

## Objetivos del Diseño

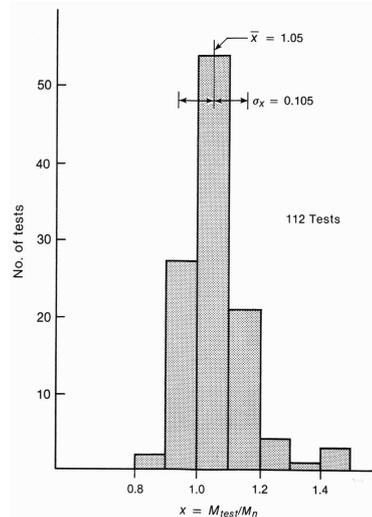
- Adecuado/apropiado: que cumpla con los requerimientos de uso. Espacios, dimensiones, accesos adecuados para una necesidad específica.
- Costo: la inversión debe ser consistente con la necesidad.
- Diseño estructural:
  - Suficientemente resistente como para sostener las cargas anticipadas en forma segura
  - La deformación, fisuración o vibración (entre otros) no debe impedir el correcto funcionamiento de la estructura.
- Mantención: en general, se desea que la estructura requiera una mínima mantención.

## Diseño estructural

- Suficientemente resistente como para sostener las cargas anticipadas en forma **segura**.
  - Baja probabilidad de ocurrencia
  - Estado límite último: colapso progresivo, inestabilidad, rotura, fatiga, etc.
  - Es necesario conocer la forma de falla
- La deformación, fisuración o vibración (entre otros) no debe impedir el correcto funcionamiento de la estructura.
  - No involucra daño severo como el estado límite último y por ende, generalmente, se acepta una mayor probabilidad de ocurrencia
  - Estado límite de servicio

## Seguridad estructural

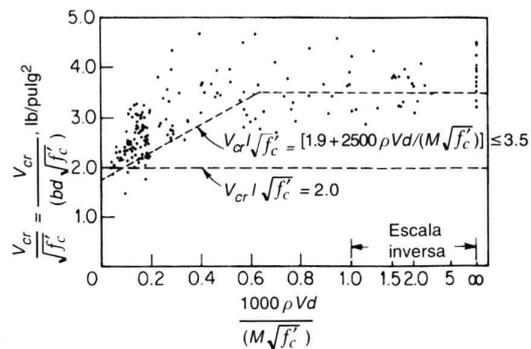
- Variabilidad en la resistencia
  - Variabilidad de la resistencia del hormigón y el acero
  - Diferencias entre el diseño y la construcción final
  - Simplificaciones en modelo de diseño
- Ej: Variabilidad de capacidad a flexión de vigas



MacGregor y Wight (2005)

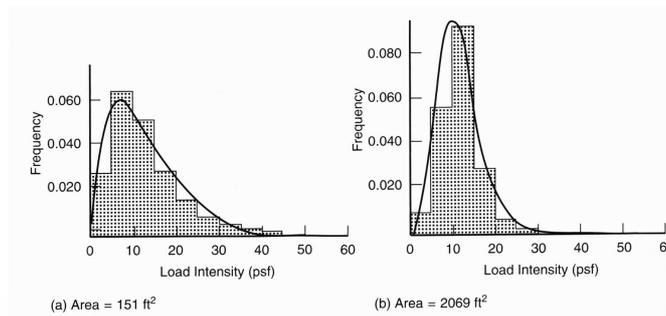
## Seguridad estructural

- Variabilidad en la resistencia
  - Variabilidad de la resistencia del hormigón y el acero
  - Diferencias entre el diseño y la construcción final
  - **Simplificaciones en modelo de diseño**
- Ej: Variabilidad de capacidad al corte de vigas sin estribos



# Seguridad estructural

- Variabilidad en las cargas
  - Poca variabilidad: cargas muertas
  - Alta variabilidad: cargas vivas, viento, sismo, etc.
- Ej: Variabilidad de carga viva en oficinas

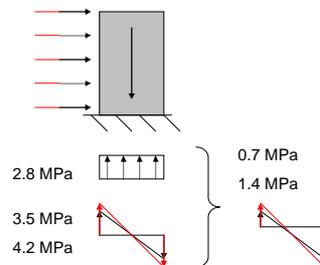


MacGregor y Wight (2005)

# Diseño a Rotura

- Estado límite último
  - Conocimiento del modo de falla
  - Variabilidad en la resistencia
    - Factores de reducción de capacidad
  - Variabilidad en las cargas
    - Factores de mayoración de cargas
- Diseño a rotura vs Tensiones admisibles
  - Idéntico fin último
  - Tensiones admisible no permite considerar posibles variaciones de resistencia y cargas
    - Ej: carga muerta & viento

Factor de seguridad



MacGregor y Wight (2005)

## Diseño en Flexión

- Criterio de diseño

$$\phi M_n \geq M_u$$

momento último nominal minorado  $\geq$  momento aplicado mayorado  
 capacidad nominal minorada  $\geq$  demanda mayorada

- Falla Dúctil

- ACI 318-95

$$\rho \leq 0.75 \rho_b \quad \text{ó} \quad A_s \leq 0.75 A_{s,b}$$

ACI 318-05

$$\epsilon_s \geq 0.004 \quad \text{S.10.3.5}$$

Para refuerzo más cercano a cara en tracción

- Cuantía mínima

$$\rho \geq \rho_{\min}$$

Para garantizar que el refuerzo es capaz de resistir el momento luego de fisuración del hormigón

S.10.5.1

$$M_n \geq M_{cr}$$



## Diseño

- Criterio de diseño

$$\phi S_n \geq S_u, \quad S = \text{flexión, corte, etc.}$$

capacidad nominal minorada  $\geq$  demanda mayorada

□  $\phi$  : coeficiente de reducción de resistencia

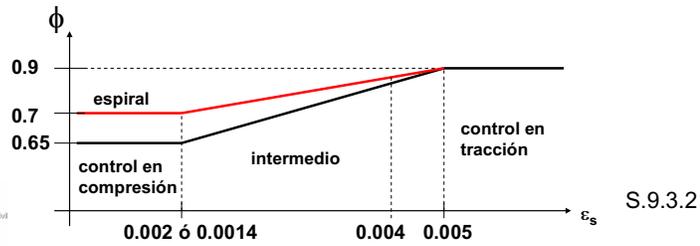
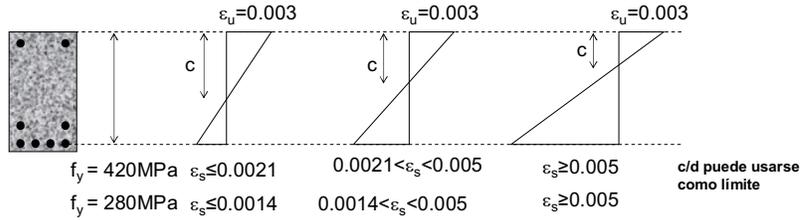
	ACI 318-95	ACI 318-05
1. Tracción axial	0.9	0.9
2. Flexión	0.9	0.9 controlada en tracción
3. Compresión (columnas)		
- con estribos	0.7	0.65 controlada en compresión
- zunchadas (espiral)	0.75	0.7
- cargas axiales pequeñas	0.7 ó 0.75-0.9	
4. Corte y torsión	0.85	0.75
5. Aplastamiento hormigón	0.7	0.65

S.9.3.2



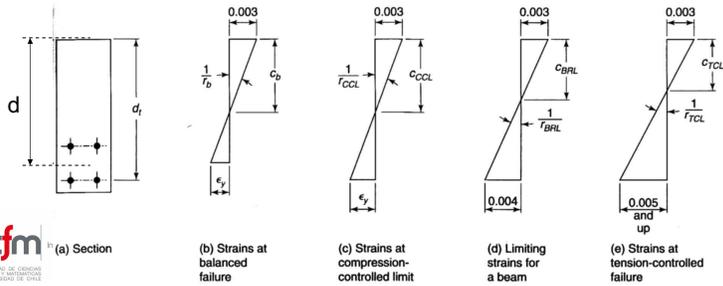
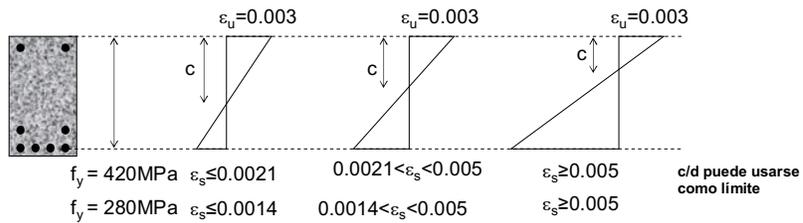
# Diseño

$\phi$  : coeficiente de reducción de resistencia, **ACI 318-05**



# Diseño

$\phi$  : coeficiente de reducción de resistencia, **ACI 318-05**



## Diseño

- **Combinaciones de carga**

$$\phi S_n \geq S_u, \quad S = \text{flexión, corte, etc.}$$

capacidad nominal minorada  $\geq$  demanda mayorada

$$\phi S_n \geq S_u = \sum_i \gamma_i Q_i$$

$\longleftarrow$  Carga de diseño  
 $\uparrow$  Factor de mayoración

- $Q_i$ ,
- D = carga muerta o peso propio
  - L = carga viva o sobrecarga
  - W = viento
  - E = sismo
  - H = presión de tierra
  - F = fluidos
  - I = impacto
  - T = asentamiento, creep, retracción, temperatura (combinado)



S.9.3.2

## Diseño – Combinaciones de Carga

- **ACI 318-95**

- Básica

$$S_u = 1.4D + 1.7L$$

- Viento

$$S_u = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.7W), \quad L=0 \& L \neq 0$$

$$S_u = 0.9D + 1.3W$$

- Sismo

$$S_u = 1.4(D + L + E)$$

$$S_u = 0.9D + 1.4E$$

} **NCh433**

**Combinaciones con carga sísmicas del ACI 318 no han sido incluidas en este resumen**

- Presión de tierra

$$S_u = 1.4D + 1.7L + 1.7H$$

$$S_u = 0.9D + 1.7H$$

- Fluidos: reemplaza 1.7H por 1.4F

- Impacto: reemplaza L por L+I

- Asentamiento, creep, retracción, temperatura (combinado)

$$S_u = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.4T)$$

$$S_u = 1.4(D + T)$$



# Diseño – Combinaciones de Carga

- ACI 318-05**

S.9.2

$$S_u = 1.4(D + F)$$

$$S_u = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5P$$

$$S_u = 1.2D + 1.6P + (1.0L \text{ ó } 0.8W)$$

$$S_u = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5P$$

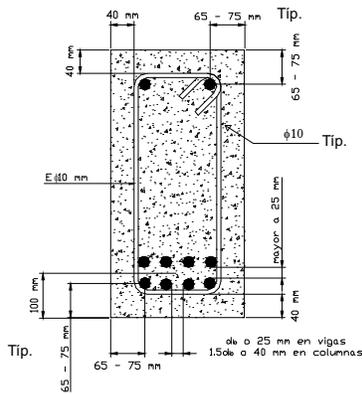
$$S_u = 0.9D + 1.6W + 1.6H$$

**P, carga de techo:  
viva ó nieve ó lluvia**

**Combinaciones con carga  
sísmicas no han sido incluidas  
en este resumen**



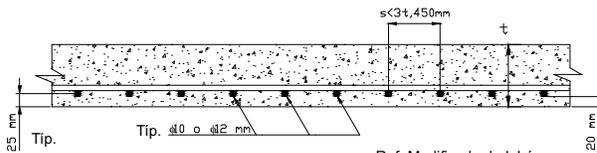
# Diseño – Datos típicos



Recubrimiento	[mm]	S.7.7.1
-No expuesto intemperie		
-Losas, muro	20	$\phi \leq 36\text{mm}$
-Vigas, columnas	40	
-Expuesto intemperie		
- $\phi \leq 16\text{mm}$	40	
- $\phi > 16\text{mm}$	50	
-Contacto con terreno	75	

Espaciamiento entre barras	S.7.6
-Viga, Barras en capa	$s \geq d_b, 25\text{mm}$
-Viga, Sep. capas	$s \geq 25\text{mm}$
-Columnas	$s \geq 1.5d_b, 40\text{mm}$
-Columnas	$s \leq s_{\text{max}} \text{ (confinamiento)}$
-Muros y losas	$s \leq 3t, 450\text{mm}$

ver S.7.6,  
7.7 & 7.8



Ref. Modificado de I. López

## Diseño en Flexión

### – Cuantía mínima

$$A_s \geq \max \left\{ \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d, \frac{1.4}{f_y} b_w d \right\}$$

$b_w$  = ancho sección rectangular o ancho del alma de sección T con ala en compresión

S.10.5.1

$$A_s \geq \min \left\{ \frac{0.5\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d, \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_f d \right\}$$

$b_w$  = ancho del alma de sección T con ala en tracción (estáticamente determinado)  
 $b_f$  = ancho del ala de sección T

S.10.5.2

Si  $A_{s,\text{proporcionado}} \geq 1.33 A_{s,\text{requerido}}$  S.10.5.1 & S.10.5.2 no son necesarios

S.10.5.3

**La disposición de cuantía mínima se estipula para garantizar que el refuerzo es capaz de resistir el momento aplicado luego de fisuración del hormigón**

$$M_n \geq M_{cr}$$