



# Alconpat Internacional

## TALLERES RECOMENDACIONES TÉCNICAS ALCONPAT 2022

Dirección de Recomendaciones Alconpat Int.

**Pedro Garcés Terradillos, Universidad de Alicante, España**

Subdirección de Recomendaciones Alconpat

**Jorge Alberto Briceño Mena, Universidad Politécnica de Tapachula, México**





# Alconpat Internacional

## Dirección de Recomendaciones Técnicas

### SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES. EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DE TESTIGOS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN: *ensayos, análisis y procedimientos*

Paulo Helene  
*PhD Engenharia*  
*Presidente IBRACON*



# Alcance

**Aceptación del hormigón durante la construcción**



**Verificación de seguridad estructural en obras existentes (casos de *retrofit*, rehabilitaciones, intervenciones por accidentes, incendios, etc.)**

## Equipamiento de extracción



## Equipamiento de extracción

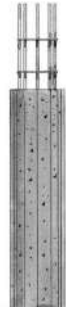


## Muestreo. Estructuras en ejecución

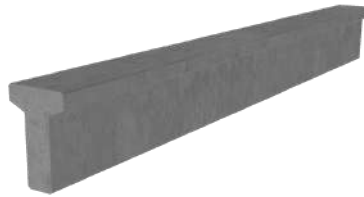
conocimiento anterior	formación por lotes		cantidad mínima de testigos por lote
100% de muestreo con mapeo completo rastreabilidad	1 lote = 1 hormigonado	aplicado a un elemento estructural	1
		aplicado a 3 o + elementos estructurales	3
desconocimiento parcial o total del mapeo	separar en lotes: uno para pilares, otro para vigas y cabezas de columnas, otro para losas y otro para cimentaciones. Dentro de cada grupo utilice NDT, esclerometría y ultrasonido. Extrae testigos de elementos con índices END más bajos.	hasta 8 m <sup>3</sup>	3
		8 m <sup>3</sup> < lote < 50 m <sup>3</sup>	6

## Muestreo. Estructuras existentes

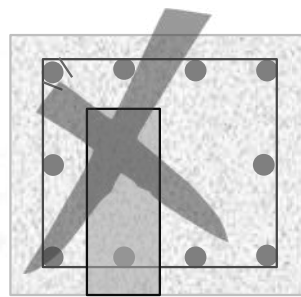
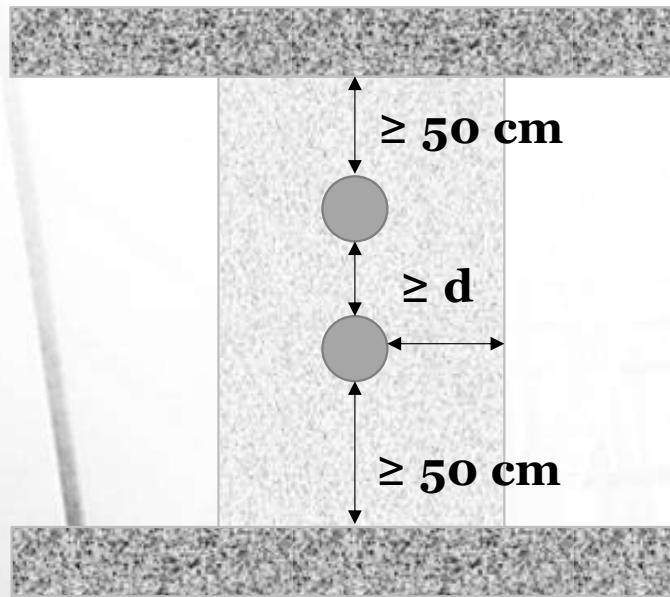
1 lote =



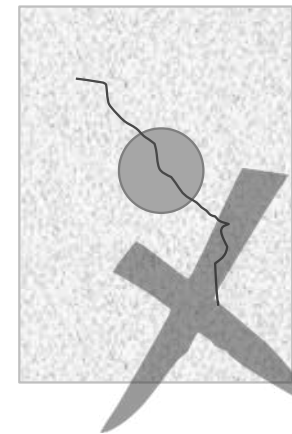
o



o



La armadura principal no se puede cortar

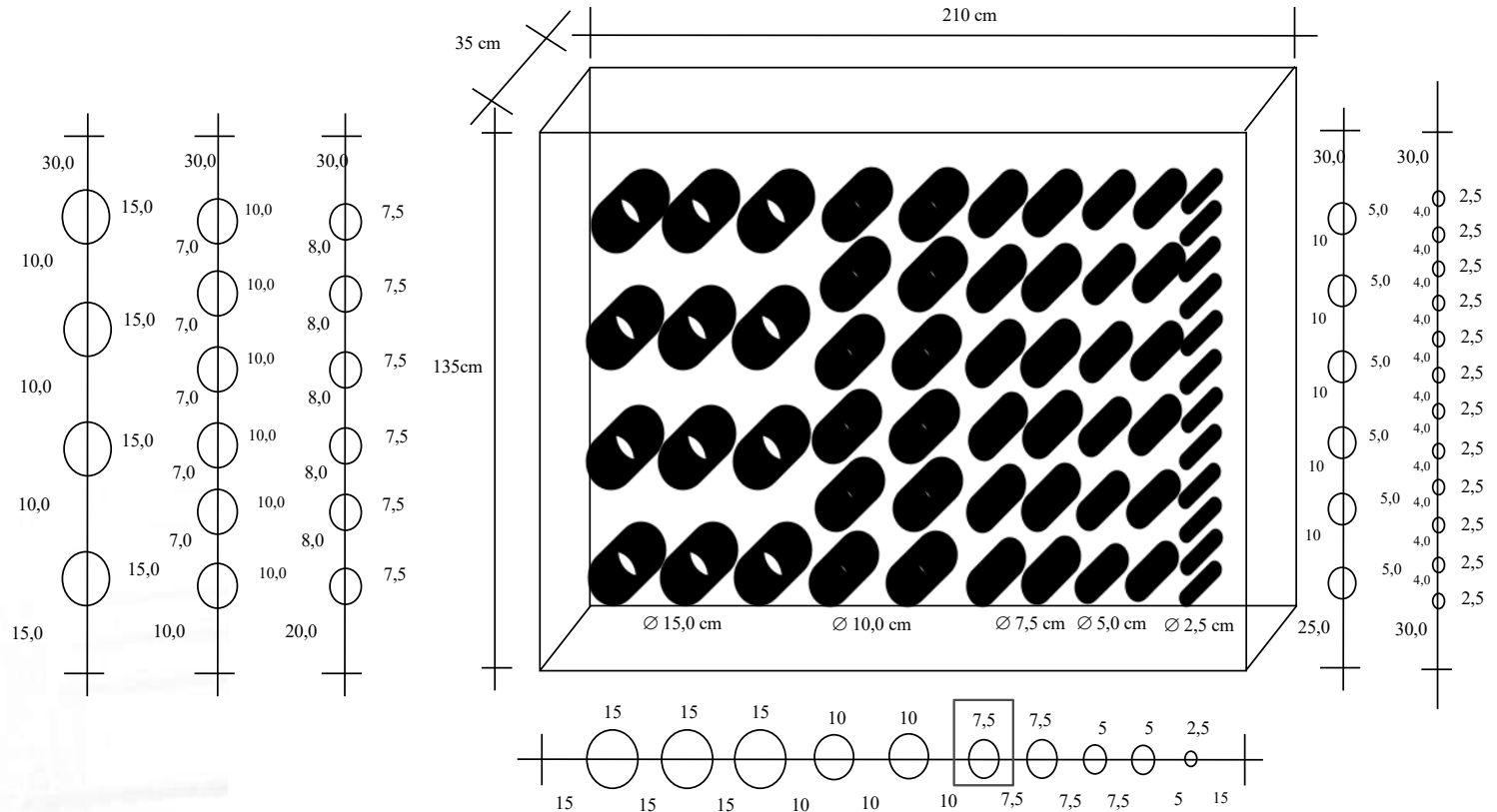


a menos que el objetivo sea conocer la fisura

# Dimensiones de los testigos

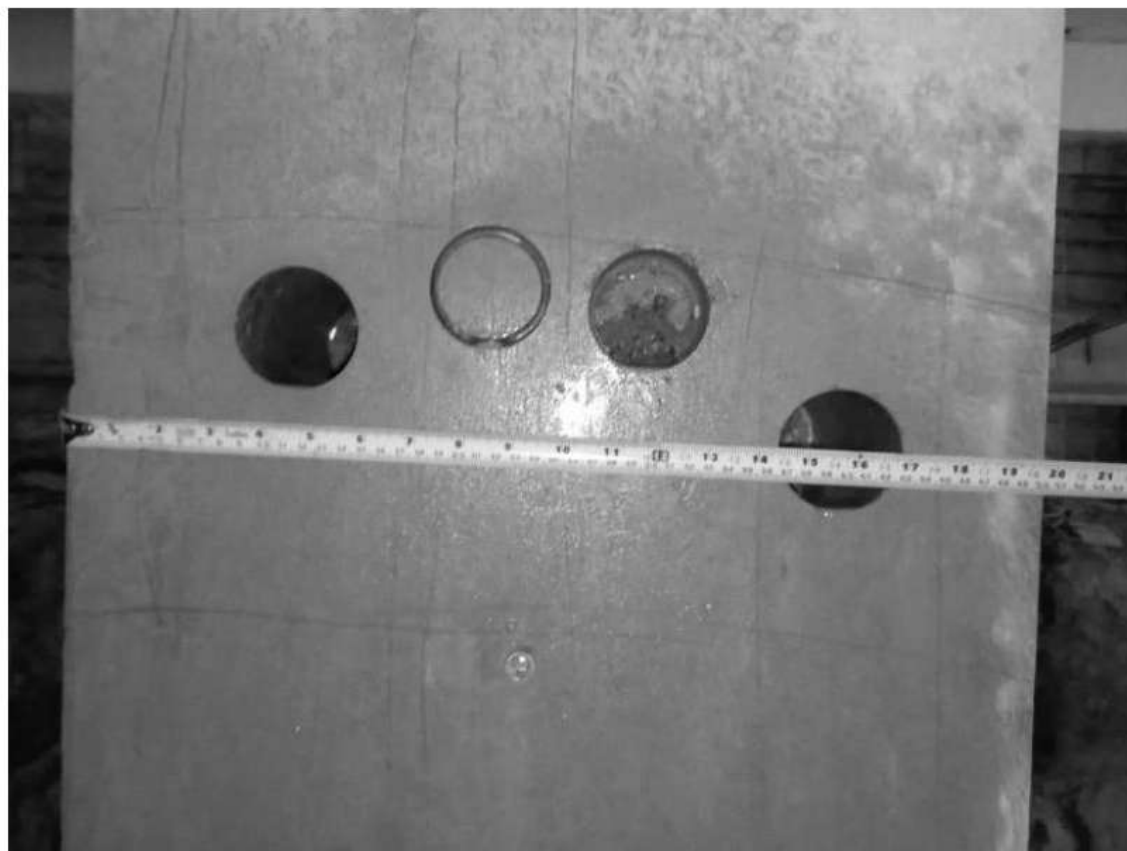
$$d \geq 3x D_{max}$$

$$1 \leq h/d \leq 2$$





## Corte, integridad, ensayo

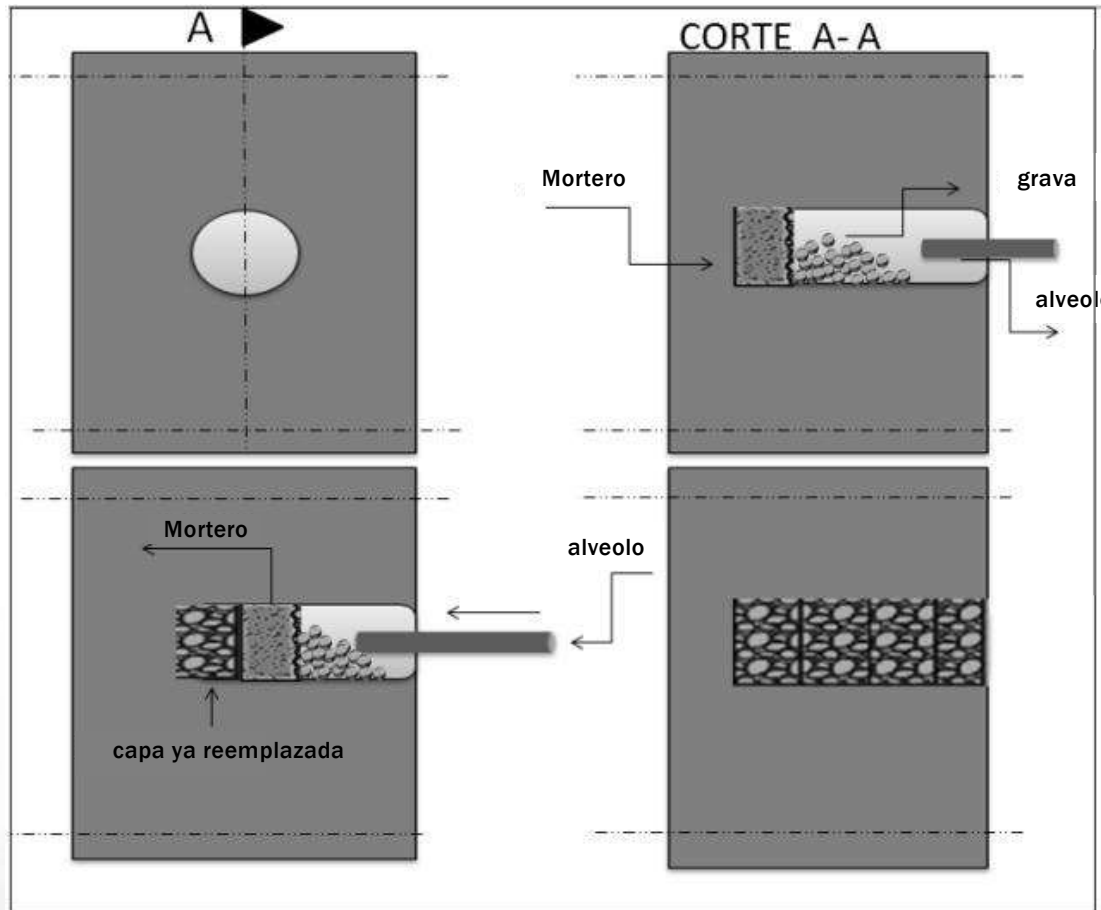


## Documentación

### **Documentar el proceso de extracción con fotos, identificando:**

- **El testigo extraído;**
- **El posicionamiento de los agujeros en el elemento estructural;**
- **Registrar y fotografiar signos de posible segregación o grietas en la región de extracción;**
- **Dibujar la ubicación de las extracciones, identificando:**
  - **El elemento estructural;**
  - **La distancia entre agujeros, en caso de existir más de un agujero por elemento estructural;**
  - **La ubicación del agujero en planta y alzado.**

# Reparo del agujero



Dry-pack

## Coeficientes de corrección

$$f_{ci,ext,j} = f_{ci,lab,j} * k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * k_5 * k_6$$

$k_1$ (relación h/d)		$k_2$ (efecto broqueo)	$k_3$ (sentido de extracción y ensayo x vertido del hormigón)		$k_4$ (humedad del testigo en la prueba)		$k_5$ (efecto compactación)	$k_6$ (efecto curado)			
h/d	$k_1$	1,06	⊥		seco	húmedo	Volumen de vacíos > 2,5%	UR > 95%	60% < UR < 95%	UR < 60%	
2,00	1,00										
1,75	0,98										
1,50	0,96		1,02	1,00	0,95	1,00	0,95	1,00	1,05	1,09	
1,25	0,93										
1,00	0,87										

## Criterios de juzgamiento

Método simplificado → ACI 318

✓ la resistencia media de los 3 valores,  $f_{ci,ext,j}$  superar →  $0,85 * f_{ck}$  y,

✓ cualquier valor individual de  $f_{ci,ext,j}$  superar →  $0,75 * f_{ck}$

Método del coeficiente de corrección

$$f_{ci,ext,j} = f_{ci,lab,j} * k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * k_5 * k_6$$

Verificación de seguridad estructural

P/considerar el efecto negativo de las cargas a largo plazo

$$f_{ci,28} = f_{ci,ext,j} * \left\{ e^{0,17 * \left( 1 - \sqrt{\frac{28}{j}} \right)} \right\}^{-1}$$

$$f_{ci,28} = f_{ci,ext,j} * \left\{ 0,96 - 0,12 * \sqrt[4]{\ln[72(j - 28)]} \right\}^{-1}$$

Incumplimiento final

- determinar las restricciones al uso de la estructura;
- proporcionar el proyecto de refuerzo;
- decidir por la demolición parcial o total de la estructura.

# Significado de los resultados

**¿qual es el referencial de  
resistencia del concreto a  
compresión,  $f_{ck}$  o  $f_c'$ , en  
Cuba, Paraguay, México,  
Argentina, Portugal, USA...  
y Brasil ?**





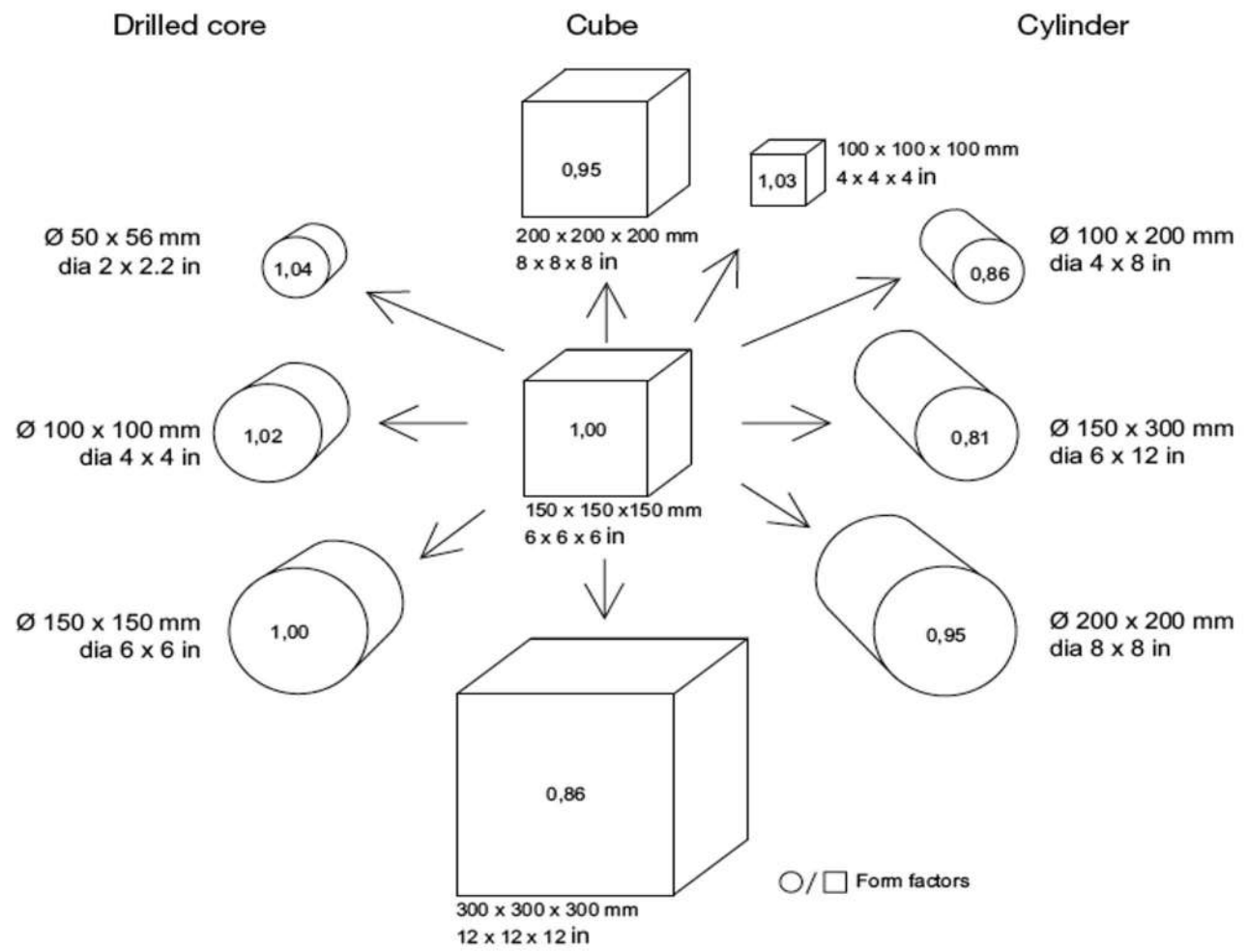
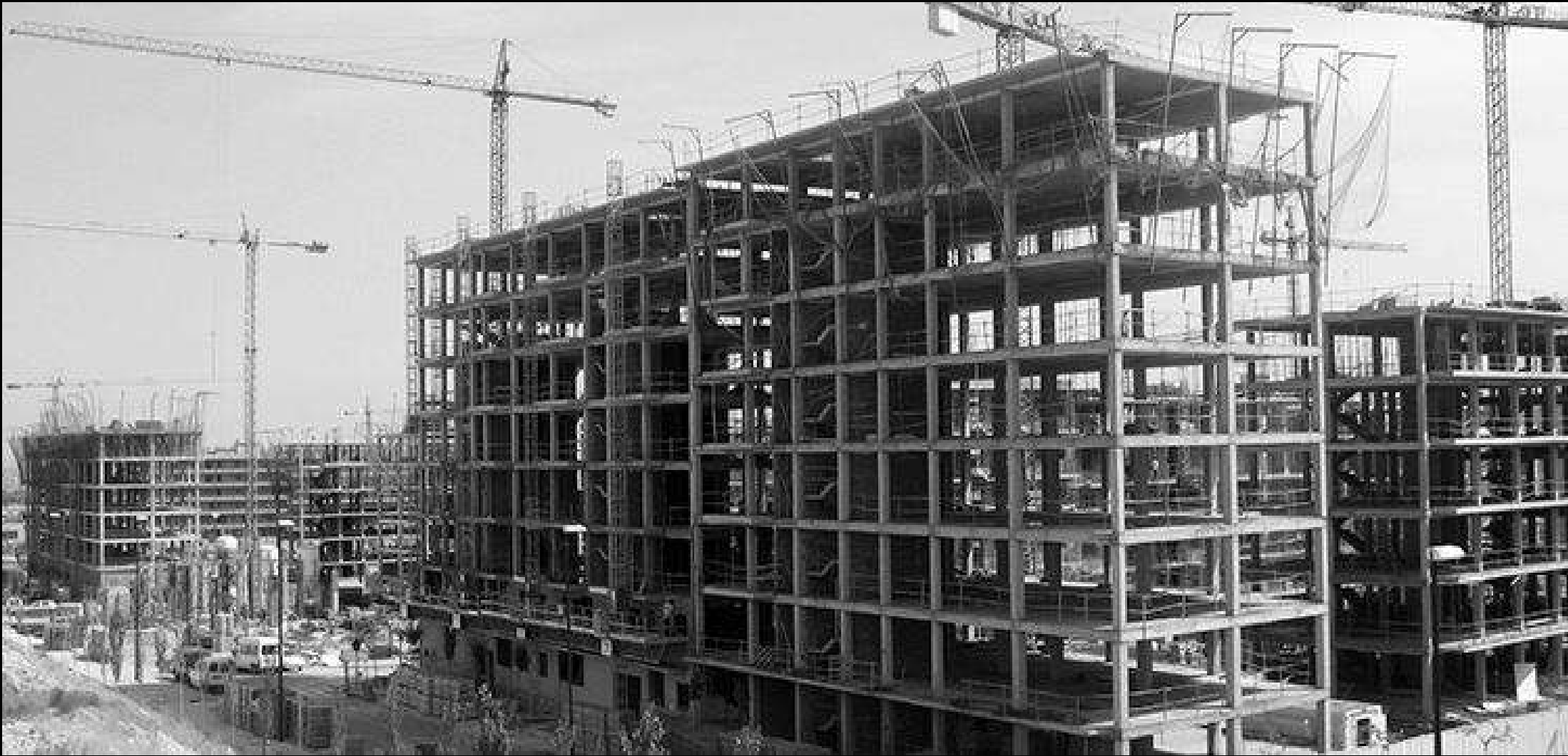


Figure 7-21 Form factors

**La resistencia a compresión del concreto  
es una convención  
internacional que elige un método de  
ensayo muy estricto para medir su  
máxima resistencia potencial y se refiere  
a la resistencia de un volumen de  
concreto mezclado de una sola vez  
(mixer)**

**¿qual es la resistencia  
efectiva del concreto  
en las estructuras,**

*$f_{cef}$ ?*







# Normas Brasil

- ABNT NBR 6118:2014*** - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- ABNT NBR 6120:2000*** – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;
- ABNT NR 6122:2010*** – Projeto e execução de fundações;
- ABNT NBR 6123:2013*** – Forças devidas ao vento em edificações;
- ABNT NBR 7188:2013*** – Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas;
- ABNT NBR 8681:2004*** – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- ABNT NBR 9062:2017***– Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado;
- ABNT NBR 15200:2012*** – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio;
- ABNT NBR 15421:2006*** – Projeto de estruturas resistentes a sismos – Procedimento;
- ABNT NBR 15575:2013*** – Edificações habitacionais – Desempenho;

# Normas USA y Europa

**ACI-318-14** – Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary;

**EN 1991 EUROCODE 1 – Actions on structures:**

- Part 1-1: General actions – Densities, self-weight and imposed loads;*
- Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire;*
- Part 1-3: General actions – Snow loads;*
- Part 1-4: General actions – Wind actions;*
- Part 1-5: General actions – Thermal actions;*
- Part 1-6: General actions – Actions during execution;*
- Part 1-7: General actions – Accidental actions;*



**EN 1992 EUROCODE 2 – Design of concrete structures:**

- Part 1-1: General – Common rules for building and civil engineering structures;*
- Part 1-2: General – Structural fire design;*
- Part 2: Bridges;*
- Part 3: Liquid retaining and containment structures;*



**fib** Model Code for Concrete Structures 2010;



**ISO 22111:2007** – Basis for Design of Structures. General Requirements



**¿como es la introducción de la  
seguridad (resistencia e estabilidad)  
en el diseño estructural?**





# partial factor format – *fib* Model Code 2010

## metodo semi probabilista

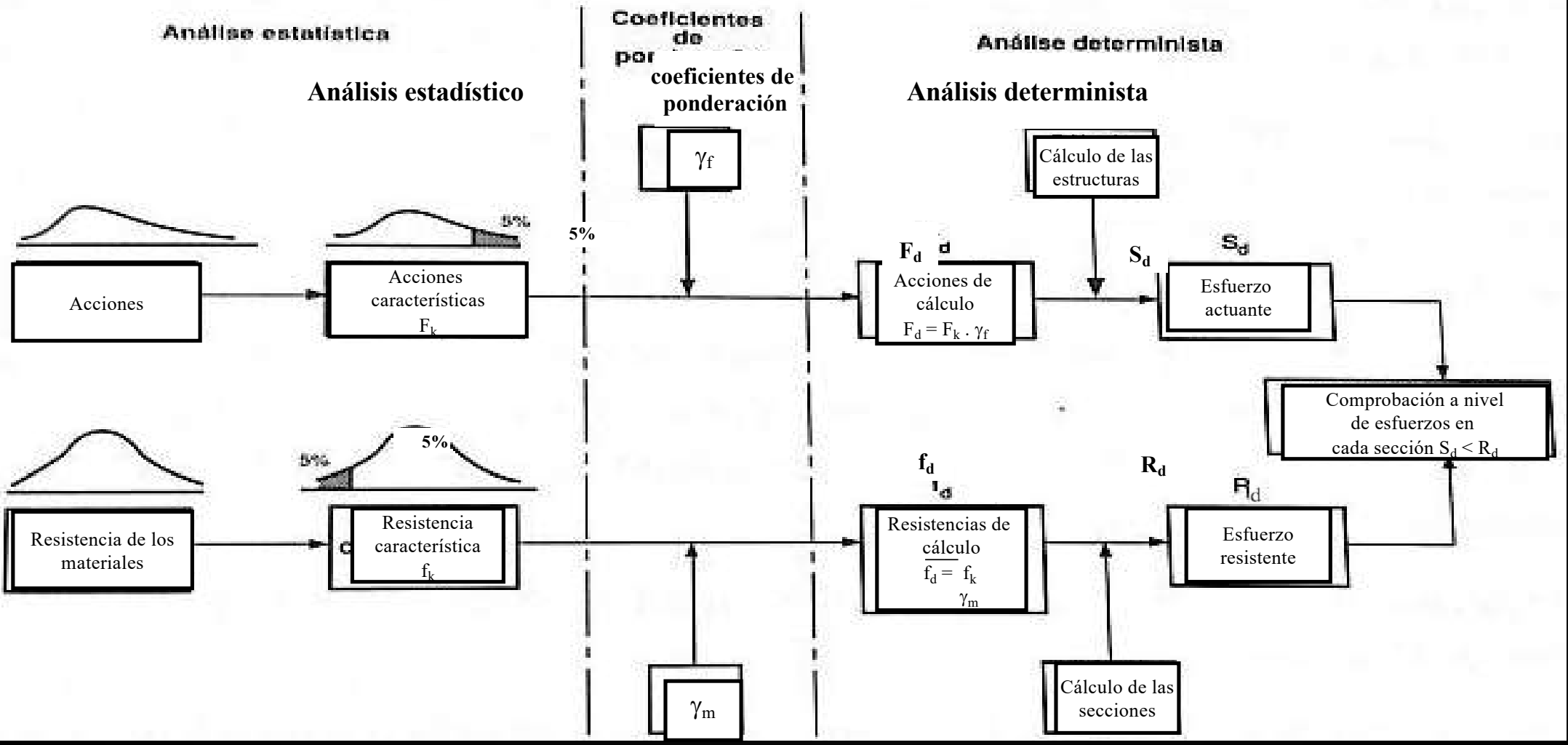
Análisis estadística

Análisis estadístico

Coefficientes de ponderación

Análisis determinista

Análisis determinista



**acciones y seguridad en las estructuras**

**Brasil, USA, Europa**

**Acciones mejoradas (incrementadas):**

$$F_d = F_k * \gamma_f$$

**Resistencias minoradas (reducidas):**

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 0,66 * f_{ck}$$

$$\sigma_{cd} = 0,85 * f_{cd} = 0,85 * 0,66 * f_{ck} = 0,57 * f_{ck}$$

$$\sigma_{cd} = f_{ck,ef} = 0,57 * f_{ck}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 0,66 * f_{ck}$$

$$\sigma_{cd} = 0,85 * f_{cd} = 0,85 * 0,66 * f_{ck} = 0,57 * f_{ck}$$

$$\sigma_{cd} = f_{ck,ef} = 0,57 * f_{ck}$$

$$f_{ck} = 1,75 * f_{ck,ef}$$

$$f_{ck} = 200 \text{ kgf/cm}^2 = 20 \text{ MPa} \quad \longrightarrow$$

$$f_{ck,ef} = 114 \text{ kgf/cm}^2 = 11,4 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 400 \text{ kgf/cm}^2 = 40 \text{ MPa} \quad \longrightarrow$$

$$f_{ck,ef} = 228 \text{ kgf/cm}^2 = 22,8 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 800 \text{ kgf/cm}^2 = 80 \text{ MPa} \quad \longrightarrow$$

$$f_{ck,ef} = 456 \text{ kgf/cm}^2 = 45,6 \text{ MPa}$$

## significado de $\gamma_c = 1,5$

$$\gamma_c = \gamma_m * \gamma_{Rd1} * \gamma_{Rd2}$$

$\gamma_m \rightarrow$  considera la variabilidad de la resistencia efectiva del concreto en la estructura ( $\gamma_m = 1,23$  a  $1,39$ )

$\gamma_{Rd1} \rightarrow$  considera las incertezas del modelo de cálculo empleado ( $\gamma_{Rd1} = 1,05$ )

$\gamma_{Rd2} \rightarrow$  considera la diferencia de geometría entre probeta y forma del elemento estructural ( $\gamma_{Rd2} = 1,05$ )

$$\gamma_c = \gamma_m * \gamma_{Rd1} * \gamma_{Rd2} = 1,36 * 1,05 * 1,05$$

$$\sigma_{cd} = f_{ck,ef} = 0,57 * f_{ck}$$

$$f_{ck} = 1,75 * f_{ck,ef}$$

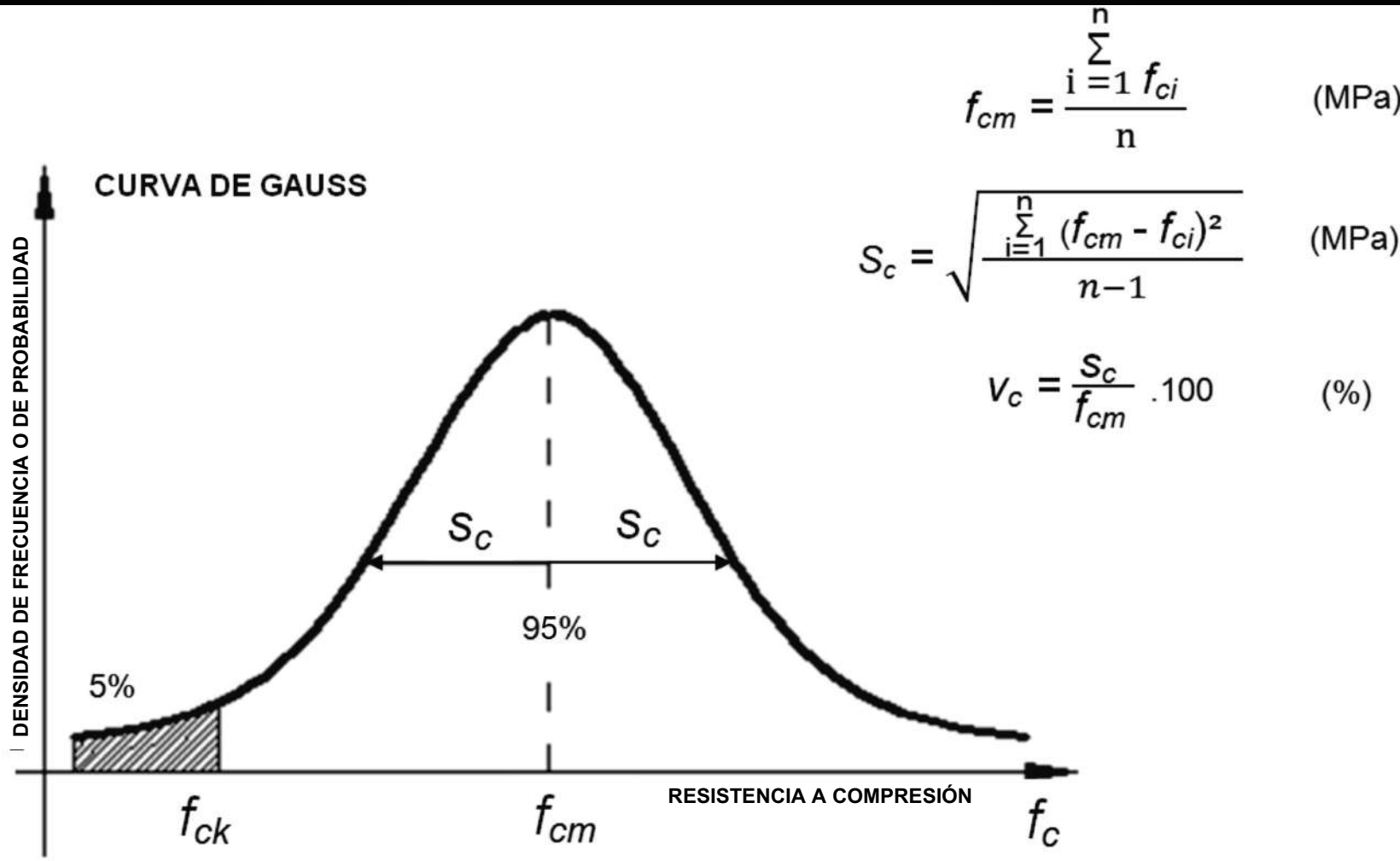
$$f_{ck,ef} = 0,63 * f_{ck}$$

$$f_{ck} = 1,60 * f_{ck,ef}$$

**¿que es resistencia  
característica del concreto a  
compresión  $f_{ck}$ ?**







# Premisas

como **crece** la resistencia  
con la edad a partir de  
28dias ?

onde  $f_c$  = a idade do concreto em dias

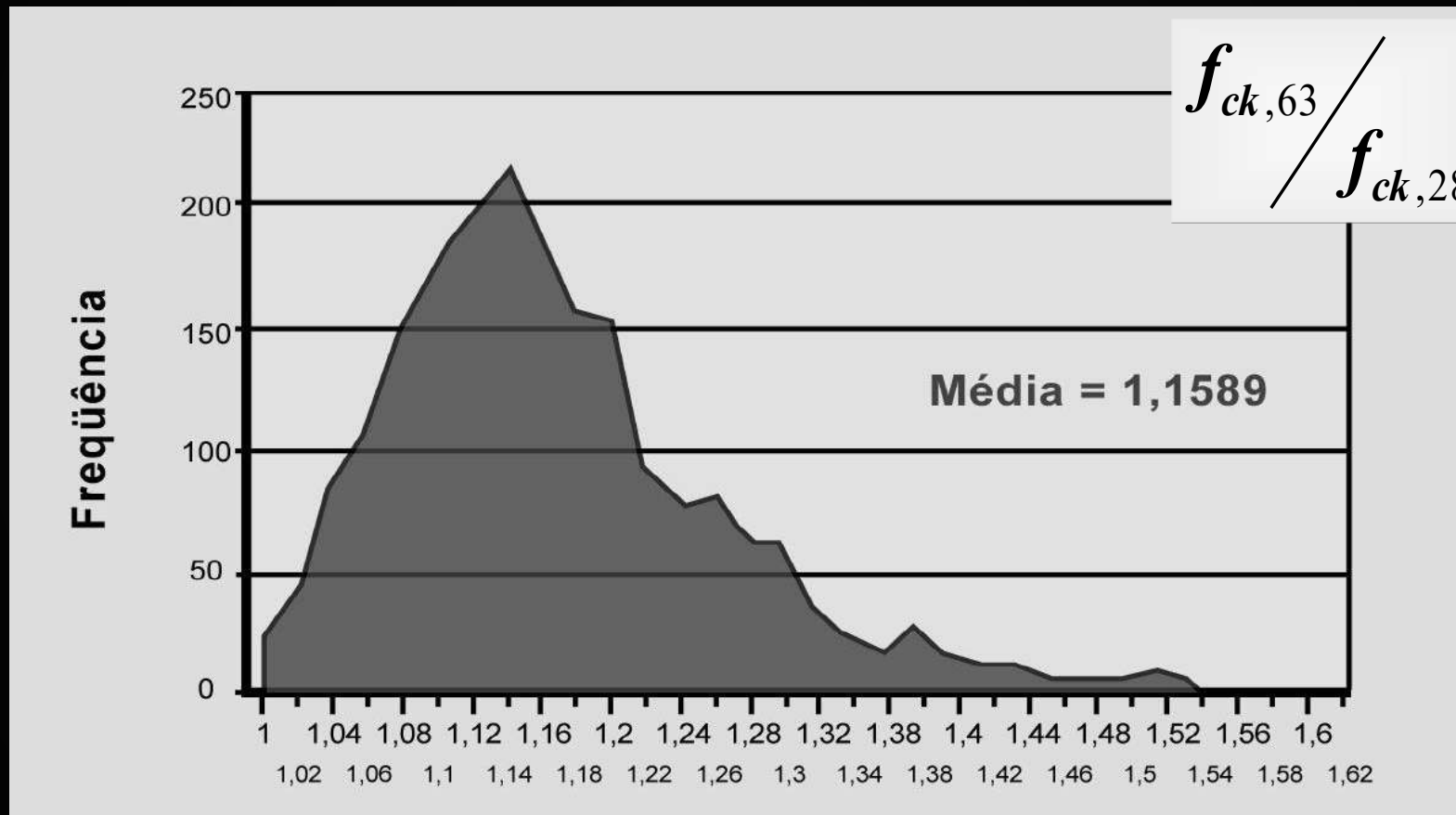
$$\frac{f_{c,j}}{f_{c,28}} = e^{s * (1 - \sqrt{\frac{28}{j}})}$$

*fib Model  
Code 2010  
Item 5.1.9*

CPV ARI	$s = 0,20$	1,21 → 50anos
CP I / II	$s = 0,25$	1,28 → 50anos
CP III / IV	$s = 0,38$	1,45 → 50anos
NBR 6118	$s = 0,16$	1,16 → 50anos

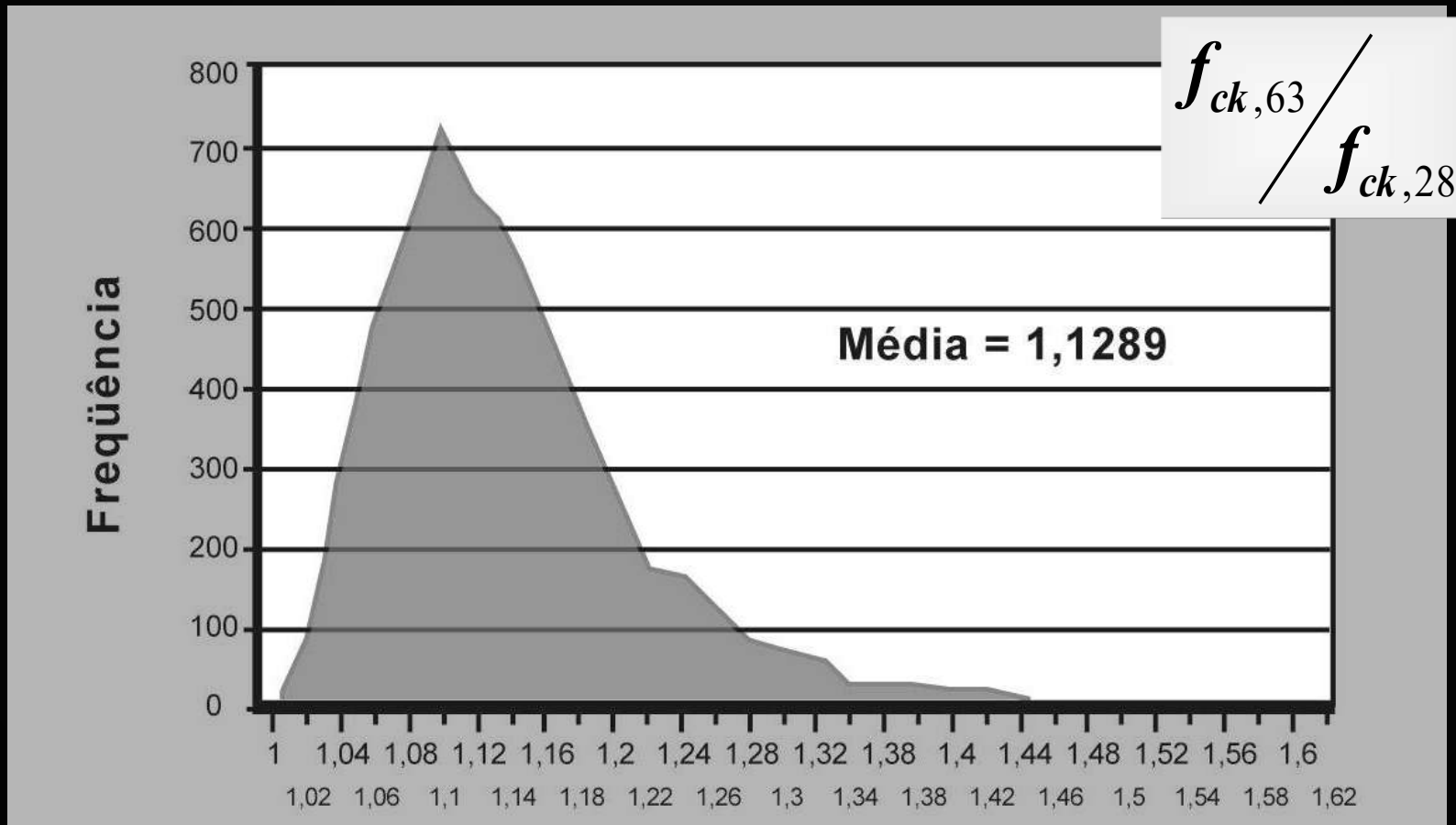
# Análisis *(histórica, década 90)*

2.046 Registros Analisados, CP III

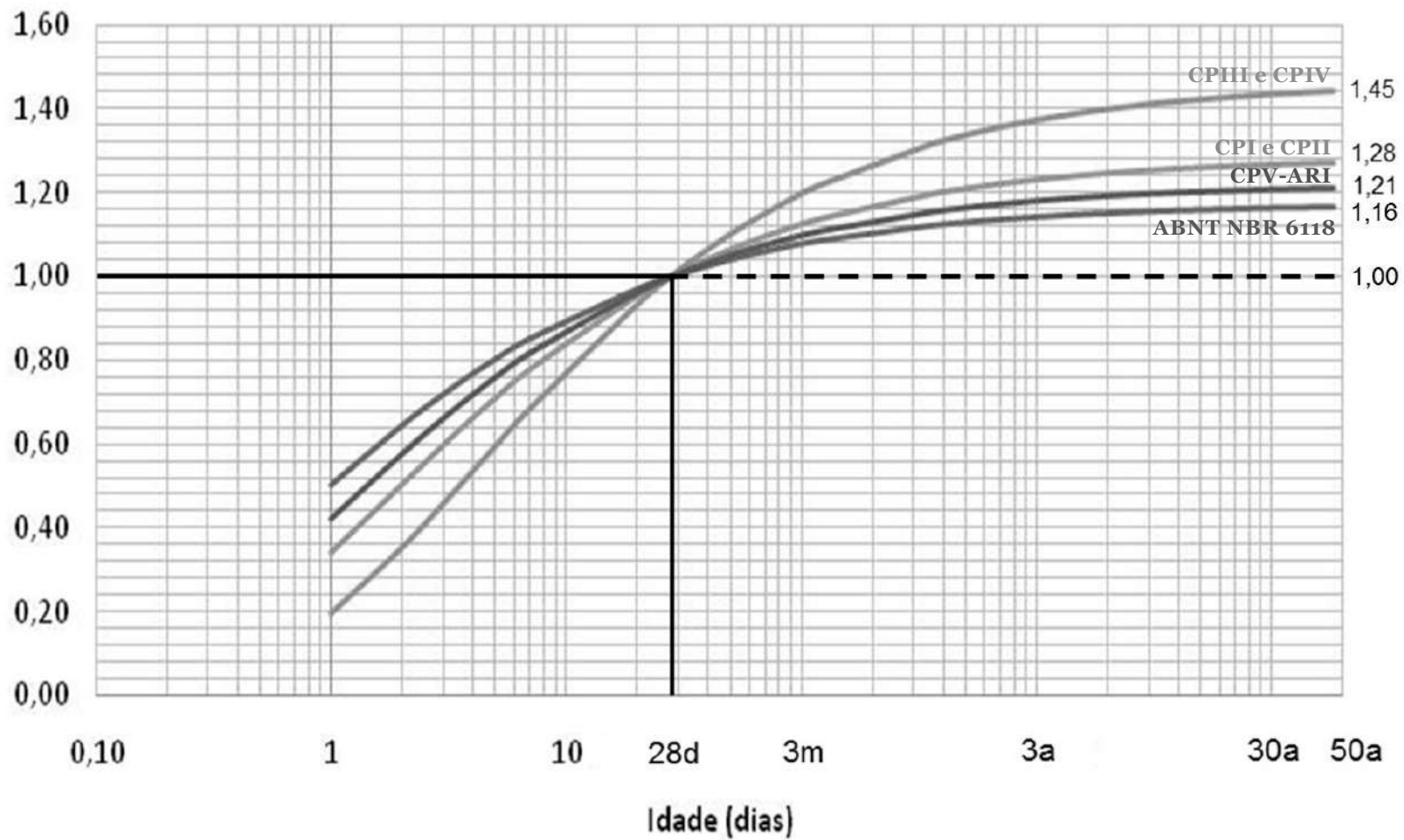


# Análisis General *(histórica, década 90)*

8.429 Registros Analisados, todos los cementos



## Evolução do crescimento da resistência do concreto em CP relaxado



## Premisas

**como decrece la  
resistencia con la  
edad a partir de  
28 dias ?**

# Resistencia sob Carga de Larga Duración

*(efeito Rüsck)*

*fib Model  
Code 2010  
Item 5.1.9.2*

$$\frac{f_{c,j}}{f_{c,t_0}} = 0,96 - 0,12 * \sqrt[4]{\ln\{72 * (j - t_0)\}}$$

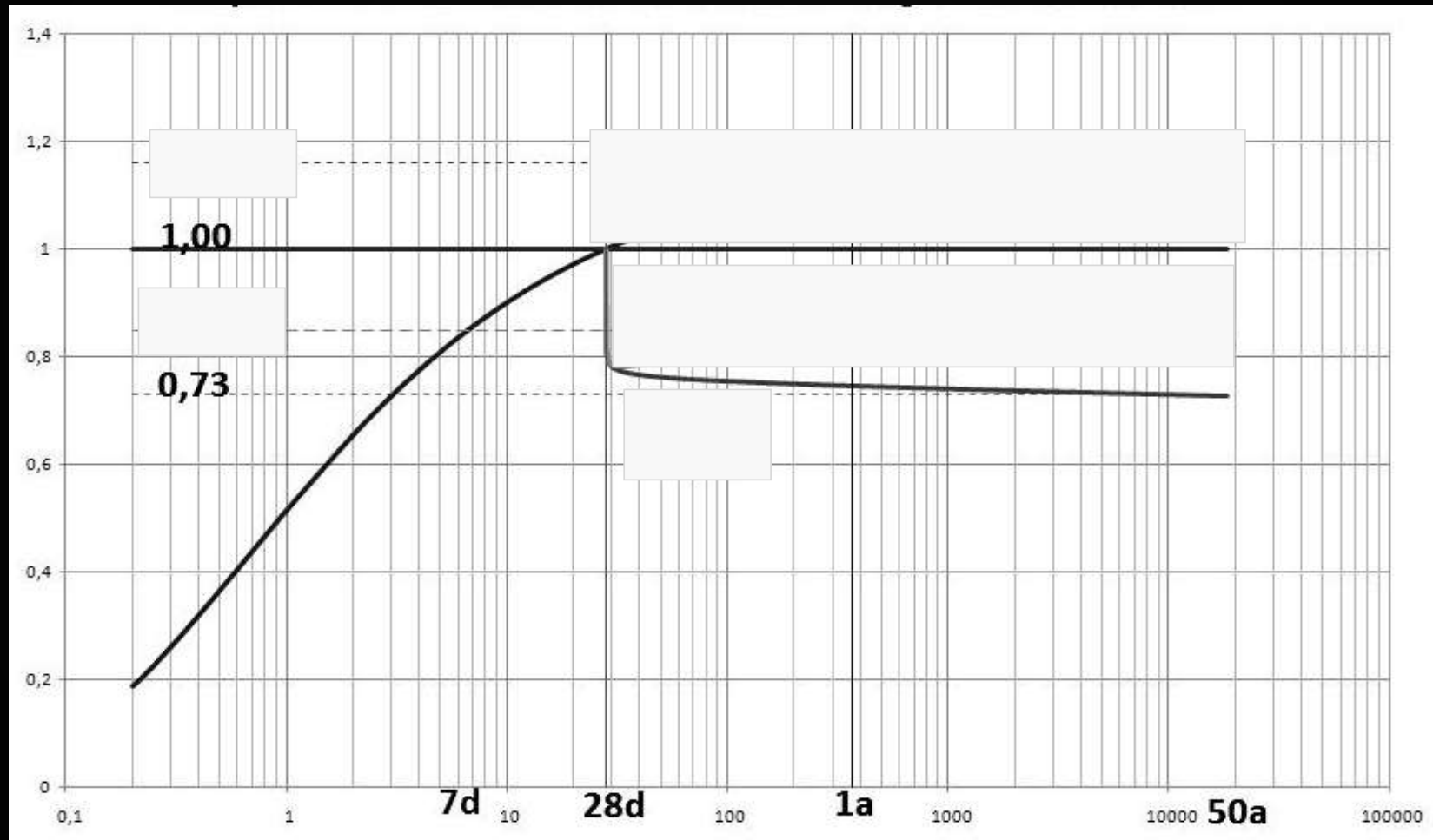
→ ***j*** en dias

→ ***t<sub>o</sub>*** → edad de aplicación de las cargas

→ ***j - t<sub>o</sub>*** > 15 minutos



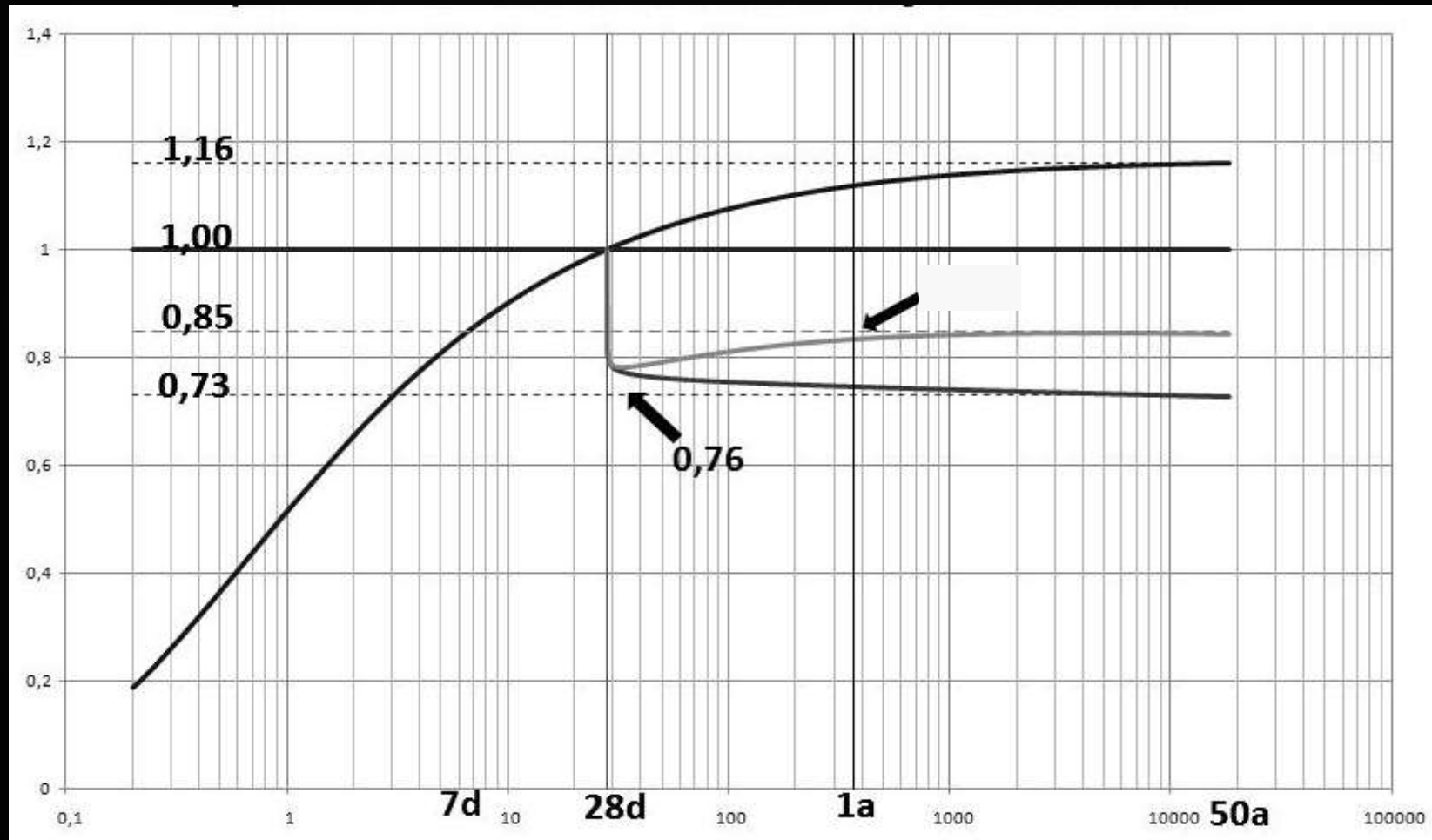
# reducción de la resistencia



# Premisas

combinando crecimiento  
con disminución a partir  
de 28 días ?

# resistencia del concreto “cargado” a 28días



# ¿como examinar la resistencia en estructuras existentes?



*ABNT NBR 7680:2015*  
*ACI 318 chapter 20*  
*EN 13791:2007*

**extracción testigos**  $f_{ck,ext,j}$

**diseño estructural**  $f_{ck}$

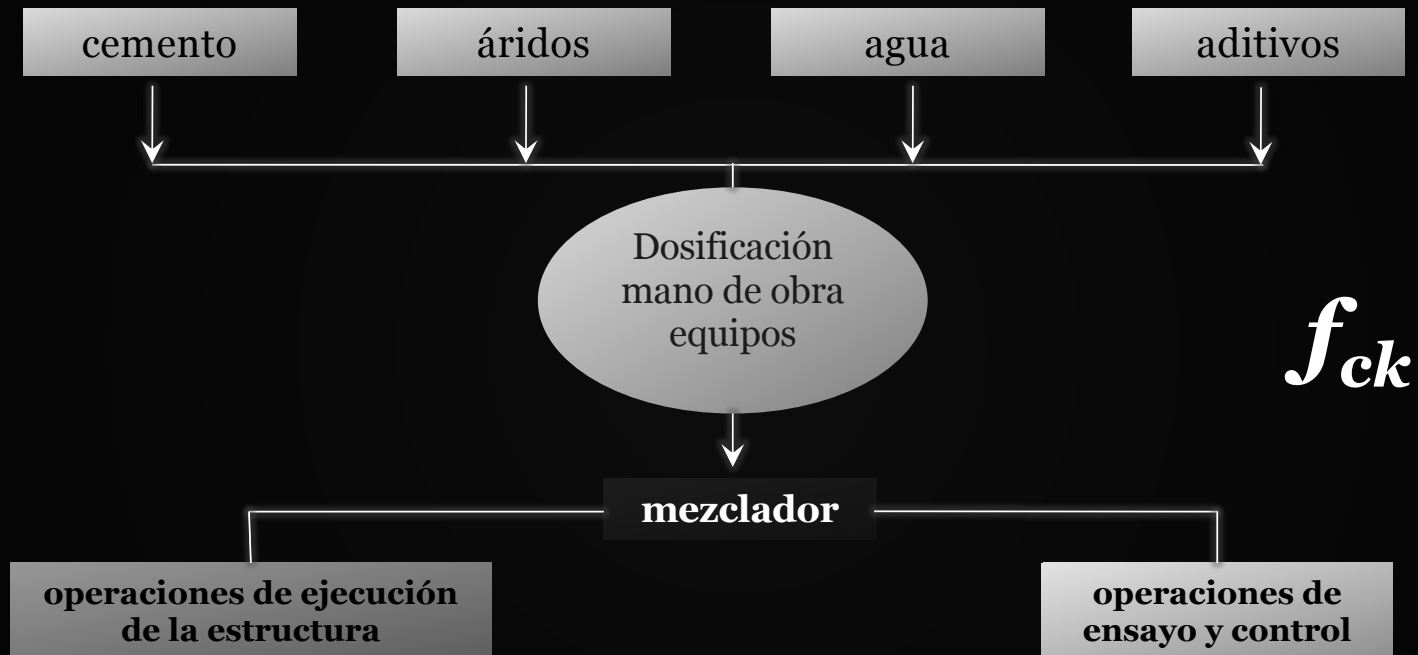
**control a pie de obra**  $f_{ck,est}$

**referencial**

$f_{ck}$

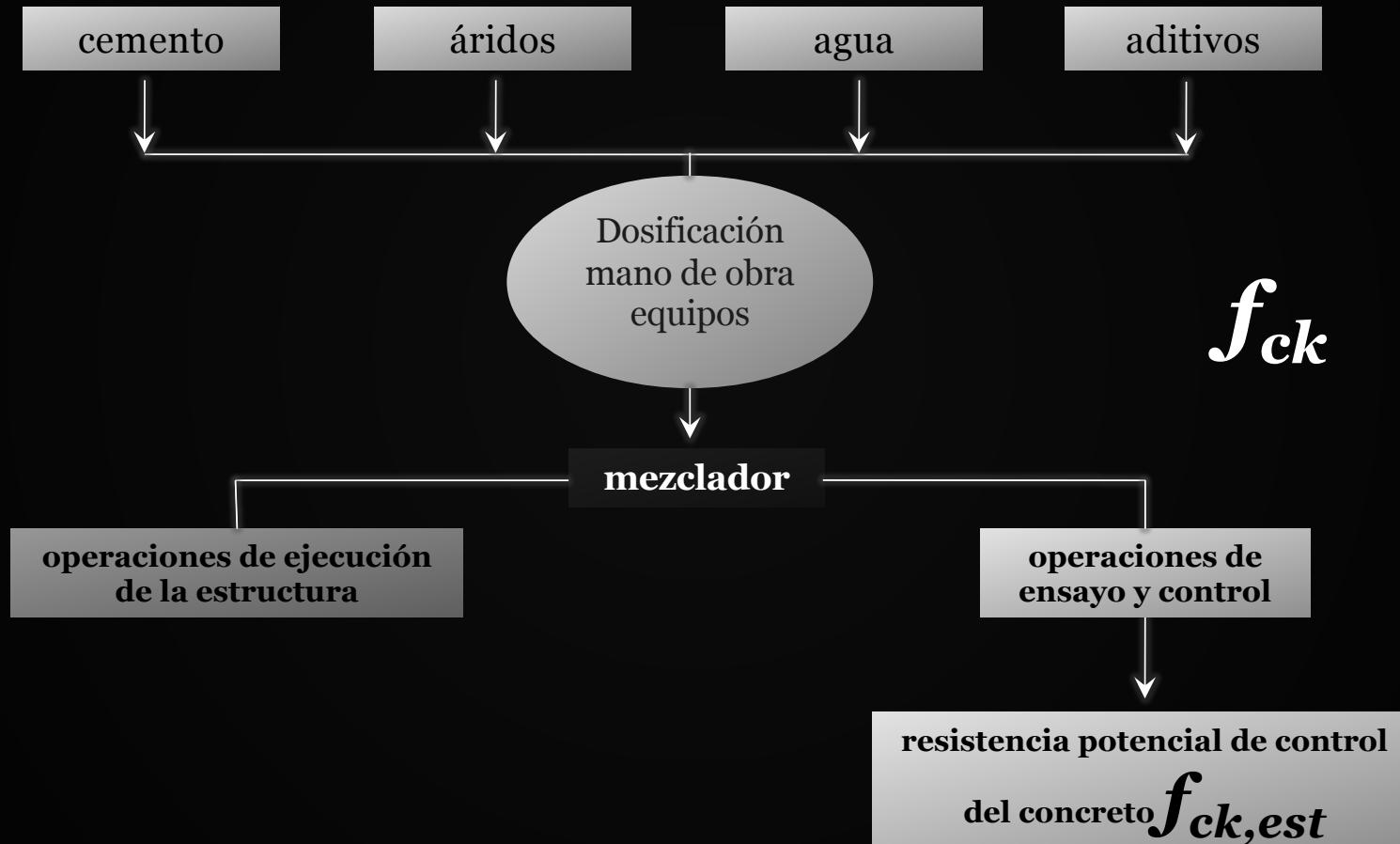


# Resistencia del concreto

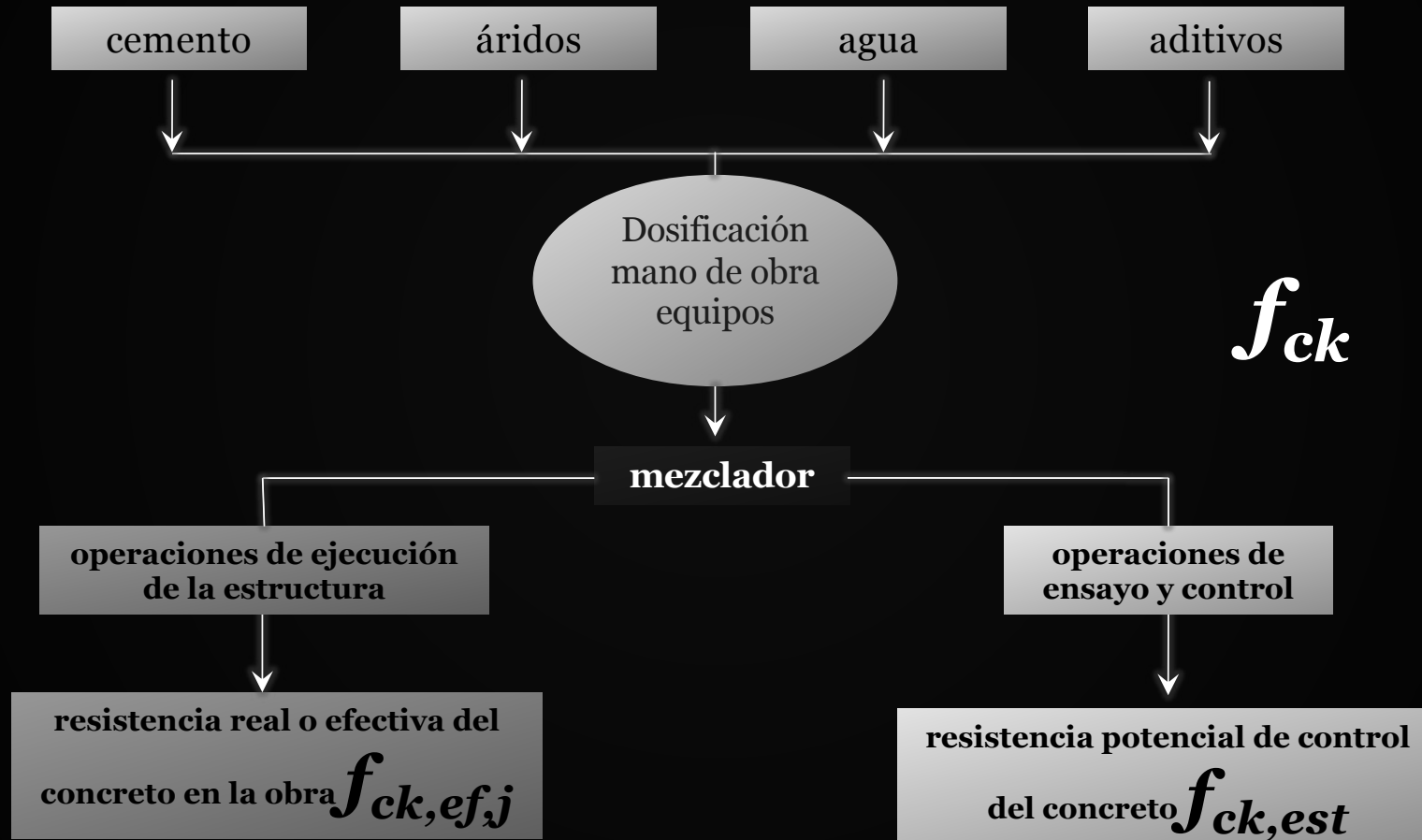




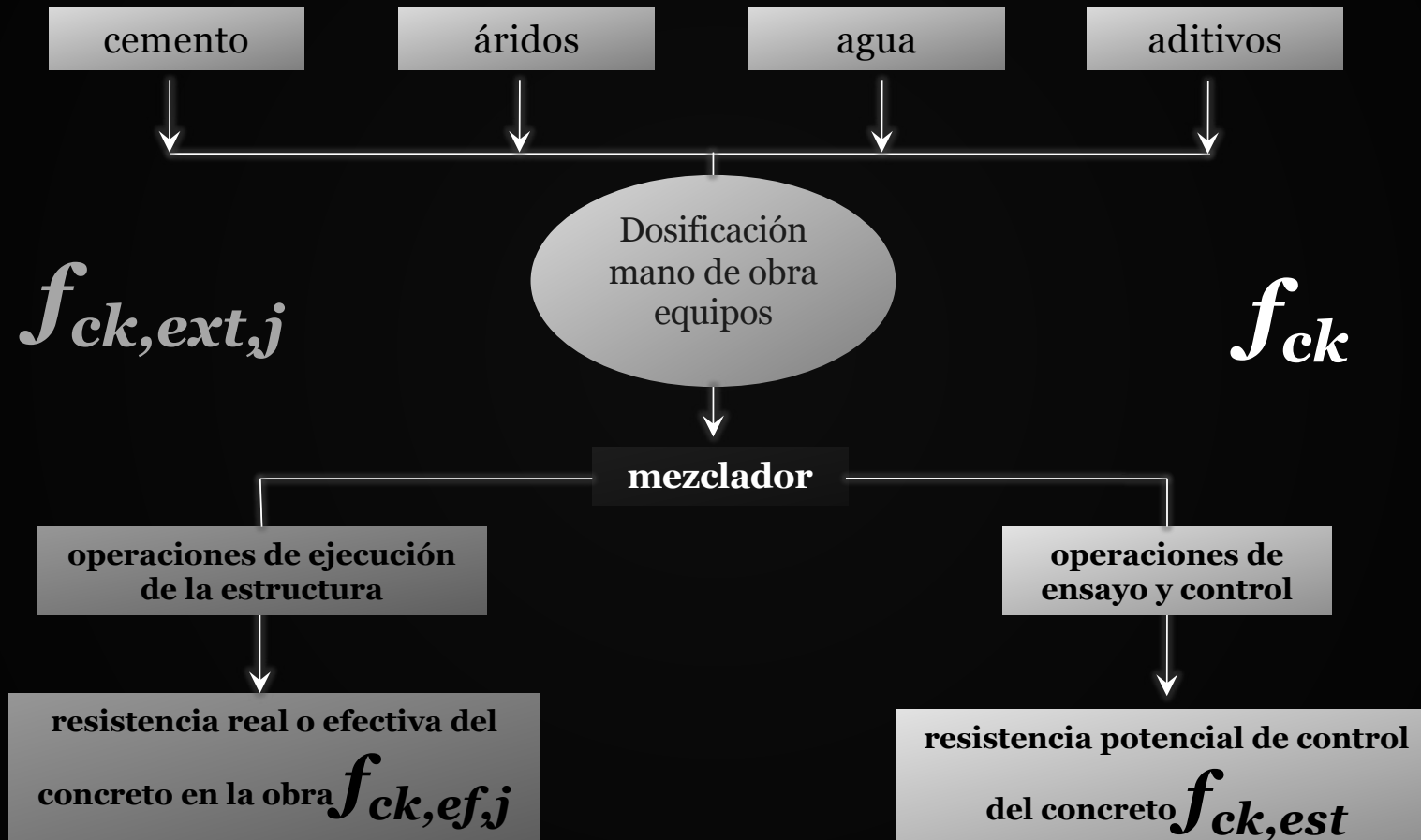
# Resistencia del concreto



# Resistencia del concreto



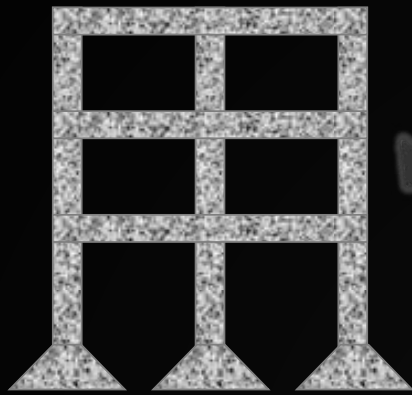
# Resistencia del concreto



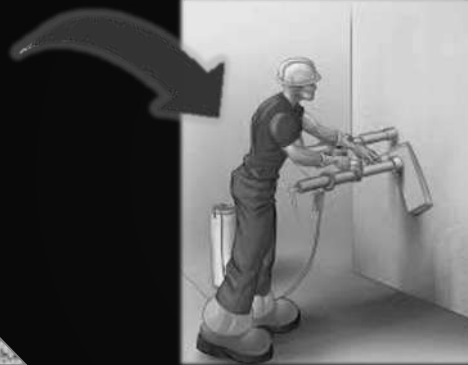
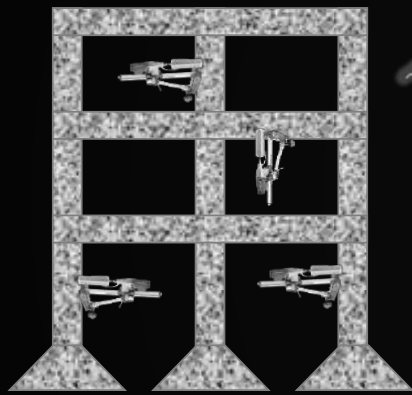
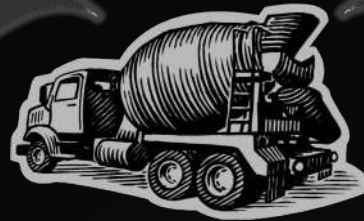
# Tesis de doctorado

CREMONINI, R. A. Análise de Estruturas Acabadas: Contribuição para a Determinação da Relação entre as Resistências Potencial e Efetiva do Concreto. São Paulo, EPUSP, 1994.

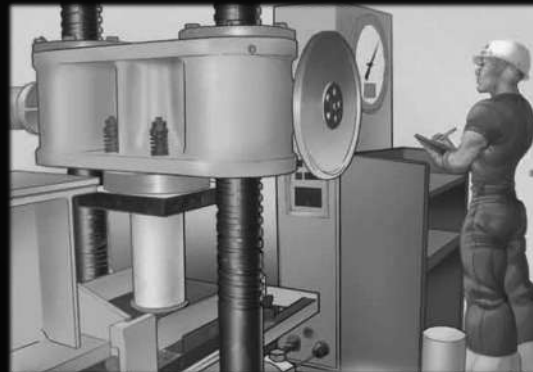
**Ruy Alberto Cremonini. Prof. Associado, UFRGS**



*Día 0*



*Días 21 a 25*



*Días 28*

*Extraído y moldeado*

# Conclusiones

columnas:

$$\eta = \frac{f_c}{f_{c,ext}} = \frac{f_{ck}}{f_{ck,ext}} = 1.24$$

losas & (vigas)

$$\eta = \frac{f_c}{f_{c,ext}} = \frac{f_{ck}}{f_{ck,ext}} = 1.20$$

# Preliminares

**Conceptos:**

**→ ¿cuál es el objetivo de una investigación con extracción de testigos?**

# Preliminares

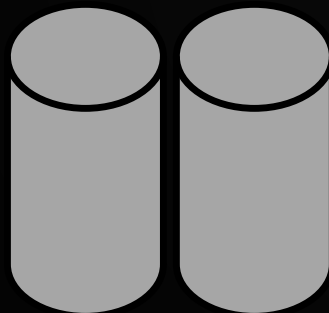
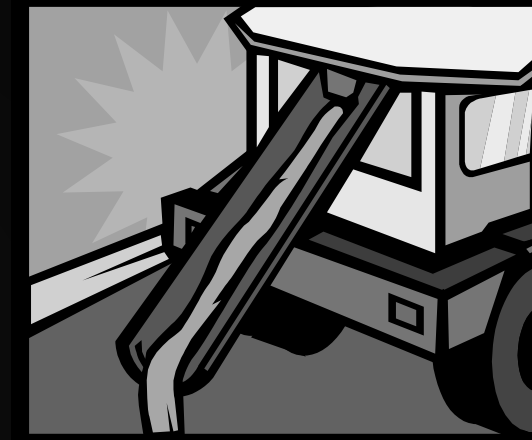
encontrar un  $f_{ck}$  que viabilice revisar la  
seguridad, es decir, verificar la  
seguridad conforme a las convenciones  
universales del diseño estructural de  
ECAs



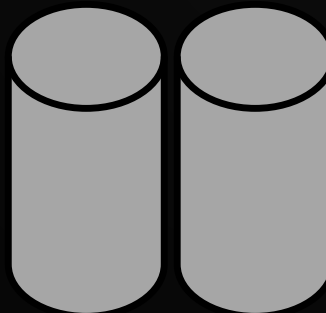
# ¿cómo obtener la más grande resistencia a la compresión a los 28 días?

Concreto de una misma betonada:

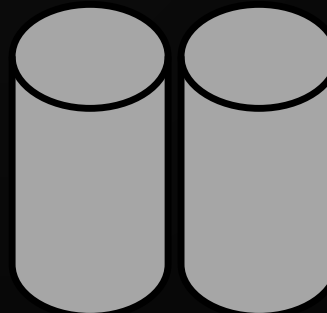
*Moldeo de probetas cilíndricas hermanas, por grupo de investigadores*



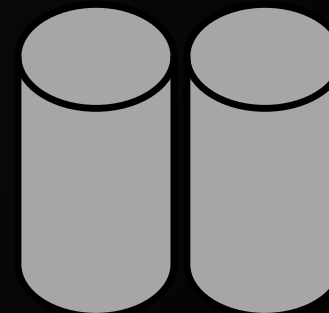
Grupo A



Grupo B



Grupo C



Grupo D

¿cuántas resistencias tiene el  
concreto de un mixer

$$f_{ck} = 45 \text{ MPa?}$$

$$f_{c1} \quad f_{c2} \quad f_{c3} \quad f_{c4} \quad f_{c5}$$

**UNA !!**

¿cuál es la resistencia del  
concreto de un mixer  
para un  $f_{ck} = 45$  MPa?

$f_{c1}$   $f_{c2}$   $f_{c3}$   $f_{c4}$   $f_{c5}$

*promedio*

¿cuál es la resistencia del concreto de  
un mixer?

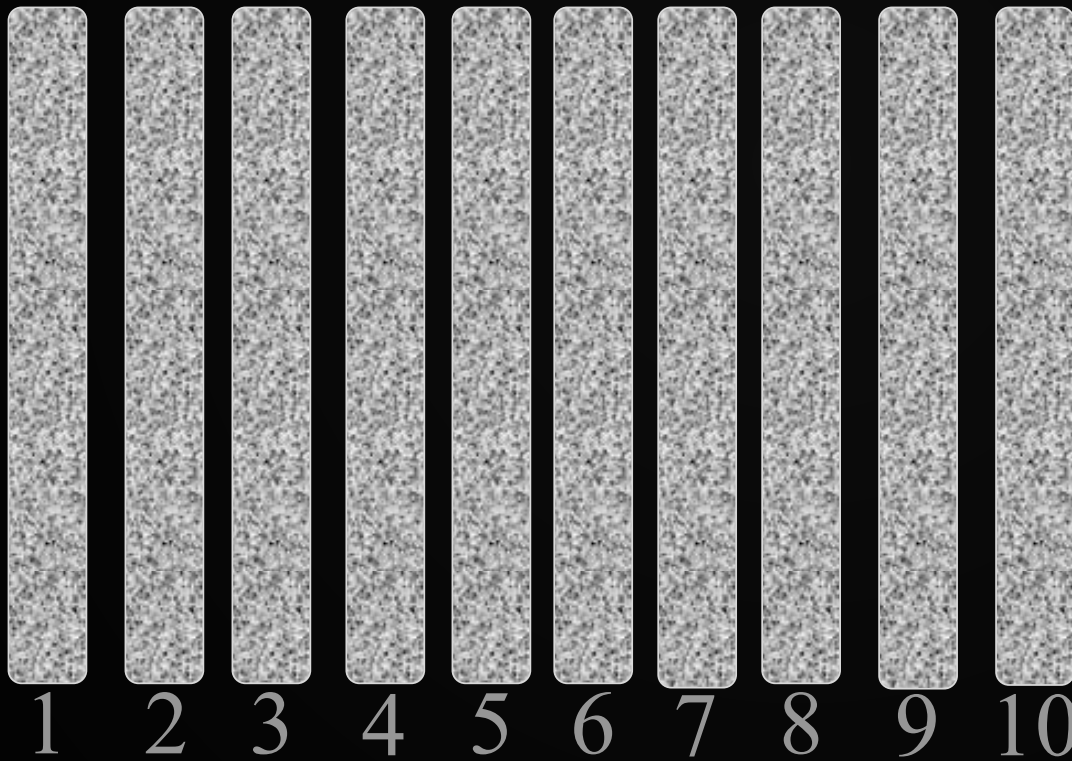
*para un  $f_{ck} = 45$  MPa?*

$f_{c1}$   $f_{c2}$   $f_{c3}$   $f_{c4}$   $f_{c5}$

$f_{ck,est} = 48,7$ MPa

$f_{ck} = 45$ MPa

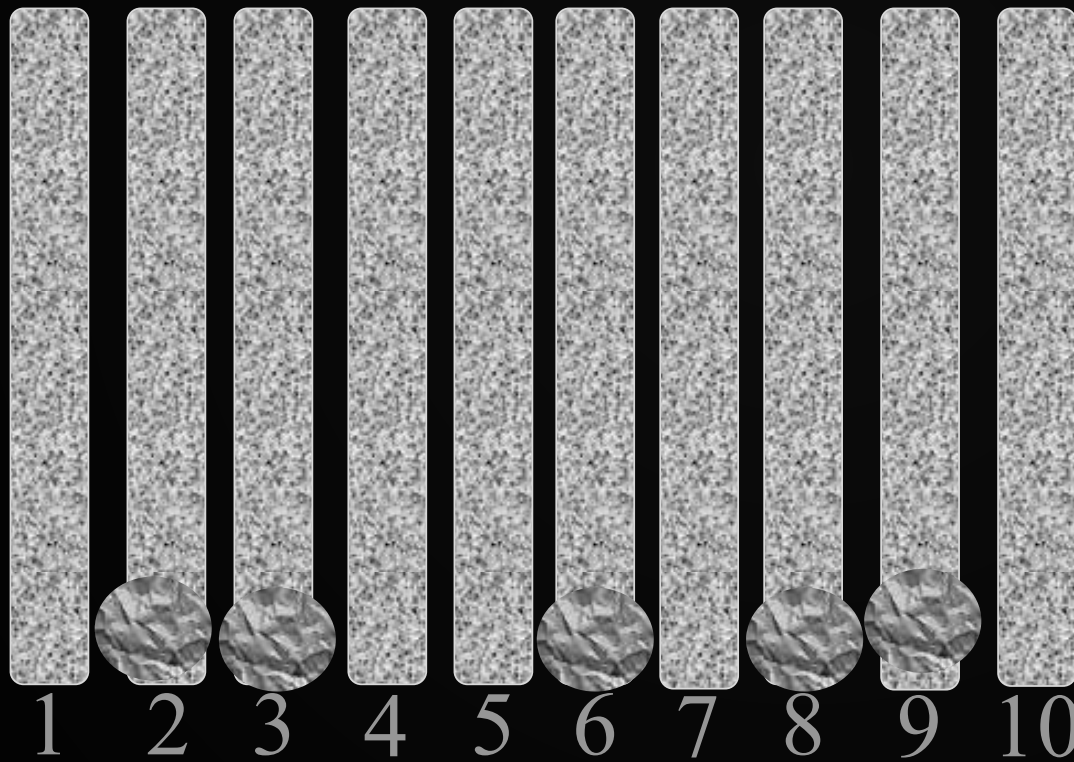
con ese concreto se construyeron 10 columnas.  
¿cuál es la resistencia del concreto en esas  
columnas para la verificación de la seguridad?



$f_{ck}$   
**45MPa**

## “fallas de hormigonado”

¿cuál es la resistencia del concreto en esas columnas para la verificación de la seguridad?



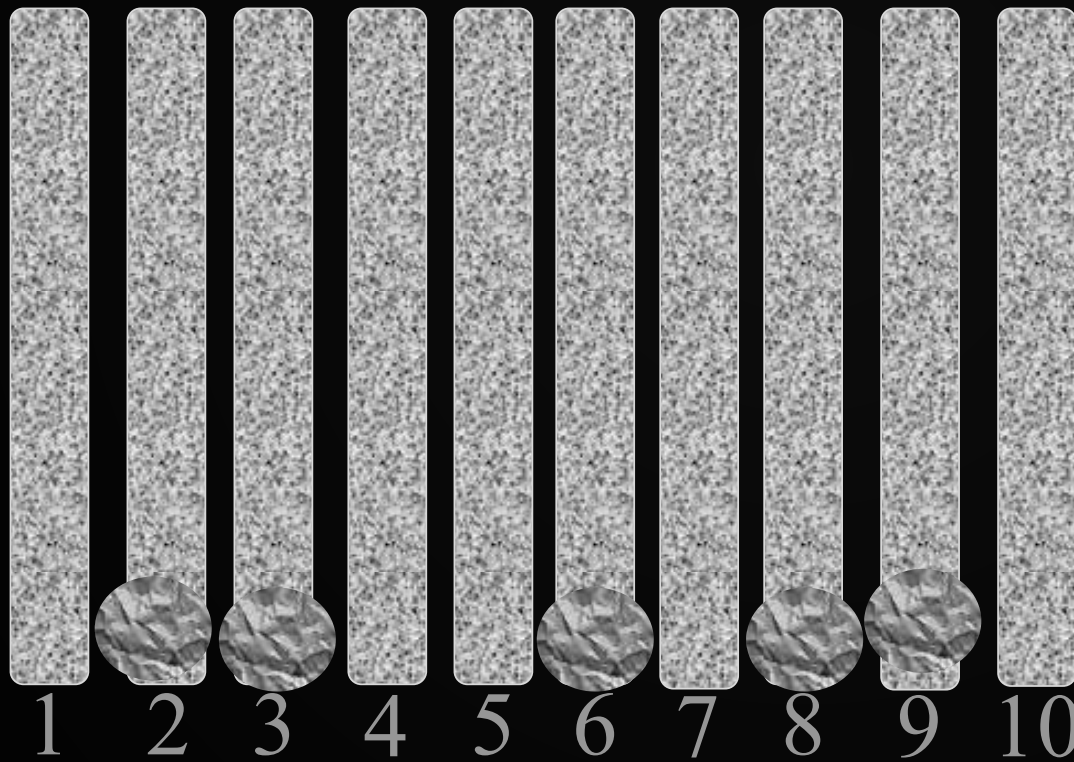






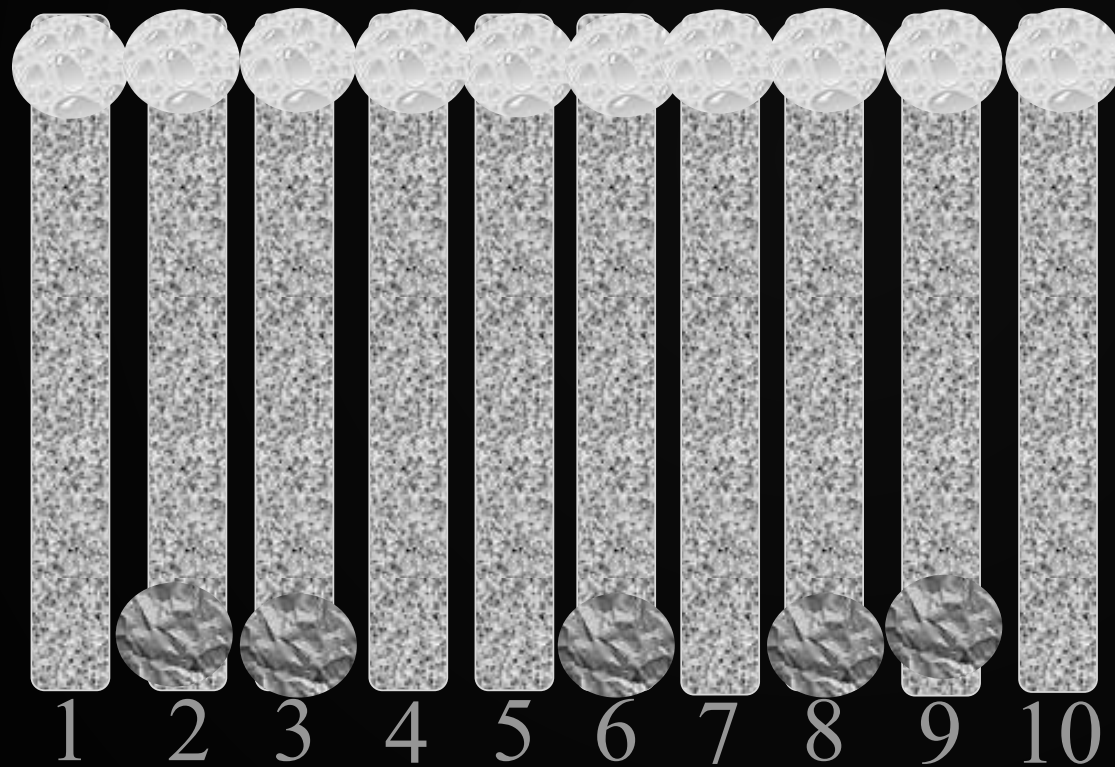
# “fallas de hormigonado”

¿cuál es la resistencia del concreto en esas columnas para la verificación de la seguridad?



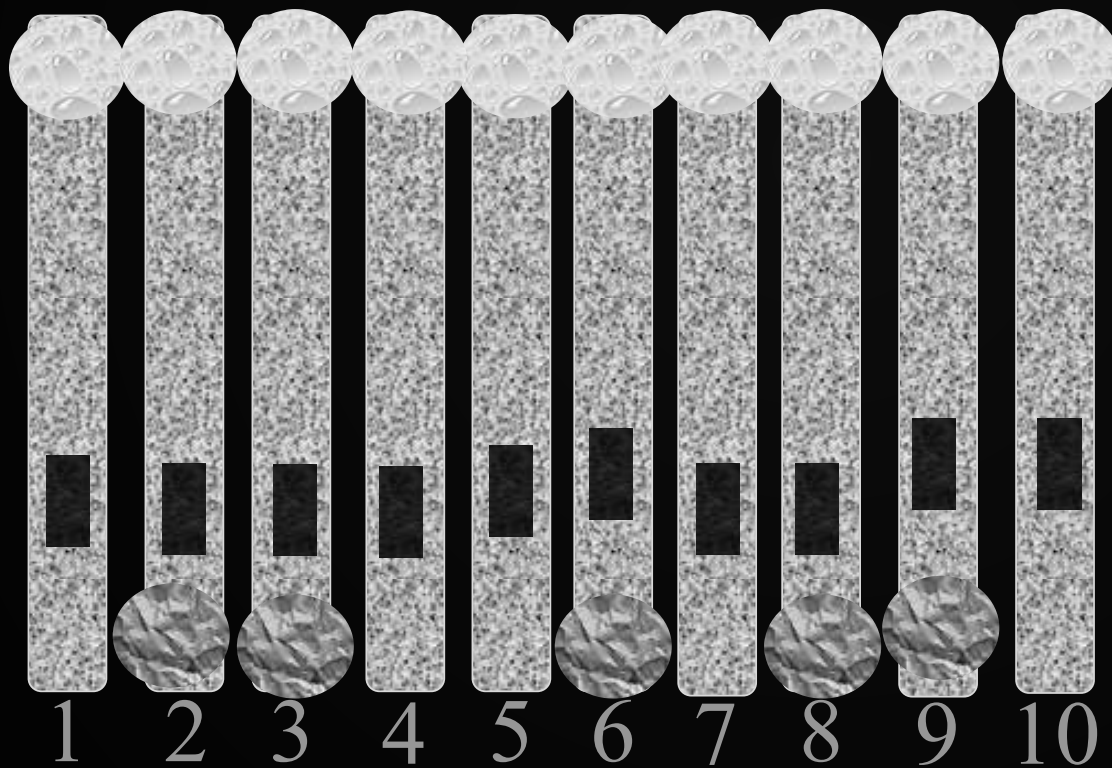
$f_{ck}$   
45MPa

¿cuál es la resistencia del concreto en esas  
columnas que están más cerca de la resistencia  
de control (moldeado)  $f_{ck,est}$ ?



$f_{ck}$   
45MPa

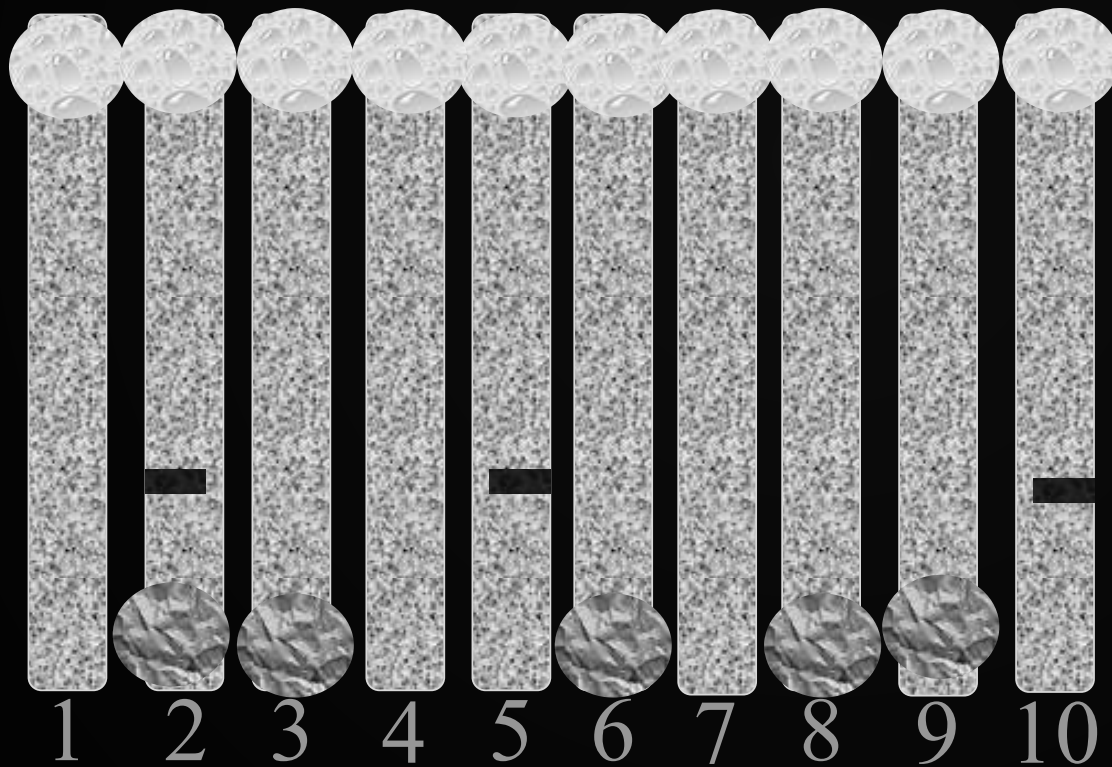
¿cuál es la resistencia del concreto en esas  
columnas que están más cerca de la resistencia  
de control (moldeado)  $f_{ck,est}$ ?



**tercio  
inferior**

¿cuál es la resistencia obtenida de una columna?

$$f_{ck,ext}?$$



**tercio inferior**

$$f_{ck,ext,1}$$

$$f_{ck,ext,2}$$

$$f_{ck,ext,3}$$

## ¿como corregir ?

$$f_{ck,est,j} = K * f_{c,ext,j}$$

$f_{ck,est,j}$  = resistencia a la compresión  
característica del concreto equivalente  
a la obtenida de cuerpos de prueba  
moldeados, a j días de edad;

# ¿cuales son las diferencias (K) entre obra, testigo, ensayo testigo versus ensayo probeta?

- ❖ adensamiento/vibrado
- ❖ temperatura
- ❖ humedad relativa ambiente
- ❖ efecto maquina extracción
- ❖ dirección de vaciado/ensayo
- ❖ humedad del concreto

# Adensamiento (vídeo)



# Curado





# Efecto Maquina de Extracción de Testigos



# Efecto Maquina de Extracción de Testigos



# **TESIS de DOCTORADO**

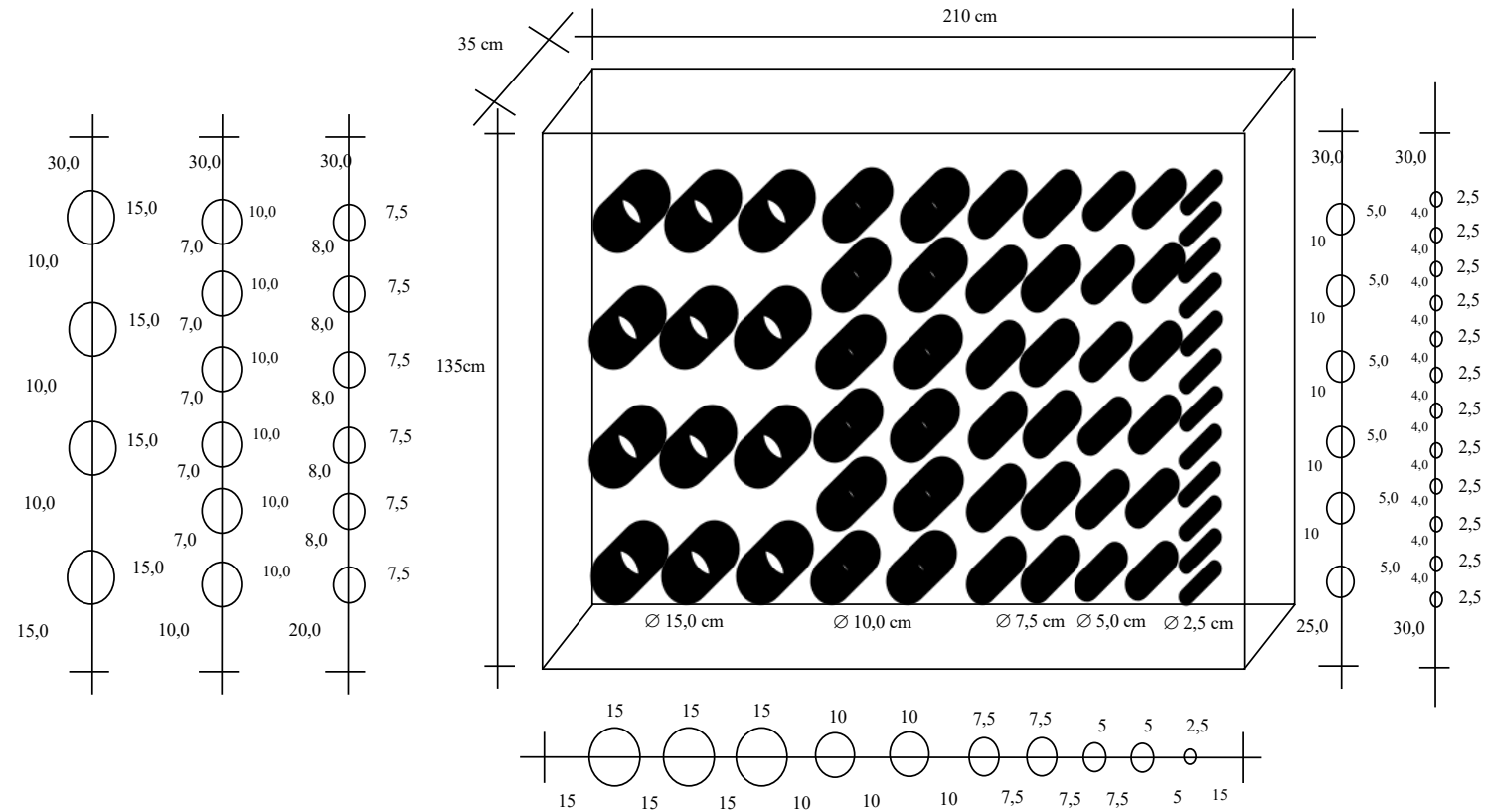
VIEIRA Filho, J. O. Avaliação da Resistência à Compressão do Concreto através de Testemunhos Extraídos: Contribuição à Estimativa do Coeficiente de Correção devido aos Efeitos do Broqueamento. São Paulo, EPUSP, 2007.

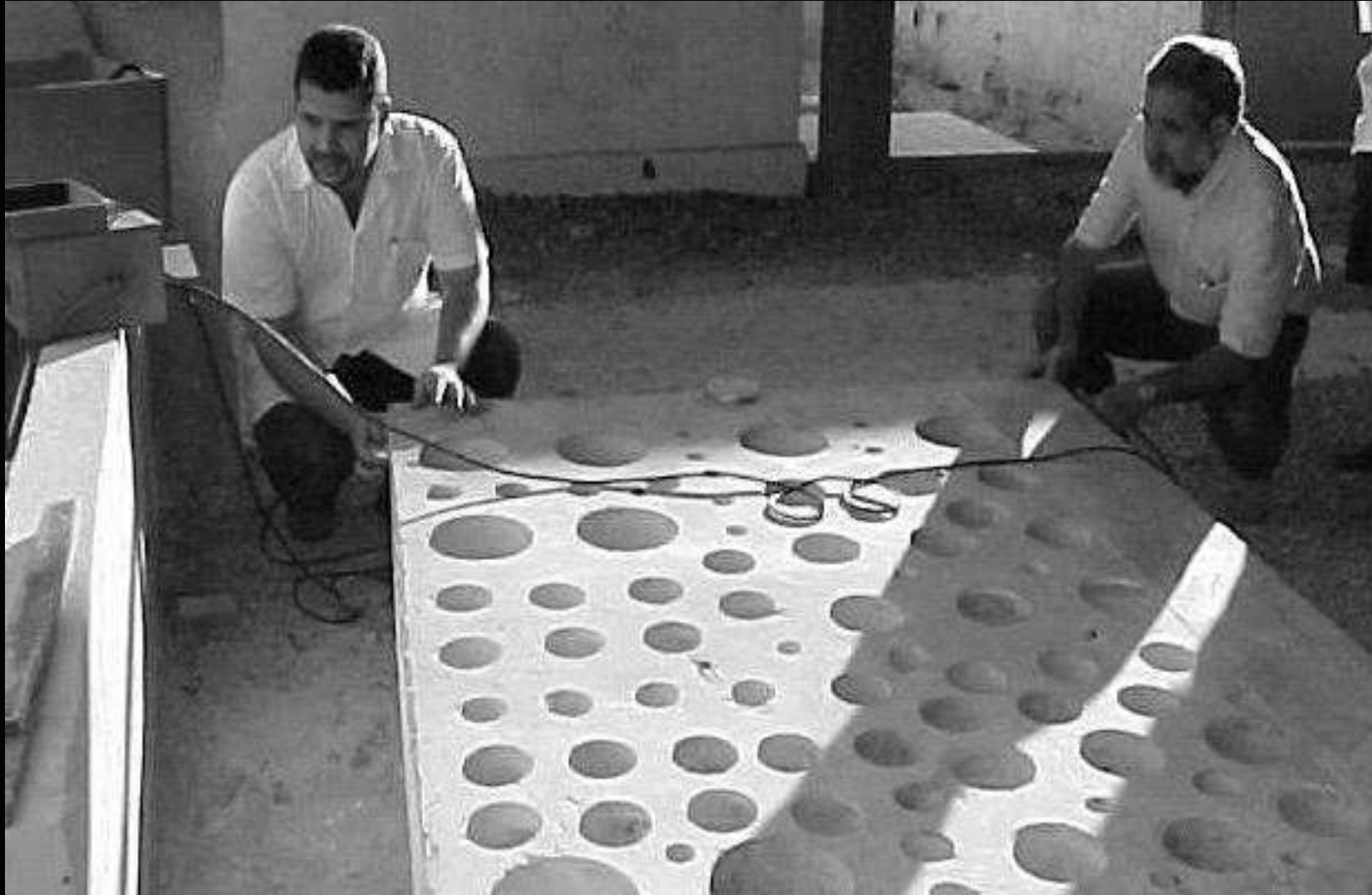
**José Orlando Vieira Filho. Prof. Titular UNICAP**





# BLOCO TIPO (210x135x35)cm





**Parede/bloco perfurada**

# Conclusión

Promedio general:

$$\eta = \frac{f_c}{f_{c,ext}} = \frac{f_{ck}}{f_{ck,ext}} = 1.07$$



## ¿como corregir ?

$$f_{ck,est,j} = K * f_{c,ext,j}$$

$f_{ck,est,j}$  = resistencia a la compresión  
característica del concreto equivalente  
a la obtenida de cuerpos de prueba  
moldeados, a j días de edad;

***ACI 318-14 Building Code Requirements for Structural  
Concrete and Commentary. 2015. 520p.***

***Chapter 26. Construction Documents and Inspection.***

Item 26.12.4 Investigation of low strength-test results:

(d) Concrete in an area represented by core tests shall be considered structurally adequate if (1) and (2) are satisfied:

$$(1) \quad f_{ck,est} = 1,18 * \frac{f_{c1} + f_{c2} + f_{c3}}{3}$$

$$(2) \quad f_{ck,est} = 1,33 * f_{c,min}$$

*R26.12.4.1(d) An average core strength of 85 percent of the specified strength is realistic. **It is not realistic, however, to expect the average core strength to be equal to  $f_{ck}$** , because of differences in the size of specimens, conditions of obtaining specimens, degree of consolidation, and curing conditions....*

# ¿cómo retroceder a 28 días?

- ❖ es necesario ?
- ❖ comercial versus técnico ?
- ❖ cuando van actuar las cargas de diseño ?

***ACI 318-14 Building Code Requirements for Structural  
Concrete and Commentary. 2015. 520p.  
Chapter 26. Construction Documents and Inspection.***

**R26.12.4.1(d)** An average core strength of 85 percent

of the specified strength,  $f_c'$ , shall be obtained. The acceptance criteria for core strengths have been established with consideration that cores for investigating low strength-test results will typically be extracted at an age later than specified for  $f_c'$ . For the purpose of satisfying 26.12.4.1(d), this Code does not intend that core strengths be adjusted for the age of the cores.

**¿cómo retroceder a 28 días?**

$$f_{ck,est,j} = \mathbf{K} * k_5 * k_6 * f_{c,ext,j}$$

*$k_5 \rightarrow$  como crece*

*$k_6 \rightarrow$  como decrece*

## ¿cómo retroceder a 28 días?

$$f_{ck,est} = K * k_5 * k_6 * f_{c,ext,j}$$

$f_{ck,est}$  = resistencia a la compresión característica del concreto equivalente a la obtenida de cuerpos de prueba moldeados, a 28 días de edad;

# Crecimiento de la Resistencia

$$\beta_{cc,28 \rightarrow j} = \frac{f_{c,j}}{f_{c,28}} = e^{\left\{0,16 \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{28}{j}}\right]\right\}}$$

# Decrecimo de la Resistencia (efecto Rüsç)

$$\beta_{c,sus,28 \rightarrow j} = \frac{f_{c,j}}{f_{c,28}} = 0.96 - 0.12 \sqrt[4]{\ln[72(j - 28)]}$$

→  $j$  en días

→  $j - 28 > 15$  minutos



## Regreso a 28 días

$$k_5 = \left\{ e \left[ 0.16 \cdot \left( 1 - \sqrt{\frac{28}{j}} \right) \right] \right\}^{-1}$$

$$k_6 = \left\{ 0.96 - 0.12 \sqrt[4]{\ln[72(j - 28)]} \right\}^{-1}$$

# Moraleja

hay que conocer  
para hacerlo  
bien!

## Bibliografía

1. ABNT NBR 12655. Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento –Procedimento;
2. ABNT NBR 14931. Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
3. ABNT NBR 15146-1. Controle tecnológico de concreto – Qualificação pessoal;
4. ABNT NBR 5738. Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova;
5. ABNT NBR 5739. Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos;
6. ABNT NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
7. ABNT NBR 7584. Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão;
8. ABNT NBR 7680. Concreto- Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturasde concreto;
9. ABNT NBR 8681: Ações e Segurança nas Estruturas. Procedimento.
10. ABNT NBR 8802. Concreto endurecido – Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica;
11. ABNT NBR 9778. Argamassa e concreto endurecidos. Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica
12. ABNT NBR NM 33: Amostragem de concreto fresco. Método de ensaio.
13. ABNT NBR NM 67: Concreto. Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Método de Ensaio.
14. ACI 201.1R-08: Guide for Conducting a Visual Inspection of Concrete in Service.
15. ACI 214: Recommended practice for evaluation of compression test results of field concrete.
16. ACI 214.4R. Guide for obtaining cores and interpreting compressive strength results.
17. ACI 228.2R. Nondestructive Test Methods for evaluation of Concrete in Structures.
18. ACI 318M. Building Code Requirements for Structural Concrete.
19. ACI 364. Guide for Evaluation of Concrete Structures before Rehabilitation.
20. ACI 437R. Strength Evaluation of Existing Concrete Buildings.
21. ASTM C 192: Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory;
22. ASTM C 642 : Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete;
23. ASTM C39: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens;
24. ASTM C42. Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed;
25. ASTM C805: Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete;
26. ASTM E 494 Standard Practice for Measuring Ultrasonic Velocity in Materials;
27. ASTM. C31: Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field.
28. BARTLETT, F. M.; MACGREGOR, J. G. Equivalent Specified Concrete Strength from Core Test Data. ACI, Concrete International, v.17, n. 3, p.52-8, Mar. 1995.
29. BS 1881 204: Testing Concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters. London: BSI, 1988
30. BS 1881. Testing concrete method or determination of the compressive strength of concrete cores
31. CEB-FIP Model Code 90. Design Code. Bulletin d'Information 213/214, Lausanne: CEB, May 1993.
32. CEB. General Principles on Reliability for Structures. Lausanne: CEB, Bulletin 191, 1988.
33. CEN. EN 13791: Assessment of Concrete Compressive Strength in Structures or in Structural Elements.
34. CEN. ENV 13670-1: Execution of Concrete Structures
35. CEN. EUROCODE 2. EN 1992. Design of Concrete Structures. General Rules for Buildings.
36. CREMONINI, R. A. Análise de Estruturas Acabadas: Contribuição para a Determinação da Relação entre as Resistências Potencial e Efetiva do Concreto. São Paulo: USP, 1994. PCC.EP.USP Tese de Doutorado em Engenharia

## Bibliografía

37. EN 12390. Testing hardened concrete — Part 4: Compressive strength — Specification for testing machines;
38. EN 206. Concrete. Specification, performance, production and conformity;
39. fib. Model Code 2010. Draft Model Code. March 2010. Lausanne: fib, bulletin 55, v.1
40. fib. Model Code for Service Life Design. Lausanne: fib, bulletin 34, 2006.
41. fib. Monitoring and Safety Evaluation of Existing Concrete Structures. State-of-art Report. Lausanne: fib, 2003. Bulletin22, 304 p.
42. fib. Textbook on Behavior, Design and Performance. Structural Concrete. Lausanne, fib, bulletin 54, 2010.
43. FUSCO, P. B. A influência da variabilidade da resistência do cimento na variabilidade da resistência do concreto. In: Seminário sobre Controle da Resistência do Concreto, 1979, São Paulo. Anais... São Paulo: IBRACON, 1979.
44. HELENE, Paulo. Avaliação da Resistência à Compressão de Estruturas Através de Testemunhos Cilíndricos de Concreto. In: Simpósio sobre Normalização de Cimento, Concreto e Agregados, 1980, São Paulo. Anais... São Paulo: ABNT, CB-18 Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados, 1980. 33 p.
45. HELENE, Paulo. Controle de Qualidade do Concreto. São Paulo: USP, 1981. 150 p. PCC.EP.USP Dissertação de Mestrado em Engenharia
46. HELENE, Paulo. Concreto Endurecido. Avaliação da Dureza Superficial pelo Esclerômetro de Reflexão. In: Simpósio sobre Normalização de Cimento, Concreto e Agregados, 1983, São Paulo. Anais... São Paulo: ABNT, CB-18 Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados, 1983. 28 p.
47. HELENE, Paulo. Resistência do Concreto sob Carga Mantida e a Idade de Estimativa da Resistência Característica. In: Simpósio EPUSP sobre Estruturas de Concreto, 3, dez. 1993, São Paulo. Anais... São Paulo: EPUSP, 1993, p. 271-282
48. HELENE, Paulo. Contribuição à Análise da Resistência do Concreto em Estruturas Existentes para fins de Avaliação da Segurança. Revista Construindo, Fumec, Jan/Jul 2012, vol. 4, p. 32- 48 [<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/ar118.pdf>]
49. HELENE, Paulo. Contribuição à análise da resistência do concreto em estruturas existentes para fins de avaliação da segurança. São Paulo, ABECE Informa, ano 16, n. 90, Mar.Abr., 2012. p.16-23 [<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/AR109.pdf>]
50. HELENE, Paulo; PACHECO, Jéssika. Entendendo o Concreto - Controle da Resistência do Concreto – 1ª parte. Revista Concreto & Construções, Ibracon, ano XL, nº 69, Jan/Mar 2013, p.75-81 [<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/ar121.pdf>]
51. HELENE, Paulo; PACHECO, Jéssika. Entendendo o Concreto - Controle da Resistência do Concreto – 2ª parte. Revista Concreto & Construções, Ibracon, ano XLI, nº 40, Abr/Jun, 2013. p. 90-98. [<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/ar125.pdf>]
52. HELENE, Paulo; CARVALHO, Mariana; COUTO, Douglas; BILESKY, Pedro. Análise Crítica do Novo Texto da ABNT NBR 7680-1:2015. 57º Congresso Brasileiro do Concreto, 2015, Bonito/MS, 2015. [<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/11/57CBC0159.pdf>]
53. HELENE, P.; COUTO, D.; CARVALHO, M.; CINTRA, A. Estruturas de concreto. Contribuição à análise da segurança em estruturas existentes. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais. Vol. 8, Num.3, Jun 2015,p. 365-389 (com discussão) [<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/10/merged-5.pdf>]
54. ISO 13822: Bases for Design Structures. Assessment of Existing Structures.
55. ISO 1920-4. Testing of concrete — Part 4: Strength of hardened concrete;
56. ISO 1920-5. Testing of concrete — Part 5: Properties of hardened concrete other than strength;
57. ISO 1920-6. Testing of concrete —Part6 : Sampling, preparing and testing of concrete cores;
58. ISO 22111. Bases for Design of Structures. General Requirements.
59. ISO 22966. Execution of concrete structures
60. ISO 2394. General Principles on Reliability for Structures. Genebra: ISO, 2010.
61. JOINT COMMITTEE CEB-CIB-FIP-RILEM. Recommended Principles for the Control of Quality and the Judgement of Acceptability of Concrete. Monografia n. 326. Madri: Instituto Eduardo Torroja, Abr. 1975. 105 p.
62. JOINT COMMITTEE ON STRUCTURAL SAFETY JCSS. Probabilistic Assessment of Existing Structures. Bagneux: RILEM, Jan. 2001.

## Bibliografía

63. LANIKOVÁ I. et al. An economical design of concrete structures using the fully probabilistic approach (in Czech), Soudníinženýrství, 2010, Vol. 21, No. 1, p. 48–55
64. LINIERS, A. D. Análisis de la Influencia de algunas Variables en la Extracción y Ensayo a Compresión de Probetas Testigos de Hormigón. Madri, Instituto Eduardo Torroja. Informes de la Construcción, n. 266, p. 65-79, 1974.
65. MAYNARD, D. P.; DAVIS, S. G. The Strength of “in situ” Concrete. The Structural Engineer, London, v. 52, n. 10, p. 369-74, Oct. 1974.
66. MCINTOSH, J. D. Concrete and statistics. London: CR Books, 1963.
67. MESEGUER, A. G.. Control de la Calidad. In: Colloque Européen sur le Contrôle de la Qualité dans la Construction,1, 1976, Madrid. Compterendus... European Organizaton for Quality Control EOQC, 1976. p. 361-3.
68. PETERSONS, N. Recommendations for Estimation of Quality of Concrete in Finished Structures. Stockolm. Materials et Constructions, v. 4, n. 24, p. 379-97, 1971.
69. RUIZ, J. C. La influencia de las variaciones resistentes de los materiales y de las variaciones dimensionales de las piezas de hormigón armado sobre su capacidad resistente. Madrid, Instituto Eduardo Torroja, Monografía 324, 1975.
70. RÜSCH, H. Researches toward a general flexural theory for structural concrete. Journal of the American Concrete Institute, Detroit, v. 57, p. 1-28, jul. 1960.
71. VIEIRA FILHO, J. O. Avaliação da Resistência à Compressão do Concreto através de Testemunhos Extraídos: Contribuição à Estimativa do Coeficiente de Correção devido aos Efeitos do Broqueamento. São Paulo: USP, 2007. PCC.EP.USP Tese de Doutorado em Engenharia



www.zerrefiner.fol.de



# Muchas Gracias!



www.zerrefiner.fpl.br



**MUCHAS GRACIAS !  
OBRIGADO!**



*"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"*

**[paulo.helene@concretophd.com.br](mailto:paulo.helene@concretophd.com.br)**

11.2501.4822 / 23

11.9.5045.5562

