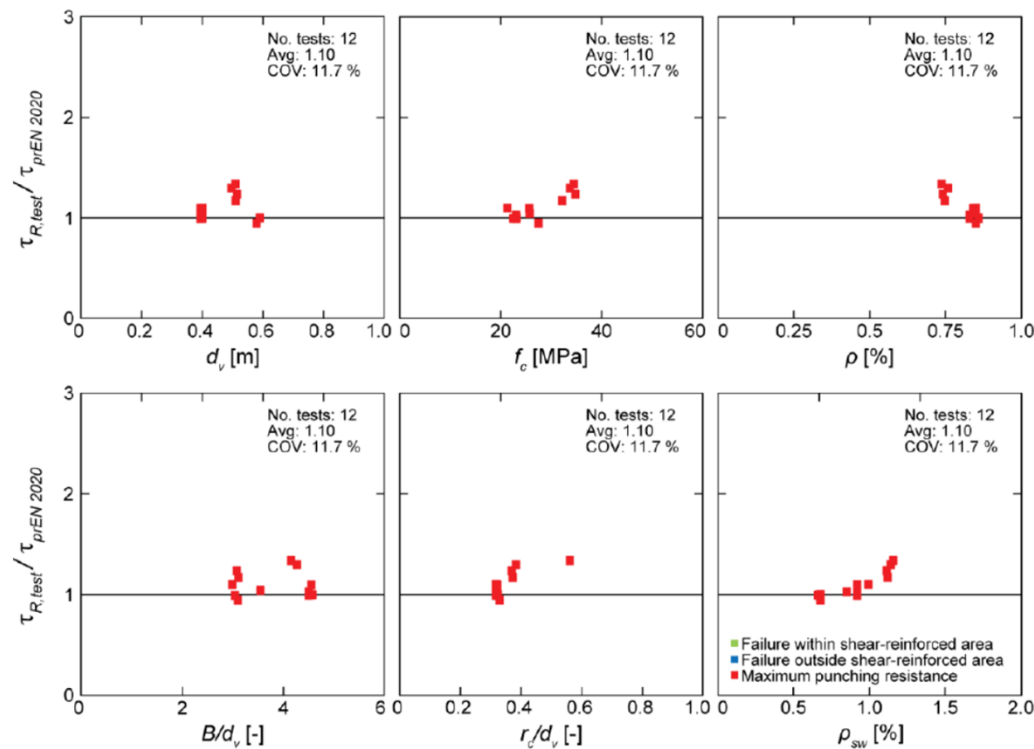
ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Novo EC2 (prEN 1992-1-1:2020-11)

Sapatas com armadura e com carregamento uniforme



CONFERÊNCIA

Novas abordagens sobre a temática do punçoamento em lajes fungiformes



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



ANO DE
ENERGIA E
CLIMA

Obrigado!