

# CONCRETO



# ENSAYOS PARA EL CONCRETO:

Si por alguna razón la prueba a compresión de cilindros de concreto no es satisfactoria, se pueden trabajar varias alternativas, para evaluar la resistencia del concreto colocado en obra. Entre los métodos que pueden utilizarse, se tienen:

- Pruebas destructivas
- Pruebas no destructivas
- Pruebas invasivas





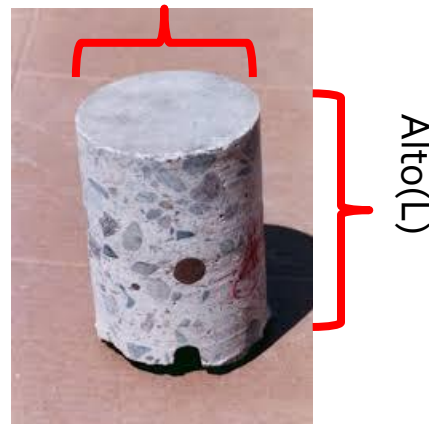
# ENSAYOS PARA EL CONCRETO:

## Pruebas destructivas:

- Prueba de arrancamiento (pullout): mediante el ensayo ASTM C42. Prueba de extracción de Núcleos de concreto (corazones de concreto, diamantinas)



Diámetro (D)



*Resistencia de los núcleos (corazones, testigos) ASTM C-42.* Si es necesario la extracción de núcleos, hay que observar las siguientes precauciones:

- Ensaye un mínimo de 3 núcleos para cada sección de concreto cuestionado;
- Obtenga núcleos con un diámetro mínimo de 3 ½ pulgada (85 mm). Obtenga núcleos más grandes para un concreto con un tamaño de agregado mayor de 1 pulgada (25 mm);
- Trate de obtener una longitud de como mínimo 1 ½ veces el diámetro (relación L/D);
- Recorte para eliminar el acero garantizando que se mantenga una relación mínima de 1 ½ L/D;
- Recorte los bordes a escuadra con una sierra de diamante (*cortadora*) con alimentación automática.
- Cuando ensaye, mantenga un refrentado (*cabezeo*) con espesor por debajo de 1/8 pulgada (3 mm);
- Utilice un material de refrentado de alta resistencia; no deben utilizarse almohadillas de neopreno;
- Verifique la planicidad del refrentado y de los bloques de carga;

# ENSAYOS PARA EL CONCRETO:

## Pruebas destructivas:



## Criterio de aceptación:

(e) El concreto de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado cuando se cumplen (1) y (2):

(1) El promedio de tres núcleos es por lo menos igual al 85 por ciento de  $f'_c$

(2) Ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75 por ciento de  $f'_c$ .



Resistencia núcleo 1  
 $> 0.75 f'_c$



Resistencia núcleo 2  
 $> 0.75 f'_c$



Resistencia núcleo 3  
 $> 0.75 f'_c$

$$\text{Resistencia promedio} = \frac{\text{Resistencia núcleo 1} + \text{Resistencia núcleo 2} + \text{Resistencia núcleo 3}}{3}$$

**Resistencia promedio  $> 0.85 f'_c$**

**ENSAYOS  
PARA EL  
CONCRETO:**





# ENSAYOS PARA EL CONCRETO:

## Pruebas NO destructivas:

- El martillo de rebote (esclerómetro): mediante el ensayo ASTM C805.



Esta prueba se utiliza más que todo para ubicar zonas débiles en la estructura.

*Martillo de rebote (esclerómetro), ASTM C 805.* Observe estas precauciones:

- a) Humedezca todas las superficies por varias horas o durante la noche porque el secado afecta el número de rebote;
- b) No compare las lecturas sobre el concreto vaciado sobre diferentes materiales de encofrado, el concreto de variado contenido de humedad, las lecturas de diferentes direcciones de impacto, sobre miembros de diferente masa, o resultados utilizando diferentes martillos;
- c) No desbaste la superficie a menos que sea débil, terminada o texturada;
- d) Ensaye las losas estructurales por el fondo; y
- e) No ensaye el concreto congelado.

# ENSAYOS PARA EL CONCRETO:

## Pruebas NO destructivas:

- El martillo de rebote (esclerómetro): mediante el ensayo ASTM C805.





## Pruebas NO destructivas:

- El martillo de rebote (esclerómetro): mediante el ensayo ASTM C805.

# ENSAYOS PARA EL CONCRETO:



## Pruebas Invasivas:

- Pruebas de carga del elemento estructural.

La prueba de carga de recepción de una estructura es un conjunto de operaciones consistente en la reproducción de uno o varios estados de carga sobre la misma, antes de su puesta en servicio, con objeto de confirmar que el proyecto y construcción de la obra se han llevado a cabo de forma satisfactoria.

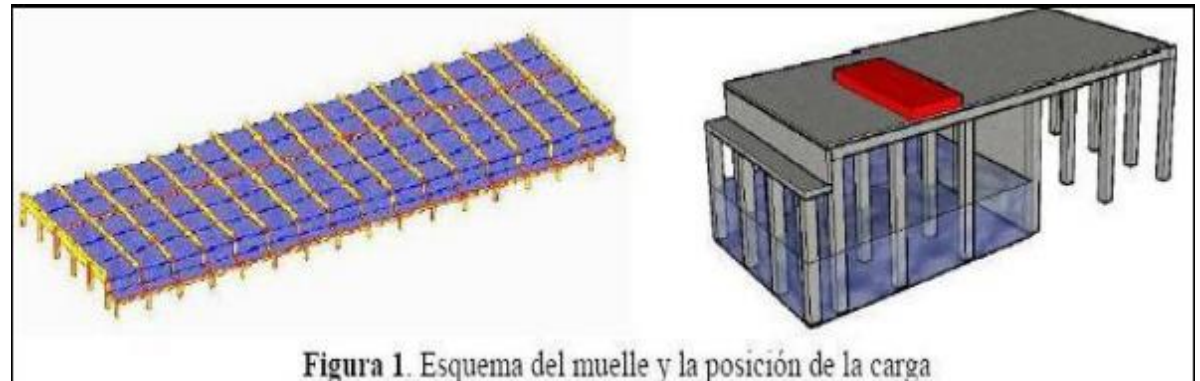


Figura 1. Esquema del muelle y la posición de la carga



Figura 6. Prueba de carga "in situ".

# ENSAYOS PARA EL CONCRETO:

# Propiedades del concreto

## Peso especifico

Primera Estimación – Masa Concreto		
Primera estimación de la masa del concreto fresco		
Tamaño Máximo nominal del agregado, mm (pulg.)	Primera estimación del peso del concreto fresco kg/m³	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
9.5 (3/8)	2280	2200
12.5 (1/2)	2310	2230
19 (3/4)	2345	2275
25 (1)	2380	2290
37.5 (1 1/2)	2410	2320
50 (2)	2445	2345
75 (3)	2490	2405
150 (6)	2530	2435

**concrete, lightweight**—concrete containing lightweight aggregate and having an equilibrium density, as determined by **ASTM C567**, between 90 and 135 lb/ft³.

**concrete, normalweight**—concrete containing only coarse and fine aggregates that conform to **ASTM C33** and having a density greater than 135 lb/ft³.

$$\omega_c > 2162.49 \text{ Kg/m}^3$$

**concrete, normalweight**—Normalweight concrete typically has a density (unit weight) between 135 and 160 lb/ft³, and is normally taken as 145 to 150 lb/ft³.

## Concreto reforzado

$$\gamma_c = 2,400 \text{ Kg/m}^3 \rightarrow \text{Uso para diseño}$$

## Módulo de elasticidad del concreto

**19.2.2.1** It shall be permitted to calculate  $E_c$  in accordance with (a) or (b):

(a) For values of  $w_c$  between 90 and 160 lb/ft³

$$E_c = w_c^{1.5} 33 \sqrt{f'_c} \text{ (in psi)} \quad (19.2.2.1.a)$$

(b) For normalweight concrete

$$E_c = 57,000 \sqrt{f'_c} \text{ (in psi)} \quad (19.2.2.1.b)$$

$$f'_c \text{ (Psi)}$$

MKS

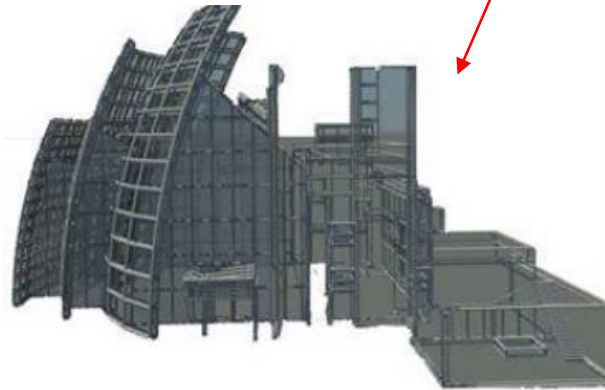
$$E_c = 15,100 \sqrt{f'_c}$$

$$f'_c \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$



# TIPOS DE CONCRETO

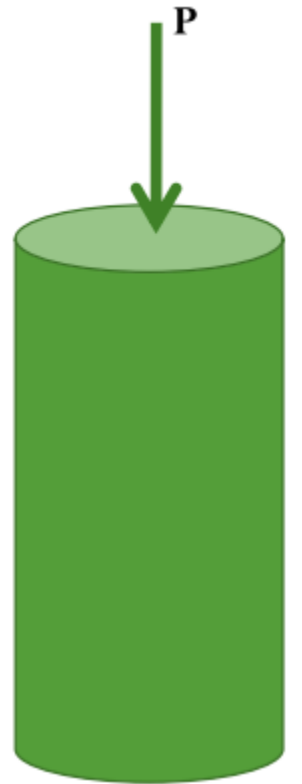
- Concreto simple
- Concreto ciclópeo
- Concreto masivo
- Concreto aligerado
- Concreto armado



## Clases de resistencia mecánica:

**Resistencia a la compresión( $f'_c$ ):** es la propiedad aislada más importante del concreto, para obtenerla se toman muestras del concreto fundido en obra en cilindros de 15 cm de diámetro \* 30 cm de alto (6" \* 12") normalizados y luego se mide la resistencia cargando a compresión uniaxial un cilindro de concreto curado por 28 días.

La resistencia usual va de 2000 PSI (140 kg/cm<sup>2</sup>) a 6000 PSI (420 kg/cm<sup>2</sup>).



## Clases de resistencia mecánica:

Una resistencia dada se escoge en base de la estabilidad de la estructura, pero tomando en cuenta consideraciones de economía, peso, generación de calor (concreto masivo), refuerzo disponible, etc. Algunos parámetros son:

- Concreto estructural para edificios 3000 – 4000 PSI (210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente)
- Concreto premoldeado o prefabricado 4000 – 6000 PSI (280 – 420 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente)
- Pavimentos 3500 – 5000 PSI
- Presas 3000 – 4000 PSI
- Trabajos de poca importancia, donde no se prueba la resistencia 2000 PSI



## Materiales y resistencia a utilizar en el concreto reforzado

### Tipos de sistemas sismo-resistentes en concreto reforzado

1. Sistema de marcos resistentes a momentos E1
  - a. Sistemas especiales o de ductilidad alta DA
  - b. Sistemas intermedios o de ductilidad intermedia DI
  - c. Sistemas ordinarios o de ductilidad Baja DB

} Nivel de amenaza sísmica

El fusible del sistema son las vigas rotulando a flexión (falla dúctil)



Vigas

Columnas

Cimentación



losa o cubierta

2. Sistemas tipo cajón o sistemas de muros E2
- a. Sistemas especiales o de ductilidad alta DA
  - b. Sistemas ordinarios o de ductilidad Baja DB

El fusible del sistema son las vigas de acople fallando a flexión (falla dúctil)



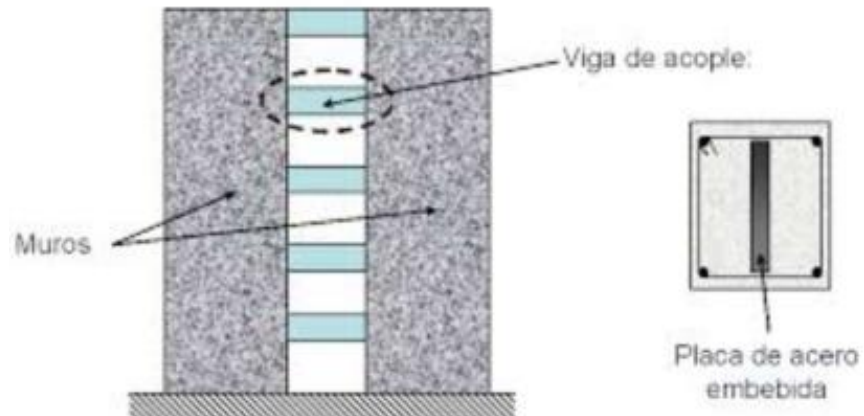
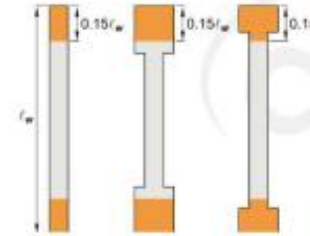
Losa ó cubierta

Vigas de acople

Muros de corte

Cimentación

Muros de corte



Muro de corte

Viga de acople



### 3. Sistemas combinados o duales (muros y marcos) E3 y E4



### Combina marcos y muros de cortante





¿Cómo seleccionar si es sistema especial (DA), intermedio (DI) u ordinario (DB)?

Categoría de diseño sísmico CDS (ACI-USA)

Nivel de protección sísmico NPS (AGIES NSE-GUATEMALA)

1) Índice de sismicidad  
2) Clase de obra

Figura 4.5-1 — Mapa de zonificación sísmica de Guatemala



NSE 2

NSE 1

### CAPÍTULO 3 — CLASIFICACIÓN DE OBRAS

3.1.2 — Categoría I: Obras utilitarias

3.1.3 — Categoría II: Obras ordinarias

3.1.4 — Categoría III: Obras importantes

3.1.5 — Categoría IV: Obras esenciales

NSE 2

Tabla 4.2.2-1 — Nivel de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño

Índice de Sismicidad <sup>(a)</sup>	Clase de obra <sup>(a)</sup>			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
Io = 4	E	D	D	C
Io = 3	D	C	C	B
Io = 2	C	B	B	A
Probabilidad de exceder el sismo de diseño <sup>(c)</sup>	5% en 50 años <sup>(b)</sup>	5% en 50 años <sup>(b)</sup>	10% en 50 años	Sismo mínimo <sup>(d)</sup>

NPS = "D"

↳ CDS = "D"

**Table R18.2—Sections of Chapter 18 to be satisfied in typical applications<sup>[1]</sup>**

Component resisting earthquake effect, unless otherwise noted	SDC			
	A (None)	B (18.2.1.3)	C (18.2.1.4)	D, E, F (18.2.1.5)
Analysis and design requirements	None	18.2.2	18.2.2	18.2.2, 18.2.4
Materials		None	None	18.2.5 through 18.2.8
Frame members		18.3	18.4	18.6 through 18.9
Structural walls and coupling beams		None	None	18.10
Precast structural walls		None	18.5	18.5 <sup>[2]</sup> , 18.11
Diaphragms and trusses		None	18.12	18.12
Foundations		None	18.13	18.13
Frame members not designated as part of the seismic-force-resisting system		None	None	18.14
Anchors		None	18.2.3	18.2.3

**18.6—Beams of special moment frames**

**18.6.1 Scope**

**18.7—Columns of special moment frames**

**18.7.1 Scope**

**18.10—Special structural walls**

**18.10.1 Scope**

} *Muros especiales DA*

} *Muros especiales DA*

<sup>[1]</sup>In addition to requirements of Chapters 1 through 17, 19 through 26, and ACI 318.2, except as modified by Chapter 18. Section 14.1.4 also applies in SDC D, E, and F.

<sup>[2]</sup>As permitted by the general building code.

### 18.2.5 Concrete in special moment frames and special structural walls

18.2.5.1 Specified compressive strength of concrete in special moment frames and special structural walls shall be in accordance with the special seismic systems requirements of Table 19.2.1.1.

Application	Minimum $f'_c$ , psi
General	2500
Foundations for structures assigned to SDC A, B, or C	2500
Foundations for Residential and Utility use and occupancy classification with stud bearing wall construction two stories or less assigned to SDC D, E, or F	2500
Foundations for structures assigned to SDC D, E, or F other than Residential and Utility use and occupancy classification with stud bearing wall construction two stories or less	3000
Special moment frames	<u>3000</u>
Special structural walls with Grade 60 or 80 reinforcement	<u>5000</u>
Special structural walls with Grade 100 reinforcement	<u>5000</u>
Precast-nonprestressed driven piles Drilled shafts	4000
Precast-prestressed driven piles	5000



### 18.2.6 Reinforcement in special moment frames and special structural walls

18.2.6.1 Reinforcement in special moment frames and special structural walls shall be in accordance with the special seismic systems requirements of 20.2.2.

Table 20.2.2.4(a)—Nonprestressed deformed reinforcement

Usage	Application		Maximum value of $f_y$ or $f_{yt}$ permitted for design calculations, psi	Applicable ASTM specification			
				Deformed bars	Deformed wires	Welded wire reinforcement	Welded deformed bar mats
Flexure; axial force; and shrinkage and temperature	Special seismic systems	Special moment frames	80,000	A706 <sup>[2]</sup>	Not permitted	Not permitted	Not permitted
		Special structural walls <sup>[1]</sup>	100,000				
	Other		100,000 <sup>[3][4]</sup>	A615, A706, A955, A996, A1035	A1064, A1022	A1064, A1022	A184 <sup>[5]</sup>
Lateral support of longitudinal bars; or concrete confinement	Special seismic systems		100,000	A615, A706, A955, A996, A1035	A1064, A1022	A1064 <sup>[6]</sup> , A1022 <sup>[6]</sup>	Not permitted
	Spirals		100,000	A615, A706, A955, A996, A1035	A1064, A1022	Not permitted	Not permitted
	Other		80,000	A615, A706, A955, A996	A1064, A1022	A1064, A1022	Not permitted
Shear	Special seismic systems <sup>[7]</sup>	Special moment frames <sup>[9]</sup>	80,000	A615, A706, A955, A996	A1064, A1022	A1064 <sup>[6]</sup> , A1022 <sup>[6]</sup>	Not permitted
		Special structural walls <sup>[9]</sup>	100,000				
	Spirals		60,000	A615, A706, A955, A996	A1064, A1022	Not permitted	Not permitted
	Shear friction		60,000	A615, A706, A955, A996	A1064, A1022	A1064, A1022	Not permitted
	Stirrups, ties, hoops		60,000	A615, A706, A955, A996, A1035	A1064, A1022	A1064 and A1022 welded plain wire	Not permitted
			80,000	Not permitted	Not permitted	A1064 and A1022 welded deformed wire	Not permitted
Torsion	Longitudinal and transverse		60,000	A615, A706, A955, A996	A1064, A1022	A1064, A1022	Not permitted
Anchor reinforcement	Special seismic systems		80,000	A706 <sup>[2]</sup>	Not permitted	Not permitted	Not permitted
	Other		80,000	A615, A706, A955, A996	A1064, A1022	A1064, A1022	A184 <sup>[5]</sup>
Regions designed using strut-and-tie method	Longitudinal ties		80,000	A615, A706, A955, A996	A1064, A1022	A1064, A1022	Not permitted
	Other		60,000				

## VENTAJAS DEL CONCRETO:

- Se hace con productos locales fácilmente accesibles y económicos (arena, grava agua), mas una cantidad relativamente pequeña de cemento.
- Tiene una resistencia alta a la compresión, cuyos valores standard van de 210 a 560 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se puede moldear para darle formas.
- Es durable y requiere poco mantenimiento.
- Tiene bastante resistencia contra el fuego.



# DESVENTAJAS DEL CONCRETO:

- Tiene baja resistencia a tensión.
- Tiene una baja relación entre la resistencia a la compresión y el peso.
- Sus propiedades son susceptibles a quedar por debajo de las Standard, debido a las variaciones en la proporción y mezclado de sus componentes.
- El colocado y curado de la mezcla tienen menos control de calidad.
- Se contrae al curarse y secarse
- Está sujeto a largo plazo, a deformaciones por flujo plástico.

