

# El <sup>Hormigón</sup> Concreto en la Práctica

## ¿Qué, Por qué y cómo?



## CIP 33 - Concreto de Alta Resistencia

### ¿QUÉ es el concreto de alta resistencia?

Es un tipo de concreto (*hormigón*) de alto desempeño, que comúnmente tiene una resistencia a la compresión especificada de 6000 psi (40 MPa) o más. La resistencia a la compresión se mide en cilindros de prueba de 6" X 12" (150 X 300 mm) o de 4" X 8" (100 X 200 mm), a los 56 o 90 días por lo general, o alguna otra edad especificada dependiendo su aplicación. La producción de concreto de alta resistencia requiere mayor un mayor estudio así como un control de calidad más exigente en comparación con el concreto convencional.

### ¿Para QUÉ es necesario el concreto de alta resistencia?

- A. Para colocar el concreto en servicio a una edad mucho menor, por ejemplo dar tráfico a pavimentos a 3 días de su colocación.
- B. Para construir edificios altos reduciendo la sección de las columnas e incrementando el espacio disponible.
- C. Para construir superestructuras de puentes de mucha luz y para mejorar la durabilidad de sus elementos.
- D. Para satisfacer necesidades específicas de ciertas aplicaciones especiales como por ejemplo durabilidad, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión. Entre algunas de dichas aplicaciones se cuentan presas, cubiertas de graderías, cimentaciones marinas, parqueaderos, y pisos industriales de tráfico pesado. (Cabe señalar que el concreto de alta resistencia no es garantía por sí mismo de durabilidad).

### ¿CÓMO diseñar mezclas de concreto de alta resistencia?

Un óptimo diseño de concreto resulta de la selección de los materiales disponibles en la localidad, que permitan que el concreto en estado plástico sea de fácil colocación y acabado, y que aseguren el desarrollo de la resistencia y demás propiedades del concreto endurecido que especifique



**Ensayo de Concreto de Alta Resistencia**

el diseñador. Algunos de los conceptos básicos que es necesario manejar para su realización son los siguientes:

1. Los agregados deben ser resistentes y durables. No es necesario que sean duros o de alta resistencia, pero si necesitan ser compatibles, en términos de rigidez y resistencia con la pasta de cemento. En general se emplean agregados gruesos del menor tamaño máximo posible para lograr dichos concretos. La arena debe ser mas gruesa que la que se permite en la ASTM C 33 (módulo de finura mayor de 3.2) debido al gran contenido de finos de los materiales cementantes.
2. Las mezclas de concreto de alta resistencia tienen un mayor contenido de materiales cementantes que incrementan el calor de hidratación y posiblemente produzcan una mayor contracción (*retracción*) por secado, creando un mayor potencial de agrietamiento. La mayoría de mezclas contienen una o mas adiciones como cenizas volantes (clase C o F), cenizas de alto horno molidas, microsilice, metacaolín o materiales puzolánicos de origen natural.

3. El concreto de alta resistencia necesita por lo general tener una baja relación agua/material cementante (A/C), dicha relación debe estar en el rango de 0.23 a 0.35. Relaciones A/C tan bajas solo se pueden obtener con muy altas dosificaciones de aditivos reductores de agua de alto rango (o superplastificantes) de acuerdo al tipo F o G de la ASTM C 494. Un aditivo tipo A reductor de agua puede usarse en combinación.
4. El contenido total de materiales cementantes debe estar alrededor de 700 lbs/yd<sup>3</sup> (415 kg/m<sup>3</sup>), pero no más de 1100 lbs/yd<sup>3</sup> (650 kg/m<sup>3</sup>).
5. El uso de aire incorporado en este concreto ocasionará una gran reducción en la resistencia deseada.

Es necesaria una mayor atención y evaluación al considerar las limitaciones impuestas por las especificaciones a las demás propiedades del concreto como la fluencia, la retracción y el módulo de elasticidad. El ingeniero puede fijar límites en dichas propiedades según el diseño de la estructura. Los estudios actuales no pueden proveer la guía necesaria para desarrollar relaciones empíricas entre estas propiedades en base a ensayos tradicionales, y algunos otros ensayos son demasiado especializados y costosos para evaluar las mezclas.

Teóricamente, se puede conseguir una baja fluidez, baja retracción y un módulo de elasticidad alto con un mayor volumen de agregado, y así mismo una cantidad menor de pasta en el concreto. Esto se logra empleando el mayor tamaño de agregado posible, y un agregado fino con gradación de mediana a gruesa. Usando un tamaño máximo de agregado, como 3/8" (9.5 mm) puede usarse para producir concreto de alta resistencia a la compresión, pero se sacrificarán propiedades como fluidez, contracción por secado y módulo de elasticidad. Si se encuentran dificultades para alcanzar una alta resistencia, no se podrá aumentar ésta simplemente aumentando la cantidad de material cementante. Factores como materiales nocivos en los agregados, estructura de los agregados, caras fracturadas del agregado grueso, forma y textura, y limitantes a los ensayos pueden impedir que se alcance una resistencia alta.

Las proporciones finales de la mezclase determinan mediante mezclas de prueba realizadas en el laboratorio o en pequeñas mezclas en campo. La producción, transporte, colocación y acabado del concreto de alta resistencia puede diferir de forma significativa de los procedimientos empleados con el concreto convencional. Para proyectos de mucha importan-

cia es muy recomendable que se incluya un vaciado (*colado*) de prueba y su evaluación como un pago específico en el contrato. Las reuniones previas a la licitación y a la construcción son muy importantes para asegurar el éxito de los proyectos en los que se emplee concreto de alta resistencia. Durante la construcción se deben tomar medidas extra para protegerlo de la contracción por secado y agrietamiento por temperatura en las secciones delgadas. Se puede requerir mucho tiempo antes de poder descimbrar (*desencofrar*) el concreto de este tipo.

Los cilindros de concreto de alto desempeño deben ser cuidadosamente moldeados, curados, refrentados y ensayados. Es necesario tener precauciones adicionales con el manejo de los especímenes de prueba a muy temprana edad. Se puede experimentar un tiempo prolongado de endurecimiento. Las normas ASTM son revisadas continuamente para considerar precauciones especiales adicionales necesarias para la evaluación de concreto de alta resistencia. Se debe prestar atención especial al tipo de molde, curado, tipo de material de refrentado, y características de capacidad de carga de la máquina de ensayo.

---

## Referencias

1. *State-of-the-Art Report on High Strength Concrete*, ACI 363R, ACI International, Farmington Hills, MI, [www.aci-int.org](http://www.aci-int.org).
  2. *Guide to Quality Control and Testing of High Strength Concrete*, ACI 363.2R, ACI International Farmington Hills, MI.
  3. *Creating a balanced mix design for high strength concrete*, Bryce Simons, The Concrete Producer, October 1995, [www.worldofconcrete.com](http://www.worldofconcrete.com).
  4. *Getting Started with High-strength Concrete*, Ron Burg, The Concrete Producer, November 1993.
  5. *Effects of Testing Variables on the Measured Compressive Strength of High Strength (90 MPa) Concrete*, Nick J. Carino, et al., NISTIR 5405, October 1994, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, [www.nist.gov](http://www.nist.gov).
  6. *10,000 psi Concrete*, James E. Cook, ACI Concrete International, October 1989, ACI International, Farmington Hills, MI.
- 

