

Cemento

Evaluación de la resistencia del hormigón

Ventajas de su utilización

1. [¿Qué importancia tiene la resistencia mecánica del hormigón?](#)
2. [¿Por qué es conveniente evaluar los resultados de ensayos de compresión?](#)
3. [¿Cómo se evalúa la resistencia a compresión?](#)
 1. [Evaluación del lote considerando el total de muestras.](#)
 2. [Evaluación del lote por parcialidades mediante grupos de muestras consecutivas.](#)
4. [¿Cuál debe ser la frecuencia del muestreo?](#)
5. [Ejemplos de aplicación de los métodos](#)
 1. [Evaluación por el total de muestras.](#)
 2. [Evaluación por grupos de muestras consecutivas.](#)
6. [¿Qué hacemos en caso de incumplimiento?](#)
7. [¿Qué cuidados debe tenerse con las probetas para ensayos y evaluación?](#)
8. [Definiciones](#)
9. [Constantes de Evaluación, MPa.](#)

1.- ¿Qué importancia tiene la resistencia mecánica del hormigón?

Por resistencia mecánica se entiende la capacidad de un material de resistir tensiones ya sean de compresión, tracción, flexión o combinaciones de ellas. Sin duda que estas capacidades del material, definen su aptitud para ser utilizado en distintas aplicaciones estructurales. Otras características del hormigón como su impermeabilidad y densidad, tienen relación directa con la resistencia mecánica. En general, y en el hormigón en particular, medir la capacidad o resistencia a la compresión es relativamente sencillo comparado con las mediciones de tracción o flexión.

Por lo anterior, se utiliza la resistencia a compresión del hormigón como medida de su calidad general, en el sentido que, a mayor resistencia mayor densidad, mayor impermeabilidad y mayor durabilidad en general.

El proyecto de cálculo estructural debiera incluir entre otros como especificación del hormigón, la resistencia especificada, la fracción defectuosa aceptada, la frecuencia del muestreo y el método de evaluación de los resultados de ensayos.

[Volver](#)

2.- ¿Por qué es conveniente evaluar los resultados de ensayos de compresión?

El hormigón es un material de construcción que presenta variabilidad debido a cambios en los procesos de confección y de muestreo propiamente tal. La evaluación de la resistencia a la compresión del hormigón permite:

- Disponer de un criterio claro para la aceptación del hormigón, así como para indicar el curso de acción cuando los resultados de los ensayos de resistencia no son satisfactorios.
- Servir como herramienta de gestión para la optimización de los recursos.
- Evitar discrepancias entre las partes al no contar con un criterio previamente definido para la evaluación.

[Volver](#)

3.- ¿Cómo se evalúa la resistencia a compresión?

El procedimiento de evaluación debe considerar la naturaleza probabilística de la resistencia a compresión del hormigón. La norma chilena NCh 1998 "Hormigón- Evaluación estadística de la resistencia mecánica" recoge dos de los criterios más ampliamente utilizados en los códigos de diseño.

El método de la evaluación del lote considerando el total de muestras, considera la producción de hormigón como un proceso que se ajusta a una distribución normal donde la resistencia

característica está definida en función del promedio y de la desviación estándar.

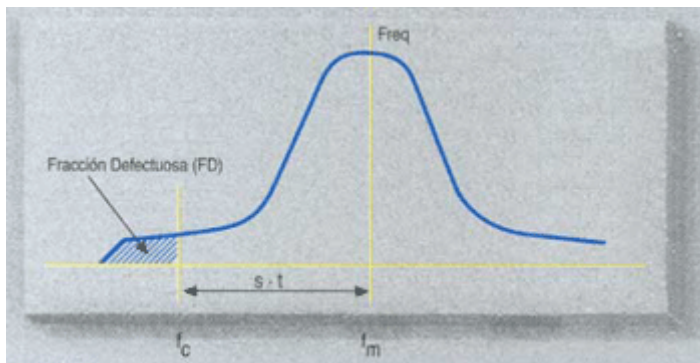
El método de evaluación por grupos de muestras consecutivas considera la producción de hormigón como un proceso cíclico donde la resistencia sufre variaciones en el tiempo. Este criterio está incluido en el método de diseño de hormigón armado ACI 318.

[Volver](#)

3.1.- Evaluación del lote considerando el total de muestras.

Este método se aplica cuando el total de muestras del lote es inferior a diez y considera que la resistencia del lote de hormigón es satisfactoria, si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) $f_m \geq f_c + s \cdot t$
- b) $f_l \geq f_o = f_c - k_2$



[Volver](#)

3.2.- Evaluación del lote por parcialidades mediante grupos de muestras consecutivas.

Este método se aplica cuando el total de muestras del lote es igual o superior a diez y considera que la resistencia de cada parcialidad del lote de hormigón es satisfactoria, si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) $f_3 \geq f_c + k_1$
- b) $f_1 \geq f_o = f_c - k_2$



[Volver](#)

4.- ¿Cuál debe ser la frecuencia del muestreo? Si el plan de muestreo no está especificado, la norma NCh 1998 establece como criterio mínimo lo siguiente:

- Volumen hormigón de la obra menor o igual a 250 m³: 1 muestra cada 50 m³ con un mínimo de 3
- Volumen hormigón de la obra mayor que 250 m³: 1 muestra cada 100 m³ con un mínimo de 5

[Volver](#)

5.- Ejemplos de aplicación de los métodos:

[Volver](#)

5.1.- Evaluación por el total de muestras:

a) Hormigón: · Grado H20

· 10% fracción defectuosa b) Resultados ensayos: número de muestras $N = 9$

f_i	234	235	268	190	257	209	250	262	290
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

· $f_m = 244 \text{ kg/cm}^2$

· $s = 31 \text{ kg/cm}^2$ c) Condiciones: · $f_m = 244 \text{ kg/cm}^2 \geq 200 + 31 \times 1,397 = 243 \text{ kg/cm}^2$

· $f_1 \geq f_0 = 200 - 35 = 165 \text{ kg/cm}^2$ d) Conclusión: El hormigón cumple las especificaciones.

[Volver](#)

5.2.-Evaluación por grupos de muestras consecutivas:

a) Hormigón: · Grado H20

· 10% fracción defectuosa b) Resultados ensayos: número de muestras $N = 15$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
f_i	245	267	281	253	235	228	260	189	299	178	232	282	194	256	160
f_3			264	267	256	239	241	226	249	222	236	231	236	244	203

c)Condiciones: · $f_3 \geq 200 + 0 = 200 \text{ kg/cm}^2$

· $f_1 \geq f_0 = 200 - 35 = 165 \text{ kg/cm}^2$ d)Conclusión:El hormigón no cumple las especificaciones.

La muestra N° 15 no cumple la segunda condición.

Investigar este valor, según indicado en apartado siguiente.

[Volver](#)

6.- ¿Qué hacemos en caso de incumplimiento? En la eventualidad que de acuerdo a alguno de los métodos descritos se produzca un incumplimiento, los criterios generales son:

- Informar al proyectista.
- Verificar que las muestras sean representativas del hormigón colocado.
- Identificar las zonas comprometidas de la estructura.
- Inspeccionarlas visualmente y determinar posibles errores de colocación, compactación, curado o protecciones.
- Determinar la capacidad resistente real del hormigón colocado mediante ensayos no destructivos o mediante extracción de testigos.

Si se verifica el incumplimiento, adoptar las medidas que indique el proyectista.

[Volver](#)

7.- ¿Qué cuidados debe tenerse con las probetas para ensayos y evaluación? Las probetas moldeadas en obra son las representantes del hormigón colocado. El resultado que obtengamos de su ensayo, se utilizará para determinar la calidad del hormigón.

La confección de probetas, su cuidado y ensayos deben ajustarse a los métodos establecidos en las

normas NCh 1037 "Hormigón - Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción" y NCh 1037 "Hormigón - Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas".

Otras muestras tomadas en obra para fines particulares como por ejemplo, definir un criterio de descimbre o que no se ajustan a las condiciones estándar, no deben ser consideradas en el lote de evaluación.

[Volver](#)

8.-Definiciones f_c Resistencia especificada a la rotura por compresión, en MPa.

f_i Resistencia individual de cada muestra, en MPa.

f_m Resistencia media del lote, en MPa.

f_3 Resistencia media de cualquier grupo de 3 muestras consecutivas, en MPa.

f_0 Límite inferior para la resistencia f_i de cada muestra, en MPa.

MPa Megapascal

k_1 Constante de evaluación para f_3 , en MPa.

k_2 Constante de evaluación para f_i , en MPa.

n Número total de muestras que representan al lote.

s Desviación normal de las resistencias individuales f_i , en MPa.

t Factor estadístico según la fracción defectuosa y número de muestras.

[Volver](#)

9.- Constantes de Evaluación, MPa.

Fracción Defectuosa Aceptada %	Grado de Hormigón				
		H15	H10	H15	H20 o superior
5	k_1	0.3	0.5	0.8	1.0
	k_2	0.6	1.2	1.9	2.5
10	k_1	0.0	0.0	0.0	0.0
	k_2	0.9	1.7	2.6	3.5
20	k_1	-0.4	-0.7	-1.1	-1.5
	k_2	1.4	2.7	4.1	5.5

Factor Estadístico t			
Nº de Muestras	Fracción Defectuosa Aceptada		
	5%	10%	20%
5	2.132	1.533	0.941
6	2.015	1.476	0.920
7	1.943	1.440	0.906
8	1.895	1.415	0.896
9	1.860	1.397	0.889
10	1.833	1.383	0.883
15	1.761	1.345	0.868
20	1.729	1.328	0.861
25	1.711	1.318	0.857
30	1.645	1.282	0.841

[Volver](#)

Si requiere información adicional contáctenos al e-mail Claudio.olate@melon.cl

