

680-10 FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA RESISTENCIA DE UN HORMIGÓN

(Factors Influencing Concrete Strength)

W. H. Price.

De: "J. AMER, CONCRETE INSTITUTE", 417, Febrero, 1951

El tema no es nuevo ni mucho menos. Todos los usuarios é investigadores en el campo del cemento se preocupan hace tiempo - de escudriñar cual es el efecto de las numerosas variables -muy nu merosas desgraciadamente- que intervienen en la confección de una - probeta de hormigón y no digamos en la fabricación del hormigón en obra.

El Sr. Price, no hace más que poner orden una serie de - ideas dispersas, recogiendo, en una amplia información bibliográfica, los resultados y experiencias de numerosos autores y técnicos que - han intervenido en la construcción de obras más o menos famosas.

Se tienen en cuenta, en primer lugar, los efectos debidos al cemento, é mejor dicho, a la composición del cemento empleado. - Hace destacar, a este respecto, que no debe olvidarse que el cemento es el más importante de los ingredientes que intervienen en la fa- bricación de un hormigón. Una gráfica del original indica la eleva- ción de las resistencias (hasta los 300 días) para probetas fabrica- das con los cementos standard en Norteamérica, tipos I, II, III y - IV, indicando la composición química (entiéndase de componentes, nó de óxidos) de los mismos. También se dice algo relativo a los cemen- tos a los que se ha añadido algún material puzolánico.

A continuación se observa el efecto de la finura del port

land empleado, llegando a la conclusión de que los cementos de finura superior a  $1.800 \text{ cm}^2/\text{gramo}$ , son indeseables (ver el trabajo de Brewer y Burrows, en este mismo Boletín). Una cosa parece clara; que las resistencias de los cuatro tipos de cemento ensayados, aunque son muy diferentes en las primeras edades, tienden a igualarse con el transcurso del tiempo.

Se tiene en cuenta, como otra de las variables que intervienen en la resistencia, la presencia de burbujas de aire en el hormigón (hormigón aireado). Este expediente, en general, si bien incrementa la docilidad de las pastas y la resistencia a las holadas, ejerce un efecto desfavorable sobre las resistencias mecánicas. (El Sr. Price muestra curvas que lo atestiguan). Para una relación agua-cemento constante, puede cifrarse esta disminución de resistencia en un 5 %. Nada se indica sobre la influencia de la relación agua-cemento sobre las resistencias pero, por otra parte, - esto tema ha sido ya ampliamente debatido en múltiples ocasiones.

El tamaño máximo de los áridos empleados, otra de las variables que estudia el autor, tiene un efecto importante sobre la resistencia a la compresión, para una cantidad dada de cemento, en el sentido de que dicha resistencia aumenta cuando se incrementa al tamaño de las piedras.

Es práctica frecuente, en la técnica del hormigón, añadir a las mezclas, acelerantes de fraguado, sobre todo cuando se trata de hormigonar en tiempo frío. El cloruro cálcico es el ingrediente más utilizado para estos fines. Es una gráfica del original se muestran los resultados de los ensayos sobre resistencias de probetas confeccionadas con morteros y hormigones que contienen cantidades de 1, 2 y 3% de  $\text{Cl}_2\text{Ca}$ . Sin temor a dudas, puede afirmarse que la resistencia de los hormigones mejora, en todas las -

edades, por adición de cloruro cálcico, si bien hay que tener en cuenta que proporciones de dicha sal superiores al 3 % no representan ventaja alguna. (Para más detalles sobre este tema ver: *Ultimos Avances*, nº 12, pág. 52).

Entre los tratamientos "externos" a que puede ser sometido un hormigón, ocupan la atención del Sr. Price, en primer término, el curado con vapor. Esta cuestión tan debatida, no aparece tampoco suficientemente clara en el artículo de Mr. Price. Indudablemente un tratamiento con vapor de agua a temperatura de hasta 93°C, hace incrementar de modo notable la resistencia inicial. Pero el valor absoluto de estas resistencias con respecto al hormigón curado a temperatura ambiente no supone mejora alguna. Algunas experiencias modernas demuestran, además, que el hormigón puede ser gravemente perjudicado si se cura con vapor a elevada temperatura inmediatamente después del vertido ó si la elevación de temperatura es demasiado brusca. Habla también el autor, con algún detalle, del curado normal de morteros y hormigones.

Una parte interesante del trabajo que comentamos es la que se refiere a la variabilidad de resultados de los ensayos de rotura de probetas. Se citan, a este respecto, casos curiosos encontrados en la práctica de la construcción de algunas presas americanas y referidos por el Bureau of Reclamation. Se dá una gráfica de distribución típica de frecuencias y se hacen algunos comentarios sobre la probabilidad de los errores, con aplicaciones de estadística matemática a este caso concreto.

Complemento de lo anterior puede considerarse todo lo referente a la influencia de la forma, dimensiones y método de fabricación de las probetas sobre los ensayos de resistencia. Ya se sabe que, con una misma pasta, pueden obtenerse resultados diferentes según sean las dimensiones absolutas y relativas de las probetas con-

fecionadas. El autor se refiere concretamente al caso de cilindros de altura y diámetro diferentes. Puede apreciarse (se dan gráficas) que la resistencia a la compresión de un cilindro de 914 mm. de diámetro es solo un 82 % de la que presenta un cilindro de 152 mm. Este aumento de resistencia para el cilindro más delgado puede ser debido a una ganancia de resistencia más rápida, por tratarse de menor cantidad de pasta. Pero estas diferencias pueden borrarse, a la larga, según se ha demostrado extrayendo probetas de 254 y 558 mm. de diámetro de las presas Shasta y Friant. Ambas muestras tenían las mismas resistencias y tóngase en cuenta que se trataba de un hormigón con solo 5 años de vida.

Para terminar, mencionaremos de pasada las notas del autor de este interesante trabajo, sobre el efecto de la velocidad y frecuencia de la aplicación de cargas y coacciones laterales sobre la resistencia a la compresión de un hormigón y sobre las relaciones entre las resistencias a la compresión, tracción, flexión, adherencia y al esfuerzo cortante. La relación:

$$\frac{\text{resistencia a la compresión}}{\text{resistencia a la tracción}}$$

oscila entre 7,0 y 11,0 y depende de la resistencia intrínseca, disminuyendo cuando aumenta la resistencia a la compresión.

Se indica algo sobre la pérdida de resistencia de un hormigón debida al deterioro y se incluyen 31 referencias a otros trabajos.

\* \* \*