ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO
4º ENPPPCPM
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO

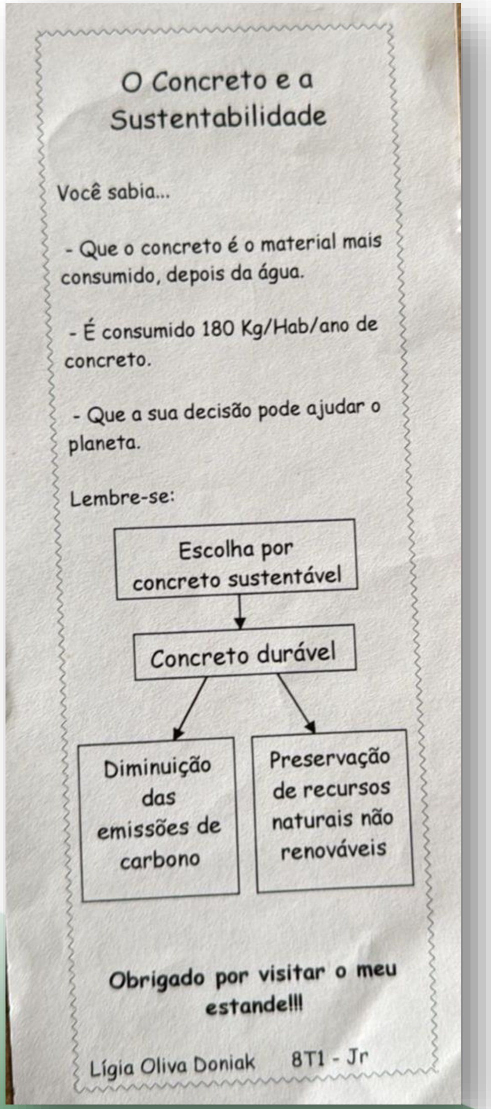
Análise de Força Cortante em Vigas Protendidas Sem Estribo Com Uso de Concreto com Fibras:

Segundo a base de dados elaborada com ensaios disponíveis na literatura em comparação com normas internacionais.

Lígia Doniak
EGT Engenharia

ORGANIZAÇÃO
Abcic
Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto

INTRODUÇÃO



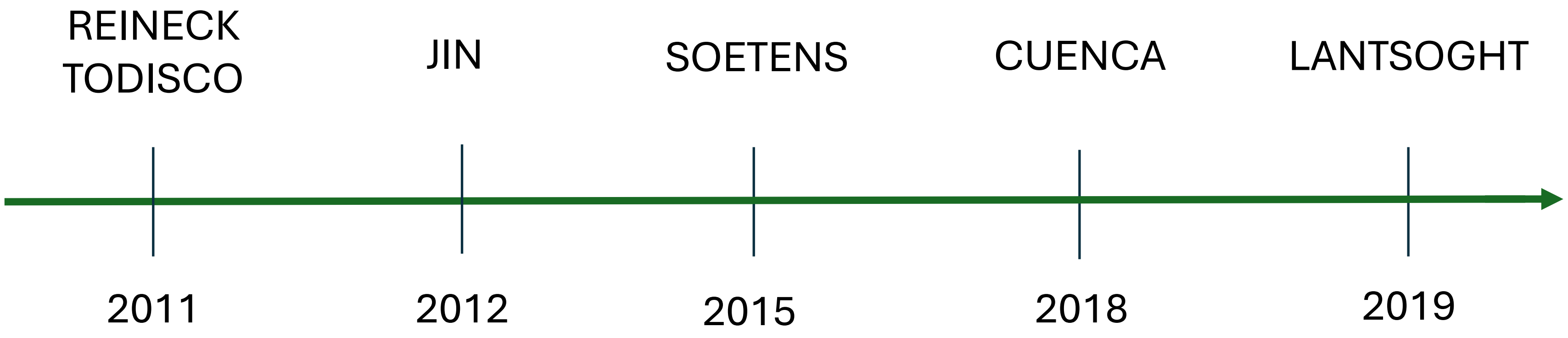
POR QUE USAR CONCRETO COM FIBRAS?

POR QUE O FRC É UMA ALTERNATIVA SUSTENTAVEL?

COMO SUBSTITUIR ARMADURA TRADICIONAL POR FIBRA?

INTRODUÇÃO

- Concreto protendido com fibra tem um alto interesse econômico e sustentável;
- É necessário conhecer bem seu desempenho e mecanismos de ruptura;
- Base de dados anteriores em resistência a cortante;



APRESENTAÇÃO DA BASE DE DADOS

DATA COLLECTION FILE: TEST

- Informação geral
- Propriedades seção transversal
- Carregamento e geometria
- Fibras e agregados
- Protensão
- Força Axial
- Resistencia do concreto
- Ensaio

DATA COLLECTION FILE: CONCRETE MIX DESIGN

- Informação Geral
- Traço
- Agregados
- Cimento
- Adição
- Pre-blended mix
- Água
- Aditivos
- Relação A/C
- Fibra

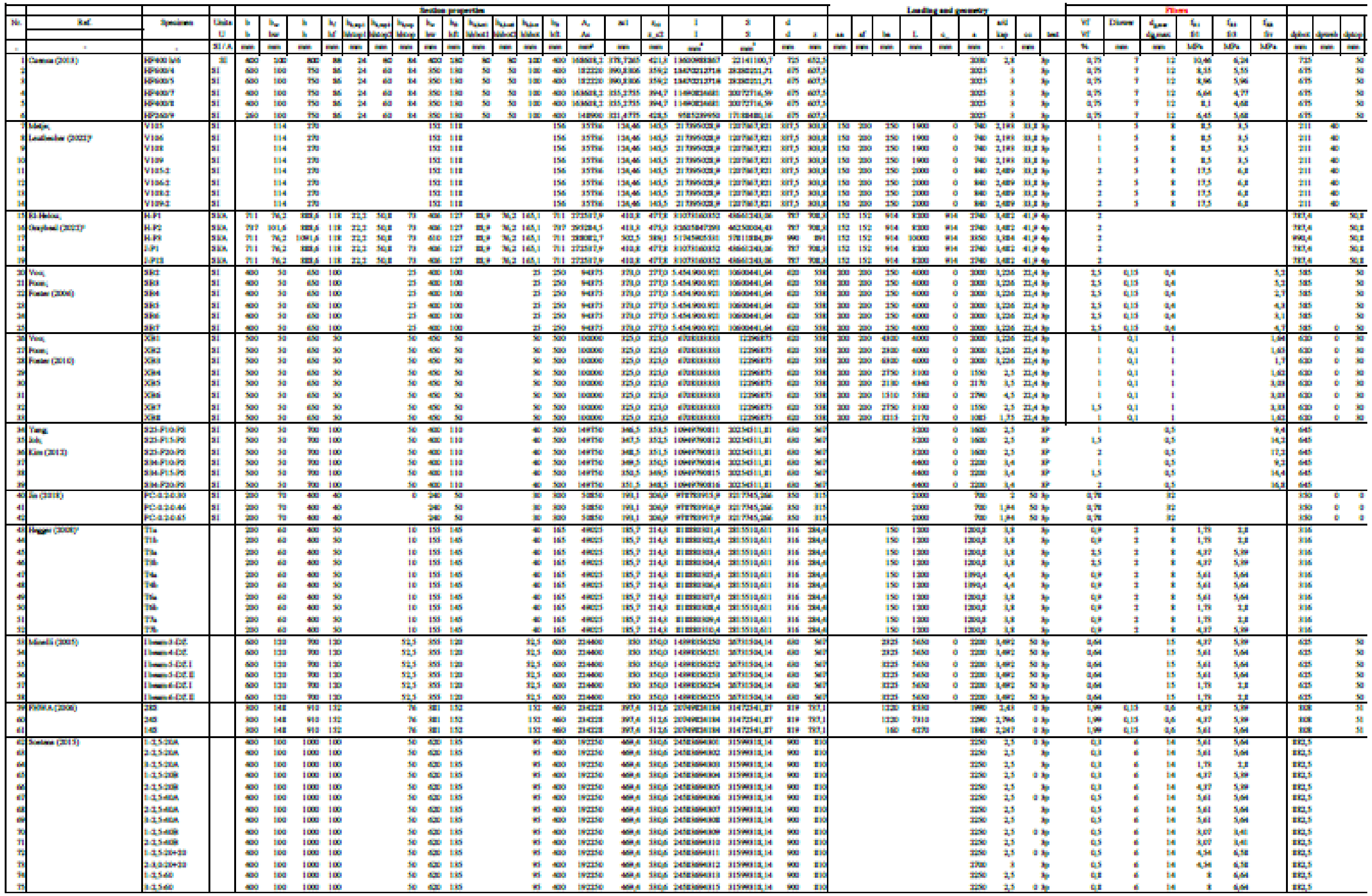
DATA EVALUATION FILE

- EUROCODE (draft)
- MODEL CODE 2010
- MODEL CODE 2010 (SMCFT)
- MODEL CODE 2020
- CODIGO ESPANHOL

doi.org/10.1002/suco.202201130

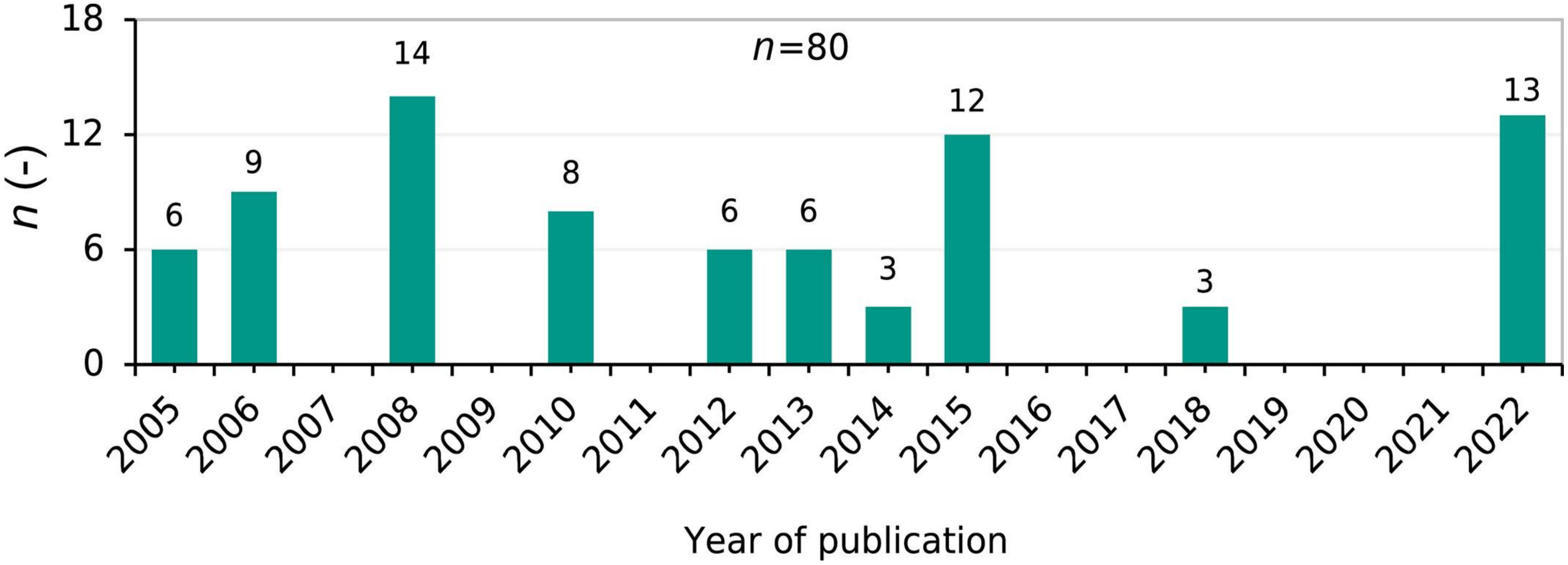
APRESENTAÇÃO DA BASE DE DADOS

DATA COLLECTION FILE: TEST



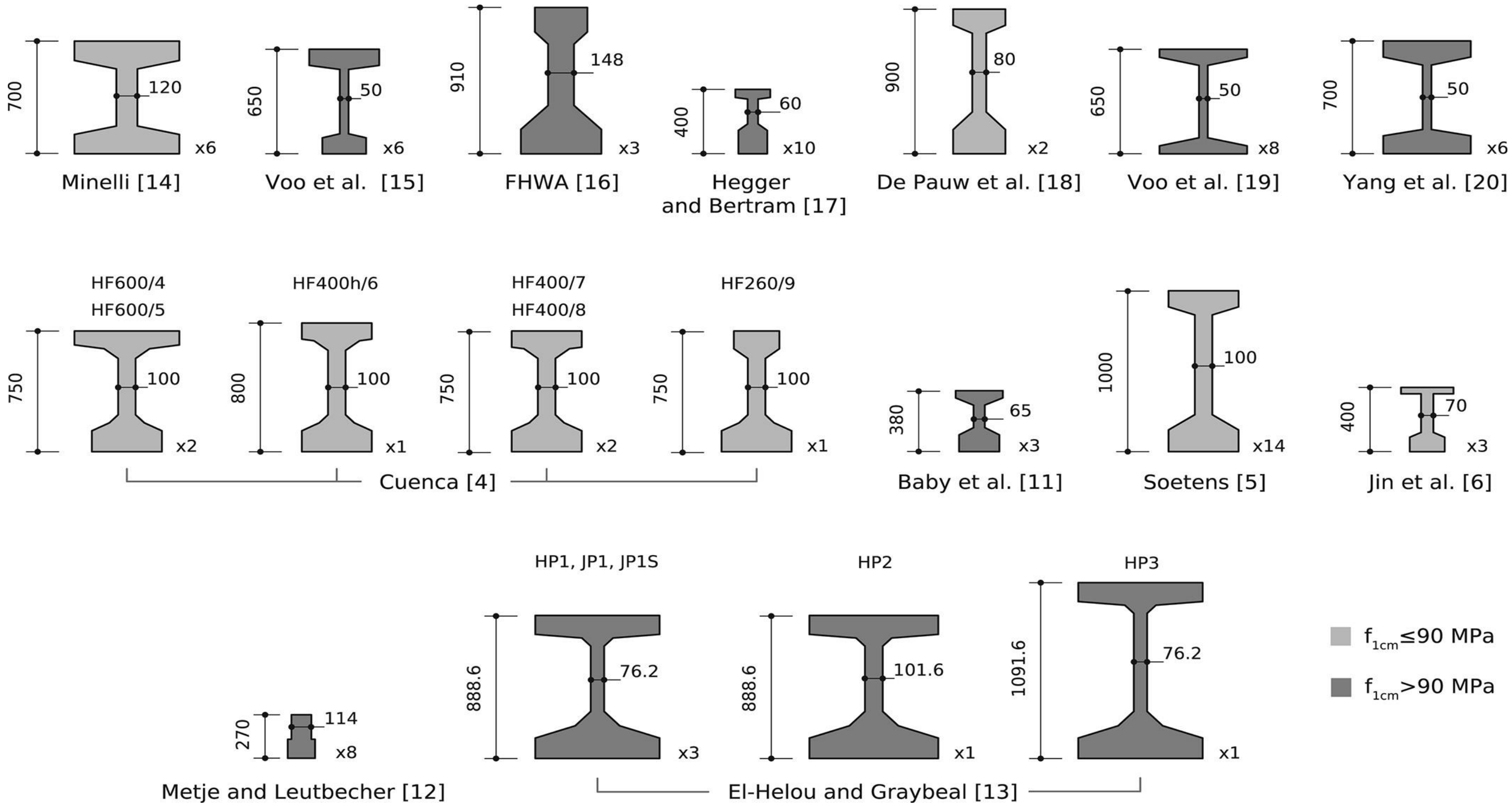
APRESENTAÇÃO DA BASE DE DADOS

Número de vigas ensaiadas pelo ano de publicação:



APRESENTAÇÃO DA BASE DE DADOS

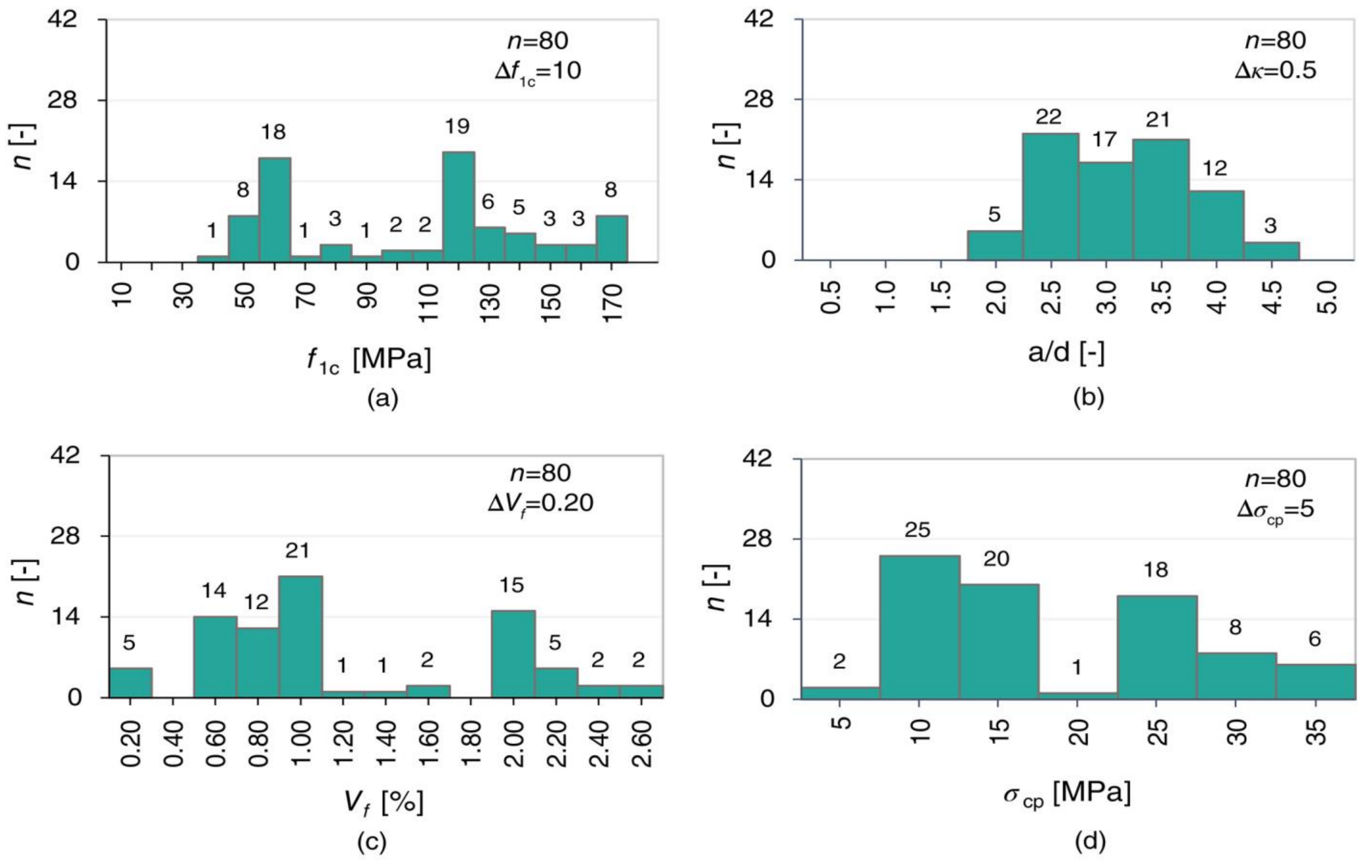
Seção Transversal e resistência das vigas ensaiadas:



ANÁLISE DA BASE DE DADOS

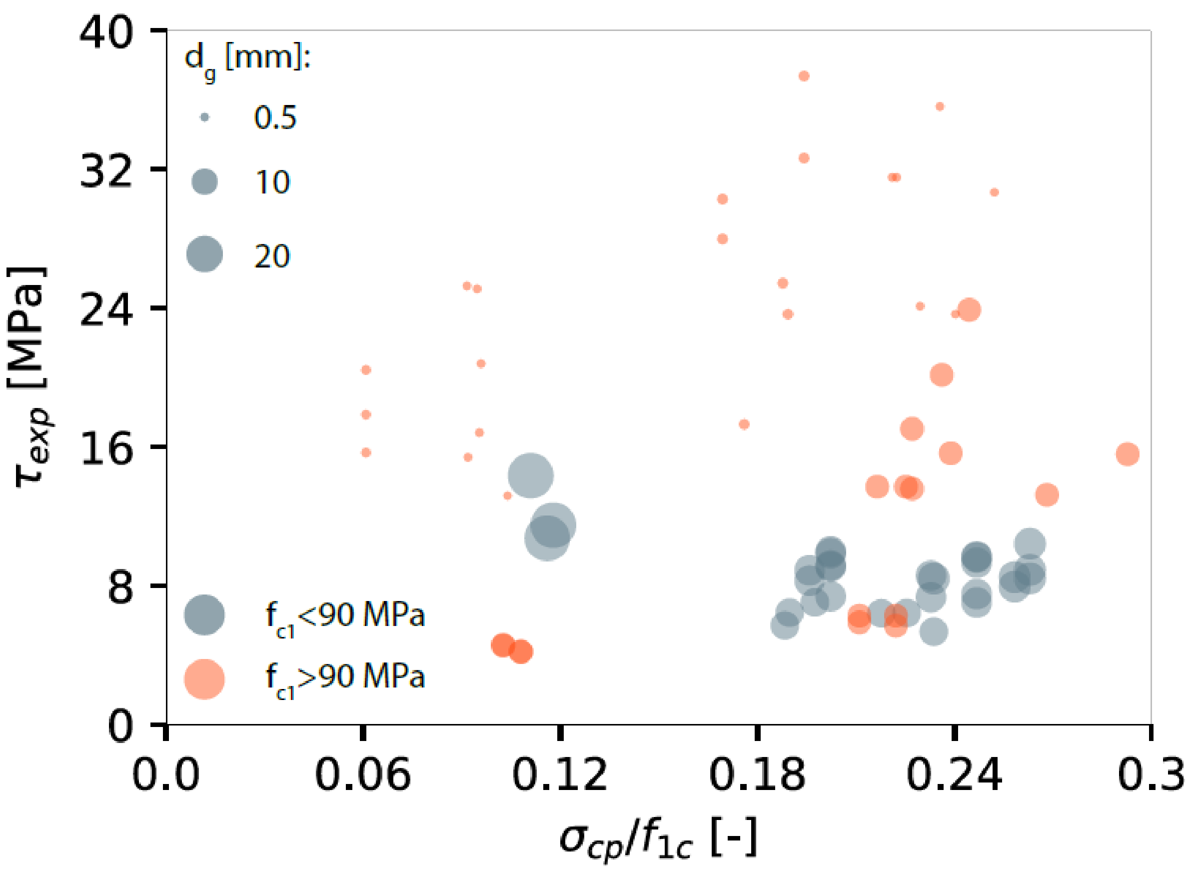
Parameter	Min value	Max value
f_{1c} (MPa)	42	175
h (mm)	270	1092
d (mm)	209	990
b_w (mm)	50	148
a/d (–)	1.75	4.50
σ_{cp} (MPa)	6.54	35.80
V_f (%)	0.30	2.50
ρ_{pw} (%)	1.00	7.59
D_{Max} (mm)	0.4	32.0
l_f/d_f (–)	48	157
σ_{fu} (MPa)	1225	3000

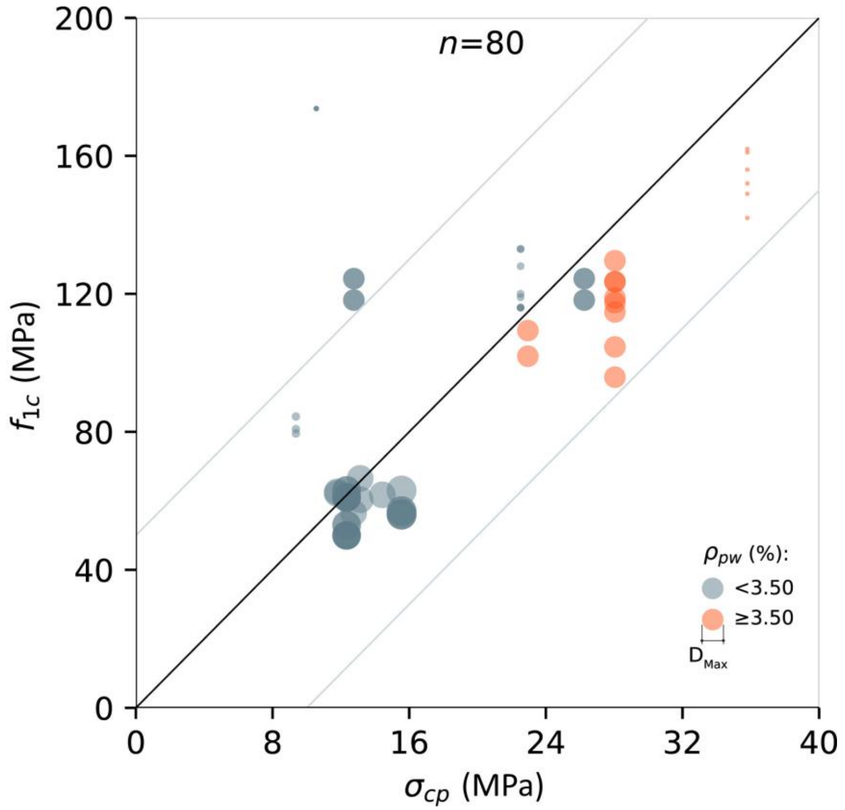
Intervalo dos parâmetros da base de dados



Número de vigas versus a. altura da viga b. esbeltez a cortante c. Resistencia a compressão do concreto d. tensão de compressão do concreto devido à protensão.

ANÁLISE DA BASE DE DADOS



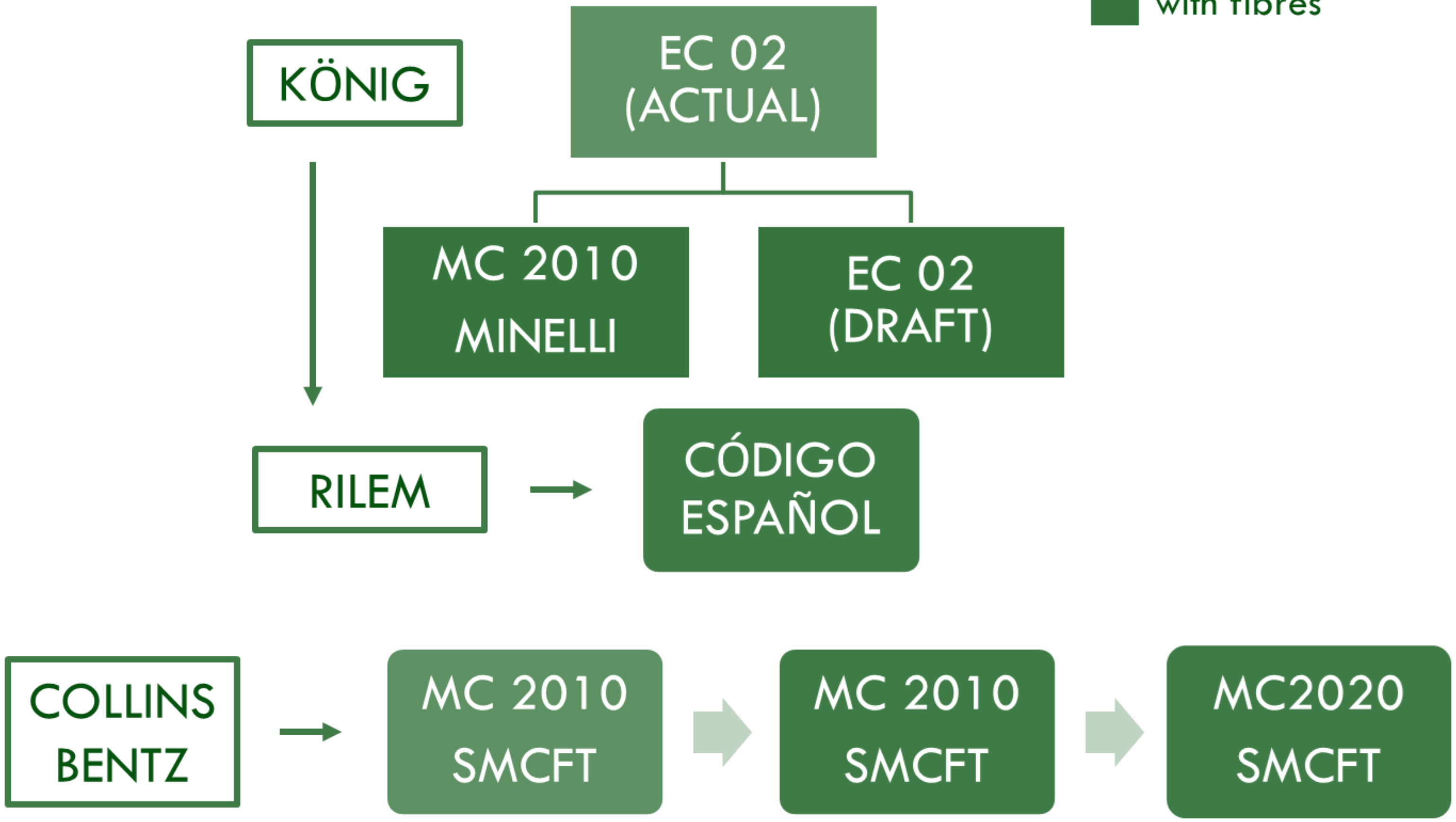


FORMULAÇÕES

FORMULA AND ORIGINS

Shear formulations:

- without fibres
- with fibres



FORMULAÇÕES

EUROCODE (DRAFT):

$$V_{Rd,cf} = \left(\eta \frac{0.6}{\gamma_c}\left(100\rho f_{ck}\frac{d_{dg}}{d}\right)^{\frac{1}{3}} + f_{Ftud} \geq \eta\tau_{Rdc,min} + f_{Ftud}\right) b_w d$$

- $f_{Ftud} = f_{Ftu,\,rígido} = f_{R3}/3$
- $f_{ck} < 100$ MPa

MODEL CODE 2010 (MINELLI):

$$V_{Rd,c} = \left(\frac{0.18}{\gamma_c} k \left(100\rho\left(1 + 7.5\frac{f_{Ftuk}}{f_{ctk}}\right) f_{ck}\right)^{1/3} + 0.15\sigma_{cp}\right) b_w d$$

- $f_{FtuK} = f_{Ftu,\,rígido} = f_{R3}/3$
- $f_{ck} < 120$ MPa

CÓDIGO ESPANHOL:

$$V_{Fd} = 0{,}7.k.\tau_{fd}.b.d$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

$$\tau_{fd} = 0{,}5.0{,}33.f_{R3}$$

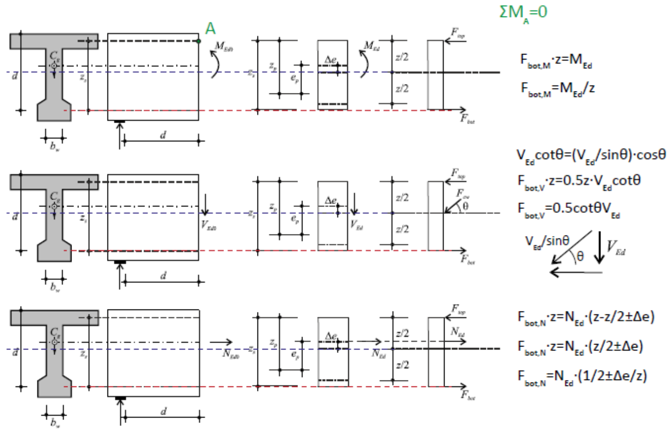
$$V_{cd} = \left(\frac{0.18}{\gamma_c} k (100\rho f_{ck})^{1/3} + 0.15\sigma_{cp}\right) b_w d$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

- $f_{ck} < 90$ MPa

MODEL CODE 2010 (SMCFT):

$$V_{Rd,F} = \frac{1}{\gamma_F}\left(k_v\sqrt{f_{ck}} + k_f f_{Ftuk}\cot\theta\right) b_w z$$



- $k_v = \frac{0.4}{1+1500\varepsilon_x} \cdot \frac{1300}{1000+k_{dg}z}$
- $\theta = 29 + 7000\varepsilon_x$
- $k_{dg} = \frac{32}{16+d_g} \geq 0{,}75$
- $f_{Ftud} = f_{Ftu,\,rígido} = f_{R3}/3$
- $f_{ck} < 120$ MPa

$$\varepsilon_x = \frac{\left(\frac{M_{Ed}}{z} + V_{Ed} + N_{Ed}\left(\frac{z_p - e_p}{z}\right)\right)}{2\left(\frac{z_s}{z}E_s A_s + \frac{z_p}{z}E_p A_p\right)}$$

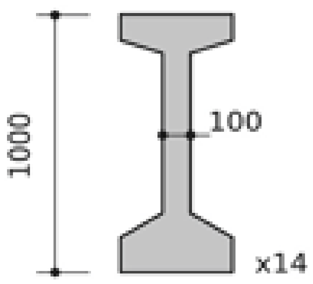
MODEL CODE 2020:

$$V_{Rd,F} = \frac{1}{\gamma_F}\left(k_v\sqrt{f_{ck}} + k_f f_{Ftuk}\cot\theta\right) b_w z$$

- $k_v = \frac{0.4}{(1+1500\varepsilon_x+\xi)} \cdot \frac{1300}{1000+k_{dg}z}$
- $\xi = (20 - 14000\varepsilon_x)\frac{K_s f_{Ftuk}}{f_{ck}}$
- $f_{ck} < 100$ MPa

RESULTADOS

DADOS DO ENSAIO



Soetens [5]

1-2,5-20 A
Vtest= 7556kN
a/d=2,5
ρ_l =1,8%
σcp =12,34MPa
fR3=4,09MPa
F1c=50MPa
Vload=154kN

Vtest/Vcalc

EUROCODE (DRAFT):

$$V_{Rd,cf} = \left(\eta \frac{0.6}{\gamma_c}\left(100\rho f_{ck}\frac{d_{dg}}{d}\right)^{\frac{1}{3}} + f_{Ftud} \geq \eta\tau_{Rdc,min} + f_{Ftud}\right) b_w d$$ =368,13kN

2,05

MODEL CODE 2010 (MINELLI):

$$V_{Rd,c} = \left(\frac{0.18}{\gamma_c} k \left(100\rho\left(1+7.5\frac{f_{Ftuk}}{f_{ctk}}\right)f_{ck}\right)^{1/3} + 0.15\sigma_{cp}\right) b_w d$$ =167,36kN

4,52

MODEL CODE 2010 (SMCFT):

$$V_{Rd,F} = \frac{1}{\gamma_F}\left(k_v\sqrt{f_{ck}} + k_f f_{Ftuk} cot\theta\right) b_w z$$ =319,3kN

2,37

MODEL CODE 2020:

$$V_{Rd,F} = \frac{1}{\gamma_F}\left(k_v\sqrt{f_{ck}} + k_f f_{Ftuk} cot\theta\right) b_w z$$ =270kN

2,79

CÓDIGO ESPANHOL:

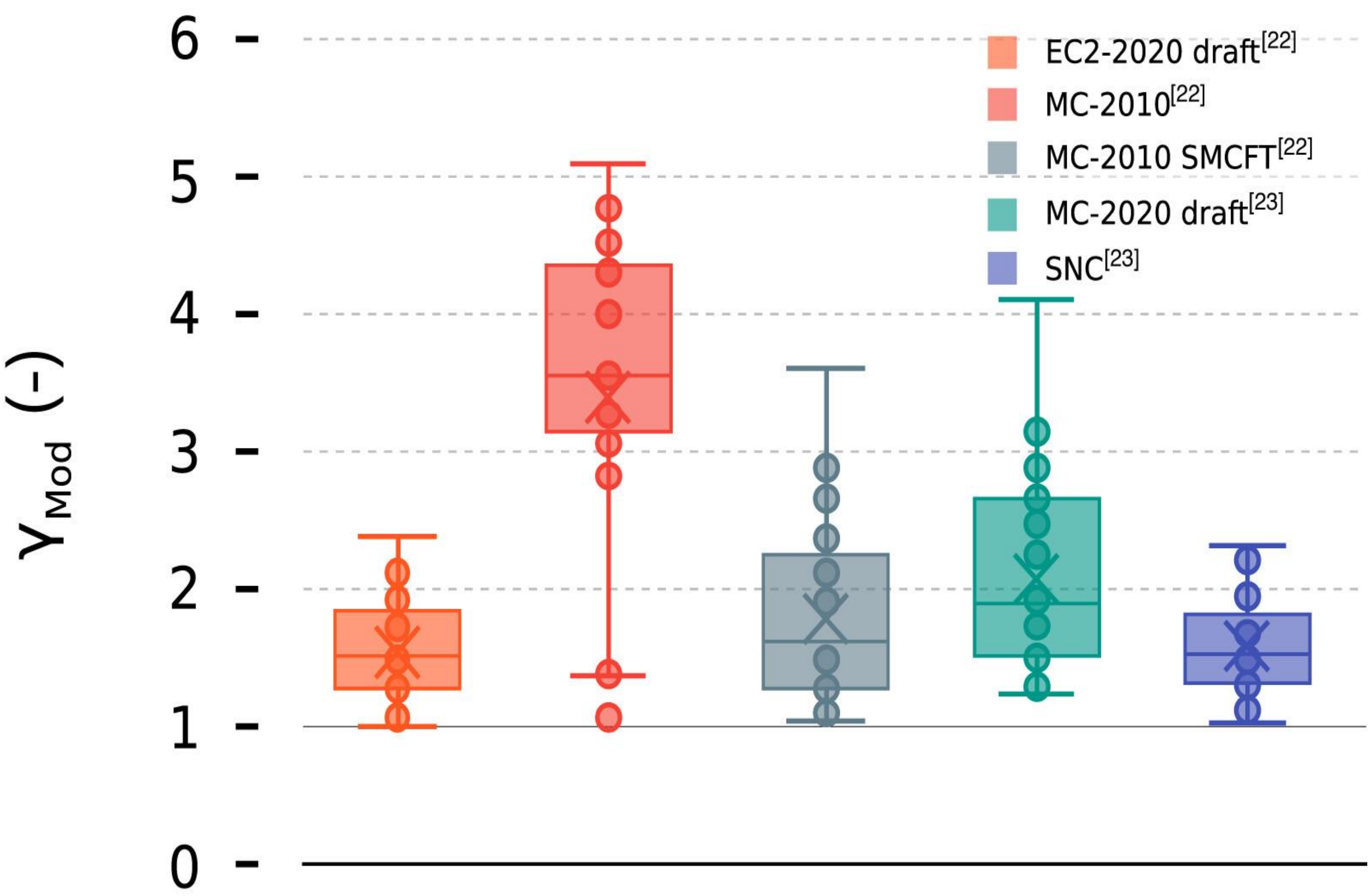
V_{Fd}=0,7. $k.\tau_{fd}.b.$d

$$V_{cd} = \left(\frac{0.18}{\gamma_c} k\left(100\rho f_{ck}\right)^{1/3} + 0.15\sigma_{cp}\right) b_w d$$

2,24

Vu=337kN

RESULTADOS



Statistical values for γ_{mod}	EC2	SNC	MC10	MC10 SMCFT	MC20 SMCFT
n	27	26	31	31	31
m	1.54	1.59	3.39	1.78	2.07
s	0.36	0.35	1.19	0.62	0.69
$v = s/m$	0.23	0.22	0.35	0.35	0.33
γ_{mod} <1 (%)	0	0	0	0	0

AGRADECIMENTOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

POLITÉCNICA

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

REFERÊNCIAS

Cuenca E, Conforti A, Minelli F, Plizzari GA, Navarro Gregori J, Serna P. A material-performance-based database for FRC and RC elements under shear loading. *Mater Struct*. 2018; **51**: 11. **https://doi.org/10.1617/s11527-017-1130-7**

Reineck KH, Todisco L. Database of shear tests for non-slender reinforced concrete beams without stirrups. Struct J. 2014; 111: 1363–72. https://doi.org/10.14359/51686820

Todisco L, Reineck KH, Bayrak O. Database with shear tests on non-slender reinforced concrete beams with vertical stirrups. ACI Struct J. 2015; 112: 761–70. https://doi.org/10.14359/51688055

Minelli F. Plain and fibre reinforced concrete beams under shear loading: structural behaviour and design aspects. Brescia: University of Brescia; 2005.
CEN: European Committee for Standardization. Eurocode 2: Design of concrete structures—Part 1–1: General rules and rules for buildings (draft); 2020.

Fédération Internationale du Béton (Fib). Model code for concrete structures 2010. Switzerland: Lausanne; 2013.

Fédération Internationale du Béton (Fib). Model code for concrete structures 2020 (draft). Switzerland: Lausanne; 2020.

Gobierno de España. Código Estructural Real Decreto 470/2021; 2021.

Reineck K-H, Dunkelberg D ACI-DAfStb databases 2015 with shear tests for evaluating relationships for the shear design of structural concrete members without and with stirrups.

Lantsoght EOL. Database of shear experiments on steel fibre reinforced concrete beams without stirrups. Materials (Basel). 2019; 16: 1–36. https://doi.org/10.3390/ma12060917

Vecchio F, Collins MP. The response of reinforced concrete to in-plane shear and normal stresses, Toronto; 1982.

Reineck K-H, Fitik B. ACI-DAfStb databases 2020 with shear tests on structural concrete members without stirrups, DAfStb-Hef. Issued by Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V.—DAfStb, 10787, Berlin, Berling; 2022

OBRIGADA!

Lígia Doniak | www.linkedin.com/in/ligia-doniak

lodoniak@gmail.com

doi.org/10.1002/suco.202201130