

# TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN



# DISEÑO ESTRUCTURAL III

- HORMIGÓN
- DOSIFICACIÓN
- CONTROL EN FRESCO
- CONTROL Hº ENDURECIDO



## CONTROL DE ASENTAMIENTO: EN OBRA CONO DE ABRAMS



CONTROL DE ASENTAMIENTO: EN OBRA  
CONO DE ABRAMS

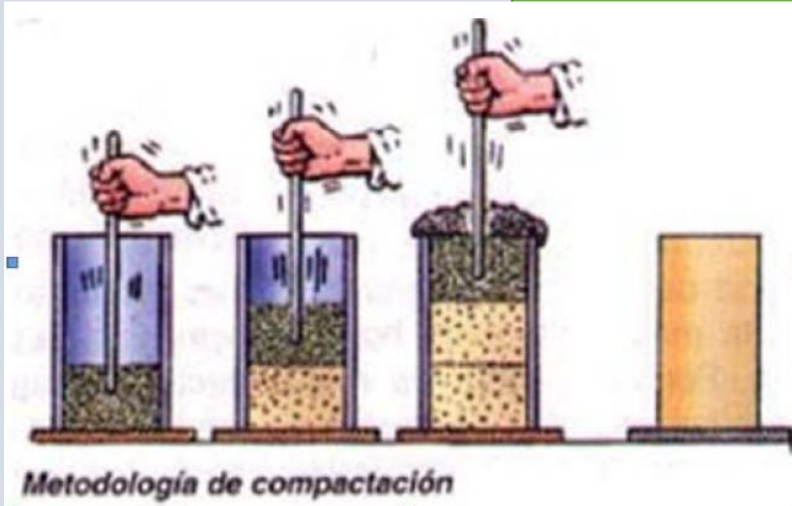


CONO DE ABRAHAM



CONO DE ABRAMS

## CONTROL RESISTENCIA: Hº ENDURECIDO





## RESISTENCIA CARACTERÍSTICA O ESPECIFICADA

- El hormigón es un material heterogéneo, si sobre el hormigón elaborado que se produce en una planta elaboradora, hacemos ensayos de compresión con probetas cilíndricas normalizadas, se presentarán diferencias entre los resultados, aunque se haya usado la misma dosificación. Cuando mejor tecnología tenga la planta estas diferencias serán menores. Luego se presenta la incógnita, si los resultados de los ensayos que se realizan a un mismo hormigón presentan valores diferentes, cuál de esos valores usamos para el cálculo.
- El valor que usamos para el cálculo se denomina Resistencia Característica del Hormigón. veamos un ejemplo para ver como se determina

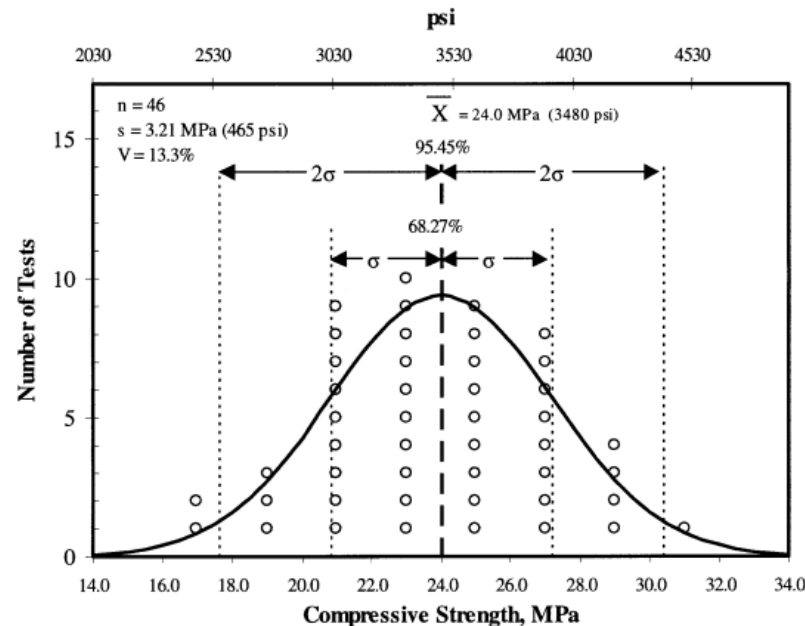


Fig. 3.1—Frequency distribution of strength data and corresponding assumed normal distribution.

## RESISTENCIA CARACTERÍSTICA O ESPECIFICADA

Supongamos que de un determinado hormigón hacemos varios (mas de 20) ensayos de compresión con probeta cilíndrica normalizada, a los 28 días de fraguado , y obtenemos los siguientes resultados.

El 5 % de las probetas ensayadas da una resistencia de 300 Kg/cm<sup>2</sup>

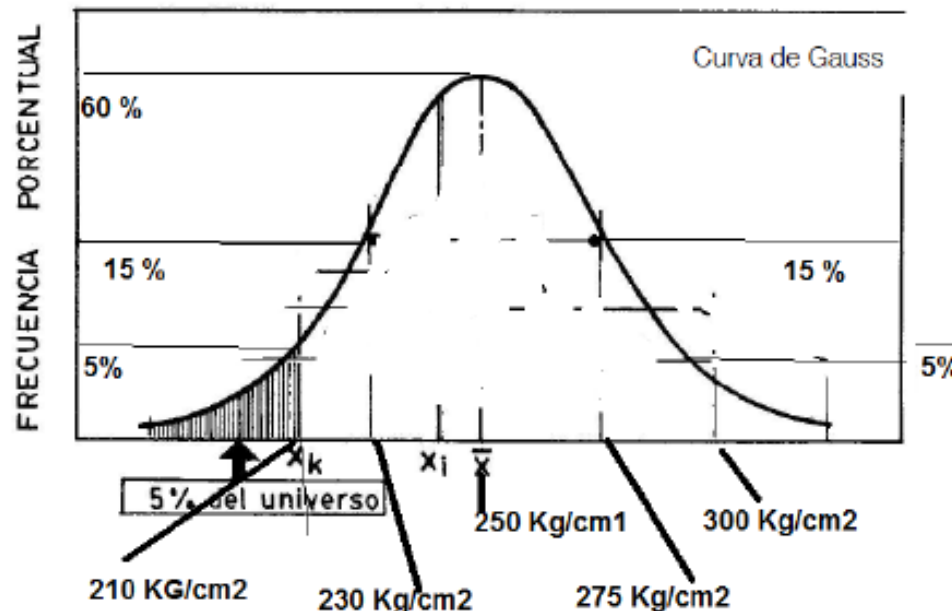
El 15 % de las probetas ensayadas da una resistencia de 275 Kg/cm<sup>2</sup>.

El 60 % de las probetas ensayadas da una resistencia de 250 Kg/cm<sup>2</sup>

El 15 % de las probetas ensayadas da una resistencia de 230 Kg/cm<sup>2</sup>.

El 5% de las probetas ensayadas da una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Volcamos los resultados en un gráfico



## RESISTENCIA CARACTERÍSTICA O ESPECIFICADA

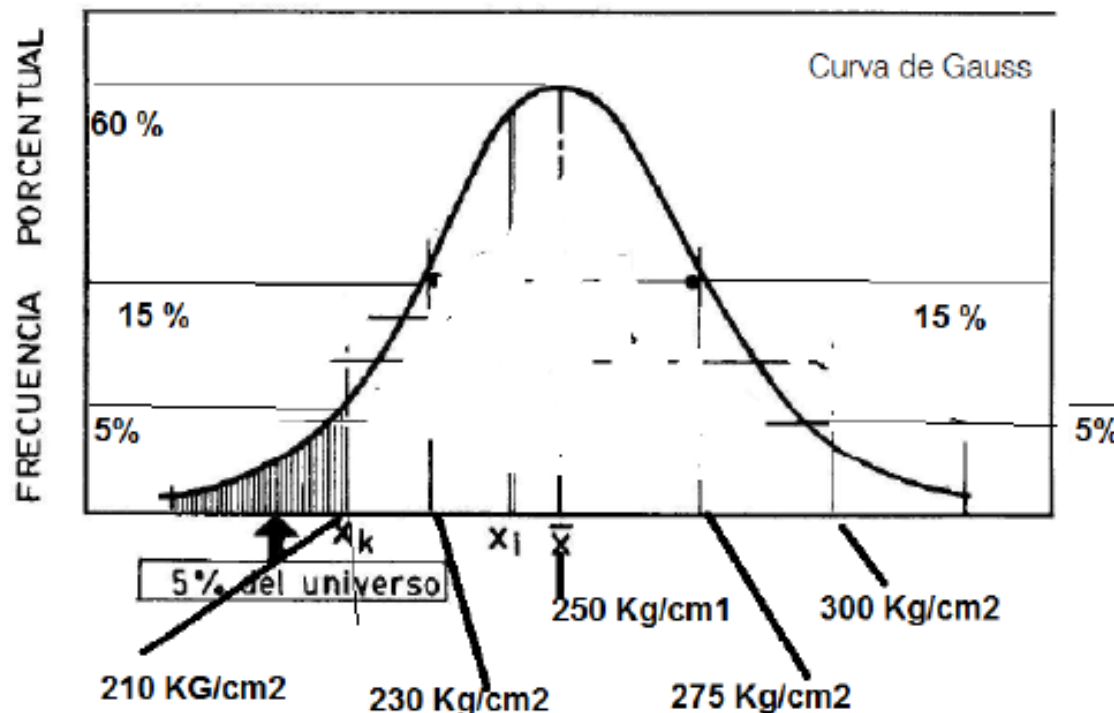
En el gráfico cuando el eje horizontal tiene un valor 300 kg/cm<sup>2</sup>, en el eje vertical marcamos el valor 5 %,

cuando el eje horizontal tiene un valor 275 KG / cm<sup>2</sup> marcamos el valor 15 %,

cuando el eje horizontal tiene un valor de 250 kg/cm<sup>2</sup> marcamos el valor 60 %,

Cuando el eje horizontal tiene un valor 230 KG/cm<sup>2</sup> marcamos el valor 15 % y cuando tiene el eje horizontal un valor de 210 KG/cm<sup>2</sup> marcamos un valor 5 %.

Uniendo los puntos así obtenidos obtenemos una curva que se denomina Curva de Gauss





## RESISTENCIA CARACTERÍSTICA O ESPECIFICADA

1. En qué obra hay mejor calidad de hormigón?
- 2.Cuál es el valor de la Resistencia Característica en cada obra?

RESULTADOS DE ENSAYOS DE PROBETAS DE  
HORMIGÓN A COMPRESIÓN ( $f_c$ )

PROBETA Nº	OBRA 1	OBRA 2
1	180	140
2	184	160
3	190	180
4	195	200
5	196	210
6	200	230
7	215	240

1. Valor medio
2. Dispersión
3. Valor característico

1. Suma diferencias al cuadrado
2. Dispersión = Raiz ( $"1"/n^{\circ}-1$ )
3.  $F'_c = f_m + n \cdot \text{disp}$

## RESISTENCIA CARACTERÍSTICA O ESPECIFICADA

1. En qué obra hay mejor calidad de hormigón?
- 2.Cuál es el valor de la Resistencia Característica en cada obra?

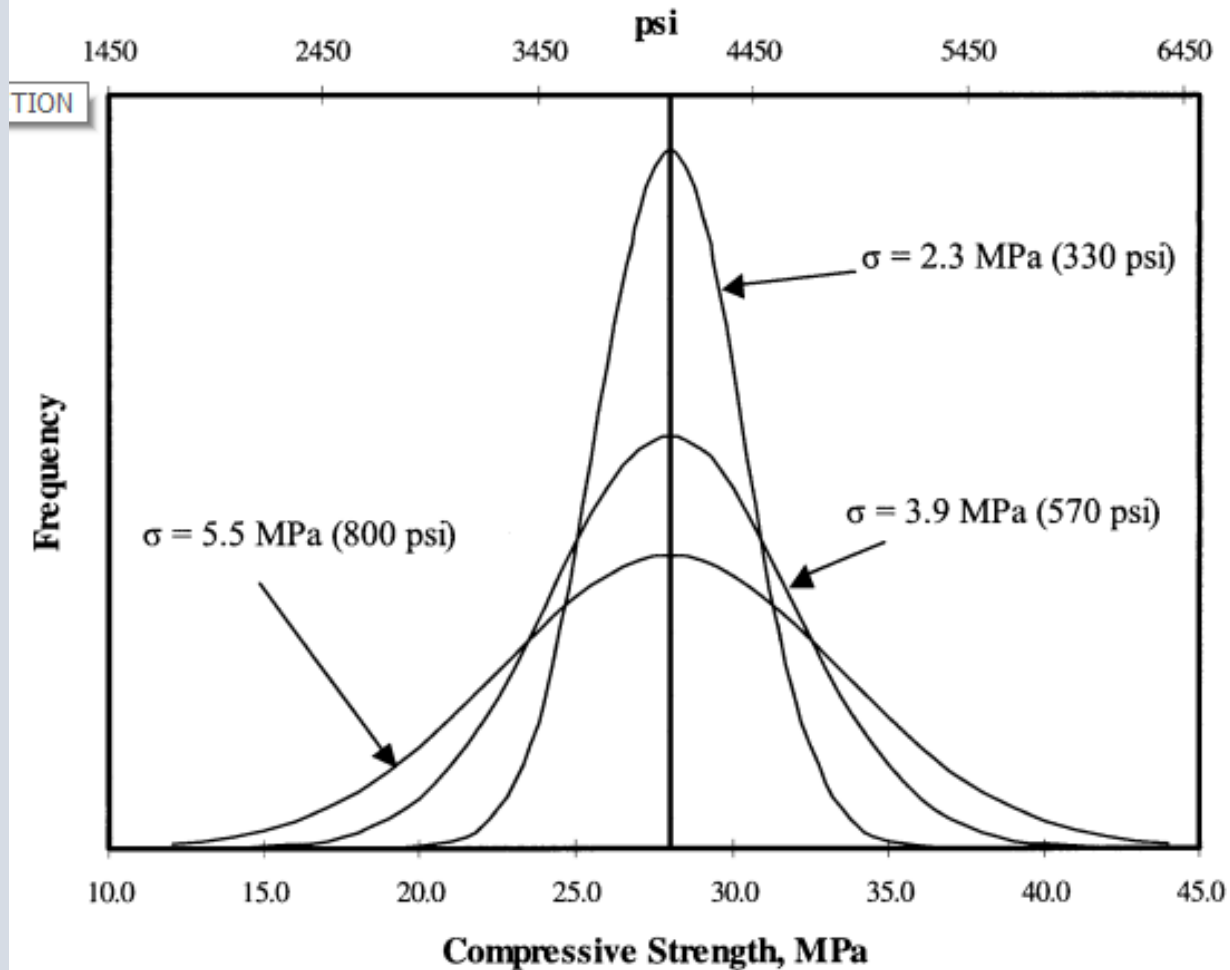
RESULTADOS DE ENSAYOS DE PROBETAS DE  
HORMIGÓN A COMPRESIÓN ( $f_c$ )

PROBETA Nº	OBRA 1	OBRA 2
1	180	140
2	184	160
3	190	180
4	195	200
5	196	210
6	200	230
7	215	240

MEDIA	194	194
1	204,08	2946,94
2	105,80	1175,51
3	18,37	204,08
4	0,51	32,65
5	2,94	246,94
6	32,65	1275,51
7	429,08	2089,80
SUMA	793	7971
DESVIA	11	36
k	2	2
RESIST	171	121

MEDIA	194	194
1	204,08	2946,94
2	105,80	1175,51
3	18,37	204,08
4	0,51	32,65
5	2,94	246,94
6	32,65	1275,51
7	429,08	2089,80
SUMA	793	7971
DESVIA	11	36
k	3	3
RESIST	160	85

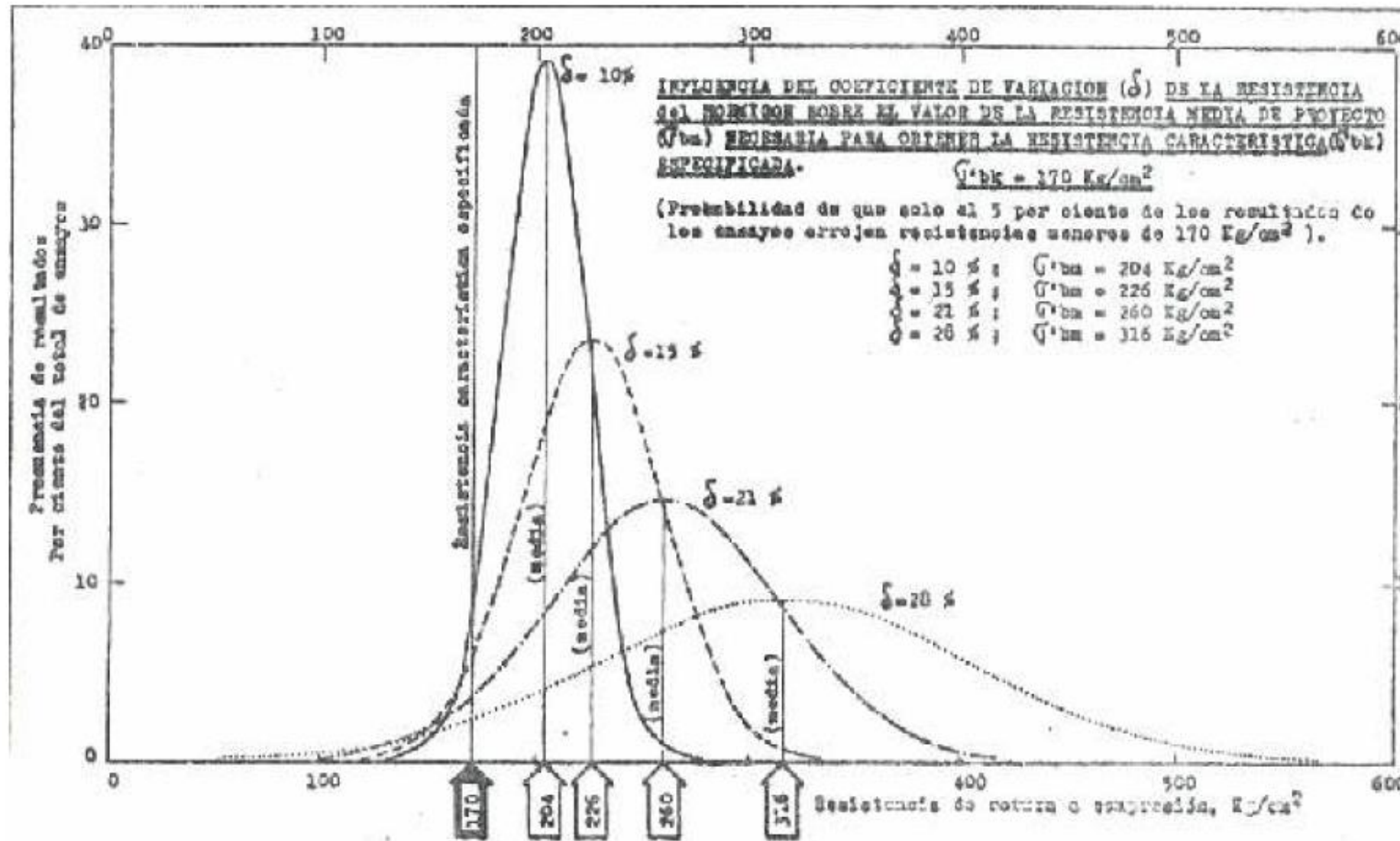
## RESISTENCIA CARACTERÍSTICA O ESPECIFICADA



*Fig. 3.2—Normal frequency curves for three different distributions with the same mean but different variability.*

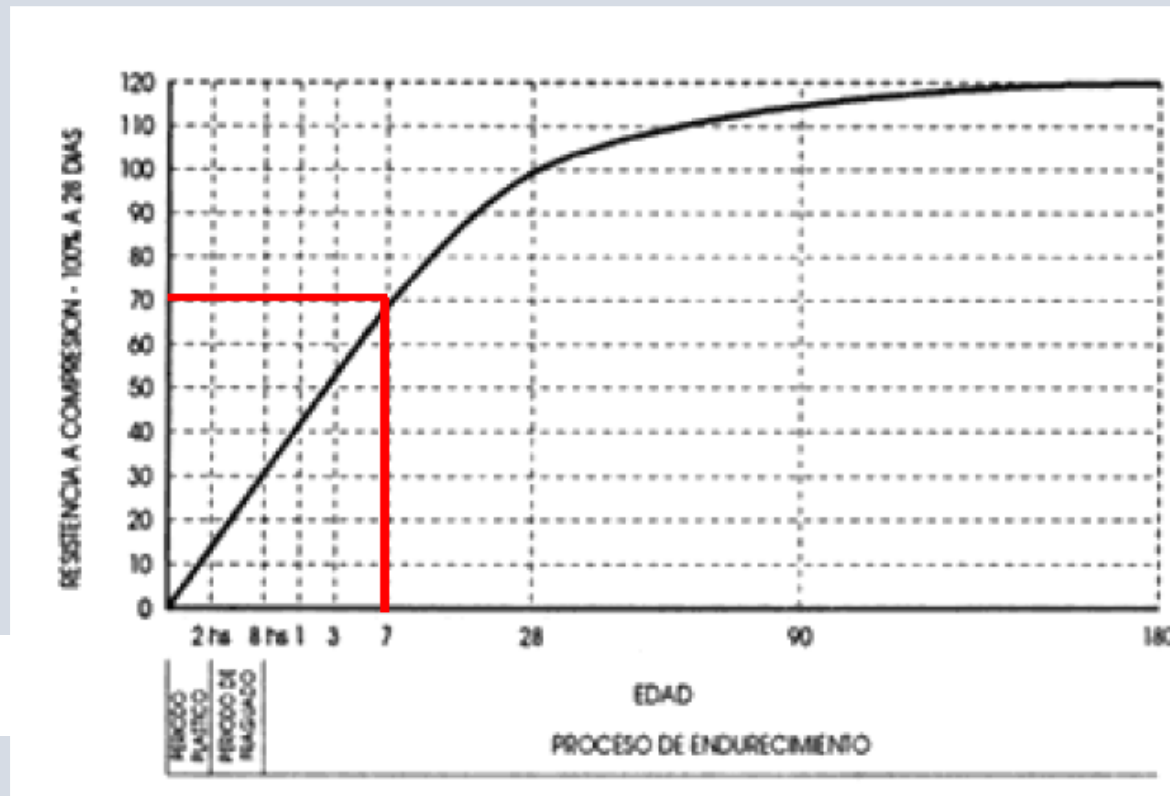


## RESISTENCIA CARACTERÍSTICA O ESPECIFICADA



## RECEPCIÓN DEL HORMIGÓN EN OBRA

Evolución de la Resistencia a compresión de un Hormigón Portland normal					
Edad del Hormigón en días	3	7	28	90	360
Resistencia a compresión	0,40	0,65	1,00	1,20	1,35



## RECEPCIÓN DEL HORMIGÓN EN OBRA

*Modos de control según CIRSOC 201*

## MODO 1

El hormigón es producido en una planta productora que opera con un sistema de calidad certificado. La planta elaboradora puede estar instalada dentro o fuera del recinto de la obra. El Director de Obra tiene acceso al control de producción de la planta y conoce sus registros.

## MODO 2

El hormigón es producido en condiciones que no satisfacen los requisitos establecidos para el Modo 1.

## MODO 1

- a) La **resistencia media móvil de todas las series posibles de tres (3) ensayos** consecutivos cualesquiera, es igual o mayor que la resistencia especificada.

$$f'_{cm3} \geq f'_c \quad (4-2)$$

- b) El **resultado de cada uno de los ensayos** es igual o mayor que la resistencia especificada **menos 3,5 MPa**.

$$f'_{ci} \geq f'_c - 3,5 \text{ MPa} \quad (4-3)$$

## MODO 2

- a) La **resistencia media móvil de todas las series posibles de tres (3) ensayos** consecutivos, correspondientes al hormigón evaluado, es igual o mayor que la resistencia especificada más **5 MPa**.

$$f'_{cm3} \geq f'_c + 5 \text{ MPa} \quad (4-4)$$

- b) El **resultado de cada uno de los ensayos** será igual o mayor que la resistencia especificada:

$$f'_{ci} \geq f'_c \quad (4-5)$$



## RECEPCIÓN DEL HORMIGÓN EN OBRA

- a) La **resistencia media móvil de todas las series posibles de tres (3) ensayos** consecutivos cualesquiera, es igual o mayor que la resistencia especificada.

## MODO 1

$$f'_{cm3} \geq f'_c \quad (4-2)$$

- b) El **resultado de cada uno de los ensayos** es igual o mayor que la resistencia especificada **menos 3,5 MPa**.

$$f'_{ci} \geq f'_c - 3,5 \text{ MPa} \quad (4-3)$$

1) Si el hormigón es H-25  
¿cuál de las dos obras  
cumple?

2) Si no cumple, ¿qué  
hormigón se está  
suministrando?

RESULTADOS DE ENSAYOS DE PROBETAS DE  
HORMIGÓN A COMPRESIÓN ( $f'_c$ )

PROBETA Nº	OBRA 1	OBRA 2
1	180	140
2	184	160
3	190	180
4	195	200
5	196	210
6	200	230
7	215	240

## MODO 1

## Obra 1.

- Media →  $18,47 \text{ MPa} < 25$
- Ensayos →  $18 < 25 - 3,5 = 21,5 \text{ MPa}$
- **No cumple ninguna condición**

## Obra 2

- Media →  $16 \text{ MPa} < 25$
- Ensayos →  $14 < 25 - 3,5 = 21,5 \text{ MPa}$
- **No cumple ninguna condición**

## MODO 2

## Obra 1.

- Media →  $18,47 \text{ MPa} < 25 + 5 = 30 \text{ MPa}$
- Ensayos →  $18 < 25 \text{ MPa}$
- **No cumple ninguna condición**

## Obra 2

- Media →  $16 \text{ MPa} < 25 + 5 = 30 \text{ MPa}$
- Ensayos →  $14 < 25 \text{ MPa}$
- **No cumple ninguna condición**

- a) La **resistencia media móvil de todas las series posibles de tres (3) ensayos** consecutivos, correspondientes al hormigón evaluado, es igual o mayor que la resistencia especificada **más 5 MPa**.

## MODO 2

$$f'_{cm3} \geq f'_c + 5 \text{ MPa} \quad (4-4)$$

- b) El **resultado de cada uno de los ensayos** será igual o mayor que la resistencia especificada:

$$f'_{ci} \geq f'_c \quad (4-5)$$

## RECEPCIÓN DEL HORMIGÓN EN OBRA

- a) La **resistencia media móvil de todas las series posibles de tres (3) ensayos** consecutivos cualesquiera, es igual o mayor que la resistencia especificada.

## MODO 1

$$f'_{cm3} \geq f'_c \quad (4-2)$$

- b) El **resultado de cada uno de los ensayos** es igual o mayor que la resistencia especificada **menos 3,5 MPa**.

$$f'_{ci} \geq f'_c - 3,5 \text{ MPa} \quad (4-3)$$

1) Si el hormigón es H-25  
¿cuál de las dos obras  
cumple?

2) Si no cumple, ¿qué  
hormigón se está  
suministrando?

RESULTADOS DE ENSAYOS DE PROBETAS DE  
HORMIGÓN A COMPRESIÓN ( $f'_c$ )

PROBETA Nº	OBRA 1	OBRA 2
1	180	140
2	184	160
3	190	180
4	195	200
5	196	210
6	200	230
7	215	240

## MODO 1

## Obra 1.

- Media → 18,47MPa → H-18?
- Ensayos → 18+3,5=21,5MPa H-20?
- **No es un hormigón estructural!!**

## Obra 2

- Media → 16MPa < H-16?
- Ensayos → 14+3,5=17,5MPa H-17?
- **No es un hormigón estructural!!**

- a) La **resistencia media móvil de todas las series posibles de tres (3) ensayos** consecutivos, correspondientes al hormigón evaluado, es igual o mayor que la resistencia especificada **más 5 MPa**.

## MODO 2

$$f'_{cm3} \geq f'_c + 5 \text{ MPa} \quad (4-4)$$

- b) El **resultado de cada uno de los ensayos** será igual o mayor que la resistencia especificada:

$$f'_{ci} \geq f'_c \quad (4-5)$$

## RECEPCIÓN DEL HORMIGÓN EN OBRA



- a) La **resistencia media móvil de todas las series posibles de tres (3) ensayos** consecutivos cualesquiera, es igual o mayor que la resistencia especificada.

## MODO 1

$$f'_{cm3} \geq f'_c \quad (4-2)$$

- b) El **resultado de cada uno de los ensayos** es igual o mayor que la resistencia especificada **menos 3,5 MPa**.

$$f'_{ci} \geq f'_c - 3,5 \text{ MPa} \quad (4-3)$$

 <p>Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza</p>	<p><b>SISTEMA DE LA CALIDAD</b></p>		 <p>Laboratorio de Ensayo de Materiales Departamento de Ingeniería Civil</p>
	FR-03-M-PGC-RC	Revisión: 1 - M	

Mendoza, 20 de noviembre de 2024

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE HORMIGON**  
**INFORME N°: 2024 / 120**

ORDEN DE RECEPCION N° 2024 / 120

Probetas cilíndricas normalizadas

Procedentes de : FARMACIA

Interesado : MEMG S.A.S.

Responsable Técnico: Ing. Ezequiel Mendez

Norma de ensayo : IRAM 1546 (2013) - IRAM 1709 (2016)

## RESULTADOS

NUMERO	FECHA DE		EDAD [días]	DIMENSIONES		PESO		CARGA ROTURA		TENSION DE ROTURA UNITARIA		TIPO ROT.	OBS.
	CONFEC.	ROTURA		φ [mm]	h [mm]	TOTAL [kg]	ESPECIF. [kg/m³]	[tn]	[daN]	[kg/cm²]	[MPa]		
F 1-2	23/10/24	19/11/24	27	99	198	—	—	24,0	23536	312,0	30,6	5	2
F 1-3	23/10/24	19/11/24	27	99	199	—	—	24,0	23536	312,0	30,6	5	2
F 2-2	23/10/24	19/11/24	27	99	199	—	—	20,5	20104	266,0	26,1	5	2
F 2-3	23/10/24	19/11/24	27	99	199	—	—	21,0	20594	273,0	26,8	5	2

## RESULTADO DE ENSAYOS

Nº	DIÁMETRO	Área	CARGA	Tensión
	[mm]	[mm²]	[daN]	MPa
P1	99	7698	23536	30,6
P2	99	7698	23538	30,6
P3	99	7698	20104	26,1
P4	99	7698	20594	26,8
P5	100	7854	20595	26,2
P6	99	7698	19613	25,5
P7	100	7854	19618	25,0
P8	99	7698	18633	24,2

Determine si el hormigón provisto por esta empresa que está en MODO 1 cumple con la especificación del pliego para hormigón clase H-25.

## Controles

- Media 3 ensayos → ..... MPa ≥ 25MPa
- Cada Ensayo → ..... Mpa > 25-3,5=21,5MPa
- El hormigón provisto es clase ??



## DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

Tabla 2.1. Clases de exposición generales que producen corrosión de armaduras

1	2	3	4	5	6
EXPOSICIÓN					
Desig.	Clase	Subclase	Tipo de proceso	Descripción del medio ambiente	Ejemplos ilustrativos de estructuras donde se pueden dar las clases de exposición
A 1	No agresiva		Ninguno	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interiores de edificios no sometidos a condensaciones</li><li>• Elementos exteriores de edificios, revestidos</li><li>• Hormigón masivo interior</li><li>• Estructuras en ambientes rurales y climas desérticos, con precipitación media anual &lt; 250 mm.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interiores de edificios protegidos de la intemperie</li><li>• Columnas y vigas exteriores revestidas con materiales cerámicos o materiales que demoran la difusión del CO<sub>2</sub>.</li><li>• Elementos estructurales de hormigón masivo que no están en contacto con el medio ambiente. Parte interior de los mismos.</li></ul>
A 2	Ambiente Normal	Temperatura moderada y fría, sin congelación. Humedad alta y media o con ciclos de mojado y secado	Corrosión por carbonatación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interiores de edificios expuestos al aire con HR ≥ 65 % o a condensaciones</li><li>• Exteriores expuestos a lluvias con precipitación media anual &lt; 1.000 mm.</li><li>• Elementos enterrados en suelos húmedos o sumergidos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sótanos no ventilados</li><li>• Fundaciones</li><li>• Tableros y pilas de puentes</li><li>• Elementos de hormigón en cubiertas de edificios</li><li>• Exteriores de edificios.</li><li>• Interiores de edificios con humedad del aire alta o media</li><li>• Pavimentos</li><li>• Losas para estacionamientos</li></ul>
A 3	Clima cálido y húmedo		Corrosión por carbonatación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Exteriores expuestos a lluvias con precipitación media anual ≥ 1.000 mm</li><li>• Temperatura media mensual durante más de 3 meses al año ≥ 25º C.</li></ul>	
C L	Húmedo o sumergido, con cloruros de origen diferente del medio marino		Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"><li>• Superficies de hormigón expuestas al rociado o la fluctuación del nivel de agua con cloruros</li><li>• Hormigón expuesto a aguas naturales contaminadas por desagües industriales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Piletas de natación sin revestir.</li><li>• Fundaciones en contacto con aguas subterráneas</li><li>• Cisternas en plantas potabilizadoras</li><li>• Elementos de puentes</li></ul>
M 1	Marino	Al aire	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"><li>• A más de 1 km. de la línea de marea alta y contacto eventual con aire saturado de sales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Construcciones alejadas de la costa pero en la zona de influencia de los vientos cargados de sales marinas (*).</li></ul>
M 2		Al aire	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"><li>• A menos de 1 km. de la línea de marea alta y contacto permanente o frecuente con aire saturado con sales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Construcciones próximas a la costa.</li></ul>
		Sumergidos	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sumergidos en agua de mar, por debajo del nivel mínimo de mareas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estructuras de defensas costeras</li><li>• Fundaciones y elementos sumergidos de puentes y edificios en el mar</li></ul>
M 3		Sumergidos	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"><li>• En la zona de fluctuación de mareas o expuesto a salpicaduras del mar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estructuras de defensas costeras, fundaciones y elementos de puentes y edificios</li></ul>
(*) La distancia máxima depende de la dirección de los vientos predominantes. Cuando ellos provengan del mar, como ocurre en la mayor parte del litoral de la Provincia de Buenos Aires, esta zona está entre 1 km y 10 km. En la mayor parte de la Patagonia esta zona es inexistente. El Director del Proyecto deberá acotar los límites de aplicación de esta zona de agresividad.					

## DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

Tabla 2.1. Clases de exposición generales que producen corrosión de armaduras (continuación)

1	2	3	4	5	6
EXPOSICIÓN					
Desig.	Clase	Subclase	Tipo de proceso	Descripción del medio ambiente	Ejemplos ilustrativos de estructuras donde se pueden dar las clases de exposición
C L	Húmedo o sumergido, con cloruros de origen diferente del medio marino		Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"><li>• Superficies de hormigón expuestas al rociado o la fluctuación del nivel de agua con cloruros</li><li>• Hormigón expuesto a aguas naturales contaminadas por desagües industriales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Piletas de natación sin revestir.</li><li>• Fundaciones en contacto con aguas subterráneas</li><li>• Cisternas en plantas potabilizadoras</li><li>• Elementos de puentes</li></ul>
M 1	Marino	Al aire	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"><li>• A más de 1 km. de la línea de marea alta y contacto eventual con aire saturado de sales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Construcciones alejadas de la costa pero en la zona de influencia de los vientos cargados de sales marinas (*).</li></ul>
M 2		Al aire	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"><li>• A menos de 1 km. de la línea de marea alta y contacto permanente o frecuente con aire saturado con sales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Construcciones próximas a la costa.</li></ul>
		Sumergidos	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sumergidos en agua de mar, por debajo del nivel mínimo de mareas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estructuras de defensas costeras</li><li>• Fundaciones y elementos sumergidos de puentes y edificios en el mar</li></ul>
M 3		Sumergidos	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"><li>• En la zona de fluctuación de mareas o expuesto a salpicaduras del mar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estructuras de defensas costeras, fundaciones y elementos de puentes y edificios</li></ul>

(\*) La distancia máxima depende de la dirección de los vientos predominantes. Cuando ellos provengan del mar, como ocurre en la mayor parte del litoral de la Provincia de Buenos Aires, esta zona está entre 1 km y 10 km. En la mayor parte de la Patagonia esta zona es inexistente. El Director del Proyecto deberá acotar los límites de aplicación de esta zona de agresividad.

## DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

## MÓDULO DE FINURA. AGREGADO FINO

MALLA	PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO ACUMULADO
3/8°	0	0	0
n°4	70	4.09	4.09
n°8	240	14.04	18.13
n°16	500	29.24	47.37
n°30	300	17.54	64.91
n°50	200	11.70	76.61
n°100	360	21.05	97.66
fondo	40	2.34	100
total	1710		

Fórmula:

$$\frac{\sum \% \text{ RETENIDO ACUMULADO}}{100} = \frac{0+4.09+18.13+47.37+64.91+76.61+97.66}{100} = 3.09$$

7 tamices = 3/8+ N°4+N°8+N°16+N°30+N° 50+ N°100

El **módulo de finura** es un índice de la finura de un agregado entre mayor sea el módulo de finura y más grueso será el agregado

## DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

## MÓDULO DE FINURA. AGREGADO GRUESO

MALLA	PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO ACUMULADO
1 1/2°	0	0	0
1	200	4.55	4.55
3/4	1300	29.55	34.1
1/2	1100	25	59.1
3/8	1200	27.27	86.37
n°4	500	11.36	97.73
n°8	95	2.16	99.89
fondo	5	0.11	100
total	<b>4400</b>		

$$\text{MODULO FINEZA DEL AGREGADO GRUESO} = \frac{\sum \% \text{ RETENIDO ACUMULADO}}{100}$$

$$\frac{0+34.1+86.37+97.73+99.89+100+100+100+100}{100} = 7.18$$

tamices: 6", 3", 1½", ¾", ⅜", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100.

Se suma el 100 acumulado

El **módulo de finura** es un índice de la finura de un agregado entre mayor sea el módulo de finura y más grueso será el agregado



## DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

1. Definición del Módulo de Finura
2. Definición del Asentamiento
3. Extraemos la demanda de Agua
4. Determinación de la Resistencia (C)
5. Estimación de la relación a/c máxima
6. Cálculo del C.U.C. (contenido unitario de cemento)

C.U.C.=agua necesaria para 1m<sup>3</sup>

**C.U.C.=agua mezclado / (a/c)**

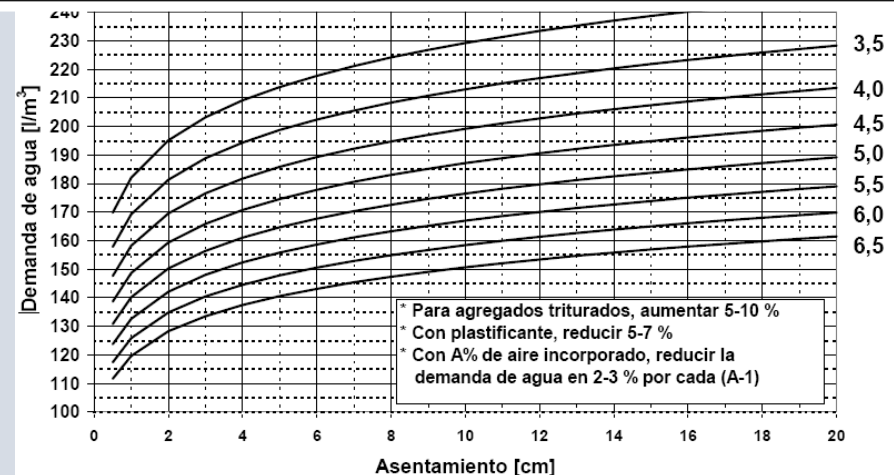
7-Definición de la cantidad de Agregados

Porcentaje elegido de agregados \*volumen restante

Volumen restante= 1000 – (CUC+Aire+Agua)

Tabla 5.1. Métodos de ensayo aplicables a cada intervalo de consistencia del hormigón

Consistencia	Intervalo			Ensayo de evaluación aplicable
	Remoldeo (V) (s)	Asentamiento (A) [cm]	Extendido (E) [cm]	
Muy seca	$5,0 < V \leq 30,0$	--	--	Tiempo de remoldeo en el dispositivo VeBe. Norma IRAM 1767.
Seca	--	$2,0 < A \leq 5,0$	--	Asentamiento del Cono de Abrams. Norma IRAM 1536.
Plástica	--	$5,0 < A \leq 10,0$	--	Asentamiento del Cono de Abrams. Norma IRAM 1536.
Muy plástica	--	$10,0 < A \leq 15,0$	$50 < E \leq 55$	Asentamiento del Cono de Abrams. Norma IRAM 1536. Extendido en la Mesa de Graf. Norma IRAM 1690.
Fluida	--	$15,0 < A \leq 18,0$	$55 < E \leq 60$	Asentamiento del Cono de Abrams. Norma IRAM 1536. Extendido en la Mesa de Graf. Norma IRAM 1690.
Muy fluida	--	--	$60 < E \leq 65$	Extendido en la Mesa de Graf. Norma IRAM 1690.



## DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

1. Definición del Módulo de Finura (MF)
2. Definición del Asentamiento
3. Extraemos la demanda de Agua
4. **Determinación de la Resistencia de Diseño de la Mezcla**
5. Estimación de la relación a/c máx
6. Cálculo del C.U.C. (contenido unitario de cemento)

C.U.C.=agua necesaria para 1m<sup>3</sup>

**C.U.C.=agua mezclado / (a/c)**

### 7-Definición de la cantidad de Agregados

Porcentaje elegido de agregados \*volumen restante

Volumen restante= 1000 – (CUC+Aire+Agua)

Resistencia de diseño de la mezcla cuando no se conoce la desviación estandar:

RESISTENCIA ESPECIFICADA (f <sub>ce</sub> )	RESISTENCIA DE DISEÑO DE LA MEZCLA (f <sub>cr</sub> )
MPa	MPa
Igual o menor que 20	f'c + 7.0
Entre 20 y 35 inclusive	f'c + 8.5
Mayor que 35	f'c + 10.0

**Tabla 2.5. Requisitos de durabilidad a cumplir por los hormigones, en función del tipo de exposición de la estructura**

Requisitos	Tipos de exposición de las estructuras, de acuerdo con la clasificación de las Tablas 2.1. y 2.2. y sus complementarias 2.3. y 2.4.									
	A 1	A 2	A 3 y M 1	C L y M 2	M 3	C 1 <sup>(2)</sup>	C 2 <sup>(2)</sup>	Q 1	Q 2	Q 3 <sup>(3)</sup>
<b>a) Razón a/c máxima <sup>(1)</sup></b>										
Hormigón simple	---	---	---	0,45	0,45	0,45	0,40	0,50	0,45	0,40
Hormigón armado	0,60	0,50	0,50	0,45	0,40	0,45	0,40	0,50	0,45	0,40
Hormigón pretensado	0,60	0,50	0,50	0,45	0,40	0,45	0,40	0,50	0,45	0,40
<b>b) f'c mín (MPa)</b>										
Hormigón simple	---	---	---	30	35	30	35	30	35	40
Hormigón armado	20	25	30	35	40	30	35	30	35	40
Hormigón pretensado	25	30	35	40	45	30	35	35	40	45
Penetración de agua o succión capilar según 2.2.11.	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si

(1) Cuando se use cemento pórtland más una o varias adiciones minerales activas incorporadas directamente en planta elaboradora, se podrá reemplazar la razón agua/cemento (a/c), por la razón agua/ material cementicio [a/(c+x)], que tenga en cuenta la suma del cemento portland (c) y la cantidad de la adición mineral (x), cuando se trate de puzolanas según norma IRAM 1668:1968 o de escorias según norma IRAM 1667:1990.

(2) Debe incorporarse intencionalmente aire, en la cantidad requerida en la Tabla 5.3..

(3) Cuando corresponda se debe proteger a la estructura según 2.2.5.2.c3 ó 2.2.10.3.

## DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

1. Definición del Módulo de Finura (MF)
2. Definición del Asentamiento
3. Extraemos la demanda de Agua
4. Determinación de la Resistencia de Diseño de la Mezcla
5. Estimación de la relación a/c máx
6. **Cálculo del C.U.C. (contenido unitario de cemento)**

C.U.C.=agua necesaria para 1m<sup>3</sup>

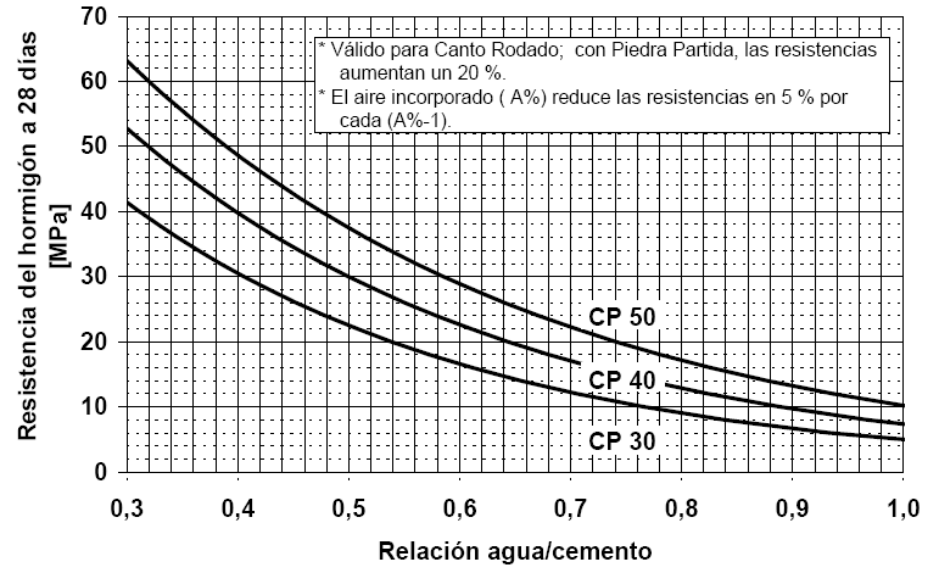
**C.U.C.=agua mezclado / (a/c)**

7. **Definición de cantidad de Agregados**

Porcentaje elegido de agregados \*volumen restante

Volumen restante= 1000 – (CUC+Aire+Agua)

**Abaco 2: Relación a/c vs Resistencia del hormigón a la edad de 28 días para distintas categorías de cemento**



**Tabla resumen del proceso de diseño**

Componente	Peso para 1 m <sup>3</sup> de hormigón (1) kg	Densidad (2) kg/dm <sup>3</sup>	Volumen sólido (3) dm <sup>3</sup>
Agua			
Cemento			
Ag. grueso 1			
Ag. grueso 2			
Ag. fino 1			
Ag. fino 2			
Aire	---		
Aditivo			
<b>SUMAS</b>			

## DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

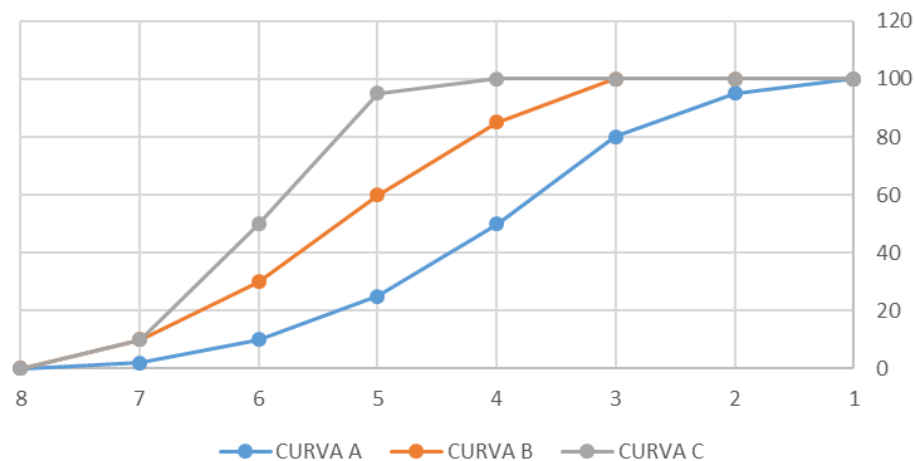
Tabla 3.3. Granulometrias del agregado fino.

Tamices de mallas cuadradas IRAM 1501-2/ NM-ISO 565	Porcentaje máximo que pasa, en masa		
	Granulometría A	Granulometría B	Granulometría C
9,5 mm	100	100	100
4,75 mm	95	100	100
2,36 mm	80	100	100
1,18 mm	50	85	100
600 $\mu\text{m}$	25	60	95
300 $\mu\text{m}$	10	30	50
150 $\mu\text{m}$	2	10	10

c) El **tamaño máximo nominal del agregado grueso** debe ser menor que:

- ❑ *1/3 del espesor en una losa, ó 1/5 de la menor dimensión lineal en cualquier otro elemento estructural.*
- ❑ *3/4 de la mínima separación libre horizontal o vertical entre dos barras contiguas de armaduras, o entre grupos de barras paralelas en contacto directo que actúen como una unidad.*

## GRANULOMETRÍA





## DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

## DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN

Utilizando el método de **dosificación del ICPA**, y con los datos de los materiales que se indican, es posible obtener a los 28 días un hormigón de **Resistencia Mínima** de ..... [en MPa]:

- Módulo de Fineza del agregado total = **3,0**
- Asentamiento esperado = **5,0cm**
- Cemento (categoría) = **CP 40**
- Cantidad de cemento (kg) = **430**

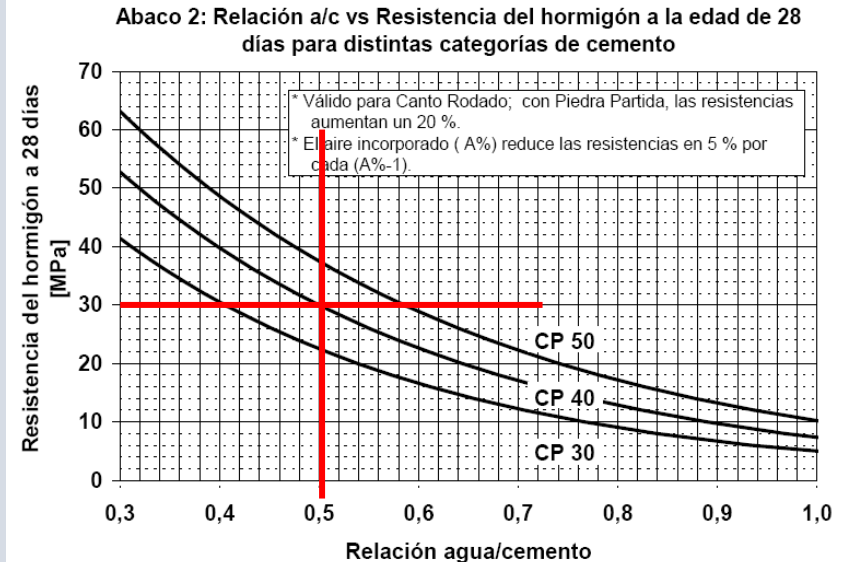
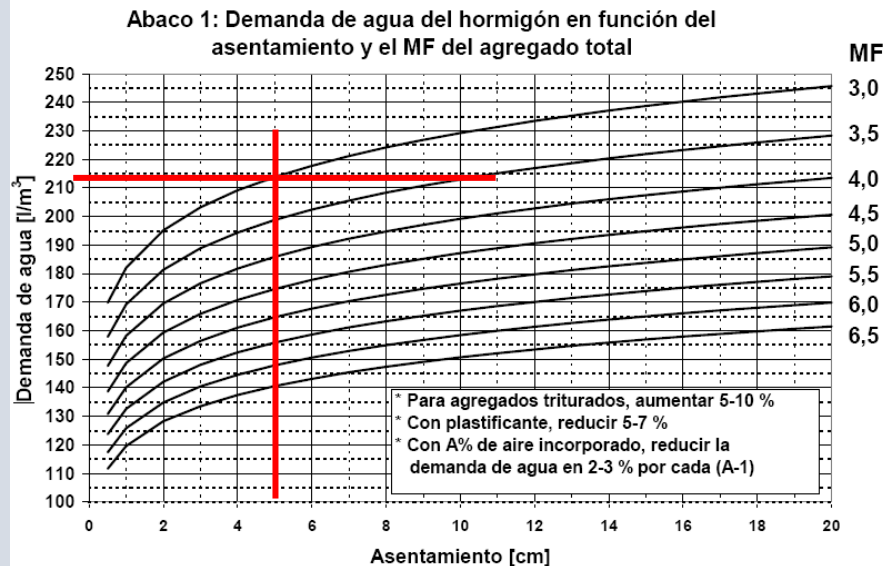
Seleccione una o más de una:

- ☐ a. 38
- ☐ b. Ninguna de las otras respuestas es correcta
- ☐ c. 34
- ☐ d. 40
- ☐ e. 36

Agua = 215 litros

Relación a/c =  $215/430=0.50$

Resistencia mínima = 30MPa



## DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

## DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN

Utilizando el método de **dosificación del ICPA**, y con los datos de los materiales que se indican, se necesita obtener a los 28 días un hormigón de **Resistencia Mínima** de **30MPa**. ¿Qué **cantidad** (en kg) mínima de cemento se debe incorporar para obtenerla?

- Módulo de Fineza del agregado total = **3,0**
- Asentamiento esperado = **10,0cm**
- Cemento (categoría) = **CP 40**

Seleccione una o más de una:

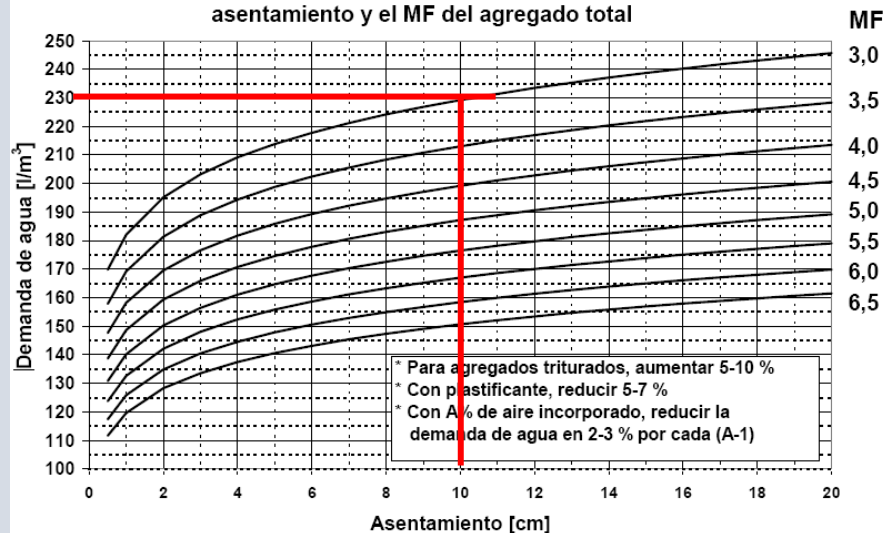
- ☐ a. 316
- ☐ b. 430
- ☐ c. 320
- ☒ d. Ninguna de las otras respuestas es correcta
- ☐ e. 300

Agua = 230 litros

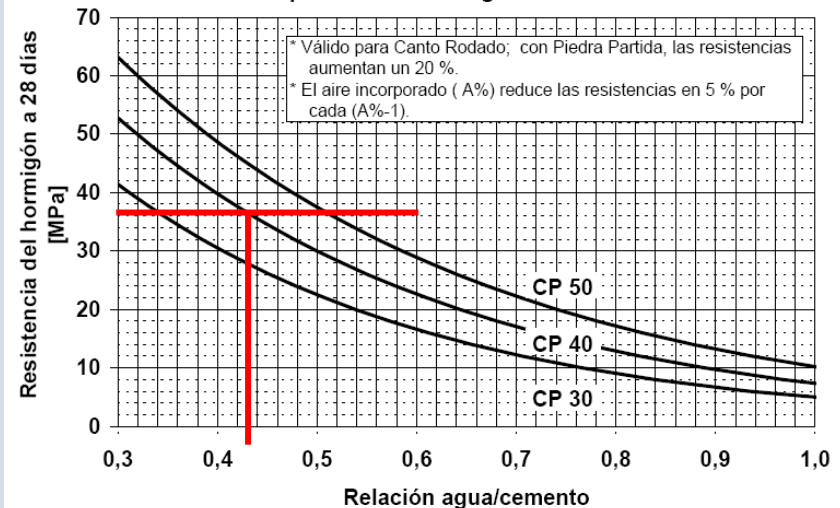
Relación a/c = 0.45

Cemento = Agua/0.45 = 230/0.45 = 511 kg

Abaco 1: Demanda de agua del hormigón en función del asentamiento y el MF del agregado total



Abaco 2: Relación a/c vs Resistencia del hormigón a la edad de 28 días para distintas categorías de cemento



# DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES

## DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN

Utilizando el método de **dosificación del ICPA**, y con los datos de los materiales que se indican, **es posible** obtener un hormigón estructural cuya **Resistencia Mínima** a los 28 días sea como mínimo de **25MPa**.

- Módulo de Fineza del agregado total = **4,0**
- Asentamiento esperado = **5,0cm**
- Cemento (categoría) = **CP 40**
- Cantidad de cemento (kg) = **305 kg**

Seleccione una:

☐ Verdadero

☐ Falso

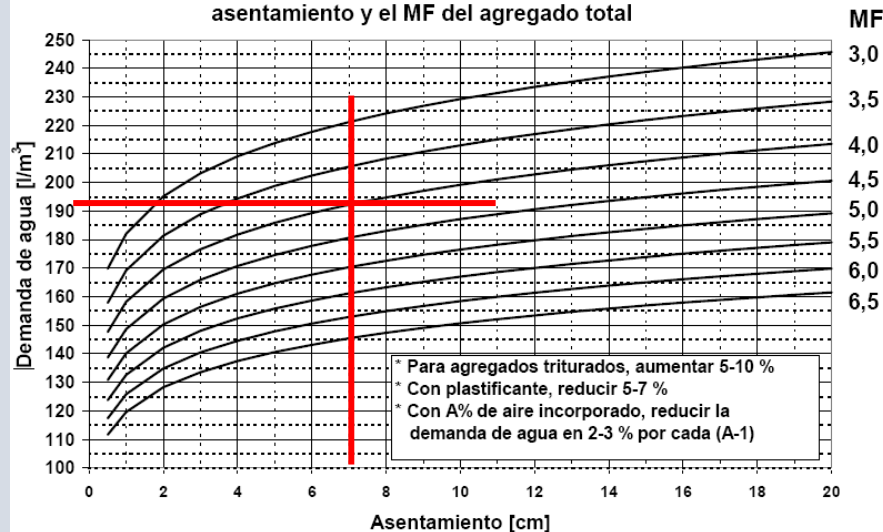
Agua = 192 litros

Relación a/c =  $192/305 = 0.63$

Resistencia mínima = 22MPa

**Está bien??**

Abaco 1: Demanda de agua del hormigón en función del asentamiento y el MF del agregado total



Abaco 2: Relación a/c vs Resistencia del hormigón a la edad de 28 días para distintas categorías de cemento

