

# El Concreto en la Práctica

## ¿Qué, Por qué y cómo?



## CIP 8 - Discrepancias con el rendimiento

### QUÉ es el rendimiento del concreto?

El rendimiento del concreto (*hormigón*) se define como la cantidad de mezcla fresca de concreto que se obtiene a partir de una dosificación conocida de insumos (*ingredientes*). El concreto premezclado se vende sobre la base del volumen de concreto en estado plástico en yardas cúbicas (yd<sup>3</sup>) o metros cúbicos (m<sup>3</sup>) que se descarga de un camión mezclador.

La base para el cálculo del rendimiento está descrita en la ASTM C94, “Especificaciones para el Concreto Premezclado”. El rendimiento de mezcla fresca de concreto en estado plástico de una carga se determina dividiendo el peso total de los materiales entre el peso unitario promedio o la densidad del concreto, determinada de acuerdo con la ASTM C138. Deben hacerse tres ensayos de peso unitario, cada uno a partir de un camión mezclador diferente.

La Norma ASTM C94 dice: “*Debe comprenderse que el volumen de concreto endurecido puede ser, o parecer menor que el esperado, debido a las pérdidas y desperdicios, sobreexcavaciones, expansión de los encofrados, alguna pérdida de aire incorporado y acomodación (asentamiento) de las mezclas húmedas, ninguna de las cuales es responsabilidad del productor*”.

Además, el rendimiento del concreto endurecido en el lugar puede ser alrededor de un 2% que su volumen en estado fresco debido a la reducción en el contenido de aire, el asentamiento (*revenimiento*) que sufre la mezcla y la exudación (*sangrado*), así como la disminución en volumen del cemento y el agua y la retracción por secado.

### ¿POR QUÉ ocurren problemas con el rendimiento?

La mayor parte de las quejas del rendimiento son concernientes a una deficiencia percibida o real de la cantidad del concreto. Asuntos relacionados con el rendimiento deben ser evaluados empleando medidas de peso. Problemas de menores volúmenes aparentes ocurren cuando se ordena insuficiente cantidad de concreto para llenar los encofrados (*cimbras*) o cuando no se llevan las cuentas por los imprevisos que se discutirán más adelante. Si los cálculos del

Muestrear 3 Camiones Mezcladores (*hormigoneras*)  
Determinar el Peso Unitario de cada Muestra

**ASTM C 138 - Ensayo del Peso Unitario**  
Llene un contenedor de peso unitario en 3 capas  
Compacte con una varilla 25 veces; golpee los lados con un martillo  
Enrase con una lámina plana; limpie la superficie exterior y pese

Compacte en 3 capas      Enrase con una lámina plana      Pese

$$\text{Peso Unitario, lb/ft}^3 \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso Neto del Hormigón, lb(kg)}}{\text{Volumen del recipiente, pie}^3\text{(m}^3\text{)}}$$

$$\text{Peso Unitario Promedio} = \frac{\text{PU1} + \text{PU2} + \text{PU3}}{3} \text{ lb/pie}^3 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$\text{Rendimiento de la amasada Yd}^3 = \frac{\text{Peso de la amasada, lb}}{27 \times \text{Peso Unitario Promedio, lb/pie}^3}$$

$$\text{Rendimiento de la amasada m}^3 = \frac{\text{Peso de la amasada, kg}}{\text{Peso Unitario Promedio, kg/m}^3}$$

peso unitario y el rendimiento indican un volumen inferior real, este debe ser corregido.

Las insuficiencias aparentes en el rendimiento del concreto son algunas veces causadas por las siguientes razones:

- Un mal cálculo del volumen del encofrado o del espesor de la losa, cuando las dimensiones reales exceden las asumidas por una fracción de una pulgada. Por ejemplo, un error de 1/8 de pulgada (3 mm) en una losa de 4 pulgadas (100 mm) pudiera significar una insuficiencia en el pedido de concreto de un 3% o de 1 yd<sup>3</sup> en un volumen de 32 yd<sup>3</sup> (o sea 1 m<sup>3</sup> en un volumen de 29,5 m<sup>3</sup>).
- Deformaciones o distorsiones en los encofrados (*cim-*

bras) como resultado de la presión ejercida por el peso del concreto.

- c) Una sub-base irregular, la colocación sobre un relleno granular y el asentamiento de la sub-base antes del vaciado.
- d) En la ejecución de un trabajo de gran volumen, las cantidades pequeñas de concreto que son devueltas cada día o utilizadas en zonas sin pavimento o en cimientos incidentales.

Un mayor rendimiento puede ser indicativo de un problema, si el exceso de concreto es causado por cantidad excesiva de aire incorporado o de agregados, o si los encofrados no han sido llenados adecuadamente.

Las diferencias en los pesos del diseño de los insumos (*ingredientes*) y en el contenido de aire del concreto, dentro de las tolerancias permitidas, puede dar como resultado discrepancias en el rendimiento.

### ¿CÓMO se pueden prevenir las discrepancias con el rendimiento?

Para prevenir o minimizar los problemas de rendimiento:

- a) Verifique antes de comenzar el rendimiento del concreto midiendo su peso unitario de acuerdo con la ASTM C138. Repita estos ensayos si surge el problema. Esté seguro de que la báscula es precisa, de que el recipiente de peso unitario está adecuadamente calibrado, que se enrasa con una superficie plana y que el recipiente se limpia antes de pesarlo. El rendimiento del cemento en pies cúbicos (m<sup>3</sup>) es el peso total de la mezcla en libras (kg) dividida entre el peso unitario en libras por pie cúbico (kg/m<sup>3</sup>). El peso total es la suma de los pesos individuales de todos los insumos del diseño. Como una verificación a grosso modo el camión mezclador puede pesarse lleno y vacío. La diferencia es el peso total de la mezcla contenida en el mismo.
- b) Mida el encofrado con precisión, al finalizar un vaciado muy extenso, mida cuidadosamente el volumen que falta, de manera que la orden para los últimos 2 ó 3 camiones pueda ser ajustada para garantizar la cantidad requerida de concreto. Esto puede evitar la espera por cantidades

pequeñas ordenadas de ½ yd<sup>3</sup> (0.4 m<sup>3</sup>), después de que la planta ha cerrado o los camiones mezcladores han sido asignados a otros trabajos. Ordene suficiente cantidad de concreto para completar el trabajo y reevaluar la cantidad requerida hacia el final del vaciado. El desecho de concreto excedente tiene consecuencias económicas y ambientales para el productor de concreto.

- c) Estime el concreto extra necesario por pérdidas y por dimensiones incrementadas del vaciado sobre las dimensiones nominales. Calcule de 4 a 10% sobre las dimensiones planificadas por pérdidas, sobre-excavación y otras posibles causas. Las operaciones repetitivas y las operaciones de encofrados deslizantes permiten estimar de forma más aproximada la cantidad de concreto que será necesaria. Por otro lado, las operaciones esporádicas que incluyen una combinación de usos de concreto tales como losas, cimientos, paredes y rellenos incidentales alrededor de tuberías, etc., requerirá una asignación mayor para imprevistos.
- d) Construya y refuerce los encofrados para minimizar las deformaciones o distorsiones.
- e) Para losas sobre el terreno, termine y compacte con precisión la sub-base al nivel apropiado.

### Referencias

1. ASTM C94, *Standard Specification for Ready Mixed Concrete*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
2. ASTM C138, *Standard Test Method for Unit Weight, Yield and Air Content (Gravimetric) of Concrete*, American Society for Testing and Materials.
3. *Ready Mixed Concrete*, Gaynor, R.D. NRMCA Publication 186, NRMCA, Silver Spring, Maryland.
4. *No Minus Tolerance on Yield*, Malisch, W.R. and Suprenant, B.A., Concrete Producer, May 1998.
5. *Causes for Variation in Concrete Yield*, Suprenant, B.A., The Concrete Journal, March 1994.
6. *An Analysis of Factors Influencing Concrete Pavement Cost*, by Harold J. Halm, Portland Cement Association Skokie, Illinois.

### Siga estas reglas para evitar un rendimiento inferior

1. Mida el volumen necesario con precisión. Reevalúe el volumen requerido frente al final del vaciado e informe al productor de concreto
2. Estime la pérdida y el incremento potencial del espesor- ordene más cantidad que la calculada por lo menos un 4 a un 10 %.
3. Para chequear el rendimiento utilice el método de ensayo del peso unitario según la ASTM C138 sobre tres muestras tomadas de tres diferentes cargas – El rendimiento es el peso total de la mezcla dividido entre el promedio del peso unitario o densidad.



Información Técnica preparada por la National Ready Mixed Concrete Association, 900 Spring St., Silver Spring, MD 20910. [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org). Si existen dudas sobre la terminología utilizada en el presente documento, está disponible un glosario de términos en nuestra página web [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org) para su consulta. © National Ready Mixed Concrete Association. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida de cualquier forma, incluyendo el fotocopiado u otro medio electrónico, sin el permiso por escrito de la National Ready Mixed Concrete Association.

Traducción en convenio con la



Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado