

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Mayo ■ 2006



EDITADO POR EL INSTITUTO MEXICANO
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO



Baja resistencia

en los
resultados de
ensaye de cilindros
de concreto

Ilustraciones: Felipe Hernández

Baja resistencia en los resultados de ensaye de cilindros de concreto



Los resultados de las pruebas de resistencia de cilindros de concreto se usan como la base para la aceptación del concreto premezclado cuando se especifica un requisito de resistencia. Los cilindros son moldeados a partir de una muestra de concreto fresco, curado en condiciones estándares y probado a una edad particular, según se indique en las especificaciones, usualmente a 28 días. Los procedimientos deben ser de acuerdo con las normas de la ASTM. El promedio de resistencia de un conjunto de dos o tres cilindros hechos de la misma muestra de concreto y probados a 28 días constituye una prueba. Los cilindros usados para la aceptación del concreto no deben ser confundidos con los cilindros curados en el campo, los cuales se hacen para verificar la resistencia a edad temprana en la estructura, con el fin de retirar las cimbras y continuar un las actividades de construcción.

El Reglamento para concreto estructural ACI 318 y las Especificaciones estándares para concreto estructural, ACI 301, reconocen que ocurrirán resultados de baja resistencia aproximadamente una o dos veces en cada cien pruebas.

Bajo estas disposiciones para una resistencia especificada menor que 350 kg/cm² el concreto es aceptable y cumple con la especificación si:

a. Ninguna prueba individual es menor que la resistencia especificada en más de $df'c=35$ kg/cm² y

b. El promedio de tres pruebas consecutivas es igual o excede la resistencia especificada.

Si un promedio de tres pruebas consecutivas en secuencia cae por debajo de la resistencia especificada y si una sola

prueba individual cae en más de 35 kg/cm² por debajo de la resistencia especificada, debe hacerse una investigación para asegurar la suficiencia estructural de esa parte de la estructura; deben darse los pasos necesarios para incrementar el nivel de resistencia.

Acceptación del concreto por su resistencia a compresión Resistencia especificada, $df'c=280$ kg/cm²

No. de Pruebas	Cilindros individuales No. 1	No. 2	Promedio de la prueba	Promedio de 3 pruebas consecutivas
Ejemplo aceptable				
1	289	299	294	--
2	270	287	278	--
3	311	313	312	294
4	258	269	263	284
5	325	321	323	299
Ejemplo de baja resistencia				
1	254	249	252	--
2	279	285	282	--
3	287	281	284	272*
4	342	330	336	301
5	238	219	228†	283

* Promedio de tres pruebas consecutivas bajas

† Una prueba con más de $df'c=35$ kg/cm² por debajo

Referencia. Esta publicación fue autorizada por la *National Ready Mixed Concrete Association*. Los 38 temas en español de la colección *Concrete in Practice* pueden obtenerse en la NRCM, Silver Spring MD, USA, en www.nrcma.org

¿Por qué resultan bajas las pruebas a compresión?

Dos razones principales son:

a. Manejo, curado y pruebas de cilindro inapropiados. Se ha determinado que esto contribuye en la mayoría de los resultados de baja resistencia, y

b. Resistencia del concreto disminuida de-





bido a un error en la producción o por agregar demasiada agua al concreto en la obra debido a retrasos en el colado o a exigencias de concreto húmedo. El alto contenido de aire también puede ser una causa de la baja resistencia.

En el caso de resultados de pruebas con baja resistencia a compresión reúna todos los reportes de pruebas y analice los resultados antes de tomar una acción. Fíjese en los patrones de los resultados de resistencia.

- La secuencia realmente viola el cumplimiento con la especificación.
- Los reportes de pruebas dan alguna ligera indicación sobre la causa.
- El rango de resistencia de dos o tres cilindros preparados a partir de la misma muestra raramente debe exceder 8.0% o 9.5% del promedio, respectivamente.

Fíjese en el revenimiento, contenido de aire, temperaturas del concreto y ambientales, el número de días en que los cilindros fueron dejados en el campo, los procedimientos usados para el curado inicial en el campo y el curado subsecuente en el laboratorio y cualesquiera defectos de cilindros reportados.

Los procedimientos de prueba se deben llevar a cabo de acuerdo con los estándares de la ASTM. Casi todas las deficiencias en el manejo y pruebas de cilindros reducirán la resistencia. Algunos de los factores más significativos son las capas de cabeceo con un acabado inapropiado, curado inicial para temperaturas de 27° C y mayores; impacto durante la transportación; retraso en el curado en el laboratorio y cuidado insuficiente al ensayar los cilindros.

El laboratorio debe asumir la responsabilidad por las deficiencias en sus procedimientos. Es esencial el empleo de técnicos de pruebas en el campo y personal de laboratorio certificados; los trabajadores de la construcción que no tengan experiencia en las pruebas de concreto no deben elaborar ni manejar los cilindros. Todos los laboratorios deben de satisfacer los criterios de la ASTM C 1077 para los laboratorios que hacen pruebas de concreto y agregados

de concreto. El personal de pruebas en el campo debe tener una certificación actualizada como Técnico de pruebas al concreto en el campo, Grado I, de la ACI, o equivalente. El personal de laboratorio debe tener la certificación como Técnico de Pruebas de Laboratorio, Grado I y II.

¿Cómo realizar la prueba de un cilindro estándar?

Todos los pasos detallados desde la obtención de una muestra, pasando por el moldeado, curado, transportación, pruebas y reportes de las pruebas de los cilindros, son importantes. A continuación se dan los procedimientos apropiados para pruebas de resistencia de los cilindros hechos en el campo y curados en el laboratorio y de acuerdo con las normas ASTM:

- Tome muestras de concreto de la parte media de la carga y después de que parte de ésta haya sido descargada.
- Vuelva a mezclar la muestra para asegurar su homogeneidad.
- Utilice moldes de acuerdo con las normas.
- Use una varilla estándar o un vibrador, compacte el concreto en dos o tres capas iguales, tal como se requiera, y golpee los lados de los moldes para cerrar los huecos dejados por el varillado o el vibrador.
- Termine la capa de cabeceo de manera lisa y a nivel para permitir capas delgadas.
- Para el curado inicial de los cilindros en la obra durante las primeras 24 a 48 horas, almacene los cilindros en un ambiente húmedo mantenido de 16 a 27° C. Si es posible, sumerja en agua los cilindros moldeados manteniéndola dentro del rango de temperatura. Las cajas de curado sin controles de temperatura pueden sobrecalentarse y dar como resultado resistencias más bajas.
- Si los cilindros son almacenados y expuestos al medio ambiente, manténgalos fuera de la luz directa del sol y protéjalos contra la pérdida de humedad.





- Transporte cuidadosamente los cilindros de un día de edad al laboratorio; manéjelos con cuidado.

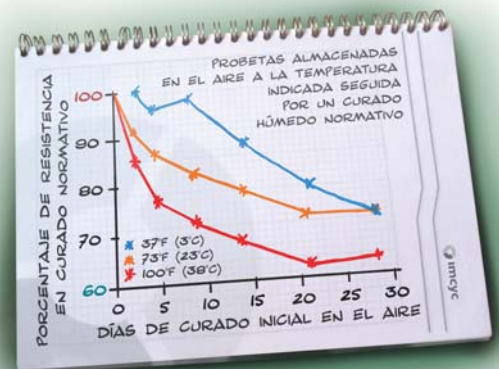
- En el laboratorio desmolde los cilindros, transfiera las marcas de identificación y colóquelos inmediatamente en un curado húmedo a $23 \pm 2^\circ \text{C}$.

- Cure los cilindros en el laboratorio de acuerdo con el ASTM C 31; mantenga el agua sobre las superficies de los cilindros en todo momento.

- Determine la masa del cilindro y regístrela. Esta información es útil para rastrear los problemas de la baja resistencia.

- Las capas de cabeceo en los cilindros deben ser planas y el espesor promedio menor que seis mm y de preferentemente menor de tres mm. Esto es especialmente significativo cuando se prueba concreto con resistencias que exceden 480 kg/cm^2 .

- Utilice material para el cabeceo con un mínimo 350 kg/cm^2 . Restrinja el reuso de compuestos de azufre para el cabeceo.



- Espere al menos dos horas, y preferentemente más tiempo, para que las capas de cabeceo de azufre se endurezcan. Las cuales con edades de uno a dos días con frecuencia dan como resultado una resistencia más alta, especialmente cuando se prueba concreto con una resistencia que excede 350 kg/cm^2 .

- Al usar un cojín de neopreno, asegúrese de que se utilice la dureza apropiada para el nivel de resistencia probado; los cojines han pasado la prueba para poder usarse; los cojines no se desgastan y el número permitido de reusos no se ha excedido; véase el ASTM C 1231. Los cojines desgastados reducirán la resistencia medida.

- Asegúrese de que sea calibrada la máquina de pruebas.

- Mida el diámetro del cilindro y verifique la planicidad de la capa de cabeceo.

- Centre el cilindro en la máquina de pruebas y utilice la velocidad de carga apropiada. Truene el cilindro para completar la falla. Observe el patrón de falla; las grietas verticales a través de la capa de cabeceo o una astilla desprendida al lado indican una distribución inapropiada de la carga.

Los reportes de las pruebas deben ser inmediatamente distribuidos al productor de concreto, así como también al contratista y al ingeniero. Esto es esencial para la solución oportuna de problemas. 🌐