

EL CONCRETO EN LA OBRA

# PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES



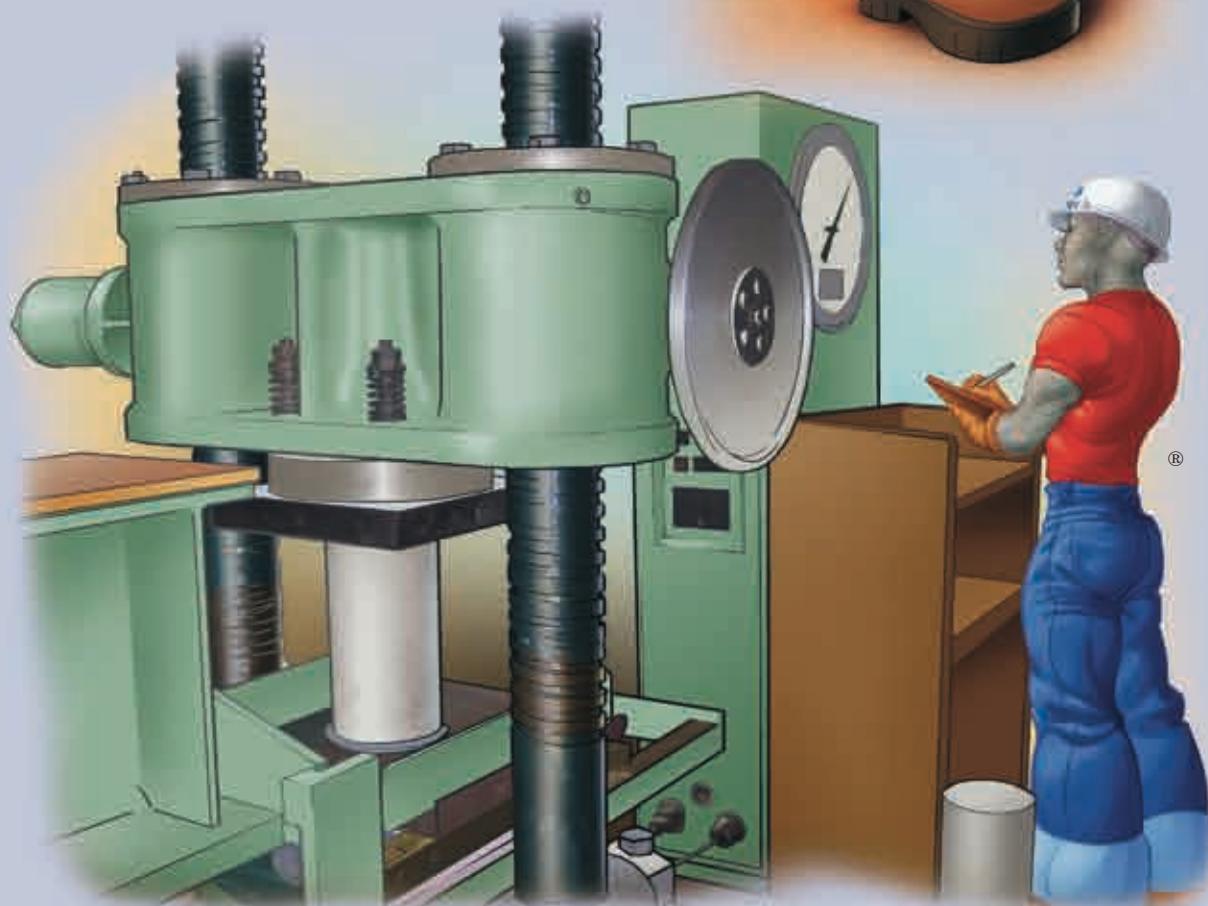
EDITADO POR EL INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO

Junio ■ 2006

## Pruebas de resistencia a la compresión del concreto



®



®

Ilustraciones: Felipe Hernández

5

SECCION  
COLECCIONABLE

## Prueba de resistencia a la compresión del concreto



La resistencia a la compresión de las mezclas de concreto se puede diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad, que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura.

La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide trocando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascales (MPa) en unidades SI.

Los requerimientos para la resistencia a la compresión pueden variar desde 17 MPa para concreto residencial hasta 28 MPa y más para estructuras comerciales. Para determinadas aplicaciones se especifican resistencias superiores hasta de 170 MPa y más.

### ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión?

- Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada,  $f'_c$ , del proyecto.
- Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de cilindros moldeados se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en es-

tructuras, para programar las operaciones de construcción, tales como remoción de cimbras o para evaluar la conveniencia de curado y protección suministrada a la estructura.

Los cilindros sometidos a ensayo de aceptación y control de calidad se elaboran y curan siguiendo los procedimientos descritos en probetas *curadas de manera estándar* según la norma ASTM C31 "Práctica estándar para elaborar y curar cilindros de ensayo de concreto en campo".

Para estimar la resistencia del concreto *in situ*, la norma ASTM C31 formula procedimientos para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo a ASTM C39, "Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto".

- Un resultado de prueba es el promedio de, por lo menos, dos pruebas de resistencia curadas de manera estándar o convencional elaboradas con la misma muestra de concreto y sometidas a ensayo a la misma edad. En la mayoría de los casos, los requerimientos de resistencia para el concreto se realizan a la edad de 28 días.



# Si su negocio es el concreto, ASISTA a...



## 14-16 de junio



### ¡Construyendo Negocios en Concreto!

Usted que está involucrado en la industria de la Construcción y Desarrollo de Vivienda conozca las nuevas técnicas para la construcción  
¡Construya más con menos dinero!

**Conozca** ➔

la mayor oferta de maquinaria, equipo, materiales, tecnología y servicios para la industria del concreto

**Asista** ➔

a las DEMOSTRACIONES INTERIORES Y EXTERIORES y conozca las características, operación y funcionamiento de maquinaria y equipo con tecnología de punta

**Participe** ➔

en el PROGRAMA INTERNACIONAL de CONFERENCIAS que reúne a expertos en la materia

WORLD OF CONCRETE México 2006  
presentará por primera vez el



**1er. SEMINARIO  
INTERNACIONAL  
DE VIVIENDA SUSTENTABLE**

¡ Pre-regístrese hoy mismo [www.worldofconcretemexico.com](http://www.worldofconcretemexico.com)

➔ **Horario de EXPOSICIÓN: 13:00 a 20:00 hrs.**

➔ **Horario de CONFERENCIAS: 8:00 a 14:30 hrs.**

Mayores informes Exposición:  
• E.J. Krause: 1087.1650 • IMCyc: 5662-0606  
Entrada libre a mayores de 21 años con pre-registro.

Línea de información Conferencias:  
1087 - 1664 • 5340 - 2322 • (01) 800 - 000 - 2322 •  
conferencias@ejkrause.com

- Al diseñar una estructura los ingenieros se valen de la resistencia especificada,  $f'c$ , y especifican el concreto que cumpla con el requerimiento de resistencia estipulado en los documentos del contrato del proyecto. La mezcla de concreto se diseña para producir una resistencia promedio superior a la resistencia especificada de manera tal que se pueda minimizar el riesgo de no cumplir la especificación de resistencia. Para cumplir con los requerimientos de resistencia de una especificación de proyecto se aplican los siguientes dos criterios de aceptación:

\*\*El promedio de tres ensayos consecutivos es igual o supera a la resistencia especificada,  $f'c$ .

\*\* Ninguno de los ensayos de resistencia deberá arrojar un resultado inferior a  $f'c$  en más de 3.45 MPa, ni ser superior en más de 0.10  $f'c$ , cuando  $f'c$  sea mayor de 35 MPa.

Resulta importante comprender que una prueba individual que caiga por debajo de  $f'c$  no necesariamente constituye un fracaso en el cumplimiento de los requerimientos del trabajo.

Cuando el promedio de las pruebas de resistencia de un trabajo caiga dentro de la resistencia promedio exigida,  $f'c$ , la probabilidad de que las pruebas de resistencia individual sean inferiores a la resistencia especificada es de aproximadamente 10% y ello se tiene en cuenta en los criterios de aceptación.

Cuando los resultados de las pruebas de resistencia indican que el concreto suministrado no cumple con los requerimientos de la especificación es importante reconocer que la falla puede radicar en las pruebas, y no en el concreto. Ello es particularmente cierto si la fabricación, manejo, curado y pruebas de los cilindros no se realizan en conformidad con los procedimientos estándar. Ver "Baja resistencia de cilindros de concreto", revista *CyT*, marzo 2006.

Los registros históricos de las pruebas de resistencia se utilizan para establecer la resistencia promedio deseada de mezcla de concretos para obras futuras.

## Cómo realizar la prueba de resistencia del concreto

- Las cilindros para pruebas de aceptación deben tener un tamaño de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) o 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm), cuando así se especifique. Las probetas más pequeñas tienden a ser más fáciles de elaborar y manipular en campo y en laboratorio. El diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto.

- El registro de la masa de la probeta antes de cabecearla constituye una valiosa información en caso de desacuerdos.

- Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente los cilindros se cabecean con mortero de azufre (ASTM C 617) o con almohadillas de neopreno (ASTM C 1231). El cabeceo de azufre se debe aplicar como mínimo dos horas antes y preferiblemente un día antes de la prueba.

- Las almohadillas de neopreno se pueden usar para medir las resistencias del concreto entre 10 a 50 MPa. Para resistencias mayores de hasta 84 Mpa se permite el uso de las almohadillas de neopreno siempre y cuando hayan sido calificadas por pruebas con cilindros compañeros con cabeceo de azufre. Los requerimientos de dureza en durómetro para las almohadillas de neopreno varían desde 50 a 70 dependiendo del nivel de resistencia sometido a ensayo. Las almohadillas se deben sustituir si presentan desgaste excesivo.

- No se debe permitir que los cilindros se sequen antes de la prueba.

- El diámetro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre sí a media altura de la probeta y deben promediarse para calcular el área de la sección. Si los dos diámetros medidos difieren en más de 2%, no se debe someter a prueba el cilindro.

- Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más de 0.5% y los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002 pulgadas (0.05 mm).





- Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. El régimen de carga con máquina hidráulica se debe mantener en un rango de 0.15 a 0.35 MPa/s durante la última mitad de la fase de carga. Se debe anotar el tipo de ruptura. La fractura cónica es un patrón común de ruptura.

- La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura entre el área promedio de la sección. ASTM C 39 presenta los factores de corrección en caso de que la razón longitud-diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común. Se someten a prueba por lo menos dos cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba, al intervalo más próximo de 0.1 MPa.

- El técnico que efectúe la prueba debe anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura y todo defecto que presenten los cilindros o su cabeceo. Si se mide, la masa de los cilindros también deberá quedar registrada.

- La mayoría de las desviaciones con respecto a los procedimientos estándar para elaborar, curar y realizar el ensayo de las probetas de concreto resultan en una menor resistencia medida.

- El rango entre los cilindros compañeros del mismo conjunto y probados a la misma edad deberá ser en promedio de aproximadamente 2 a 3% de la resistencia promedio. Si la diferencia entre los dos cilindros compañeros sobrepasa con demasiada frecuencia 8%, o 9.5% para tres cilindros compañeros, se deberán evaluar y rectificar los procedimientos de ensayo en el laboratorio.

- Los resultados de las pruebas realizadas en diferentes laboratorios para la misma muestra de concreto no deberán diferir en más de 13% aproximadamente del promedio de los dos resultados de las pruebas.

- Si uno o dos de los conjuntos de cilindros se truenan a una resistencia menor a  $f'_c$ , evalúe si los cilindros presentan problemas obvios y retenga los cilindros

sometidos a ensayo para examinarlos posteriormente. A menudo, la causa de una prueba malograda puede verse fácilmente en el cilindro, bien inmediatamente o mediante examen petrográfico. Si se desechan o botan estos cilindros se puede perder una oportunidad fácil de corregir el problema. En algunos casos se elaboran cilindros adicionales de reserva y se pueden probar si un cilindro de un conjunto se truenan a una resistencia menor.

- Una prueba a los tres o siete días puede ayudar a detectar problemas potenciales relacionados con la calidad del concreto o con los procedimientos de las pruebas en el laboratorio, pero no constituye el criterio para rechazar el concreto.

- La norma ASTM C 1077 exige que los técnicos del laboratorio que participan en el ensayo del concreto deben estar certificados.

- Los informes o reportes sobre las pruebas de resistencia a la compresión son una fuente valiosa de información para el equipo del proyecto para el proyecto actual o para proyectos futuros.

- Los reportes se deben remitir lo más pronto posible al productor del concreto, al contratista y al representante del propietario. 📄

## REFERENCIAS

1. ASTM C 31, C 39, C 617, C 1077, C 1231, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 04.02, ASTM, West Conshohocken, PA, [www.astm.org](http://www.astm.org).
2. *Concrete in Practice Series*, NRMCA, Silver Spring, MD, [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org).
3. *In-Place Strength Evaluation - A Recommended Practice*, NRMCA Publication 133, NRMCA RES Committee, NRMCA, Silver Spring, MD.
4. *How producers can correct improper test-cylinder curing*, Ward R. Malisch, *Concrete Producer Magazine*, November 1997, [www.worldofconcrete.com](http://www.worldofconcrete.com).
5. *NRMCA/ASCC Checklist for Concrete Pre-Construction Conference*, NRMCA, Silver Spring, MD.
6. *Review of Variables That Influence Measured Concrete Compressive Strength*, David N. Richardson, NRMCA Publication 179, NRMCA, Silver Spring, MD.
7. *Tips on Control Tests for Quality Concrete*, PA015, Portland Cement Association, Skokie, IL, [www.cement.org](http://www.cement.org).
8. *ACI 214, Recommended Practice for Evaluation of Strength Tests Results of Concrete*, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, [www.concrete.org](http://www.concrete.org).

Esta publicación fue autorizada por la National Ready Mix Concrete Association. La colección de 38 temas de la colección de Concrete In Practice puede obtenerse en la NRMCA, Silver Spring MD, USA en [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org)



Por qué construir un mundo en gris... Si **LANXESS** ya revolucionó el color.

Pigmentos inorgánicos a base de óxidos de hierro y cromo en colores rojo, amarillo, negro, mezclas y verde para aplicaciones en concreto premezclado, prefabricados y construcción en general.

Productos de alto desempeño, dispersabilidad y durabilidad en condiciones extremas de luz y climáticas.



Los pigmentos **BAYFERROX**® de **LANXESS** proporcionan colores brillantes para toda la vida.



**BAYFERROX**®  
color for life.

En concreto... ¡es color!

Lanxess SA de CV: (+52 55) 52624300  
Asistencia técnica: (+52 55) 52624323

Ventas: (+52 55) 52624356  
[www.bayferrox.de](http://www.bayferrox.de)

